



POLITÉCNICA



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA
AGRONÓMICA, ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS**

GRADO EN INGENIERÍA Y CIENCIA AGRONÓMICA

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN AGRARIA

Proyecto de una explotación de 8700m² de producción de hortalizas en invernadero en Balanegra (Almería)

TRABAJO FIN DE GRADO

Autor: Francisco Pérez Torres

Tutor: Pedro Hoyos Echevarría

Junio de 2019

ÍNDICE GENERAL

DOCUMENTO 1. MEMORIA Y ANEJOS A LA MEMORIA

- ANEJO 1. ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN DE PARTIDA**
- ANEJO 2. ALTERNATIVAS ESTRATÉGICAS**
- ANEJO 3. INGENIERÍA DEL PROCESO Y DISEÑO**
- ANEJO 4. INGENIERÍA DE LAS OBRAS E INSTALACIONES**
- ANEJO 5. INSTALACIÓN ELÉCTRICA**
- ANEJO 6. INSTALACIÓN DE RIEGO**
- ANEJO 7. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS**
- ANEJO 8. EVALUACIÓN FIANCIERA**

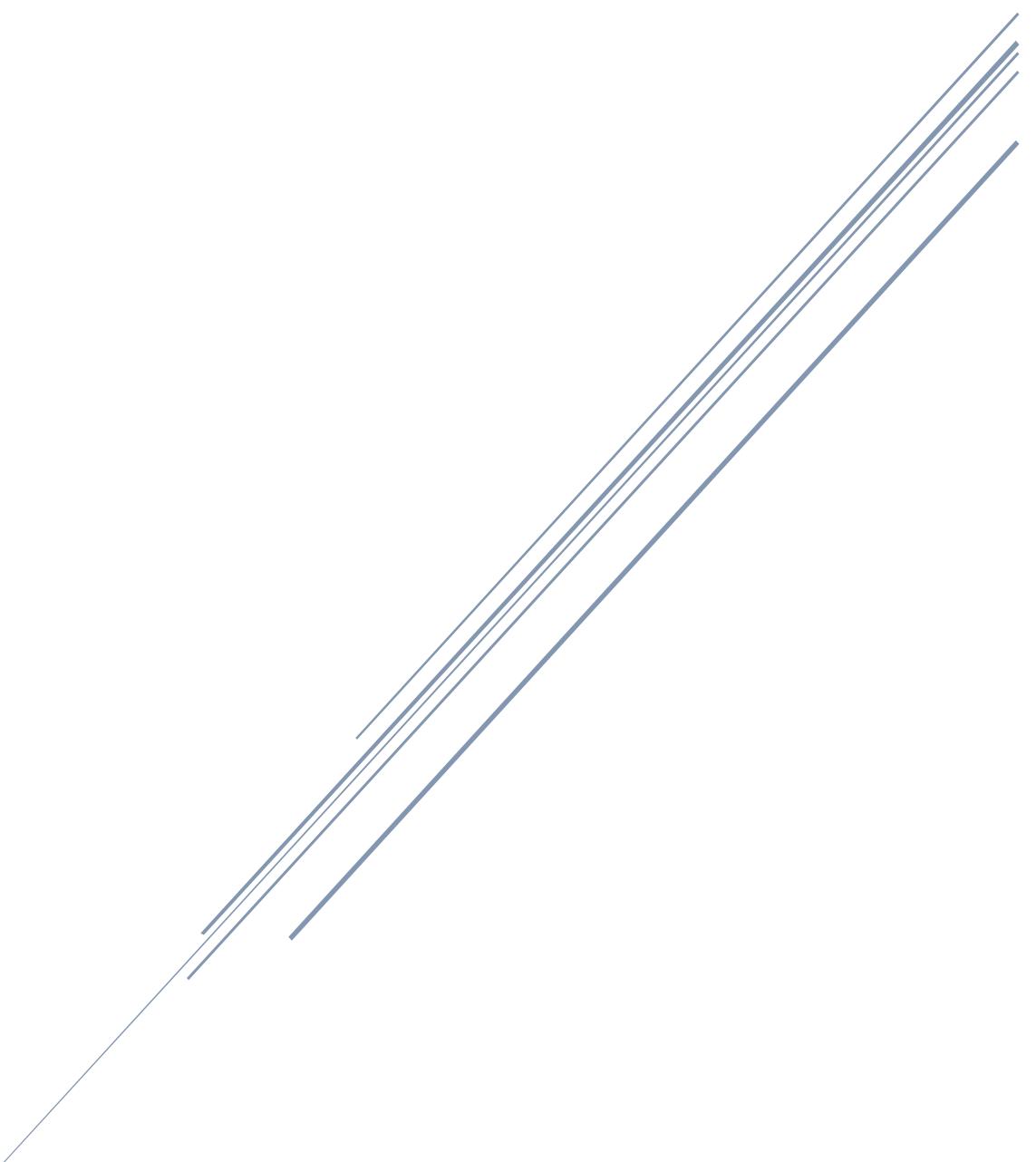
DOCUMENTO 2. PLANOS

DOCUMENTO 3. PLIEGO DE CONDICIONES

DOCUMENTO 4. PRESUPUESTO Y MEDICIONES

DOCUMENTO 5. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

MEMORIA



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA,
ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS

ÍNDICE

1. OBJETO DEL PROYECTO	6
1.1 Naturaleza de la transformación	6
1.2 Localización de la misma.....	6
1.3 Dimensión del proyecto	7
2. MOTIVACIÓN Y DIRETRICES DEL PROYECTO.....	8
2.1 Motivación del proyecto	8
2.2 Finalidad del proyecto.....	8
2.3 Condicionantes impuestos por el promotor	8
2.4 Criterios de valor.....	9
3. ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN DE PARTIDA	10
3.1 Antecedentes	10
3.1.1 Trámites.....	10
3.1.2 Normativa urbanística	10
3.1.3 Otras normativas.....	11
3.2 Condicionantes internos	12
3.2.1 Estudio climatológico.....	12
3.2.2 Régimen de temperaturas	13
3.2.3 Régimen de precipitaciones.....	13
3.2.4 Características edafológicas	13
3.2.5 Agua para el riego	14
4. ALTERNATIVAS ESTRATÉGICAS	15
4.1 Orientación del invernadero.....	15
4.2 Tecnología.....	15
4.2.1 Construcción.....	15
4.2.2 Tipo de invernadero.....	15
4.2.3 Material de estructura.....	15
4.2.4 Material de la cubierta.....	15
4.2.5 Control de la luz	16
4.2.6 Control de la humedad	16
5. INGENIERÍA DEL PROCESO Y DISEÑO	17
5.1 Plan productivo	17
5.1.1 Sistema de implantación.....	17
5.1.2 Sistema de explotación	17

5.1.3 Elección de especies a cultivar	17
5.1.4 Descripción de las variedades seleccionadas	18
5.1.5 Rotación.....	18
5.1.6 Marco de plantación, densidades y rendimientos aproximados	18
5.1.7 Labores y operaciones de cultivo	19
5.1.8 Plagas y enfermedades	19
5.1.9 Control de plagas y enfermedades.....	28
5.1.10 Calendario de Control Biológico.....	29
5.1.11 Control de malas hierbas	30
5.2 Manejo de los cultivos	30
5.2.1 Riego	30
5.2.2 Fertilizantes	30
5.2.3 Fitosanitarios	31
6. INGENIERÍA DE LAS OBRAS E INSTALACIONES.....	32
6.1 Invernadero	32
6.2 Nave de servicio.....	32
6.3 Casetas de riego	32
6.4 Camino propio de la parcela	32
7. INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	33
8. INSTALACIÓN DE RIEGO	34
8.1 Esquema de la instalación	34
8.2 Dimensionamiento de las tuberías	34
8.3 Descripción del gotero elegido	35
8.4 Diseño de los sectores de riego	35
8.5 Cálculo de tuberías portarramales.....	35
8.6 Cálculo de las tuberías principales.....	35
8.7 Bomba de impulsión	36
9. PRESUPUESTO DEL PROYECTO.....	37
10. EVALUACIÓN FINANCIERA	38

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Localización de la parcela. (Fuente SIGPAC)	6
Tabla 2. Cuadro Resumen de temperaturas (Elaboración propia a partir de datos de SiAR).....	13
Tabla 3. Resumen de precipitaciones media, medaina y percentiles. (Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SiAR)	13
Tabla 4. Rendimientos esperados. (Fuente: Elaboración propia).....	19
Tabla 5. Resumen de la instalación eléctrica en la caseta de bombeo. (Fuente: Elaboración propia).....	33
Tabla 6. Resumen general de la instalación eléctrica de la parcela. (Fuente: Elaboración propia).	
.....	33
Tabla 7. Diámetros comerciales elegidos para ramales, portarramales y tuberías principales. (Fuente: Elaboración propia a partir de catálogos diámetros comerciales).....	34
Tabla 8. Sectores de riego. (Fuente: Elaboración propia)	35
Tabla 9. Tuberías portarramales. (Fuente: Elaboración propia).....	35
Tabla 10. Tuberías principales. (Fuente: Elaboración propia).	36
Tabla 11. Financiación por cuenta propia y ajena. (Fuente: Elaboración propia).....	38

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Situación de la parcela respecto a Balanegra. (Fuente: Google Maps).....	7
Figura 2. Esquema de instalación. (Fuente: Elaboración propia).....	34

1. OBJETO DEL PROYECTO

1.1 Naturaleza de la transformación

El presente proyecto tiene como objeto poner en producción un invernadero de la forma más sostenible posible con el medio ambiente en el municipio de Balanegra (Almería).

1.2 Localización de la misma

La parcela donde se llevará a cabo el proyecto se encuentra ubicada en Las Alberquillas, Término Municipal de Balanegra (Almería). Parcela nº 80, del polígono 87. Posee alrededor de 1,7 hectáreas, de las que se van a utilizar 0,87 para el invernadero.

LOCALIZACIÓN SIGPAC	
Comunidad	Andalucía (1)
Provincia	Almería (4)
Municipio	Balanegra (16)
Agregado	0
Zona	0
Polígono	87
Parcela	80
COORDENADAS GEOGRÁFICAS	
Datum	ETRS989
Latitud	36° 45' 33.25"
Longitud	2° 55' 31.54"
Huso UTM	30
Coordinada X	506654,97
Coordinada Y	4068200,56

Tabla 1. Localización de la parcela. (Fuente SIGPAC)

En la Figura 1 se puede observar el acceso y la distancia que hay desde Balanegra, el municipio más cercano a la parcela.



Figura 1. Situación de la parcela respecto a Balanegra. (Fuente: Google Maps).

El municipio de Balanegra está ubicado a 45 kilómetros de Almería capital. Para llegar a la parcela desde Almería, hay que seguir la autovía del Mediterráneo (E-15/A-7) durante 40,5 kilómetros y desviarse por la salida número 398 a continuación, se accederá por la vía de servicio que corresponde a la tercera salida de la rotonda que se encuentra al salir de la autovía durante 1 km, el destino quedará a mano derecha.

1.3 Dimensión del proyecto

La parcela tiene una extensión total de 17.472 m², de los cuales se van a utilizar 8700 m² para la construcción del invernadero. Al norte de la parcela se va a dejar 0,5 m con el vecino colindante, debido a que se ha llegado a un acuerdo de ambos dejar 0,5 m y no 1,5 m como dicta la ley. Aprovechando el almacén y la balsa de riego existentes en la parcela, se van a dejar 900 m² entre el vecino colindante al norte y el invernadero. Esos 900 m² se dividen en un camino propio de 4x100 m que separan la caseta de riego, el almacén y la balsa, del invernadero. Los 7822 m² restantes se van a dejar al sur del invernadero, entre la autovía del Mediterráneo A-7 y el invernadero a construir.

2. MOTIVACIÓN Y DIRETRICES DEL PROYECTO

2.1 Motivación del proyecto

El proyecto surge motivado por la finalización de los estudios del Grado en Ingeniería y Ciencia Agronómica y el deseo del promotor y propietario de llevar a cabo el proyecto en la parcela elegida.

La idea surge motivada por conocer en profundidad todo lo necesario para poner en producción un invernadero, ya que toda la vida he vivido rodeado de ello y la idea de estudiar este Grado fue motivada por dedicarme al sector y poder ayudar a mi familia a mejorar su producción en sus propios invernaderos.

Estas infraestructuras están dando muy buenos resultados para producir de todo tipo de hortalizas ecológicas y poder abastecer todos los mercados de Europa, llamada así la provincia de Almería como *La Huerta de Europa*.

2.2 Finalidad del proyecto

La finalidad del proyecto reside en obtener rentabilidad de un terreno que actualmente está desaprovechado, donde antiguamente hubo un invernadero y se puede beneficiar de este hecho, y conseguir la mayor rentabilidad gracias a una alta producción debida a un control sostenible de plagas y enfermedades que afecten al cultivo mediante la ayuda de un buen Control Biológico.

2.3 Condicionantes impuestos por el promotor

Los condicionantes del promotor se resumen en los siguientes puntos:

- Conseguir una estructura del invernadero lo más compacta posible, para poder generar un buen microclima dentro del invernadero para facilitar buenas condiciones a los enemigos naturales y malas a las plagas, gracias a las ventanas cenitales y laterales.
- Todo el sistema de riego debe tener una uniformidad superior al 90%.
- Respetar lindes y todas las leyes necesarias para no tener problemas futuros.
- Conseguir que la vida útil del proyecto cumpla los 25 años marcados como objetivo.
- Rentabilizar lo antes posible la inversión inicial.

2.4 Criterios de valor

El coste de oportunidad del capital se fija en un 3 % (dato base para la evaluación financiera).

3. ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN DE PARTIDA

3.1 Antecedentes

3.1.1 Trámites

Se ha de comprobar si es necesaria la solicitud de licencia urbanística, de Certificado de no Afección a Red Natura 2000 y la realización de Estudios Preliminares de Impacto Ambiental y de impacto sobre el patrimonio cultural.

En cuanto a la solicitud de licencia urbanística, se afirmó que no era necesaria la solicitud de licencia.

El “Estudio Preliminar de Impacto Ambiental” (EPIA) determina el posible impacto que tendrá una actividad sobre el medio ambiente natural o edificado. Las actividades que están sujetas a este estudio vienen dadas en el Plan de Ordenación de los Recursos Naturales (PORN), además se debe tener en cuenta que cuando una actividad esté sujeta a EPIA, también lo estará su correspondiente “Estudio Preliminar de Impacto sobre el Patrimonio Cultural”. Por las dimensiones de la finca, no es necesaria la realización del “Estudio Preliminar de Impacto Ambiental”.

Respecto a la necesidad de solicitud de “Certificado de No Afección a Red Natura 2000”, esta será preceptiva cuando las actuaciones previstas se encuentren dentro, en su totalidad o en parte, de los espacios que constituyen la Red Natura 2000. La finca del proyecto no se encuentra dentro por lo que no se requiere dicha solicitud.

3.1.2 Normativa urbanística

El planteamiento urbanístico a seguir es de la normativa subsidiaria urbanística del Ayuntamiento de Balanegra.

Siguiendo la presente normativa urbanística se establecen una serie de condicionantes urbanísticas a tener en cuenta:

- La altura máxima de la parcela será de 6,5 metros.
- La distancia a linderos deberá ser de 1,5 metros cuando no haya un camino por medio, a no ser que se pongan de acuerdo los dos propietarios.
- La distancia de la parcela a la Autovía del Mediterráneo será mínima de 25 metros.

El proyecto se declara como una construcción de interés social y utilidad pública, el motivo de esta declaración lo forman las siguientes razones:

- Creación de puestos de trabajo para el pueblo
- Una fuente de ingresos para la localidad
- Evitar la inmigración de habitantes del pueblo hacia otros lugares por falta de trabajo.

3.1.3 Otras normativas

Normativa básica de obligado cumplimiento

En la realización de este proyecto se ha prestado atención a toda la normativa técnica aplicable en proyectos y ejecución de obras, que son las siguientes:

- CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN, DB SE-AE “ACCIONES EN LA EDIFICACIÓN”. Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo de 2006. (BOE 28-03-2006)
- NORMA DE CONSTRUCCIÓN SISMORRESISTENTE: PARTE GENERAL Y EDIFICACIÓN (NCSR-02). Real Decreto 997/2002 de 27 de septiembre de 2002. (BOE 11/10/2002).
- INSTRUCCIÓN DE HORMIGÓN ESTRUCTURAL (EHE). Real Decreto 2661/1998 del Ministro de Fomento (BOE 13/01/1999).
- CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN, DB SE “SEGURIDAD ESTRUCTURAL”. Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo de 2006. (BOE 28/03/2006).
- CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN, DB-SE A “SEGURIDAD ESTRUCTURAL: ACERO”. Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo de 2006. (BOE 28-03-2006).
- CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN, DB HR “PROTECCIÓN FRENTE AL RUIDO”. Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo de 2006. (BOE 28-03-2006)
- CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN, DB HE, “AHORRO DE ENERGÍA”. Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo de 2006. (BOE 28-03-2006)

- CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN, DB HS, “SALUBRICIDAD”. Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo de 2006. (BOE 28-03-2006)
- REGLAMENTO ELECTROTECNICO PARA BAJA TENSIÓN E INSTRUCCIONES TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS. Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto. (BOE 18/09/2002).
- CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN, DB SI “SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO”. Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo de 2006. (BOE 28-03-2006).
- REGLAMENTO DE SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS EN LOS ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES. Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre de 2004. (BOE 17-02-2004)
- GESTIÓN INTEGRADA DE LA CALIDAD AMBIENTAL. Ley 7/2007, de 9 de julio. (BOJA 20-07-07).
- PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES. Ley 31/1995 de 8 de noviembre. (BOE 10-11-1995).

3.2 Condicionantes internos

Se exponen resumidamente los condicionantes internos de la parcela y de su entorno.

3.2.1 Estudio climatológico

El clima ejerce una acción combinada de varios factores que van a repercutir sobre el crecimiento, desarrollo y productividad de las especies que se vayan a cultivar en el invernadero, es decir es uno de los factores más limitantes para los cultivos. Por ello, es imprescindible realizar un estudio climatológico de la zona donde se va a ubicar el proyecto, para determinar y conocer las características ecológicas.

Los datos se han obtenido de la estación del Sistema de Información Agroclimática para el Regadío (SiAR). La estación está situada en el municipio de Adra, es la más cercana a la parcela, está aproximadamente a una distancia de 10 Km. Se tienen datos desde octubre del año 2000 por lo que se ha realizado el estudio climatológico desde el 6 de octubre del 2000 hasta el 31 de diciembre del 2018 teniendo en cuenta datos diarios y mensuales de cada año.

3.2.2 Régimen de temperaturas

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Ta	23,37	23,51	27,23	29,06	35,72	35,19	38,60	38,00	35,84	31,20	26,41	24,40
T'a	20,63	21,08	23,13	25,48	28,51	31,64	32,67	32,95	31,35	28,42	24,31	21,41
Tm	17,00	17,33	18,69	20,52	22,93	26,25	28,20	29,10	26,98	24,11	19,97	17,88
t	12,55	12,99	14,52	16,40	18,77	22,06	24,10	24,80	22,81	19,83	15,60	13,32
t'a	8,94	9,20	10,66	12,44	14,69	18,06	20,05	21,28	19,15	16,30	12,22	9,99
ta	5,16	5,89	7,11	9,29	11,76	14,30	16,64	17,90	15,78	12,60	8,70	6,51
	-1,08	2,67	4,05	6,46	9,86	11,19	14,12	15,35	14,32	8,34	5,39	3,98

Tabla 2. Cuadro Resumen de temperaturas (Elaboración propia a partir de datos de SiAR)

El mes de más frío es el mes de enero con 12,55 °C de media.

El mes más cálido es agosto con 24,80 °C de media.

3.2.3 Régimen de precipitaciones

Las precipitaciones medias anuales son más altas en los meses de marzo noviembre y diciembre, lloviendo muy poco en los meses de verano. La precipitación media a lo largo del año es de 299,9 mm, donde en diciembre es el mes de máxima precipitación con 51,9 mm. Julio es el mes de más escasez de precipitaciones con 1,5 mm de media.

Los mínimos de precipitación se presentan en los meses de junio, julio y agosto, siendo julio el que registra los mínimos más bajos. Durante estos meses se dan condiciones límite de temperatura, esto hace que la tasa de transpiración de la planta sea mayor en los meses de verano, con exigencias hídricas mayores de lo habitual.

CUADRO RESUMEN DE PRECIPITACIONES MEDIA, MEDIANA Y PERCENTILES													
(mm)	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	AÑO
P media	26,3	37,5	46,1	21,8	16,0	1,6	0,3	1,9	19,4	38,6	47,5	51,9	299,9
Q1 (P20)	6,7	10,6	15,0	5,4	0,9	0,0	0,0	0,0	1,5	10,8	10,8	6,2	224,0
Q2 (P40)	21,5	17,7	29,6	14,8	2,6	0,2	0,0	0,2	9,4	23,8	40,4	23,7	238,5
Q3 (P60)	30,4	36,8	56,5	23,0	12,8	0,5	0,2	0,4	19,1	43,1	47,8	38,1	290,6
Q4 (P80)	33,7	62,4	67,9	29,8	28,0	2,5	0,4	1,2	27,1	57,7	77,1	72,6	369,7
P mediana (P50)	22,9	27,8	33,3	20,6	6,1	0,4	0,1	0,2	12,9	30,0	46,6	25,4	266,2

Tabla 3. Resumen de precipitaciones media, mediana y percentiles. (Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SiAR)

3.2.4 Características edafológicas

El suelo actúa como soporte físico para las plantas, y además es fuente de elementos nutritivos para ellas. Con lo cual, es muy importante para el correcto desarrollo del cultivo, siendo imprescindible analizarlo para realizar una toma de decisiones correcta.

Las características del agua de riego serán detalladas en el Anejo 1, a partir del análisis realizado, pero las más importantes son las mencionadas a continuación.

La textura del suelo tiene los siguientes porcentajes: 60% de arena, 22% de limo y 18% de arcilla por lo que se trata de un suelo con textura Franco Arenosa.

El suelo del invernadero es ligeramente alcalino debido a que su nivel de pH es de 8,7. Con el tiempo se pueden producir problemas de clorosis férrica.

La conductividad eléctrica del suelo es de 0,823 dS/cm

El porcentaje de materia orgánica es de un 0,85%. Por tanto, habría que realizar enmiendas orgánicas para elevar ese valor, ya que se encuentra en valores muy bajos.

3.2.5 Agua para el riego

Las características del agua de riego serán detalladas en el Anejo 1, a partir del análisis realizado, pero las más importantes son:

- pH: 7,75
- CE: 1,19 mS/cm
- Dureza: 36,91 se trata de Agua dura
- SAR: 1,72 agua no alcalina

Con estos datos obtenidos del análisis, se puede afirmar que se trata de un agua adecuada para el riego de ambos cultivos.

4. ALTERNATIVAS ESTRATÉGICAS

4.1 Orientación del invernadero

Relacionando los datos tomados tanto de la dirección de los vientos dominantes y la captación de radiación solar, se ha decidido orientar el invernadero de Norte a Sur, con esta orientación se conseguirá mayor radiación en las épocas de menor horas de luz, con el objetivo de garantizar una radiación lo más homogénea posible a cada planta de cultivo.

4.2 Tecnología

4.2.1 Construcción

Un invernadero es un recinto delimitado por una estructura de metal o madera, recubierta por vidrio o por cualquier material plástico de naturaleza transparente. Se suele emplear para cultivar hortalizas o especies ornamentales en épocas en que las condiciones climáticas de la geografía del recinto no son las idóneas para el cultivo al aire libre.

4.2.2 Tipo de invernadero

Como bien se conoce en el resto del mundo, el invernadero elegido para la construcción es el invernadero Tipo Parral conocido como Raspa y Amagado (tipo Almería), este invernadero es típico en zonas poco lluviosas. Se ha elegido este tipo de invernadero por su coste y porque manteniendo una buena hermeticidad en los cruces de los alambres de la cubierta y dándole una altura considerable, puedes generar un buen microclima dentro por un precio de 8,5€/m².

4.2.3 Material de estructura

El material elegido para la estructura es una combinación de hormigón armado, tubos galvanizados y alambres para la sujeción de la estructura. El hormigón es empleado para los cimientos de los tubos que aguantan la tensión de los tejidos.

4.2.4 Material de la cubierta

El material que se emplea en la cubierta condiciona todo el desarrollo del cultivo, el microclima que se genera en el interior del invernadero y la cantidad de

radiación solar que proyecte. Es el que realiza verdaderamente la función de protección frente a lluvias, viento u otros factores atmosféricos adversos.

El plástico elegido es transparente total a la luz solar (onda corta). Debe transmitir la mayor cantidad posible de luz solar, de forma que refleje la menor cantidad posible y que altere mínimamente el espectro de emisión del sol hacia el interior del invernadero. Este plástico es de 800 galgas, no térmico y tiene una garantía de 36 meses.

4.2.5 Control de la luz

La forma más efectiva de controla la luz que entra en el invernadero es mediante el encalado, mediante esta técnica se puede controlar el nivel de radiación que se le proporciona a los cultivos.

4.2.6 Control de la humedad

La humedad es la cantidad de agua contenida en el aire, en relación con la máxima que sería capaz de contener a la misma temperatura. Hay una relación inversa entre la temperatura y la humedad relativa, al aumentar la temperatura, aumenta la capacidad de contener vapor de agua, por tanto, disminuye la humedad relativa. Si, por el contrario, la temperatura disminuye, la humedad relativa aumenta.

El contenido de humedad es un factor climático muy importante en el desarrollo del cultivo. Si la humedad ambiental es alta, se reduce la transpiración y por consiguiente la absorción de nutrientes debido a que el intercambio gaseoso queda limitado.

5. INGENIERÍA DEL PROCESO Y DISEÑO

5.1 Plan productivo

5.1.1 Sistema de implantación

El agricultor comprara las semillas del cultivo es su almacén de suministros de confianza y las transportará a su semillero de confianza, dando la fecha de trasplante requerida por el agricultor, el semillero se encarga de sembrar las semillas y de garantizar la germinación y el cuidado de las mismas hasta el día del trasplante siempre y cuando, la semilla no venga dañada.

5.1.2 Sistema de explotación

Por la elección del promotor, no se va a dividir la superficie del invernadero en hojas, y se va a establecer una rotación de dos cultivos, primero se trasplantará uno y cuando ese ciclo de cultivo haya terminado se trasplantará el siguiente, por tanto, el agricultor contará con dos tipos de cultivo cada año. Estos dos tipos de cultivos se elegirán más adelante.

5.1.3 Elección de especies a cultivar

Comparando los distintos tipos de hortalizas en estudio, se ha decidido plantar dos tipos de cultivo diferentes al año, trasplantar en verano un cultivo después de haber realizado previamente solarización, y plantar la segunda cosecha a principios del mes de febrero. Por las fechas de plantación y por el tipo de cultivo que plantan los agricultores de la zona, se ha decidido cultivar pimiento california rojo. Siguiendo un estudio de mercado de los últimos años, el pimiento es una de las hortalizas que más ha mantenido su precio constante y mejores beneficios ha dejado al agricultor, su inconveniente es el elevado precio de la semilla y que se suelen cortar menos kg/m² que otros tipos de cultivos, pero su manejo es más sencillo y menos trabajoso. Se trasplantará la primera semana del mes de julio y se arrancará a finales del mes de enero. Una vez arrancado el pimiento se procederá a plantar una cosecha de sandías. El resultado obtenido al consultar con los agricultores, y con las cooperativas y alhóndigas de la zona y rastreando los mercados, es que actualmente el cultivo de sandía cuenta con mejor mercado y mayor producción que cualquier otra hortaliza de primavera.

5.1.4 Descripción de las variedades seleccionadas

La variedad de pimiento california rojo elegida es **Apolo**, pertenece a la casa de semillas *Surseed*. Las características principales de la variedad y la justificación de porqué esta y no otra, están desglosadas en el Anejo 3. La fecha de trasplante será el día 1 de julio y la fecha prevista de finalización del cultivo es el 31 de enero.

Para la rotación del cultivo como ya se ha mencionado anteriormente, se ha elegido la variedad de sandía **Fashion**, esta variedad destaca por no tener pepitas y por su dulzor.

Como polinizador se ha elegido la sandía **Premium**, esta variedad es una sandía de tamaño pequeño y a diferencia de la Fashion que es negra, esta es rayada.

5.1.5 Rotación

En el invernadero se va a realizar una rotación anual de pimiento, sandía y al finalizar esta rotación de dos cultivos, se va a realizar solarización durante los meses de mayo y junio.

Con esta rotación, el agricultor va a conseguir rentabilizar el invernadero al máximo porque solo va a estar sin producir 2 meses al año.

5.1.6 Marco de plantación, densidades y rendimientos aproximados

En el cultivo de pimiento se va a utilizar un marco de plantación de 1 x 0,5m. La separación entre goteros será de 0,5 m y la separación entre líneas de cultivo de 1 m.

En sandía, el marco de plantación a emplear es de 4 x 1 m. La separación entre sandías será de un metro, saltándose un gotero entre un plantón y otro. La distancia entre líneas es de 4 m porque la sandía necesita espacio para desarrollar bien sus flores femeninas ya que, éstas se forman a partir de la quinta o sexta coyuntura.

El invernadero cuenta con una superficie de 8700 m², pero ésta no es la superficie exacta de terreno para cultivar. Por la orientación elegida y la longitud de los sectores de riego, el invernadero va a contar con dos pasillos de 2,25 m de ancho y 100 m de largo cada uno. Esto significa que la superficie real de cultivo será de 8250 m².

Se ha realizado una estimación de los rendimientos de los agricultores de la zona y por las condiciones del invernadero y se esperan los rendimientos mostrados en la Tabla 4.

Cultivo	Rendimiento (kg/m ²)	Superficie (m ²)	Producción estimada (Kg)		
			Mínima	Media	Máxima
Pimiento	7-11	8250	57750	70125	90750
Sandía	5-11	8250	41250	57750	90750

Tabla 4. Rendimientos esperados. (Fuente: Elaboración propia).

5.1.7 Labores y operaciones de cultivo

El primer paso para el desarrollo del cultivo de **pimiento** es llevar las semillas al semillero de confianza, ellos se encargarán de todo el cuidado de las plántulas desde la siembra de la semilla hasta el día del trasplante, este proceso suele durar 38-40 días.

Una vez transplantado el cultivo en el invernadero, el agricultor es el principal responsable de realizar o mandar las labores necesarias para el desarrollo del cultivo. Todas estas labores están reflejadas en el Anejo 3.

A diferencia del cultivo de pimiento, en el caso de la **sandía** Fashion, el agricultor compra el plantón a su semillero de confianza y directamente lo trasplanta, no tiene que realizar el paso intermedio de comprar la semilla y llevarla al semillero. La gran diferencia de la sandía con el pimiento, es que se va a recolectar una sola vez, cuando finaliza el ciclo aproximadamente a los 90 días del trasplante, se recolectan todos los frutos desarrollados por las plantas y éstas se arrancan. Esto se consigue gracias a la polinización forzada con colmenas de abejas. Las labores de cultivo se encuentran en el Anejo 3.

5.1.8 Plagas y enfermedades

- **PIMENTO**

➔ **PLAGAS**

- **Trips (*Fankliniella occidentalis*)**

El trips es una especie muy polífaga, los daños que producen son de orden directo o inmediato, por un lado, puede generar picaduras de alimentación y hendiduras de puestas, por otro lado, transmisión del virus del Bronceado del Tomate (TSWV), de gran agresividad.

- **Araña roja (*Tetranychus urticae*)**

La araña roja es un ácaro tetraníquido y una plaga muy común en los cultivos hortícolas. Se desarrolla en el envés de las hojas causando decoloraciones, punteaduras o manchas amarillentas que pueden apreciarse en el haz como primeros síntomas.

Cuando la colonia está muy desarrollada, los ácaros forman telas con hilos de seda que pueden llegar a cubrir partes enteras de la planta, reduciendo el área fotosintética. Una vez que la población de araña crea la telaraña es complicado conseguir erradicarla y que la planta siga viva. Estos daños lo provocan tanto las larvas, como las ninfas y los adultos.

Las temperaturas elevadas acompañadas de una escasa humedad relativa favorecen el desarrollo de la plaga.

- **Araña blanca (*Polyphagotarsonemus latus*)**

Es un ácaro polífago que ataca principalmente al cultivo de pimiento, los ataques se producen principalmente en brotes de hojas tiernas. Producen deformaciones de los tejidos, debido a la muerte de las células perforadas, produciendo un rizado en las hojas apicales. En ataques fuertes se pueden producir daños en los frutos debido a una necrosis peduncular o deformaciones, y si el ataque es muy grave, la planta puede tomar un color marrón y parar su crecimiento

- **Pulgón (*Aphis gossypii* y *Myzus persicae*)**

Es conocido por los agricultores como “piojo”. Existen dos tipos de pulgón se pueden diferenciar por el color de sus sifones, el *Aphis gossypii*, sus formas ápteras tienen los sifones de color negro con el cuerpo verde o amarillento, mientras que las de *Myzus* son completamente verdes, pudiéndose ver en ocasiones pardas o rosadas. Los principales daños que provoca el pulgón es la transmisión de virus.

Las hormigas lo transportan de un sitio a otro.

- **Mosca blanca (*Bemisia tabaci*)**

La *Bemisia tabaci* es una especie muy dañina en el cultivo del pimiento, tanto los adultos como las ninfas, tienen un aparato bucal picador-chupador con el que se alimentan de la planta, introduciendo el aparato bucal y succionándole los jugos. Como no pueden asimilar todo el contenido de azúcares de la savia, lo expulsan en forma de

gotas de melaza por toda la superficie de la planta. Con poblaciones altas de mosca blanca en el cultivo, sobre la melaza se pueden desarrollar hongos, “la negrilla”, dañando tanto los frutos como las hojas. Este tipo de daño deprecia el valor de los frutos considerablemente cuando las poblaciones son elevadas.

Con altas temperaturas y humedades relativas bajas, el desarrollo de la plaga es muy precoz.

- **Nematodos (*Meloidogyne spp.*)**

Los nematodos atacan prácticamente a todos los cultivos hortícolas, produciendo los típicos nódulos en las raíces, recibe el nombre común de “batatilla”. Penetran en las raíces desde el suelo. Las hembras como son fecundadas, se llenan de huevos tomando un aspecto globoso dentro de las raíces. Además, se produce una hipertrofia en los tejidos de la planta. Estos daños producen la obstrucción de vasos y la absorción por las raíces, lo que es lo mismo, se producirá un desarrollo menor de la planta y la aparición de síntomas de marchitez en verde en las horas más fuertes de calor, clorosis y enanismo. Otro problema grave que pueden llegar a producir los nematodos es que interaccionan muy bien con otros organismos patógenos, bien de manera activa (como vectores de virus), bien de manera pasiva facilitando la entrada de hongos y bacterias por algún tipo de herida que hayan provocado.

- **Gusano del alambre (*Agriotes lineatus*)**

Producen galerías en las raíces de las plantas, provocan heridas que más tarde son colonizadas por distintos hongos del suelo causando enfermedad. En estado de plántula pueden llegar a cortar el tallo de la planta.

- **Lepidópteros (*Spodoptera exigua, Spodoptera litoralis, Heliothis armígera, Heliothis peltigera, Chrysodeixis chalcites, Atutographa gamma*).**

Los daños se clasifican por daños a la planta ocasionados por Spodoptera y Chrysodeixi, daños a los frutos producidos por Heliothis y Spodoptera, y los daños ocasionados en los tallos que pueden llegar a cegar a las plantas, son causados por Heliothis y Ostrinia.

- **Cochinillas (*Pseudococcus affinis*)**

Aprovechan las malas hierbas para desarrollarse e introducirse en el cultivo dentro del invernadero.

Los daños directos producidos van desde la inyección de saliva a la extracción de savia de la planta, estos daños frenan el crecimiento y ocasionan deformaciones en los órganos en crecimiento.

Los daños indirectos se deben fundamentalmente a la melaza que segregan tanto las hembras como las larvas que depositan sobre las hojas y frutos, esta melaza favorece la aparición de hongos saprófitos productores de la negrilla (*Cladosporium sp.*) La capacidad fotosintética de la hoja afectada por el hongo queda muy reducida.

Las picaduras de las larvas y de las hembras provocan deformaciones foliares, que se manifiestan por recubrimientos del limbo hacia el envés y ligeros abullonados en el haz.

➔ ENFERMEDADES

- **Tristeza o seca del pimiento (*Phytoptora capsici*)**

Es la enfermedad criptogámica y bacteriana más específica y más grave de todas las que afectan al cultivo de pimiento.

Ataca a las plantas en cualquier estado vegetativo, tanto en estado de planta joven como en adulta, el período de fructificación es muy crítico y propicio para recibir el ataque. Lo normal es que la infección tenga lugar mucho antes de que los primeros síntomas externos de la planta sean perceptibles.

Normalmente, el hongo inicia los ataques en el cuello de la planta, estos daños se visualizan con la mancha de color oscura que afecta a todo el tallo, dificultando la circulación de la savia que queda interrumpida y provoca que la planta se marchite rápidamente. La infección primaria también se puede ocasionar por el sistema radicular, el hongo invade las raicillas y va progresando, poco a poco, hasta que llega a afectar a las raíces principales.

- **Podredumbre gris (*Botrytis cinerea*)**

Parásito que ataca a una gran cantidad de especies vegetales, afectando a todos los cultivos hortícolas protegidos, se puede comportar como parásito y como saprofita. En plántulas produce damping-off. Produce lesiones de color pardo en hojas y flores. En

los frutos tiene lugar una podredumbre blanda (más o menos acuosa, según el tejido vegetal), en los que se observa el micelio gris del hongo.

Las principales fuentes de inóculo las constituyen las conidias y los restos vegetales.

- **Podredumbre blanca (*Sclerotinia sclerotiorum*)**

Hongo polífago que ataca a casi todas las especies hortícolas. Al igual que la *Botrytis cinerea*, en plántulas produce damping-off. En planta produce una podredumbre blanda acuosa al principio que se puede secar más o menos dependiendo de la succulencia de los tejidos afectados, cubriendose de un abundante micelio algodonoso de color blanco, observándose la presencia de un gran número de esclerocios, blancos al principio, que serán negros más tarde. Los ataques al tallo con frecuencia colapsan la planta, que muere con rapidez, observándose los esclerocios en el interior del tallo.

- **Oidiopsis (*Leveillula taurica*)**

En un parásito de desarrollo semi-interno, los conidióforos salen al exterior a través de los estomas. El hongo expresa síntoma y signo en las hojas, generalmente comienza por las hojas de abajo. Se forman manchas amarillas (cloróticas) con el centro oscuro en el haz, al dar la vuelta a la hoja en esas manchas se desarrolla un moho pulverulento de color blanco (signo de enfermedad).

- **Damping-off (*Phytophthora spp.*, *Phythium spp.*, *Rhizotonia solani*)**

Los distintos síntomas varían según el estado de desarrollo de la planta.

Pre-emergencia: las semillas no germinan, se pudren.

Pos-emergencia (estado de plántula): se forman lesiones acuosas, manchas de color marrón alrededor del tallo, cercano al suelo tanto por encima como por debajo de la línea del suelo. La parte basal del tallo se contrae y queda más fino que la parte superior, esto provoca que la planta no pueda sostenerse, cae y muere. El sistema radicular se oscurece y se pudre. El estado de plántula es el más susceptible a la enfermedad, aun así, puede causar enfermedad en plantaciones más viejas, produciendo clorosis y marchitamiento.

- *Sclerotium rolfsii*

El primer síntoma de la enfermedad es una lesión acuosa y oscura en la parte baja del tallo cercano al suelo, al poco tiempo se produce sobre la lesión un micelio blanco muy tupido que puede extenderse sobre el suelo y afectar a las plantas de alrededor. Incrustado en el micelio aparecen los esclerocios redondos, pequeños y al principio de color claro, posteriormente se vuelven de color oscuro y se endurecen. En la parte aérea la planta muestra síntomas de amarillez y marchitez.

- **Mancha gris (*Stemphylium solani*)**

Se producen manchas circulares u ovales con centros blancos grisáceos de hasta 5 mm de diámetro, a veces se llega a confundir con daño por fitotoxicidad. En los tallos cerca de la zona del cuello, pueden aparecer lesiones en forma de estrías longitudinales de 1-2 mm de ancho con bordes marrón rojizo.

➔ **VIRUS**

El pimiento ha sido una de las plantas hortícolas que más ha sufrido la incidencia de enfermedades de etiología viral.

- **Virosis de transmisión mecánica.**

ToMV

Síntomas en hojas:

- Mosaico verde claro-amarillo
- Reducción del crecimiento

Síntomas en frutos:

- Deformación con abollonaduras
- Necrosis

PMMV

Síntomas en hojas:

- Mosaico foliar (manchas verde oscuro), a veces muy sauvés

Síntomas en frutos:

- Deformaciones
- Abollonaduras
- Necrosis

- **Virosis transmitidas por áfidos**

CMV	PVY
<p>Síntomas en hojas:</p> <ul style="list-style-type: none">- Mosaico verde claro-amarillento en las hojas apicales- Clorosis difusa- Filimorfismo-Rizamiento de los nervios <p>Síntomas en frutos:</p> <ul style="list-style-type: none">- Reducción del tamaño- Anillos concéntricos y líneas irregulares con la piel hundida.	<p>Síntomas en las hojas:</p> <ul style="list-style-type: none">- Necrosis de los nervios- Defoliaciones- Manchas verde oscuro junto a los nervios <p>Síntomas en frutos:</p> <ul style="list-style-type: none">- Manchas- Necrosis- Deformaciones

- **Virosis transmitidas por Trips**

TSWV
<p>Síntomas en las hojas:</p> <ul style="list-style-type: none">- Anillos cloróticos/necróticos- Fuertes líneas sinuosas de color más claro sobre el fondo verde- A veces necrosis apical del tallo <p>Síntomas en frutos:</p> <ul style="list-style-type: none">- Manchas irregulares- Necrosis- Manchas redondas de color amarillo- En ocasiones anillos concéntricos

➔ DAÑOS FISIOLÓGICOS (Fisiopatías)

- **Podredumbre apical o Blossom-end rot**

La podredumbre apical aparece como una pequeña mancha acuosa de color marrón claro en el extremo distal del fruto. A medida que crece el fruto, la mancha se hace más grande.

- **Rajado del fruto**

Se produce por aportes irregulares de agua y/o altos niveles de humedad relativa en frutos maduros. Se ve reflejado por un hinchamiento del mesocarpio debido a un exceso de agua que provoca la rotura de la epidermis. La sensibilidad al rajado depende de la variedad del cultivo.

- **Partenocarpia** (“galleta” nombre vulgar en la provincia de Almería)

Tiene lugar cuando se desarrollan frutos sin semilla ni placenta, suele producirse cuando los frutos cuajan con temperaturas muy elevadas y la planta sufre un estrés hídrico.

- **Stip**

Manchas cromáticas producidas en el pericarpio debido al desequilibrio metabólico en los niveles de calcio y magnesio de la planta. La sensibilidad del fruto va a depender de la variedad del cultivo.

- **Asfixia radicular**

El cultivo del pimiento es una de las especies más sensibles a esta fisiopatía. Debido a un exceso de humedad en el suelo se produce la muerte de las plantas, se manifiesta por una pudrición de toda la parte inferior de la planta.

- **SANDÍA**

Las plagas de sandía son prácticamente las mismas que las mencionadas anteriormente para el cultivo de pimiento.

➔ ENFERMEDADES

- **Ceniza u Oidio de las Cucurbitáceas** (*Sphaerotheca fuliginea*)

Los síntomas que definen a esta enfermedad son manchas pulverulentas de color blanco en la superficie de las hojas (haz y envés) que van cubriendo todo el aparato

vegetativo llegando a invadir la hoja entera, también afecta a peciolos y tallos e incluso a frutos cuando sufren ataques muy fuertes. Las hojas y tallos se vuelven de color amarillento y se secan.

- **Chancro gomoso del tallo**

En plántulas afecta principalmente a los cotiledones en los que produce unas manchas parduscas redondeadas, en estas manchas se observan puntitos negros y marrones distribuidos en forma de anillos concéntricos. Provoca marchitez y muerte de la parte aérea de la planta.

➔ **VIRUS**



MNSV

Síntomas en hojas:

- Necrosis de los nervios y necrosis en forma de pequeñas manchas en el limbo

Síntomas en frutos:

- Placas necróticas y necrosis internas.



ZYMV

Síntomas en hojas:

- Mosaico con abollonaduras
- Filimorfismo
- Amarilleo con necrosis en limbo y pecíolo

Síntomas en frutos:

- Abollonaduras
- Reducción el crecimiento
- Grietas externas

CMV	WMV-2
<p>Síntomas en hojas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mosaico fuerte - Reducción del crecimiento - Aborto de flores 	<p>Síntomas en hojas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mosaicos muy suaves y deformaciones en el limbo
<p>Síntoma en frutos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Moteado 	<p>No presenta síntomas en frutos</p>

➔ DAÑOS FISIOLÓGICOS (Fisiopatías)

- **Aborto de frutos**

El aborto de los frutos se puede deber a varias causas: un excesivo vigor de la planta, falta de riego o mal manejo del abonado, una elevada humedad relativa, etc.

- **Rajado del fruto**

Cuando los frutos son pequeños se rajan por un exceso de humedad ambiental ocasionado por un cambio brusco de temperatura o una mala ventilación. Otra causa de rajado, pero en menor medida, son los valores de conductividad en el suelo.

- **Asfixia radical**

Se produce la aparición de raíces adventicias y marchitamiento general de la planta por un exceso de humedad, esto suele ser causa de un exceso de riego, que provoca una falta de oxígeno en el suelo.

5.1.9 Control de plagas y enfermedades

El objetivo principal del control de plagas y enfermedades es prevenir antes que curar, siempre y cuando se consiga prevenir una plaga o una enfermedad se estará evitando el uso de un control químico que es tan sostenible con el medio ambiente como puede ser el uso de placas cromáticas o control biológico.

Los organismos de control biológico mediante enemigos naturales, métodos físicos como el uso de mallas y placas cromáticas y el control químico están explicados para cada tipo de plaga y enfermedad en el Anejo 3.

Intentando evitar al máximo el uso de fitosanitarios, se van a combinar las siguientes alternativas: empleo de trampas de confusión sexual (feromonas y placas), hermetizar lo máximo posible el invernadero, usar mallas en las ventanas laterales y hacer un buen uso del control biológico mediante enemigos naturales.

En primer lugar, para ambos cultivos en todas las ventanas tanto cenitales como laterales va haber una malla antitríps para evitar en mayor medida la entrada de plagas, seguidamente se va intentar que los alambres de la cubierta del invernadero no pinchen el plástico para evitar posibles goteos de agua y entrada de plagas.

Seguidamente se van a colocar placas cromáticas tanto amarillas como azules en todo el perímetro del invernadero y en los líneos de las ventanas cenitales. El color azul es muy efectivo para el tríps y el amarillo es más completa, es muy efectiva contra la mosca blanca pero, también actúa contra el tríps.

Una vez realizadas estas técnicas, se trasplantará el cultivo y se procederá al control biológico.

5.1.10 Calendario de Control Biológico

A la cuarta semana de trasplante coincidiendo con la aparición de las primeras flores, se colocarán sobres de *Amblyseius swirskii*. Los sobres se colocarán en la segunda cinta horizontal del entutorado.

En segundo lugar, para reforzar la suelta de *Amblyseius* se colocarán tarjetas de *Eretmocerus eremicus* cada tres plantas en todo el perímetro del invernadero.

La suelta de *Orius laevidens* se realiza en dos veces, la primera coincide con la salida de las primeras flores a las cinco semanas del trasplante. Si hubiera problemas de plaga de tríps antes de esta fecha, se realizaría una suelta en las zonas donde estuviera instalada la plaga. Si no hay problemas de plaga, no se realiza la suelta antes de la aparición de las primeras flores, porque al no haber plaga para alimentarse los *Orius* se van al polen de las flores. La segunda suelta correspondería con la sexta semana posterior al trasplante.

Finalmente, en caso de presencia de Araña Roja y que el Amblyseius swirskii no pueda controlarla, se procederá a la suelta de Phytoseiulus persimilis en los focos.

Este calendario de técnicas es empleado sobre todo en pimiento, para el cultivo de sandía, como las fechas de trasplante no son calurosas, con un buen control biotécnico y una suelta de Amblyseius swirskii será necesario.

5.1.11 Control de malas hierbas

Las malas hierbas son las principales portadoras de plagas a los cultivos, además de provocar competencia con las plantas del cultivo.

Previamente al trasplante hay que retirar todas las malas hierbas tanto dentro del interior del invernadero como en todo el perímetro exterior.

5.2 Manejo de los cultivos

5.2.1 Riego

Para calcular las necesidades hídricas de cada cultivo, se ha empleado el programa Prho de la Fundación Cajamar.

El cultivo de pimiento se regará 12 minutos todos los días las cuatro primeras semanas post-trasplante y una vez pasadas estas cuatro primeras semanas se regará cada dos días los minutos que nos índice el programa.

El cultivo de sandía se regará todos los días los minutos reflejados en las tablas del Anejo 3.

5.2.2 Fertilizantes

Tiene por objetivo satisfacer las necesidades nutritivas de las plantas, reemplazando los elementos extraídos del suelo. Las bases para la determinación de las necesidades de nutrientes del pimiento serán:

- a) Análisis periódicos de la hoja.
- b) Análisis del suelo
- c) Extracción media de los nutrientes
- d) Observación directa de la fenología del cultivo

Para la fertilización se aprovechará la ventaja del riego por goteo, que permite la aplicación de los abonos disueltos en el agua de riego, de forma que se pueden aplicar

los nutrientes en la zona radicular tantas veces como se desee (la planta dispone así de los nutrientes con continuidad).

5.2.3 Fitosanitarios

El objetivo como se ha mencionado anteriormente, es tener que usarlos lo menos posible para intentar tener un control de plagas y enfermedades lo más sostenible posible.

Los fitosanitarios más utilizados quedan reflejados en el Anejo 3.

5.2.4 Recolección y manipulación

Se procederá a la recolección del cultivo de pimiento a las 10 semanas de trasplante, es decir, en la segunda semana del mes de septiembre. Se recolectará pimiento de color rojo íntegramente para evitar pérdidas de precio.

En primer lugar, se recolecta y posteriormente, se lleva al almacén para realizar una manipulación correcta por calibres para conseguir vender el producto al mayor precio posible.

El cultivo de sandía como ya se ha mencionado anteriormente, se recolectará solo una vez a los 90 días de trasplante, en este caso no es necesario realizar manipulación en el almacén, directamente las cajas cargadas se trasportarán a la alhóndiga de confianza del agricultor.

6. INGENIERÍA DE LAS OBRAS E INSTALACIONES

6.1 Invernadero

El invernadero es de tipo raspa y amagado, está orientado de norte a sur como ya se ha comentado previamente en el Anejo 2.

Las dimensiones son de 87 x 100 m, lo que es igual a 8700 m². Está compuesto por dos pasillos de 2,25m de ancho y 100 m de largo, por lo que el espacio cultivable es de 8250 m². Todos los materiales de construcción del invernadero quedan reflejados en el Anejo 4.

6.2 Nave de servicio

Aprovechando un antiguo almacén situado en la parcela, se le ha dado uso como nave de servicio. Esta nave está destinada a diversos usos, como; almacén para guardar todo tipo de maquinaria y otros elementos indispensables para llevar a cabo la producción de hortícolas como es el caso de las cajas de producción y los palets de madera para trasportarlas. También, sirve como zona de manipulación de los productos y cuenta con un aseo.

La nave está situada al norte del invernadero, cercana a la caseta de riego. Sus dimensiones son de 5 metros de ancho en dirección norte-sur y de 10 metros de largo en dirección este-oeste. La superficie total es de 50 m².

6.3 Caseta de riego

Al igual que la nave de servicio, la caseta de riego está situada al norte del invernadero justo en el centro de este. Sus dimensiones son las mismas que las de la nave de servicio, 5 metros de ancho en dirección norte-sur y de 10 metros de largo en dirección este-oeste. La superficie total es de 50 m².

6.4 Camino propio de la parcela

Camino para acceder a la caseta de riego y al almacén de 4 x 100 m de zahorra compactada.

7. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

La superficie de la caseta de riego es de 44,62m² y en ella se estiman unas necesidades de 120 lux. Las luminarias elegidas para la caseta son iguales a las de la nave, de tipo regleta, compuestas de dos lámparas fluorescentes, cada una de las cuales tiene una potencia de 36 W y mide 1,2 m de largo. El número de luminarias necesarias es 2.

A continuación, se observa resumido en las siguientes tablas los datos más importantes del sistema eléctrico de la caseta. Para mayor información hay que consultar el Anejo 5.

CASETA DE RIEGO

CIRCUITO	Bomba	Alumbrado interior	Toma de fuerza monofásica	Toma de fuerza trifásica
TENSIÓN (V)	230	230	230	400
POTENCIA (W)	1.900	144	1.200	2.200
cos φ	0,8	0,9	0,8	0,8
L (m)	15	5	5	5
I paso/cable (A)	12,9 / 66	1,25 / 15	6,52 / 29	3,97 / 25
S (mm²)	6	1,5	2,5	2,5
e (V)	0,92	0,07	0,37	0,20
PROTECCIONES	Automático 50 A	Automático 1,5 A	Automático 20 A	Automático 10 A
SEGURIDAD	Diferencial 30 mA Relé térmico 48-80 A	Diferencial de 30 mA	Diferencial 300 mA	Diferencial de 300 mA
CABLE	H07-RN 2G x 6 mm ²	H07-RN 2G x 1,5 mm ²	H07-RN 2G x 2,5 mm ²	H07-RN 4G x 2,5 mm ²

Tabla 5. Resumen de la instalación eléctrica en la caseta de bombeo. (Fuente: Elaboración propia).

LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN

L.G.A.	Casetas Bombeo
TENSIÓN (V)	400/230
Potencia activa (W)	5.919
Potencia reactiva (VAr)	4.440
Potencia aparente (VA)	4.276
cos φ	0,8
L (m)	100
I paso/cable (A)	10,69 / 88
S (mm²)	10
e (V)	2,64
PROTECCIONES	Automático 50 A
SEGURIDAD	Diferencial 300-30 mA
CABLE	RV 0,6/1kV 4 x 10 mm ²

Tabla 6. Resumen general de la instalación eléctrica de la parcela. (Fuente: Elaboración propia).

8. INSTALACIÓN DE RIEGO

Para entender el desarrollo del diseño de la instalación de riego es imprescindible observar el Anejo 6 “Instalación de Riego”.

8.1 Esquema de la instalación

El diseño de riego del invernadero se divide en 4 sectores de riego, uno a cada lado de los dos pasillos del invernadero. El primer pasillo iría entre el sector A y el B y el segundo pasillo entre el sector C y D.

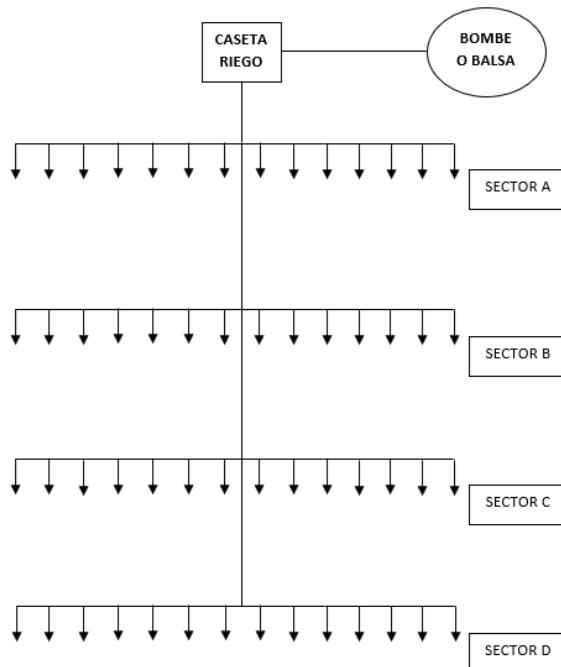


Figura 2. Esquema de instalación. (Fuente: Elaboración propia).

8.2 Dimensionamiento de las tuberías

Diámetros de las tuberías seleccionadas, el diámetro de la tubería principal va a ir disminuyendo como consecuencia de llevar menor caudal de agua, como se observa en la Tabla 7.

Diámetro exterior (mm)	Diámetro interior (mm)	Red
12	10,0	Ramales portagoteros
50	40,8	Portarramales
90	73,6	Principales
110	96,8	

Tabla 7. Diámetros comerciales elegidos para ramales, portarramales y tuberías principales. (Fuente: Elaboración propia a partir de catálogos diámetros comerciales)

8.3 Descripción del gotero elegido

Los goteros utilizados en el presente proyecto son del tipo integrado en la tubería emisora y autocompensantes de 3 l/h e irán colocados a 0,5 m en el ramal.

Los ramales quedarán separados a una distancia de 1 metro.

8.4 Diseño de los sectores de riego

Cada emisor de riego equivale a una planta.

Sector de riego	Nº plantas	Nº ramales	Nº goteros	Q (m ³ /h)
A	4000	100	4000	13,2
B	4000	100	4000	13,2
C	4000	100	4000	13,2
D	4500	100	4500	14,85

Tabla 8. Sectores de riego. (Fuente: Elaboración propia)

8.5 Cálculo de tuberías portaramales

Para determinar el diámetro de las tuberías portagoteros se han hallado las pérdidas de carga en los goteros más desfavorables. Los cálculos de tuberías portaramales en los sectores A, B y C son los mismos ya que tienen las mismas dimensiones y el mismo caudal. Sin embargo, el sector D tiene un caudal mayor debido a que los ramales son 2,5 m más largas.

Sector	Ramal inicio	N	L (m)	Q (m ³ /h)	D _c (mm)	D _i (mm)	v (m/s)	F	I	h _f (m)	H _{final} (m)	Δz (m)	H _{inicial} (m)
A	1A	50	50	6.6	50	40.8	1.40	0.374	0.050	1.06	10.74	0	11.80
B	1B	50	50	6.6	50	40.8	1.40	0.374	0.050	1.06	10.74	0	11.80
C	1C	50	50	6.6	50	40.8	1.40	0.374	0.050	1.06	10.74	0	11.80
D	1D	50	50	7.425	50	40.8	1.58	0.374	0.062	1.30	10.95	0	12.25

Tabla 9. Tuberías portaramales. (Fuente: Elaboración propia)

8.6 Cálculo de las tuberías principales

Se estima que la balsa se encuentra a la cota z_{balsa}= 0 m.

Suponiendo que se plantean dos posturas de riego, es decir, se regarán dos sectores al mismo tiempo, el caudal máximo que circulará por la tubería principal será el correspondiente al caudal del sector D (mayor superficie) más el caudal correspondiente a uno de los otros sectores. Este caudal máximo será por tanto de 28,05 m³/h.

Por este motivo, la tubería principal divide en dos tramos diferenciados por distintos diámetros.

TRAMO	L (m)	Q (m³/h)	D_c (mm)	Di (mm)	v (m/s)	I	hf (m)	hf_{acum} (m)	Δz (m)	H_{final} (m)	H₀ (m)
Balsa - A	5	28.05	110	96.8	1.06	0.010	0.060	0.060	0	11.80	11.86
A - B	27	28.05	110	96.8	1.06	0.010	0.264	0.324	0	11.80	12.12
B - C	47	28.05	110	96.8	1.06	0.010	0.240	0.564	0	11.80	12.36
C - D	69	14.85	90	73.6	0.97	0.013	0.319	0.883	0	12.25	13,13

Tabla 10. Tuberías principales. (Fuente: Elaboración propia).

El punto más desfavorable será la entrada al portarramal del sector D, donde se requiere una presión de 13,13 m

8.7 Bomba de impulsión

Las características de la instalación son las siguientes:

- Cota de la bomba: 3 m
- Diámetro tubería: 90/110 m.
- Presión requerida en el punto más desfavorable: 13,13 m

Se propone regar por la noche debido a que es más económico el coste energético.

Se selecciona una electrobomba CM-15-2 de la casa comercial GRUNDFOS, con, caudal nominal 4,722 l/s, altura nominal 29,7 m y 1,9 kW de potencia.

9. PRESUPUESTO DEL PROYECTO

RESUMEN DE PRESUPUESTO

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
2	MOVIMIENTO DE TIERRAS	8.981,63	7,62
3	CIMENTACIONES	972,89	0,83
4	ESTRUCTURA.....	6.055,20	5,14
5	SOLADOS, Y CUBIERTAS.....	4.461,00	3,78
6	INSTALACIONES.....	23.477,17	19,91
	INVERNADERO.....	73.950,00	62,72
	TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL	117.897,89	
	13,00 % Gastos generales.....	15.326,73	
	6,00 % Beneficio industrial	7.073,87	
	SUMA DE G.G. y B.I.	22.400,60	
	21,00 % I.V.A	29.462,68	
	TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA	169.761,17	
	TOTAL PRESUPUESTO GENERAL	169.761,17	

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de CIENTO SESENTA Y NUEVE MIL SETECIENTOS SESENTA Y UN EUROS con DIECISIETE CÉNTIMOS

, a 20 de junio de 2019.

El Alumno Francisco Pérez Torres

10.EVALUACIÓN FINANCIERA

En el Anejo 8 se realizó un análisis financiero para estudiar la viabilidad del proyecto, teniendo en cuenta, para ello, los flujos de caja estimados a lo largo de la vida útil del proyecto (25años) y teniendo en cuenta que no se tienen en cuenta subvenciones.

Se generan dos hipótesis para analizar la rentabilidad del proyecto, de forma que pueden realizarse comparaciones para una mejor toma de decisiones. En base al tipo de financiación se estudian dos posibilidades. Financiación por cuenta ajena y por cuenta propia.

Para llevar a cabo este análisis se tomará la tasa de interés del 5% y el coste de oportunidad del promotor del 3%.

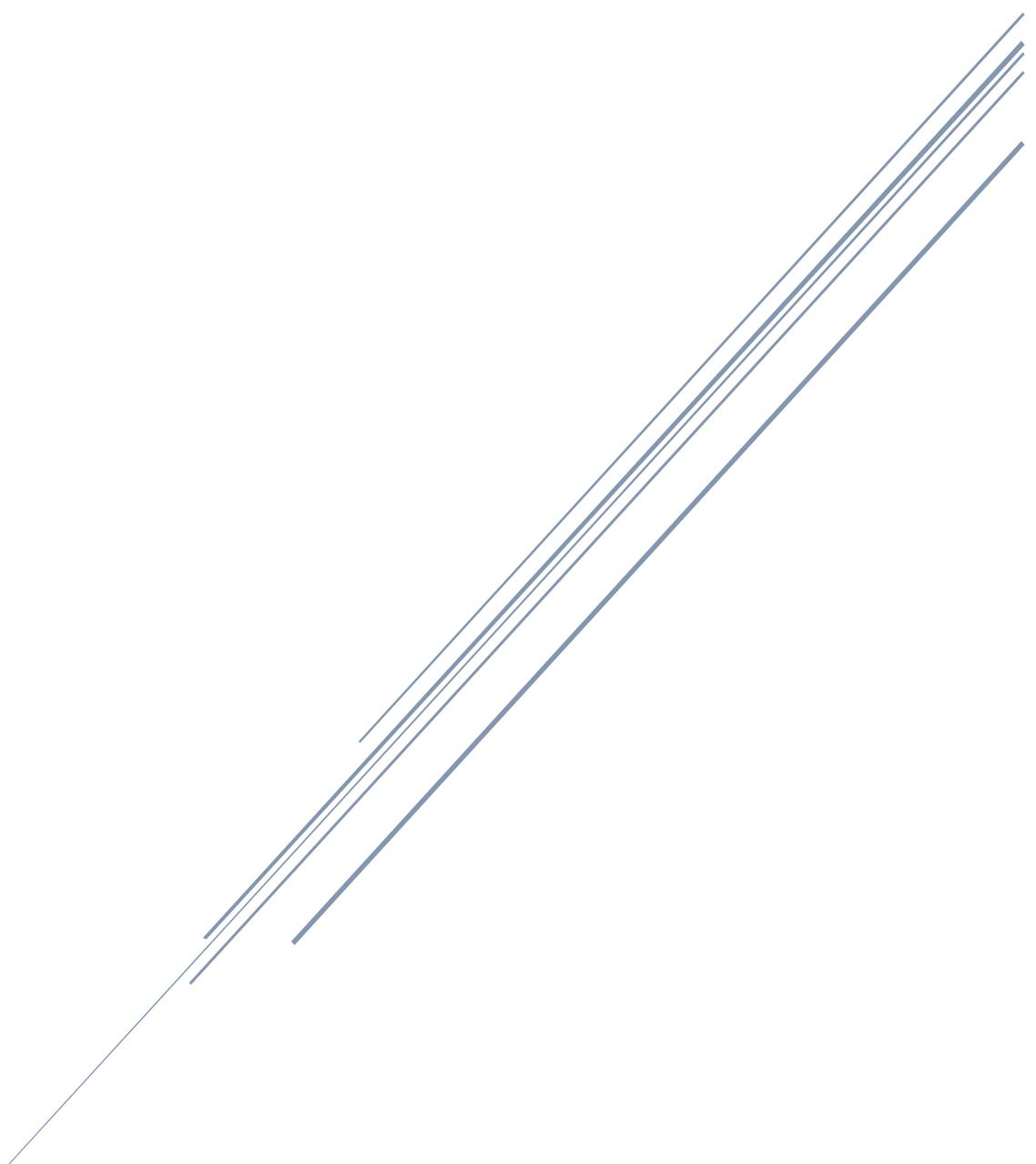
Financiación	VAN	TIR
Propia	383.092,84	20,74%
Ajena	443.751,68	28,80%

Tabla 11. Financiación por cuenta propia y ajena. (Fuente: Elaboración propia).

En ambos casos la inversión es viable. Si se tiene que priorizar, se elegirá el caso con financiación ajena, pues su VAN y TIR son mayores.

ANEJO 1

ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN DE PARTIDA



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA,
ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS

ÍNDICE

1. LOCALIZACIÓN.....	5
2. ESTUDIO CLIMATOLÓGICO	7
2.1 Estudio de las temperaturas	8
2.2 Radiación	9
2.3 Régimen de heladas	9
2.3.1 Régimen de heladas según Emberguer	10
2.3.2 Riesgo de heladas según Papadakis	10
2.4 Precipitación	11
2.5 Diagrama ombrotérmico de GausSEN	13
3. SUELO.....	13
3.1 Propiedades físicas	14
3.1.1 Textura.....	14
3.1.1 Estudio de retención de agua en condiciones de capacidad de campo:	15
3.2 Propiedades químicas	16
3.2.1 pH	16
3.2.2 Salinidad	17
3.2.3 Carbonatos totales y caliza activa.....	18
3.2.4 Materia orgánica	19
3.3 Boletín de análisis.....	20
4. ANÁLISIS DE AGUA DE RIEGO	21
4.1 pH	22
4.2 Contenido total en sales	22
4.3 Conductividad eléctrica	23
4.4 Presión osmótica.....	24
5. IONES.....	24
5.1 Potasio	24
5.2 Nitratos	24
5.3 Cloruros	25
5.4 Sodio.....	25

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Localización de la parcela. (Fuente SIGPAC).....	7
Tabla 2. Cuadro Resumen de temperaturas. (Elaboración propia a partir de datos de SiAR).....	8
Tabla 3. Datos de radiación media mensual. (Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SiAR).....	9
Tabla 4. Temperaturas medias mínimas Fuente: (Elaboración propia).....	10
Tabla 5. Temperaturas medias mínimas absolutas (Fuente: Elaboración propia)	11
Tabla 6. Cuadro resumen de las precipitaciones medias, valor de la mediana y percentiles (Fuente: Elaboración propia).....	11
Tabla 7. Precipitación y temperatura media mensual. (Fuente: Elaboración propia)....	13
Tabla 8. Textura del suelo. (Fuente: Elaboración propia)	14
Tabla 9. Grado de salinidad del suelo.....	18
Tabla 10. Clasificación de Carbonatos.	19
Tabla 11. Clasificación de Caliza Activa.	19
Tabla 12. Clasificación en función de la materia orgánica.....	19
Tabla 13. Análisis de suelo. (Fuente: Eurofins).	20
Tabla 14. Análisis de agua. (Fuente:CUAM).	21
Tabla 15. Conductividad Eléctrica del agua de riego	23

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Acceso a la parcela desde la salida 398 de la autovía A-7. (Fuente Google Maps).....	5
Figura 2. Acceso a la parcela desde el municipio de Balanegra. (Fuente Google Maps).	6
Figura 3. Acceso a la parcela desde la salida 398 de la autovía A-7. (Fuente Google Maps).....	6
Figura 4. Gráfico de temperaturas (Elaboración propia).....	8
Figura 5. Gráfica de radicación media mensual (Fuente: Elaboración propia).....	9
Figura 6. Diagrama de las precipitaciones medias mensuales (Fuente: Elaboración propia).....	12
Figura 7. Histograma de precipitaciones anuales (Fuente: Elaboración propia).....	12
Figura 8. Diagrama Ombrotémico (Fuente: Elaboración propia)	13
Figura 10. Diagrama de clases texturales	15
Figura 11. Escala de ph del suelo	16
Figura 12. Clasificación de pH.....	22

1. LOCALIZACIÓN

La parcela donde se llevará a cabo el proyecto se encuentra ubicada en Las Alberquillas, Término Municipal de Balanegra (Almería). Parcela nº 80, del polígono 87. Posee alrededor de 1,7 hectáreas, pero el terreno a utilizar para la puesta en producción será de 0,87 hectáreas.

El municipio de Balanegra está ubicado a 45 kilómetros de Almería capital. Para llegar a la parcela desde Almería, hay que seguir la autovía del Mediterráneo (E-15/A-7) durante 40,5 kilómetros y desviarse por la salida número 398 a continuación, se accederá por la vía de servicio que corresponde a la tercera salida de la rotonda que se encuentra al salir de la autovía durante 1 km, el destino quedará a mano derecha. Si se quiere acceder a la parcela desde la zona de poniente, el pueblo más cercano es Adra y está a 10,5 kilómetros. Circulando nuevamente por la autovía del Mediterráneo, hay que desviarse por la salida 398 nuevamente, pero esta vez circulando de poniente a levante, al tomar la salida se cogerá la tercera salida de la rotonda, se cruza el puente de la autovía y nuevamente se accede por la tercera salida de la rotonda, a partir de este punto, el trayecto es el mismo que el anterior.



Figura 1. Acceso a la parcela desde la salida 398 de la autovía A-7. (Fuente Google Maps).



Figura 2. Acceso a la parcela desde el municipio de Balanegra. (Fuente Google Maps).



Figura 3. Acceso a la parcela desde la salida 398 de la autovía A-7. (Fuente Google Maps).

Las coordenadas UTM y geográficas de la parcela en el datum ETRS989 del huso 30 se muestran en la tabla 1.

LOCALIZACIÓN SIGPAC	
Comunidad	Andalucía (1)
Provincia	Almería (4)
Municipio	Balanegra (16)
Agregado	0
Zona	0
Polígono	87
Parcela	80
COORDENADAS GEOGRÁFICAS	
Datum	ETRS989
Latitud	36° 45' 33.25"
Longitud	2° 55' 31.54"
Huso UTM	30
Coordinada X	506654,97
Coordinada Y	4068200,56

Tabla 1. Localización de la parcela. (Fuente SIGPAC)

2. ESTUDIO CLIMATOLÓGICO

El clima ejerce una acción combinada de varios factores que van a repercutir sobre el crecimiento, desarrollo y productividad de las especies que se vayan a cultivar en el invernadero, es decir es uno de los factores más limitantes para los cultivos. Por ello, es imprescindible realizar un estudio climatológico de la zona donde se va a ubicar el proyecto, para determinar y conocer las características ecológicas.

Los datos se han obtenido de la estación del Sistema de Información Agroclimática para el Regadío (SiAR). La estación está situada en el municipio de Adra, es la más cercana a la parcela, está aproximadamente a una distancia de 10 Km. Se tienen datos desde octubre del año 2000 por lo que se ha realizado el estudio climatológico desde el 6 de octubre del 2000 hasta el 31 de diciembre del 2018 teniendo en cuenta datos diarios y mensuales de cada año.

Se han tenido en cuenta estos datos, para decidir tanto la orientación del invernadero como para la elección de los cultivos, sin embargo, para los cálculos de las necesidades hídricas del riego se ha utilizado el programa *Prho*. Este programa tiene una base de datos tomada en un invernadero de características similares al que se va a poner en producción, por tanto, se ha considerado esta la mejor opción para el cálculo.

2.1 Estudio de las temperaturas

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	AÑO
Ta	23,37	23,51	27,23	29,06	35,72	35,19	38,60	38,00	35,84	31,20	26,41	24,40	38,60
T'a	20,63	21,08	23,13	25,48	28,51	31,64	32,67	32,95	31,35	28,42	24,31	21,41	27,01
T	17,00	17,33	18,69	20,52	22,93	26,25	28,20	29,10	26,98	24,11	19,97	17,88	22,50
tm	12,55	12,99	14,52	16,40	18,77	22,06	24,10	24,80	22,81	19,83	15,60	13,32	18,27
t	8,94	9,20	10,66	12,44	14,69	18,06	20,05	21,28	19,15	16,30	12,22	9,99	14,41
t'a	5,16	5,89	7,11	9,29	11,76	14,30	16,64	17,90	15,78	12,60	8,70	6,51	11,01
ta	-1,08	2,67	4,05	6,46	9,86	11,19	14,12	15,35	14,32	8,34	5,39	3,98	-1,08

Tabla 2. Cuadro Resumen de temperaturas. (Elaboración propia a partir de datos de SiAR).

Ta: Temperatura máxima absoluta

T'a: Temperatura media de máxima absolutas

T: Temperatura media de máximas

tm: Temperatura media

t: Temperatura media de mínimas

t'a: Temperatura media de mínimas absolutas

ta: Temperatura mínima absoluta

Los datos expuestos en la tabla se pueden visualizar en la siguiente gráfica.

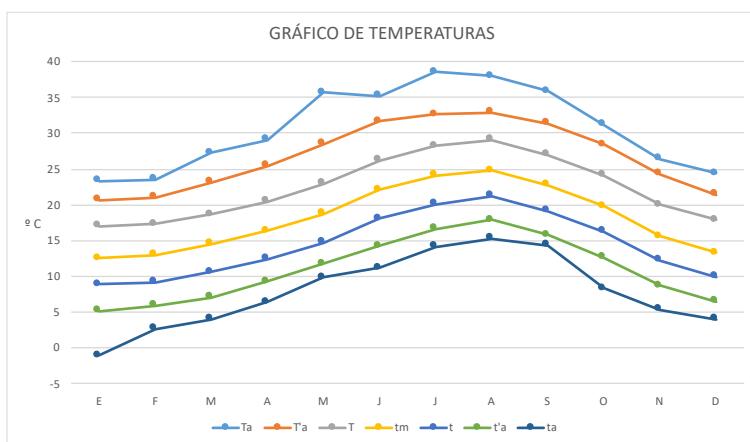


Figura 4. Gráfico de temperaturas (Elaboración propia)

Como se observa en los datos las temperaturas en la zona suelen ser buenas durante todo el año, en invierno no bajan en exceso y en verano los meses de julio y agosto son altas, pero no excesivas. El problema viene cuando la temperatura exterior es de 38 grados en los meses de julio y agosto porque dentro del invernadero puede alcanzar 50-60 grados centígrados perfectamente.

2.2 Radiación

Gracias a los datos recolectados del “SiAR” se puede observar que hay buenos niveles de radiación. En la figura 5 se demuestra que los niveles de radiación más elevados son en los meses de junio y julio. En general, los niveles de radiación durante todo el año van a ser buenos para el cultivo. Para mejorar estos niveles de radiación se tendrá que elegir la mejor orientación posible para el invernadero.

RADIACIÓN MEDIA MENSUALES (MJ/m ²) SERIE OCTUBRE 2000 - DICIEMBRE 2018												
MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
PROMEDIO	9,96	13,24	17,66	21,95	25,32	27,26	26,23	23,46	19,14	14,64	10,63	9,03

Tabla 3. Datos de radiación media mensual. (Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SiAR).

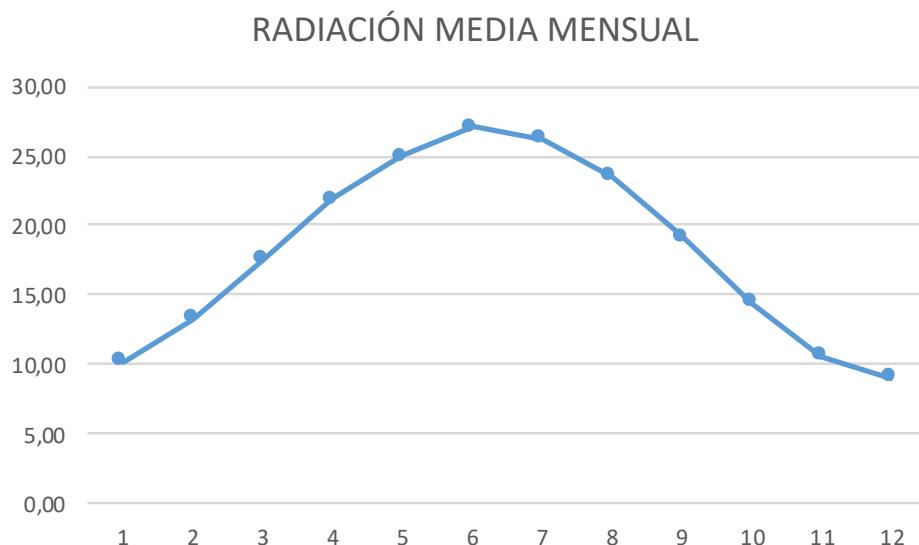


Figura 5. Gráfica de radicación media mensual (Fuente: Elaboración propia)

2.3 Régimen de heladas

Un día de heladas es aquel en el que la temperatura mínima es menor o igual a 0 grados centígrados. Las heladas se producen por distintas causas, como: por radiación que se produce por capas de aire muy frías en contacto con el suelo, por la advección debido a la entrada de olas de frío o por la evaporación brusca de rocíos y escarchas.

El análisis de heladas se realizará mediante los métodos de Emberguer y Papadakis. Son métodos indirectos puesto que no se utilizan datos de heladas, se hacen unas estimaciones a partir de datos de temperaturas. Es importante tener este factor en

cuenta por las consecuencias que pueden tener las heladas sobre el cultivo y consecuentemente con la producción.

2.3.1 Régimen de heladas según Emberguer

Según los Regímenes de Heladas según Emberguer, se divide el año en cuatro períodos con distinto riesgo de heladas:

H_s : período de heladas seguras. $t < 0^{\circ}\text{C}$

H_p : período de heladas muy probables. $0^{\circ}\text{C} < t < 3^{\circ}\text{C}$

H'_p : período de heladas probables. $3^{\circ}\text{C} < t < 7^{\circ}\text{C}$

d: período libre de heladas. $t > 7^{\circ}\text{C}$

Para su determinación se utilizan las temperaturas medias de mínimas (t), suponiendo que éstas se producen el día 15 de cada mes, las fechas de inicio y finalización del correspondiente período se estiman por interpolación lineal. El período libre de heladas de Emberguer es utilizado para la estimación de la duración del período de actividad vegetativa en fruticultura.

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	AÑO
t	8,94	9,20	10,66	12,44	14,69	18,06	20,05	21,28	19,15	16,30	12,22	9,99	14,41

Tabla 4. Temperaturas medias mínimas Fuente: (Elaboración propia)

Todos los meses tienen período libre de heladas, la temperatura mínima se registra en enero y es superior a los 7°C . Según Emberguer la zona donde se va a realizar el proyecto es perfecta para el cultivo bajo invernadero ya que no hay ningún riesgo de heladas.

2.3.2 Riesgo de heladas según Papadakis

Según este método el año se divide en tres períodos en función de la incidencia de las heladas. Se fundamenta en el valor de la temperatura absoluta mínima media:

EMLH: estación media libre de heladas. $t'a > 0^{\circ}\text{C}$

EDLH: estación disponible libre de heladas. $t'a > 2^{\circ}\text{C}$

EmLH: estación mínima libre de heladas. $t'a > 7^{\circ}\text{C}$

Para determinar su valor se utilizan las temperaturas medias de mínimas absolutas($t'a$). Se supone que estas temperaturas se producen el primer día de mes

cuando la marcha de las temperaturas es ascendente, y el último día de mes cuando disminuyen. Las fechas de comienzo y final de los diferentes intervalos se calculan por interpolación lineal. Papadakis opta por temperaturas más extremas para que describan mejor los períodos de heladas y considera, con criterio agronómico, que en la estación mínima libre de heladas es posible el cultivo de especies muy sensibles a la helada y en la disponible de otras especies, la estación disponible representaría la posibilidad de cultivos de verano normales. La estación media prácticamente no la considera.

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	AÑO
t _a	5,16	5,89	7,11	9,29	11,76	14,30	16,64	17,90	15,78	12,60	8,70	6,51	11,01

Tabla 5. Temperaturas medias mínimas absolutas (Fuente: Elaboración propia)

Analizando las temperaturas medias de mínimas absolutas comprobamos que el período de estación libre de heladas dura todo el año al igual que estación disponible libre de heladas.

La estación mínima libre de heladas esta comprendido por los meses cuya temperatura mínima absoluta media es superior a los 7°C. En este caso corresponde al período comprendido del día 3 de marzo hasta el 24 de diciembre.

2.4 Precipitación

Los datos de la siguiente tabla son las medias de las precipitaciones en mm desde el año 2000 hasta el 2018, obtenidos por el Sistema de Información Agroclimática para el Regadío en la estación situada en el municipio de Adra, en el paraje de la depuradora. Para un mejor análisis estadístico de las pluviometrías también se ha llevado a cabo el cálculo de los percentiles y la mediana.

CUADRO RESUMEN DE PRECIPITACIONES MEDIA, MEDIANA Y PERCENTILES													
(mm)	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	AÑO
P media	26,3	37,5	46,1	21,8	16,0	1,6	0,3	1,9	19,4	38,6	47,5	51,9	299,9
Q1 (P20)	6,7	10,6	15,0	5,4	0,9	0,0	0,0	0,0	1,5	10,8	10,8	6,2	224,0
Q2 (P40)	21,5	17,7	29,6	14,8	2,6	0,2	0,0	0,2	9,4	23,8	40,4	23,7	238,5
Q3 (P60)	30,4	36,8	56,5	23,0	12,8	0,5	0,2	0,4	19,1	43,1	47,8	38,1	290,6
Q4 (P80)	33,7	62,4	67,9	29,8	28,0	2,5	0,4	1,2	27,1	57,7	77,1	72,6	369,7
P mediana (P50)	22,9	27,8	33,3	20,6	6,1	0,4	0,1	0,2	12,9	30,0	46,6	25,4	266,2

Tabla 6. Cuadro resumen de las precipitaciones medias, valor de la mediana y percentiles (Fuente: Elaboración propia)

La precipitación media anual es de 299,9 mm/año.

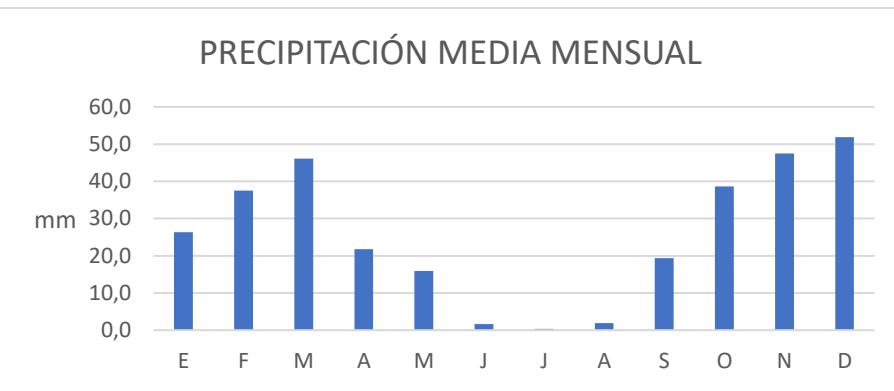


Figura 6. Diagrama de las precipitaciones medias mensuales (Fuente: Elaboración propia)

El reparto de las precipitaciones a lo largo del año presenta una distribución mediterránea, suele llover en los meses de noviembre diciembre y marzo mientras que el verano es largo y seco. Hay que tener en cuenta que la distribución mensual de las precipitaciones puede variar de unos años a otros, lo que en la tabla se representa, son los datos de las medias obtenidas a partir de los datos mensuales de los últimos 18 años.

Los mínimos de precipitación se presentan en los meses de junio, julio y agosto, siendo julio el que registra los mínimos más bajos. Durante estos meses se dan condiciones límite de temperatura, esto hace que la tasa de transpiración de la planta sea mayor en los meses de verano, con exigencias hídricas mayores de lo habitual.

En la siguiente gráfica constituye el histograma donde se puede analizar la distribución de frecuencias de las precipitaciones anuales de la serie de los últimos 18 años.

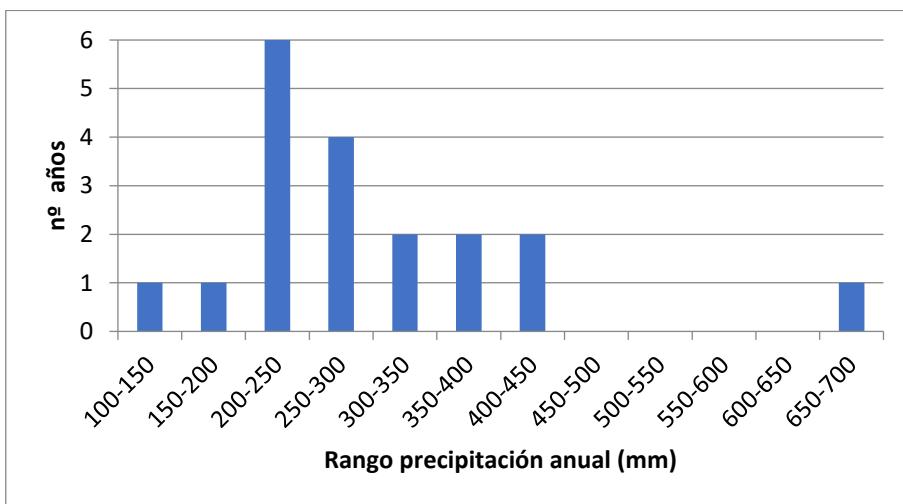


Figura 7. Histograma de precipitaciones anuales (Fuente: Elaboración propia)

Como se puede observar, salvo casos aislados, las precipitaciones anuales se mantienen en un rango de 100 a 450 mm.

2.5 Diagrama Ombrotérmico de GausSEN

A partir de las temperaturas medias y las precipitaciones se elabora el diagrama ombrotérmico, representado en el eje “y” ambas magnitudes, pero siendo el doble la escala de las precipitaciones.

	DIAGRAMA OMBROTÉRMICO (GAUSSEN)											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
P (mm)	26,3	37,5	46,1	21,8	16,0	1,6	0,3	1,9	19,4	38,6	47,5	51,9
tm (°C)	12,5	13,0	14,5	16,4	18,8	22,1	24,1	24,8	22,8	19,8	15,6	13,3

Tabla 7. Precipitación y temperatura media mensual. (Fuente: Elaboración propia)

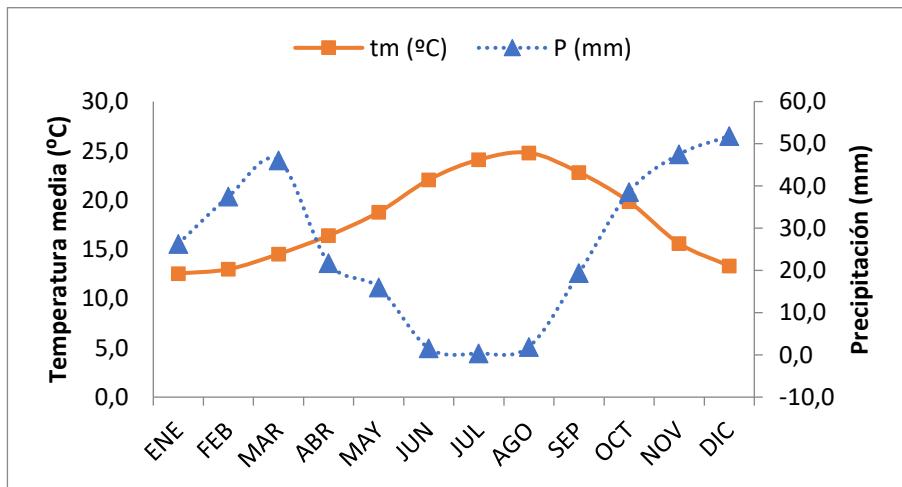


Figura 8. Diagrama Ombrotérmico (Fuente: Elaboración propia)

Según el diagrama Ombrotérmico de GausSEN en la figura 8, se identifica un periodo de sequía en abril, mayo, junio, julio y agosto donde la curva de temperaturas sobrepasa la de precipitaciones.

3. SUELO

El suelo actúa como soporte físico para las plantas, y además es fuente de elementos nutritivos para ellas. Con lo cual, es muy importante para el correcto desarrollo del cultivo, siendo imprescindible analizarlo para realizar una toma de decisiones correcta.

Para conocer las propiedades físico-químicas del suelo se realiza un análisis del mismo, para ello se toman muestras para posteriormente mandarla al laboratorio a analizar. El suelo de la parcela cuenta con una capa de arena superficial de unos 15 cm y debajo de esta capa se encuentra la capa de tierra del suelo. Para la toma de muestras, se quita la capa de arena para poder coger muestras de la zona de tierra con materia orgánica, aproximadamente se coge 1 kg de tierra en diferentes puntos de la parcela para posteriormente analizarla.

3.1 Propiedades físicas

3.1.1 Textura

La textura o granulometría del suelo viene definida por las proporciones de arena, limo y arcilla que hay en él. Dicha composición granulométrica influye en la capacidad de retención de agua y nutrientes, en la aireación, en la resistencia a la penetración de las raíces, la erosión y la facilidad para las operaciones relacionadas con el mantenimiento del suelo.

Por los datos proporcionados por el análisis realizado en el laboratorio el suelo es Franco Arenoso, observamos los datos obtenidos en la *tabla 16*.

TEXTURA DEL SUELO	
% Arena	60
% Limo	22
% Arcilla	18
Textura	FRANCO ARENOSO

Tabla 8. Textura del suelo. (Fuente: Elaboración propia)

Se trata de un suelo ligero con buen drenaje interno, con escasa capacidad de retención de agua y nutrientes.

Se deben controlar muy bien las pérdidas por lavado, fundamentalmente de nitrógeno, ya que es uno de los elementos cuya cantidad podría resultar deficitaria.

Para un buen manejo del suelo, se requiere un mayor numero de riegos de menor volumen con un caudal suficiente.

Para confirmar que los datos obtenidos en el análisis de arena, limo y arcilla corresponden a esta textura lo comprobamos en la Figura 10.

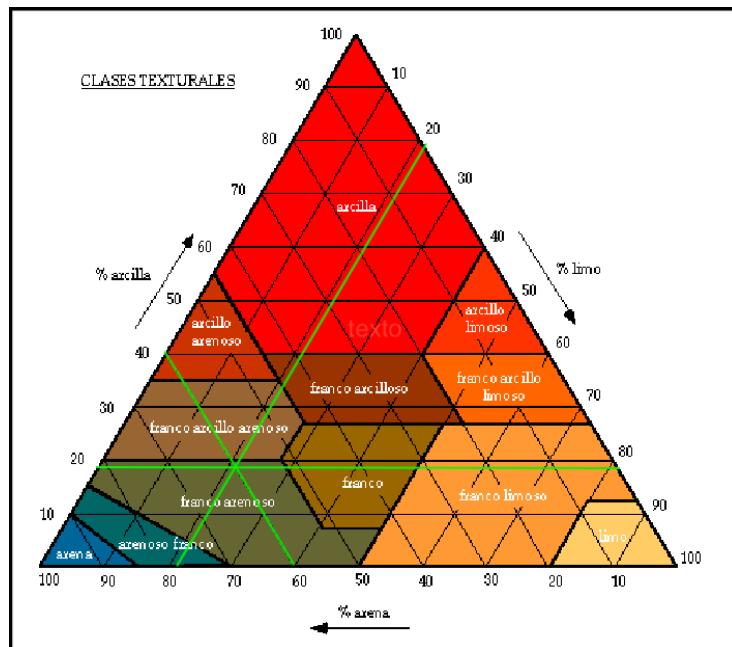


Figura 9. Diagrama de clases texturales

3.1.1 Estudio de retención de agua en condiciones de capacidad de campo:

Cálculo de la Capacidad de Campo (CC):

$$CC \left(\frac{cm^3}{cm^3} \right) = 0,2576 - 0,0020 \times \% \text{ arena} + 0,0036 \times \% \text{ arcilla} + 0,0299 \times \% \text{ M.O.}$$

$$CC \left(\frac{cm^3}{cm^3} \right) = 0,2576 - 0,0020 \times 60 + 0,0036 \times 18 + 0,0299 \times 0,85 = 0,228$$

Punto de Marchitamiento Permanente (PM):

$$PM \left(\frac{cm^3}{cm^3} \right) = 0,0260 + 0,005 \times \% \text{ arcilla} + 0,0158 \times \% \text{ M.O.}$$

$$PM \left(\frac{cm^3}{cm^3} \right) = 0,0260 + 0,005 \times 18 + 0,0158 \times 0,85 = 0,129$$

Capacidad de Retención de Agua Disponible (Agua útil)

$$CRAD = CC - PM$$

$$CRAD = 0,228 - 0,129 = 0,098$$

3.2 Propiedades químicas

3.2.1 pH

El pH es un parámetro muy importante para el desarrollo del cultivo. Influye en la solubilidad de los elementos nutritivos, la velocidad de los procesos de humificación y de mineralización, la capacidad de absorción de cationes en el CIC, y en el desarrollo de los microorganismos.

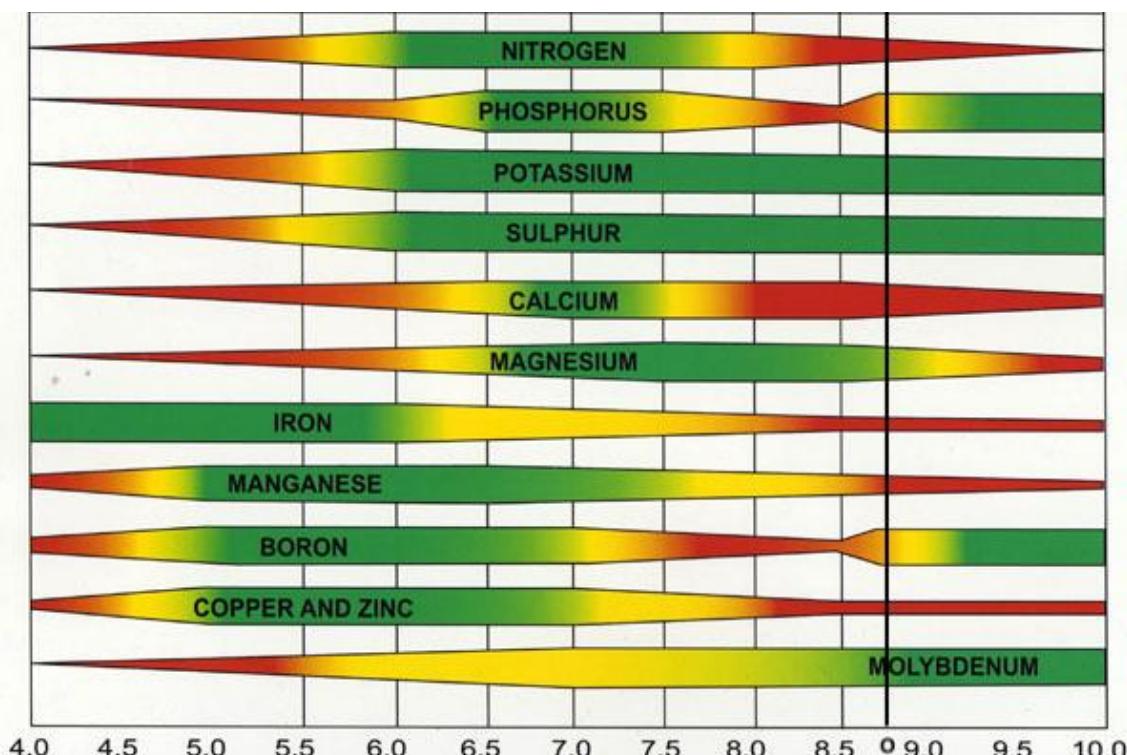


Figura 10. Escala de pH del suelo

Según la escala de pH en la que se encuentre el suelo, los elementos nutritivos pueden estar o no en condiciones de disponibilidad por la planta, e incluso afectar a su grado de toxicidad.

Para exponer de forma sencilla la incidencia del pH en la definición del suelo y su incidencia en los nutrientes, realizamos la siguiente clasificación:

- Cuando el pH es inferior a 4,5, decimos que es extremadamente ácido y las condiciones del suelo son muy desfavorables.
- De 4,5 a 5 es muy fuertemente ácido y existe una posible toxicidad por efecto del aluminio.

- De 5,1 a 5,5 es fuertemente ácido y suele ir acompañado de deficiencia de Ca, K, Mg, N, P, S, Mo... exceso de Cu, Fe, Mn, Zn, Co y la actividad bacteriana en el suelo es escasa.
- De 5,6 a 6 es medianamente ácido y es un suelo adecuado para la mayoría de los cultivos.
- De 6,1 a 6,6 es ligeramente ácido y es donde se encuentra la disponibilidad máxima de nutrientes.
- De 6,6 a 7,3 es neutro y los efectos tóxicos de los elementos son mínimos.
- De 7,4 a 7,8 se denomina medianamente básico y por lo general hay carbonato cálcico en el suelo.
- De 7,9 a 8,4 es básico y disminuye la disponibilidad de P y Bo, además de una deficiencia creciente de Cu, Fe, Mn, Zn. Co. Aparece la clorosis férrica.
- De 8,5 a 9 es ligeramente alcalino y aparecen los problemas mayores de clorosis férrica.
- De 9,1 a 10 es alcalino y existe la presencia de carbonato sódico en grandes cantidades.
- Por encima 10 es fuertemente alcalino y conlleva un elevado porcentaje de Na intercambiable. La actividad microbiana escasa y hay poca disponibilidad de micronutrientes, excepto del Mo.

Según el análisis realizado, el suelo tiene un pH de 8,7 por tanto, se trata de un suelo ligeramente alcalino donde aparecerán problemas de clorosis férrica.

Para reducir el pH se puede utilizar azufre.

3.2.2 Salinidad

La salinidad de un suelo, es el total de las sales solubles en éste. Para determinarla, se usa la conductividad eléctrica de una solución (agua+suelo), o en extracto de pasta saturada a una temperatura determinada.

Es muy importante conocer la salinidad ya que no todos los cultivos presentan la misma resistencia al medio salino.

Los principales cationes que producen salinidad son el calcio, sodio, magnesio y potasio. Por otro lado, los principales aniones son sulfatos, cloruros, carbonatos y bicarbonatos.

Los resultados del análisis dan una conductividad eléctrica de 0,823 dS/cm en el suelo.

CE (ms/cm)	Clasificación
<0,35	No salino
0,35-0,65	Ligeramente salino
0,65-1,15	Salino
>1,15	Muy salino

Tabla 9. Grado de salinidad del suelo.

3.2.3 Carbonatos totales y caliza activa

El carbonato cálcico es la principal fuente de calcio de los suelos, encontrándose en dimensiones variables.

Cuando falta el carbonato cálcico en el suelo nos encontramos normalmente con suelos ácidos, aunque también puede darse su falta en tierras básicas. Cuando se trate de tierras básicas, se tendrá que aportar sulfato cálcico (yeso), de manera que aumenten los niveles de calcio sin elevar el pH.

Los carbonatos tienen una acción positiva sobre la estructura del suelo y sobre la actividad de los microorganismos, pero un exceso de estos puede traer problemas de nutrición en las plantas por antagonismos con otros elementos.

Los suelos ricos en carbonatos y con pH próximo a 8 suelen contener mucho carbonato cálcico, mientras que los suelos con altos contenidos en carbonatos y con pH superior a 8,5 el carbonato predominante suele ser el sódico.

El contenido total de los carbonatos no nos da una idea exacta de sus efectos en el suelo, por lo que si el contenido de los carbonatos es superior al 8-10% se recomienda hacer el análisis de la caliza activa. La caliza activa se define como partículas finas de carbonatos, de tamaño inferior a las 5 µm, muy activas químicamente y que pueden interferir en el desarrollo normal de las plantas.

Los resultados del análisis dan un valor de 3,5 % de caliza activa, con lo cual como se puede observar en la Tabla 11 el nivel es bajo.

% en Carbonatos	Clasificación
<5	Muy bajo
5-10	Bajo
10-20	Normal
20-40	Alto
>40	Muy alto

Tabla 10. Clasificación de Carbonatos.

% de Caliza Activa	Clasificación
<6	Bajo
6-9	Medio
>9	Alto

Tabla 11. Clasificación de Caliza Activa.

3.2.4 Materia orgánica

La materia orgánica es el conjunto de residuos orgánicos, más o menos descompuestos por la acción de los microorganismos del suelo.

Su adecuada proporción:

- Favorece el desarrollo de una estructura, mejorando la aireación del suelo y la capacidad de retención del agua.
- Protege frente a la erosión
- Aumenta la capacidad total de cambio favoreciendo la reserva de elementos nutritivos.

La parcela en estudio tiene un porcentaje de materia orgánica de un 0,85%. Por tanto, habría que realizar enmiendas orgánicas para elevar ese valor, ya que se encuentra en valores muy bajos como muestra la clasificación de la Tabla 12.

M.O %	Clasificación
0-1	Muy bajo
1-1,5	Bajo
1,5-2	Normal
2-2,5	Alto
>2,5	Muy alto

Tabla 12. Clasificación en función de la materia orgánica.

3.3 Boletín de análisis



eurofins

SICA AgriQ



Los ensayos marcados * no están
amparados por la acreditación de ENAC

Informe N° PAI840

INFORME DE ENSAYO. ANÁLISIS DE SUELO NORMAL

Ref. Externa FRANCISCO PEREZ TORRES

Toma de muestra por El Cliente

Tipo de Muestra SUELO

Cliente

AGRUPA ADRA, S.A.

PARAJE LA CURVA S/N
APDO, CORREOS 88
ADRA
04770 ALMERIA ESPAÑA

Información aportada por el cliente:

PESO (KG) >1	FINCA 2593-7 ALBERQUILLAS	MUNICIPIO BALANEGRA
POLIGONO 87	PARCELA 80-1	
Fecha Recepción 20/02/2019	Fecha Inicio Análisis 21/02/2019	
Fecha del Informe 26/02/2019	Fecha Fin Análisis 26/02/2019	

Resultados

Determinación	Resultados	Valor genérico	Técnica
CATIONES DE CAMBIO EN SUELOS			
*Sodio (Na)	42 mg/L	meq/100g 0,2	ICP-OES
*Potasio (K)	158	0,4	ICP-OES
*Calcio (Ca)	1078	5,4	2,0 - 14,0 meq/100g ICP-OES
*Magnesio (Mg)	282	2,3	2,0 - 9,0 meq/100g ICP-OES
*Suma de Cationes	8,2	meq/100g 15,0-20,0meq/100g	
EX.SAT: PARÁMETROS ANALIZADOS I			
*pH	8,7 udes. pH	5,5-8,5	Potenciometría
*Conductividad Ex.Sat (25°C)	3156 mcS/cm.	1000 - 6000 mcS/cm	Conductimetría
*P. Saturación	27 %		G
*SAR	3,0	1,0-5,0	C
EX.SAT: ANIONES Y CATIONES			
*Nitratos	228 mg/l	3,7 meq/l	C.I
*Sulfatos	510	5,3 10,6	C.I
*Cloruros	637	17,9 17,9	C.I
Sodio disuelto (Na)	256	11,1 11,1	ICP-OES
Potasio disuelto (K)	9,1	0,2 0,2	ICP-OES
Calcio disuelto (Ca)	344	8,6 17,2	ICP-OES
Magnesio disuelto (Mg)	124	5,1 10,2	ICP-OES
*Amonio (NH4+)	2,5 mg/l		Spf
OTROS PARÁMETROS ANALISIS SUELO I			
*Materia Orgánica	0,85 %	1,5-3,5	V
*Carbonatos Totales	5,1 %	10 - 25 %	CC
*Nitrógeno Nítrico	51 mg/l		C
*Fósforo OLSEN	1,6 meq/l	2,0 - 5,0 meq/l	Spf
*Conductividad (25°C)(i)	823 dS/cm,	100 - 600 dS/cm	Conductimetría
OTROS PARÁMETROS ANALISIS SUELO II			
*Caliza Activa	3,5 %	3,0 - 9,0 %	V
*Nitrógeno Total	0,040 %	0,1-0,2	V
*Relación C/N	14	8,5-11,5	C
TEXTURA SUELO			
*Arena	60 %		Boyouscus
*Limo	22 %		Boyouscus
*Arcilla	18 %		Boyouscus
*Textura	FRANCO ARENOSO		Boyouscus

Tabla 13. Análisis de suelo. (Fuente: Eurofins).

4. ANÁLISIS DE AGUA DE RIEGO

El agua con la que se va a regar el invernadero es la resultante de la mezcla de aguas del *Pozo de Las Alberquillas* con el agua de la *Desaladora de Balanegra*.

Los parámetros más importantes que se miden para determinar la calidad del agua para el uso agrícola son: toxicidad por iones, sales disueltas, contenido en sodio y posibilidad de fertirrigación.

El resultado del análisis del agua de riego ha sido facilitado por *CUAM Centro Universitario Analítico Municipal*. El agua analizada fue recogida el 4 de julio de 2018. El resultado del análisis se presenta a continuación, fecha del 9 de julio de 2018.



Los ensayos/actividades marcados con (A) no están amparados por la acreditación de ENAC.

INFORME DE ANÁLISIS

N/REF: 2018/9837

FECHA DE RECEPCION: 04/07/2018

S/REF:

MATRIZ: AGUA CONTINENTAL NO TRATADA

CLIENTE: LAS ALBERQUILLAS, C.B.

DOMICILIO: C/ Natalia Rivas, 15- 1º 04770 - ADRA - Almería

TIPO DE ANÁLISIS: 1. AGUAS DE RIEGO. AGRICOLAS.

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: 1,5 L de muestra en plástico, sin refrigerar

FECHA INICIO ENSAYO: 04/07/2018

FECHA FIN ENSAYO: 09/07/2018

Resultados:

Parámetro analizado	Resultado	Uds	Result. meq/l	Result. mmol/l	Método de ensayo	Valores de referencia (A)
pH	7.75	Unidad pH			PE-CUAM-03-07	6.50 - 8.00
Conductividad a 25 °C	1.19	mS/cm			PE-CUAM-03-02	< 3.5 mS/cm
Contenido Total Sales(A)	714	mg/l				<1.000 mg/l
Cloruros (2)	215.5	mg/l	6.08	6.08	PE-CUAM-02-01	0 - 30 mg/l
Nitratos (2)	11.7	mg/l	0.19	0.19	PE-CUAM-02-01	0 - 0.16 meq/l
Sulfatos (2)	85.0	mg/l	1.77	0.88	PE-CUAM-02-01	0 - 20 meq/l
Bicarbonatos	204	mg/l	3.34	3.34	PE-CUAM-03-26	0 - 10 meq/l
Carbonatos	<10	mg/l	0.00	0.00	PE-CUAM-03-26	
Calcio (1)	70.5	mg/l	3.52	1.76	PE-CUAM-01-01	0 - 20 meq/l
Magnesio (1)	46.8	mg/l	3.85	1.93	PE-CUAM-01-01	0 - 5 meq/l
Sodio (1)	75.7	mg/l	3.29	3.29	PE-CUAM-01-01	0 - 40 meq/l
Potasio (1)	5.0	mg/l	0.13	0.13	PE-CUAM-01-01	0 - 0.05 meq/l
Boro (A)	0.33	mg/l			PE-CUAM-03-28	< 2 mg/l
Relación de Calcio	0.33					
Relación de Sodio	0.31					

CLASIFICACION	RESULTADO	INTERPRETACION(A)
S.A.R.	1.72	Agua no alcalina
Dureza (HTF)	36.91	Aqua dura

NOTAS:

Las incertidumbres asociadas a los procedimientos de ensayo están calculadas y se encuentran a disposición del cliente.

(1) Los contenidos corresponden a la fracción filtrada de la muestra (0.45 µm).

(2) Los contenidos corresponden a la fracción filtrada de la muestra (0.22 µm).

Signatario autorizado: Nuria Sánchez Morito
Directora Técnica de Ensayos

Este informe no podrá ser reproducido parcialmente, sin la autorización escrita del Laboratorio. Este informe solo afecta a la muestra sometida a ensayo.

Tabla 14. Análisis de agua. (Fuente: CUAM).

4.1 pH

El pH puede indicar problemas de contaminación del agua y por consiguiente dañar el sistema radicular del cultivo; también es conveniente prestar atención al mantenimiento de las tuberías de riego porque pueden darse problemas de obturación o precipitación debido a las sales del agua.

En el análisis de agua proporciona, el valor del pH es de 7,75. Se puede clasificar como agua muy débilmente básica cercana a neutra, puede llegar a tener algunos problemas de solubilidad de algunos elementos, pero no es muy probable ya que no tiene un pH excesivamente alto.

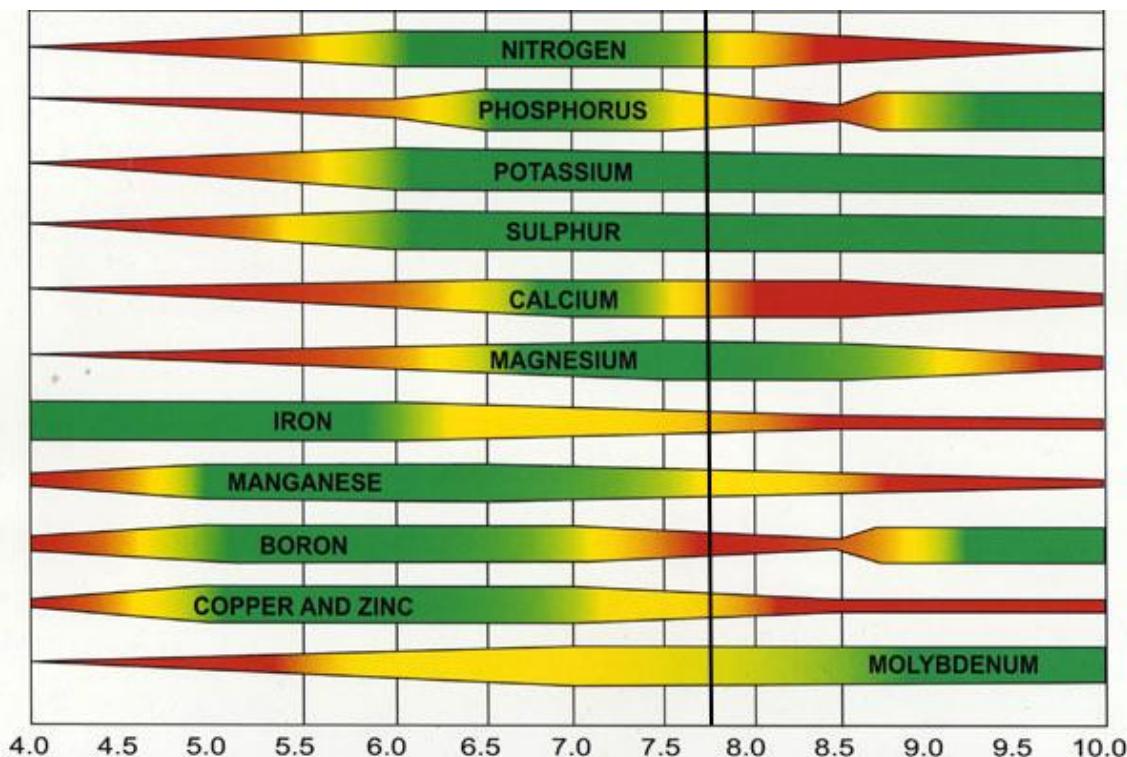


Figura 11. Clasificación de pH.

4.2 Contenido total en sales

Es importante conocer tanto el contenido como la composición de las sales disueltas que aportamos al suelo con el agua de riego.

Esta cantidad es proporcional a la cantidad de corriente que circulará por ella, por lo que se podrá calcular empleando la siguiente fórmula:

$$S.T = CE \times K$$

S.T = es la concentración en sales totales.

K = Constante de proporcionalidad 0,64

CE = Conductividad eléctrica a 25°C.

$$S.T = (1,19$$

4.3 Conductividad eléctrica

La conductividad eléctrica (C.E) indica la facilidad con la que una corriente eléctrica pasa a través del agua, de forma que aumenta linealmente a medida que se eleva su concentración salina.

Para saber si el agua presenta riesgo de problemas de salinidad, se puede valorar conductividad eléctrica del agua para clasificar el agua en función del riesgo que presenta.

El agua objeto de estudio presenta una conductividad eléctrica de 1,19 mS/cm a 20°C.

CE (dS/m)	Riesgo
<0,8	Bajo
0,8-1,6	Medio
1,6-3	Alto
>3	Muy alto

Tabla 15. Conductividad Eléctrica del agua de riego

Según la Tabla 15 el agua con la que se va a regar la parcela tiene una conductividad media. Para prevenir los riesgos de salinización, se debe realizar un lavado de sales, efectuando un riego largo hasta que las sales drenen a un horizonte más profundo donde las raíces no pueden llegar.

4.4 Presión osmótica

La presión osmótica de una muestra depende de su contenido en sales, aumenta a medida que lo hace la concentración salina. Una elevada presión osmótica puede provocar sequía en el cultivo. El agua de riego será más efectiva cuando menor sea su presión osmótica, ya que la salinidad será menor.

Conociendo la conductividad eléctrica se puede calcular la presión osmótica mediante la siguiente fórmula:

$$P.O = 0,36 \times C.E$$

P.O = Presión osmótica

C.E = Conductividad eléctrica a 25°C

Con los valores del análisis sustituimos en la fórmula y el resultado es el siguiente:

$$P.O = 0,36 \times 1,19 \text{ dS/m} = 0,428 \text{ atm}$$

5. IONES

5.1 Potasio

El contenido en K⁺ de las aguas de riego suele ser relativamente bajo, aunque ejerce un efecto positivo sobre la fertilidad del suelo.

En el caso del agua en estudio el contenido en potasio es de 5,0 mg/L.

5.2 Nitratos

El nitrógeno es un elemento esencial para el cultivo, son muchos los procesos y los compuestos orgánicos en los que interviene, generalmente relacionados con el desarrollo. Un aporte excesivo puede originar desarreglos nutricionales traduciéndose en disminución de la productividad.

En el análisis solo se facilita la información de la cantidad de nitratos, así que puede ser que la cantidad de nitrógeno sea superior a la de nitratos dependiendo del origen del agua.

El contenido de nitratos del agua según el análisis realizado es de 11,7 mg/L

5.3 Cloruros

El contenido del análisis determina que el agua tiene un valor de 215,5 mg/L

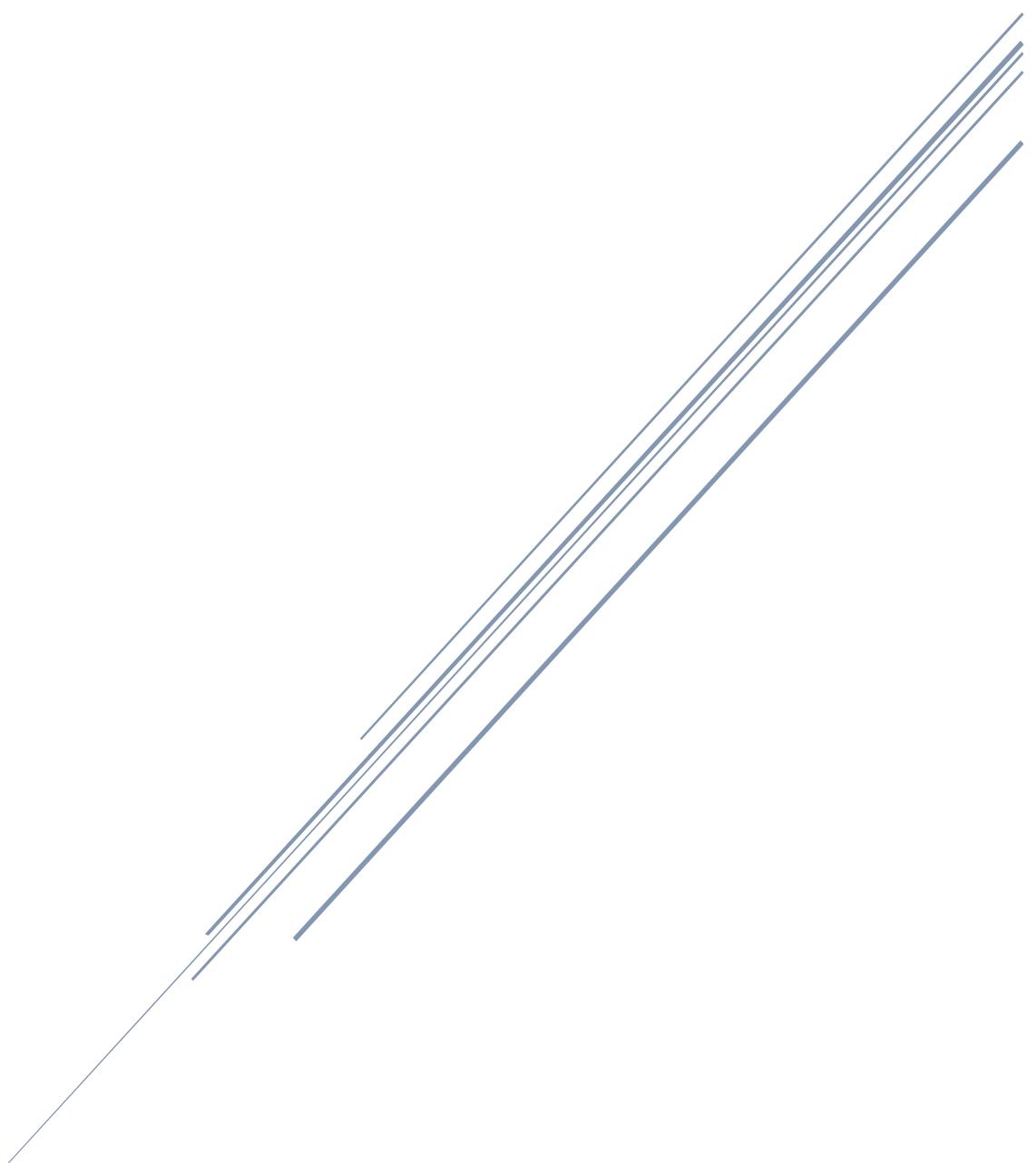
5.4 Sodio

El ion sodio es responsable de una toxicidad nefasta para el suelo. Un suelo con mucho sodio se disgrega dispersando los microagregados y provocando un efecto degradante de la estructura. Puede provocar quemaduras en los bordes de las hojas.

La concentración de sodio en el agua de estudio 75,7 mg/L.

ANEJO 2

ALTERNATIVAS ESTRATÉGICAS



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA,
ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS

ÍNDICE

1. GENERACIÓN DE ALTERNATIVAS.....	3
1.1 Dimensión y Orientación	3
1.2 Tecnología.....	3
1.2.1 Construcción	3
1.2.2 Tipos de invernaderos	4
1.2.3 Perfiles Externos o forma del invernadero:.....	4
1.2.4 Material de estructura.....	6
1.2.5 Material de cubierta	8
1.2.6 Climatización	9
1.2.7 Control de la temperatura.....	9
1.2.8 Sistemas de calefacción	9
1.2.9 Sistemas de ventilación o refrigeración	12
1.2.10 Refrigeración con evaporación de agua.....	13
1.2.11 Control de la luz.....	14
1.2.12 Control de la humedad.....	14
1.3 Plan Productivo	15
1.3.1 Sistema de implantación	15
1.3.2 Sistema de explotación	15
1.3.3 Factores que condicionan la elección de las especies a cultivar	15
1.3.4 Descripción de las especies más cultivadas en la zona:.....	16
1.3.5 Elección de especies a cultivar.....	21
1.4 Sistema de producción	22
1.4.1 Soporte de los cultivos	22
1.5 Riego	23
1.6 Fertilización.....	24
1.7 Sistemas de recolección	25

1. GENERACIÓN DE ALTERNATIVAS

1.1 Dimensión y Orientación

La dimensión varía en función de varios factores que se contemplan:

- Superficie de la que disponemos en la parcela
- Referente a las características constructivas existen diferentes alternativas, invernaderos estándar de casas comerciales, diseños nuevos, o montar uno o varios módulos, etc.
- Disponibilidad de mano de obra para el trabajo que se va a llevar a cabo.
- Hay que tener en cuenta el aspecto económico referente al coste el invernadero.
- La orientación depende del viento y/o de la radiación solar.

Para decidir la orientación adecuada para el invernadero es muy importante saber la dirección que suele tener el viento en el lugar donde se va a instalar, así como las zonas donde va a impactar con más fuerza. La pared en barlovento (parte de donde viene el viento) duplica la presión que soporta la zona en sotavento. En el techo de la cara orientada al sotavento sufre presiones que tienden a elevar el invernadero. El eje principal del invernadero debe estar orientado en el mismo sentido de los vientos dominantes para poder resistir las altas presiones.

En este caso, la dirección dominante del viento es de este-oeste y de sur-oeste.

Si tenemos en cuenta únicamente la radiación para decidir la orientación del invernadero y queremos obtener buena radiación en la época de otoño-invierno la disposición del eje longitudinal del invernadero sería de este-oeste.

Para latitudes mayores de 30°, la orientación norte-sur es menos transmisiva en invierno que la este-oeste, aunque su uniformidad sea mayor.

Un invernadero orientado norte-sur va a tener mayor uniformidad de radiación solar que orientado de este-oeste, sin embargo, su transmisividad en otoño-invierno es inferior, llegándose a alcanzar diferencias de 10% de radiación.

1.2 Tecnología

1.2.1 Construcción

Un invernadero es un recinto delimitado por una estructura de metal o madera, recubierta por vidrio o por cualquier material plástico de naturaleza transparente. Se suele emplear para cultivar hortalizas o especies ornamentales en épocas en que las

condiciones climáticas de la geografía del recinto no son las idóneas para el cultivo al aire libre.

Los objetivos que se pretenden lograr son los siguientes:

- Obtener producciones fuera de época, es decir, en circunstancias climáticas donde la producción de la plantación al aire libre no sería factible, por la climatología desfavorable de la zona.
- Incrementar los niveles productivos, el objetivo de conseguir una mayor producción es uno de las ventajas de cultivar dentro del invernadero ya que, podemos adaptar las condiciones climáticas a como mejor convenga a nuestro cultivo dentro de unas posibilidades.
- Mejorar la calidad comercial de las cosechas producidas

1.2.2 Tipos de invernaderos

Los invernaderos se pueden clasificar de diferentes formas, dependiendo de la temperatura los clasificamos de tres maneras: invernaderos fríos, templados y calientes.

- **Invernaderos Fríos:** Son los de mantenimiento más económico, ya que la única fuente de calor que reciben es la de los rayos del sol. Sus temperaturas nocturnas suelen oscilar entre los 2 y los 10°C, pero dependen de la zona donde este situado el invernadero, ya que la temperatura en el exterior suele ser de 5°C menos que la del interior del invernadero.
- **Invernaderos Templados y Calientes:** Tienen mayores costes que los fríos puesto que se necesita una aportación de energía calorífica adicional a la aportada por los rayos del sol, estos tipos de invernaderos son empleados en zonas frías donde la temperatura nocturna baja demasiado y hay peligro de heladas, se debe realizar un estudio de sostenibilidad para saber si de verdad es rentable el empleo de esa energía adicional.

1.2.3 Perfiles Externos o forma del invernadero:

La forma de la cubierta y el ángulo de techumbre que forma la cubierta con la pared lateral son muy importantes para dos conceptos: el viento y la luminosidad en el interior del invernadero que influye en la captación de la luz y en la homogeneidad de la distribución interna. Nos encontramos con los siguientes modelos:

- **Tipo Túnel o Gran Túnel o Semicilíndrico:** Se caracteriza por la forma curva que presenta en la cubierta y por su estructura totalmente metálica. Es recomendable para cultivos de porte no muy alto, de bajo a medio, ya que sus dimensiones son pequeñas sobre todo pegando a los laterales. La altura máxima de este tipo de invernaderos oscila entre 3,5 y 5 metros y la altura de las bandas laterales es de 2,5-4 metros. El principal inconveniente de este tipo de invernaderos es que el ancho suele ser de 4-9 metros, por tanto, los invernaderos no pueden ser muy grandes. La ventilación se lleva a cabo mediante ventanas cenitales que se abren hacia el exterior.
- **Tipo Parral (raspa y amagado):** es típico de la provincia de Almería, es típico de zonas poco lluviosas. Se denomina “parral” por ser una versión modificada de las estructuras o tendidos de alambre empleados en los parrales para uva de mesa.
- Consta de dos partes bien diferenciadas: una horizontal y otra vertical. La parte vertical está constituida por soportes rígidos que realizan la función de sujeción del invernadero, son soportes que se apoyan en bloques troncopiramidales prefabricados de hormigón colocados sobre pequeños pozos de cimentación. La horizontal constituida por dos mallas de alambres galvanizado superpuestas, su colocación se realiza de forma manual de forma simultánea a la construcción del invernadero, su función principal es la sujeción de la lámina de plástico que cubrirá el invernadero. La altura puede llegar de 3-4,5 metros la zona denominada raspa que es la más elevada (zona de cumbre) y la parte más baja se denomina amagado, la altura del amagado dependerá de la altura que se le dé a la raspa y el ángulo de caída que se le quiera dar a las calles. La altura del amagado oscila entre 2 y 3,5 metros. La canalización del agua se realiza a través de canaletas que se sitúan debajo del amagado sujetadas con horquillas de hierro, cuya función es canalizar el agua que cae gracias a la inclinación que existe entre la calle formada por la cubierta de plástico desde la raspa al amagado. La altura de las bandas será de 2 a 2,5 metros.
- **Tipo Multitúnel o Capilla”:** Tienen la techumbre formando uno o dos planos inclinados, según sea a una o a dos aguas. Es una de las estructuras más antiguas.

La pendiente del techo es variable dependiendo de la radiación y pluviometría (varía entre 15 y 35º). Las dimensiones son variables, las alturas de los laterales varían

entre 2-2,5 metros y de la cumbre de 3-3,5 metros, pueden ser más bajos, pero no son recomendables. El ancho varía entre los 6 y 12 metros, por largo variable.

Existe también el tipo “Doble Capilla”; formado por dos naves yuxtapuestas. Se consigue una aireación mejor gracias a la ventilación cenital en la cumbre, se sitúan entre los dos escalones de unión de ambas naves. Suele ser la construcción más costosa.

- **Tipo Venlo o tipo Holandés o de Cristal:** Son invernaderos de vidrio, los paneles descansan sobre los canales de recogida de agua pluvial y sobre un conjunto de barras transversales. La estructura del invernadero es metálica prefabricada. La anchura de cada módulo es de 3,2 metros y la separación entre potes en el sentido longitudinal es de 3 metros.

Estos invernaderos carecen de ventanas laterales, toda su ventilación depende de las ventanas cenitales alternadas en su apertura, las dimensiones pueden variar, pero suelen ser de 2,5 metros de largo por 0,8 metros de ancho.

1.2.4 Material de estructura

Las características de rigidez de los materiales de cerramiento determinan en mayor medida la forma de la cubierta y los materiales que la componen. La rigidez del vidrio limita su uso en cubiertas curvas, por lo que en general se usa en cubiertas rectas y en zonas donde hace mucho frío y se emplea calefacción.

En un invernadero convencional la estructura debe cumplir la misión principal de soporte de material de cerramiento y de las cargas previsibles que debe soportar como son: el viento, la nieve, cultivos entutorados e instalaciones adosadas de ramales de riego, etc. Se debe evitar el sombreo en mayor medida e intentar abaratizar costes de mantenimiento y construcción siendo acordes con las prestaciones agronómicas que se necesitan.

En general, los materiales de cerramiento más baratos (láminas flexibles) tienen corta vida, por lo que hay que renovarlos con mayor frecuencia que los materiales de larga vida (placas semirrígidas, vidrio...), que son más caros y pesados exigiendo, por tanto, estructuras más costosas. Como cifras orientativas, para las condiciones del litoral mediterráneo español, un invernadero de vidrio necesitará una estructura metálica, que pesa unos $15 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$, mientras que una estructura para placa semirrígida pesará unos $12 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ y una para lámina de

polietileno será del orden de $7 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$. Desde el punto de vista del horticultor, el aspecto principal a considerar a la hora de optar entre los diversos tipos de invernadero es el coste anual por unidad de superficie de invernadero (amortización más coste de mantenimiento) en función de las prestaciones del invernadero. El coste y disponibilidad de la mano de obra influyen notablemente en la reposición periódica de la lámina plástica.

La estructura del invernadero engloba, además de la cimentación, los elementos de sujeción del material de cubierta y las estructura que soporta las cargas.

Los materiales usados para la estructura son los siguientes:

- **Madera:** Se utilizan maderas resistentes, como suelen ser eucalipto, chopo, pino o castaño. Se empleo, hoy día, se limita a las estructuras rectas, por la dificultad y su alto coste si se emplea en tramos curvos. Se recomienda tratarlos para su mejor conservación con productos protectores y después barnizarlos. Cuanto más se cuide la madera más durará.

Antiguamente se usaba mucho en invernaderos de Almería por su reducido coste respecto a los tubos de acero.

- **Metálicas:** Existen varios tipos:

El acero inoxidable o galvanizado es muy utilizado, sobre todo como tubos tubulares.

El hierro puede ser natural o galvanizado. El natural debe ser tratado con material anticorrosivo o con minio sobre todo en los puntos de soldadura para evitar su óxido. Se puede emplear en todo tipo e invernaderos tanto los de estructuras rectas como en forma curva.

Los materiales de hierro más usados son: tubos de forma cilíndrica, cuadrangular o rectangular, pleinas y redondo macizo, se emplea para cerchas o para distintas estructuras.

Los tubos se emplean para tensar y para sujetar los alambres galvanizados que sujetan la estructura.

- **Hormigón armado:** En un principio, se usaban para los invernaderos de cristal para conseguir soportar las cargas producidas por la nieve o el viento. Su aumento de coste ha provocado que su éxito comercial cada vez es más escaso.

En los invernaderos actuales se combina el hormigón armado con los tubos y los alambres para la sujeción de la estructura, el hormigón se emplea para los cimientos de los tubos que aguantan la fuerte tensión de los tejidos.

1.2.5 Material de cubierta

El material que se emplea en la cubierta condiciona todo el desarrollo del cultivo, el microclima que se genera en el interior del invernadero y la cantidad de radiación solar que proyecte. Es el que realiza verdaderamente la función de protección frente a lluvias, viento u otros factores atmosféricos adversos.

El material elegido debe cumplir una serie de características:

- Transparencia total a la luz solar (onda corta). Debe transmitir la mayor cantidad posible de luz solar, de forma que refleje la menor cantidad posible y que altere mínimamente el espectro de emisión del sol hacia el interior del invernadero.
- Buen “efecto invernadero” o lo que es lo mismo buena retención de calor.
- La luminosidad debe ser transmitida de forma difusa, porque permite una iluminación más uniforme en todos los órganos de las plantas, sin producir sombras.
- Estanqueidad, el material debe ser lo más hermético posible para que el invernadero no tenga fugas.
- Debe ser ligero.
- La facilidad de anclaje y de sujeción del plástico es muy importante para acoplarlo eficazmente a la estructura.
- Conseguir una vida útil lo más larga posible para que proporcione buenas cualidades durante todo su recorrido en el invernadero.

El coste del material es muy importante, pero no menos importante son los factores que engloban el grado de protección térmico, la vida útil y el tipo de cultivo que se va a emplear para una correcta elección.

Los materiales utilizados pueden ser vidrio y plástico.

➔ **VIDRIO:** Está considerado un excelente material de recubrimiento, pero tiene unos costes muy elevados que no suelen ser empleados en zonas cálidas. En estas zonas se emplean materiales plásticos que tienen propiedades óptimas, físicas y químicas comparables con las del vidrio y bastante más económicos.

➔ **MATERIALES PLÁSTICOS:**

Polietileno (PE): probablemente este sea el material de cubierta más utilizado. Se obtiene polimerizando etileno mediante varios procesos y sistemas catalíticos.

1.2.6 Climatización

Con el objetivo de mejorar el desarrollo del cultivo en sus fases de crecimiento destacan cuatro factores climáticos fundamentales: temperatura, humedad relativa, luz y dióxido de carbono.

Para que las plantas puedan realizar sus funciones correctamente, es necesario conseguir una buena relación entre estos cuatro factores dentro de unos límites de máximo y mínimo, fuera de ese intervalo el metabolismo de las plantas cesa, y puede llegar a producirse la muerte de las plantas.

Para modificar estos factores se realizan una serie de intervenciones de control climático en el invernadero, bien de forma activa, pasiva o ambas.

1.2.7 Control de la temperatura

La temperatura dentro del invernadero tiene una importancia fundamental en el desarrollo del cultivo, tanto para prevenir los daños producidos por descensos o incrementos de temperatura imprevistos y excepcionales. Su objetivo principal es proporcionar a las plantas condiciones idóneas para su desarrollo en todo momento.

1.2.8 Sistemas de calefacción

MÉTODOS DIRECTOS

Convección:

- **Aerotermos:** es un sistema mixto de calefacción por doble vía, agua caliente por tubos y la calefacción por aire caliente a través de ventiladores. Los tubos metálicos son recorridos por agua caliente, que intercambia calor por convección con el aire. La superficie de contacto se aumenta con aletas y gracias a la intervención de un ventilador mejora los intercambios. El contra de este sistema de calefacción es que su coste eléctrico es elevado.
- **Generadores de aire caliente:** Se colocan en el interior o en el exterior del invernadero, si se coloca en el exterior puede servir para más de un invernadero si no son de grandes dimensiones. Se lleva a cabo una construcción especial (central térmica), desde la cual salen diversas ramificaciones.

- Generadores de aire caliente de combustión indirecta. Llevan un intercambiador de calor que separa los gases originados en la combustión del aire caliente y los expulsa al exterior.
- Generadores de aire caliente de combustión directa. Los gases que se forman en la combustión junto con el aire caliente son incorporados al interior del invernadero. Por tanto, se recomienda usar propano o gas natural, ya que, tienen menos residuos tóxicos, que pueden afectar a la salud de las personas o al desarrollo de las plantas.

Conducción: Destacan:

Tuberías radiantes de agua caliente: Proporcionan la temperatura adecuada a nivel radicular de los cultivos. Desde una caldera o unos paneles solares se aporta calor al suelo a través de tuberías que se colocan enterradas en el suelo a unos 50 centímetros para evitar romperlas al realizar las labores en el suelo. El agua circula por estas tuberías a una temperatura inferior a 40°C debido a que si son mayores podría afectar negativamente a las raíces. Como la temperatura es inferior a 40°C se pueden instalar tuberías de polietileno en vez de metálicas para que sea más económico.

Otra opción, es la instalación de las tuberías en la superficie, junto a la línea de cultivo.

Convección y Radiación:

Tuberías aéreas de agua caliente: En este caso se colocan tuberías aéreas dispuestas sobre el cultivo, por donde circula el agua, este tipo de tuberías permite alcanzar temperaturas más elevadas pudiendo llegar a los 90°C o a bajas temperaturas (30-50°C), en función de si el material es plástico o metal. Todo el proceso de circulación del agua se lleva a cabo por un circuito cerrado entre los tubos y la fuente de energía. Su eficiencia térmica no es buena, pues pierden el 50% por radiación hacia la cubierta. Deben asociarse a pantallas térmicas que eviten estas pérdidas.

Por el estudio de climas realizado anteriormente se ha decidido no invertir parte del presupuesto en instalar calefacción mediante métodos directos, por lo que todo va a ser buscando más sostenibilidad de forma indirecta.

MÉTODOS INDIRECTOS

Son técnicas que permiten minimizar las pérdidas de calor o que aportan calor al interior de un invernadero. Contrarrestan las bajas temperaturas sin aportar energía calorífica, evitando que se irradién hacia el exterior. Entre otras pueden citarse:

- Relación con la construcción del invernadero:
 - Intentar mejorar al máximo la hermeticidad del invernadero, esto se consigue con la limitación de las superficies de intercambio de calor del invernadero con el exterior.
 - Buscar la orientación más adecuada del invernadero, para conseguir una mayor radiación solar y con esto reducir las pérdidas.
 - Reducir las pérdidas radiactivas mediante la colocación de pantallas térmicas desplegables por la noche.
 - Paredes laterales dobles es un método barato y efectivo para reducir la pérdida de calor.
 - Colocación de cubiertas dobles o doble pared hinchada que generan una hermeticidad al invernadero muy buena para evitar la pérdida de calor.
- Sistemas que se puedan adaptar al invernadero o a los cultivos:
 - Empleo de pantallas térmicas colocadas en la cubierta para evitar pérdidas de radiación de calor y sombrear en épocas de máxima iluminación. Posee un sistema de extensión móvil para poder ajustarlas según lo requieran las condiciones. Se puede llegar a conseguir un descenso de temperatura de 1 a 2°C, cuando se utilizan como sombreo y permiten mantener de 2 a 4°C más en el interior del invernadero, cuando se usan para mantener la temperatura en el interior.
 - Empleo de cortavientos para minimizar los efectos del viento exterior que provocan pérdidas por conducción y convección.
 - Acolchado plástico, se colocan cubriendo las líneas de cultivo, se suele usar film de color negro que aumentan la temperatura en el interior además de evitar la aparición de malas hierbas.
 - Túneles de plástico, consiguen una acumulación de calor cercano a las plantas.

- Camas calientes, disposición sobre el terreno abonado de materia orgánica que aporte mayor temperatura al suelo.
- Instalación de un riego anti-helada; tradicionalmente se aplica por aspersión o micro-aspersión. Consiste en aplicar tratamientos de agua por la aspersión de forma continua, cuando la temperatura desciende, con el objetivo de que al cambiar de estado y formarse hielo, se ceda al ambiente un aporte de calor.

1.2.9 Sistemas de ventilación o refrigeración

La aireación o ventilación es el intercambio de aire entre el invernadero y el exterior. Este intercambio de aire se realiza a través de los sistemas de ventilación del invernadero. Con este sistema se realiza:

- Intercambio de oxígeno y CO₂.
- Control de las temperaturas (eliminación del exceso de calor).
- Control de la humedad.

Para que el desarrollo del cultivo se realice en las mejores condiciones posibles, es muy importante que la ventilación sea suficiente, especialmente en el caso de que la temperatura exterior sea alta, al igual que la radiación global y la humedad interna.

El exceso de temperatura puede causar daños importantes en la morfología y en los distintos procesos fisiológicos de las plantas; en la floración floral, se pueden producir quemaduras en las hojas, una mala calidad del fruto o un exceso de transpiración, cualquiera de estos procesos afecta a la longevidad de la vida del cultivo. Por todo esto, es muy importante refrigerar el interior del invernadero.

Tipos de sistemas de ventilación:

Ventilación Natural o Estática: Consiste en la ventilación mediante ventanas. Para que se produzca la ventilación natural debe generarse una diferencia de presión, entre el aire exterior e interior. Esa diferencia se puede crear por un gradiente térmico o por un efecto del viento. Al renovarse el aire se reducen las temperaturas y se reduce el nivel higrométrico.

Las ventanas pueden ser cenitales, si se disponen en la techumbre, o laterales si están colocadas en las paredes laterales. Las ventanas cenitales son mucho más efectivas a efectos de aireación que las ventanas laterales.

La apertura o cierre de las ventanas puede hacerse de forma manual o bien de forma automática a través de un sistema de cremalleras accionado eléctricamente por un motor eléctrico. El patrón de apertura o cierre va relacionado con la temperatura a la que se programe.

Ventilación Forzada o Mecanizada: El principio de la ventilación forzada es crear un flujo de aire dentro de la estructura, de forma artificial. Se extrae un volumen de aire caliente, siendo este sustituido por aire del exterior.

Se realiza a través de ventiladores extractores situados en una pared del invernadero y en la opuesta se colocan ventanas cuya superficie sea al menos 1,25 veces el área de los ventiladores y cuya función es permitir el flujo de aire.

Ventilación que limita el paso de la radiación luminosa: La forma de obtener ventilación luminosa es aportar sombra al invernadero, es decir, quitando radiación solar en mayor medida.

1.2.10 Refrigeración con evaporación de agua

Cooling system: Este sistema está compuesto por unos paneles porosos en un lateral del invernadero y en el otro por ventiladores de extracción. El panel enmarcado en un lateral tiene está lleno de un material higroscópico como; fibra de madera, arcilla expandida, fibra de plástico, etc., que, además resulte poroso, permeable y se puede mojar. Este panel se debe cambiar anualmente debido a que las sales minerales contenidas en el agua provocan incrustaciones, disminuyendo su capacidad evaporadora. El funcionamiento de este sistema es el siguiente; el aire exterior circula a través de los paneles, evapora el agua y se enfriá penetrando dentro del invernadero aire más frío y húmedo que el aire exterior.

Nebulización fina (fog): Consiste en crear una niebla de agua a alta presión.

Su instalación consta de unas tuberías que atraviesan longitudinalmente el invernadero, situadas a unos dos metros de altura aproximadamente sobre el nivel del suelo, provistas de difusores que se colocan cada dos metros y emiten una nube continua de agua a presión muy nebulizada (tamaño de 10 micras), de forma que al evaporarse absorbe calor sin llegar a mojar el cultivo. El control del sistema se hace a través de una electroválvula accionada por un humedostato.

Sistemas de alta presión: Funcionan a más de 70 bares. Los tubos deben ser de cobre o de acero. Hay dos tipos de difusores: de cámara de turbulencia que dan un

tamaño de gota del orden de 1micra, y de aguja que consiguen gotas menores de 10 micras y es el más usado en invernadero sofisticados.

1.2.11 Control de la luz

Control de la luz mediante métodos indirectos (pasivos):

- Usar en la cubierta materiales con buena transparencia y evitar que este muy sucio.
- Orientación adecuada del invernadero.
- Los materiales y estructuras del invernadero sombrean lo menos posible
- Aumentar el ángulo de incidencia de las radiaciones sobre la cubierta.
- Sembrar los cultivos en épocas adecuadas.
- Hacer un buen uso del blanqueo

1.2.12 Control de la humedad

La humedad es la cantidad de agua contenida en el aire, en relación con la máxima que sería capaz de contener a la misma temperatura. Hay una relación inversa entre la temperatura y la humedad relativa, al aumentar la temperatura, aumenta la capacidad de contener vapor de agua, por tanto, disminuye la humedad relativa. Si, por el contrario, la temperatura disminuye, la humedad relativa aumenta.

El contenido de humedad es un factor climático muy importante en el desarrollo del cultivo. Si la humedad ambiental es alta, se reduce la transpiración y por consiguiente la absorción de nutrientes debido a que el intercambio gaseoso queda limitado. Afecta también a la polinización debido a que el polen húmedo puede quedar pegado en los órganos masculinos y se favorece el desarrollo de enfermedades criptogámicas. El objetivo es mantener unos valores medios acordes al cultivo puesto que es tan malo el exceso de humedad como la escasez puesto que, si la humedad relativa es baja, las plantas transpiran en exceso, pudiendo deshidratarse y reduciéndose la tasa fotosintética.

El déficit de humedad se puede regular a través de humificadores, son emisores de tipo centrifugo que permiten, por nebulización de agua al ambiente y accionados ocn un humedostato, regular la humedad relativa. Otra opción, es mediante métodos indirectos:

- Colocando recipientes con agua
- Pulverizando agua al ambiente

- Sombreado
- Regando el cultivo

El exceso de humedad se puede controlar mediante el aireamiento con las ventanas, dependiendo del porcentaje de humedad que exista dentro y fuera del invernadero.

1.3 Plan Productivo

1.3.1 Sistema de implantación

Se puede realizar la siembra del cultivo de diferentes formas:

- Siembra directa en el suelo definitivo, como si se tratara de una siembra de un cultivo tradicional al aire libre.
- El agricultor compra las semillas por su cuenta en su lugar de confianza y las lleva al semillero, ellos se encargarán de la siembra y del cuidado de las plántulas hasta que llegue el momento idóneo de trasplantarlas.

1.3.2 Sistema de explotación

La organización de los cultivos se puede establecer de distintas maneras:

- Dividir la superficie del invernadero en hojas y establecer una alternativa de diversos cultivos en un mismo tiempo. Así podemos establecer una rotación de cultivos más amplia, rotando el cultivo en la misma hoja, es decir, cada año tenemos el mismo cultivo en la misma hoja o bien, establecer la misma rotación de cultivo para todas las hojas. De manera, que durará tantos años como hojas tengamos.
- Realizar un monocultivo o la misma rotación todos los años.

Por la elección del promotor, no se va a dividir la superficie del invernadero en hojas, y se va a establecer una rotación de dos cultivos, primero se trasplantará uno y cuando ese ciclo de cultivo haya terminado se trasplantará el siguiente, por tanto, el agricultor contará con dos tipos de cultivo cada año. Estos dos tipos de cultivos se elegirán más adelante.

1.3.3 Factores que condicionan la elección de las especies a cultivar

Para la elección de la especie se tendrá en cuenta varios factores que pueden condicionar la decisión de la especie:

- Temperaturas de la zona

- Tipo de agua si tiene más o menos conductividad de sales
- Demandas del mercado
- Ciclo de cultivo
- El suelo del invernadero
- Precio de la semilla
- Mano de obra

Una vez elegida la especie a cultivar habrá que decantarse por una variedad en concreto teniendo en cuenta otros factores:

- Vigorosidad de la planta
- Calidad del fruto
- Tamaño del fruto
- Resistencia a enfermedades
- Tolerancia a virus
- Ciclo del cultivo
- Dureza y sabor del fruto

1.3.4 Descripción de las especies más cultivadas en la zona:

En primer lugar, se tendrán en cuenta las hortalizas mejor adaptadas y más eficaces en invernadero, así como su resistencia a plagas. De manera que tendremos:

- Tomate
- Pimiento
- Calabacín
- Berenjena
- Sandía
- Melón
- Pepino

Para seleccionar dos especies para realizar dos ciclos en un año de cultivo, se van a analizar las distintas hortalizas mencionadas.

Para escoger las variedades de cada hortaliza, se tendrá en cuenta, el gusto de los consumidores, la demanda del mercado, la adaptación al clima y al terreno de la zona y la resistencia a enfermedades.

➔ Tomate:

El tomate es un cultivo perteneciente a la familia de las solanáceas, es una planta perenne de porte arbustivo que se cultiva de forma anual.

Se trata de la hortaliza más difundida en todo el mundo y la de mayor valor económico. Su producción aumenta cada año en la provincia de Almería y su rendimiento es mayor.

Su marco de plantación depende de la vigorosidad de la variedad comercial seleccionada, pero, normalmente el marco es de 1,5 metros entre líneas y 0,5 metros entre plantas.

Principales tipos de tomates comercializados:

- Tipo Beef: Suelen ser plantas vigorosas hasta el 6º-7º ramillete, a partir de ahí pierde mucho vigor coincidiendo con la fase de engorde de los primeros ramilletes. Su producción es precoz y agrupada, sus frutos son de gran tamaño y poca consistencia.
- Tipo Marmande: Las plantas son poco vigorosas, emiten de 4 a 6 ramilletes aprovechables. El fruto tiene buen sabor, su forma es acostillada, achatada y multilocular, varía en función de la época del cultivo.
- Tipo Vemone: Plantas finas y de hoja estrecha, se caracterizan por su marco de plantación muy vigoroso. Los frutos tienen un tamaño grande, calibre G que presenta un elevado grado de acidez y azúcar, inducido por el agricultor al someterlo a estrés hídrico.
- Tipo Moneymaker: Planta de porte indeterminado, los frutos son medianos tirando a pequeños, calibre M y MM, su formación en ramillete es buena.
- Tipo Cocktail: Plantas muy finas de crecimiento indeterminado, el peso de los frutos suele oscilar entre los 30 y los 50 gramos, generalmente redondos con 2 nódulos
- Tipo Cereza (Cherry): Plantas vigorosas con crecimiento indeterminado. Sus frutos son de pequeño tamaño y de piel fina con tendencia al rajado.
- Tipo Larga Vida: Este tipo de tomate es el más cultivado en la provincia de Almería. La consistencia de los frutos es elevada debido a la incorporación de los genes Narr y Rin.
- Tipo Liso: Variedades con menor vigor que los Larga Vida.
- Tipo Ramillete: Se buscan ramilletes con frutos de calibre M, de color rojo vivo.

➔ Pimiento

El pimiento al igual que el tomate pertenece a la familia de las Solanáceas, es una planta herbácea perenne, con ciclo de cultivo anual, su porte es variable, los híbridos cultivados en invernadero rondan los 2 metros de altura. Su sistema radicular es pivotante y profundo.

El pimiento es uno de los cultivos hortícolas con mayor superficie cultivada en España, en concreto en la provincia de Almería.

Se pueden diferenciar tres grupos varietales en pimiento:

- Variedades dulces: son las cultivadas en invernaderos. Sus frutos son de gran tamaño, se consumen en fresco e industria conservera.
- Variedades de sabor picante: suelen ser variedades de fruto largo y delgado.
- Variedades para la obtención de pimentón: son un subgrupo de las variedades dulces.

Dentro de las variedades de fruto dulce, se diferencian tres tipos de pimiento:

- Tipo California: frutos cortos (7-10 cm), anchos (6-9cm), con 3 o 4 cascos bien marcados. Son los cultivos más exigentes a la temperatura, dependiendo de la climatología de la zona, la época de plantación oscila entre los meses de mayo y agosto ambos inclusive.
- Tipo Lamuyo: Los cultivos de esta variedad suelen ser más vigorosos, cuentan con un entrenudo más largo y mayor porte, además de ser menos sensibles al frío que los de tipo California, por lo que es frecuente cultivarlos en ciclos más tardíos.
- Tipo Italiano: frutos alargados, estrechos y puntiagudos, su carne es fina y son más tolerantes al frío, se suelen cultivar en ciclo único con plantación tardía en septiembre u octubre y se recolecta entre diciembre y mayo, dando producciones de 6-7 kg/m².

➔ Calabacín

El calabacín es una hortaliza perteneciente a la familia de las cucurbitáceas, su ciclo es anual y de porte rastrero. No tiene excesivos problemas con la temperatura, es menos exigente que el melón, pepino y sandía, aunque soporta mayores temperaturas. Sin embargo, es una planta muy exigente en temas de luminosidad, necesita mucha radiación para aumentar su cosecha.

Los frutos demandados por los mercados son cilíndricos, de tamaño medio, pulpa compacta, escasas semillas y epicarpo delgado.

Cuenta con diferentes ciclos de cultivo:

- Siembra extra-temprana, se siembra de agosto a septiembre y se recolecta desde septiembre hasta finales de diciembre.
- Siembra temprana, se siembra de octubre a noviembre y se recolecta de finales de noviembre hasta finales de febrero.
- Siembra semi-tardía, se realiza la siembra en febrero y se recolecta desde marzo hasta junio.
- Siembra tardía, se siembra el cultivo a principios de abril, y se inicia la recolección en junio.

➔ Berenjena

Planta que pertenece a la familia de las Solanáceas, al igual que el pimiento. Es herbácea, aunque la forma de sus tallos la definen como una especie de arbusto. Es de ciclo anual, pero se puede rebrotar al segundo año, con el inconveniente de que la producción se reduce, al igual que la calidad de sus frutos.

La mayoría de variedades de berenjena florecen en ramaletas de tres a cinco flores, una de ellas es hermafrodita que es la que da lugar al fruto comercial, mientras que el resto de flores abortan o dan lugar a un fruto pequeño y de peor calidad.

El exceso de humedad es un problema para la planta ya que perjudica a la dehiscencia del polen, por lo que la flor se puede caer como consecuencia de la falta de fecundación.

El fruto es una baya alargada o globosa, puede ser de color negro, morado, blanco, blanco jaspeado de morado o verde.

Es un cultivo característico de climas cálidos y húmedos, se considera como uno de los cultivos más exigentes con respecto al calor. Soporta bien las temperaturas elevadas, siempre y cuando la humedad sea adecuada, llegando a tolerar temperaturas que pueden llegar hasta los 45°C. La temperatura media debe variar entre 23-25°C.

A diferencia de las otras hortalizas mencionadas que sus valores de humedad relativa óptimos oscilaban entre los 70-80%, la berenjena requiere unos rangos de humedad entre el 50% y el 65%.

Los marcos de plantación varían dependiendo del número de tallos que se le dejen a la planta. Los más usuales son: 2m x 0,5 m (a cuatro tallos), 1,75 m x 0,5 m (a tres o cuatro tallos), 1,5 m x 0,75m (a cuatro tallos), 1,5 m x 0,5 m (a tres tallos) y 1 m x 0,5 m (a dos tallos).

➔ Pepino

Perteneciente a la familia de las cucurbitáceas, es una planta herbácea anual, que cuenta con un sistema radicular muy potente, debido a la gran productividad de la planta.

El fruto es un pepónide áspero o liso, dependiendo de la variedad. Su nivel de consumo es elevado, por tanto, tiene una elevada demanda en el mercado.

En cuanto a las temperaturas que requiere, es menos exigente al calor que el melón, pero más que el calabacín. Si las temperaturas alcanzadas dentro del invernadero son superiores a 30°C se observarán desequilibrios en las plantas que afectarán directamente a los procesos fotosintéticos y respiratorios. Por la noche, las temperaturas inferiores a 17°C provocan malformaciones en hojas y frutos.

En invernaderos de tipo parral se usan dobles cubiertas para aumentar la temperatura y con ello mejorar las condiciones para intentar mejorar la producción.

El pepino requiere elevados niveles de humedad, durante el día 60-70% y durante la noche del 70-90%. Con humedades por encima del 90% y con atmósfera saturada de vapor de agua, la condensación que se produce en la cubierta del invernadero es muy perjudicial para el cultivo cuando se produce el goteo, puede originar enfermedades fúngicas. Además de que un cultivo mojado por la mañana empieza a trabajar más tarde.

➔ Melón

Perteneciente a la familia de las cucurbitáceas, el melón es un cultivo anual herbáceo de porte rastrero principalmente. La planta desarrolla en sus tallos nudos en lo que se desarrollan hojas, zarcillos y flores.

La forma del fruto es variable dependiendo de la variedad del melón, puede ser esférica, elíptica, aovada, etc. La corteza al igual que el tipo de fruto depende de la variedad, puede ser de color verde, amarillo, anaranjado, blanco, etc.

El clima para este cultivo debe ser cálido y no excesivamente húmedo.

Diferentes tipos de melón mas importantes:

- Melón amarillo: su ciclo de cultivo suele durar de 90-115 días, según las variedades. El fruto es de forma oval en el melón tipo Amarillo canario y de forma alargada en el de tipo Amarillo oro.
- Melones verdes españoles: existen tres tipos: Piel de sapo, Rochet y Tendral.
- Melones Cantaloup: Presenta frutos precoces (85-95 días), esféricos, ligeramente aplastados.

- Melones Galia: Presenta frutos esféricos, de color verde vira a amarillo intenso. Se trata de un híbrido muy precoz, ciclo de 80-100 días dependiendo de la variedad.
- Melones de larga conservación: Presentan un alto contenido en azúcar. Los marcos de plantación más frecuentes son de 2 m x 0,75 m y 2 m x 0,5 m.

➔ Sandía

Su nombre científico es *Citrullus lanatus*. y pertenece a la familia de las Cucurbitáceas.

Es una especie anual, monoica, herbácea, sin tronco, de tallos o guías tiernas blandos, flexibles, rastreros que pueden alcanzar 4 a 6 metros de largo, están provistas de zarcillos, por medio de los cuales puede tener hábito trepador, su fruto es climatérico, corresponde a una pepónide (falsa baya) con gran un gran contenido de agua, mayor a un 90% y sabor dulce.

Las variedades más utilizadas últimamente y que más demanda el mercado son sin semillas, que resultan de un cruce de un parental diploide ($2n$) con otro tetraploide ($4n$), lo que permite obtener un fruto triploide ($3n$), que es estéril, es decir, que no desarrolla semillas, sólo rudimentos seminales, blancos y blandos que se pueden ser ingeridos sin problemas.

1.3.5 Elección de especies a cultivar

Comparando los distintos tipos de hortalizas en estudio, se ha decidido plantar dos tipos de cultivo diferentes al año, trasplantar en verano un cultivo después de haber realizado previamente solarización, y plantar la segunda cosecha a principios del mes de febrero. Por las fechas de plantación y por el tipo de cultivo que plantan los agricultores de la zona, se ha decidido cultivar pimiento california rojo. Siguiendo un estudio de mercado de los últimos años, el pimiento es una de las hortalizas que más ha mantenido su precio constante y mejores beneficios ha dejado al agricultor, su inconveniente es el elevado precio de la semilla y que se suelen cortar menos kg/m² que otros tipos de cultivos, pero su manejo es más sencillo y menos trabajoso. Se trasplantará la primera semana del mes de julio y se arrancará a finales del mes de enero. Una vez arrancado el pimiento se procederá a plantar una cosecha de sandías. El resultado obtenido al consultar con los agricultores, y con las cooperativas y alhóndigas de la zona y rastreando los mercados, es que actualmente el cultivo de sandía cuenta con mejor mercado y mayor producción que cualquier otra hortaliza de primavera.

1.4 Sistema de producción

El cultivo se puede distribuir de diferentes formas dentro del invernadero.

Directamente sobre el suelo, es la forma más común bien utilizando el suelo del invernadero o bien depositando el saco de sustrato encima, los sustratos están abiertos por debajo y las raíces del cultivo llegarán al suelo conforme se van desarrollando.

Mesas de cultivo, es un sistema que se suele dar en semilleros, puede ser una mesa de cultivo deslizante, fija o móvil.

Sobre camas de enraizamiento elevadas sobre el suelo, se consigue evitar el contacto del cultivo con el suelo.

1.4.1 Soporte de los cultivos

Se contemplan dos alternativas diferentes para el manejo del cultivo en el suelo, bien cultivando sobre el suelo de la parcela o bien, en otros sustratos que pueden ser de fibra de coco, de perlita o de lana de roca.

- Suelo. Se debe de tener un análisis previo para conocer las características físicas y químicas del mismo, y así tener información acerca de la textura, la salinidad, pH, contenido en materia orgánica, etc.

Es conveniente conocer la naturaleza de nuestro suelo, saber si es arenoso, arcilloso, si es ácido o no, es muy importante a la hora de realizar aportes orgánicos y sus riegos pertinentes.

- Sustratos. La elección de un buen sustrato es muy importante y su manejo requiere un conocimiento del mismo. Los componentes del sustrato deben tener una formulación acorde con el tipo de especie que se quiera cultivar.

Desde el punto de vista de su utilización hortícola, los sustratos se clasifican en orgánicos e inorgánicos o minerales.

El cultivo en hidropónico se basa en el cultivo de la planta a través del agua, también denominado cultivo en soluciones nutritivas. El fundamento del sistema es hacer crecer las plantas en un sustrato inerte, de forma que las aportaciones de nutrientes minerales se suministren a través de las aportaciones líquidas que aprovisiona la solución nutritiva de la que controlamos íntegramente su composición.

Los principales tipos de sustratos mencionados anteriormente son:

- Sustratos naturales clásicos: agua, gravas y arenas.
- Sustratos artificiales: perlita, vermiculita, lana de roca, poliestireno y arcilla expandida.
- Otros: corteza de pino, ladrillo molido, serrín, turbas, fibras de vidrio, etc.

El cultivo en enarenado consiste en depositar sobre el suelo una capa de 10-12 cm de arena, entre la tierra o arcilla y la capa de arena se debe dejar una capa de estiércol de aproximadamente 1 cm de grosor.

1.5 Riego

Los métodos de distribución del agua en los invernaderos pueden ser muy variables ya que depende de varios factores, exigencias de la planta cultivada, disponibilidades hídricas, posibilidad de automatización de la instalación, costo de mano de obra, técnicas de cultivo....

Los sistemas de riego disponibles son:

1. **Riego por aspersión:** Se caracteriza porque suministra el agua en forma de lluvia. La instalación consta de una red de tuberías para transportar el agua desde el punto de aprovisionamiento a los de distribución, se emplea una motobomba para introducir el agua en las tuberías con una presión determinada que garantice que el agua salga por las boquillas con la suficiente presión para que el riego sea efectivo. Las boquillas de distribución pueden ser en forma de abanico, peine o a chorro, etc. Los aspersores pueden ser fijos o rotantes, con diferentes ángulos de inclinación y con una posición por encima o por debajo de las plantas.
2. **Riego por infiltración lateral: (caballones)** se basa en la colocación de la plantación por filas en la propia tierra. Se forman surcos entre las filas de las plantas por los que correr el agua, llegando a las raíces por movimiento vertical de penetración en el terreno y por la infiltración lateral a través de las paredes de los surcos.
3. **Riego localizado:** en este tipo de riego destaca el riego por goteo o el riego por microaspersión.

El riego por goteo; proporciona el agua en bajas dosis y con la frecuencia necesaria para conseguir el contenido en humedad requerido por el agricultor rodeando la zona de raíces de las plantas (bulbo húmedo). Se distribuye el agua por los goteros distribuidos por todas las líneas de cultivo formadas por tuberías de plástico de unos 12-15 mm.

Existen diferentes tipos de goteros se eligen unos u otros dependiendo de la calidad del agua de riego, de la forma de regar del agricultor y de el caudal que se quiera dar.

Riego por microaspersión; con nebulizadores, que distribuyen el agua en forma de gotas muy finas en diferentes intervalos de tiempo programables. Este tipo se utiliza más en invernadero de multiplicación empleados para el enraizamiento de estaquillas, donde es imprescindible conseguir una determinada humedad en el terreno.

4. Riegos tradicionales o por gravedad o de superficie: podemos enumerar; *el riego a manta*, por sumersión o inundación, se suministra un caudal de agua superior al que se puede infiltrar y así se consigue que el agua vaya deslizándose por el terreno, se forma una capa de agua que se percola poco a poco, *el riego por surcos*, se hace circular una lámina de agua por la tierra que delimitan dos surcos consecutivos de un cultivo, el agua se va infiltrando lateralmente y en profundidad.

1.6 Fertilización

Uno de los factores más importantes a la hora de cultivar una cosecha de calidad consiste en aplicar un aporte de fertilizantes adecuados a la demanda del cultivo.

La fertilización depende de diversos factores entre los que podemos destacar: el nivel de fertilidad del suelo, los métodos aplicados para la aplicación de fertilizantes y la absorción de los elementos nutritivos por parte de las plantas.

Las diferentes técnicas son:

- **Fertirrigación:** Consiste en añadir fertilizantes en el agua del riego (aspersión o goteo).

Se emplean fertilizantes líquidos o sólidos totalmente solubles, tienen que disolverse completamente en agua para evitar la obstrucción del sistema de riego.

- **Fertilización foliar:** Se aplican fertilizantes de forma acuosa con pulverizadores sobre la parte aérea de la planta.

Esta técnica se realiza cuando la planta presenta carencias de algún tipo y se desea corregir rápidamente los síntomas. Estos problemas se suelen dar por carencia de microelementos, se suele dar cuando la planta es más madura y porta frutos, los elementos fertilizantes no suben a la parte aérea de la planta ya que se retienen en las partes medias y bajas antes de conseguir llegar a la parte aérea. debido a que al absorber por las raíces la demanda de la planta no permite que estos elementos a asimilarse en la parte aérea y por ello se producen las carencias. Se trata de una alternativa al abonado normal, ya que no se pueden aplicar grandes cantidades de abono. Se suelen aplicar con elementos emulsionantes como puede ser el B-85 para mejorar la eficacia del tratamiento.

- **Abonado de fondo:** Se realiza con las labores preparatorias del cultivo, consiste en enterrar una franja de fertilizantes que este en contacto con las raíces y tenga humedad para que el cultivo vaya absorbiéndolo poco a poco durante su ciclo reproductivo.
- **Abono de cobertura:** Se aplica una vez que los cultivos están establecidos, puede ser de dos tipos:
 - En manta: Se realiza de forma uniforme por toda la superficie del suelo del invernadero. Se usan abonos líquidos y sólidos solubles.
 - En banda: el fertilizante se coloca en las bandas del cultivo.

1.7 Sistemas de recolección

La recolección es una de las operaciones de cultivo que reclama mas mano de obra. Por esta razón, hay una tendencia a sustituir los sistemas de recolección tradicionales por unos sistemas más mecanizados evitando en mayor medida los esfuerzos del personal, trasladándolos a las máquinas siempre que sea posible.

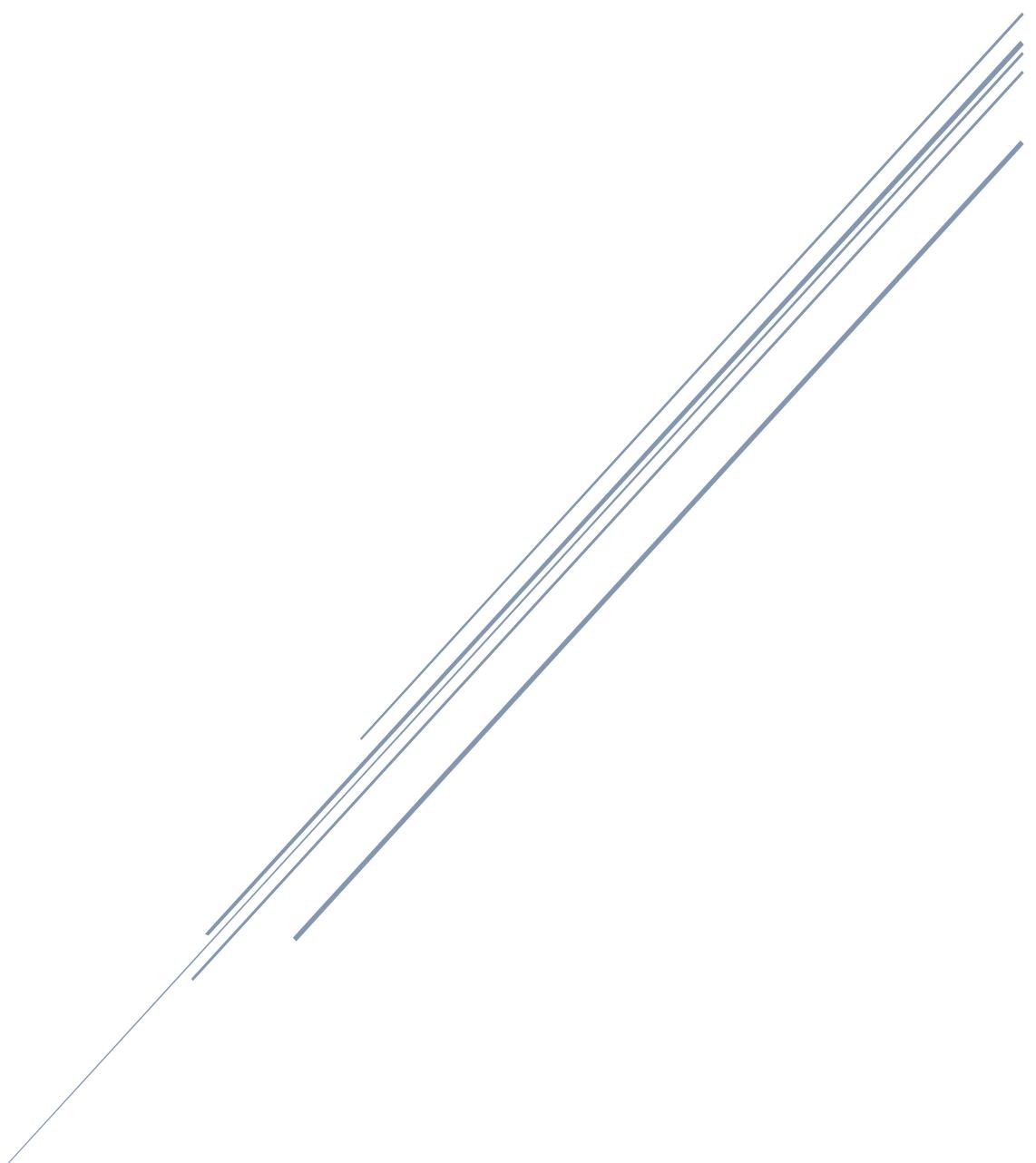
Tipos de sistemas:

- **Sistemas manuales:** La recolección se lleva a cabo mediante mano de obra de personas de una forma tradicional.
- **Sistemas mecanizados:** La recolección es realizada íntegramente con maquinaria que arranca, acarrea, limpia, recolecta ... y hace todas las operaciones necesarias.

- **Sistemas mixtos:** La recolección es realizada combinando maquinaria y mano de obra de personal cualificado para ello. Este sistema es el más utilizado en los invernaderos de la zona del proyecto.

ANEJO 3

INGENIERÍA DEL PROCESO Y DISEÑO



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA,
ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS

ÍNDICE

1. PLAN PRODUCTIVO	4
1.1 Especies y variedades cultivadas	4
1.1.1 Pimiento.....	4
1.1.2 Sandía	6
1.2 Descripción de las variedades seleccionadas.....	9
1.3 Rotación y alternativas	11
1.4 Marco de plantación, densidades y rendimientos aproximados	12
2. PROCESO PRODUCTIVO.....	14
2.1 Labores y operaciones de cultivo	14
2.1.1 Pimiento.....	14
2.1.1.1 Fase de semillero	14
2.1.1.2 Fases de cultivo definitivo.....	14
2.1.2 Sandía	15
2.1.2.1 Fase de semillero	15
2.1.2.2 Fases de cultivo definitivo.....	15
2.2 Plagas y enfermedades	17
2.3 Control de plagas y enfermedades	31
2.4 Calendario de Control Biológico en Pimiento	41
2.5 Calendario de Control Biológico en Sandía	44
2.6 Control de malas hierbas	44
2.6 Riego.....	45
2.7 Fertilización	46
3. MANEJO DE LOS CULTIVOS.....	47
3.1 Riego.....	47
3.2 Fertilizantes	77
3.3 Fitosanitarios	79
3.4 Maquinaria y aperos	80
3.5 Recolección y manipulación.....	81
3.6 Valor nutricional.....	83

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Temperaturas óptimas en cada fase del cultivo de pimiento. (Elaboración propia con tabla de Infoagro)	5
Tabla 2. Temperaturas óptimas en cada fase del cultivo de sandía. (Elaboración propia con tabla de Infoagro).....	8
Tabla 3. Tabla de rendimientos esperados por cultivo. (Fuente: Elaboración propia)..	13
Tabla 4. Control químico Araña roja. (Elaboración propia con tabla de Infoagro).....	32
Tabla 5. Control químico Mosca blanca. (Elaboración propia con tabla de Infoagro).	34
Tabla 6. Control químico de Pulgón. (Elaboración propia con tabla de Infoagro).	35
Tabla 7. Control químico de Trips). (Elaboración propia con tabla de Infoagro).	36
Tabla 8. Control químico de Orugas. (Elaboración propia con tabla de Infoagro).	37
Tabla 9. Control químico de Nematodos. (Elaboración propia con tabla de Infoagro).	38
Tabla 10. Control químico de Odiopsis. (Elaboración propia con tabla de Infoagro)...	38
Tabla 11. Control químico de Podredumbre gris. (Elaboración propia con tabla de Infoagro).....	39
Tabla 12. Control químico de Podredumbre blanca. (Elaboración propia con tabla de Infoagro).....	39
Tabla 13. Control químico de Seca o tristeza. (Fuente: Elaboración propia con tabla de Infoagro).	40
Tabla 14. Reducción de radiación con el encalado. (Fuente: Fundación Cajamar)	51
Tabla 15. Relación del coeficiente de uniformidad con el factor de mayoración. (Fuente: Fundación Cajamar).	52
Tabla 16. Ficha del cultivo de Pimiento. (Fuente: Programa Prho).	54
Tabla 17. Ficha de cultivo de Sandía. (Fuente: Programa Prho).	54
Tabla 18. Tabla de necesidades brutas cultivo de Pimiento. (Fuente: Programa Prho).	59
Tabla 19. Tabla de necesidades brutas cultivo de Sandía. (Fuente: Programa Prho)....	62
Tabla 20. Tabla de necesidades netas cultivo de Pimiento. (Fuente: Programa Prho)..	67
Tabla 21. Tabla de necesidades netas cultivo de Pimiento. (Fuente: Programa Prho)..	70
Tabla 22. Plan de riegos cultivo de Pimiento. (Fuente: Programa Prho).	75
Tabla 23. Plan de riegos cultivo de Sandía. (Fuente: Programa Prho).	77
Tabla 24. Valor nutricional del pimiento. (Fuente: Infoagro).	83

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Variedad de pimiento california rojo Apolo. (Fuente:Surseeds).	10
---	----

1. PLAN PRODUCTIVO

1.1 Especies y variedades cultivadas

1.1.1 Pimiento

- **Descripción botánica:**

Su nombre científico es *Capsicum annuum L.* y pertenece a la familia de las Solanáceas.

Se trata de una planta herbácea perenne, con un ciclo de cultivo anual de porte variable entre los 0,5 metros (en determinadas variedades de cultivo al aire libre) y más de 2 metros (prácticamente todos los híbridos cultivados en invernadero).

Posee un sistema radicular pivotante y normalmente profundo, dependiendo de la profundidad y la textura del suelo, con numerosas raíces adventicias. La mayor parte de las raíces se localizan en la zona superficial del suelo (0-25 cm), pero puede haber excepciones y llegar a profundidades de 60-70 cm, en un área de 50cm de ancho.

El tallo principal es de crecimiento limitado y erecto. A partir de la cruz que es la zona donde el tallo del pimiento se divide en 2 o 3 ramificaciones diferentes (dependiendo de la variedad) y continúa ramificándose de forma dicotómica hasta el final de su ciclo donde los tallos se van bifurcando después de brotar las hojas, y así sucesivamente.

La hoja es simple, entera, lampiña y lanceolada, con un ápice muy pronunciado (acuminado) y un pecíolo largo y poco aparente. El haz es glabro y de color más o menos intenso (dependiendo de la variedad) y brillante. El nervio principal parte de la base de la hoja, como una prolongación del pecíolo, del mismo modo que las nerviaciones secundarias que son pronunciadas y llegan casi al borde de la hoja. La inserción de las hojas en el tallo, tiene lugar de forma alterna y su tamaño es variable en función de la variedad, existiendo cierta correlación entre el tamaño de la hoja adulta y el peso del medio del fruto. De una especie a otra vamos a encontrar grandes variaciones en las dimensiones y en la cantidad de hojas.

Las flores son hermafroditas, aparecen de manera individual en cada nudo del tallo, con inserción en las axilas de las hojas. Son pequeñas con pétalos blancos. La polinización es autógama, aunque puede presentarme un porcentaje de alogamia por lo general bajo, no suele superar el 10%. A veces se introducen abejorros para mejorar la polinización.

El fruto es en baya, constituida por un pericarpio grueso y jugoso y un eje formado por un tejido placentario, en el que se encuentran las semillas.

Una débil intensidad luminosa acompañada de temperaturas diurnas por encima de 30°C disminuyen el porcentaje de fecundación, aumentando paulatinamente el mismo por debajo de esta temperatura hasta los 16°C. Pero si son inferiores también comprometen la fecundación, sobre todo si son acompañadas de una humedad relativa baja, provocando caída de flores y frutos recién fecundados. Las semillas se encuentran insertadas en una placenta cónica de disposición central. Son redondeadas, ligeramente reniformes, de color amarillo pálido y longitud variable entre 3 y 5 centímetros.

- **Exigencias climáticas:**

➔ **TEMPERATURA:** Es una planta exigente en este factor (más que el tomate y menos que la berenjena). La temperatura es un factor determinante en su crecimiento, fertilidad e incluso en las dimensiones del fruto, de tal modo que éste no se desarrollará correctamente a menos que se provean temperaturas determinadas. Si las temperaturas son demasiado bajas, el fruto es delgado y puntiagudo y si son demasiado altas el fruto es rechoncho “galleta” fruto pequeño sin semillas en su interior.

La temperatura óptima para la germinación del polen es la comprendida entre los 20 y 25°C. La viabilidad de este depende también de la temperatura ambiente, así entre 20 y 30°C el polen se conserva activo entre 1 y 2 días. Sin embargo, a 0°C puede conservarse activo durante 5 o 6 días a condición de mantener un ambiente seco.

Con temperaturas nocturnas comprendidas entre 8 y 10°C el polen es inactivo para la fecundación. En la Tabla 1 se muestran las temperaturas óptimas para cada fase de desarrollo del cultivo.

Los saltos térmicos ocasionan desequilibrios vegetativos.

Fases del cultivo	Temperatura °C
	ÓPTIMA
GERMINACIÓN	20-25°C
CRECIMIENTO VEGETATIVO	20-25°C (día)
	16-18°C (noche)
FLORACIÓN Y FRUCTIFICACIÓN	26-28°C (día)
	18-20°C (noche)

Tabla 1. Temperaturas óptimas en cada fase del cultivo de pimiento. (Elaboración propia con tabla de Infoagro).

➔ **LUMINOSIDAD:** Esta especie no es particularmente sensible a la duración de la luz, aunque aparentemente la duración media del día favorece la formación de flores. El nivel de luminosidad se regula con la aportación de blanqueo, en verano, cuando se siembre el pimiento en los meses de junio, julio y agosto el plástico del invernadero debe estar blanqueado para evitar las altas temperaturas y conseguir que la planta pueda empezar a crecer en buenas condiciones.

Conforme la plantación va creciendo se va quitando poco a poco el blanqueo de la cubierta y con esto aumenta el grado de luminosidad del invernadero.

➔ **HUMEDAD RELATIVA:** El pimiento es muy sensible a los niveles de humedad relativa altos, siendo su nivel de humedad ideal de 65 – 75 %. Niveles superiores favorecen los ataques de enfermedades aéreas (Botrytis) y dificultan la fecundación, humedades bajas provocan la aparición de ácaros y mal cuajado de frutos.

- **Exigencias edafológicas:**

Los suelos más adecuados para el cultivo de pimiento son los franco-arenosos, profundos, ricos, con un contenido en material orgánica del 3-4% y principalmente bien drenados.

Los valores óptimos de pH oscilan entre 6,5 y 7, aunque la planta puede resistir ciertas condiciones de acidez (hasta un pH de 5,5); sin embargo, en suelos enarenados puede cultivarse con valores de pH próximos a 8.

Se trata de una especie que tiene cierta tolerancia a la salinidad tanto del agua de riego como del suelo, aunque en menor medida que el tomate.

Es recomendable desinfectar siempre el suelo antes de la plantación combinándolo con solarización.

1.1.2 Sandía

- **Descripción botánica:**

Su nombre científico es *Citrullus lanatus*. y pertenece a la familia de las Cucurbitáceas.

Es una especie anual, monoica, herbácea, sin tronco, de tallos o guías tiernas blandos, flexibles, rastreros que pueden alcanzar 4 a 6 metros de largo, están provistas de zarcillos, por medio de los cuales puede tener hábito trepador, su fruto es climatérico,

corresponde a una pepónide (falsa baya) con gran un gran contenido de agua, mayor a un 90% y sabor dulce.

Las variedades más utilizadas últimamente y que más demanda el mercado son sin semillas, que resultan de un cruce de un parental diploide ($2n$) con otro tetraploide ($4n$), lo que permite obtener un fruto triploide ($3n$), que es estéril, es decir, que no desarrolla semillas, sólo rudimentos seminales, blancos y blandos que se pueden ser ingeridos sin problemas.

En la sandía, las hojas son pecioladas y partidas, se presentan divididas en 3 a 5 lóbulos, el limbo con haz o cara superior suave al taco y, el envés áspero y con la nervadura pronunciada.

La nervadura principal se ramifica en nervios secundarios que se subdividen para dirigirse a los últimos segmentos de la hoja, imitando la palma de la mano.

El sistema radical de la planta es amplio, ramificado, la raíz principal se ramifica en raíces primarias y éstas a su vez, vuelven a subdividirse. En relación con las raíces secundarias, la raíz principal alcanza un gran desarrollo.

En las axilas de las hojas nacen unas yemas que están protegidas por hojitas colocadas en forma imbricada. Estas yemas son floríferas y dan lugar a flores femeninas y masculinas. Las flores femeninas, son las que una vez polinizadas darán origen al fruto. Es fácil diferenciar las flores masculinas y femeninas porque las femeninas poseen un ovario ínfero que se aprecia notablemente. Las flores son de color amarillo, solitarias, pedunculadas y axilares, atraen a los insectos por su color, aroma y néctar (flores entomogámas).

Como ya he mencionado antes, la sandía es una especie monoica, es decir, tiene flores masculinas o estaminadas y femeninas o pistiladas, los dos性 coexisten en la misma planta, pero en flores distintas, o sea, unisexuales monoicas.

El fruto es una baya grande con placenta carnosa y epicarpio quebradizo, generalmente liso, de color, forma y tamaño variables, esférico, ovalado más o menos largo y que pueden llegar a los 18-20 kg de peso. Los pesos que oscilan entre 6-8kg son medianos y los que mejor se comercializan. Pesos de más de 12kg son muy voluminosas y tienen poco mercado. La pulpa es más o menos dulce y de color rosa claro a rojizo. El 90-95% de la sandía es agua.

La piel presenta diferentes colores dependiendo de la variedad cultivada, generalmente, de color verde claro a verde muy oscuro y reticulado.

Las semillas están distribuidas por la pulpa. Son generalmente de longitud menos que el doble de la anchura, aplastadas, ovoides, duras de peso y colores también variables (blancas, marrones, amarillas, negras, etc.).

- **Exigencias climáticas:**

➔ **TEMPERATURA:** Dependiendo de si vamos a sembrar o a plantar se requieren unas temperaturas distintas. En la época de siembra, el suelo se ha ido calentando poco a poco debido a la subida de la temperatura en el exterior del invernadero. Para la germinación, la temperatura óptima es de 20-25°C, lo que hace que la semilla pueda germinar en 5-7 días. Cualquier temperatura por debajo de los 15°C dificulta la germinación. No solo son malas las bajas temperaturas, las altas por encima de 35°C también lo son, debido a que la germinación se dificulta, se realiza más lentamente.

Después de la germinación, la planta ha emergido y necesita unas temperaturas por encima de los 20°C durante la noche y que no sobrepase los 30°C durante el día.

La temperatura más adecuada para el desarrollo de la planta oscila entre 25 y 28°C. Con temperaturas muy levadas a lo largo del día (por encima de 35°C) el grado de transpiración es muy elevado, en las primeras fases de desarrollo puede provocar deshidratación a las plantas.

En cuanto a la floración, la temperatura óptima oscila los 20°C. Esta temperatura facilita la germinación del polen y la fecundación de la flor femenina. Durante la maduración de los frutos, las temperaturas por encima de los 20°C son las más recomendadas.

Fases del cultivo	Temperatura °C
	ÓPTIMA
GERMINACIÓN	25°C
CRECIMIENTO VEGETATIVO	23-28°C
FLORACIÓN	18-20°C
MADURACIÓN DEL FRUTO	23-28°C

Tabla 2. Temperaturas óptimas en cada fase del cultivo de sandía. (Elaboración propia con tabla de Infoagro).

- ➔ **LUMINOSIDAD:** Es un factor que influye en el fotoperíodo, es decir, en como afecta y la influencia que tiene la duración del día sobre las plantas y principalmente sobre el momento de la floración. Para el cultivo de sandía no tiene gran influencia la duración del día. La iluminación intensa incrementa la influencia de dicha duración. La iluminación débil mejora el ahilamiento en los semilleros mientras que la iluminación intensa incrementa la floración y la precocidad en la maduración de los frutos.
- ➔ **HUMEDAD RELATIVA:** La humedad relativa óptima para el cultivo de sandía se sitúa entre el 60% y el 80%, siendo un factor determinante durante la floración. Cuando existe exceso de humedad ambiental, se produce condensación dentro del invernadero, en la cubierta se produce un goteo que favorece el aumento de enfermedades aéreas como pueden ser el mildiu.

- **Exigencias edafológicas:**

El cultivo de sandía no es muy exigente en cuanto al tipo de suelo, aunque le van bastante bien los suelos bien drenados, ricos en materia orgánica y fertilizantes. No obstante, la aplicación de la técnica del enarenado hace que el suelo nos sea un factor limitante para el cultivo, ya que una vez implantado se le adecuará la fertirrigación al medio.

Los suelos arcillosos (fuertes) no le suele venir bien a los cultivos de sandía, debido a que al tener que realizar riegos más copiosos perjudica a las raíces reduciéndose el desarrollo vegetativo por exceso de humedad. En terrenos excesivamente sueltos y permeables la maduración de la sandía es más precoz, pero con menor rendimiento.

La sandía es tolerante a la salinidad del suelo, prefiere suelos ligeramente ácidos o neutros, cuyo pH oscile entre 6 y 7,5.

1.2 Descripción de las variedades seleccionadas

El primer cultivo que se va trasplantar es el californio rojo, se ha decidido plantar californio rojo en vez de amarillo por varios motivos; en primer lugar, porque el mercado no demanda pimientos verdes procedentes de california amarillo debido a que tardan muy poco en madurar (cambiar de color) y en el período de tiempo transcurrido entre que se corta el pimiento en el invernadero y llega a destino fuera de España, no

llega totalmente de color verde, sino que cuenta con betas de color amarillo, otro motivo es debido a que es menos atrayente a las plagas, el color claro del pimiento amarillo lo hace más susceptible a los ataques de patógenos.

Una vez elegido el color, la variedad elegida de pimiento California roja va a ser **Apolo**, esta variedad pertenece a la casa de semillas *Surseeds*, se ha elegido esta variedad por una serie de características que se ven reflejadas en la Figura 1. En ella se puede observar tanto las características de la variedad como las fechas de plantación, donde se verifica que entra dentro de la fecha prevista de trasplante, el día 1 de julio.

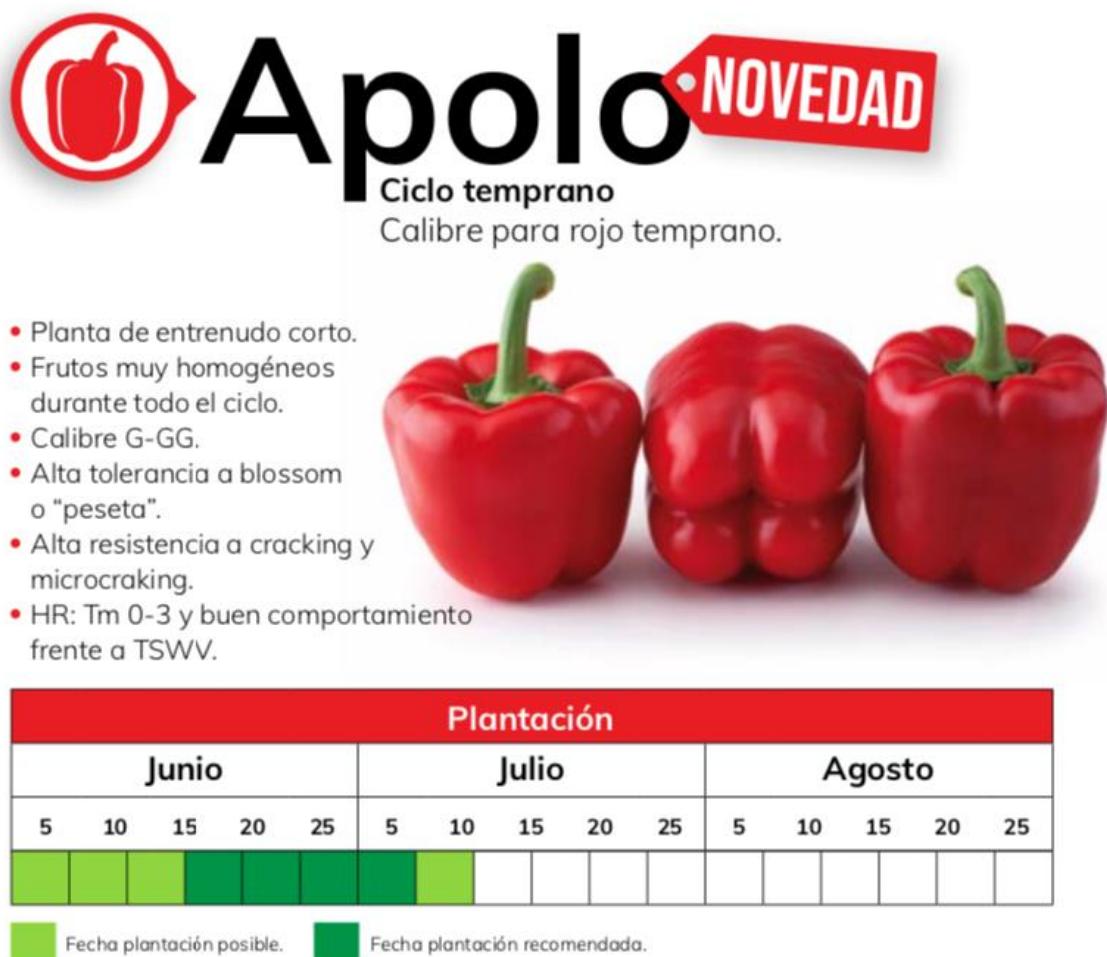


Figura 1. Variedad de pimiento California roja Apolo. (Fuente: Surseeds).

Una vez elegida la variedad de pimiento, se procederá a seleccionar la variedad de sandía.

Las variedades de sandía se clasifican según las características siguientes: color de piel, forma y tamaño del fruto, sabor de la carne, grosor de la corteza, precocidad y la

cantidad y el tamaño de las semillas. Debido al extenso número de variedades diferentes, se ha llevado a cabo un estudio de mercado de cuáles son las variedades que más se demandan, además se ha hablado con los agricultores de la zona y con las alhóndigas cercanas para definir la variedad elegida para cultivar. Contrastando diversas opiniones se ha llegado a la conclusión de plantar **sandía Fashion**, esta variedad no cuenta con pepitas y es la más demandada por el mercado mundial.

La **sandía Fashion**, se caracteriza por un fruto redondo de mediano tamaño, es decir, con el tamaño más deseado por los consumidores. Tiene una corteza de color verde oscuro acompañada de franjas claras, su carne es rojiza y su sabor es muy fresco y agradable. La característica más importante es que no cuenta con semillas y su grado en azúcar es perfecto.

La sandía Fashion al ser triploide, necesita un polinizador que se distinga fácilmente en campo. Comercialmente se están utilizando dos variedades diferentes: Crimsom y Premium. La variedad Crimsom tiene como inconveniente que su mercado se complica en el mes de mayo y sus precios son muy bajos o incluso no llegan a venderse, por lo que se va a utilizar sandía Premium como polinizador. La **sandía Premium**, es una variedad que tiene frutos pequeños (entre 2,5 y 4 Kg), por lo que se trata de una “*sandía mini*”. Su forma es ovalada y la piel rayada, con rayas verde oscuro sobre un fondo verde oliva. A diferencia de la sandía Fashion, esta si cuenta con micro-semillas duras que no son comestibles.

1.3 Rotación y alternativas

En el invernadero se va a seguir una rotación anual de pimiento, sandía acompañados de una solarización al finalizar el cultivo de sandía.

Para realizar una rotación adecuada se va a tener en cuenta las épocas más adecuadas para cada cultivo, teniendo en cuenta las condiciones climáticas de la zona.

Consultando con los agricultores de la zona, se llegó a la conclusión de que el período de plantación del pimiento debe ser entre los meses de junio (plantación temprana) y agosto (plantación tardía), siempre con el objetivo de conseguir un cultivo sano y productivo. Sin embargo, el cultivo de sandía se planta desde mes de enero (plantación temprana) hasta mediados de marzo (plantación tardía).

En verano las temperaturas son muy elevadas y el nivel de humedad relativa en el invernadero es bajo, estas condiciones climáticas favorecen la aparición de plagas en el cultivo, la presencia de mosca blanca y de araña roja es un problema muy grande para

los agricultores en esta época, por lo que se va a intentar acortar lo máximo posible este período, realizando la plantación en la primera semana de julio, para intentar evitar todo el mes de junio de riesgo de plagas.

El trasplante se realizará el día 1 de julio, pimiento california rojo variedad “Apolo” como se había indicado anteriormente. El ciclo del cultivo durará hasta el día 31 de enero que se arrancará y se realizará una rotación de cultivo, el día 3 de febrero se trasplantará la sandía Fashion al invernadero, este ciclo durará unos 90 días aproximadamente, por tanto, para finales de abril, aproximadamente el día 30 se recolectarán los frutos. Una semana más tarde, se retirarán las plantas ya arrancadas y se colocarán plásticos transparentes sobre el suelo para realizar la solarización, esta técnica durará 40 días, una vez transcurrido este tiempo se retirarán los plásticos y se preparará para volver a sembrar los pimientos a principios de julio y así seguir la rotación.

1.4 Marco de plantación, densidades y rendimientos aproximados

En el cultivo de pimiento el marco de plantación más frecuente es de 1 metro entre líneas y 0,5 metros entre plantas, es decir 1 x 0,5m. La densidad de plantación suele ser de 20.000 plantas/ha. En este caso, como la superficie del invernadero es de 8700m² y cuenta con dos pasillos de 2,25 x 100m, la superficie útil para producir es de 8250m.²

En sandía, los marcos de plantación más comunes son los de 2 x 2 m y 4 x 1 m. El inconveniente del primer marco es que las sandías cubren la superficie muy pronto y no tienen suficiente espacio para desarrollar suficientes flores femeninas ya que, éstas se forman a partir de la quinta o sexta coyuntura. El segundo marco de plantación es el más usual y el que se va a utilizar, debido a que es el más apropiado puesto que cada planta de sandía tiene 2 metros hacia cada lado para poder desarrollarse bien y producir suficientes flores femeninas en sus rastreras. Además de que se aprovecha mejor el agua de riego puesto que los ramales de los goteros se colocan pareados por la línea del cultivo.

Los rendimientos mostrados en la Tabla 3 son aproximados, debido a que son datos que dependen de muchos factores, se podría llegar a mayor producción dependiendo de la duración del ciclo de cultivo por parte del pimiento y en sandía se podrían llegar a alcanzar rendimientos mayores, pero al sembrar a principios de febrero, el cultivo no va a tener condiciones de temperatura óptimas para su desarrollo.

Cultivo	Rendimiento (kg/m ²)	Superficie (m ²)	Producción estimada (Kg)		
			Mínima	Media	Máxima
Pimiento	7-11	8250	57750	70125	90750
Sandía	5-11	8250	41250	57750	90750

Tabla 3. Tabla de rendimientos esperados por cultivo. (Fuente: Elaboración propia).

2. PROCESO PRODUCTIVO

2.1 Labores y operaciones de cultivo

2.1.1 Pimiento

2.1.1.1 Fase de semillero

Se emplean bandejas de poliestireno que previamente han sido desinfectadas. El proceso es el siguiente:

En primer lugar, se mezcla turba con arena en proporción 1:1, con esta mezcla se llenan las bandejas de poliestireno y se distribuyen sobre la superficie del invernadero. El siguiente paso es realizar la siembra del cultivo de pimiento california. La duración del proceso se extiende en uno 40 días, más o menos, durante este proceso el semillero se encargará de realizar todos los cuidados que requiera la planta como su abonado correspondiente y su control de plagas y enfermedades.

2.1.1.2 Fases de cultivo definitivo

➔ Labores preparatorias del terreno:

Previamete antes de plantar se habrán retirado los plásticos usados para la solarización, cada dos años se realizará un estercolado antes de plantar para aportar materia orgánica al suelo. Se colocarán las tuberías de riego a una distancia entre líneas de 1 metro y los goteros a 0,5m.

➔ Labores sobre el suelo y operaciones de cultivo:

- Una vez colocado el sistema de riego por goteo, se procederá a apartar la capa superficial de arena, para posteriormente realizar un agujero con una barra punzante para plantar el cepellón en la tierra.
- Una vez trasplantada la cosecha con el marco de plantación previsto, se realizará un riego de arraigo. Durante los días siguientes es conveniente hacer un seguimiento del cultivo para llevar a cabo la reposición de marras.
- Una vez por semana se escardará la tierra para eliminar manualmente las malas hierbas que puedan hacerle competencia al cultivo.
- Se realizará un tutorado tradicional, que consiste en colocar hilos de polipropileno (rafia) perpendicularmente al cultivo sujetados en los extremos de las líneas de cultivo por tubos de acero, estos hilos se irán añadiendo conforme el cultivo vaya creciendo y se sujetarán cada dos metros con otros

hilos de forma vertical cada 1,5-2 metros que irán sujetos al emparrillado del invernadero y se cruzarán con los hilos horizontales para dar fuerza a la estructura. Esta técnica es imprescindible ya que la planta es muy frágil y se parten los tallos con mucha facilidad.

- Es recomendable realizar de vez en cuando una defoliación de las hojas secas.
- Se debe realizar un aclareo o destallado, eliminando las ramas inferiores que dificultan el desarrollo del resto de tallos de la planta. No se debe hacer de forma drástica ya que la propia vegetación de la planta evita la radiación directa sobre el fruto.
- Otra técnica de manejo es el aclareo de los frutos que nacen en la cruz de la planta, con el fin de obtener frutos de mayor calidad y calibre, más precoces y uniformes.
- Riegos se realizan en función de la evapotranspiración del cultivo y de una serie de condicionantes climáticos.
- Fertirrigaciones para mejorar el desarrollo del cultivo, se aplica en función de las necesidades del cultivo y de la cantidad de fertilizantes que tenga el suelo.
- Tratamientos fitosanitarios se emplean para tratar las enfermedades que no sean combatidas con enemigos naturales.
- Recolección y labores posteriores necesarias.

2.1.2 Sandía

2.1.2.1 Fase de semillero

El proceso es muy similar al del pimiento, se emplean bandejas de poliestireno que previamente han sido desinfectadas. El proceso es el siguiente:

En primer lugar, se mezcla turba con arena en proporción 1:1, con esta mezcla se llenan las bandejas de poliestireno y se distribuyen sobre la superficie del invernadero. El siguiente paso es realizar la siembra del cultivo de sandía. La duración del proceso se extiende en uno 25 días, más o menos, durante este proceso el semillero se encargará de realizar todos los cuidados que requiera la planta como su abonado correspondiente y su control de plagas y enfermedades.

2.1.2.2 Fases de cultivo definitivo

➔ **Labores preparatorias del terreno:**

El cultivo de sandía se trasplantará justo después de haber arrancado la plantación de pimiento en el invernadero, tras arrancar las plantas de pimiento, se agruparán las tuberías de goteo de forma que cada fila de sandías tendrá 4 tuberías de riego, dos a cada lado pareadas. El marco de plantación será de 4 metros entre líneas y de 1 metro separación de una sandía con la siguiente.

➔ **Labores sobre el suelo y operaciones de cultivo:**

- Una vez colocado el sistema de riego por goteo, se procederá a apartar la capa superficial de arena, para posteriormente realizar un agujero con una barra punzante para plantar el cepellón en la tierra.
- A la vez que se realiza el trasplante, se colocará una manta térmica por encima del cultivo para aportarle calor y evitar la entrada de plagas, esta manta se retirará aproximadamente, a los 18 días del trasplante.
- Una vez trasplantada la cosecha con el marco de plantación previsto, se realizará un riego de arraigo. Durante los días siguientes es conveniente hacer un seguimiento del cultivo para llevar a cabo la reposición de marras.
- Una vez por semana se escardará la tierra para eliminar manualmente las malas hierbas que puedan hacerle competencia al cultivo.
- Al tratarse de un cultivo rastrero, no se producirá ningún tipo de tutorado, simplemente a las dos semanas del trasplante, se realizará una poda de castración de las puntas de las rastras más desarrolladas y posteriormente se extenderán dichas rastras en línea recta para que aprovechen los 4 metros de espacio que tienen entre una línea y otra para crecer.
- A los 40 días de haber trasplantado, teniendo una floración considerable se introducirán en el invernadero colmenas de abejas para la polinización.
- Riegos se realizan en función de la evapotranspiración del cultivo y de una serie de condicionantes climáticos.
- Fertirrigaciones para mejorar el desarrollo del cultivo, se aplica en función de las necesidades del cultivo y de la cantidad de fertilizantes que tenga el suelo.
- Tratamientos fitosanitarios se emplean para tratar las enfermedades que no sean combatidas con enemigos naturales.
- Recolección y labores posteriores necesarias

2.2 Plagas y enfermedades

- **PIMIENTO**

➔ **PLAGAS:**

- **Trips (*Frankliniella occidentalis*)**

El trips es una especie muy polífaga, los daños que producen son de orden directo o inmediato, por un lado, puede generar picaduras de alimentación y hendiduras de puestas, por otro lado, transmisión del virus del Bronceado del Tomate (TSWV), de gran agresividad.

Las picaduras tanto de larvas como de adultos, las realizan sobre los tejidos de la planta para succionar la solución nutritiva, puede ser tanto en hojas, como en tallos como en frutos. Al realizar la extracción quedan como grupos celulares vacíos que son llenados posteriormente por aire, tomando colores plateados que cambian después a pardo-marrón por necrosis del tejido afectado. Dependiendo de cómo se realice la recolección del fruto puede ser muy llamativa la necrosis o no. Si el fruto se recoge en verde antes de madurar, el síntoma es menos perceptible que si se recolecta con el fruto maduro de color rojo, el contraste es muy evidente y esto provoca una pérdida de valor económico del fruto.

Los mayores problemas de trips se producen de diciembre en adelante cuando el nivel de orius laegevatus ha bajado y las poblaciones de trips son más elevadas.

- **Araña roja (*Tetranychus urticae*).**

La araña roja es un ácaro tetraníquido y una plaga muy común en los cultivos hortícolas.

Se desarrolla en el envés de las hojas causando decoloraciones, punteaduras o manchas amarillentas que pueden apreciarse en el haz como primeros síntomas. Posee un aparato bucal, que está compuesto por un par de quelíceros con los que se alimenta de los tejidos superficiales de la planta. Al succionar los jugos celulares, provoca las manchas amarillas que se aprecian en el haz como primeros síntomas y finalmente se visualizan deformaciones en las zonas más afectadas, disminuyendo la capacidad fotosintética del tejido de la hoja.

Cuando la colonia está muy desarrollada, los ácaros forman telas con hilos de seda que pueden llegar a cubrir partes enteras de la planta, reduciendo el área fotosintética. Una vez que la población de araña crea la telaraña es complicado

conseguir erradicarla y que la planta siga viva. Estos daños lo provocan tanto las larvas, como las ninfas y los adultos.

Las temperaturas elevadas acompañadas de una escasa humedad relativa favorecen el desarrollo de la plaga.

- **Araña blanca** (*Polyphagotarsonemus latus*).

La araña blanca es un ácaro polífago, que afecta principalmente al cultivo de pimiento, también se ha detectado en menor medida en otros cultivos como pepino, judía y berenjena.

Los ataques de este ácaro afectan principalmente a los brotes y hojas tiernas de la planta. Producen deformaciones de los tejidos, debido a la muerte de las células perforadas, produciendo un rizado en las hojas apicales. En ataques fuertes se pueden producir daños en los frutos debido a una necrosis peduncular o deformaciones, y si el ataque es muy grave, la planta puede tomar un color marrón y parar su crecimiento.

Los ataques de araña blanca se distribuyen por focos dentro del invernadero, y al igual que la araña roja, con temperaturas altas y humedades bajas favorecen su dispersión.

- **Pulgón** (*Aphis gossypii* y *Myzus persicae*)

El pulgón es conocido por los agricultores como “piojo”, presenta un polimorfismo con hembras aladas y ápteras de reproducción vivípara. Los dos tipos de pulgón se pueden diferenciar por el color de sus sifones, el *Aphis gossypii*, sus formas ápteras tienen los sifones de color negro con el cuerpo verde o amarillento, mientras que las de *Myzus* son completamente verdes, pudiéndose ver en ocasiones pardas o rosadas. Forman colonias, se dispersan principalmente en primavera y otoño mediante hembras aladas.

Es muy importante evitar la aparición de hormigas en el invernadero porque pueden desarrollar una colaboración con los pulgones. Las hormigas recolectan de la cauda de los pulgones la melaza que les sirve a estas como fuente de alimento, a la vez que los defienden de sus enemigos naturales. Además, extienden la plaga a lo largo del cultivo con el fin de seguir alimentándose con la melaza.

- **Mosca blanca** (*Bemisia tabaci* o *Trialeurodes vaporariorum*)

Las moscas blancas pertenecen al grupo de los homópteros, son chupadoras de savia. Es muy raro encontrar la especie de *Trialeurodes vaporariorum* en pimiento.

La *Bemisia tabaci* es una especie muy dañina en el cultivo del pimiento, tanto los adultos como las ninfas, tienen un aparato bucal picador-chupador con el que se

alimentan de la planta, introduciendo el aparato bucal y succionándole los jugos. Como no pueden asimilar todo el contenido de azucres de la savia, lo expulsan en forma de gotas de melaza por toda la superficie de la planta. Con poblaciones altas de mosca blanca en el cultivo, sobre la melaza se pueden desarrollar hongos, “la negrilla”, dañando tanto los frutos como las hojas. Este tipo de daño deprecia el valor de los frutos considerablemente cuando las poblaciones son elevadas.

Con altas temperaturas y humedades relativas bajas, el desarrollo de la plaga es muy precoz.

Además, la *Bemisia tabaci* es vector de virus vegetales que, si no se controla bien puede producir daños muy importantes en la producción, como el virus de la cuchara (TYLCV) en tomate, o el virus de las venas amarillas (CVYB) en pepino.

- **Nematodos (*Meloidogyne spp.*)**

Los nematodos atacan prácticamente a todos los cultivos hortícolas, produciendo los típicos nódulos en las raíces, recibe el nombre común de “batatilla”. Penetran en las raíces desde el suelo. Las hembras como son fecundadas, se llenan de huevos tomando un aspecto globoso dentro de las raíces. Además, se produce una hipertrofia en los tejidos de la planta. Estos daños producen la obstrucción de vasos y la absorción por las raíces, lo que es lo mismo, se producirá un desarrollo menor de la planta y la aparición de síntomas de marchitez en verde en las horas más fuertes de calor, clorosis y enanismo. Se distribuyen por rodales y se transmiten con mucha facilidad, con el calzado, con los aperos, con cualquier medio de transporte de tierra y por el agua de riego. Otro problema grave que pueden llegar a producir los nematodos es que interaccionan muy bien con otros organismos patógenos, bien de manera activa (como vectores de virus), bien de manera pasiva facilitando la entrada de hongos y bacterias por algún tipo de herida que hayan provocado.

- **Gusano del alambre (*Agriotes lineatus*)**

Pertenecen a la familia de los coleópteros, sus adultos miden de 6 a 12 cm de longitud, son de color oscuro y de forma alargada. Las larvas son de color pardo dorado, parecidas a los ciempiés, su forma es cilíndrica y cuerpo rígido.

Producen galerías en las raíces de las plantas, provocan heridas que más tarde son colonizadas por distintos hongos del suelo causando enfermedad.

- **Lepidópteros (*Spodoptera exigua*, *Spodoptera litoralis*, *Heliothis armígera*, *Heliothis peltigera*, *Chrysodeixis chalcites*, *Atutographa gamma*)**

La mayoría de los lepidópteros plaga aparecen en los cultivos de hortícolas en la zona de Almería, pertenecen a la familia Noctuidae. Son pequeñas mariposas nocturnas, que causan graves daños al cultivo sobre todo en estado larvario.

La diferencia más importante entre especies es el número de falsas patas *abdominales* en el estado larvario, cinco en *Spodoptera* y *Heliothis* y dos en *Autographa* y *Chrysodeixis*, o en forma de desplazarse en *Autographa* y *Chrysodeixis* arqueando el cuerpo (orugas camello).

La biología de estas especies es bastante similar, pasando por estrados de huevo, 5-6 estados larvarios y pupa. Depositan los huevos en las hojas, *Spodoptera*, mientras que las demás especies lo hacen de forma aislada. Los daños son causados por las larvas al alimentarse.

Los daños se clasifican por daños a la planta ocasionados por *Spodoptera* y *Chrysodeixi*, daños a los frutos producidos por *Heliothis* y *Spodoptera*, y los daños ocasionados en los tallos que pueden llegar a cegar a las plantas, son causados por *Heliothis* y *Ostrinia*.

Cochinillas (*Pseudococcus affinis*)

Aprovechan las malas hierbas para desarrollarse e introducirse en el cultivo dentro del invernadero.

Los daños directos producidos van desde la inyección de saliva a la extracción de savia de la planta, estos daños frenan el crecimiento y ocasionan deformaciones en los órganos en crecimiento.

Los daños indirectos se deben fundamentalmente a la melaza que segregan tanto las hembras como las larvas que depositan sobre las hojas y frutos, esta melaza favorece la aparición de hongos saprófitos productores de la negrilla (*Cladosporium sp.*) La capacidad fotosintética de la hoja afectada por el hongo queda muy reducida.

Las picaduras de las larvas y de las hembras provocan deformaciones foliares, que se manifiestan por recubrimientos del limbo hacia el envés y ligeros abullonados en el haz.

Su desarrollo y multiplicación más elevada se produce con temperaturas entre 25-30°C y humedades relativas elevadas. Son muy polífagas, las hembras depositan los huevos bajo los filamentos algodonosos que cubren su cuerpo.

➔ ENFERMEDADES

- **Tristeza o seca del pimiento (*Phytoptora capsici*)**

Es la enfermedad criptogámica y bacteriana más específica y más grave de todas las que afectan al cultivo de pimiento.

Ataca a las plantas en cualquier estado vegetativo, tanto en estado de planta joven como en adulta, el período de fructificación es muy crítico y propicio para recibir el ataque. Lo normal es que la infección tenga lugar mucho antes de que los primeros síntomas externos de la planta sean perceptibles.

Normalmente, el hongo inicia los ataques en el cuello de la planta, estos daños se visualizan con la mancha de color oscura que afecta a todo el tallo, dificultando la circulación de la savia que queda interrumpida y provoca que la planta se marchite rápidamente. La infección primaria también se puede ocasionar por el sistema radicular, el hongo invade las raicillas y va progresando, poco a poco, hasta que llega a afectar a las raíces principales.

En ocasiones, dado a que es un hongo del suelo, las salpicaduras de tierra contaminada, causadas simplemente por gotas de agua, pueden proporcionar la infección en otros órganos de la planta como pueden ser los frutos más inferiores e incluso a zonas del tallo, ramas y hojas.

Si el riego es por goteo los problemas se reducen ya que, la distribución de la infección se presenta, en parcelas regadas a pie siempre por hileras más que por rodales, debido a que el hongo se difunde a través del agua, por tanto, en riego a pie va a ser mucho más perjudicial que por goteo.

- **Podredumbre gris (*Botrytis cinerea*)**

Parásito que ataca a una gran cantidad de especies vegetales, afectando a todos los cultivos hortícolas protegidos, se puede comportar como parásito y como saprofita. En plántulas produce damping-off. Produce lesiones de color pardo en hojas y flores. En los frutos tiene lugar una podredumbre blanda (más o menos acuosa, según el tejido vegetal), en los que se observa el micelio gris del hongo.

Las principales fuentes de inóculo las constituyen las conidias y los restos vegetales que se dispersados por el aire, gotas de condensación en el plástico del invernadero, salpicaduras de lluvia, y por el agua de riego. La temperatura, la humedad relativa influyen en la enfermedad de forma conjunta o separada. Las humedades relativas muy elevadas facilitan la presencia del hongo. La humedad relativa óptima para la enfermedad oscila alrededor del 95% y la temperatura entre 17°C y 23°C. Los pétalos infectados y desprendidos actúan dispersando el hongo, así como las esporas de los tallos infectados que son dispersadas por el aire.

- **Podredumbre blanca (*Sclerotinia sclerotiorum*)**

Hongo polífago que ataca a casi todas las especies hortícolas. Al igual que la Botrytis cinerea, en plántulas produce damping-off. En planta produce una podredumbre blanda acuosa al principio que se puede secar más o menos dependiendo de la succulencia de los tejidos afectados, cubriendose de un abundante micelio algodonoso de color blanco, observándose la presencia de un gran número de esclerocios, blancos al principio, que serán negros más tarde. Los ataques al tallo con frecuencia colapsan la planta, que muere con rapidez, observándose los esclerocios en el interior del tallo.

- **Oidiopsis (*Leveillula taurica*)**

En un parásito de desarrollo semi-interno, los conidióforos salen al exterior a través de los estomas. El hongo expresa síntoma y signo en las hojas, generalmente comienza por las hojas de abajo. Se forman manchas amarillas (cloróticas) con el centro oscuro en el haz, al dar la vuelta a la hoja en esas manchas se desarrolla un moho pulverulento de color blanco (signo de enfermedad). A veces, cuando las condiciones climáticas son muy favorables para el desarrollo del hongo, se forma el moho en el haz de la hoja.

Causa defoliación anticipada, los frutos quedan expuestos al sol y aparecen síntomas por escaldaduras.

Con temperaturas de 25°C son condiciones óptimas de desarrollo y si son superiores a 30°C provocan un desarrollo más rápido de los síntomas. Las esporas son transportadas por el viento.

- **Damping-off (*Phytophthora spp.*, *Pythium spp.*, *Rhizotonia solani*)**

Los distintos síntomas varían según el estado de desarrollo de la planta.

Pre-emergencia: las semillas no germinan, se pudren.

Pos-emergencia (estado de plántula): se forman lesiones acuosas, manchas de color marrón alrededor del tallo, cercano al suelo tanto por encima como por debajo de la línea del suelo. La parte basal del tallo se contrae y queda más fino que la parte superior, esto provoca que la planta no pueda sostenerse, cae y muere. El sistema radicular se oscurece y se pudre. El estado de plántula es el más susceptible a la enfermedad, aun así, puede causar enfermedad en plantaciones más viejas, produciendo clorosis y marchitamiento.

La mayoría de estos patógenos sobreviven mucho tiempo en el suelo.

Generalmente las altas humedades de suelo y temperaturas cálidas favorecen su

crecimiento y desarrollo. En trasplantes de pimiento es enero y febrero provocan unas pérdidas importantes.

- ***Sclerotium rolfsii***

El primer síntoma es una lesión acuosa y oscura en la parte baja del tallo cercano al suelo, al poco tiempo se produce sobre la lesión un micelio blanco muy tupido que puede extenderse sobre el suelo y afectar a las plantas de alrededor. Incrustado en el micelio aparecen los esclerocios redondos, pequeños y al principio de color claro, posteriormente se vuelven de color oscuro y se endurecen. En la parte aérea la planta muestra síntomas de amarillez y marchitez.

El hongo sobrevive en el suelo de un año a otro en forma de esclerocios. Los suelos ácidos, con temperaturas cálidas y con un alto nivel de humedad relativa favorecen el desarrollo de la enfermedad.

- ***Mancha gris (Stemphylium solani)***

Se producen manchas circulares u ovales con centros blancos grisáceos de hasta 5 mm de diámetro, a veces se llega a confundir con daño por fitotoxicidad. En los tallos cerca de la zona del cuello, pueden aparecer lesiones en forma de estrías longitudinales de 1-2 mm de ancho con bordes marrón rojizo.

Los daños se suelen producir por la caída de agua libre sobre el cultivo, bien por aspersión, rocío o lluvia. La enfermedad es grave en condiciones de alta humedad y días nublados. Tanto el viento como las salpicaduras de la lluvia son medios de dispersión, sobre todo en viveros donde se usa microaspersión. Puede sobrevivir como saprófito en restos vegetales, melazas o solanáceas silvestres.

➔ VIRUS

El pimiento ha sido una de las plantas hortícolas que más ha sufrido la incidencia de enfermedades de etiología viral.

En España, se han diagnosticado 7 variedades de virus en pimiento, aunque no todos con la misma importancia. La incidencia del virus depende de diversos factores, entre los cuales cabe señalar las condiciones ambientales. La sintomatología dependerá del momento en el cual se sufre la infección, siendo más grave cuando le ataque en un estado vegetativo temprano.

En invernadero, se pueden encontrar con más frecuencia el Moteado suave del pimiento (*Pepper mild mottle virus*, PMMV); conocido antiguamente como una raza del virus del Mosaico del tabaco (*Tobacco Mosaic virus*, TMV); el Mosaico del tomate

(*Tomato Mosaic virus*, ToMV); el virus Y de la patata (*Potato virus Y*, PVY) y el virus del Bronceado del tomate (*Tomato spotted wilt virus*, TSWV).

Al aire libre lo son el PVY, el Mosaico del pepino (*Cucumber Mosaic virus*, CMV) y el TSWV.

Manifestación y forma de transmisión de los virus citados.

- VIROSIS DE TRANSMISIÓN MECÁNICA.

Este tipo de transmisión hace que su incidencia sea grave en cualquier tipo de cultivo, pero tanto más en invernadero donde la elevada densidad de plantación y las labores culturales favorecen su diseminación. A esto se le une su transmisión por semillas y su gran persistencia en restos vegetales del suelo.

- **ToMV** (*Tomato Mosaic Virus*) (*Virus del Mosaico del Tomate*) produce mosaico y distorsión de hojas, depresión del crecimiento, reducción de grosor del fruto y manchas y deformaciones en él. Se transmite de forma mecánica y por semillas.
- **PMMV** (*Pepper Mild Mottle Virus*) (*Virus del moteado suave del pimiento*) produce como síntoma en fruto, reducción del tamaño, manchas, abultamientos e incluso áreas necróticas y deprimidas. En la planta los síntomas son poco evidentes, puede aparecer un ligero mosaico y una reducción del crecimiento. Se transmite por semillas, de forma mecánica y por el suelo.

ToMV	Síntomas en hojas: - Mosaico verde claro-amarillo - Reducción del crecimiento	Síntomas en frutos: - Deformación con abollonaduras - Necrosis
		Síntomas en hojas: - Mosaico foliar (manchas verde oscuro), a veces muy sauvés

- VIROSIS TRANSMITIDAS POR ÁFIDOS

Otro gran grupo lo constituyen las virosis transmitidas por áfidos, entre las que se encuentra:

- **CMV (*Cucumber Mosaic Virus*) (Virus del Mosaico del Pepino)** virus polivalente que aparece en diversos cultivos. Los síntomas en campo comienzan con un mosaico y clorosis difusa, rizamiento de los nervios, estrechamiento y distorsión de las hojas. Los frutos presentan manchas cloróticas anilladas o de color verde oscuro, deformaciones y reducción del tamaño.

Entre los agentes transmisores pueden citarse más de 75 especies, considerándose como más eficientes *Myzus persicae* y *Aphis gossypii*. La transmisión es muy rápida, recogiendo el pulgón el virus en unos segundos, meramente en “la prueba” que realiza el insecto previo a su alimentación, e infectando la siguiente planta también en breves minutos. Este tipo de transmisión conocida como “no persistente” dura tan poco que, aunque se realice un tratamiento contra el insecto, antes de morir ya ha infectado la nueva planta.

Otra fuente de inóculo la constituyen las plantas silvestres.

- **PVY (*Potato Virus Y*) (Virus Y de la Patata)** este es otro de los virus más importantes en pimiento que presenta el mismo tipo de transmisión que el anterior. Causa un mosaico típico con bandeados de venas oscuros en las hojas. Moteado y rizado de hojas apicales, necrosis de nervios por el envés de las hojas, necrosis de peciolos con caída de hojas. Necrosis apicales e incluso necrosis en tallo. Deformaciones y manchas diversas aisladas que presentan variedad de sintomatología.

CMV

Síntomas en hojas:

- Mosaico verde claro-amarillento en las hojas apicales
- Clorosis difusa
- Filimorfismo
- Rizamiento de los nervios

Síntomas en frutos:

- Reducción del tamaño
- Anillos concéntricos y líneas irregulares con la piel hundida.

PVY

Síntomas en las hojas:

- Necrosis de los nervios
- Defoliaciones
- Manchas verde oscuro junto a los nervios

Síntomas en frutos:

- Manchas
- Necrosis
- Deformaciones

- VIROSIS TRANSMITIDAS POR TRIPS.

Dentro de este grupo se encuentra el virus más importante por las pérdidas económicas que produce en pimiento.

- **TSWV** (Tomato Spotted Wilt Virus) (Virus del Bronceado del Tomate) el vector es *Frankliniella occidentalis*, tiene una gran predilección por las flores de pimiento donde se esconde y alimenta de su polen. La transmisión es de tipo persistente, son las larvas las que toman el virus al alimentarse sobre plantas enfermas, pero es el adulto el que realiza la infección. El virus se multiplica en el interior del insecto.

La sintomatología es muy variable, desde las típicas líneas sinuosas y manchas anilladas de tonos amarillos sobre las hojas, a mancas necróticas, necrosis y muerte apical. Los frutos se desarrollan menos y presentan unas típicas manchas anilladas de colores diversos.

TSWV

Síntomas en las hojas:

- Anillos cloróticos/necróticos
- Fuertes líneas sinuosas de color más claro sobre el fondo verde
- A veces necrosis apical del tallo

Síntomas en frutos:

- Manchas irregulares
- Necrosis
- Manchas redondas de color amarillo
- En ocasiones anillos concéntricos

➔ DAÑOS FISIOLÓGICOS (Fisiopatías)

- Blossom-end rot o Podredumbre apical

La podredumbre apical aparece como una pequeña mancha acuosa de color marrón claro en el extremo distal del fruto. A medida que crece el fruto, la mancha se hace más grande.

Esta podredumbre es causa por una deficiencia de calcio en el fruto. El calcio al tratarse de un elemento poco móvil, se ve afectado por fluctuaciones en el riego, como pueden ser: un alto contenido en sales, alta humedad relativa y fertilización con nitrógeno amoniaco son condiciones predisponentes para la aparición de los síntomas.

Cuando se produce una subida de temperatura, la planta reclama agua y contenido en calcio, este momento de estrés provoca esta podredumbre en el fruto.

Otras causas importantes son la asfixia radicular y los problemas de salinidad en el suelo que bloquean las raíces de las plantas.

- Rajado del fruto

Se produce por aportes irregulares de agua y/o altos niveles de humedad relativa en frutos maduros. Se ve reflejado por un hinchamiento del mesocarpio debido a un exceso de agua que provoca la rotura de la epidermis. La sensibilidad al rajado depende de la variedad del cultivo.

Otra causa importante del rajado del fruto es el abonado, el equilibrio en el riego es muy importante para que no haya variaciones importantes en el contenido del agua en el suelo. Un desequilibrio del abonado potásico provocaría este fenómeno.

- **Partenocarpia** (“galleta” nombre vulgar en la provincia de Almería)

Desarrollo de frutos sin semilla ni placenta, suele producirse cuando los frutos cuajan con temperaturas muy elevadas.

- **Stip**

Manchas cromáticas producidas en el pericarpio debido al desequilibrio metabólico en los niveles de calcio y magnesio. La sensibilidad del fruto va a depender de la variedad del cultivo.

- **Asfixia radicular**

El cultivo del pimiento es una de las especies más sensibles a esta fisiopatía. Debido a un exceso de humedad en el suelo se produce la muerte de plantas, se manifiesta por una pudrición de toda la parte inferior de la planta.

- **Sun calds o quemaduras de sol**

Los síntomas son manchas de color claro y hundido, que aparecen sobre los frutos que están expuestas directamente a los rayos de sol. Hongos y bacterias invaden el tejido e intervienen en el deterioro del fruto.

• **SANDÍA**

➔ **PLAGAS**

Las plagas en el cultivo de sandía son las mismas que las anteriormente mencionadas para el cultivo de pimiento.

➔ **ENFERMEDADES**

- **Ceniza u Oidio de las Cucurbitáceas** (*Sphaerotheca fuliginea*)

Los síntomas que definen a esta enfermedad son manchas pulverulentas de color blanco en la superficie de las hojas (haz y envés) que van cubriendo todo el aparato vegetativo llegando a invadir la hoja entera, también afecta a peciolos y tallos e incluso a frutos cuando sufren ataques muy fuertes. Las hojas y tallos se vuelven de color amarillento y se secan.

Tanto las malas hierbas como otros cultivos de cucurbitáceas, así como restos de cultivos serían las fuentes de inóculo. El viento transporta las esporas y así dispersan la enfermedad.

La humedad relativa óptima para la enfermedad es del 70% y la temperatura de 26°C.

- **Chancro gomoso del tallo**

En plántulas afecta principalmente a los cotiledones en los que produce unas manchas parduscas redondeadas, en estas manchas se observan puntitos negros y marrones distribuidos en forma de anillos concéntricos. El cotiledón afectado por la enfermedad, termina por secarse produciendo lesiones en la zona de la inserción de éste con el tallo. En el tallo produce una lesión beige, recubierta de picnidios y/o peritecas, con frecuencia se producen exudaciones gomosas cercanas a la lesión. Provoca marchitez y muerte de la parte aérea de la planta. Se puede transmitir por semillas, las esporas pueden sobrevivir en el suelo o en los tallos y en la estructura del invernadero. Los puntos frecuentes de infección son las heridas de podas y los injertos.

Las temperaturas de desarrollo óptimo de la enfermedad oscilan entre 23-25°C, favorecido por humedades relativas elevadas, así como exceso de abono nitrogenado. Altos niveles de intensidad lumínica disminuyen la enfermedad.

➔ VIRUS

- **MNSV** (*Melon Necrotic Spot Virus*) (*Virus del Críbado del Melón*) provoca unos síntomas en las hojas, necrosis de los nervios y necrosis en forma de pequeñas manchas en el limbo, y necrosis en los frutos formando unas placas necróticas y necrosis internas.

Se transmite por hongos del suelo (*Olpidium radicale*), y por semillas (solo con presencia de *Olpidium* en el suelo).

- **VIROSES TRANSMITIDAS POR ÁFIDOS**
- **ZYMV** (*Zucchini Yellow Mosaic Virus*) (*Virus de Mosaico Amarillo del Calabacín*) en las hojas produce un mosaico con abollonaduras, además de un filimorfismo y amarilleo con necrosis en limbo y peciolo. Al igual que en las hojas, provoca abollonaduras en los frutos, además de una reducción del crecimiento y grietas externas.
- **CMV** (*Cucumber Mosaic Virus*) (*Virus del Mosaico del Pepino*) transmitido por pulgones, provoca un mosaico fuerte en las hojas, reduciendo el crecimiento y abortando flores, en los frutos provoca un moteado.
- **WMV-2** (*Watermelon Mosaic Virus-2*) (*Virus de Mosaico de la Sandía*) a diferencia del CMV, provoca mosaicos suaves y deformaciones en el limbo. También se transmite por pulgones.

MNSV

Síntomas en hojas:

- Necrosis de los nervios y necrosis en forma de pequeñas manchas en el limbo

Síntomas en frutos:

- Placas necróticas y necrosis internas.

ZYMV

Síntomas en hojas:

- Mosaico con abolladuras
- Filimorfismo
- Amarilleo con necrosis en limbo y peciolo

Síntomas en frutos:

- Abolladuras
- Reducción el crecimiento
- Grietas externas

CMV

Síntomas en hojas:

- Mosaico fuerte
- Reducción del crecimiento
- Aborto de flores

Síntoma en frutos:

- Moteado

WMV- 2

Síntomas en hojas:

- Mosaicos muy suaves y deformaciones en el limbo

No presenta síntomas en frutos

➔ DAÑOS FISIOLÓGICOS (Fisiopatías)

- Aborto de frutos

El aborto de los frutos se puede deber a varias causas: un excesivo vigor de la planta, falta de riego o mal manejo del abonado, una elevada humedad relativa, etc.

- Rajado del fruto

Cuando los frutos son pequeños se rajan por un exceso de humedad ambiental ocasionado por un cambio brusco de temperatura o una mala ventilación. Otra causa de rajado, pero en menor medida, son los valores de conductividad en el suelo.

- **Asfixia radicular**

Se produce la aparición de raíces adventicias y marchitamiento general de la planta por un exceso de humedad, esto suele ser causa de un exceso de riego, que provoca una falta de oxígeno en el suelo. Tiene mayores riesgos en suelos demasiado arcillosos y con mal drenaje, y en suelos o agua de riego con alta salinidad.

2.3 Control de plagas y enfermedades

El objetivo principal es prevenir antes que curar. Una vez que se ha instalado una plaga o una enfermedad en el cultivo todo se reflejará en pérdidas para el agricultor en forma de pérdida de calidad y disminución de la producción en la cosecha. Para realizar un buen control, disponemos de diferentes sistemas:

- **Métodos indirectos.** Se basan en elegir variedades resistentes a las enfermedades más importantes que se producen en campo y más deficitarias para el desarrollo del cultivo, estas se obtienen gracias a la mejora genética vegetal. Compra de semillas tratadas y asegurarnos que sean de buena calidad y sin enfermedades.
- **Métodos culturales.** Son prácticas o labores preventivas, como:
 - Modificación de la fecha de siembra para conseguir evitar la nascencia de la planta en épocas propensas a la presencia de plagas perjudiciales.
 - Uso de cultivos trampa o cebo para luchar contra los enemigos naturales.
 - Cultivar plantas que sirvan de reservorio de fauna beneficiosa como parasitoides y depredadores naturales de plagas y patógenos.
 - Evitar encharcamientos y niveles altos de humedad y temperatura que favorezcan la aparición y desarrollo de hongos y nematodos.
 - Realizar rotaciones de cultivos para limitar los hospedadores.
 - Aplicar solarización o biofumigación.
- **Métodos biológicos.** El control biológico consiste en la suelta de agentes biológicos como parasitoides y depredadores que acaben con los agentes plaga.
- **Métodos biotécnicos.** Se produce mediante la suelta de machos estériles o la colocación de feromonas de confusión sexual para controlar los períodos de reproducción de los insectos perjudiciales para las plantas.

El objetivo principal deber ser una buena coordinación entre métodos, realizar una buena lucha sistemática, integrada y biológica, con estas tres técnicas se conseguirá en mayor medida un buen control del cultivo.

A continuación, se explica el control preventivo, técnicas culturales, control biológico y químico correspondientes a cada enfermedad tanto de pimiento como de sandía.

- **Araña roja**

Control preventivo y técnicas culturales

- En parcelas con historial de araña roja, es conveniente realizar antes del trasplante una desinfección completa de todas las estructuras del invernadero, en el suelo, y en la maquinaria y aperos que se usan dentro en él.
- Eliminación de las malas hierbas y restos de cultivo tanto dentro como fuera del invernadero.
- Evitar excesos de nitrógeno.
- Seguimiento del cultivo durante las primeras fases de desarrollo.

Control biológico mediante enemigos naturales

Los principales depredadores de huevos, larvas y adultos de araña roja son:

- *Phytoseiulus persimilis*: Depredador especializado en ácaros tetránquidos. Son de color rojo intenso, sus patas son largas y en cultivos en invernadero no sobreviven en ausencia de presa.
- *Amblyseius californicus*: Es de color amarillo crema, tiene las patas cortas y es menos eficaz que el mencionado anteriormente, sin embargo, sobrevive más tiempo en ausencia de presa.
- *Amblyseius andersoni*: Depredador polífago que se alimenta de diferentes especies de araña roja.
- *Feltella acarisuga*: (especie autóctona) los adultos no son depredadores, pero volando son capaces de detectar los focos de araña roja.

Control químico

Materia activa	Dosis	Presentación del producto
Acrinatrin 15%	0,02-0,04 %	Concentrado emulsionable
Amitraz 20%	0,10-0,30 %	Concentrado emulsionable
Fenpropatrin 10%	1,25-1,5 L/ha	Concentrado emulsionable
Flufenoxuron 10%	0,05-0,10 %	Concentrado dispersable
Piridaben 20%	0,10%	Polvo mojable

Tabla 4. Control químico Araña roja. (Elaboración propia con tabla de Infoagro).

- **Araña blanca**

Control químico

Para el control de la araña blanca el mejor químico es el azufre.

Materias activas: azufre coloidal, azufre mojable, azufre micronizado, azufre sublimado, azufre molido, azufre micronizado + dicofol, abamectina, aceite de verano, amitraz, bromopropilato, diazinon, dicofol, permanganato potásico + azufre micronizado, propargita, tedradifon, endosulfan + azufre.

- **Mosca blanca**

Control preventivo y técnicas culturales

- Colocación de mallas en todas las bandas y ventanas cenitales del invernadero.
- Limpieza de malas hierbas y restos de cultivo tanto dentro como fuera del invernadero.
- No asociar cultivos en el mismo invernadero.
- Seguimiento continuado durante toda la vida del cultivo, si se abandonan los brotes al final del ciclo, los adultos de mosca blanca irán a los brotes jóvenes.
- Colocación de trampas cromáticas amarillas.
- Poner dobles puertas en el invernadero para intentar evitar la entrada de plagas cuando se abren las puertas para entrar al invernadero.

Control biológico mediante enemigos naturales

Bemisia tabaci:

- *Eretmocerus mundus*: Parasitoide de color del cuerpo amarillo, sus alas son transparente con reflejos metálicos
- *Amblyseius swirskii*: Depredador polífago, también se alimenta de polen, es el más usado en invernadero, se suelta a las 4 semanas de trasplantar el cultivo, se distribuye por el invernadero aproximadamente cada 5 plantas un sobre.
- *Transeius montdorensis*: Depredador polífago que también se alimenta de polen. Se adapta mejor a las bajas temperaturas del invierno que otras especies de ácaros.
- *Macrolophus pygmaeus*: Es otro depredador polífago con régimen alimenticio mixto, zoófago y fitófago.
- *Nesidiocoris tenuis*: Se caracteriza por un anillo negro en el borde posterior de la cabeza. Es un depredador polífago con régimen alimenticio mixto, zoófago y fitófago.

- *Chrysoperla carnea* s.l.: Cuenta con unas mandíbulas en forma de garfio. Los tres estadios larvarios son depredadores de mosca blanca.
- *Coenosia attenuata* (Mosca tigre): Es un depredador polífago, tanto en estado larvario como en estado adulto.

Control químico

Materia activa	Dosis	Presentación del producto
Aceite de verano 75%	0,75-1,5 %	Concentrado emulsionable
Amitraz 20%	0,15-0,3 %	Concentrado emulsionable
Buprofezin 25%	0,04-0,08 %	Polvo mojable
Fenpropatrin 10%	1,25-1,50 L/ha	Concentrado emulsionable
Flucitrinato 10%	0,08-0,10 %	Concentrado emulsionable
Imidacloprid 20%	0,08%	Concentrado soluble
Metil pirimifos 50%	0,25%	Concentrado emulsionable
Pirnetrocina 70%	80-120 g/Hl	Polvo mojable
Piridaben 20%	0,10%	Polvo mojable
Tau-fluvalinato 10%	0,03-0,05 %	Concentrado emulsionable
Tiametoxam 25%	20 g/Hl	Granulado dispersable en agua

Tabla 5. Control químico Mosca blanca. (Elaboración propia con tabla de Infoagro).

Pulgón

Control preventivo y técnicas culturales

- Colocación de mallas en todas las bandas y ventanas cenitales del invernadero.
- Eliminación de malas hierbas y restos vegetales del cultivo anterior tanto dentro como en los alrededores del invernadero.
- Colocación de trampas cromáticas amarillas.

Control biológico mediante enemigos naturales

- *Aphidius colemani*: Parasitoide, el adulto es de color negro con largas antenas. Esta especie parasita tanto a *Myzus persicae* como a *Aphis gossypii*.
- *Aphidoletes aphidimyza*: Sus adultos no son depredadores, pero son muy buenos buscando colonias de pulgones.
- *Sírfidos*: Los adultos mientras vuelan, tienen una gran capacidad de detectar focos de pulgón.

Control químico

Materia activa	Dosis	Presentación del producto
Aceite de verano 75%	0,75-1,5 %	Concentrado emulsionable
Amitraz 20% + Bifentrin 1,5%	0,15-0,3 %	Concentrado emulsionable
Azufre 70% + Cipermetrin 0,2% + Maneb 4%	15-25 Kg/ha	Polvo para espolvoreo
Cipermetrin 2% + Metil clorpirifos 20%	0,15-0,25 %	Concentrado emulsionable
Diazinon 2%	20-30 Kg/ha	Polvo para espolvoreo
Endosulfan 30% + Pirimicarb 10%	0,15-0,30%	Concentrado emulsionable
Endosulfan 35%	0,15-0,30%	Concentrado emulsionable
Endosulfan 35% + Metomilo 12%	0,15-0,25%	Concentrado emulsionable
Esfenvalerato 5%	1-1,5 L/ha	Suspensión concentrada
Fenpropatrin 10%	1,25-1,5L/ha	Concentrado emulsionable
Flucitrinato 10%	0,08-0,10%	Concentrado emulsionable
Imidacloprid 20%	0,05-0,08%	Concentrado soluble
Metil pirimifos 2%	20-30 Kg/ha	Polvo para espolvoreo
Pimetrocina 70%	40 g/Hl	Polvo mojable
Tau-fluvalinato 24%	0,01-0,02%	Suspensión concentrada

Tabla 6. Control químico de Pulgón. (Elaboración propia con tabla de Infoagro).

- **Trips**

Control preventivo y técnicas culturales

- Colocación de mallas en las bandas y ventanas cenitales del invernadero.
- Limpieza de malas hierbas y restos de cultivo tanto dentro como fuera del invernadero.
- Colocación de trampas cromáticas azules.

Control biológico mediante enemigos naturales

- *Orius laevigatus*: Es un depredador polífago que también se alimenta de polen, es el depredador más utilizado para eliminar los trips. Se distribuye por todo el invernadero con una densidad de población de cuatro orius el metro cuadrado, se debe reforzar tanto bandas como zona de ventanas y puertas que son las zonas con más probabilidad de presencia de plagas.
- *Neoseiulus cucumeris*: Es un ácaro depredador de larvas y huevos de trips. Para su desarrollo hacen falta humedades relativas superiores al 50%.
- *Transeius montdorensis*: Tiene una gran eficacia como depredador de trips. Depreda ninfas de primer y de segundo estadio.
- *Amblyseius swirskii*: Es un depredador polífago que se alimenta también de polen, da mejores resultados en mosca blanca que en trips.

Control químico

Materia activa	Dosis	Presentación del producto
Aceite de verano 75%	0,75-1,5%	Concentrado emulsionable
Acrinatrin 15%	0,02-0,04%	Concentrado emulsionable
Azufre 40% + Cipermetrin 0,5%	25Kg/ha	Polvo para espolvoreo
Cipermetrin 2% + Metil clorpirifos 20%	0,15-0,25%	Concentrado emulsionable
Diazinon 2%	20-30 Kg/ha	Polvo para espolvoreo
Fometanato 50%	0,10-0,20%	Concentrado emulsionable
Tau-fluvalinato 10%	0,03-0,05%	Concentrado emulsionable

Tabla 7. Control químico de Trips). (Elaboración propia con tabla de Infoagro).

- **Orugas**

Control preventivo y técnicas culturales

- Colocación de mallas en todas las bandas y ventanas cenitales del invernadero.
- Eliminación de malas hierbas y restos de cultivo dentro y fuera del invernadero.
- En el caso de fuertes ataques se debe eliminar y destruir todas las hojas bajas de la planta afectadas.
- Colocación de trampas tanto de luz como feromonas de confusión sexual.
- Seguimiento continuo de los primeros estados de desarrollo del cultivo, en los que se pueden producir daños irreversibles.

Control biológico mediante enemigos naturales

- Parásitos autóctonos: *Apantelles plutellae*
- Patógenos autóctonos: Virus de la poliedrosis nuclear de *Spodoptera exigua*.
- Productos biológicos: *Baciullus thuringiensis Kurstaaki 11,8%*, presentado como una suspensión concentrada con una dosis de 0,75-2 L/ha.

Control químico

Materia activa	Dosis	Presentación del producto
Amitraz 20% + Bifentrin 1,5%	0,15-0,30%	Concentrado emulsionable
Azufre 40% + Cipermetrin 0,5%	25 Kg/ha	Polvo para espolvoreo
Azufre 70% + Cipermetrin 0,2% + Maneb 4%	15-25 Kg/ha	Polvo para espolvoreo
Betaiflutrín 2,5%	0,05-0,08 %	Suspensión concentrada
Ciflutrín 5%	0,05-0,08 %	Concentrado emulsionable
Clorpirifos 3%	20-30 Kg/ha	Polvo para espolvoreo
Diazinon 3 %	0,15-0,30%	Gránulo
Endosulfan 35%	0,15-0,25%	Concentrado emulsionable
Esfenvalerato 5%	1-1,5 L/ha	Suspensión concentrada
Fenpropatrin 10%	1,25-1,5L/ha	Concentrado emulsionable
Metil pirimifos 50%	0,25%	Concentrado emulsionable
Tau-fluvalinato 24%	0,01-0,02%	Suspensión concentrada

Tabla 8. Control químico de Orugas. (Elaboración propia con tabla de Infoagro).

- **Cochinillas**

Control preventivo y técnicas culturales

- Eliminar las malas hierbas tanto dentro como fuera del invernadero.
- Limpieza e higiene de la parcela.

Control biológico mediante enemigos naturales

- *Cryptolaemus montrouzieri*: Es un coccinélido depredador. Se suelta a los 15 días después de cualquier tratamiento, es su plazo de seguridad. Se suelta de forma periódica en primavera o principios de verano.
- *Leptomastix algirica*: Es una avispa parasitoide.

Control químico

Las cochinillas son una de las especies más difíciles de controlar mediante control químico, debido a las excreciones cerasas blancas que rodean su cuerpo. Se deben emplear productos característicos contra cochinillas con la adición de mojantes.

- **Nematodos**

Control preventivo y técnicas culturales

- Eliminar las malas hierbas, restos de cultivo anteriores y las plantas infectadas.
- Utilización de variedades resistentes
- Desinfección del suelo en parcelas con ataques anteriores
- Asegurarse de que las plántulas trasplantadas están sanas.

Control por métodos físicos

- Esterilización con vapor

- Solarización, consiste en colocar una lámina de plástico transparente cubriendo el suelo mínimo durante 30 días, el objetivo es aumentar lo máximo posible la temperatura del suelo.

Control químico

Materia activa	Dosis	Presentación del producto
Cadusafos 10%	20-40 L/ha	Microemulsión
Etoprofos 10%	60-80 Kg/ha	Gránulo
Etoprofos 20%	60-80 Kg/ha	Concentrado emulsionable

Tabla 9. Control químico de Nematodos. (Elaboración propia con tabla de Infoagro).

ENFERMEDADES

- **Odiopsis**

Control preventivo y técnicas culturales

- Eliminar las malas hierbas, restos de cultivo actuales y anteriores y las plantas infectadas.
- Realizar el trasplante de plántulas sanas.

Control químico

Materia activa	Dosis	Presentación del producto
Azufre 50% + Microbutanil 0,8%	0,40-0,80 %	Polvo mojable
Fenarimol 12%	0,02-0,05 %	Concentrado emulsionable
Triadmefon 25%	0,02-0,05 %	Concentrado emulsionable
Triadmenol 25 %	0,03-0,05 %	Concentrado emulsionable
Triadmenol 5%	0,01-0,25 %	Polvo mojable

Tabla 10. Control químico de Odiopsis. (Elaboración propia con tabla de Infoagro).

- **Podredumbre gris**

Control preventivo y técnicas culturales

- Eliminar las malas hierbas, restos de cultivo anteriores y las plantas infectadas.
- Tener mucha precaución cuando se realice la poda, los cortes deben ser limpios a ras del tallo. Se debe hacer cuando la humedad relativa no sea muy elevada y aplicar posteriormente una pasta fungicida.
- Controlar los niveles de nitrógeno.
- Utilizar cubiertas plásticas que absorban la luz ultravioleta.
- Evitar marcos de plantación muy densos que impidan la aireación.
- Manejar de forma adecuada la ventilación y el riego.

Control químico

Materia activa	Dosis	Presentación del producto
Ciprodinil 37,5 % + Fludioxonil 25%	60-100 g/Hl	Granulo dispersable en agua
Diclofluanida 40ç5 + Tebuconazol 10%	0,15-0,25 %	Polvo mojable
Iprodiona 2%	20-30 Kg/ha	Polvo para espolvoreo
Iprodiona 50%	0,10-0,15 %	Suspensión concentrada
Tebuconazol 25%	0,04-0,10 %	Emulsión de aceite en agua

Tabla 11. Control químico de Podredumbre gris. (Elaboración propia con tabla de Infoagro).

- **Podredumbre blanca**

Control preventivo y técnicas culturales

- Eliminar las malas hierbas, restos de cultivo anteriores y las plantas infectadas.
- Empleo de cubiertas plásticas en el invernadero que absorban la luz ultravioleta.
- Evitar marcos de plantación muy densos que impidan una buena aireación.
- Manejar de manera adecuada la ventilación y el riego del invernadero.
- Realizar solarización.

Control químico

Materia activa	Dosis	Presentación del producto
Ciprodinil 37,5 % + Fludioxonil 25%	60-100 g/Hl	Granulo dispersable en agua
Tebuconazol 25%	0,04-0,10 %	Emulsión de aceite en agua

Tabla 12. Control químico de Podredumbre blanca. (Elaboración propia con tabla de Infoagro).

- **Seca o tristeza**

Control preventivo y técnicas culturales

- Asegurarse de que las plántulas elegidas para el trasplante están sanas al igual que los sustratos.
- Eliminar restos de la cosecha anterior, especialmente las raíces y el cuello de las plantas.
- Evitar marcos de plantación muy densos que impidan una buena aireación.
- Manejar de manera adecuada la ventilación y el riego del invernadero.
- Cubrir la balsa de riego, los ramales y las demás conducciones, evitando regar con agua portadora de la enfermedad.
- Realizar solarización

Control químico

El objetivo primordial es prevenir para lograr que no aparezca la enfermedad, porque eliminarla resulta muy complicado.

Materia activa	Dosis	Presentación del producto
Etridiazol 48%	0,20%	Granulado dispersable en agua
Etridiazol 6%	15-20 L/ha	Emulsión de aceite en agua

Tabla 13. Control químico de Seca o tristeza. (Fuente: Elaboración propia con tabla de Infoagro).

- **Roña o sarna bacteriana**

Control preventivo y técnicas culturales

- Eliminación de malas hierbas, restos de cultivo y plantas infectadas.
- Evitar humedades relativas elevadas.
- Uso de semillas sanas o desinfectadas.
- Manejo adecuado del riego y la aspersión en caso de tenerla.
- Si el ataque se realiza en semillero, no se debe regar por aspersión.

Control químico

Los tratamientos químicos son poco eficaces una vez instalada la enfermedad en la planta, es recomendable emplear métodos preventivos para evitar la aparición de la enfermedad.

- **Oidio de las cucurbitáceas (Ceniza)**

Métodos preventivos y técnicas culturales

- Eliminación de malas hierbas y restos de cultivo.
- Empleo de plántulas sanas.
- Realizar tratamientos a las estructuras del invernadero

Control químico

Materias activas: azufre coloidal, azufre micronizado azufre mojable, azufre molido, azufre sublimado, bupirimato, ciproconazol, ciproconazol + azufre dinocap, dinocap + fenbuconazol, triforina, etc.

VIRUS

➔ **Pimiento**

Métodos de lucha

CMV	TSWV	ToMV
<ul style="list-style-type: none"> •Control de pulgones •Eliminación de malas hierbas •Eliminación de plantas afectadas 	<ul style="list-style-type: none"> •Control de trips •Eliminación de malas hierbas •Eliminación de plantas afectadas •Empleo de variedades resistentes 	<ul style="list-style-type: none"> •Evitar la transmisión mecánica •Eliminar plantas afectadas •Utilizar variedades resistentes
PMMV	PVY	TBSV
<ul style="list-style-type: none"> •Empleo de semillas sanas •Empleo de variedades resistentes •Desinfectar el suelo •Desinfección de aperos 	<ul style="list-style-type: none"> •Eliminación de malas hierbas •Control de pulgones •Eliminación de plantas afectadas 	<ul style="list-style-type: none"> •Eliminación de plantas afectadas •Evitar el contacto entre plantas

➔ Sandía

Métodos de lucha

MNSV

- Utilizar plantas injertadas

ZYMV

- Control de pulgones
- Eliminación de malas hierbas
- Eliminación de plantas afectadas

CMV

- Control de pulgones
- Eliminación de malas hierbas
- Eliminación de plantas afectadas

WMV-2

- Eliminación de malas hierbas
- Eliminación de plantas afectadas

2.4 Calendario de Control Biológico en Pimiento

Con el objetivo de conseguir un cultivo con el mínimo control químico posible y de manera sostenible, se intenta de todas las maneras posibles prevenir antes que curar.

Una de las formas más eficaces de combatir las plagas de la zona, es conseguir una buena fauna de insectos auxiliares dentro del invernadero, lo que viene siendo un buen control biológico sobre el cultivo.

Por las fechas del trasplante, el cultivo de pimiento va a tener más problemas de plagas que el cultivo de sandía. El mayor problema para los insectos auxiliares que vamos a emplear para el buen manejo del cultivo es que necesitan humedad relativa para poder instalarse de manera confortable dentro del invernadero, al contrario, los enemigos naturales se reproducen y se instalan mejor con condiciones adversas, se aprovechan de los momentos de debilidad de las plantas para atacarlas, estos momentos llegan cuando más calor pasan y más debilitadas están debido a la sequedad que producen las altas temperaturas y los bajos niveles de humedad.

Para garantizar un mayor control de los enemigos naturales, se refuerza el control biológico con placas cromáticas de color amarillo y azul intercaladas cada dos metros en las calles de las ventanas cenitales, y alrededor de todo el perímetro del invernadero.

- **Lucha biológica contra la Bemisia tabacci (mosca blanca).**

En primer lugar, para controlar la plaga se realizará una suelta a las cuatro semanas de trasplante coincidiendo con la aparición de las primeras flores, se colocarán sobres de Amblyseius swirskii. Los sobres se colocarán en la segunda cinta horizontal del entutorado. El objetivo de colocarlos en la cinta es porque al estar las plantas situadas a 0,5 metros una de otra, a las 4 semanas de trasplante la densidad de hojas no es tan grande para que los ácaros puedan desplazarse de las hojas de una planta a otra.

Los sobres se colocan cada cuatro plantas exceptuando el comienzo y el final de la línea, donde se colocarán en la segunda en los sectores uno, dos y tres, y en el cuarto sector se colocará el primer sobre en la tercera planta pegando al pasillo y entre la segunda y la tercera pegando a la ventana lateral. Con el objetivo de proporcionar unas mejores condiciones climáticas, los sobres se colocarán de forma que la planta les proporcione algo de sombra para evitar la radiación solar de forma directa.

En total se van a necesitar 4100 sobres, cada sobre contiene 250 ácaros, por tanto, la densidad de población va a ser de 1.025.000 Amblyseius swirskii lo que

equivale a 117 por metro cuadrado. El objetivo principal de este ácaro es combatir la mosca blanca.

En segundo lugar, para reforzar la suelta de Amblyseius se colocarán tarjetas de Eretmocerus eremicus cada tres plantas en todo el perímetro del invernadero. De cada cartulina emergen 300 avispas parásitas.

En total se van a necesitar 175 cartulinas para rodear bien todo el perímetro, como cada cartulina contiene un total de 300 avispas, aproximadamente se conseguirá una población de 52.500 avispas parásitas lo que equivale a 6 avispas por metro cuadrado, como se desplazan volando, cuando detectan una zona de plaga forman una nube alrededor de la zona.

- **Lucha biológica contra el Trips.**

El principal agente de control biológico del trips es el Orius laegevatus. Se trata de un depredador polífago que también se alimenta de polen. Los adultos y las ninfas utilizan su aparato bucal para perforar las larvas y adultos de trips y succionan su contenido.

La suelta se realiza en dos veces, la primera coincide con la salida de las primeras flores a las cinco semanas del trasplante. Si hubiera problemas de plaga de trips antes de esta fecha, se realizaría una suelta en las zonas donde estuviera instalada la plaga. Si no hay problemas de plaga, no se realiza la suelta antes de la aparición de las primeras flores, porque al no haber plaga para alimentarse los Orius se van al polen de las flores. La segunda suelta correspondería con la sexta semana posterior al trasplante.

La densidad de suelta recomendada por los técnicos y agricultores de la zona es de 4 Orius/m². Por tanto, se soltarán 2 Orius/m² en cada suelta. El Orius laegevatus viene en un recipiente con 2000 adultos y ninfas. En total se necesitarán 34800 orius, es decir, 17400 orius en cada suelta. Como los botes son de 2000, en cada suelta se soltarán 9 botes de 2000, es decir, 18.000 orius en cada suelta.

El método de empleo se lleva a cabo de manera homogénea, se reparten los 9 botes por todo el invernadero haciendo hincapié en el perímetro y en las ventanas cenitales. El contenido de los botes se reparte en cajas pequeñas que proporciona la empresa del agente patógeno y se coloca en la cruz de la planta.

El trips como ya se explicó anteriormente, además de ser un problema por ser vector de virus, cuando llega finales de noviembre principios de diciembre, el orius ha desaparecido debido a las temperaturas y a su ciclo de vida. Como consecuencia, el trips aprovecha la oportunidad para instalarse en el invernadero y alimentarse de los frutos, para combatir estos daños que provocan en el fruto, es conveniente realizar una tercera suelta de Orius laevigatus.

- **Lucha biológica contra la *Tetranychus urticae* (Araña roja).**

La araña roja es un ácaro característico porque varía su coloración dependiendo del cultivo sobre el que se desarrolle.

Puesto que la mayoría de organismos utilizados para el control biológico de la araña roja necesitan presencia de presa para poder alimentarse, se utiliza el Amblyseius swirskii para controlarla, y en caso de localización de algún foco en el cultivo, se procederá a la suelta de Phytoseiulus persimilis, este depredador es muy especializado, su color es rojo intenso y se mueve de forma muy rápida, es muy eficaz, pero no sobrevive en ausencia de presa. Es eficaz en todos los estadios de araña roja, pero sobre todo prefiere los estadios jóvenes.

Se compra en botes de 100ml que contienen 2.000 adultos o bien, en botes de 500ml que contienen 10.000.

2.5 Calendario de Control Biológico en Sandía

En el cultivo de sandía no es tan necesario el calendario de tratamientos de Control Biológico puesto que en la fecha de trasplante las temperaturas aún no son muy elevadas y no hay tantos problemas de plagas. Se realizan sueltas de Amblyseius Swirskii en botes. Y en caso de detectar focos de araña roja, se tratarán con Phytoseiulus persimilis para ayudar al Amblyseius Swirskii a combatirla.

2.6 Control de malas hierbas

Las malas hierbas provocan competencia con las plantas del cultivo, se produce competencia por los recursos (por el espacio útil, la luz, el agua y los elementos nutritivos aportados al cultivo y los que se encuentran en el suelo de manera natural...).

Estas hierbas suelen tener una relación directa con las plagas y enfermedades que afectan al cultivo ya que, son hospedadores y focos de transmisión de insectos, nematodos, hongos, virus y bacterias.

Existen distintas prácticas de control:

1. MEDIDAS INDIRECTAS:

El objetivo principal es prevenir:

- Empleo de semillas libres de malas hierbas
- Realizar rotaciones adecuadas de cultivo para evitar la presencia de hospedadores
- Intentar controlar en mayor medida que los abonos orgánicos estén bien fermentados
- Mantener un buen control de hierbas adventicias en las lindes y en los caminos
- Evitar la propagación de órganos vegetativos mediante el laboreo.

2. MEDIDAS DIRECTAS:

- **Control por medios mecánicos:**

- Físicos: acolchado realizado con plástico negro, la biofumigación o la solarización.
 - Labores de escarda. Control mediante el laboreo
- **Control biológico:** Introducir plagas y enfermedades que acaben con las malas hierbas, no es un método muy recomendado ya que puede afectar al propio cultivo.

- **Control químico:** Implica el uso de distintos tipos de herbicidas:

- Totales, causan daños a todo tipo de vegetación
- Selectivos, son específicos. Se usan en pre-emergencia y en post-emergencia
- De contacto, actúan al contacto de la planta, hay que mojar bien para que sean efectivos.
- De absorción y translocación interna, también conocidos como sistémicos: recorren toda la planta una vez que está los absorbe. Se realiza por absorción radicular, foliar o mixta.

2.6 Riego

Se efectúa mediante un sistema de riego por goteo, la disposición de los ramales de goteo se verá modificado para cada cultivo dependiendo del marco de plantación.

Tanto la frecuencia de los riegos como la duración de los mismos dependerá de cada cultivo. Estas necesidades están estimadas en páginas sucesivas, aunque se debe de tener en cuenta que es complicado predecirlas con exactitud, porque influyen muchos factores adversos que no se pueden controlar.

2.7 Fertilización

Se van a llevar a cabo dos tipos de fertilización:

- En primer lugar, se aportará una fertilización orgánica antes de plantar el cultivo de pimiento. El abono orgánico se incorporará directamente al terreno anualmente, cinco semanas antes de realizar la plantación como medida correctora, por el déficit de materia orgánica mostrado en el análisis del suelo.

Los objetivos que se buscan con esta actuación son los siguientes:

- Mejorar las propiedades físicas del suelo. Esto le proporciona mayor estabilidad térmica (evita que se produzcan tantas oscilaciones), aporta mayor equilibrio a la estructura del suelo, aumenta la capacidad de retención del agua, reduce la erosión del terreno y mejora la permeabilidad.
 - Mejorar las propiedades químicas del suelo. Se incrementa la capacidad de intercambio catiónico, disminuyen las variaciones de pH, aumenta la fertilidad y eleva la reserva de nitrógeno.
 - Influye también en las propiedades biológicas al proporcionar una estructura más adecuada, regula la actividad microbiana puesto que, sobre la materia orgánica se desarrollan organismos beneficiosos e inhibe la aparición de ciertos organismos patógenos.
 - Provoca un pequeño efecto de biofumigación. Al elevar la temperatura del suelo puede acabar con plagas que permanezcan en profundidad.
- En segundo lugar, se hace una fertilización inorgánica aportada a través del agua de riego, mediante la aplicación de fertilizantes solubles o líquidos. Esta aplicación viene mostrada en páginas sucesivas.

3. MANEJO DE LOS CULTIVOS

3.1 Riego

Para calcular las necesidades hídricas de los cultivos, en vez de utilizar los datos del observatorio utilizados en el Anejo 1 para el cálculo del clima, se ha empleado el programa PrHo de la Fundación Cajamar. Se ha utilizado este programa por las similitudes climáticas con respecto a la situación de la parcela.

El programa Prho, calcula los aportes de riego en función de la evapotranspiración del cultivo (ETc), que es la suma del agua que se evapora a través de la planta hacia la atmósfera mediante el proceso de transpiración, y el agua que se pierde por evaporación desde el suelo.

La ETc se estima con un modelo que está basado en el modelo propuesto por la FAO, y que ha sido adaptado para su uso en los cultivos hortícolas en invernadero en la Estación Experimental de la Fundación Cajamar. Este modelo estima la ETc como el producto de la evapotranspiración de referencia (ETO), que cuantifica el efecto del clima sobre el consumo de agua por la planta, y el coeficiente de cultivo (Kc), que representa la disponibilidad del cultivo para atender esta demanda. En invernadero, la ETc puede ser estimada con precisión a partir de valores medidos de radiación solar exterior y la temperatura dentro de invernadero.

PrHo v 2.0 se basa en dos submodelos, el ETo y el de Kc. El submodelo de ETo permite estimar los valores de ETo bajo invernadero a partir de valores de radiación solar que previamente han sido medidos en el exterior y valores de transmisividad de la cubierta del invernadero, estos valores de transmisividad dependen de diversos factores como el tipo de estructura del invernadero, material de cerramiento, edad del plástico, etc. Es la gran ventaja de este submodelo, consigue adaptar la dosis de riego a los diversos factores ya mencionados además de al encalado o blanqueo, que son distintos tipos de sombreo.

Por otro lado, el submodelo Kc estima los valores de Kc de los principales cultivos hortícolas en función de la temperatura medida dentro de invernadero. Dependiendo de cuando se realice el trasplante, el cultivo va a tener un valor diferente de Kc, esto es debido a las condiciones climáticas en las cuales el cultivo se desarrolla varían, y como consecuencia, se produzcan distintos patrones de crecimiento y distinto desarrollo del cultivo, lo que, a su vez tiene repercusión sobre la evolución de las

necesidades hídricas del cultivo. En definitiva, este modelo permite adaptar la dosis de cada riego a diferentes condiciones climáticas o fechas de plantación.

Método de cálculo

Prho utiliza las siguientes fórmulas para determinar las necesidades hídricas del cultivo.

En primer lugar, para calcular las **necesidades netas** del cultivo, se usa la fórmula por referencia recomendada por la FAO, en el que la ETc se calcula como el producto de dos términos:

$$ETc = ETo \times Kc$$

Kc es el coeficiente de cultivo y representa la disponibilidad del cultivo y suelo para atender la demanda evaporativa de la atmósfera, y depende del cultivo en cuestión, su estado de desarrollo y disponibilidad de agua en el suelo. Los valores de Kc deben determinarse experimentalmente.

ETo es la evapotranspiración de referencia y cuantifica la demanda evaporativa de la atmósfera. La estimación de la ETo en una determinada zona se realiza a partir de datos climáticos empleando fórmulas empíricas.

Para el cálculo de la ETo, el programa establece una relación lineal entre la ETo y la radiación solar con el día del año en concreto, de esta forma elimina así el efecto de la temperatura. Hay dos fórmulas para calcular la ETo dependiendo del día del año.

Si DDA < 220

$$ETo = (0,288 + 0,0019 \times DDA) \times R_{Sext} \times \tau$$

Si DDA > 220

$$ETo = (1,339 - 0,00288 \times DDA) \times R_{Sext} \times \tau$$

$$R_{Sinv} = R_{Sext} \times \tau$$

DDA: es el día del año, siendo el 1 de enero el día 1 y el 31 de diciembre el día 365.

$R_{S_{inv}}$: es la radiación solar dentro del invernadero expresada en mm/día

$R_{S_{ext}}$: es la radiación solar medida en exterior

τ : es la transmisividad de la cubierta

Cálculo del coeficiente de cultivo (Kc)

Los valores de Kc dependiendo del manejo del cultivo se estiman de dos formas diferentes. Para los cultivos sin podas de formación o deshojados el caso de la sandía, se calculan con el Modelo Kc-IAF, y la Kc del pimiento se estimaría con el modelo de Kc-Tiempo térmico.

- Expresiones para el cálculo del TTA

El tiempo térmico acumulado desde emergencia (TTA) se obtiene a partir de las temperaturas mínima y máxima diarias y de tres valores de temperatura característicos de cada cultivo, y que definen su respuesta a dicha temperatura. Estas temperaturas son: T_b (temperatura base) = 10, T_{op} (temperatura óptima) = 30 y T_{us} = (temperatura umbral superior) = 40. Estas temperaturas son para solanáceas.

Las expresiones utilizadas por el programa para calcular los valores del tiempo térmico diario (TT, °C día) fueron:

- a) Si $T_{max} < T_{op}$ y $T_{min} < T_b$:

$$TT = \frac{(T_{max} - T_b)^2}{[2(T_{max} - T_{min})]}$$

- b) Si $T_{max} < T_{op}$ y $T_{min} > T_b$:

$$TT = 0,5 \times (T_{min} + T_{max}) - T_b$$

- c) Si $T_{max} > T_{op}$:

$$TT = \frac{1}{(T_{max} - T_{min})} x \left[\frac{(T_{op} - T_{min})^2}{2} + (T_{min} - T_b) x (T_{op} - T_{min}) + \left((T_{max} - T_{op}) x (T_{op} - T_b) x \left(0,5 + \frac{0,5 x (T_{us} - T_{max})}{(T_{us} - T_{op})} \right) \right) \right]$$

Finalmente:

$$TTA = \sum_0^t TT$$

El día 0 corresponde a la fecha de emergencia, considerando que la emergencia se produce cuando se alcanzan los 80 °C día o al día del trasplante, y t es el día actual.

- Modelo Kc-TTA (Tiempo térmico acumulado)
- Si $TTA < 200$

$$Kc = 0,2$$

- Si $200 < TTA > 800$

$$Kc = Kc_{min} + 0,00176 x (TTA - 200)$$

- Si $TTA > 880$ hasta el 1 de enero

$$Kc = Kc_{max}$$

- Desde el 1 de enero a 1 de marzo

$$Kc = Kc_{t-1} - 0,008$$

Kc_{t-1} es la Kc del día anterior.

- A partir del 1 de marzo

$$Kc = 0,9$$

- Modelo de Kc-IAF

Como el cultivo de sandía es de porte rastrero, el programa crea un modelo para estimar el Kc_t a partir del desarrollo del cultivo. El programa considera que los valores de Kc incrementan linealmente con el desarrollo del cultivo hasta que éste cubre completamente el suelo (índice de área foliar, $IAF=3$). Una vez alcanzada cobertura completa el valor de Kc se mantiene en su valor máximo hasta el final del ciclo. La fecha de plantación, los efectos de la temperatura en el desarrollo del cultivo y densidad de plantación se incorporan en el cálculo del Kc a través del IA

$$Kc_t = Kc_{min} + \frac{(Kc_{max} - Kc_{min})}{3} \times IAF_t (IAF_t < 3,0)$$

$$Kc_t = Kc_{max} (IAF_t \geq 3,0)$$

Encalado

El encalado es una técnica habitual en la zona en determinadas épocas del año, cuya finalidad es reducir la temperatura dentro del invernadero. El encalado del plástico produce una reducción de la radiación solar, y por tanto, una reducción del consumo de agua proporcional. En Almería, con la cubierta del invernadero encalada (dosis empleada: 25 Kg de cal por 100 litros de agua) se ha medido una reducción de la radiación solar en torno al 30 % (datos propios) respecto a un invernadero no encalado. Sin embargo, este valor puede variar en función de la cantidad de producto usada y del aplicador. En el Tabla 14 se dan para distintas concentraciones de carbonato cálcico (Blanco España) el porcentaje de reducción de la radiación solar respecto a un invernadero no encalado.

Dosis de Encalado	Reducción de la radiación (%)
17,5	10
25	30
40	60
100	90

Tabla 14. Reducción de radiación con el encalado. (Fuente: Fundación Cajamar)

Cálculo de las necesidades brutas de riego.

Las dosis de riego son calculadas a partir de los cálculos previos de ETc_m y ETC_r .

Las estimaciones de la ETc en tiempo medio (ETc_m) es una información precisa sobre el consumo real de agua de los cultivos bajo invernadero, sin embargo, su manejo requiere tener en cuenta una serie de recomendaciones:

La ETc_m es calculada por el programa en base a unas medias de datos climáticos de varios años, por lo que el consumo de agua puede variar ligeramente de año a año.

El programa estima unos valores de radiación dentro del invernadero a partir de valores de radiación solar medida en exterior y un valor medio de transmisividad. Este valor de transmisividad ha sido obtenido como el cociente entre la radiación medida dentro de un invernadero simétrico (aproximadamente 10° de pendiente de la cubierta) y la radiación medida fuera de invernadero durante 9 años.

Unas vez calculadas las dosis netas a partir de ETC_m y ETc_r , hay que tener en cuenta la falta de uniformidad del sistema de riego y las necesidades de lavado para averiguar la dosis bruta de riego.

- Cálculo de la uniformidad del riego

La uniformidad del riego la marca las diferencias de caudal que existan entre un emisor y otro, el objetivo es que la uniformidad de riego sea como mínimo del 90%.

$$Rb = \frac{ETc}{CU}; \quad Rb = ETc \times f$$

CU: es el coeficiente de uniformidad

Rb: dosis bruta de riego

f: factor de mayoración

CU	f
100	1
95	1,05
90	1,11
85	1,18
80	1,25
75	1,33

Tabla 15. Relación del coeficiente de uniformidad con el factor de mayoración. (Fuente: Fundación Cajamar).

- Cálculo de las necesidades de lavado de sales

Un agua de buena calidad siempre va a permitir maximizar la producción si se logran seguir prácticas acertadas en su manejo, sin embargo, un agua de mala calidad causa problemas relacionados con el suelo y con el cultivo, provocando una reducción de los rendimientos.

El programa usa un dato llamado la Fracción de lavado (FL), este dato se define como la fracción de agua que penetra en el suelo y sobrepasa el sistema de raíces.

$$FL = \frac{CEi}{2 \times (MaxCEE)}$$

CEi: es la conductividad del agua de riego

MaxCEE: es la mínima conductividad eléctrica del extracto de saturación del suelo que reducirá la cosecha a cero.

Cálculo de las dosis brutas de riego, teniendo en cuenta las necesidades de lavado, se calculan mediante la siguiente expresión:

$$Rb = \frac{ETc}{1 - FL} ; Rb = ETc \times f'$$

f': es el factor de mayoración en función e la fracción de lavado según la conductividad eléctrica del agua de riego. Para el caso del pimiento es de 1,075.

Finalmente, teniendo en cuenta tanto las necesidades de lavado de sales y la uniformidad del sistema de riego, las dosis brutas de riego se determinan con la siguiente expresión:

$$Rb = Rn \times f \times f'$$

Fichas de cultivo

Datos cultivo						
Plan de riego:	Pimiento					
Invernadero:	Invernadero 1					
Cultivo:	Pimiento	Sistema de implantación:	Traslante			
Fecha implantación:	01 jul. 2019	Fecha fin de cultivo:	31 ene. 2020			
Densidad de plantación plt/m ² :	2,00	Superficie de cultivo m ² :	8.250,00			
Encalados:	Dosis B. E.Kg/100l:	Fecha aplicación:	Fecha retirada:			
<input checked="" type="checkbox"/>	40	01 jul. 2019	08 ago. 2019			
<input checked="" type="checkbox"/>	20	08 ago. 2019	19 ago. 2019			
Datos sobre el agua y la instalación de riego						
Conductividad eléctrica del agua de riego (dS/m):	1,19					
Distancia entre goteros (m):	0,5					
Distancia entre ramales portagoteros (m):	1					
Coeficiente de uniformidad de la instalación de riego CU:	90%					
Datos de clima de la estación meteorológica						
Estación Experimental de la Fundación Cajamar						

Tabla 16. Ficha del cultivo de Pimiento. (Fuente: Programa Prho).

Datos cultivo						
Plan de riego:	Sandía					
Invernadero:	Invernadero 1					
Cultivo:	Sandia	Sistema de implantación:	Transplante			
Fecha implantación:	03 feb. 2020	Fecha fin de cultivo:	04 may. 2020			
Densidad de plantación plt/m ² :	0,25	Superficie de cultivo m ² :	8.250,00			
Datos sobre el agua y la instalación de riego						
Conductividad eléctrica del agua de riego (dS/m):	1,19					
Distancia entre goteros (m):	1					
Distancia entre ramales portagoteros (m):	4					
Coeficiente de uniformidad de la instalación de riego CU:	90%					
Datos de clima de la estación meteorológica						
Estación Experimental de la Fundación Cajamar						

Tabla 17. Ficha de cultivo de Sandía. (Fuente: Programa Prho).

Necesidades brutas

INFORME NECESIDADES BRUTAS							
Plan:	Pimiento		Invernadero:	Invernadero 1	Cultivo:	Pimiento	
Implanta:	Trasplante	Plt/m ² :	2	Fecha inicio:	01/07/2019	Fecha fin:	31/01/2020
Aplica 1er encalado:		01/07/2019	Kg/100l :	40	Quita 1er encalado:	08/08/2019	
Aplica 2o encalado:		08/08/2019	Kg/100l :	20	Quita 2o encalado:	19/08/2019	
C. E. (dS/m):	1,19	C. U. de la instalación:		90%	Coef. Mayoración:	1,11	
Fecha	Día	ETc	DBR (l/m ²)	T.R. (min.)	T.R. Ac.		
01/07/2019	0	0,00	0	0	0		
02/07/2019	1	0,34	0,38	4	4		
03/07/2019	2	0,34	0,38	4	8		
04/07/2019	3	0,34	0,38	4	12		
05/07/2019	4	0,34	0,38	4	16		
06/07/2019	5	0,34	0,38	4	20		
07/07/2019	6	0,33	0,37	4	24		
08/07/2019	7	0,33	0,37	4	28		
09/07/2019	8	0,33	0,37	4	32		
10/07/2019	9	0,33	0,37	4	36		
11/07/2019	10	0,33	0,37	4	40		
12/07/2019	11	0,33	0,37	4	44		
13/07/2019	12	0,33	0,37	4	48		
14/07/2019	13	0,33	0,37	4	52		
15/07/2019	14	0,36	0,4	4	56		
16/07/2019	15	0,40	0,44	5	61		
17/07/2019	16	0,44	0,49	5	66		
18/07/2019	17	0,48	0,53	6	72		
19/07/2019	18	0,53	0,59	6	78		
20/07/2019	19	0,57	0,63	7	85		
21/07/2019	20	0,61	0,68	7	92		
22/07/2019	21	0,66	0,73	8	100		
23/07/2019	22	0,70	0,78	8	108		
24/07/2019	23	0,75	0,83	9	117		
25/07/2019	24	0,79	0,88	9	126		
26/07/2019	25	0,83	0,92	10	136		
27/07/2019	26	0,88	0,98	10	146		
28/07/2019	27	0,93	1,03	11	157		
29/07/2019	28	0,97	1,08	11	168		
30/07/2019	29	1,01	1,12	12	180		
31/07/2019	30	1,06	1,18	12	192		
01/08/2019	31	1,10	1,22	13	205		
02/08/2019	32	1,14	1,27	13	218		
03/08/2019	33	1,19	1,32	14	232		
04/08/2019	34	1,23	1,37	14	246		
05/08/2019	35	1,26	1,4	14	260		

06/08/2019	36	1,30	1,44	15	275
07/08/2019	37	1,34	1,49	15	290
08/08/2019	38	1,15	1,28	13	303
09/08/2019	39	2,95	3,27	33	336
10/08/2019	40	3,01	3,34	34	370
11/08/2019	41	3,08	3,42	35	405
12/08/2019	42	3,14	3,49	35	440
13/08/2019	43	3,21	3,56	36	476
14/08/2019	44	3,27	3,63	37	513
15/08/2019	45	3,33	3,7	37	550
16/08/2019	46	3,39	3,76	38	588
17/08/2019	47	3,45	3,83	39	627
18/08/2019	48	3,50	3,89	39	666
19/08/2019	49	4,26	4,73	48	714
20/08/2019	50	4,31	4,78	48	762
21/08/2019	51	4,37	4,85	49	811
22/08/2019	52	4,42	4,91	50	861
23/08/2019	53	4,47	4,96	50	911
24/08/2019	54	4,52	5,02	51	962
25/08/2019	55	4,56	5,06	51	1013
26/08/2019	56	4,61	5,12	52	1065
27/08/2019	57	4,67	5,18	52	1117
28/08/2019	58	4,72	5,24	53	1170
29/08/2019	59	4,77	5,29	53	1223
30/08/2019	60	4,77	5,29	53	1276
31/08/2019	61	4,73	5,25	53	1329
01/09/2019	62	4,69	5,21	53	1382
02/09/2019	63	4,64	5,15	52	1434
03/09/2019	64	4,60	5,11	52	1486
04/09/2019	65	4,56	5,06	51	1537
05/09/2019	66	4,51	5,01	51	1588
06/09/2019	67	4,46	4,95	50	1638
07/09/2019	68	4,41	4,9	49	1687
08/09/2019	69	4,36	4,84	49	1736
09/09/2019	70	4,31	4,78	48	1784
10/09/2019	71	4,25	4,72	48	1832
11/09/2019	72	4,20	4,66	47	1879
12/09/2019	73	4,14	4,6	46	1925
13/09/2019	74	4,09	4,54	46	1971
14/09/2019	75	4,03	4,47	45	2016
15/09/2019	76	3,98	4,42	45	2061
16/09/2019	77	3,93	4,36	44	2105
17/09/2019	78	3,88	4,31	44	2149
18/09/2019	79	3,82	4,24	43	2192
19/09/2019	80	3,77	4,18	42	2234
20/09/2019	81	3,72	4,13	42	2276
21/09/2019	82	3,66	4,06	41	2317

22/09/2019	83	3,60	4	40	2357
23/09/2020	84	3,54	3,93	40	2397
24/09/2019	85	3,49	3,87	39	2436
25/09/2019	86	3,43	3,81	39	2475
26/09/2019	87	3,37	3,74	38	2513
27/09/2019	88	3,31	3,67	37	2550
28/09/2019	89	3,26	3,62	37	2587
29/09/2019	90	3,21	3,56	36	2623
30/09/2019	91	3,17	3,52	36	2659
01/10/2019	92	3,13	3,47	35	2694
02/10/2019	93	3,09	3,43	35	2729
03/10/2019	94	3,06	3,4	34	2763
04/10/2019	95	3,02	3,35	34	2797
05/10/2019	96	2,98	3,31	34	2831
06/10/2019	97	2,94	3,26	33	2864
07/10/2019	98	2,90	3,22	33	2897
08/10/2019	99	2,85	3,16	32	2929
09/10/2019	100	2,80	3,11	32	2961
10/10/2019	101	2,74	3,04	31	2992
11/10/2019	102	2,69	2,99	30	3022
12/10/2019	103	2,64	2,93	30	3052
13/10/2019	104	2,59	2,87	29	3081
14/10/2019	105	2,55	2,83	29	3110
15/10/2019	106	2,51	2,79	28	3138
16/10/2019	107	2,47	2,74	28	3166
17/10/2019	108	2,44	2,71	28	3194
18/10/2019	109	2,41	2,68	27	3221
19/10/2019	110	2,38	2,64	27	3248
20/10/2019	111	2,35	2,61	27	3275
21/10/2019	112	2,32	2,58	26	3301
22/10/2019	113	2,29	2,54	26	3327
23/10/2019	114	2,26	2,51	26	3353
24/10/2019	115	2,22	2,46	25	3378
25/10/2019	116	2,18	2,42	25	3403
26/10/2019	117	2,15	2,39	24	3427
27/10/2019	118	2,11	2,34	24	3451
28/10/2019	119	2,07	2,3	23	3474
29/10/2019	120	2,03	2,25	23	3497
30/10/2019	121	1,99	2,21	23	3520
31/10/2019	122	1,95	2,16	22	3542
01/11/2019	123	1,91	2,12	22	3564
02/11/2019	124	1,87	2,08	21	3585
03/11/2019	125	1,84	2,04	21	3606
04/11/2019	126	1,81	2,01	21	3627
05/11/2019	127	1,78	1,98	20	3647
06/11/2019	128	1,75	1,94	20	3667
07/11/2019	129	1,72	1,91	20	3687

08/11/2019	130	1,69	1,88	19	3706
09/11/2019	131	1,67	1,85	19	3725
10/11/2019	132	1,64	1,82	19	3744
11/11/2019	133	1,62	1,8	18	3762
12/11/2019	134	1,59	1,76	18	3780
13/11/2019	135	1,57	1,74	18	3798
14/11/2019	136	1,55	1,72	18	3816
15/11/2019	137	1,53	1,7	17	3833
16/11/2019	138	1,51	1,68	17	3850
17/11/2019	139	1,48	1,64	17	3867
18/11/2019	140	1,46	1,62	17	3884
19/11/2019	141	1,44	1,6	16	3900
20/11/2019	142	1,41	1,57	16	3916
21/11/2019	143	1,39	1,54	16	3932
22/11/2019	144	1,36	1,51	16	3948
23/11/2019	145	1,34	1,49	15	3963
24/11/2019	146	1,31	1,45	15	3978
25/11/2019	147	1,29	1,43	15	3993
26/11/2019	148	1,26	1,4	14	4007
27/11/2019	149	1,24	1,38	14	4021
28/11/2019	150	1,22	1,35	14	4035
29/11/2019	151	1,20	1,33	14	4049
30/11/2019	152	1,18	1,31	14	4063
01/12/2019	153	1,16	1,29	13	4076
02/12/2019	154	1,14	1,27	13	4089
03/12/2019	155	1,12	1,24	13	4102
04/12/2019	156	1,11	1,23	13	4115
05/12/2019	157	1,09	1,21	13	4128
06/12/2019	158	1,08	1,2	12	4140
07/12/2019	159	1,06	1,18	12	4152
08/12/2019	160	1,05	1,17	12	4164
09/12/2019	161	1,04	1,15	12	4176
10/12/2019	162	1,03	1,14	12	4188
11/12/2019	163	1,02	1,13	12	4200
12/12/2019	164	1,01	1,12	12	4212
13/12/2019	165	1,01	1,12	12	4224
14/12/2019	166	1,00	1,11	12	4236
15/12/2019	167	0,99	1,1	11	4247
16/12/2019	168	0,98	1,09	11	4258
17/12/2019	169	0,97	1,08	11	4269
18/12/2019	170	0,96	1,07	11	4280
19/12/2019	171	0,95	1,05	11	4291
20/12/2019	172	0,95	1,05	11	4302
21/12/2019	173	0,94	1,04	11	4313
22/12/2019	174	0,93	1,03	11	4324
23/12/2019	175	0,93	1,03	11	4335
24/12/2019	176	0,92	1,02	11	4346

25/12/2019	177	0,91	1,01	11	4357
26/12/2019	178	0,90	1	10	4367
27/12/2019	179	0,89	0,99	10	4377
28/12/2019	180	0,87	0,97	10	4387
29/12/2019	181	0,86	0,95	10	4397
30/12/2019	182	0,85	0,94	10	4407
31/12/2019	183	0,81	0,9	9	4416
01/01/2020	184	0,84	0,93	10	4426
02/01/2020	185	0,87	0,97	10	4436
03/01/2020	186	0,87	0,97	10	4446
04/01/2020	187	0,89	0,99	10	4456
05/01/2020	188	0,89	0,99	10	4466
06/01/2020	189	0,90	1	10	4476
07/01/2020	190	0,91	1,01	11	4487
08/01/2020	191	0,92	1,02	11	4498
09/01/2020	192	0,93	1,03	11	4509
10/01/2020	193	0,94	1,04	11	4520
11/01/2020	194	0,95	1,05	11	4531
12/01/2020	195	0,95	1,05	11	4542
13/01/2020	196	0,96	1,07	11	4553
14/01/2020	197	0,96	1,07	11	4564
15/01/2020	198	0,96	1,07	11	4575
16/01/2020	199	0,97	1,08	11	4586
17/01/2020	200	0,97	1,08	11	4597
18/01/2020	201	0,97	1,08	11	4608
19/01/2020	202	0,98	1,09	11	4619
20/01/2020	203	0,98	1,09	11	4630
21/01/2020	204	0,99	1,1	11	4641
22/01/2020	205	1,00	1,11	12	4653
23/01/2020	206	1,01	1,12	12	4665
24/01/2020	207	1,02	1,13	12	4677
25/01/2020	208	1,03	1,14	12	4689
26/01/2020	209	1,04	1,15	12	4701
27/01/2020	210	1,05	1,17	12	4713
28/01/2020	211	1,06	1,18	12	4725
29/01/2020	212	1,08	1,2	12	4737
30/01/2020	213	1,09	1,21	13	4750
31/01/2020	214	1,11	1,23	13	4763

Tabla 18. Tabla de necesidades brutas cultivo de Pimiento. (Fuente: Programa Prho).

INFORME NECESIDADES BRUTAS							
Plan:	Sandía		Invernadero:	Invernadero 1	Cultivo:	Sandia	
Implanta:	Trasplante	Plt/m ² :	0,25	Fecha inicio:	03/02/2020	Fecha fin:	04/05/2020
C. E. (dS/m):	1,19	C. U. de la instalación:		90 %	Coef. Mayoración:	1,11	
Fecha	Día	ETc	DBR (l/m ²)	T.R. (min.)	T.R. Ac.		
03/02/2020	0	0,00	0	0	0		
04/02/2020	1	0,21	0,23	19	19		
05/02/2020	2	0,21	0,23	19	38		
06/02/2020	3	0,21	0,23	19	57		
07/02/2020	4	0,22	0,24	20	77		
08/02/2020	5	0,22	0,24	20	97		
09/02/2020	6	0,22	0,24	20	117		
10/02/2020	7	0,23	0,26	21	138		
11/02/2020	8	0,23	0,26	21	159		
12/02/2020	9	0,23	0,26	21	180		
13/02/2020	10	0,24	0,27	22	202		
14/02/2020	11	0,24	0,27	22	224		
15/02/2020	12	0,24	0,27	22	246		
16/02/2020	13	0,25	0,28	23	269		
17/02/2020	14	0,25	0,28	23	292		
18/02/2020	15	0,25	0,28	23	315		
19/02/2020	16	0,25	0,28	23	338		
20/02/2020	17	0,26	0,29	24	362		
21/02/2020	18	0,26	0,29	24	386		
22/02/2020	19	0,27	0,3	24	410		
23/02/2020	20	0,27	0,3	24	434		
24/02/2020	21	0,28	0,31	25	459		
25/02/2020	22	0,28	0,31	25	484		
26/02/2020	23	0,29	0,32	26	510		
27/02/2020	24	0,30	0,33	27	537		
28/02/2020	25	0,30	0,33	27	564		
29/02/2020	26	0,31	0,34	28	592		
01/03/2020	27	0,32	0,36	29	621		
02/03/2020	28	0,33	0,37	30	651		
03/03/2020	29	0,34	0,38	31	682		
04/03/2020	30	0,34	0,38	31	713		
05/03/2020	31	0,35	0,39	32	745		
06/03/2020	32	0,36	0,4	32	777		
07/03/2020	33	0,38	0,42	34	811		
08/03/2020	34	0,39	0,43	35	846		
09/03/2020	35	0,40	0,44	36	882		
10/03/2020	36	0,42	0,47	38	920		
11/03/2020	37	0,43	0,48	39	959		
12/03/2020	38	0,45	0,5	40	999		

13/03/2020	39	0,47	0,52	42	1041
14/03/2020	40	0,48	0,53	43	1084
15/03/2020	41	0,51	0,57	46	1130
16/03/2020	42	0,53	0,59	48	1178
17/03/2020	43	0,55	0,61	49	1227
18/03/2020	44	0,57	0,63	51	1278
19/03/2020	45	0,60	0,67	54	1332
20/03/2020	46	0,63	0,7	56	1388
21/03/2020	47	0,66	0,73	59	1447
22/03/2020	48	0,69	0,77	62	1509
23/03/2020	49	0,72	0,8	64	1573
24/03/2020	50	0,75	0,83	67	1640
25/03/2020	51	0,79	0,88	71	1711
26/03/2020	52	0,83	0,92	74	1785
27/03/2020	53	0,87	0,97	78	1863
28/03/2020	54	0,91	1,01	81	1944
29/03/2020	55	0,95	1,05	85	2029
30/03/2020	56	1,00	1,11	89	2118
31/03/2020	57	1,04	1,15	93	2211
01/04/2020	58	1,09	1,21	97	2308
02/04/2020	59	1,14	1,27	102	2410
03/04/2020	60	1,18	1,31	105	2515
04/04/2020	61	1,24	1,38	111	2626
05/04/2020	62	1,29	1,43	115	2741
06/04/2020	63	1,35	1,5	120	2861
07/04/2020	64	1,41	1,57	126	2987
08/04/2020	65	1,48	1,64	132	3119
09/04/2020	66	1,55	1,72	138	3257
10/04/2020	67	1,61	1,79	143	3400
11/04/2020	68	1,68	1,86	150	3550
12/04/2020	69	1,75	1,94	156	3706
13/04/2020	70	1,83	2,03	163	3869
14/04/2020	71	1,90	2,11	169	4038
15/04/2020	72	1,98	2,2	176	4214
16/04/2020	73	2,05	2,28	183	4397
17/04/2020	74	2,12	2,35	189	4586
18/04/2020	75	2,20	2,44	196	4782
19/04/2020	76	2,28	2,53	203	4985
20/04/2020	77	2,35	2,61	209	5194
21/04/2020	78	2,42	2,69	215	5409
22/04/2020	79	2,49	2,76	222	5631
23/04/2020	80	2,56	2,84	228	5859
24/04/2020	81	2,64	2,93	235	6094
25/04/2020	82	2,71	3,01	241	6335
26/04/2020	83	2,78	3,09	247	6582
27/04/2020	84	2,86	3,17	254	6836
28/04/2020	85	2,95	3,27	262	7098

29/04/2020	86	3,03	3,36	270	7368
30/04/2020	87	3,12	3,46	278	7646
01/05/2020	88	3,20	3,55	285	7931
02/05/2020	89	3,27	3,63	291	8222
03/05/2020	90	3,35	3,72	298	8520
04/05/2020	91	3,40	3,77	302	8822

Tabla 19. Tabla de necesidades brutas cultivo de Sandía. (Fuente: Programa Prho).

Necesidades netas

INFORME NECESIDADES NETAS						
Plan:	Pimiento		Invernadero:	Invernadero 1	Cultivo:	Pimiento
Implanta:	Trasplante	Plt/m ² :	2	Fecha inicio:	01/07/2019	Fecha fin:
Aplica 1er encalado:		01/07/2019	Kg/100l:	40	Quita 1er encalado:	08/08/2019
Aplica 2o encalado:		08/08/2019	Kg/100l:	20	Quita 2o encalado:	19/08/2019
Fecha	Día	ETo		Kc	ETc	ETc Ac.
01/07/2019	0	0,00		0,00	0,00	0,00
02/07/2019	1	1,70		0,20	0,34	0,34
03/07/2019	2	1,70		0,20	0,34	0,68
04/07/2019	3	1,69		0,20	0,34	1,02
05/07/2019	4	1,69		0,20	0,34	1,36
06/07/2019	5	1,68		0,20	0,34	1,70
07/07/2019	6	1,67		0,20	0,33	2,03
08/07/2019	7	1,67		0,20	0,33	2,36
09/07/2019	8	1,66		0,20	0,33	2,69
10/07/2019	9	1,66		0,20	0,33	3,02
11/07/2019	10	1,65		0,20	0,33	3,35
12/07/2019	11	1,65		0,20	0,33	3,68
13/07/2019	12	1,65		0,20	0,33	4,01
14/07/2019	13	1,65		0,20	0,33	4,34
15/07/2019	14	1,65		0,22	0,36	4,70
16/07/2019	15	1,65		0,24	0,40	5,10
17/07/2019	16	1,65		0,27	0,44	5,54
18/07/2019	17	1,65		0,29	0,48	6,02
19/07/2019	18	1,66		0,32	0,53	6,55
20/07/2019	19	1,66		0,34	0,57	7,12
21/07/2019	20	1,67		0,37	0,61	7,73
22/07/2019	21	1,67		0,39	0,66	8,39
23/07/2019	22	1,67		0,42	0,70	9,09
24/07/2019	23	1,68		0,44	0,75	9,84
25/07/2019	24	1,68		0,47	0,79	10,63
26/07/2019	25	1,68		0,50	0,83	11,46
27/07/2019	26	1,69		0,52	0,88	12,34
28/07/2019	27	1,69		0,55	0,93	13,27
29/07/2019	28	1,69		0,57	0,97	14,24
30/07/2019	29	1,69		0,60	1,01	15,25
31/07/2019	30	1,69		0,63	1,06	16,31
01/08/2019	31	1,69		0,65	1,10	17,41
02/08/2019	32	1,69		0,68	1,14	18,55
03/08/2019	33	1,69		0,70	1,19	19,74
04/08/2019	34	1,68		0,73	1,23	20,97
05/08/2019	35	1,68		0,75	1,26	22,23
06/08/2019	36	1,68		0,78	1,30	23,53

07/08/2019	37	1,67	0,80	1,34	24,87
08/08/2019	38	1,39	0,83	1,15	26,02
09/08/2019	39	3,44	0,86	2,95	28,97
10/08/2019	40	3,41	0,88	3,01	31,98
11/08/2019	41	3,39	0,91	3,08	35,06
12/08/2019	42	3,36	0,94	3,14	38,20
13/08/2019	43	3,33	0,96	3,21	41,41
14/08/2019	44	3,31	0,99	3,27	44,68
15/08/2019	45	3,28	1,02	3,33	48,01
16/08/2019	46	3,25	1,04	3,39	51,40
17/08/2019	47	3,22	1,07	3,45	54,85
18/08/2019	48	3,19	1,10	3,50	58,35
19/08/2019	49	3,79	1,12	4,26	62,61
20/08/2019	50	3,75	1,15	4,31	66,92
21/08/2019	51	3,71	1,18	4,37	71,29
22/08/2019	52	3,67	1,20	4,42	75,71
23/08/2019	53	3,64	1,23	4,47	80,18
24/08/2019	54	3,60	1,26	4,52	84,70
25/08/2019	55	3,56	1,28	4,56	89,26
26/08/2019	56	3,53	1,31	4,61	93,87
27/08/2019	57	3,50	1,34	4,67	98,54
28/08/2019	58	3,46	1,36	4,72	103,26
29/08/2019	59	3,43	1,39	4,77	108,03
30/08/2019	60	3,40	1,40	4,77	112,80
31/08/2019	61	3,38	1,40	4,73	117,53
01/09/2019	62	3,35	1,40	4,69	122,22
02/09/2019	63	3,32	1,40	4,64	126,86
03/09/2019	64	3,29	1,40	4,60	131,46
04/09/2019	65	3,26	1,40	4,56	136,02
05/09/2019	66	3,22	1,40	4,51	140,53
06/09/2019	67	3,19	1,40	4,46	144,99
07/09/2019	68	3,15	1,40	4,41	149,40
08/09/2019	69	3,12	1,40	4,36	153,76
09/09/2019	70	3,08	1,40	4,31	158,07
10/09/2019	71	3,04	1,40	4,25	162,32
11/09/2019	72	3,00	1,40	4,20	166,52
12/09/2019	73	2,96	1,40	4,14	170,66
13/09/2019	74	2,92	1,40	4,09	174,75
14/09/2019	75	2,88	1,40	4,03	178,78
15/09/2019	76	2,84	1,40	3,98	182,76
16/09/2019	77	2,80	1,40	3,93	186,69
17/09/2019	78	2,77	1,40	3,88	190,57
18/09/2019	79	2,73	1,40	3,82	194,39
19/09/2019	80	2,69	1,40	3,77	198,16
20/09/2019	81	2,66	1,40	3,72	201,88
21/09/2019	82	2,62	1,40	3,66	205,54
22/09/2019	83	2,57	1,40	3,60	209,14

23/09/2019	84	2,53	1,40	3,54	212,68
24/09/2019	85	2,49	1,40	3,49	216,17
25/09/2019	86	2,45	1,40	3,43	219,60
26/09/2019	87	2,41	1,40	3,37	222,97
27/09/2019	88	2,37	1,40	3,31	226,28
28/09/2019	89	2,33	1,40	3,26	229,54
29/09/2019	90	2,30	1,40	3,21	232,75
30/09/2019	91	2,26	1,40	3,17	235,92
01/10/2019	92	2,24	1,40	3,13	239,05
02/10/2019	93	2,21	1,40	3,09	242,14
03/10/2019	94	2,18	1,40	3,06	245,20
04/10/2019	95	2,16	1,40	3,02	248,22
05/10/2019	96	2,13	1,40	2,98	251,20
06/10/2019	97	2,10	1,40	2,94	254,14
07/10/2019	98	2,07	1,40	2,90	257,04
08/10/2019	99	2,03	1,40	2,85	259,89
09/10/2019	100	2,00	1,40	2,80	262,69
10/10/2019	101	1,96	1,40	2,74	265,43
11/10/2019	102	1,92	1,40	2,69	268,12
12/10/2019	103	1,89	1,40	2,64	270,76
13/10/2019	104	1,85	1,40	2,59	273,35
14/10/2019	105	1,82	1,40	2,55	275,90
15/10/2019	106	1,79	1,40	2,51	278,41
16/10/2019	107	1,76	1,40	2,47	280,88
17/10/2019	108	1,74	1,40	2,44	283,32
18/10/2019	109	1,72	1,40	2,41	285,73
19/10/2019	110	1,70	1,40	2,38	288,11
20/10/2019	111	1,68	1,40	2,35	290,46
21/10/2019	112	1,66	1,40	2,32	292,78
22/10/2019	113	1,63	1,40	2,29	295,07
23/10/2019	114	1,61	1,40	2,26	297,33
24/10/2019	115	1,59	1,40	2,22	299,55
25/10/2019	116	1,56	1,40	2,18	301,73
26/10/2019	117	1,53	1,40	2,15	303,88
27/10/2019	118	1,50	1,40	2,11	305,99
28/10/2019	119	1,48	1,40	2,07	308,06
29/10/2019	120	1,45	1,40	2,03	310,09
30/10/2019	121	1,42	1,40	1,99	312,08
31/10/2019	122	1,39	1,40	1,95	314,03
01/11/2019	123	1,36	1,40	1,91	315,94
02/11/2019	124	1,34	1,40	1,87	317,81
03/11/2019	125	1,31	1,40	1,84	319,65
04/11/2019	126	1,29	1,40	1,81	321,46
05/11/2019	127	1,27	1,40	1,78	323,24
06/11/2019	128	1,25	1,40	1,75	324,99
07/11/2019	129	1,23	1,40	1,72	326,71
08/11/2019	130	1,21	1,40	1,69	328,40

09/11/2019	131	1,19	1,40	1,67	330,07
10/11/2019	132	1,17	1,40	1,64	331,71
11/11/2019	133	1,16	1,40	1,62	333,33
12/11/2019	134	1,14	1,40	1,59	334,92
13/11/2019	135	1,12	1,40	1,57	336,49
14/11/2019	136	1,11	1,40	1,55	338,04
15/11/2019	137	1,09	1,40	1,53	339,57
16/11/2019	138	1,08	1,40	1,51	341,08
17/11/2019	139	1,06	1,40	1,48	342,56
18/11/2019	140	1,04	1,40	1,46	344,02
19/11/2019	141	1,03	1,40	1,44	345,46
20/11/2019	142	1,01	1,40	1,41	346,87
21/11/2019	143	0,99	1,40	1,39	348,26
22/11/2019	144	0,97	1,40	1,36	349,62
23/11/2019	145	0,96	1,40	1,34	350,96
24/11/2019	146	0,94	1,40	1,31	352,27
25/11/2019	147	0,92	1,40	1,29	353,56
26/11/2019	148	0,90	1,40	1,26	354,82
27/11/2019	149	0,89	1,40	1,24	356,06
28/11/2019	150	0,87	1,40	1,22	357,28
29/11/2019	151	0,85	1,40	1,20	358,48
30/11/2019	152	0,84	1,40	1,18	359,66
01/12/2019	153	0,83	1,40	1,16	360,82
02/12/2019	154	0,81	1,40	1,14	361,96
03/12/2019	155	0,80	1,40	1,12	363,08
04/12/2019	156	0,79	1,40	1,11	364,19
05/12/2019	157	0,78	1,40	1,09	365,28
06/12/2019	158	0,77	1,40	1,08	366,36
07/12/2019	159	0,76	1,40	1,06	367,42
08/12/2019	160	0,75	1,40	1,05	368,47
09/12/2019	161	0,75	1,40	1,04	369,51
10/12/2019	162	0,74	1,40	1,03	370,54
11/12/2019	163	0,73	1,40	1,02	371,56
12/12/2019	164	0,72	1,40	1,01	372,57
13/12/2019	165	0,72	1,40	1,01	373,58
14/12/2019	166	0,71	1,40	1,00	374,58
15/12/2019	167	0,71	1,40	0,99	375,57
16/12/2019	168	0,70	1,40	0,98	376,55
17/12/2019	169	0,69	1,40	0,97	377,52
18/12/2019	170	0,69	1,40	0,96	378,48
19/12/2019	171	0,68	1,40	0,95	379,43
20/12/2019	172	0,68	1,40	0,95	380,38
21/12/2019	173	0,67	1,40	0,94	381,32
22/12/2019	174	0,67	1,40	0,93	382,25
23/12/2019	175	0,66	1,40	0,93	383,18
24/12/2019	176	0,66	1,40	0,92	384,10
25/12/2019	177	0,65	1,40	0,91	385,01

26/12/2019	178	0,64	1,40	0,90	385,91
27/12/2019	179	0,63	1,40	0,89	386,80
28/12/2019	180	0,62	1,40	0,87	387,67
29/12/2019	181	0,61	1,40	0,86	388,53
30/12/2019	182	0,61	1,40	0,85	389,38
31/12/2019	183	0,58	1,40	0,81	390,19
01/01/2020	184	0,60	1,40	0,84	391,03
02/01/2020	185	0,62	1,39	0,87	391,90
03/01/2020	186	0,63	1,38	0,87	392,77
04/01/2020	187	0,64	1,38	0,89	393,66
05/01/2020	188	0,65	1,37	0,89	394,55
06/01/2020	189	0,67	1,36	0,90	395,45
07/01/2020	190	0,68	1,35	0,91	396,36
08/01/2020	191	0,69	1,34	0,92	397,28
09/01/2020	192	0,70	1,34	0,93	398,21
10/01/2020	193	0,71	1,33	0,94	399,15
11/01/2020	194	0,72	1,32	0,95	400,10
12/01/2020	195	0,73	1,31	0,95	401,05
13/01/2020	196	0,73	1,30	0,96	402,01
14/01/2020	197	0,74	1,30	0,96	402,97
15/01/2020	198	0,75	1,29	0,96	403,93
16/01/2020	199	0,76	1,28	0,97	404,90
17/01/2020	200	0,76	1,27	0,97	405,87
18/01/2020	201	0,77	1,26	0,97	406,84
19/01/2020	202	0,78	1,26	0,98	407,82
20/01/2020	203	0,79	1,25	0,98	408,80
21/01/2020	204	0,80	1,24	0,99	409,79
22/01/2020	205	0,81	1,23	1,00	410,79
23/01/2020	206	0,82	1,22	1,01	411,80
24/01/2020	207	0,84	1,22	1,02	412,82
25/01/2020	208	0,85	1,21	1,03	413,85
26/01/2020	209	0,87	1,20	1,04	414,89
27/01/2020	210	0,88	1,19	1,05	415,94
28/01/2020	211	0,90	1,18	1,06	417,00
29/01/2020	212	0,92	1,18	1,08	418,08
30/01/2020	213	0,93	1,17	1,09	419,17
31/01/2020	214	0,95	1,16	1,11	420,28

Tabla 20. Tabla de necesidades netas cultivo de Pimiento. (Fuente: Programa Prho).

INFORME NECESIDADES NETAS							
Plan:	Sandía		Invernadero:	Invernadero 1	Cultivo:	Sandia	
Implanta:	Trasplante	Plt/m ² :	0,25	Fecha inicio:	03/02/2020	Fecha fin:	04/05/2020
Fecha		Día	ETo	Kc	ETc	ETc Ac.	
03/02/2020		0	0,00	0,00	0,00	0,00	
04/02/2020		1	1,03	0,20	0,21	0,21	
05/02/2020		2	1,05	0,20	0,21	0,42	
06/02/2020		3	1,07	0,20	0,21	0,63	
07/02/2020		4	1,08	0,20	0,22	0,85	
08/02/2020		5	1,10	0,20	0,22	1,07	
09/02/2020		6	1,11	0,20	0,22	1,29	
10/02/2020		7	1,13	0,20	0,23	1,52	
11/02/2020		8	1,14	0,20	0,23	1,75	
12/02/2020		9	1,16	0,20	0,23	1,98	
13/02/2020		10	1,17	0,20	0,24	2,22	
14/02/2020		11	1,18	0,20	0,24	2,46	
15/02/2020		12	1,20	0,20	0,24	2,70	
16/02/2020		13	1,21	0,20	0,25	2,95	
17/02/2020		14	1,22	0,20	0,25	3,20	
18/02/2020		15	1,24	0,20	0,25	3,45	
19/02/2020		16	1,25	0,20	0,25	3,70	
20/02/2020		17	1,26	0,20	0,26	3,96	
21/02/2020		18	1,28	0,21	0,26	4,22	
22/02/2020		19	1,29	0,21	0,27	4,49	
23/02/2020		20	1,31	0,21	0,27	4,76	
24/02/2020		21	1,33	0,21	0,28	5,04	
25/02/2020		22	1,35	0,21	0,28	5,32	
26/02/2020		23	1,37	0,21	0,29	5,61	
27/02/2020		24	1,40	0,21	0,30	5,91	
28/02/2020		25	1,42	0,21	0,30	6,21	
29/02/2020		26	1,45	0,21	0,31	6,52	
01/03/2020		27	1,47	0,22	0,32	6,84	
02/03/2020		28	1,50	0,22	0,33	7,17	
03/03/2020		29	1,52	0,22	0,34	7,51	
04/03/2020		30	1,54	0,22	0,34	7,85	
05/03/2020		31	1,57	0,23	0,35	8,20	
06/03/2020		32	1,59	0,23	0,36	8,56	
07/03/2020		33	1,62	0,23	0,38	8,94	
08/03/2020		34	1,65	0,24	0,39	9,33	
09/03/2020		35	1,67	0,24	0,40	9,73	
10/03/2020		36	1,70	0,24	0,42	10,15	
11/03/2020		37	1,73	0,25	0,43	10,58	
12/03/2020		38	1,76	0,25	0,45	11,03	
13/03/2020		39	1,80	0,26	0,47	11,50	
14/03/2020		40	1,83	0,27	0,48	11,98	
15/03/2020		41	1,85	0,27	0,51	12,49	

16/03/2020	42	1,88	0,28	0,53	13,02
17/03/2020	43	1,91	0,29	0,55	13,57
18/03/2020	44	1,93	0,30	0,57	14,14
19/03/2020	45	1,95	0,31	0,60	14,74
20/03/2020	46	1,97	0,32	0,63	15,37
21/03/2020	47	2,00	0,33	0,66	16,03
22/03/2020	48	2,02	0,34	0,69	16,72
23/03/2020	49	2,04	0,35	0,72	17,44
24/03/2020	50	2,07	0,36	0,75	18,19
25/03/2020	51	2,10	0,38	0,79	18,98
26/03/2020	52	2,13	0,39	0,83	19,81
27/03/2020	53	2,16	0,40	0,87	20,68
28/03/2020	54	2,19	0,42	0,91	21,59
29/03/2020	55	2,22	0,43	0,95	22,54
30/03/2020	56	2,25	0,44	1,00	23,54
31/03/2020	57	2,28	0,46	1,04	24,58
01/04/2020	58	2,31	0,47	1,09	25,67
02/04/2020	59	2,33	0,49	1,14	26,81
03/04/2020	60	2,36	0,50	1,18	27,99
04/04/2020	61	2,39	0,52	1,24	29,23
05/04/2020	62	2,41	0,53	1,29	30,52
06/04/2020	63	2,44	0,55	1,35	31,87
07/04/2020	64	2,47	0,57	1,41	33,28
08/04/2020	65	2,50	0,59	1,48	34,76
09/04/2020	66	2,53	0,61	1,55	36,31
10/04/2020	67	2,56	0,63	1,61	37,92
11/04/2020	68	2,59	0,65	1,68	39,60
12/04/2020	69	2,63	0,67	1,75	41,35
13/04/2020	70	2,66	0,69	1,83	43,18
14/04/2020	71	2,69	0,71	1,90	45,08
15/04/2020	72	2,71	0,73	1,98	47,06
16/04/2020	73	2,74	0,75	2,05	49,11
17/04/2020	74	2,76	0,77	2,12	51,23
18/04/2020	75	2,78	0,79	2,20	53,43
19/04/2020	76	2,80	0,81	2,28	55,71
20/04/2020	77	2,82	0,83	2,35	58,06
21/04/2020	78	2,83	0,85	2,42	60,48
22/04/2020	79	2,85	0,87	2,49	62,97
23/04/2020	80	2,87	0,89	2,56	65,53
24/04/2020	81	2,89	0,91	2,64	68,17
25/04/2020	82	2,91	0,93	2,71	70,88
26/04/2020	83	2,93	0,95	2,78	73,66
27/04/2020	84	2,95	0,97	2,86	76,52
28/04/2020	85	2,97	0,99	2,95	79,47
29/04/2020	86	2,99	1,01	3,03	82,50
30/04/2020	87	3,01	1,04	3,12	85,62
01/05/2020	88	3,03	1,06	3,20	88,82

02/05/2020	89	3,05	1,07	3,27	92,09
03/05/2020	90	3,07	1,09	3,35	95,44
04/05/2020	91	3,09	1,10	3,40	98,84

Tabla 21. Tabla de necesidades netas cultivo de Pimiento. (Fuente: Programa Prho).

Plan de riegos

El plan de riegos a seguir será el programado por el programa exceptuando las cuatro primeras semanas de cultivo que se realizarán riego de 12 minutos todos los días debido a las altas temperaturas en el mes de julio y al poco vigor de la planta.

INFORME DE RIEGOS PROGRAMADOS									
Plan:	Pimiento		Invernadero:	Invernadero 1	Cultivo:	Pimiento			
Implanta:	Traslante	Plt/m ² :	2	Fecha inicio:	01/07/2019	Fecha fin:	31/01/2020		
Aplica 1er encalado:		01/07/2019	Kg/100l:	40	Quita 1er encalado:	08/08/2019			
Aplica 2o encalado:		01/07/2019	Kg/100l:	20	Quita 2o encalado:	08/08/2019			
Criterio para la programación:			Riego con periodicidad 2 días.						
Fecha	Día	DBR (l/m ²)	TR (min.)	R. PRG. (l/m ²)	TR PRG. (min.)				
01/07/2019	0	0,00	0		12				
02/07/2019	1	0,38	4		12				
03/07/2019	2	0,38	4		12				
04/07/2019	3	0,38	4	1,14	12				
05/07/2019	4	0,38	4		12				
06/07/2019	5	0,38	4		12				
07/07/2019	6	0,37	4	1,13	12				
08/07/2019	7	0,37	4		12				
09/07/2019	8	0,37	4		12				
10/07/2019	9	0,37	4	1,11	12				
11/07/2019	10	0,37	4		12				
12/07/2019	11	0,37	4		12				
13/07/2019	12	0,37	4	1,11	12				
14/07/2019	13	0,37	4		12				
15/07/2019	14	0,40	4		12				
16/07/2019	15	0,44	5	1,21	12				
17/07/2019	16	0,49	5		12				
18/07/2019	17	0,53	6		12				
19/07/2019	18	0,59	6	1,61	12				
20/07/2019	19	0,63	7		12				
21/07/2019	20	0,68	7		12				
22/07/2019	21	0,73	8	2,04	12				
23/07/2019	22	0,78	8		12				
24/07/2019	23	0,83	9		12				
25/07/2019	24	0,88	9	2,49	12				

26/07/2019	25	0,92	10		12
27/07/2019	26	0,98	10		12
28/07/2019	27	1,03	11	2,93	12
29/07/2019	28	1,08	11		12
30/07/2019	29	1,12	12		12
31/07/2019	30	1,18	12	3,38	12
01/08/2019	31	1,22	13		
02/08/2019	32	1,27	13		
03/08/2019	33	1,32	14	3,81	40
04/08/2019	34	1,37	14		
05/08/2019	35	1,40	14		
06/08/2019	36	1,44	15	4,21	43
07/08/2019	37	1,49	15		
08/08/2019	38	1,28	13		
09/08/2019	39	3,27	33	6,04	61
10/08/2019	40	3,34	34		
11/08/2019	41	3,42	35		
12/08/2019	42	3,49	35	10,25	104
13/08/2019	43	3,56	36		
14/08/2019	44	3,63	37		
15/08/2019	45	3,70	37	10,89	110
16/08/2019	46	3,76	38		
17/08/2019	47	3,83	39		
18/08/2019	48	3,89	39	11,48	116
19/08/2019	49	4,73	48		
20/08/2019	50	4,78	48		
21/08/2019	51	4,85	49	14,36	145
22/08/2019	52	4,91	50		
23/08/2019	53	4,96	50		
24/08/2019	54	5,02	51	14,89	151
25/08/2019	55	5,06	51		
26/08/2019	56	5,12	52		
27/08/2019	57	5,18	52	15,36	155
28/08/2019	58	5,24	53		
29/08/2019	59	5,29	53		
30/08/2019	60	5,29	53	15,82	159
31/08/2019	61	5,25	53		
01/09/2019	62	5,21	53		
02/09/2019	63	5,15	52	15,61	158
03/09/2019	64	5,11	52		
04/09/2019	65	5,06	51		
05/09/2019	66	5,01	51	15,18	154
06/09/2019	67	4,95	50		
07/09/2019	68	4,90	49		
08/09/2019	69	4,84	49	14,69	148
09/09/2019	70	4,78	48		
10/09/2019	71	4,72	48		

11/09/2019	72	4,66	47	14,16	143
12/09/2019	73	4,60	46		
13/09/2019	74	4,54	46		
14/09/2019	75	4,47	45	13,61	137
15/09/2019	76	4,42	45		
16/09/2019	77	4,36	44		
17/09/2019	78	4,31	44	13,09	133
18/09/2019	79	4,24	43		
19/09/2019	80	4,18	42		
20/09/2019	81	4,13	42	12,55	127
21/09/2019	82	4,06	41		
22/09/2019	83	4,00	40		
23/09/2019	84	3,93	40	11,99	121
24/09/2019	85	3,87	39		
25/09/2019	86	3,81	39		
26/09/2019	87	3,74	38	11,42	116
27/09/2019	88	3,67	37		
28/09/2019	89	3,62	37		
29/09/2019	90	3,56	36	10,85	110
30/09/2019	91	3,52	36		
01/10/2019	92	3,47	35		
02/10/2019	93	3,43	35	10,42	106
03/10/2019	94	3,40	34		
04/10/2019	95	3,35	34		
05/10/2019	96	3,31	34	10,06	102
06/10/2019	97	3,26	33		
07/10/2019	98	3,22	33		
08/10/2019	99	3,16	32	9,64	98
09/10/2019	100	3,11	32		
10/10/2019	101	3,04	31		
11/10/2019	102	2,99	30	9,14	93
12/10/2019	103	2,93	30		
13/10/2019	104	2,87	29		
14/10/2019	105	2,83	29	8,63	88
15/10/2019	106	2,79	28		
16/10/2019	107	2,74	28		
17/10/2019	108	2,71	28	8,24	84
18/10/2019	109	2,68	27		
19/10/2019	110	2,64	27		
20/10/2019	111	2,61	27	7,93	81
21/10/2019	112	2,58	26		
22/10/2019	113	2,54	26		
23/10/2019	114	2,51	26	7,63	78
24/10/2019	115	2,46	25		
25/10/2019	116	2,42	25		
26/10/2019	117	2,39	24	7,27	74
27/10/2019	118	2,34	24		

28/10/2019	119	2,30	23		
29/10/2019	120	2,25	23	6,89	70
30/10/2019	121	2,21	23		
31/10/2019	122	2,16	22		
01/11/2019	123	2,12	22	6,49	67
02/11/2019	124	2,08	21		
03/11/2019	125	2,04	21		
04/11/2019	126	2,01	21	6,13	63
05/11/2019	127	1,98	20		
06/11/2019	128	1,94	20		
07/11/2019	129	1,91	20	5,83	60
08/11/2019	130	1,88	19		
09/11/2019	131	1,85	19		
10/11/2019	132	1,82	19	5,55	57
11/11/2019	133	1,80	18		
12/11/2019	134	1,76	18		
13/11/2019	135	1,74	18	5,30	54
14/11/2019	136	1,72	18		
15/11/2019	137	1,70	17		
16/11/2019	138	1,68	17	5,10	52
17/11/2019	139	1,64	17		
18/11/2019	140	1,62	17		
19/11/2019	141	1,60	16	4,86	50
20/11/2019	142	1,57	16		
21/11/2019	143	1,54	16		
22/11/2019	144	1,51	16	4,62	48
23/11/2019	145	1,49	15		
24/11/2019	146	1,45	15		
25/11/2019	147	1,43	15	4,37	45
26/11/2019	148	1,40	14		
27/11/2019	149	1,38	14		
28/11/2019	150	1,35	14	4,13	42
29/11/2019	151	1,33	14		
30/11/2019	152	1,31	14		
01/12/2019	153	1,29	13	3,93	41
02/12/2019	154	1,27	13		
03/12/2019	155	1,24	13		
04/12/2019	156	1,23	13	3,74	39
05/12/2019	157	1,21	13		
06/12/2019	158	1,20	12		
07/12/2019	159	1,18	12	3,59	37
08/12/2019	160	1,17	12		
09/12/2019	161	1,15	12		
10/12/2019	162	1,14	12	3,46	36
11/12/2019	163	1,13	12		
12/12/2019	164	1,12	12		
13/12/2019	165	1,12	12	3,37	36

14/12/2019	166	1,11	12		
15/12/2019	167	1,10	11		
16/12/2019	168	1,09	11	3,30	34
17/12/2019	169	1,08	11		
18/12/2019	170	1,07	11		
19/12/2019	171	1,05	11	3,20	33
20/12/2019	172	1,05	11		
21/12/2019	173	1,04	11		
22/12/2019	174	1,03	11	3,12	33
23/12/2019	175	1,03	11		
24/12/2019	176	1,02	11		
25/12/2019	177	1,01	11	3,06	33
26/12/2019	178	1,00	10		
27/12/2019	179	0,99	10		
28/12/2019	180	0,97	10	2,96	30
29/12/2019	181	0,95	10		
30/12/2019	182	0,94	10		
31/12/2019	183	0,90	9	2,79	29
01/01/2020	184	0,93	10		
02/01/2020	185	0,97	10		
03/01/2020	186	0,97	10	2,87	30
04/01/2020	187	0,99	10		
05/01/2020	188	0,99	10		
06/01/2020	189	1,00	10	2,98	30
07/01/2020	190	1,01	11		
08/01/2020	191	1,02	11		
09/01/2020	192	1,03	11	3,06	33
10/01/2020	193	1,04	11		
11/01/2020	194	1,05	11		
12/01/2020	195	1,05	11	3,14	33
13/01/2020	196	1,07	11		
14/01/2020	197	1,07	11		
15/01/2020	198	1,07	11	3,21	33
16/01/2020	199	1,08	11		
17/01/2020	200	1,08	11		
18/01/2020	201	1,08	11	3,24	33
19/01/2020	202	1,09	11		
20/01/2020	203	1,09	11		
21/01/2020	204	1,10	11	3,28	33
22/01/2020	205	1,11	12		
23/01/2020	206	1,12	12		
24/01/2020	207	1,13	12	3,36	36
25/01/2020	208	1,14	12		
26/01/2020	209	1,15	12		
27/01/2020	210	1,17	12	3,46	36
28/01/2020	211	1,18	12		
29/01/2020	212	1,20	12		

30/01/2020	213	1,21	13	3,59	37
31/01/2020	214	1,23	13		

Tabla 22. Plan de riegos cultivo de Pimiento. (Fuente: Programa Prho).

El cultivo de sandía se regará todos los días, debido a que sus necesidades hídricas son importantes.

INFORME DE RIEGOS PROGRAMADOS						
Plan:	Sandía		Invernadero:	Invernadero 1	Cultivo:	Sandia
Implanta:	Traslante	Plt/m ² :	0,25	Fecha inicio:	03/02/2020	Fecha fin:
Criterio para la programación:		Riego todos los días, se aplica la dosis bruta diaria.				
Fecha		Día	DBR (l/m ²)	TR (min.)	R. PRG. (l/m ²)	TR PRG. (min.)
03/02/2020		0	0,00	0		
04/02/2020		1	0,23	19	0,23	19
05/02/2020		2	0,23	19	0,23	19
06/02/2020		3	0,23	19	0,23	19
07/02/2020		4	0,24	20	0,24	20
08/02/2020		5	0,24	20	0,24	20
09/02/2020		6	0,24	20	0,24	20
10/02/2020		7	0,26	21	0,26	21
11/02/2020		8	0,26	21	0,26	21
12/02/2020		9	0,26	21	0,26	21
13/02/2020		10	0,27	22	0,27	22
14/02/2020		11	0,27	22	0,27	22
15/02/2020		12	0,27	22	0,27	22
16/02/2020		13	0,28	23	0,28	23
17/02/2020		14	0,28	23	0,28	23
18/02/2020		15	0,28	23	0,28	23
19/02/2020		16	0,28	23	0,28	23
20/02/2020		17	0,29	24	0,29	24
21/02/2020		18	0,29	24	0,29	24
22/02/2020		19	0,30	24	0,30	24
23/02/2020		20	0,30	24	0,30	24
24/02/2020		21	0,31	25	0,31	25
25/02/2020		22	0,31	25	0,31	25
26/02/2020		23	0,32	26	0,32	26
27/02/2020		24	0,33	27	0,33	27
28/02/2020		25	0,33	27	0,33	27
29/02/2020		26	0,34	28	0,34	28
01/03/2020		27	0,36	29	0,36	29
02/03/2020		28	0,37	30	0,37	30
03/03/2020		29	0,38	31	0,38	31
04/03/2020		30	0,38	31	0,38	31
05/03/2020		31	0,39	32	0,39	32
06/03/2020		32	0,40	32	0,40	32

07/03/2020	33	0,42	34	0,42	34
08/03/2020	34	0,43	35	0,43	35
09/03/2020	35	0,44	36	0,44	36
10/03/2020	36	0,47	38	0,47	38
11/03/2020	37	0,48	39	0,48	39
12/03/2020	38	0,50	40	0,50	40
13/03/2020	39	0,52	42	0,52	42
14/03/2020	40	0,53	43	0,53	43
15/03/2020	41	0,57	46	0,57	46
16/03/2020	42	0,59	48	0,59	48
17/03/2020	43	0,61	49	0,61	49
18/03/2020	44	0,63	51	0,63	51
19/03/2020	45	0,67	54	0,67	54
20/03/2020	46	0,70	56	0,70	56
21/03/2020	47	0,73	59	0,73	59
22/03/2020	48	0,77	62	0,77	62
23/03/2020	49	0,80	64	0,80	64
24/03/2020	50	0,83	67	0,83	67
25/03/2020	51	0,88	71	0,88	71
26/03/2020	52	0,92	74	0,92	74
27/03/2020	53	0,97	78	0,97	78
28/03/2020	54	1,01	81	1,01	81
29/03/2020	55	1,05	85	1,05	85
30/03/2020	56	1,11	89	1,11	89
31/03/2020	57	1,15	93	1,15	93
01/04/2020	58	1,21	97	1,21	97
02/04/2020	59	1,27	102	1,27	102
03/04/2020	60	1,31	105	1,31	105
04/04/2020	61	1,38	111	1,38	111
05/04/2020	62	1,43	115	1,43	115
06/04/2020	63	1,50	120	1,50	120
07/04/2020	64	1,57	126	1,57	126
08/04/2020	65	1,64	132	1,64	132
09/04/2020	66	1,72	138	1,72	138
10/04/2020	67	1,79	143	1,79	143
11/04/2020	68	1,86	150	1,86	150
12/04/2020	69	1,94	156	1,94	156
13/04/2020	70	2,03	163	2,03	163
14/04/2020	71	2,11	169	2,11	169
15/04/2020	72	2,20	176	2,20	176
16/04/2020	73	2,28	183	2,28	183
17/04/2020	74	2,35	189	2,35	189
18/04/2020	75	2,44	196	2,44	196
19/04/2020	76	2,53	203	2,53	203
20/04/2020	77	2,61	209	2,61	209
21/04/2020	78	2,69	215	2,69	215
22/04/2020	79	2,76	222	2,76	222

23/04/2020	80	2,84	228	2,84	228
24/04/2020	81	2,93	235	2,93	235
25/04/2020	82	3,01	241	3,01	241
26/04/2020	83	3,09	247	3,09	247
27/04/2020	84	3,17	254	3,17	254
28/04/2020	85	3,27	262	3,27	262
29/04/2020	86	3,36	270	3,36	270
30/04/2020	87	3,46	278	3,46	278
01/05/2020	88	3,55	285	3,55	285
02/05/2020	89	3,63	291	3,63	291
03/05/2020	90	3,72	298	3,72	298
04/05/2020	91	3,77	302	3,77	302

Tabla 23. Plan de riegos cultivo de Sandía. (Fuente: Programa Prho).

3.2 Fertilizantes

En los cultivos protegidos de pimiento el aporte de agua y gran parte de los nutrientes se realiza de forma generalizada mediante riego por goteo y va ser función del estado fenológico de la planta, así como del ambiente en que ésta se desarrolla (tipo de suelo, condiciones climáticas, calidad del agua de riego, etc.). En cultivo en suelo y en enarenado el establecimiento del momento y volumen de riego vendrá dado básicamente por los siguientes parámetros:

Tensión del agua en el suelo (tensión mátrica), que se determinará mediante la instalación de una batería de tensímetros a distintas profundidades. Alrededor del 75% del sistema radicular del pimiento y de la sandía se encuentra en los primeros 30-40 cm del suelo, por lo que será conveniente colocar un primer tensímetro a una profundidad de unos 15-20 cm, que deberá mantener lecturas entre 11 y 14 cb, un segundo tensímetro a unos 30-50 cm, que permitirá controlar el movimiento del agua en el entorno del sistema radicular y un tercer tensímetro ligeramente más profundo para obtener información sobre las pérdidas de agua por drenaje; valores inferiores a 20-25 cb en este último tensímetro indicarán importantes pérdidas de agua por lixiviación y se deberá reducir el tiempo de riego para evitar esa pérdida de agua.

Tipo de suelo (capacidad de campo, porcentaje de saturación).

Evapotranspiración del cultivo.

Eficacia de riego (uniformidad de caudal de los goteros).

Calidad del agua de riego (a peor calidad, mayores son los volúmenes de agua, ya que es necesario desplazar el frente de sales del bulbo de humedad).

Existe otra técnica empleada de menor difusión que consiste en extraer la fase líquida del suelo mediante succión a través de una cerámica porosa y posterior determinación de la conductividad eléctrica.

Para un cultivo de pimiento de julio-febrero. Tras el asentamiento de la planta resulta conveniente recortar riegos, con el fin de potenciar el crecimiento del sistema radicular. Durante la primera floración, un exceso de humedad puede provocar la caída de las flores.

En cuanto a la nutrición, el pimiento es una planta muy exigente en nitrógeno durante las primeras fases del cultivo, decreciendo la demanda de este elemento tras la recolección de los primeros frutos verdes, debiendo controlar muy bien su dosificación a partir de este momento, ya que un exceso retrasaría la maduración de los frutos. La máxima demanda de fósforo coincide con la aparición de las primeras flores y con el período de maduración de las semillas. La absorción de potasio es determinante sobre la precocidad, coloración y calidad de los frutos, aumentando progresivamente hasta la floración y equilibrándose posteriormente. El pimiento también es muy exigente en cuanto a la nutrición de magnesio, aumentando su absorción durante la maduración.

A la hora de abonar, existe un margen muy amplio de abonado en el que no se aprecian diferencias sustanciales en el cultivo, pudiendo encontrar “recetas” muy variadas y contradictorias dentro de una misma zona, con el mismo tipo de suelo y la misma variedad. No obstante, para no cometer grandes errores, no se deben sobrepasar dosis de abono total superiores a 2g/l, siendo común aportar 1g/l para aguas de conductividad próxima a 1mS.cm⁻¹.

Teniendo en cuenta que las extracciones del cultivo a lo largo del ciclo guardan una relación de 3,5-1-7-0,6 de N, P₂O₅, K₂O y MgO, respectivamente, las cantidades de fertilizantes a aportar variarán notablemente en función del abonado de fondo y de los factores antes mencionados (calidad del agua de riego, tipo de suelo, climatología, etc.). Cuando se ha efectuado una correcta fertilización de fondo, no se suele forzar el abonado hasta que los primeros frutos alcanzan el tamaño de una castaña, evitando así un excesivo desarrollo vegetativo que provoque la caída de flores y de frutos recién cuajados. Tras el cuajado de los primeros frutos se riega con un equilibrio N-P-K de 1-1-1-, que va variando en función de las necesidades del cultivo hasta una relación aproximada de 1,5-0,5-1,5 durante la recolección. Actualmente el abonado de fondo se ha reducido e incluso suprimido, controlando desde el inicio del cultivo la nutrición mineral aportada, pudiendo llevar el cultivo como si de un hidropónico se tratara.

Los fertilizantes de uso más extendido son los abonos simples en forma de sólidos solubles (nitrato cálcico, nitrato potásico, nitrato amónico, fosfato monopotásico, fosfato monoamónico, sulfato potásico y sulfato magnésico) y en forma líquida (ácido fosfórico y ácido nítrico), debido a su bajo coste y a que permiten un fácil ajuste de la solución nutritiva, aunque existen en el mercado abonos complejos sólidos cristalinos y líquidos que se ajustan adecuadamente, solos o en combinación con los abonos simples, a los equilibrios requeridos en las distintas fases de desarrollo del cultivo.

El aporte de microelementos, que años atrás se había descuidado en gran medida, resulta vital para una nutrición adecuada, pudiendo encontrar en el mercado una amplia gama de sólidos y líquidos en forma mineral y en forma de quelatos, cuando es necesario favorecer su estabilidad en el medio de cultivo y su absorción por la planta.

También se dispone de numerosos correctores de carencias tanto de macro como de micronutrientes que pueden aplicarse vía foliar o riego por goteo, aminoácidos de uso preventivo y curativo, que ayudan a la planta en momentos críticos de su desarrollo o bajo condiciones ambientales desfavorables, así como otros productos (ácidos húmicos y fúlvicos, correctores salinos, etc.), que mejoran las condiciones del medio y facilitan la asimilación de nutrientes por la planta.

3.3 Fitosanitarios

En caso de que el control biológico, físico y cultural no sea efectivo y aparecieran síntomas, se utilizaría un control químico específico.

- **Calex** es un insecticida, acaricida que actúa por ingestión y contacto, su resultado es eficaz. La materia activa del producto es Amabectina 1,8%, es útil tanto para el pimiento como para la sandía. Su presentación es en forma de emulsión de aceite en agua. Sirve tanto para Araña roja y larvas de trips en pimiento y sandía y para eriódidos en pimiento. Su dosis de tratamiento es de 0,15 – 1 l/ha.
- **Altacord 35 WG** insecticida para tratamiento de todo tipo de orugas en pimiento y sandía, es sistémico. Su materia activa es Rynaxypyr (clorantraniliprol) 35%. Su presentación en envase es en forma de granulado dispersable en agua. Su dosis de tratamiento es de 10 – 11,5 g/hl.
- **Courace** insecticida neonicotinoide, es absorbido tanto por vía foliar como radicular, es muy sistémico, posee una acción por contacto e ingestión y una

buenas actividades residuales. Su materia activa es Imidacloprid 20%, es concentrado soluble. En pimiento es efectivo contra mosca blanca y pulgones, mientras que en sandía es muy eficaz contra el pulgón. Su dosis de tratamiento en el riego es de 350 – 500 ml/ha.

- **Movento ® 150 / O-Teq** insecticida sistémico muy efectiva sobre todo para cochinillas y pulgones tanto en pimiento como en sandía, también es efectivo para cochinillas en pimiento. Su materia activa es Spirotetramat. Su dosis de tratamiento es 0,04 – 0,05% en pimiento y de 0,1 – 0,5 l/ha en sandía, su plazo de seguridad es de 3 días.
- **Oberon ®** insecticida sintético, su materia activa es Spiromesifen, aplicable en pimiento tanto para la mosca blanca como para araña roja y blanca. Su efectividad en sandía se ve muy reducida. Su dosis es de 500 – 1500 l/ha y cuenta con un plazo de recuperación de 3 días.
- **Plenum** es un insecticida que actúa de forma sistémica y selectiva. En forma de granulado dispersable en agua, es compatible con abejas y abejorros. Su materia activa es Pimetrozina 50%. Es muy efectivo en pimiento y sandía tanto para el control de pulgones como de mosca blanca. Su dosis de aplicación es de 0,5 – 1 Kg/ha y su plazo de recuperación es de 3 días.
- **Nutraceutico** es un insecticida procedente de extractos vegetales y adyurantes biodegradables. Su gran ventaja es que respeta la fauna auxiliar, su dosis es de 2 l/ha y es muy efectivo para mosca blanca.
- **Acramite** es un acaricida de contacto selectivo, es muy efectivo tanto en pimiento como en sandía, para todo tipo de arañas, ataca al adulto y a los huevos. Su materia activa es Bifenazato 48%. Su dosis es de 0,375 l/ha, para el tratamiento por ha se usan de 1000-1500 L, su plazo de seguridad es de 24 horas.

3.4 Maquinaria y aperos

Para el manejo del invernadero es necesario contar con una serie de maquinaria y aperos.

- Tractor: será muy útil, ya que es una maquinaria multifuncional. Se usará tanto para tratar con insecticidas como con fungicidas. Además, se empleará

para manejar la producción de manera más rápida para su transporte el invernadero al almacén y del almacén al camión para trasportarla a la alhóndiga.

Características del tractor:

- Potencia: 70 CV
- Carburante: Diesel
- No contará con cabina debido a su alto precio, el operario usará una máscara y un traje específico cuando tenga que realizar un tratamiento.
- Cañón ATASA 800 litros de depósito, con turbina.
- Pinzas para el tractor para poder manejar la producción de un sitio a otro, gracias a las pinzas, la producción se lleva al almacén, se sitúan palets en el pasillo del invernadero y van depositando los envases de plástico con la producción encima del palet correspondiente, cuando el palet tiene 25 cajas (5 pilares a 5 de altura) se amarra el palet con rafia negra y se lleva al almacén para su manipulación.
- Mochila de pulverización

Características:

- Capacidad 15-16 L
- Tipo de funcionamiento: manual.
- Anchura efectiva de labor (a): 4 m.
- Velocidad de trabajo: 0,75 km/h.
- Rendimiento efectivo (η): 90 %.
- Rendimiento de la operación: $(a * v * \eta/10)$: $R_o=270 \text{ m}^2/\text{h}$.
- Carros de recolección: carros manuales metálicos (de forja) de cuatro ruedas neumáticas para la recolección manual de productos agrícolas.
- Tijeras: para recolectar la producción.
- Cuchillos: para cortar la rafia del entutorado.
- Rafia: para el entutorado del cultivo
- Anillas: junto con la rafia se usan para el entutorado del cultivo.

3.5 Recolección y manipulación

Los precios y la demanda por un lado y las temperaturas por otro, son los factores que van a determinar el momento y la periodicidad de esta operación,

recolectando antes de su madurez fisiológica en verde o en rojo según interese en pimiento, en sandía la recolección se hará de una vez y se realizará cuando las sandías hayan alcanzado 10-11 grados brix. El ciclo de sandía suele durar 90 días desde el trasplante.

La recolección se realiza de forma manual, los utensilios utilizados para la recolección son: en pimiento, se usan carros de cuatro rudas y envases de plástico además de tijeras para cortar los pimientos. En el carro cogen dos cajas pareadas, las dimensiones de las cajas son 610 x 367 x 345 mm. El personal de campo recolecta los frutos con las tijeras, los deposita en los envases y posteriormente lleva las cajas llenas al pasillo, en el pasillo se encontrarán palet de dimensiones 1,2 x 1m donde se depositarán los envases. Una vez recolectado, con el tractor se trasladarán los palet con los envases al almacén donde se procederá a su manipulación correspondiente, este manejo consiste en separar los frutos en dos categorías:

- Categoría I: Los pimientos de esta categoría deberán ser de buena calidad y presentarán, según su estado de madurez, las características de desarrollo, forma y color propias de la variedad o tipo comercial al que pertenezcan. El pedúnculo podrá hallarse ligeramente dañado o cortado siempre que el cáliz se mantenga intacto.
- Categoría II: Esta categoría comprenderá los pimientos que no puedan clasificarse en la categoría I pero que cumplan los requisitos mínimos arriba establecidos. Siempre que conserven sus características esenciales de calidad, conservación y presentación, estos pimientos podrán tener los defectos siguientes:
 - Malformaciones y defectos de desarrollo, quemaduras de sol o heridas leves cicatrizadas que no tengan más de 2 cm de longitud, en el caso de los defectos de forma alargada, o de 1 cm² de superficie total, cuando se trate de otros defectos, ligeras grietas secas y superficiales que no tengan, sumadas, más de 3 cm de longitud. Además, podrán hallarse menos firmes que los de la categoría I, aunque no marchitos.
 - El pedúnculo podrá estar dañado o cortado.

Para la recolección de sandía se usan cajas más grandes con unas dimensiones de 120x100x50 mm. Este cultivo no pasará por el almacén para su manipulación ya que son cortadas por trabajadores de la empresa que las compra para exportarlas y ellos

cortan solo los frutos que quieren, el resto es cortado por los trabajadores del agricultor para ser vendidas como segunda.

El calibre es determinado por el peso de cada pieza, estableciéndose el peso mínimo en 1 kg. A excepción de las sandías minis. La tolerancia no puede aplicarse en ningún caso a frutos de menos de 800 gramos

En todas las clases, las sandías deben estar:

- Enteras y no reventadas.
- Sanas; se excluirán los productos que presenten podredumbre o alteraciones que los hagan Impropios para el consumo.
- Limpias, prácticamente exentas de materias extrañas visibles.
- Prácticamente exentas de parásitos y exentas de daños causados por los mismos.
- Firmes y suficientemente maduras; el color y el sabor de la pulpa deben corresponder a un grado de madurez suficiente.
- Exentas de humedad exterior anormal y exentas de olores o sabores extraños.
- Las sandías deben hallarse en una fase de desarrollo y un estado que les permitan: Aguantar el transporte y la manipulación, y llegar en condiciones satisfactorias al lugar de destino.

3.6 Valor nutricional

El fruto fresco del pimiento destaca por sus altos contenidos en vitaminas A y C y en calcio. Dependiendo de la variedad puede tener diversos condicionantes de capsainoides, alcaloides responsables del sabor picante y de pigmentos carotenoides.

Valor nutricional del pimiento	
Glúcidos (g)	6,4
Proteínas (g)	1
Grasas(g)	0,4
Fibras alimentarias (g)	1,6
Valor energético (kcal)	32

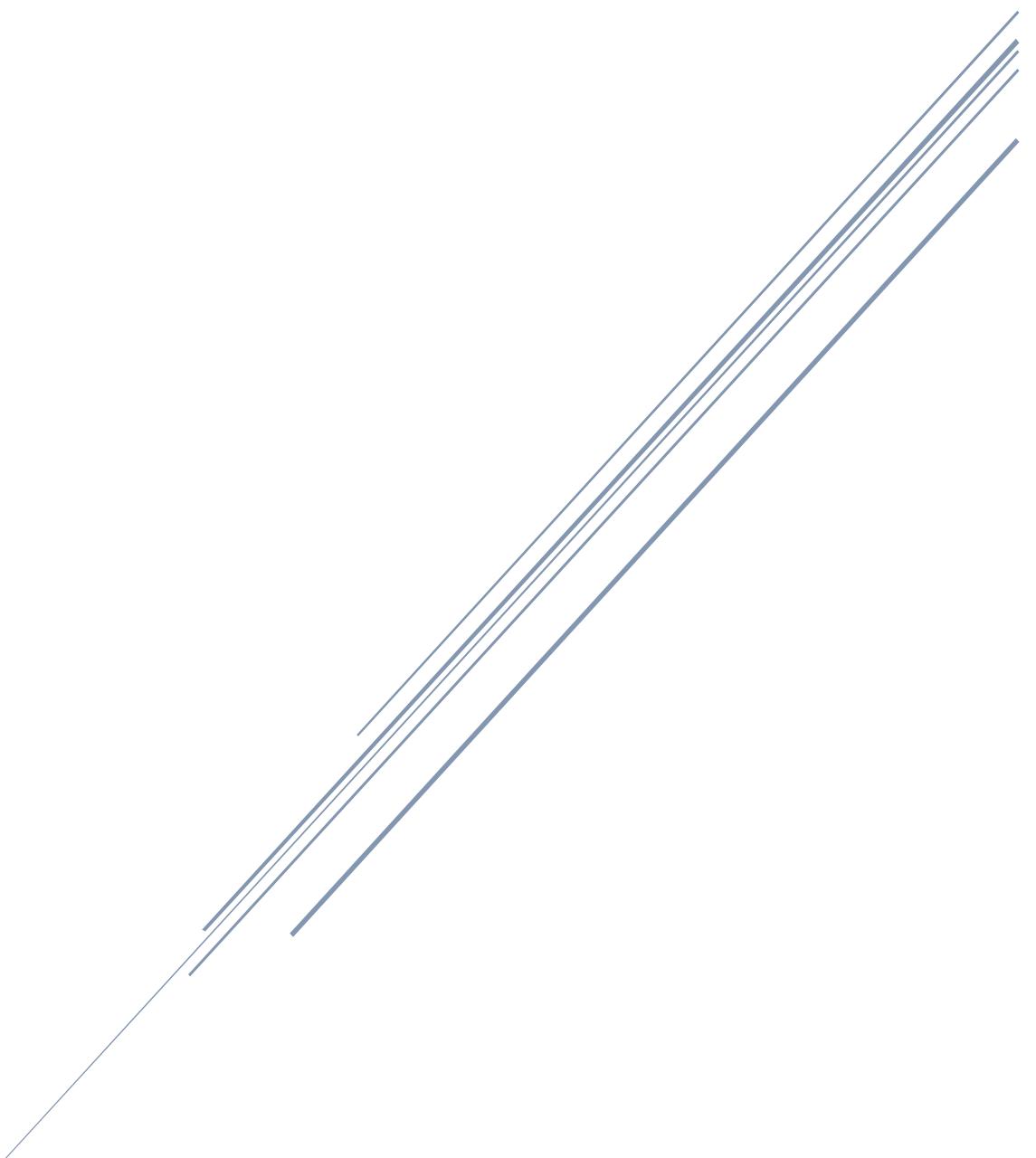
Tabla 24. Valor nutricional del pimiento. (Fuente: Infoagro).

El fruto fresco de sandía es muy hidratante puesto que, está compuesto por un 93% de agua. Destaca por su alto contenido en Vitamina A y en Magnesio que se caracteriza por ser muy bueno para los huesos. Además, es bajo en calorías (23Kcal/100g). Su nivel de azúcar no es muy elevado 7g/100g (equivale a un sobre de

azúcar) y tiene un papel muy bueno como antioxidante, el licopeno de su pulpa podría ayudar a retrasar el envejecimiento de las células.

ANEJO 4

INGENIERÍA DE LAS OBRAS E INSTALACIONES



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA,
ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS

ÍNDICE

1. INGENIERÍA DE LAS OBRAS E INSTALACIONES.....	4
1.1 Invernadero	4
1.1.1Tipo de invernadero	4
1.1.2 Características del invernadero	4
1.1.2.1 Material utilizado en el ruedo de la finca.	4
1.1.2.2 Material utilizado en el centro del invernadero.	5
1.1.2.3 Tejidos	5
1.1.2.4 Material utilizado en el emparrillado de la finca.	5
1.1.2.5 Cordadas locas	5
1.1.2.6 Plástico, mallas y bandas	6
1.1.2.7 Pasillos, puertas, antesalas, ventanas y muro.	6
1.2 Nave de servicio.....	6
1.2.1 Uso y localización	6
1.2.2 Elección de materiales.....	7
1.2.2.1 Cimentación.....	7
1.2.2.2 Solera	7
1.2.2.3 Estructura vertical.....	7
1.2.2.4 Estructura horizontal o forjado	7
1.3 Caseta de riego	7
1.3.1 Localización	7
1.3.2 Elección de materiales.....	7
1.3.2.1 Cimentación.....	7
1.3.2.2 Solera	7
1.3.2.3 Estructura vertical.....	8
1.3.2.4 Estructura horizontal o forjado	8
1.4 Camino propio de la parcela	8

1. INGENIERÍA DE LAS OBRAS E INSTALACIONES

1.1 Invernadero

1.1.1 Tipo de invernadero

Se ha elegido un invernadero tipo “raspa y amagado” como se había comentado en el Anejo II. Este tipo de invernadero debe ser completamente hermético para disminuir la incidencia de plagas y enfermedades, disminuir las virosis, así como para mejorar el control climático, ya que controlamos mejor los diferentes factores medioambientales dentro del invernadero como temperatura, humedad, dióxido de carbono, etc., al tener un invernadero más estanco.

Las dimensiones del invernadero son de 87 x 100 m, lo que es igual a 8700 m². Está compuesto por dos pasillos de 2,25m de ancho y 100 m de largo, por lo que el espacio cultivable es de 8250 m².

1.1.2 Características del invernadero

1.1.2.1 Material utilizado en el ruedo de la finca.

- La fundición estará hecha con retro excavadora con Hormigón de la Planta H-200 de riqueza
- Tubo de 90 en 3,00 metros de longitud galvanizado en caliente grabado Agrofilm de 2,50 mm de pared, excepto los esquineros que irán de Tubo de 114 de 3,00 metros de longitud de 3” galvanizado en caliente grabado Agrofilm de 3,00 mm de pared. La separación de tubo de banda en todas las bandas será de 2,00 metros de tubo a tubo.
- Cavilla del 16 galvanizada de 2,50 metros de longitud que irán en abanico y directas en la raspa.
- El amarre de las cavillas irá en trenza de 3H de 3,00 mm Quijano-Mondenova Aluminio Optimum. Excepto en los esquineros, raspas y puertas que irán de trenza de 3H de 8,20 mm Quijano-Mondenova Aluminio Optimum.
- Los dos cercos irán de trenza de 8,20 mm Aluminio Optimum (Quijano-Mondenova)
- Las bandas irán llaneadas con dos trenzas de 2H de 3,00 mm Quijano-Mondenova Aluminio Optimum y el resto en alambre de 3,00 mm Quijano-

Mondenova Aluminio Optimum, y tejidas en 2,00 mm Quijano-Mondenova Aluminio Optimum.

- Los esquineros y puertas irán reforzados con ángulos de 70.

1.1.2.2 Material utilizado en el centro del invernadero.

- Trenza de 3H de 3,00 mm de Quijano-Mondenova Aluminio Optimum, en toda la estructura.
- Cavilla del 14 galvanizada en 1,70 metros de longitud.
- Amarre de la cavilla en el amagado en trenza de 3H Quijano-Mondenova Aluminio Optimum.
- Gancho e canalilla de doble gancho galvanizado grande con canalilla de Chapa Prelacada Grande Agrofilm.
- Tubo centro de 4,00 metros galvanizado en caliente grabado AGrofilm, 76 de diámetro, de 2,00 mm de pared, sobre Ratón murciano corrugado de 20 a 1,00 mt.

1.1.2.3 Tejidos

- Número de hilos de llaneo parte superior y parte inferior: 5 hilos.
- Alambre de los 2 llaneos de 3,00 mm Quijano-Mondenova Aluminio Optimum.
- Número de hilos de tejido en parte superior y en parte inferior: 5 hilos.
- Alambre de los 2 tejidos de 2,00 mm Quijano-Mondenova Aluminio Optimus.

1.1.2.4 Material utilizado en el emparrillado de la finca.

- Tubo de apoyo en 2,20 metros por 32 de diámetro.
- En trenza de 2H de 3,00 mm Quijano-Mondenova Aluminio Optimum para un lado y para el otro tendrá alambre de 3,00 mm Quijano-Mondenova Aluminio Optimum.

1.1.2.5 Cordadas locas

- De trenza de 2H a favor de la raspa y en contra de la raspa Quijano-Mondenova Aluminio Optimum.
- Excepto en os amagados que irán de 3H Quijano-Mondenova Aluminio Optimum.

1.1.2.6 Plástico, mallas y bandas

- Plástico de Cubierta: 800 galgas, 36 meses garantía, LD No Térmico (Ejidofil-Grupo Armando Alvarez).
- Bandas: Malla Plastificada de 3,50 metros Ancho Ejidofil y Malla Antitrips 16x10 de 3,00 metros negra o blanca.
- Bandas con Apertura con Guias, Carruchas y Cuerdas. En las esquinas del Invernadero en las Sobrevalla llevará Cadenas de 8,00 mm.

1.1.2.7 Pasillos, puertas, antesalas, ventanas y muro.

- Dos pasillos partido con tubo de 90 con casquillo galvanizado en caliente echo con perforadora.
- Dos puertas galvanizadas correderas con escalera sellada.
- Dos antesalas de máximo 4m de largo con Malla Plastificada Ejidofil-Reyenvas o Antitrips Blanca y Chapa Galva en la parte inferior.

1.2 Nave de servicio

La nave de servicio no ha resultado ser un coste para el presupuesto del proyecto puesto que, junto a la balsa de riego eran parte de la parcela y del antiguo invernadero que tenía instalado el agricultor.

1.2.1 Uso y localización

Es una nave destinada a diversos usos, como; almacén para guardar todo tipo de maquinaria y otros elementos indispensables para llevar a cabo la producción de hortícolas como es el caso de las cajas de producción y los palets de madera para trasportarlas. También, sirve como zona de manipulación de los productos y cuenta con un aseo.

La nave está situada al norte del invernadero, cercana a la caseta de riego. Sus dimensiones son de 5 metros de ancho en dirección norte-sur y de 10 metros de largo en dirección este-oeste. La superficie total es de 50 m².

La estructura de la nave de servicio estará compuesta por unos muros de carga con una cubierta de vigas y bovedillas.

1.2.2 Elección de materiales

1.2.2.1 Cimentación

La cimentación de la nave de servicio se compone de un zuncho perimetral de 30 x 40 cm.

1.2.2.2 Solera

Todo el piso va de hormigón con una altura de 20 cm situado sobre una capa de zahorra compactada.

1.2.2.3 Estructura vertical

La estructura vertical de la nave estará compuesta por un muro de bloque de hormigón de 20 x 40 cm, sobre ese muro de cara se construirá un zuncho de coronación de 30 x 40 sobre el que se instalará el forjado.

1.2.2.4 Estructura horizontal o forjado

Toda la cubierta de la nave irá de vigas y bovedillas, no será necesario poner las bovedillas dobles porque la anchura de la nave no supera los límites. Toda la cubierta irá impermeabilizada con una tela asfáltica.

1.3 Caseta de riego

1.3.1 Localización

La caseta de riego está situada al norte del invernadero, cercana al almacén. Sus dimensiones son de 5 metros de ancho en dirección norte-sur y de 10 metros de largo en dirección este-oeste. La superficie total es de 50 m².

1.3.2 Elección de materiales

1.3.2.1 Cimentación

La cimentación de la caseta de riego se compone de un zuncho perimetral de 30 x 40 cm.

1.3.2.2 Solera

Todo el piso va de hormigón con una altura de 20 cm situado sobre una capa de zahorra compactada.

1.3.2.3 Estructura vertical

La estructura vertical de la caseta estará compuesta por un muro de bloque de hormigón de 20 x 40 cm, sobre ese muro de cara se construirá un zuncho de coronación de 30 x 40 sobre el que se instalará el forjado.

1.3.2.4 Estructura horizontal o forjado

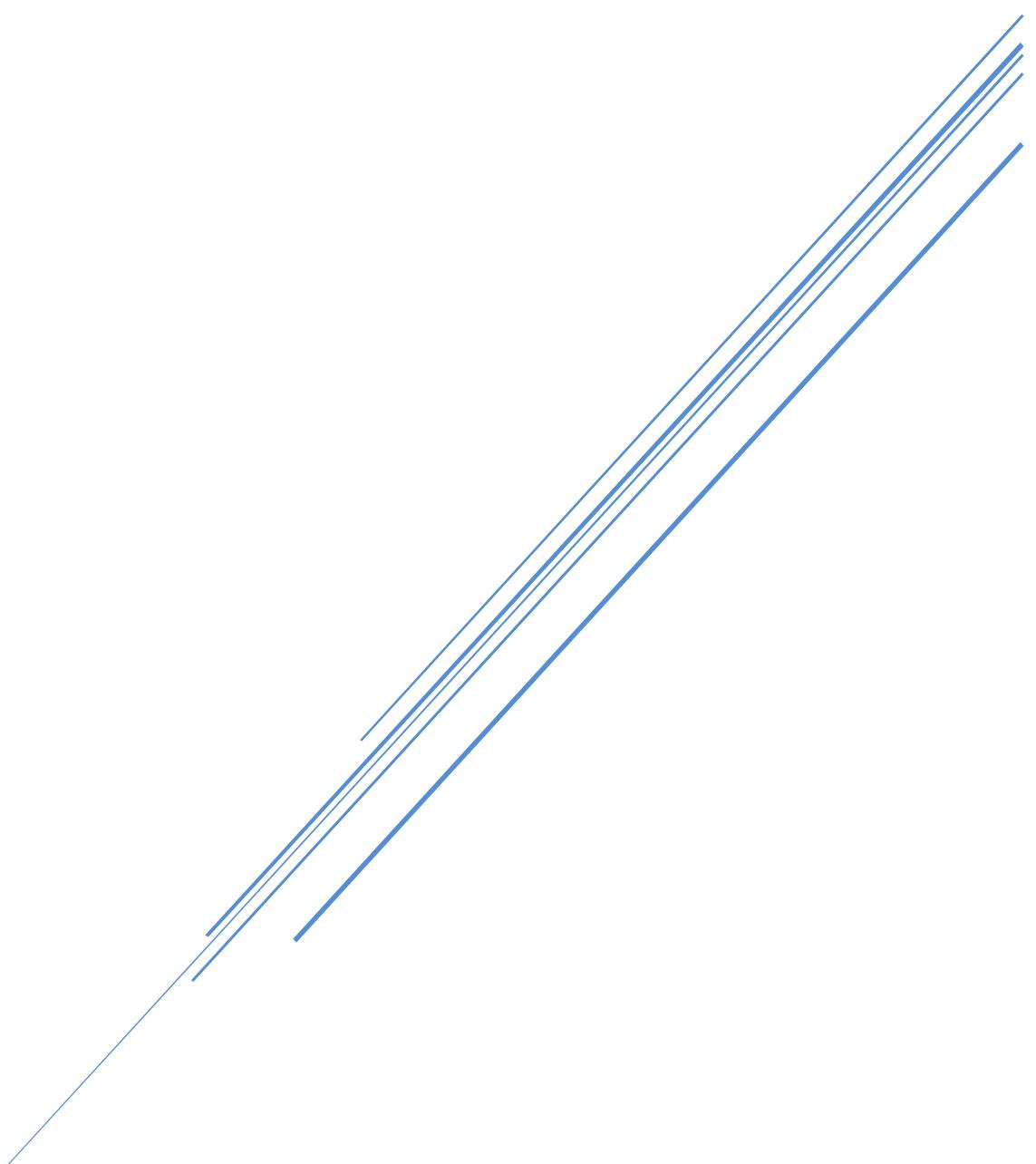
Toda la cubierta de la caseta irá de vigas y bovedillas, no será necesario poner las bovedillas dobles porque la anchura de la nave no supera los límites. Toda la cubierta irá impermeabilizada con una tela asfáltica.

1.4 Camino propio de la parcela

Para poder acceder sin problemas a la caseta de riego para y al almacén, se ha hecho un camino privado dentro de la parcela de 4 metros de ancho por 100 metros de largo. Este camino es de zahorra compactada y será muy útil para llevar con el tractor los palets llenos de pimiento al almacén para su posterior manipulación.

ANEJO 5

ANEJO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA, ALIMENTARIA Y DE
BIOSISTEMAS

ÍNDICE

1. CONSIDERACIONES GENERALES	3
1.1. Normativa y legislación.....	3
2. CÁLCULO DEL ALUMBRADO DE LA CASETA DE BOMBEO	5
3. LÍNEAS DE FUERZA.....	6
3.1. Tomas de fuerza.....	6
3.2. Equipo de bombeo	6
4. RED ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN	7
4.1. Línea General de Alimentación.....	8
4.2. Cuadro General de Mando y Protección.....	9
4.3. Cálculo de líneas individuales y derivaciones	10
4.3.1. Línea de la bomba de riego.....	10
4.3.2. Línea de alumbrado de la caseta.....	11
4.3.3. Línea de toma de fuerza monofásica	11
4.3.4. Línea de toma de fuerza trifásica.....	12
4.3.5. Resumen de resultados	12
5. SISTEMAS DE SEGURIDAD	14
5.1. Interruptores diferenciales	14
5.2. Puestas a tierra	14

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resumen de cálculos del alumbrado en caseta de riego. (Fuente: Elaboración propia).....	5
Tabla 2. Resumen de la instalación eléctrica en la caseta de bombeo. (Fuente: Elaboración propia).	13
Tabla 3. Resumen general de la instalación eléctrica de la parcela. (Fuente: Elaboración propia).....	13

1. CONSIDERACIONES GENERALES

El objetivo de esta instalación consiste en satisfacer las necesidades de energía eléctrica para el alumbrado y las tomas de fuerza de la caseta de bombeo, así como la bomba de impulsión.

El suministro eléctrico se realizará desde un centro de transformación a baja tensión (230/400V), que se situará en la misma finca dentro de una caseta, según el R.E.B.T y la NTE-IET. Se solicita una acometida a partir de la línea de media tensión de 20 KV situada al norte de la finca.

En la caseta se dispondrá un cuadro general de distribución, desde donde se distribuirá la energía eléctrica hacia los distintos puntos de consumo.

1.1. Normativa y legislación

La normativa y legislación en la que se ha basado el cálculo de la instalación eléctrica son las siguientes:

- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión. BOE núm. 224 del miércoles 18 de septiembre.
- Orden de 10 de marzo de 2000, por la que se modifican las Instrucciones Técnicas Complementarias MIE-RAT 01, MIE-RAT 02, MIE-RAT 06, MIE-RAT 14, MIE-RAT 15, MIE-RAT 16, MIE-RAT 17, MIE-RAT 18 y MIE-RAT 19, del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación. (B.O.E. 24-3-00).
- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación aprobado por la Orden del 6 -7- 84 e instrucciones complementarias al mismo.
- Reglamento sobre acometidas eléctricas aprobado por el Real Decreto 2949 / 1982 de 15 de octubre.

- Orden de 31 de octubre de 1973, por la que se aprueban las Instrucciones Complementarias MI-BT, con arreglo a lo dispuesto en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión B.O.E. N° 310 del 27/12/1973.
- Instrucción Técnica Complementaria ITC-MIE-BT-039: Puestas a tierra.
- Modificaciones y ampliaciones posteriores de estos reglamentos.

2. CÁLCULO DEL ALUMBRADO DE LA CASETA DE BOMBEO

El objetivo del cálculo del alumbrado es determinar el número y disposición de luminarias necesario para obtener el nivel de iluminación deseado, que depende de la actividad a desarrollar. Los parámetros más importantes a la hora de diseñar y calcular el alumbrado del local, son por orden de importancia los siguientes:

- Nivel y uniformidad de la iluminación
- Distribución de luminancias
- Color y estética visual

Su superficie es de 44,62 m² y en ella se estiman unas necesidades de 120 lux. Las luminarias elegidas para la caseta son iguales a las de la nave, de tipo regleta, compuestas de dos lámparas fluorescentes, cada una de las cuales tiene una potencia de 36 W y mide 1,2 m de largo. El flujo luminoso (F_L) de cada tubo es de 3.450 lm y el rendimiento total de la luminaria es de 0,80.

Nivel de iluminación previsto E_m	120 lux
Superficie cubierta por el diseño	44,62 m ²
Coeficiente de utilización CU	0,64
Factor de mantenimiento f_m	0,65
Flujo luminoso total necesario F_T	5.770 lm
Flujo luminoso nominal de la luminaria F_L	6.900 lm
Número de luminarias necesarias	2

Tabla 1. Resumen de cálculos del alumbrado en caseta de riego. (Fuente: Elaboración propia).

Se colocarán por tanto dos luminarias de 2 fluorescentes dispuestas tal y como muestra el plano correspondiente, con una potencia total de 144W.

3. LÍNEAS DE FUERZA

3.1. Tomas de fuerza

En previsión de la necesidad de conectar a la red aparatos eléctricos en la caseta de bombeo, se instalarán tomas de fuerza de 230 V y de 400 V por si hubiera que utilizar algún equipo accionado por motor. Se instalarán por tanto las siguientes tomas:

- Una toma de 1.200 W, monofásica.
- Una toma de 2.200 W, trifásica.

Dado que las líneas monofásica y trifásica se suponen independientes, habrá que estudiarlas por separado.

3.2. Equipo de bombeo

La instalación consta de una bomba hidráulica alimentada en corriente trifásica a una tensión 230 V entre fases y una potencia nominal de 1,9 kW.

4. RED ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN

Se calcula la instalación atendiendo a la normativa que se recoge en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, en la cual se dictamina una pérdida de tensión máxima del 5% para canalizaciones de fuerza y del 3% para alumbrado, desde el principio de la línea (acometida desde el Centro de Transformación) hasta el punto más alejado de consumo de la misma.

Las caídas de tensión en corriente monofásica serán de 6,9 V para líneas de alumbrado y de 11,5 V para líneas de fuerza; en corriente trifásica los valores son de 12 V para alumbrado y de 20 V para fuerza.

Todos los conductores que se van a emplear en la instalación eléctrica serán de cobre, con secciones normalizadas y aislamiento de polietileno reticulado XLPE. Estarán protegidos contra la corrosión y dotados de resistencia mecánica suficiente para soportar los esfuerzos a los que pudieran someterse.

Las conexiones y empalmes se efectuarán de acuerdo con los métodos que garanticen una perfecta continuidad tanto del conductor como de su aislamiento. Los cables que forman las diversas distribuciones se conducirán en tubos de acero que serán distribuidos por las paredes y techo de la caseta de bombeo.

El esquema unifilar de la instalación tendrá el diseño de las distintas redes de fuerza y de alumbrado, así como la situación del cuadro general de mando y protección.

Para realizar los cálculos, una vez conocida la potencia máxima, ésta proporcionará la intensidad máxima, que a su vez marcará la sección mínima de cable conductor, mediante tablas normalizadas en función del modo de instalación. Finalmente la sección escogida deberá cumplir la condición de caída de tensión.

4.1. Línea General de Alimentación

Desde el centro de transformación partirá otra línea en canalización subterránea que conducirá la corriente hacia la caseta de bombeo y que constituye la línea general de alimentación.

Se mayorará la potencia de la bomba con un coeficiente de 1,25.

- Potencia activa mayorada total: $144+1.200+2.200+1,25 \cdot 1.900 = 5.919 \text{ W}$
- Tensión (U): 400 V
- Factor de potencia de la instalación: 0,8

La intensidad máxima de paso viene determinada por la expresión:

$$I_{\max} = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi}$$

$$I_{\max,\text{paso}} = 10,68 \text{ A}$$

Con esta intensidad se acude a tablas normalizadas para determinar la sección del conductor de cobre, para 1 cable tetrapolar (3 fases más neutro), aislamiento en polietileno reticulado XLPE y canalización subterránea. La sección mínima sería de 6 mm^2 , pero por razones de caída de voltaje se escogerá una sección de 10 mm^2 .

La caída de tensión en línea viene determinada por la expresión: $e = \frac{L \cdot P}{\gamma \cdot S \cdot U}$

Siendo:

e: caída de tensión desde el principio al final de la línea (V)

P: potencia a efectos de cálculos: 5.919 W

L: longitud de la línea: 100 m

γ : conductividad del conductor de cobre ($56 \cdot 10^6 \text{ S/m}$)

s: sección del cable, que en este caso será de 10 mm^2

U: tensión en voltios (entre fases para corriente trifásica: 400 V)

Por lo tanto la caída de tensión resulta: e = 2,64 V

Se selecciona un cable con la denominación: RV 0,6/1kV 4G x 10 mm² 88 A.

Para la protección de la línea se colocará un maxímetro equipotencial de medida.

4.2. Cuadro General de Mando y Protección

El cuadro general de mando y protección tiene como misión distribuir y proteger las líneas de las instalaciones interiores.

El cuadro de la instalación llevará alojados los siguientes elementos:

- Interruptor de corte omnipolar con función magnetotérmica de 50 A.
- Interruptores automáticos a la salida de cada una de las líneas (ver esquema unifilar)
- Diferencial de protección de intensidad nominal de defecto de 300 mA a 30 mA, en función de la resistencia del terreno y la tensión máxima admisible de contacto (24 V en locales húmedos y 50 V en locales secos).

Se instalará un cuadro de mando y protección dentro de la caseta de bombeo, próximo a la puerta, en lugar fácilmente accesible. El cuadro se conectará a tierra con un conductor de cobre unido a una pica. Desde el cuadro partirán las líneas que abastecerán los distintos puntos de consumo, tal como puede observarse en el esquema unifilar.

En ningún caso estarán al alcance de la mano partes de la instalación con tensión ni dispuestas de manera que puedan tocarse inadvertidamente, tanto en aparatos de maniobra y protección como en el resto.

4.3. Cálculo de líneas individuales y derivaciones

Las expresiones que se utilizarán para realizar los cálculos son las siguientes:

Corriente alterna monofásica:

$$I_{\max} = \frac{P}{U' \cdot \cos\varphi} \quad e = \frac{2 \cdot L \cdot P}{\gamma \cdot S \cdot U'}$$

Corriente alterna trifásica:

$$I_{\max} = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi} \quad e = \frac{L \cdot P}{\gamma \cdot S \cdot U}$$

Siendo:

I_{\max} : intensidad máxima de paso (A)

e : caída de tensión desde el principio al final de la línea (V)

P : potencia máxima a suministrar (W)

$\cos\varphi$: factor de potencia

U' : tensión simple o de fase (230 V)

U : tensión compuesta o de línea (400 V)

L : distancia al último punto de consumo de la línea (m)

γ : conductividad del conductor de cobre ($56 \cdot 10^6$ S/m)

s : sección del cable (mm^2)

La caída de tensión desde el C.T. hasta la acometida es de 2,64 V. La línea se colocará bajo conducto.

4.3.1. Línea de la bomba de riego

Se ha mayorado la potencia de la bomba con un coeficiente de 1,25.

$P = 2.375 \text{ W}$

$L = 15 \text{ m}$

$I = 12,9 \text{ A}$

$s = 6 \text{ mm}^2$

$e = 0,92 \text{ V}$. Cumple la condición: $2,64 \text{ V} + 0,92 \text{ V} = 3,56 \text{ V} < 20 \text{ V}$

Modo de instalación: cable tripolar enterrado.

$$I_{\max. \text{ admisible}} = 66 \text{ A}$$

Cable seleccionado: H07-RN 4G x 6 mm² 66 A

Se intercalará un interruptor automático tripolar más neutro de 50 A. Para el diferencial se tendrá una resistencia del terreno de 80Ω y una tensión máxima de 24 V, lo que se traduce en una sensibilidad del interruptor de 30 mA. Llevará también para protección contra sobrecargas, un relé térmico tripolar de 48 a 80A de zona de reglaje.

4.3.2. Línea de alumbrado de la caseta

$$1,8 \cdot P = 259,2 \text{ W}$$

$$L = 2,5 \text{ m}$$

$$I = 1,25 \text{ A}$$

$$s = 1,5 \text{ mm}^2$$

$$e = 0,07 \text{ V. Cumple la condición: } 2,64 \text{ V} + 0,07 \text{ V} = 2,71 \text{ V} < 20 \text{ V}$$

Modo de instalación: aislado en tubos en montaje superficial.

$$I_{\max. \text{ admisible}} = 15 \text{ A}$$

Cable seleccionado: H07-RN 2G x 1,5 mm² 15 A

Interruptor automático bipolar de 1,5 A y diferencial de 30 mA de sensibilidad.

4.3.3. Línea de toma de fuerza monofásica

Se instala una línea que va desde el cuadro general de mando y protección de la nave hasta la toma de fuerza monofásica.

$$P = 1.200 \text{ W}$$

$$L = 5 \text{ m}$$

$$I = 6,52 \text{ A}$$

$$s = 2,5 \text{ mm}^2$$

$$e = 0,37 \text{ V. Cumple la condición: } 2,64 \text{ V} + 0,37 \text{ V} = 3,01 \text{ V} < 20 \text{ V}$$

Modo de instalación: cable aislado en tubo y montaje superficial tipo B.

$$I_{\max \text{ admisible}} = 29 \text{ A}$$

Cable seleccionado: H07-RN 2G x 2,5 mm² 29 A

El interruptor automático trabajará a intensidades comprendidas entre la máxima de paso y la máxima admisible. En este caso se escogerá un interruptor magnetotérmico bipolar de 20 A. El interruptor diferencial tendrá una intensidad de defecto de 300 mA.

4.3.4. Línea de toma de fuerza trifásica

Esta línea une el cuadro general de mando y protección de la caseta con la toma de fuerza trifásica.

$$P = 2.200 \text{ W}$$

$$L = 5 \text{ m}$$

$$I = 3,97 \text{ A}$$

$$s = 2,5 \text{ mm}^2$$

$$e = 0,2 \text{ V. Cumple la condición: } 2,64 \text{ V} + 0,2 \text{ V} = 2,84 \text{ V} < 20 \text{ V}$$

Modo de instalación: cable aislado en tubo y montaje superficial tipo B.

$$I_{\max \text{ admisible}} = 25 \text{ A}$$

Cable seleccionado: H07-RN 4G x 2,5 mm² 25 A

Se selecciona un interruptor magnetotérmico tripolar de 10 A y un diferencial de intensidad de defecto de 300 mA.

4.3.5. Resumen de resultados

El cuadro general de mando y protección de las cuatro líneas se encontrará dentro de la caseta, y llevará incorporada una toma de fuerza monofásica por si fuese necesario utilizar herramientas de accionamiento eléctrico.

A continuación se muestran las tablas resumen con todas las líneas eléctricas presentes en la instalación, así como sus principales características.

CASETA DE RIEGO

CIRCUITO	Bomba	Alumbrado interior	Toma de fuerza monofásica	Toma de fuerza trifásica
TENSIÓN (V)	230	230	230	400
POTENCIA (W)	1.900	144	1.200	2.200
cos φ	0,8	0,9	0,8	0,8
L (m)	15	5	5	5
I paso/cable (A)	12,9 / 66	1,25 / 15	6,52 / 29	3,97 / 25
S (mm²)	6	1,5	2,5	2,5
e (V)	0,92	0,07	0,37	0,20
PROTECCIONES	Automático 50 A	Automático 1,5 A	Automático 20 A	Automático 10 A
SEGURIDAD	Diferencial 30 mA Relé térmico 48-80 A	Diferencial de 30 mA	Diferencial 300 mA	Diferencial de 300 mA
CABLE	H07-RN 2G x 6 mm ²	H07-RN 2G x 1,5 mm ²	H07-RN 2G x 2,5 mm ²	H07-RN 4G x 2,5 mm ²

Tabla 2. Resumen de la instalación eléctrica en la caseta de bombeo. (Fuente: Elaboración propia).

LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN

L.G.A.	Casetas Bombeo
TENSIÓN (V)	400/230
Potencia activa (W)	5.919
Potencia reactiva (VAr)	4.440
Potencia aparente (VA)	4.276
cos φ	0,8
L (m)	100
I paso/cable (A)	10,69 / 88
S (mm²)	10
e (V)	2,64
PROTECCIONES	Automático 50 A
SEGURIDAD	Diferencial 300-30 mA
CABLE	RV 0,6/1kV 4 x 10 mm ²

Tabla 3. Resumen general de la instalación eléctrica de la parcela. (Fuente: Elaboración propia).

5. SISTEMAS DE SEGURIDAD

5.1. Interruptores diferenciales

Son los dispositivos de corte por intensidad de defecto más utilizados. Las características de los interruptores seleccionados en las diferentes instalaciones del campo quedan reflejadas en el apartado de cálculo de la red de baja tensión.

5.2. Puestas a tierra

Las puestas a tierra tienen como objeto la limitación de la tensión que con respecto a tierra puedan presentar, debido a un fallo, las masas metálicas de la instalación, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir los daños que pueda causar la avería en las personas y materiales.

Todas las líneas descritas dispondrán junto a los cables seleccionados, un hilo de protección a tierra. La línea de tierra está constituida por un conductor de cobre que enlaza cualquier masa metálica importante con la arqueta de conexión de puesta a tierra.

Según la instrucción ITC-MIE-BT-039 este circuito deberá cumplir los siguientes requisitos:

- Deben formar una línea eléctrica continua.
- No pueden incluirse en serie masas ni elementos metálicos. La conexión de estos elementos se efectuará con conductores de cobre aislados, mediante soldadura aluminotérmica para garantizar una perfecta conexión. La conexión de puesta a tierra está constituida por:

Regleta: es un dispositivo que permite la conexión entre los conductores de las líneas de enlace y la principal de tierra.

Electrodo: consiste en una pica de cobre unida por un cable de 35 mm² y un alma de acero de 2 m de longitud y 14,3 mm de diámetro.

Cálculo de la puesta a tierra

La resistividad del terreno es: $\rho = 200 \Omega \cdot m$

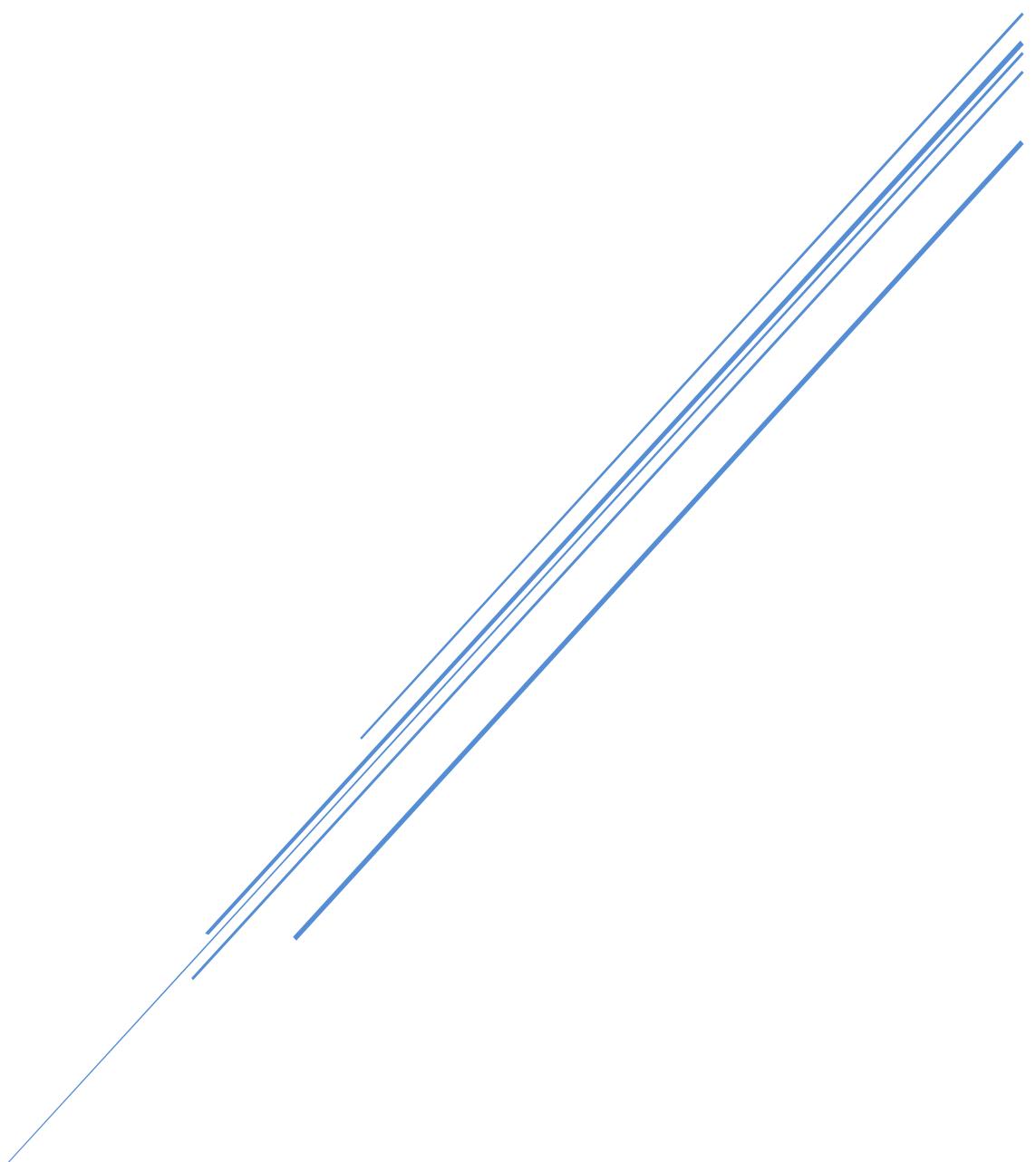
Resistencia de tierra: $R = 2 \cdot \rho / L = 133,4 \Omega$

Número de electrodos necesarios: $N = \rho / 2 \cdot R = 0,5 \rightarrow 1$ electrodo

Se dispondrá por tanto un electrodo de puesta a tierra en cada uno en cada uno de los edificios de la instalación.

ANEJO 6

INSTALACIÓN DE RIEGO



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA,
ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS

ÍNDICE

1. CONSIDERACIONES GENERALES.....	4
1.1. Esquema de la instalación.....	5
2. BASES DE DISEÑO	6
2.1. Metodología empleada	6
2.2. Expresiones utilizadas en el cálculo	6
2.2.1. Cálculo del desnivel de la conducción	6
2.2.2. Cálculo del caudal de la conducción	6
2.2.3. Dimensionamiento de la tubería.....	7
2.2.4. Cálculo de las pérdidas de carga de la tubería.....	8
2.2.5. Cálculo de presiones de entrada y salida en la tubería	9
2.2.6. Descripción del gotero elegido.....	10
3. DIMENSIONAMIENTO DE LA INSTALACIÓN DE RIEGO	11
3.1. Diseño de los sectores de riego.....	11
3.2. Cálculos hidráulicos de la instalación.....	12
3.2.1. Cálculo de los ramales porta-goteros	12
3.2.2. Cálculo de las tuberías portaramales.....	14
3.2.3. Cálculo de las tuberías principales	14
4. ABASTECIMIENTO DE AGUA DE RIEGO	16
4.1. Cálculo de la reserva de agua del riego	16
4.2. Cálculo del equipo de bombeo.....	16
4.2.1. Captación de agua	16
4.2.2. Selección de la bomba de impulsión	16
4.2.3. Cálculo del equipo de bombeo	19
5. EQUIPOS AUXILIARES.....	23
5.1. Equipo de fertirrigación	23
5.2. Instalación de automatización	24

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Diámetros comerciales elegidos para ramales, portarramales y tuberías principales. (Fuente: Elaboración propia a partir de catálogos diámetros comerciales).....	8
Tabla 2. Sectores de riego. (Fuente: Elaboración propia)	11
Tabla 3. Sectores de riego, tuberías ramales. (Fuente: Elaboración propia)	13
Tabla 4. Tuberías portarramales. (Fuente: Elaboración propia).....	14
Tabla 5. Tuberías principales. (Fuente: Elaboración propia).	15
Tabla 6. Equipo de bombeo. (Fuente: Elaboración propia).....	21

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Descripción de la electrobomba seleccionada. (Fuente: GRUNDFOS).	18
Figura 2. Especificaciones técnicas de la electrobomba seleccionada. (Fuente: GRUNDFOS).	18
Figura 3. Esquema dimensional de la electrobomba seleccionada. (Fuente: GRUNDFOS).	19
Figura 4. Electrobomba seleccionada. (Fuente: GRUNDFOS).	19
Figura 5. Curvas características de impulsión y de la bomba. (Fuente: Elaboración propia)	22
Figura 6. Tanque de fertilización. (Fuente: Distribución de agua y nutrientes en riego por goteo. Leonor Rodríguez Sinobas. Grupo Inv. UPM “Hidráulica del Riego”)	23
Figura 7. Esquema del inyector Venturi. (Fuente: Distribución de agua y nutrientes en riego por goteo. Leonor Rodríguez Sinobas. Grupo Inv. UPM “Hidráulica del Riego”).	24

1. CONSIDERACIONES GENERALES

El diseño de una instalación de riego localizado en un invernadero es un proceso de gran importancia ya que de él depende en gran medida el buen funcionamiento futuro del sistema, y que en el futuro y durante la vida de la plantación se puedan aplicar las dosis de agua requeridas por el cultivo. La clave para un buen diseño está en fijar las prestaciones que se le van a exigir a la instalación como son:

- Dotación de agua a emplear.
- Caudal.
- Presión de servicio.
- Eficiencia de aplicación esperada.

Es necesario tener presente las limitaciones a las que debe estar sometido el proyecto debido al tipo de suelo, necesidades de agua del cultivo y la cantidad de agua disponible, como se ha calculado en el estudio agronómico.

La finalidad del diseño hidráulico es determinar las dimensiones, ubicación y funcionamiento óptimo de las tuberías de conducción del agua, componentes del sistema (cabezal de riego, elementos de seguridad y control y resto de elementos), para de esta forma satisfacer las exigencias establecidas previamente en el diseño agronómico. Un correcto diseño del sistema evitará averías y reducirá al máximo el coste de funcionamiento, lo que se traducirá en unos mínimos costes de explotación, aunque en este caso el coste de la instalación pueda no ser el más bajo. Tengamos en cuenta que la inversión en el montaje del sistema de riego es un pago que hacemos una vez en la vida de la instalación, mientras que los costes de funcionamiento, en especial los costes energéticos derivados de un mal diseño, los vamos a tener que pagar durante toda la vida útil del proyecto.

El agua, en su recorrido por la instalación, va perdiendo presión (pérdida de carga) como consecuencia de su paso por los siguientes elementos:

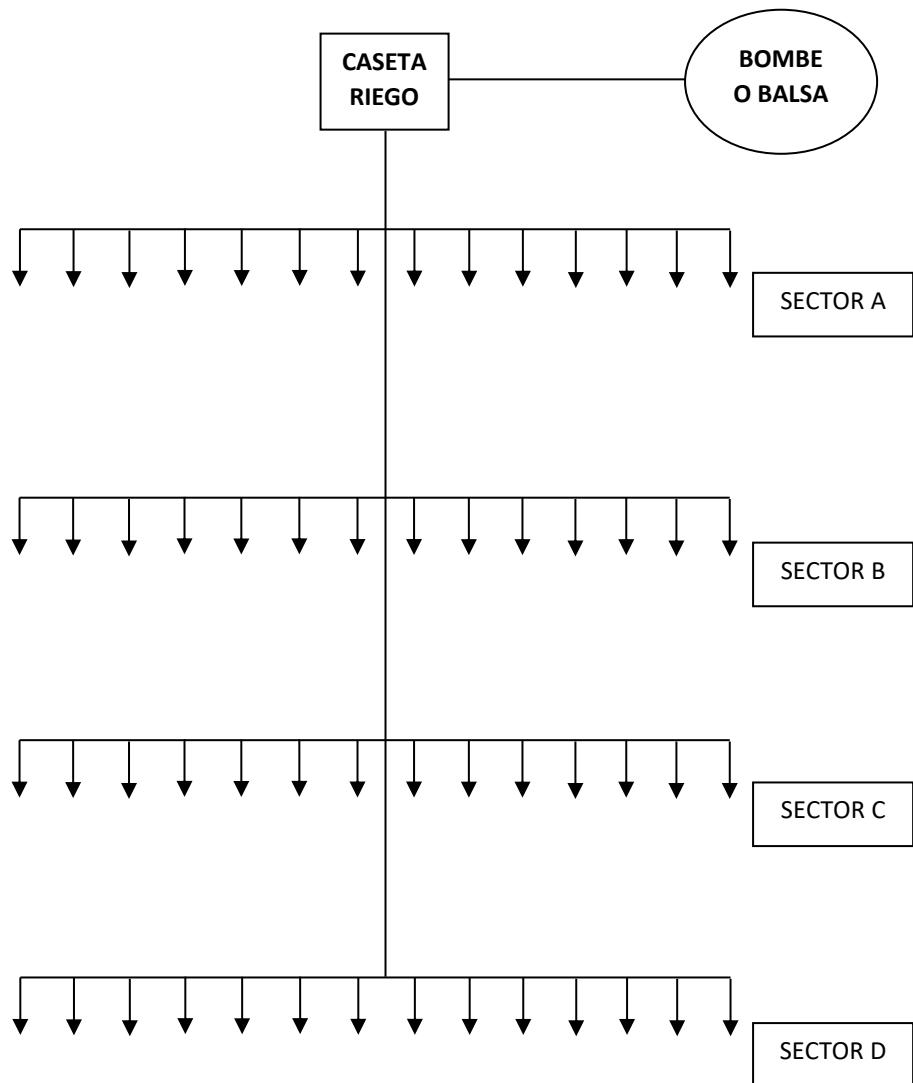
- El cabezal de riego.
- Las diferentes tuberías de la red de riego, debido al rozamiento del agua con las paredes.
- En las conexiones, cambios bruscos de dirección, en su paso a través de válvulas, codos, tés y demás elementos de la instalación.

También habrá que tener en cuenta que se producirán pérdidas de presión cuando el recorrido del agua en la tubería es ascendente, diferencia de cota que se suma a las pérdidas de carga, mientras que cuando la pendiente es descendente se ganará presión debido a la diferencia de cota, lo que compensa pérdidas de carga.

1.1. Esquema de la instalación

El suministro de agua se ha consensuado con una comunidad de regantes almacenándose el agua en una balsa situada en la propia parcela, muy próxima al invernadero. Debido a las características topográficas de la parcela, se plantea realizar el riego mediante bombeo, desde la balsa de regulación.

ESQUEMA DE LA RED DE RIEGO



2. BASES DE DISEÑO

2.1. Metodología empleada

Con los datos obtenidos en el estudio agronómico de las necesidades de riego del cultivo, se procede a la distribución de los diferentes sectores de riego y la red de tuberías tal y como se muestra en los planos correspondientes. Para la sectorización, se divide la finca en subunidades de riego. Posteriormente se distribuyen las tuberías en función de la división anterior y se procede al cálculo hidráulico de la red.

El orden de cálculo es el siguiente:

- Descripción del gotero elegido
- Ramales portagoteros
- Tuberías portarramales
- Tuberías principales
- Tubería de impulsión a la balsa y equipo de bombeo

2.2. Expresiones utilizadas en el cálculo

2.2.1. Cálculo del desnivel de la conducción

Para iniciar el cálculo, primeramente se calcula el incremento de cotas de la conducción mediante la siguiente ecuación:

$$\Delta z = \text{cota final} - \text{cota inicial}$$

En esta expresión, si Δz es positivo, la pendiente de la tubería será ascendente y por tanto habrá una pérdida de carga adicional. Si por el contrario es negativo, la pendiente de la tubería será descendente y ganaremos ese desnivel en presión al final de la tubería.

En este caso, debido a la topografía plana de la parcela, la diferencia de cotas es cero.

2.2.2. Cálculo del caudal de la conducción

El caudal que debe llevar la conducción se calcula mediante las siguientes expresiones:

Ramales de goteo:

$$Q \text{ (l/h)} = (L \text{ (m)} / s \text{ (m)}) \times q_g \text{ (l/h)}$$

Siendo:

L: longitud del ramal portagoteros

s: separación entre goteros

q_g : el caudal nominal del gotero

Portarramales y tuberías principales:

$$Q \text{ (l/h)} = 1 \text{ emisor/planta} \times n^o \text{ plantas} \times \text{superficie (ha)} \times q_g$$

2.2.3. Dimensionamiento de la tubería

Para dimensionar las tuberías se parte, en primer lugar del caudal Q calculado en el paso anterior y en segundo lugar la velocidad del agua. La velocidad del agua se procurará que se encuentre en torno a 1 m/s, con un mínimo de 0,5 m/s para evitar posibles problemas de sedimentación y un máximo de 1,5 m/s. De esta manera se pretende reducir diámetros de sección, y así reducir coste, aún a sabiendas de que las pérdidas de carga serán mayores.

Conociendo el caudal y fijando la velocidad en torno a 1 m/s, el diámetro de la tubería se calcula mediante la siguiente expresión:

$$D_i = \sqrt{\frac{4xQ}{\pi v}}$$

Siendo:

- D_i : diámetro interior de la tubería (m).
- Q es el caudal (m^3/h ó l/h).
- v: velocidad (m/s).

Una vez calculado el diámetro, se selecciona el diámetro comercial superior más cercano. En la tabla siguiente se muestran los diámetros comerciales en tuberías de polietileno PE de presión nominal PN 6 utilizadas en el presente proyecto.

Diámetro exterior (mm)	Diámetro interior (mm)	Red
12	10,0	Ramales portagoteros
50	40,8	Portarramales
90	73,6	Principales
110	96,8	

Tabla 1. Diámetros comerciales elegidos para ramales, portarramales y tuberías principales. (Fuente: Elaboración propia a partir de catálogos diámetros comerciales)

2.2.4. Cálculo de las pérdidas de carga de la tubería

Se ha seleccionado la expresión general de pérdida de carga Darcy-Weisbach, en la cual se ha considerado el factor “f” de Blasius, puesto que el material de la tubería es liso y los caudales no son muy elevados, por lo que se tiene un régimen hidráulicamente liso.

La ecuación de pérdidas de carga de Blasius (hf), para una temperatura del agua de 20°C, viscosidad cinemática del agua de 10^{-6} m²/s, unidades del caudal Q en l/h, unidades del diámetro D en mm y unidades de longitud L en m, sería la siguiente:

$$hf = 0,465 \times Q^{1,75} \times D^{-4,75} \times L$$

Para el cálculo de las pérdidas de carga en un ramal con emisores o salidas equidistantes entre sí una cierta distancia s, la expresión anterior debe de multiplicarse por un factor reductor F (Christiansen), que sostiene que las pérdidas de carga en una tubería se van reduciendo a medida que se va descargando caudal por los emisores o salidas. La expresión para calcular el factor de Christiansen es la siguiente:

$$F = \frac{1}{m^1} + \frac{1}{2N} + \frac{\sqrt{m}}{8V}$$

Siendo “m” el exponente del caudal del ramal (1,75 en este caso) y N es el número de emisores o salidas de la tubería.

Cuando N es grande, la distribución del agua a lo largo del ramal puede suponerse continua y uniforme y el factor F puede considerarse igual a $1/(1+2,75)$.

Las pérdidas singulares localizadas bien en la inserción de los ramales en las portarramales, bien por la sección de paso del gotero integrado, han sido expresadas en función de la longitud equivalente (le) de tubería adicional que la produciría. Para el caso de los goteros, al ser estos integrados, se considera una le=0,30 m.

Considerando el factor de reducción de Christiansen $F=2,75$ en un ramal o portarramal cuya longitud resulta de sumar tramos uniformes y longitudes equivalentes, las pérdidas de carga vienen dadas por la siguiente expresión:

$$hf = \frac{0,465}{2,75} x Q^{1.75} x D^{-4.75} x L x \left(1 + \frac{le}{s}\right)$$

Siendo:

Q : caudal (l/h).

D : diámetro de la tubería (mm).

L : longitud del ramal (m).

le : longitud equivalente del gotero o de la inserción del ramal sobre el portarramal (m).

s : separación entre goteros o entre salidas del portarramal (m).

En el caso de las tuberías principales, se ha considerado un 15% más de pérdidas de carga debido a las pérdidas de carga que puedan ocasionar las uniones y los puntos singulares de la red (codos y tés).

2.2.5. Cálculo de presiones de entrada y salida en la tubería

Al tratarse de un sistema de riego impulsado por un equipo de bombeo, en primer lugar se calcula la presión de entrada en los ramales portagoteros (H_{inicio}) mediante la expresión de la energía y despreciando el término cinético ($v^2/2g$):

$$H_{\text{inicio}} = H_0 + \Delta z + hf_{\text{tubería}}$$

Siendo;

Δz : diferencia de cotas entre el punto inicial y el punto inicial de la tubería estudiada (0 m).

$hf_{\text{tubería}}$: pérdidas de carga de la tubería estudiada (m).

H_0 : presión necesaria para el funcionamiento del emisor (m).

Después se calculan las presiones de entrada del resto de tuberías (portarramales y principales), despreciando igualmente el término cinético:

$$H_{\text{inicial}} = H_{\text{final}} \pm \Delta z + hf_{\text{tubería}}$$

Siendo;

Δz : diferencia de cotas a lo largo de la tubería estudiada (0 m).

$hf_{\text{tubería}}$: pérdidas de carga de la tubería estudiada (m).

2.2.6. Descripción del gotero elegido

Los goteros son los emisores de la red de riego localizado y por tanto elementos importantes del sistema de riego, ya que son responsables de que se produzca la salida de agua controlada a la planta.

Las características deseables de un gotero son:

- Caudal uniforme
- Baja sensibilidad a obturaciones
- Buena relación calidad/precio
- Resistencia a las condiciones de trabajo
- Fácil instalación

Los goteros utilizados en el presente proyecto son del tipo integrado en la tubería emisora y autocompensantes, que van a mantener el caudal aproximadamente constante, siempre que la presión en el interior del gotero se encuentre en el intervalo de compensación de dicho gotero, en este caso entre 5 y 40 m.

El caudal nominal de los goteros es de 3 l/h e irán colocados a 0,5 m en el ramal.

Los ramales quedarán separados una distancia de 1m.

El gotero autocompensante utilizado está compuesto de un prefiltro para evitar el paso de partículas gruesas, un laberinto de control de presión y una cavidad en la que se regula el caudal. Al iniciar el riego, mientras se cargan las tuberías, el elastómero se mantiene separado de la cavidad, pero al alcanzar 5 m, se deforma, realizando la función de autocompensación hasta 40 m.

3. DIMENSIONAMIENTO DE LA INSTALACIÓN DE RIEGO

3.1. Diseño de los sectores de riego

Para dimensionar correctamente el sistema, la plantación se divide en cuatro sectores unas superficies similares:

- Sector A: 2.000 m²

- Sector B: 2.000 m²

- Sector C: 2.000 m²

- Sector D: 2.245 m²

El riego se programará para realizarlo por la noche, de forma consecutiva, de manera que existirán dos posturas ó combinaciones de riego y a cada una le corresponderá un determinado tiempo de riego.

Los criterios empleados para la distribución en bloques de los goteros han sido los siguientes:

- Para mayor uniformidad del riego los bloques deberían constituir una misma unidad regante.
- La distribución en bloques tenderá a distribuir caudales homogéneos y agrupará a ramales con alturas hidráulicas requeridas similares.

Teniendo en cuenta el marco de plantación del cultivo de 0,5x1m y las superficies de cada sector de riego, se obtienen los caudales requeridos por cada uno de ellos.

Sector de riego	Nº plantas	Nº ramales	Nº goteros	Q (m ³ /h)
A	4000	100	4000	13,2
B	4000	100	4000	13,2
C	4000	100	4000	13,2
D	4500	100	4500	14,85

Tabla 2. Sectores de riego. (Fuente: Elaboración propia)

El caudal necesario para regar toda la parcela se calcula en función de la dosis bruta de riego (5,29 l/m² y día) en la época de máximas necesidades, a finales de agosto:

$$Q = 5,29 \text{ l/m}^2 \text{ y díá} \cdot 8.245 \text{ m}^2 = 43.616 \text{ l/díá} = \mathbf{43,616 \text{ m}^3/\text{díá}}$$

3.2. Cálculos hidráulicos de la instalación

3.2.1. Cálculo de los ramales porta-goteros

Para realizar los cálculos de las tuberías porta-goteros, se toma como punto de partida las presiones H_{final} obtenidas en el apartado anterior, siendo:

N: número de goteros del ramal.

Q: caudal que circula por cada ramal (l/h)

L: longitud del ramal (m)

S: separación entre goteros (m).

le: longitud equivalente del gotero (m).

h_f : pérdidas de carga del ramal (m).

z: diferencia de cotas (m) entre la cabeza y la cola del ramal: $z = L \cdot i$

H_i : presión a la entrada del ramal (m).

H_o : presión en la cola del ramal (m).

SECTORES DE RIEGO: A, B, C Y D

Ramal	Δz (m)	L (m)	S (m)	Emisores	Q (l/h)	\varnothing ext (mm)	espesor (mm)	\varnothing int (mm)	v (m/s)	le goteros (m)	F	hf ramal (m)	H _o (m)	H _i (m)
A	0.00	20	0.5	40	132.0	12	1	10	0.47	0.3	0.399	0.54	10.20	10.74
B	0.00	20	0.5	40	132.0	12	1	10	0.47	0.3	0.399	0.54	10.20	10.74
C	0.00	20	0.5	40	132.0	12	1	10	0.47	0.3	0.399	0.54	10.20	10.74
D	0.00	22.5	0.5	45	148.5	12	1	10	0.53	0.3	0.396	0.75	10.20	10.95

Tabla 3. Sectores de riego, tuberías ramales. (Fuente: Elaboración propia)

3.2.2. Cálculo de las tuberías portarramales

Se ha calculado la presión disponible en los puntos más alejados y, por tanto, más desfavorables de los portarramales.

A continuación, se detallan los cálculos hidráulicos de las tuberías portarramales de cada sector de riego, siendo:

L: longitud de la mitad del portarramal (m).

Q: caudal circulante por el tramo considerado del portarramal, que coincide con la mitad del caudal de cada sector (m^3/h).

N: número de salidas de la tubería.

H_{final} : presión disponible en el punto más desfavorable del portarramal, es decir, en el punto más alejado (m).

Sector	Ramal inicio	N	L (m)	Q (m^3/h)	Dc (mm)	Di (mm)	v (m/s)	F	I	hf (m)	H _{final} (m)	Δz (m)	H _{inicial} (m)
A	1A	50	50	6.6	50	40.8	1.40	0.374	0.050	1.06	10.74	0	11.80
B	1B	50	50	6.6	50	40.8	1.40	0.374	0.050	1.06	10.74	0	11.80
C	1C	50	50	6.6	50	40.8	1.40	0.374	0.050	1.06	10.74	0	11.80
D	1D	50	50	7.425	50	40.8	1.58	0.374	0.062	1.30	10.95	0	12.25

Tabla 4. Tuberías portarramales. (Fuente: Elaboración propia)

3.2.3. Cálculo de las tuberías principales

Se estima que la balsa se encuentra a la cota $z_{balsa}= 0$ m.

Suponiendo que se plantean dos posturas de riego, es decir, se regarán dos sectores al mismo tiempo, el caudal máximo que circulará por la tubería principal será el correspondiente al caudal del sector D (mayor superficie) más el caudal correspondiente a uno de los otros sectores. Este caudal máximo será por tanto de $28,05\ m^3/h$.

Por este motivo, la tubería principal divide en dos tramos diferenciados por distintos diámetros.

A continuación, se detallan los cálculos hidráulicos de la tubería principal que parte desde la balsa de regulación hasta los sectores de riego, siendo:

L: longitud de los tramos (m).

Q : caudal circulante por el tramo (m^3/h).

v : velocidad (m/s)

Δz : diferencia de cota entre la balsa y el punto de conexión con el portaramal de cada sector (0 m).

I : pendiente motriz.

h_f : pérdidas de carga en el tramo (m).

H_0 : presión disponible a la entrada de cada portaramal.

TRAMO	L (m)	Q (m^3/h)	Dc (mm)	Di (mm)	v (m/s)	I	hf (m)	hf _{acum} (m)	Δz (m)	H _{final} (m)	H ₀ (m)
Balsa - A	5	28.05	110	96.8	1.06	0.010	0.060	0.060	0	11.80	11.86
A - B	27	28.05	110	96.8	1.06	0.010	0.264	0.324	0	11.80	12.12
B - C	47	28.05	110	96.8	1.06	0.010	0.240	0.564	0	11.80	12.36
C - D	69	14.85	90	73.6	0.97	0.013	0.319	0.883	0	12.25	13,13

Tabla 5. Tuberías principales. (Fuente: Elaboración propia).

El punto más desfavorable será la entrada al portaramal del sector D, donde se requiere una presión de 13,13 m.

4. ABASTECIMIENTO DE AGUA DE RIEGO

4.1. Cálculo de la reserva de agua del riego

El máximo caudal de riego corresponde al mes de agosto es de 43,616 m³/día.

Se ejecutará una balsa de almacenamiento de agua para riego, estimando una reserva para 6-7 días, con lo cual se obtiene un volumen necesario aproximado de 300 m³.

La base de la balsa quedará situada junto a la caseta de riego, tal y como se refleja en el plano correspondiente.

4.2. Cálculo del equipo de bombeo

4.2.1. Captación de agua

El agua es suministrada por una comunidad de regantes y se almacena en la balsa de reserva, situada junto a la caseta de riego.

En la caseta, junto al pozo de captación, se situará el equipo de filtrado, que supone unas pérdidas de carga aproximadas de 5 m.

Desde la balsa el agua se bombeará hasta el sistema de riego mediante una tubería de impulsión enterrada en zanja.

4.2.2. Selección de la bomba de impulsión

Las características de la instalación son las siguientes:

- Cota de la bomba: 3 m
- Diámetro tubería: 90/110 m.
- Presión requerida en el punto más desfavorable: 13,13 m

Se propone regar por la noche debido a que es más económico el coste energético.

El caudal de bombeo estimado para poder seleccionar la bomba se calcula teniendo en cuenta, en una primera iteración, un tiempo de 1h para cada postura de riego:

$$q_{\text{bombeo}} = \frac{43616,05 \text{ l/día}}{2\text{h} \cdot 3600\text{s/h}} = 6,057\text{l/s}$$

Este caudal, orientativo, permitirá seleccionar el equipo de bombeo, cuyo caudal podrá oscilar entre 5 y 6 l/s.

Se selecciona una electrobomba CM-15-2 de la casa comercial GRUNDFOS, con, caudal nominal 4,722 l/s, altura nominal 29,7 m y 1,9 kW de potencia.

La descripción detallada y las especificaciones técnicas de la electrobomba se detallan a continuación.

CM15-2 A-R-A-E-AVBE	
Bomba centrífuga de aspiración axial compacta, fiable, horizontal y multietapas con puerto de aspiración axial y puerto de descarga radial. El eje, los impulsores y las cámaras están fabricados en acero inoxidable. Las piezas de entrada y descarga están fabricadas en fundición. El cierre mecánico es de junta tórica y no equilibrado, y posee un diseño especial. La conexión de las tuberías se lleva a cabo por medio de roscas de tubería Whitworth internas, Rp (ISO 7/1). La bomba está equipada con un motor asincrónico de 1 fases, refrigerado por ventilador y montado sobre soportes.	
Líquido:	
Líquido bombeado:	Aqua
Rango de temperatura del líquido:	-20 .. 90 °C
Temperatura del líquido durante el funcionamiento:	20 °C
Densidad:	998.2 kg/m³
Técnico:	
Velocidad de bomba en la que se basan los datos de bomba:	2900 rpm
Caudal nominal:	4.722 l/s
Altura nominal:	29.7 m
Cierre primario:	AVBE
Tolerancia de curva:	ISO9906:2012 3B
Materiales:	
Carcasa de la bomba:	Hierro fundido EN-JL1030
	ASTM 30 B
Impulsor:	Acero inoxidable DIN W.-Nr. 1.4301
	AISI 304
Caucho:	EPDM
Instalación:	
Temperatura ambiente máxima:	55 °C
Presión de trabajo máxima:	10 bar
Presión máxima a la temp. declarada:	6 bar / 90 °C
	10 bar / 40 °C
Normativa de brida:	ROSCA WHITWORTH RP
Entrada de bomba:	Rp 2
Salida de bomba:	Rp 2
Datos eléctricos:	
Tipo de motor:	90SB
Potencia nominal - P2:	1.9 kW
Frecuencia de red:	50 Hz
Tensión nominal:	1 x 220-240 V
Factor de servicio:	1
Intensidad nominal:	11.0-10.0 A
Intensidad de arranque:	370 %
Velocidad nominal:	2755-2770 rpm
Grado de protección (IEC 34-5):	IP55
Clase de aislamiento (IEC 85):	F
Otros:	
Índice eficiencia mínima, MEI ≥:	0.7
Peso neto:	31.3 kg
Peso bruto:	33.8 kg
Homologaciones:	CE,WRAS,ACS,TR,EAC

Figura 1. Descripción de la electrobomba seleccionada. (Fuente: GRUNDFOS).

Producto:	CM15-2 A-R-A-E-AVBE	Instalación
Código:	96935492	Temperatura ambiente máxima 55 °C
Número EAN:	5700314054007	Presión de trabajo máxima 10 bar
		Presión máxima a la temp. declarada 6 bar / 90 °C
		Presión máxima a la temp. declarada 10 bar / 40 °C
Técnico		Normativa de brida ROSCA WHITWORTH RP
Velocidad de bomba en la que se basan los datos de bomba	2900 rpm	Entrada de bomba Rp 2
Caudal nominal	4.722 l/s	Salida de bomba Rp 2
Altura nominal	29.7 m	Código de conexión R
Impulsores	2	
Cierre primario	AVBE	Líquido
Tolerancia de curva	ISO9906:2012 3B	Líquido bombeado Aqua
Versión de la bomba	A	Rango de temperatura del líquido -20 .. 90 °C
Modelo	A	Temperatura del líquido durante el funcionamiento 20 °C
		Densidad 998.2 kg/m³
Materiales		Datos eléctricos
Carcasa de la bomba	Hierro fundido	Tipo de motor 90SB
Carcasa de la bomba	EN-JL1030	Potencia nominal - P2 1.9 kW
Carcasa de la bomba	ASTM 30 B	Frecuencia de red 50 Hz
Impulsor	Acero inoxidable	Tensión nominal 1 x 220-240 V
Impulsor	DIN W.-Nr. 1.4301	Factor de servicio 1
Impulsor	AISI 304	Intensidad nominal 11.0-10.0 A
Código de material	A	Intensidad de arranque 370 %
Caucho	EPDM	Velocidad nominal 2755-2770 rpm
Código para caucho	E	Grado de protección (IEC 34-5) IP55
		Clase de aislamiento (IEC 85) F
		Protec de motor TP211
Otros		
Índice eficiencia mínima, MEI ≥:	0.7	
Peso neto:	31.3 kg	
Peso bruto:	33.8 kg	
Homologaciones:	CE,WRAS,ACS,TR,EAC	

Figura 2. Especificaciones técnicas de la electrobomba seleccionada. (Fuente: GRUNDFOS).

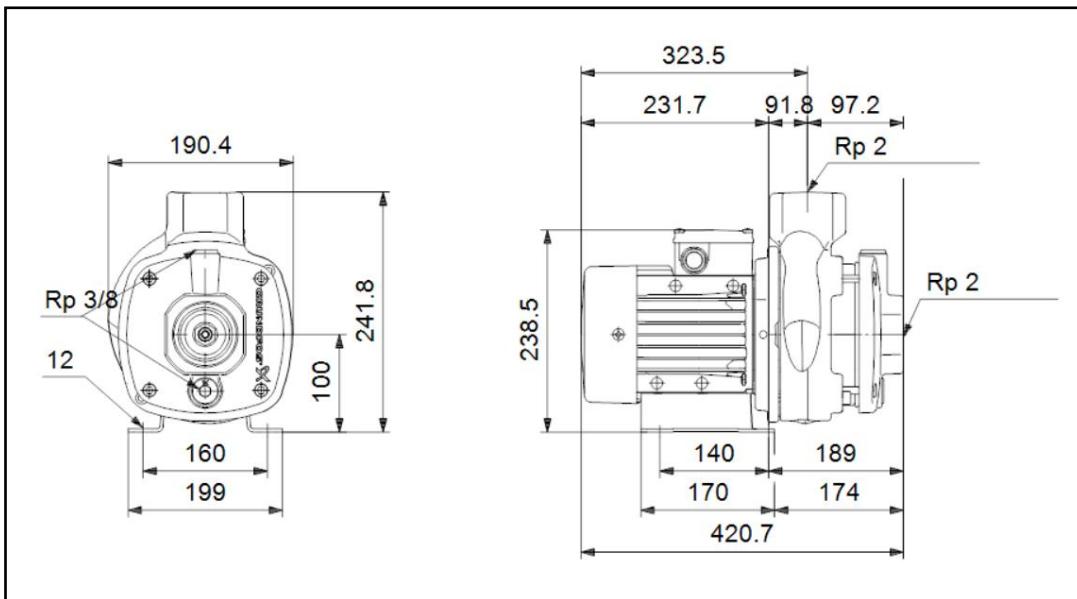


Figura 3. Esquema dimensional de la electrobomba seleccionada. (Fuente: GRUNDFOS).



Figura 4. Electrobomba seleccionada. (Fuente: GRUNDFOS).

4.2.3. Cálculo del equipo de bombeo

Se procede a continuación a calcular el punto de funcionamiento del equipo de bombeo, teniendo en cuenta los siguientes datos de partida y parámetros de diseño:

- Desnivel total: $z=3$ m
- Pérdidas de carga del equipo de filtrado: 5 m
- Presión requerida en el punto más desfavorable: 13,13 m
- Altura total de bombeo requerida: 21,13 m.
- Tubería de impulsión: fundición.

- Longitud total de la tubería de impulsión: 10 m
- Diámetro nominal de la tubería de impulsión: 90 mm
- Aspereza de la tubería de impulsión: $k=0,23 \text{ mm}$

En una primera aproximación al cálculo del factor de fricción de Darcy de la tubería (f), se considera que circula el caudal requerido de 6 l/s , obteniéndose la velocidad de diseño:

$$v = \frac{Q}{\pi \cdot D^2 / 4} = \frac{0,006}{\pi \cdot 0,09^2 / 4} = 0,94 \text{ m/s}$$

El número de Reynolds asociado a la velocidad de diseño resulta:

$$R_e = \frac{v \cdot D}{\nu} = \frac{0,94 \cdot 0,09}{1 \cdot 10^{-6}} = 84883$$

Siendo la viscosidad cinemática del agua: $\nu=10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

El factor de fricción de Darcy de la tubería (f) se calcula mediante la expresión de White y Colebrook:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \cdot \log_{10} \left(\frac{k/D}{3,715} + \frac{2,51}{R_e \cdot \sqrt{f}} \right) \rightarrow f = 0,02668$$

Aplicando la ley de conservación de la energía (trinomio de Bernouilli), se obtiene la curva característica de la impulsión en función del caudal Q circulante:

$$z_A + \frac{v_A^2}{2 \cdot g} + \frac{P_A}{\gamma} + \Delta h_f = z_B + \frac{v_B^2}{2 \cdot g} + \frac{P_B}{\gamma} + H_B$$

Siendo H_B la altura de bombeo y h_f las pérdidas de carga de la conducción:

$$\Delta h_f = \frac{f \cdot v^2}{2 \cdot g \cdot D} \cdot L = \frac{8 \cdot f \cdot Q^2}{\pi^2 \cdot g \cdot D^5} \cdot L = \frac{8 \cdot 0,02668 \cdot Q^2}{\pi^2 \cdot g \cdot 0,09^5} \cdot 10 = 3733 \cdot Q^2$$

$$H_B = 21,13 + \frac{8 \cdot Q^2}{\pi^2 \cdot g \cdot 0,09^4} + 1,15 \cdot 3733 \cdot Q^2 = 21,13 + 5553 \cdot Q^2$$

Se ha aplicado un coeficiente de mayoración de 1,15 debido a las pérdidas de carga producidas en elementos singulares de la instalación, tales como codos, válvulas, téns, etc.

Q (l/s)	Q (m³/h)	ΔH (m)	H_b (m)
2	7.2	0.02	21.15
3	10.8	0.04	21.17
4	14.4	0.07	21.20
5	18	0.11	21.24
6	21.6	0.15	21.28
7	25.2	0.21	21.34
8	28.8	0.27	21.40
9	32.4	0.35	21.48
10	36	0.43	21.56

Tabla 6. Equipo de bombeo. (Fuente: Elaboración propia).

A continuación, se representa la curva característica de la impulsión sobre la curva característica de la bomba para obtener el punto de funcionamiento de la instalación.

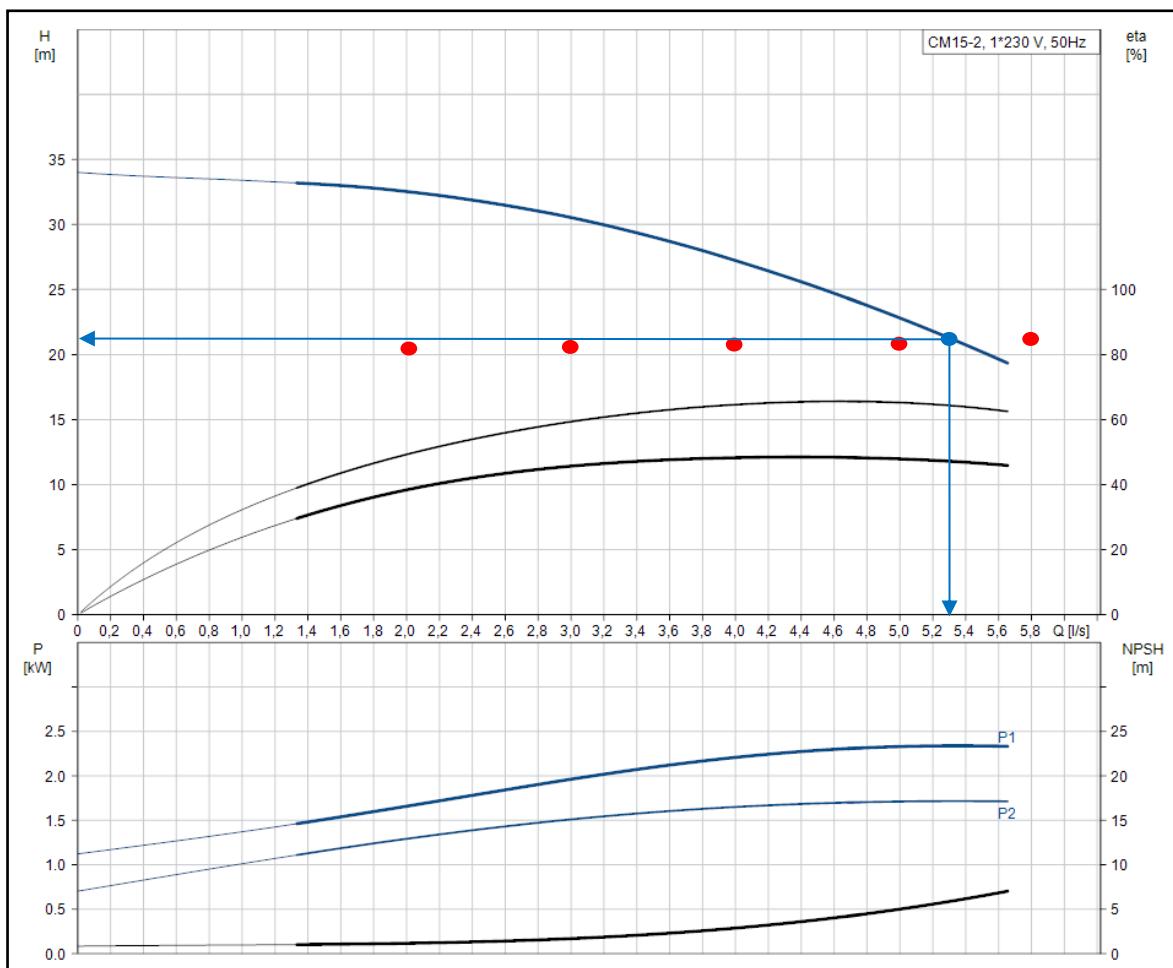


Figura 5. Curvas características de impulsión y de la bomba. (Fuente: Elaboración propia)

El punto de corte de la curva característica de la impulsión con la curva característica de la bomba se obtiene gráficamente y resulta: $H=21,2$ m y $Q=5,3$ l/s (19 m^3/h), valores próximos a los estimados inicialmente, por lo que la bomba seleccionada es válida.

5. EQUIPOS AUXILIARES

5.1. Equipo de fertirrigación

El tanque de fertilización es uno depósito herméticamente cerrados con una capacidad que oscila entre 20 y 200 litros, ejecutado en acero inoxidable, plástico o fibra de vidrio. En nuestro caso utilizaremos uno de plástico reforzado con fibra de vidrio (PRFV) de 40 litros. Esta es una instalación sencilla que requiere solo un tanque debido a las pocas necesidades nutritivas del terreno de la finca de estudio.

Además de estos depósitos, se debe instalar un depósito donde se almacena soluciones ácidas (en general ácido nítrico) para corregir el pH de la solución y desatascar goteros cuando sea requerido. En nuestro caso no podemos usar soluciones ácidas como ácido nítrico porque están prohibidas por la unión europea. Pero los productos que vamos a usar no son muy agresivos y recomiendan dejar correr el agua de 10 a 15 minutos tras cada dosis de riego.



Figura 6. Tanque de fertilización. (Fuente: Distribución de agua y nutrientes en riego por goteo. Leonor Rodríguez Sinobas. Grupo Inv. UPM "Hidráulica del Riego").

El inyector tipo Venturi consiste en una pieza, generalmente de plástico, en forma de T en cuyo interior tiene un tubo Venturi enfrentado a la toma que está conectada con el depósito de abono. El aumento de la velocidad en el estrechamiento del Venturi provoca una depresión que produce la aspiración de la solución fertilizante (almacenada en un depósito a la presión atmosférica) y su inyección en la red de riego. Para que circule el agua a su través instalaremos una llave en la tubería principal.

El esquema de la instalación de la fertirrigación será como se indica en la figura.

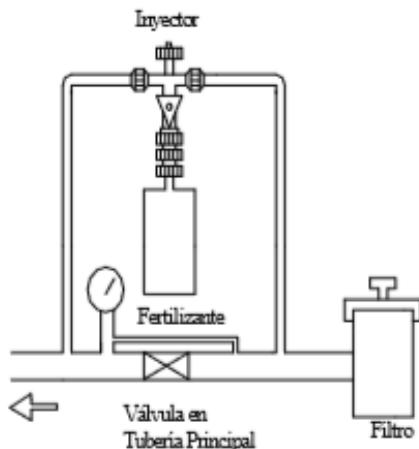


Figura 7. Esquema del inyector Venturi. (Fuente: Distribución de agua y nutrientes en riego por goteo. Leonor Rodríguez Sinobas. Grupo Inv. UPM “Hidráulica del Riego”).

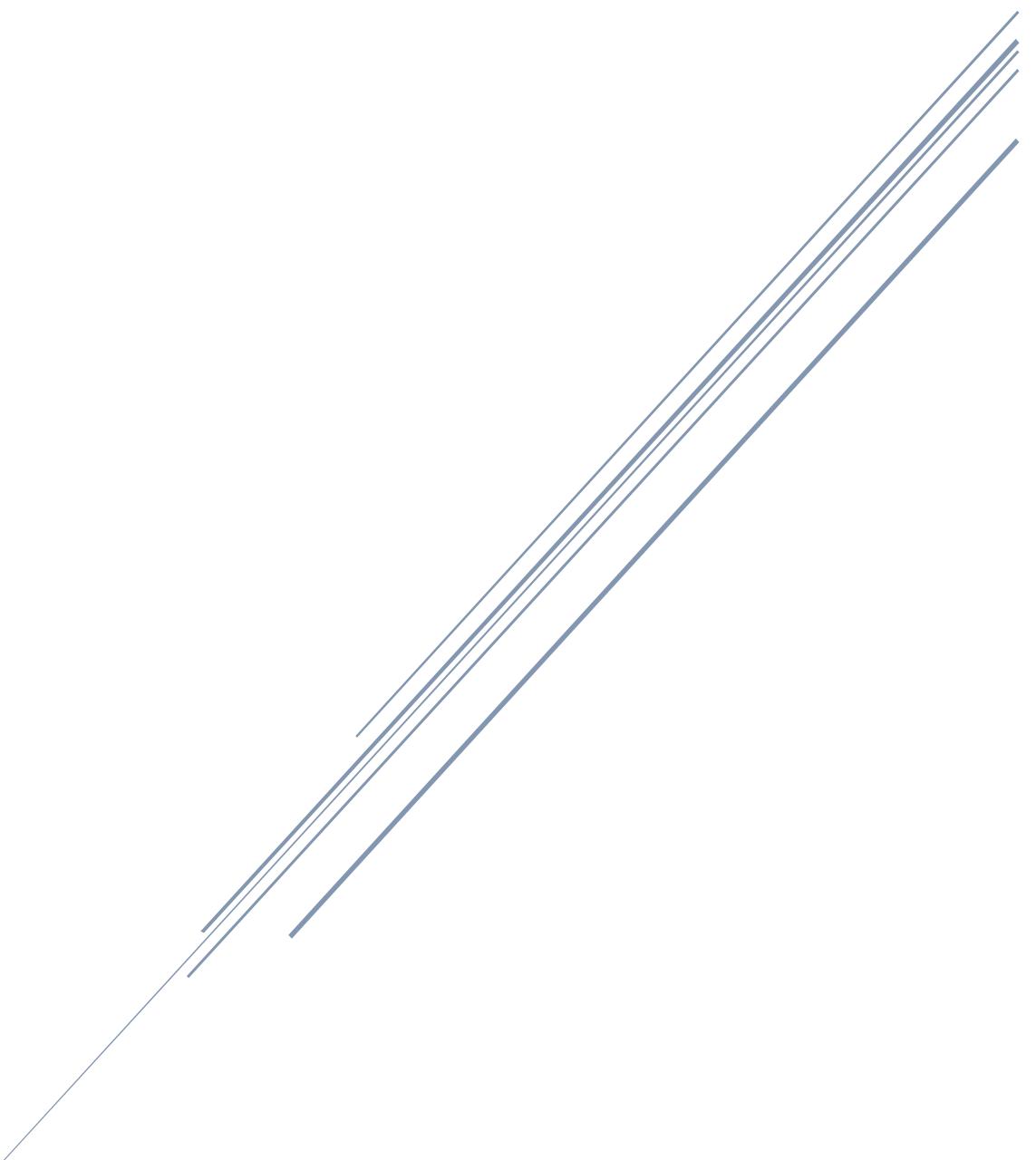
5.2. Instalación de automatización

Las electroválvulas representan uno de los elementos más importantes para un correcto funcionamiento de un sistema de riego. Su función es la de abrir y cerrar el flujo de agua que corre a través de las tuberías de riego, de manera automática, por medio de un impulso eléctrico. Estas presentan al interno una membrana que es la responsable de la apertura y cierre de las mismas. Estas estarán asociadas al programador eléctrico que se encuentra en la caseta, el cual manda la apertura o cierre de las mismas.

En este caso se eligen 4 electroválvulas de 2" y 24V.

ANEJO 7

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA,
ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	4
2. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS.....	5
2.1 Capítulo 1. Invernadero	5
2.2 Capítulo 2. Cimentaciones	6
2.3 Capítulo 3. Estructura	7
2.4 Capítulo 4. Solados y cubiertas.....	8
2.5 Capítulo 5. Instalaciones	9
2.6 Capítulo 6. Construcción del Invernadero	13

1. INTRODUCCIÓN

El presente anexo tiene por objeto la justificación del importe de los precios unitarios que figuran en los Cuadros de Precios números 1 y 2 del “Documento 4. Presupuesto” de este proyecto.

Tiene también la finalidad de servir como base para la confección, una vez esté en ejecución la obra motivo de este Proyecto, de los precios unitarios de las unidades de obra no incluidas en el Cuadro de Precios número 1 y que resultase preciso realizar durante el curso de las obras.

Los precios unitarios considerados en el “Documento 4. Presupuesto” se han deducido a partir de los precios simples de mano de obra, de maquinaria y de materiales, los cuales se consideran adecuados, actualizados y veraces para el volumen de la obra y zona en la que se desarrolla.

2. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

2.1 Capítulo 1. Invernadero

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO 01 INVERNADERO					
01.01	m2	RETIR.CAPA T.VEGETAL A MÁQUINA Retirada y apilado de capa de tierra vegetal superficial, por medios mecánicos, sin carga ni transporte al vertedero			
m001OA070	0,008 h	Peón ordinario	17,45	0,14	
mm05PN020	0,015 h	Pala cargadora neumáticos 155 CV/2,5m3	47,54	0,71	
%Cl0300	3,000 %	Costes Indirectos	0,90	0,03	
TOTAL PARTIDA.....					0,88
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CERO EUROS con OCHEENTA Y OCHO CÉNTIMOS					
01.02	m3	EXC.ZANJA A MÁQUINA T. FLOJOS Excavación en zanjas, en terrenos flojos, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, sin carga			
m001OA070	0,130 h	Peón ordinario	17,45	2,27	
mm05RN020	0,200 h	Retrocargadora neumáticos 75 CV	36,83	7,37	
%Cl0300	3,000 %	Costes Indirectos	9,60	0,29	
TOTAL PARTIDA.....					9,93
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NUEVE EUROS con NOVENTA Y TRES CÉNTIMOS					
01.03	m3	RELL/APIS.MEC.C.ABIER.ZAHORRA Relleno, extendido y apisonado de zahorras a cielo abierto, por medios mecánicos, en tongadas de 30 cm. de espesor, hasta conseguir un grado de compactación del 95% del proctor normal, incluso regado de las mismas y refri-			
m001OA070	0,085 h	Peón ordinario	17,45	1,48	
mp01AF050	1,700 t	Zahorra artifici. huso Z-3 DA<25	6,96	11,83	
mm08N020	0,015 h	Motoniveladora de 200 CV	67,40	1,01	
mm08RN020	0,095 h	Rodillo vibrante autopropuls.mixto 7 t.	45,38	4,31	
mm08CA020	0,020 h	Cisterna agua s/camión 10.000 l.	30,16	0,60	
%Cl0300	3,000 %	Costes Indirectos	19,20	0,58	
TOTAL PARTIDA.....					19,81
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECINUEVE EUROS con OCHEENTA Y UN CÉNTIMOS					
01.04	m3	EXC.ZANJA SANEAM. T.FLOJO MEC. Excavación en zanjas de saneamiento, en terrenos de consistencia floja, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, y con posterior relleno y apisonado de las tierras procedentes de la excavación y con p.p.			
m001OA070	0,950 h	Peón ordinario	17,45	16,58	
mm05EC040	0,150 h	Minieexcavadora hidráulica cadenas 1,2 t.	34,62	5,19	
mm08RI010	0,750 h	Pisón vibrante 70 kg.	2,95	2,21	
%Cl0300	3,000 %	Costes Indirectos	24,00	0,72	
TOTAL PARTIDA.....					24,70
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTICUATRO EUROS con SETENTA CÉNTIMOS					

2.2 Capítulo 2. Cimentaciones

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO 02 CIMENTACIONES					
02.01	m3	HORM.LIMPIEZA HM-20/P/20/I V.MAN Hormigón en masa HM-20 N/mm ² , consistencia plástica, Tmáx.20 mm., para ambiente normal, elaborado en central para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido por medios manuales y colocación. Según			
m001OA070	0,600 h	Peón ordinario	17,45	10,47	
mp01HM010	1,150 m ³	Hormigón HM-20/P/20/I central	76,11	87,53	
%CI0300	3,000 %	Costes Indirectos	98,00	2,94	
TOTAL PARTIDA.....					100,94
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIEN EUROS con NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS					
02.02	m3	H.ARM. HA-25/P/20/I V.MANUAL Hormigón armado HA-25 N/mm ² , consistencia plástica, Tmáx.20 mm., para ambiente normal, elaborado en central en relleno de zapatas y zanjas de cimentación, incluso armadura (40 kg/m ³), vertido por medios manuales, vibrado			
mE04CM050	1,000 m ³	HORM. HA-25/P/20/I V. MANUAL	110,68	110,68	
me04AB020	40,000 kg	ACERO CORRUGADO B 500 S	1,54	61,60	
%CI0300	3,000 %	Costes Indirectos	172,30	5,17	
TOTAL PARTIDA.....					177,45
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO SETENTA Y SIETE EUROS con CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS					

2.3 Capítulo 3. Estructura

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO 03 ESTRUCTURA					
03.01	m2	MURO BLOQ. HORM. ARMADO 40x20x24 Fábrica de bloques huecos de hormigón gris estándar de 40x20x24 cm. para revestir, recibidos con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 N y arena de río M-5, armadura vertical formada por 4 redondos de acero B 500 S, de D=12 por m. y armadura horizontal de 2 redondos de D=8 cada fila de bloques, rellenos de hormigón de 365 kg. de cemento/m3. de dosificación, invertido, vibrado, rejuntado, p.p. de formación de dinteles, zunchos, jambas, ejecución de encuentros, piezas especiales, roturas, replanteo, nivelación, aplomado, limpieza y medios auxiliares,			
m001OA140	0,760 h	Cuadrilla H	38,16	29,00	
mp01BG060	13,000 ud	Bloque hgón. gris 40x20x24 esp.mur.arm.	1,25	16,25	
mp01MC040	0,030 m3	Mortero cem. gris II/B-M 32,5 M-5/CEM	65,85	1,98	
mp03ACC020	3,730 kg	Acero corrugado B 500 S/SD 12 mm	0,83	3,10	
mp03ACC010	4,147 kg	Acero corrugado B 500 S/SD 8 mm	0,72	2,99	
ma03H110	0,176 m3	HORM. DOSIF. 365 kg /CEMENTO Tmáx.20	80,97	14,25	
%CI0300	3,000 %	Costes Indirectos	67,60	2,03	
TOTAL PARTIDA.....					69,60

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SESENTA Y NUEVE EUROS con SESENTA CÉNTIMOS

2.4 Capítulo 4. Solados y cubiertas

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO 04 SOLADOS, Y CUBIERTAS					
04.01	m2	FORJA.VIG.AUT. 20+5, B-60 Forjado 20+5 cm. formado a base de viguetas de hormigón pretensadas autorresistentes, separadas 60 cm. entre ejes, bovedilla cerámica de 60x25x20 cm. y capa de compresión de 5 cm., de hormigón HA-25/P20/I, de central,			
m001OB010	0,350 h	Oficial 1º encofrador	19,93	6,98	
m001OB020	0,350 h	Ayudante encofrador	18,70	6,55	
m02GT010	0,150 h	Grúa pluma 30 m./0,75 t.	22,11	3,32	
mP03VA020	1,670 m	Vigue.D/T pret.18cm.4,0/5,0m(27,5kg/m)	4,23	7,06	
mP03BC090	6,670 ud	Bovedilla cerámica 60x25x20	0,74	4,94	
mP01HA010	0,067 m3	Hormigón HA-25/P20/I central	80,21	5,37	
mE04AB020	1,800 kg	ACERO CORRUGADO B 500 S	1,54	2,77	
mE05HFE010	1,000 m2	ENCOF. MADERA EN FORJADOS	12,19	12,19	
%CI0300	3,000 %	Costes Indirectos	49,20	1,48	
TOTAL PARTIDA.....					50,66
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCUENTA EUROS con SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS					
04.02	m2	IMPERM.MONO.AUTOPIROT.GA-1 Impermeabilización monocapa autoprotegida constituida por: imprimación asfáltica, lámina asfáltica de betún plástico FPV 5 kg mineral de color gris (tipo LBM-Gris-50/G-FPV), totalmente adherida al soporte con soporte, lista			
m001OA030	0,100 h	Oficial primera	19,97	2,00	
m001OA050	0,100 h	Ayudante	18,19	1,82	
mP06BI040	0,300 kg	Emulsión asfáltica	4,38	1,31	
mP06BS290	1,100 m2	Lám. autop. LBM(APP)-50/G-FP 5 kg/m2 gris	11,94	13,13	
%CI0300	3,000 %	Costes Indirectos	18,30	0,55	
TOTAL PARTIDA.....					18,81
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECIOCHO EUROS con OCHENTA Y UN CÉNTIMOS					
04.03	m2	SOLER.HA-25, 15cm.ARMA.#15x15x6 Solera de hormigón de 15 cm. de espesor, realizada con hormigón HA-25 N/mm2, Tmáx.20 mm., elaborado en obra, i/vertido, colocación y armado con mallazo 15x15x6, p.p. de juntas, aserrado de las mismas y fratasado.			
mE04SE100	0,150 m3	HORMIGÓN HA-25/P20/I EN SOLERA	109,87	16,48	
mE04AM050	1,000 m2	MALLA 15x15 cm. D=6 mm.	2,69	2,69	
%CI0300	3,000 %	Costes Indirectos	19,20	0,58	
TOTAL PARTIDA.....					19,75
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECINUEVE EUROS con SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS					

2.5 Capítulo 5. Instalaciones

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO 05 INSTALACIONES					
SUBCAPÍTULO 05.01 ELECTRICIDAD					
05.01.01	ud	REGLETA DE SUPERFICIE 2x36 W.AF Regleta de superficie de 2x36 W. con protección IP20 clase I, cuerpo de chapa de acero de 0,7 mm., pintado con pintura epoxi poliéster y secado al horno, sistema de anclaje formado por chapa galvanizada sujetada con tornillos incorporados, equipo eléctrico formado por reactancias, condensador, portalámparas, cebadores, lámparas fluorescentes nueva generación y bornes de conexión. Instalada, incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexiones.			
m001OB240	0,300 h	Oficial 1º electricista	19,11	5,73	
m001OB260	0,300 h	Ayudante electricista	18,45	5,54	
mP01D150	1,000 ud	Pequeño material	1,25	1,25	
mP15BA040	1,000 ud	Regleta de superficie 2x36 W. AF	14,10	14,10	
mP16CC100	2,000 ud	Tubo fluorescente 36 W./830-840-827	2,05	4,10	
%CI0300	3,000 %	Costes Indirectos	30,70	0,92	
TOTAL PARTIDA.....					31,64
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y UN EUROS con SESENTA Y CUATRO CÉNTIMOS					
05.01.02	ud	CUADRO PROTEC.ELECTRIFIC. BÁSICA Cuadro protección electrificación básica, formado por caja, de doble aislamiento de empotrar, con caja de empotrar de puerta blanca Legrand Ekinoxe de 1x12 elementos, perfil omega, embarrado de protección, interruptor de control de potencia, interruptor general magnetotérmico de corte omnipolar 40 A, interruptor diferencial 2x40 A 30 mA y			
m001OB240	0,500 h	Oficial 1º electricista	19,11	9,56	
mP01D150	1,000 ud	Pequeño material	1,25	1,25	
mP15FB120	1,000 ud	Caja empot.pta.blanca 1X12	43,96	43,96	
mP15FD020	1,000 ud	Int.aut.diferencial 2x40 A 30 mA	65,47	65,47	
mP15FE010	1,000 ud	PIA (I+N) 10 A	51,47	51,47	
mP15FE020	2,000 ud	PIA (I+N) 16 A	52,37	104,74	
mP15FE030	1,000 ud	PIA (I+N) 20 A	54,29	54,29	
mP15FE040	1,000 ud	PIA (I+N) 25 A	55,27	55,27	
mP15FE080	2,000 ud	PIA 2x40 A	82,82	165,64	
%CI0300	3,000 %	Costes Indirectos	551,70	16,55	
TOTAL PARTIDA.....					568,20
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de QUINIENTOS SESENTA Y OCHO EUROS con VEINTE CÉNTIMOS					
05.01.03	m	LÍNEA GRAL. ALIMENTACIÓN 4(1x10)mm2 Cu Línea general de alimentación (LGA) en canalización entubada formada por conductor de Cu 4(1x10) mm ² con aislamiento de PVC.			
m001OB240	0,500 h	Oficial 1º electricista	19,11	9,56	
m001OB250	0,500 h	Oficial 2º electricista	18,45	9,23	
mP01D150	1,000 ud	Pequeño material	1,25	1,25	
mP15AI010	4,000 m	C.aisl.I.halog.RZ1-k 0,6/1kV 1x10mm ² Cu	2,68	10,72	
mP15GD040	1,000 m	Tubo PVC ríg. der.ind. M 63/gp5	11,32	11,32	
%CI0300	3,000 %	Costes Indirectos	42,10	1,26	
TOTAL PARTIDA.....					43,34
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUARENTA Y TRES EUROS con TREINTA Y CUATRO CÉNTIMOS					
05.01.04	m	ACOMETIDA TRIFÁSICA 3,5x10 mm2 Cu Acometida individual trifásica en canalización subterránea tendida directamente en zanja formada por cable de cobre de 3,5x10 mm ² , con aislamiento de 0,6/1 kV., incluso p.p. de zanja, capa de arena de río, protección mecánica.			
m001OB240	0,500 h	Oficial 1º electricista	19,11	9,56	
m001OB250	0,500 h	Oficial 2º electricista	18,45	9,23	
mP01D150	1,000 ud	Pequeño material	1,25	1,25	
mP15AE060	2,000 m	Cond.aisla. RV-k 0,6-1kV 4x10 mm ² Cu	39,33	78,66	
mP15AH005	1,000 m	Cinta señalizadora	0,16	0,16	
mP15AH010	1,000 m	Placa cubrecables	1,84	1,84	
%CI0300	3,000 %	Costes Indirectos	100,70	3,02	
TOTAL PARTIDA.....					103,72
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO TRES EUROS con SETENTA Y DOS CÉNTIMOS					

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
05.01.05	m	LÍNEA TOMA DE FUERZA TRIFÁSICA Cable de goma 2x2,5mm ² H07RN-F 2x2,5 – Diverse – H07RN-F 2x2,5 Tr.500 : Sección nominal del conductor 2,5 mm ² , Clase conductor interior Cl.5 = hilo fino, Número de conductores 2, Conductor de puesta a tierra no, Color de la envoltura negro, Sin halógenos según EN 60754-1/2 no, Resistente al fuego según EN 60332-1-2, Generación reducida de humo según EN 61034-2 no, Forma redondo, Diámetro exterior aprox. 13,5 mm, Tensión nominal U0 450 V, Tensión nominal U 750 V			
m001OB240	0,200 h	Oficial 1 ^a electricista	19,11	3,82	
m001OB250	0,200 h	Oficial 2 ^a electricista	18,45	3,69	
mp01D150	1,000 ud	Pequeño material	1,25	1,25	
mp15GA040	5,000 m	Cable de goma 4x2,5mm ² H07RN-F 4G 2,5	1,78	8,90	
%Cl0300	3,000 %	Costes Indirectos	17,70	0,53	
TOTAL PARTIDA.....					18,19
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECIOCHO EUROS con DIECINUEVE CÉNTIMOS					
05.01.06	m	LÍNEA BOMBA DE RIEGO Cable de goma 4x6mm ² H07RN-F 4G 6 – Diverse – H07RN-F 4G6 S : Sección nominal del conductor 6 mm ² , Clase conductor interior Cl.5 = hilo fino, Número de conductores 4, Conductor de puesta a tierra sí, Color de la envoltura negro, Sin halógenos según EN 60754-1/2 no, Resistente al fuego según EN 60332-1-2, Generación reducida de humo según EN 61034-2 no, Forma redondo, Diámetro exterior aprox. 17,5 mm, Tensión nominal U0 450 V,			
m001OB240	0,150 h	Oficial 1 ^a electricista	19,11	2,87	
m001OB250	0,150 h	Oficial 2 ^a electricista	18,45	2,77	
mp01D150	1,000 ud	Pequeño material	1,25	1,25	
mp15AF020	5,000 m	Cable de goma 4x6mm ² H07RN-F 4G 6	3,62	18,10	
%Cl0300	3,000 %	Costes Indirectos	25,00	0,75	
TOTAL PARTIDA.....					25,74
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTICINCO EUROS con SETENTA Y CUATRO CÉNTIMOS					
05.01.07	m	LÍNEA DE ALUMBRADO DE LA CASETA Cable de goma 2x1,5mm ² H07RN-F 2x 1,5 – Diverse – H07RN-F 2x1,5 Ri.50 : Sección nominal del conductor 1,5 mm ² , Clase conductor interior Cl.5 = hilo fino, Número de conductores 2, Conductor de puesta a tierra no, Color de la envoltura negro, Sin halógenos según EN 60754-1/2 no, Resistente al fuego según EN 60332-1-2, Generación reducida de humo según EN 61034-2 no, Forma redondo, Diámetro exterior aprox. 9,4 mm, Tensión nominal			
m001OB240	0,150 h	Oficial 1 ^a electricista	19,11	2,87	
m001OB250	0,150 h	Oficial 2 ^a electricista	18,45	2,77	
mp01D150	1,000 ud	Pequeño material	1,25	1,25	
mp15GA010	2,000 m	Cable de goma 2x1,5mm ² H07RN-F 2x 1,5	0,80	1,60	
%Cl0300	3,000 %	Costes Indirectos	8,50	0,26	
TOTAL PARTIDA.....					8,75
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHO EUROS con SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS					
05.01.08	m	LÍNEA TOMA DE FUERZA MONOFÁSICA Cable de goma 4x2,5mm ² H07RN-F 4G 2,5 – Diverse – H07RN-F 4G2,5 Ri.50 : Sección nominal del conductor 2,5 mm ² , Clase conductor interior Cl.5 = hilo fino, Número de conductores 4, Conductor de puesta a tierra sí, Color de la envoltura negro, Sin halógenos según EN 60754-1/2 no, Resistente al fuego según EN 60332-1-2, Generación reducida de humo según EN 61034-2 no, Forma redondo, Diámetro exterior aprox. 14 mm, Tensión nominal			
m001OB240	0,150 h	Oficial 1 ^a electricista	19,11	2,87	
m001OB250	0,150 h	Oficial 2 ^a electricista	18,45	2,77	
mp01D150	1,000 ud	Pequeño material	1,25	1,25	
mp15GA040	5,000 m	Cable de goma 4x2,5mm ² H07RN-F 4G 2,5	1,78	8,90	
%Cl0300	3,000 %	Costes Indirectos	15,80	0,47	
TOTAL PARTIDA.....					16,26
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECISEIS EUROS con VEINTISEIS CÉNTIMOS					

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
05.01.09	ud	INTERRUPTOR BOMA DE RIEGO Y LINEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN Interruptor automático tripolar + neutro de 50 A.			
m001OB240	0,702 h	Oficial 1º electricista	19,11	13,42	
mP01D150	10,000 ud	Pequeño material	1,25	12,50	
mP15FE820	1,000 ud	Interruptor automático tripolar + neutro de 50A	437,48	437,48	
		TOTAL PARTIDA.....			463,40
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATROCIENTOS SESENTA Y TRES EUROS con CUARENTA CÉNTIMOS					
05.01.10	ud	INTERRUPTOR ALUMBRADO CASETA			
m001OB240	0,251 h	Interruptor automático magnético, bipolar (2P), intensidad nominal 1,6 A, poder de corte 25 kA, curva MA, de			
Oficial 1º electricista			19,11	4,80	
mP01D150	10,000 ud	Pequeño material	1,25	12,50	
mP15FE830	1,000 ud	Interruptor automático bipolar de 1,6A	176,34	176,34	
		TOTAL PARTIDA.....			193,64
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO NOVENTA Y TRES EUROS con SESENTA Y CUATRO CÉNTIMOS					
05.01.11	ud	INTERRUPTOR LÍNEA DE TOMA DE FUERZA MONOFÁSICA			
m001OB240	0,251 h	Interruptor combinado magnetotérmico-bloque diferencial, de 2,5 módulos bipolar, intensidad nominal de 20A y dife-			
Oficial 1º electricista			19,11	4,80	
mP01D150	10,000 ud	Pequeño material	1,25	12,50	
mP15FE841	1,000 ud	Interruptor magnetotérmico-bloque diferencial	290,00	290,00	
		TOTAL PARTIDA.....			307,30
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRESCIENTOS SIETE EUROS con TREINTA CÉNTIMOS					
05.01.12	ud	INTERRUPTOR LÍNEA DE TOMA DE FUERZA TRIFÁSICA			
m001OB240	0,251 h	Interruptor combinado magnetotérmico-bloque diferencial, tripolar de 10A y diferencial de sensibilidad 300mA			
Oficial 1º electricista			19,11	4,80	
mP01D150	10,000 ud	Pequeño material	1,25	12,50	
P03	1,000 ud	Interruptor magnetotérmico tripolar-combinado con diferencial	320,00	320,00	
		TOTAL PARTIDA.....			337,30
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRESCIENTOS TREINTA Y SIETE EUROS con TREINTA CÉNTIMOS					
SUBCAPÍTULO 05.02 SISTEMA DE RIEGO					
APARTADO 05.02.01 TUBERÍAS					
05.02.01.01	m	TUBERÍA POLIETILENO DN50 mm. 2" Tubería de polietileno PORTARRAMALES, de 50 mm. (2") de diámetro nominal, de alta densidad y para 1 MPa de presión máxima, UNE-EN-12201, colocada en instalaciones para agua fría y caliente, con p.p. de piezas especiales de polietileno, instalada y funcionando, en ramales de longitud superior a 3 m., y sin protección superficial.			
m001OB200	0,150 h	Oficial 1º fontanero calefactor	20,54	3,08	
mP17PA030	1,100 m	Tubo polietileno 12mm	0,22	0,24	
mP17PP210	0,100 ud	Enlace recto polietileno 50 mm. (PP)	3,62	0,36	
%CI0300	3,000 %	Costes Indirectos	3,70	0,11	
		TOTAL PARTIDA.....			3,79
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES EUROS con SETENTA Y NUEVE CÉNTIMOS					

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
05.02.01.02	m	TUBERÍA POLIETILENO DN90 mm. 3 1/2"			
		Tubería de polietileno PRINCIPAL , de 90 mm. (3 1/2") de diámetro nominal, de alta densidad y para 1 MPa de presión máxima, UNE-EN-12201, colocada en instalaciones para agua fría y caliente, con p.p. de piezas especiales de polietileno, instalada y funcionando, en ramales de longitud superior a 3 m., y sin protección superficial. s/CTE-HS-4.			
m001OB200	0,200 h	Oficial 1º fontanero calefactor	20,54	4,11	
mP17PA060	1,100 m	Tubo polietileno ad PE60(PN-6) 90mm	5,63	6,19	
mP17PP080	0,300 ud	Codo polietileno 90 mm. (PP)	20,34	6,10	
mP17PP240	0,100 ud	Enlace recto polietileno 90 mm. (PP)	17,48	1,75	
%CI0300	3,000 %	Costes Indirectos	18,20	0,55	
		TOTAL PARTIDA.....			18,70
		Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECIOCHO EUROS con SETENTA CÉNTIMOS			
05.02.01.03	m	TUBERÍA POLIETILENO DN110 mm. 4"			
		Tubería de polietileno PRINCIPAL, de 110 mm.			
m001OB200	0,100 h	Oficial 1º fontanero calefactor	20,54	2,05	
mP17PA070	1,100 m	Tubo polietileno ad PE60(PN-6) 110mm	7,15	7,87	
mP17PP090	0,300 ud	Codo polietileno 110 mm. (PP)	47,08	14,12	
mP17PP250	0,100 ud	Enlace recto polietileno 110 mm.(PP)	34,84	3,48	
%CI0300	3,000 %	Costes Indirectos	27,50	0,83	
		TOTAL PARTIDA.....			28,35
		Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTIOCHO EUROS con TREINTA Y CINCO CÉNTIMOS			
05.02.01.04	m	TUB.INTGRAL DN16 mm GOTEROS A 0.50 M			
		Suministro e instalación de tubería integral con gotero autocompensante.Caudal 3,3 l/h, descarga uniforme entre 0,5			
m001OA070	0,008 h	Peón ordinario	17,45	0,14	
mP26TP1030	1,000 m	Tub.PEBD c/goteo 3,3L/h integr. c/50cm D=12mm	0,25	0,25	
%CI0300	3,000 %	Costes Indirectos	0,40	0,01	
		TOTAL PARTIDA.....			0,40
		Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CERO EUROS con CUARENTA CÉNTIMOS			
APARTADO 05.02.02 CABEZAL DE RIEGO					
05.02.02.01		ELECTROBOMBA			
		Electrobomba CM-15-2 de la casa comercial GRUNDFOS, con, caudal nominal 4,722 l/s, altura nominal 29,7 m y			
		Sin descomposición			
		TOTAL PARTIDA.....			3.500,00
		Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES MIL QUINIENTOS EUROS			
05.02.02.02		ACCESORIOS CABEZAL RIEGO			
		Sin descomposición			
		TOTAL PARTIDA.....			648,00
		Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEISCIENTOS CUARENTA Y OCHO EUROS			
05.02.02.03		TUBERIAS			
		Sin descomposición			
		TOTAL PARTIDA.....			132,00
		Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO TREINTA Y DOS EUROS			
05.02.02.04		EQUIPO DE FERTIRRIGACIÓN			
		Sin descomposición			
		TOTAL PARTIDA.....			3.000,00
		Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES MIL EUROS			

2.6 Capítulo 6. Construcción del Invernadero

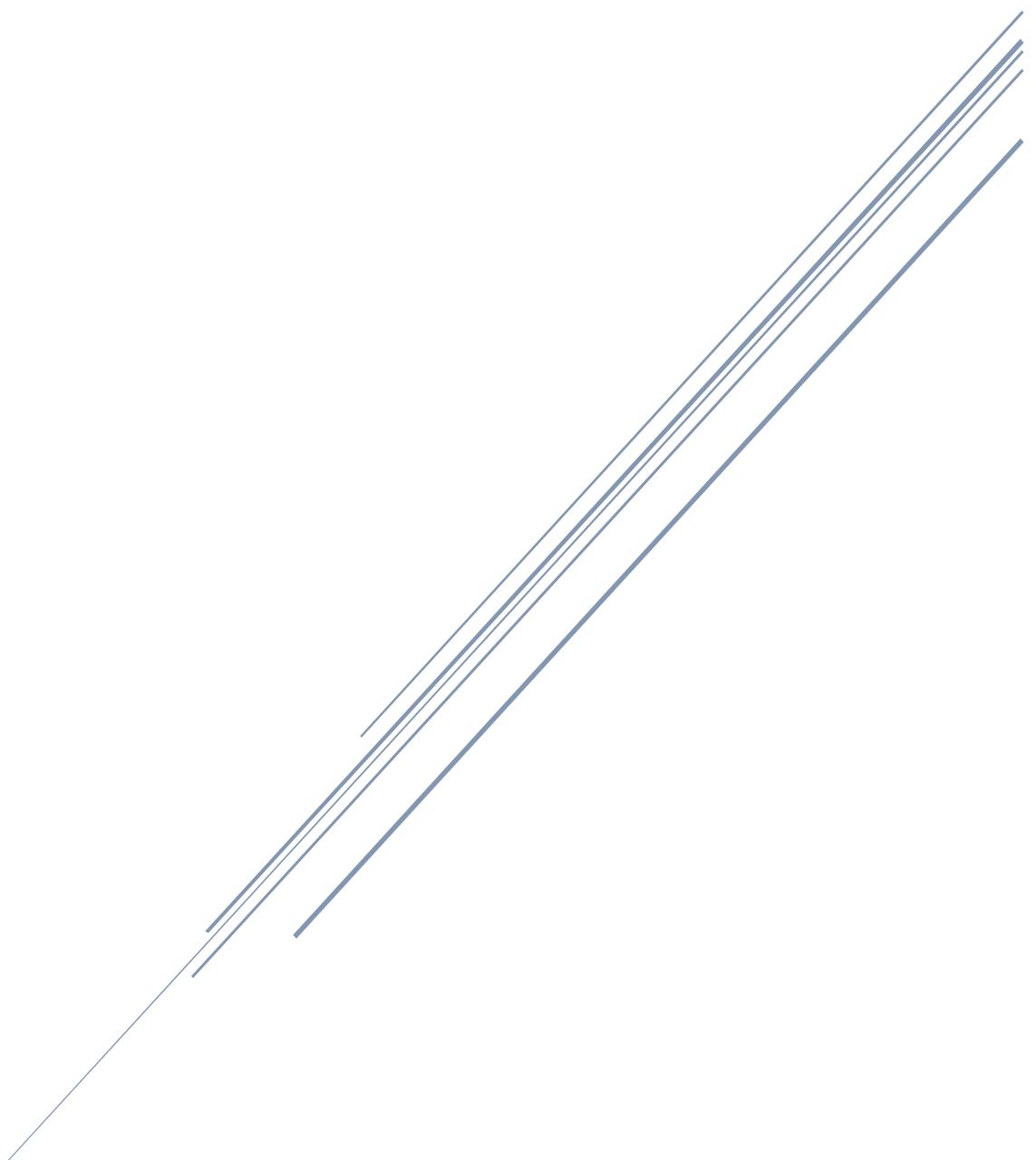
CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO 06 INVERNADERO					
06.01	m2	INVERNADERO MULTICAPILLA Suministro e Instalación de invernadero tipo raspa y amagado conforme a la definición del proyecto, formado por tubos de acero S235, incluso plástic de cubrición e instalaciones anexas, i/p.p. de cimentación incluida, montaje y			
m001OA140	0,050 h	Cuadrilla H	38,16	1,91	
mE04CM010	0,005 m3	HORM.LIMPIEZA HM-20/P/20/I V.MAN	100,94	0,50	
6.1.1	1,000 m2	Invernadero	6,09	6,09	
TOTAL PARTIDA.....					8,50

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHO EUROS con CINCUENTA CÉNTIMOS

ANEJO 8

EVALUACIÓN FINANCIERA



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA,
ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	5
2. VIDA ÚTIL DEL PROYECTO.....	5
3. ANÁLISIS DE PAGOS	6
3.1 Pagos de la inversión	6
3.2 Pagos anuales de la explotación.....	7
3.2.1 Pagos ordinarios	7
3.2.1.1 Pagos anuales por suministros	7
3.3 Pagos extraordinarios.....	8
3.3.1 Pagos anuales de intereses y amortización del crédito	8
4. ANÁLISIS DE COBROS	9
4.1 Cobros ordinarios.....	9
4.2 Cobros extraordinarios.....	9
5. FINANCIACIÓN POR CUENTA PROPIA	10
5.1 Cuadro de Pagos	10
5.2 Cuadro de Cobros	11
5.3 Flujos de Caja	11
5.4 Cálculo del Valor Actual Neto (VAN)	12
5.5 Cálculo de la Tasa Interna de Rendimiento (TIR)	13
6. FINANCIACIÓN POR CUENTA AJENA	15
6.1 Cuadro de Pagos	15
6.2 Cuadro de Cobros	16
6.3 Flujos de Caja	16
6.4 Cálculo del Valor Actual Neto (VAN)	17
6.5 Cálculo de la Tasa Interna de Rendimiento (TIR)	18
7. CONCLUSIONES DE LA EVALUACIÓN FINANCIERA	19

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Vida útil de los elementos del proyecto. (Fuente: Elaboración propia)	5
Tabla 2. Pagos de sueldos trabajadores fijos y eventuales. (Fuente: Elaboración propia).	7
Tabla 3. Vida útil de los elementos del proyecto. (Fuente: Elaboración propia).	9
Tabla 4. Cuadro de pagos financiación por cuenta propia. (Fuente: Elaboración propia).	10
Tabla 5. Cuadro de cobros financiación por cuenta propia. (Fuente: Elaboración propia)	11
Tabla 6. Cuadro de flujos de caja. (Fuente: Elaboración propia).	12
Tabla 7. VAN y TIR. (Fuente: Elaboración propia).....	13
Tabla 8. Cuadro de pagos financiación por cuenta ajena. (Fuente: Elaboración propia).	15
Tabla 9. Cuadro de cobros financiación por cuenta ajena. (Fuente: Elaboración propia).....	16
Tabla 10. Cuadro de flujos de caja. (Fuente: Elaboración propia).	17
Tabla 11. VAN y TIR. (Fuente: Elaboración propia).....	18

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Flujos de caja. (Fuente: Elaboración propia).	11
Figura 2. Curva del valor actual neto VAN. (Fuente: Elaboración propia).	14
Figura 3. Flujos de caja. (Fuente: Elaboración propia).	16
Figura 4. Curva del valor actual neto VAN. (Fuente: Elaboración propia).	19

1. INTRODUCCIÓN

En el DOCUMENTO 4: Presupuesto y mediciones se desglosa la inversión inicial calculada para el presente proyecto. Esta inversión es referida a la adquisición de activos necesarios para la puesta en marcha de la actividad.

Adicionalmente, el mantenimiento de la actividad de la explotación para obtener respuesta productiva esperada incurre en otros costes que no están detallados en el presupuesto.

El objetivo de este anexo es realizar el análisis financiero de la explotación a través de los cobros y pagos totales realizados durante la inversión y el desarrollo de la misma.

2. VIDA ÚTIL DEL PROYECTO

La vida útil del proyecto es el periodo de tiempo en el que se producen fondos como consecuencia de la realización del proyecto de inversión. La presencia de distintas construcciones y equipos con diferente longevidad en el presente proyecto obliga a adoptar una solución de compromiso al estimar la vida útil para el mismo.

Si se considera que los elementos de mayor entidad son las construcciones (35 años), y teniendo en cuenta el resto de los componentes de la explotación, se puede estimar como vida útil del proyecto 25 años.

Elementos del proyecto	Vida útil (años)	Valor de desecho
Construcciones, instalaciones e infraestructuras	35	20 %
Invernadero	25	10 %
Tractor	25	20 %
Cañón	10	15 %
Pinzas	25	5 %
Carros	25	10 %

Tabla 1. Vida útil de los elementos del proyecto. (Fuente: Elaboración propia)

3. ANÁLISIS DE PAGOS

El análisis de pagos considera los pagos realizados en el momento de la inversión inicial y los pagos en que se incurre durante el desarrollo del cultivo. Los costes asociados al desarrollo de la plantación son de naturaleza fija (su valor es independiente de la producción alcanzada) y variables (consecuencia de la actividad productiva y cambiantes a lo largo del tiempo).

3.1 Pagos de la inversión

Los terrenos donde se va a ubicar el proyecto son propiedad del promotor, estos terrenos son de un invernadero antiguo que tenía y quiere reconstruirlo, por tanto, la finca cuenta con el suelo cultivable y un almacén y una balsa para el riego. La balsa cuenta con una capacidad de 300 m³ que es la capacidad de demanda máxima del cultivo durante una semana a condiciones más desfavorables. Con lo cual, al no implicar gasto alguno en estos aspectos, la inversión inicial será la siguiente:

RESUMEN	EUROS	%
MOVIMIENTOS DE TIERRAS	8.981,63	7,62
CIMENTACIONES	972,89	0,83
ESTRUCTURA	6.055,20	5,14
SOLADOS Y CUBIERTAS	4.461,00	3,78
INSTALACIONES	23.477,17	19,91
INVERNADERO	73.950,00	62,72

TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL	117.897,89
13,00 % Gastos generales	15.326,73
6,00 % Beneficio industrial	7.073,87
SUMA DE G.G. y B.I.	22.400,60
21,00 % I.V.A.....	
29.462,68	

TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA
169.761,17

TOTAL PRESUPUESTO GENERAL
169.761,17

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de CIENTO SESENTA Y NUEVE MIL SETECIENTOS SESENTA Y UN EUROS con DIECISIETE CÉNTIMOS

A la cantidad total de la inversión se le añade además el coste de las licencias de ejecución (estimado en un 0,5%) más el coste del Estudio de Seguridad y Salud.

Coste de licencias de ejecución: 848,81 €

Coste del Estudio de Seguridad y Salud: 3.000 €

Este coste extra supone un desembolso de **173.609,98€** efectuado en el momento de la inversión inicial.

3.2 Pagos anuales de la explotación

3.2.1 Pagos ordinarios

Los pagos ordinarios serán los gastos necesarios para llevar a cabo la actividad productiva.

3.2.1.1 Pagos anuales por suministros

En este punto se consideran los diferentes pagos referidos a suministros a la explotación que serán necesarios para mantener un correcto funcionamiento. Se componen de electricidad, agua, fertilizantes, fitosanitarios, control biológico, rafia para entutorado, semillas y costes de semillero ascienden a 3 €/m², resultando una cantidad de 26.100 €/año.

3.2.1.2 Pagos anuales por personal fijo y eventual

El cálculo de empleados varía según el mes. Para el cálculo de los pagos anuales se considera conveniente tener en cuenta una media de 2 empleados al mes para el manejo de la misma.

Personal	Sueldo (€/operario)	Seguridad Social (30%) (€/operario)	Sueldo final (€/operario)	Gasto total (€)
2 operarios	9600	2880	12480	24960

Tabla 2. *Pagos de sueldos trabajadores fijos y eventuales. (Fuente: Elaboración propia).*

3.2.1.3 Pagos anuales de mantenimiento, conservación de obras e instalaciones y seguros

Los gastos en mantenimiento, conservación de obras e instalaciones y seguros se estiman aplicando un 0,5% sobre el total de la inversión de las obras, dando lugar a un total de 848,80 €

3.3 Pagos extraordinarios

En este apartado se consideran los pagos realizados por anualidades del préstamo solicitado y para la sustitución de equipos cuya vida útil es inferior al período de análisis del proyecto.

- Cañon para tratamientos cuesta 7300€
- Renovación del plástico cada 3 años 5320€

3.3.1 Pagos anuales de intereses y amortización del crédito

Del total de la inversión inicial requerida, 79.761,17 € será capital aportado por el agricultor y el resto, 90.000 €, será obtenido mediante un préstamo bancario a una entidad financiera.

El préstamo tendrá las siguientes condiciones:

- Tipo de interés del 5 %.
- Período de amortización de 8 años.
- Ningún año de carencia.

Para el cálculo de los flujos anuales durante el período de amortización se considerará que el crédito se amortizará mediante una cuota anual de interés constante.

$$\text{La anualidad será: } a = \frac{C \times (1+i)^n \times i}{(1+i)^n - 1}$$

Donde:

a es la anualidad

C es el capital = 90.000 €

i es el interés = 5 %

n son los años de amortización = 8 años

$$a = 13.924,96323 \text{ €/año}$$

4. ANÁLISIS DE COBROS

4.1 Cobros ordinarios

En la explotación, obtendremos 9kg/m² de media a lo largo de todo el ciclo de cultivo de pimiento, haciendo un estudio del precio medio en el período de recolección del cultivo de los últimos 4 años sale un precio de 0,8225 €/kg.

Considerando ese precio constante, se esperan unos ingresos anuales de 61.070,625€.

Una vez terminado el ciclo de pimiento, se pasará al cultivo de sandía, se obtendrá 7 kg/m² de media a lo largo del ciclo del cultivo.

Haciendo un estudio del precio medio en el período de recolección del cultivo de los últimos 4 años sale un precio de 0,50525 €/kg.

Considerando ese precio constante, se esperan unos ingresos anuales de 29.178,19€.

4.2 Cobros extraordinarios

Estos son debidos al cobro del valor residual de las partidas al final de su vida útil y del valor de desecho de todos los inmovilizados de la vida del proyecto.

Elementos del proyecto	Vida útil (años)	Valor de desecho	Precio (€)
Invernadero	25	10 %	7395
Tractor	25	20 %	5320
Cañón	10	15 %	1095
Pinzas	25	5 %	125
Carros	25	10 %	15
Plástico	3	2%	106,4

Tabla 3. Vida útil de los elementos del proyecto. (Fuente: Elaboración propia).

5. FINANCIACIÓN POR CUENTA PROPIA

5.1 Cuadro de Pagos

AÑO	INVERSION	ORDINARIOS				FINANCIEROS	TOTAL
0		4.720,00					4.720,00
1	169.761,17						169.761,17
2		51.908,80					51.908,80
3		51.908,80					51.908,80
4		51.908,80	5.320,00				57.228,80
5		51.908,80					51.908,80
6		51.908,80					51.908,80
7		51.908,80	5.320,00				57.228,80
8		51.908,80					51.908,80
9		51.908,80					51.908,80
10		51.908,80	5.320,00				57.228,80
11		51.908,80	7.300,00				59.208,80
12		51.908,80					51.908,80
13		51.908,80	5.320,00				57.228,80
14		51.908,80					51.908,80
15		51.908,80					51.908,80
16		51.908,80	5.320,00				57.228,80
17		51.908,80					51.908,80
18		51.908,80					51.908,80
19		51.908,80	5.320,00				57.228,80
20		51.908,80					51.908,80
21		51.908,80	7.300,00				59.208,80
22		51.908,80	5.320,00				57.228,80
23		51.908,80					51.908,80
24		51.908,80					51.908,80
25		51.908,80	5.320,00				57.228,80
26		51.908,80					51.908,80

Tabla 4. Cuadro de pagos financiación por cuenta propia. (Fuente: Elaboración propia).

5.2 Cuadro de Cobros

AÑO	ORDINARIOS					FINANCIERO	TOTAL
0							
1							
2	90.248,82						90.248,82
3	90.248,82						90.248,82
4	90.248,82	106,40					90.355,22
5	90.248,82						90.248,82
6	90.248,82						90.248,82
7	90.248,82	106,40					90.355,22
8	90.248,82						90.248,82
9	90.248,82						90.248,82
10	90.248,82	106,40					90.355,22
11	90.248,82	1.095,00					91.343,82
12	90.248,82						90.248,82
13	90.248,82	106,40					90.355,22
14	90.248,82						90.248,82
15	90.248,82						90.248,82
16	90.248,82	106,40					90.355,22
17	90.248,82						90.248,82
18	90.248,82						90.248,82
19	90.248,82	106,40					90.355,22
20	90.248,82						90.248,82
21	90.248,82	1.095,00					91.343,82
22	90.248,82	106,40					90.355,22
23	90.248,82						90.248,82
24	90.248,82						90.248,82
25	90.248,82	106,40					90.355,22
26	90.248,82	17.659,64					107.908,46

Tabla 5. Cuadro de cobros financiación por cuenta propia. (Fuente: Elaboración propia)

5.3 Flujos de Caja

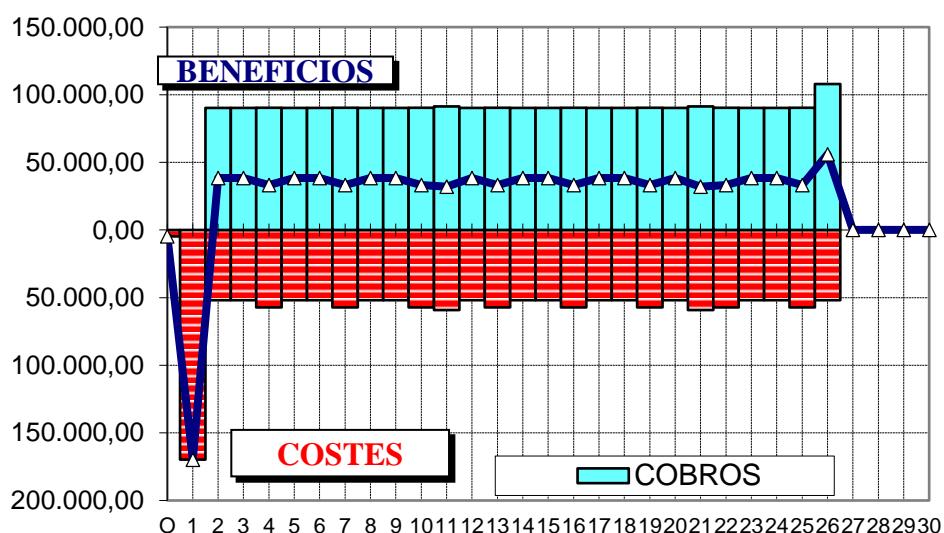


Figura 1. Flujos de caja. (Fuente: Elaboración propia).

Cuadro de Flujos de Caja

AÑO	PAGOS	COBROS	FLUJO
0	4.720,00	0,00	-4720,00
1	169.761,17	0,00	-169761,17
2	51.908,80	90.248,82	38340,02
3	51.908,80	90.248,82	38340,02
4	57.228,80	90.355,22	33126,42
5	51.908,80	90.248,82	38340,02
6	51.908,80	90.248,82	38340,02
7	57.228,80	90.355,22	33126,42
8	51.908,80	90.248,82	38340,02
9	51.908,80	90.248,82	38340,02
10	57.228,80	90.355,22	33126,42
11	59.208,80	91.343,82	32135,02
12	51.908,80	90.248,82	38340,02
13	57.228,80	90.355,22	33126,42
14	51.908,80	90.248,82	38340,02
15	51.908,80	90.248,82	38340,02
16	57.228,80	90.355,22	33126,42
17	51.908,80	90.248,82	38340,02
18	51.908,80	90.248,82	38340,02
19	57.228,80	90.355,22	33126,42
20	51.908,80	90.248,82	38340,02
21	59.208,80	91.343,82	32135,02
22	57.228,80	90.355,22	33126,42
23	51.908,80	90.248,82	38340,02
24	51.908,80	90.248,82	38340,02
25	57.228,80	90.355,22	33126,42
26	51.908,80	107.908,46	55999,66

Tabla 6. Cuadro de flujos de caja. (Fuente: Elaboración propia).

5.4 Cálculo del Valor Actual Neto (VAN)

Se define el valor actual neto (VAN) como la cantidad, expresada en unidades monetarias, resultante de restar a la suma de flujos netos anuales actualizados que se producen como consecuencia de la explotación del proyecto, el valor de la inversión.

Para calcular el VAN previamente habrá que fijar la tasa de actualización. En un proyecto como el que nos ocupa, en el que el pago de la inversión se financia con unidades monetarias propias y ajena habrá que hacer un análisis de rentabilidad con valores que oscilan entre el 2,5 % y el 5,5 %.

La fórmula utilizada para el cálculo del VAN cuando el pago de la inversión se realiza en un solo año es la siguiente:

$$V.A.N. = \sum_{j=1}^n \frac{R_j}{(1+i)^j} - K$$

Donde:

R_j : es el flujo neto de caja en el año j

i : es la tasa de actualización (interés)

K : es la inversión inicial

n : es el período de análisis del proyecto

Un proyecto es viable si su VAN > 0

5.5 Cálculo de la Tasa Interna de Rendimiento (TIR)

El TIR se define como el tipo de interés o tasa de actualización que haría que el VAN resultara nulo (VAN = 0), calculado para dicha tasa.

Su fórmula de cálculo es:

$$K = \sum_{j=1}^n \frac{R_j}{(1+\lambda)^j}$$

Los proyectos con una TIR menor a la tasa de interés (5%) no son viables económicamente.

Conociendo estos datos de la explotación ya se puede determinar la Tasa de Rendimiento Interna del proyecto (TIR), la cual nos dará la información suficiente para saber si dicho proyecto es o no rentable.

VAN	383.092,84
TIR	20,74%

Tabla 7. VAN y TIR. (Fuente: Elaboración propia).

Como se puede observar, el proyecto es rentable. Para completar la información presentada se presenta en la figura siguiente el gráfico de representación de la curva del Valor Actual Neto (VAN).

REPRESENTACION DE LA CURVA DEL VALOR ACTUAL NETO (VAN)

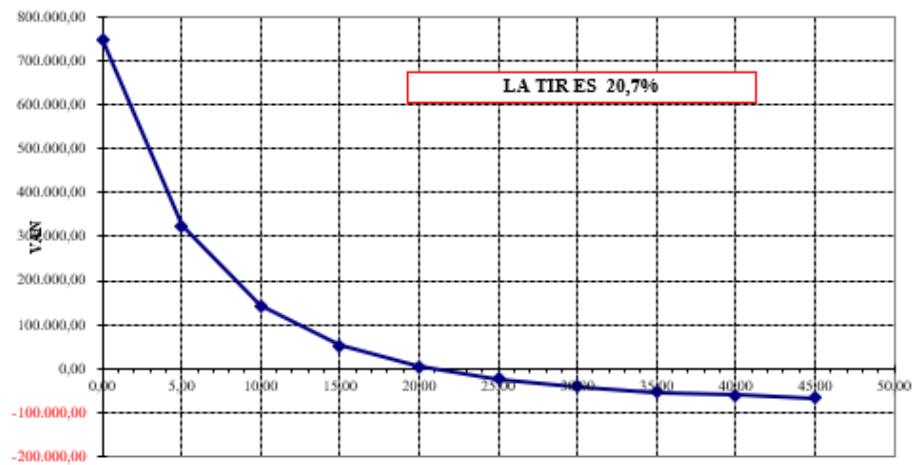


Figura 2. Curva del valor actual neto VAN. (Fuente: Elaboración propia).

6. FINANCIACIÓN POR CUENTA AJENA

6.1 Cuadro de Pagos

AÑO	INVERSION	ORDINARIOS				FINANCIEROS	TOTAL
0		4.720,00					4.720,00
1	169.761,17						169.761,17
2		51.908,80				13.924,96	65.833,76
3		51.908,80				13.924,96	65.833,76
4		51.908,80	5.320,00			13.924,96	71.153,76
5		51.908,80				13.924,96	65.833,76
6		51.908,80				13.924,96	65.833,76
7		51.908,80	5.320,00			13.924,96	71.153,76
8		51.908,80				13.924,96	65.833,76
9		51.908,80				13.924,96	65.833,76
10		51.908,80	5.320,00				57.228,80
11		51.908,80	7.300,00				59.208,80
12		51.908,80					51.908,80
13		51.908,80	5.320,00				57.228,80
14		51.908,80					51.908,80
15		51.908,80					51.908,80
16		51.908,80	5.320,00				57.228,80
17		51.908,80					51.908,80
18		51.908,80					51.908,80
19		51.908,80	5.320,00				57.228,80
20		51.908,80					51.908,80
21		51.908,80	7.300,00				59.208,80
22		51.908,80	5.320,00				57.228,80
23		51.908,80					51.908,80
24		51.908,80					51.908,80
25		51.908,80	5.320,00				57.228,80
26		51.908,80					51.908,80

Tabla 8. Cuadro de pagos financiación por cuenta ajena. (Fuente: Elaboración propia).

6.2 Cuadro de Cobros

AÑO	ORDINARIOS					FINANCIERO	TOTAL
0							
1						90.000,00	90.000,00
2	90.248,82						90.248,82
3	90.248,82						90.248,82
4	90.248,82	106,40					90.355,22
5	90.248,82						90.248,82
6	90.248,82						90.248,82
7	90.248,82	106,40					90.355,22
8	90.248,82						90.248,82
9	90.248,82						90.248,82
10	90.248,82	106,40					90.355,22
11	90.248,82	1.095,00					91.343,82
12	90.248,82						90.248,82
13	90.248,82	106,40					90.355,22
14	90.248,82						90.248,82
15	90.248,82						90.248,82
16	90.248,82	106,40					90.355,22
17	90.248,82						90.248,82
18	90.248,82						90.248,82
19	90.248,82	106,40					90.355,22
20	90.248,82						90.248,82
21	90.248,82	1.095,00					91.343,82
22	90.248,82	106,40					90.355,22
23	90.248,82						90.248,82
24	90.248,82						90.248,82
25	90.248,82	106,40					90.355,22
26	90.248,82	17.659,64					107.908,46

Tabla 9. Cuadro de cobros financiación por cuenta ajena. (Fuente: Elaboración propia).

6.3 Flujos de Caja

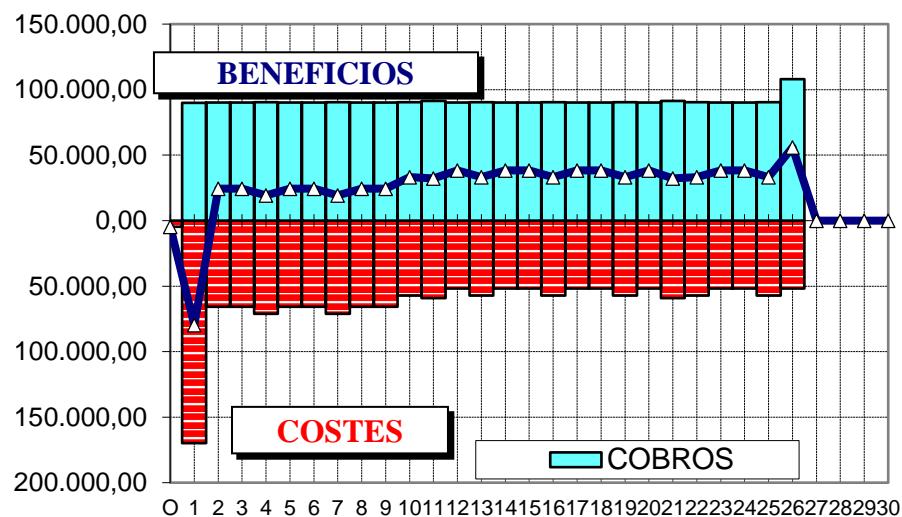


Figura 3. Flujos de caja. (Fuente: Elaboración propia).

Cuadro de Flujos de Caja

AÑO	PAGOS	COBROS	FLUJO
0	4.720,00	0,00	-4720,00
1	169.761,17	90.000,00	-79761,17
2	65.833,76	90.248,82	24415,06
3	65.833,76	90.248,82	24415,06
4	71.153,76	90.355,22	19201,46
5	65.833,76	90.248,82	24415,06
6	65.833,76	90.248,82	24415,06
7	71.153,76	90.355,22	19201,46
8	65.833,76	90.248,82	24415,06
9	65.833,76	90.248,82	24415,06
10	57.228,80	90.355,22	33126,42
11	59.208,80	91.343,82	32135,02
12	51.908,80	90.248,82	38340,02
13	57.228,80	90.355,22	33126,42
14	51.908,80	90.248,82	38340,02
15	51.908,80	90.248,82	38340,02
16	57.228,80	90.355,22	33126,42
17	51.908,80	90.248,82	38340,02
18	51.908,80	90.248,82	38340,02
19	57.228,80	90.355,22	33126,42
20	51.908,80	90.248,82	38340,02
21	59.208,80	91.343,82	32135,02
22	57.228,80	90.355,22	33126,42
23	51.908,80	90.248,82	38340,02
24	51.908,80	90.248,82	38340,02
25	57.228,80	90.355,22	33126,42
26	51.908,80	107.908,46	55999,66

Tabla 10. Cuadro de flujos de caja. (Fuente: Elaboración propia).

6.4 Cálculo del Valor Actual Neto (VAN)

Se define el valor actual neto (VAN) como la cantidad, expresada en unidades monetarias, resultante de restar a la suma de flujos netos anuales actualizados que se producen como consecuencia de la explotación del proyecto, el valor de la inversión.

Para calcular el VAN previamente habrá que fijar la tasa de actualización. En un proyecto como el que nos ocupa, en el que el pago de la inversión se financia con unidades monetarias propias y ajena habrá que hacer un análisis de rentabilidad con valores que oscilan entre el 2,5 % y el 5,5 %.

La fórmula utilizada para el cálculo del VAN cuando el pago de la inversión se realiza en un solo año es la siguiente:

$$V.A.N. = \sum_{j=1}^n \frac{R_j}{(1+i)^j} - K$$

Donde:

R_j : es el flujo neto de caja en el año j

i : es la tasa de actualización (interés)

K : es la inversión inicial

n : es el período de análisis del proyecto

Un proyecto es viable si su VAN > 0

6.5 Cálculo de la Tasa Interna de Rendimiento (TIR)

El TIR se define como el tipo de interés o tasa de actualización que haría que el VAN resultara nulo (VAN = 0), calculado para dicha tasa.

Su fórmula de cálculo es:

$$K = \sum_{j=1}^n \frac{R_j}{(1+\lambda)^j}$$

Los proyectos con una TIR menor a la tasa de interés (5%) no son viables económicamente.

Conociendo estos datos de la explotación ya se puede determinar la Tasa de Rendimiento Interna del proyecto (TIR), la cual nos dará la información suficiente para saber si dicho proyecto es o no rentable.

VAN	443.751,68
TIR	28,80%

Tabla 11. VAN y TIR. (Fuente: Elaboración propia).

Como se puede observar, el proyecto es rentable. Para completar la información presentada se presenta en la figura siguiente el gráfico de representación de la curva del Valor Actual Neto (VAN).

REPRESENTACION DE LA CURVA DEL VALOR ACTUAL NETO (VAN)

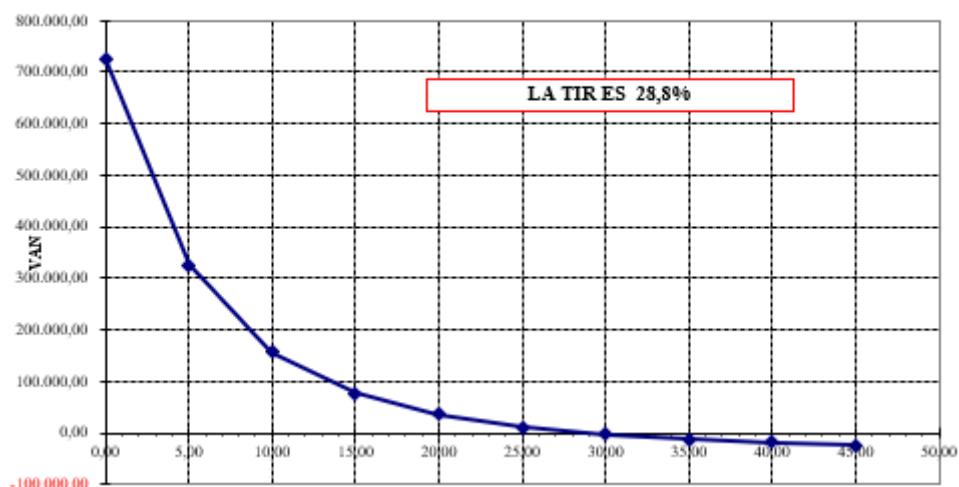


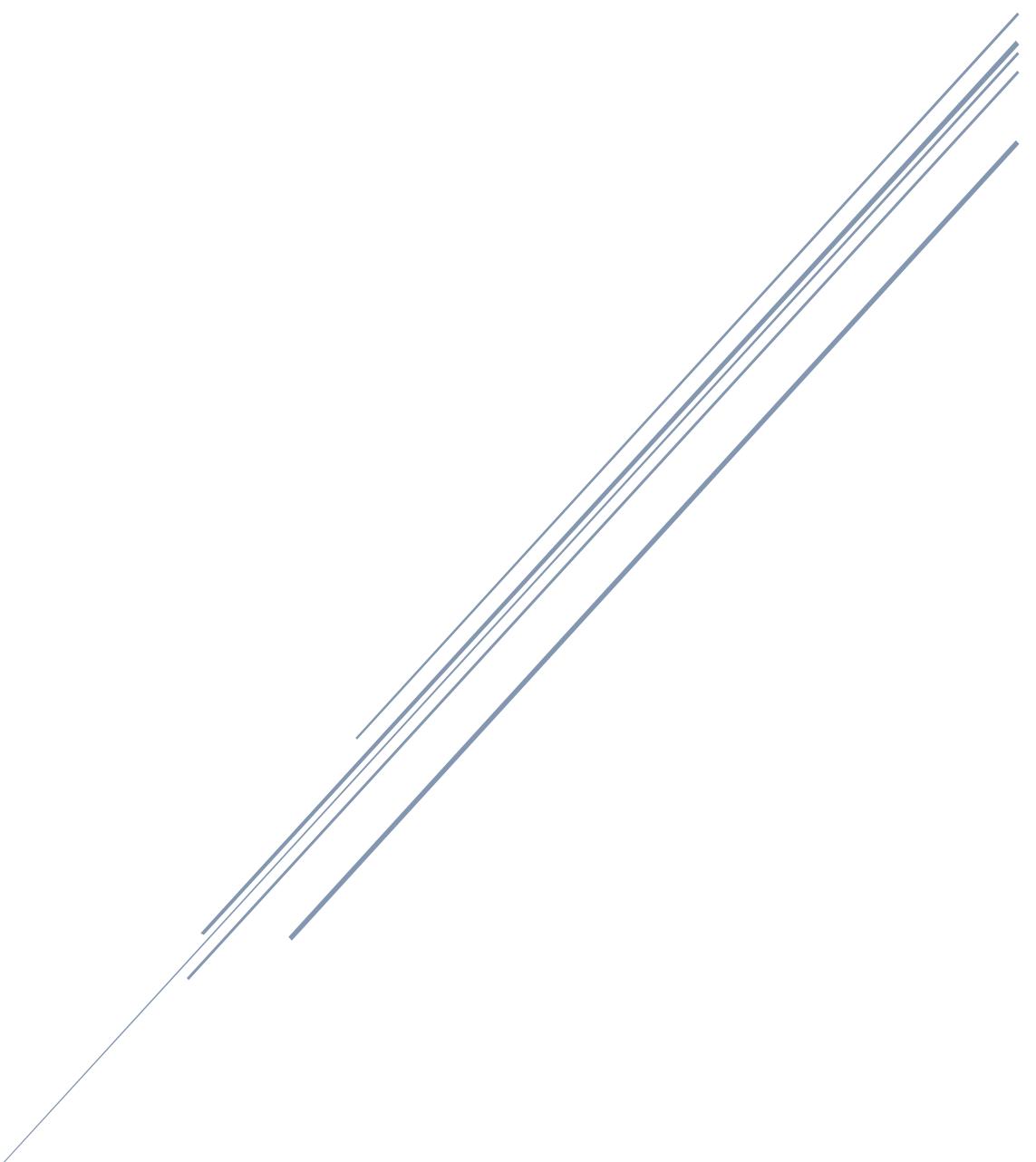
Figura 4. Curva del valor actual neto VAN. (Fuente: Elaboración propia).

7. CONCLUSIONES DE LA EVALUACIÓN FINANCIERA

- Los flujos de caja son positivos desde el año 2
- En ambos casos la financiación del proyecto resulta viable, ya que la Tasa Interna de Retorno es mayor al tipo de interés considerado, aunque en el caso de financiación ajena aumenta de 20,7 a 28,8%.
- Considerando el aumento del Valor Actual Neto la financiación por cuenta ajena resulta ser más rentable.

DOCUMENTO 2

PLANOS



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA,
ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS

ÍNDICE

PLANO 1.- SITUACIÓN RESPECTOAL P.O.T.P.A.

PLANO 2.- SITUACIÓN RESPECTO A N.N.S.S.

PLANO 3.- ACOTADO Y DISTRIBUCIÓN

PLANO 4.- MARCO DE PLANTACIÓN PIMIENTO

PLANO 5.- MARCO DE PLANTACIÓN SANDÍA

PLANO 6.- PERFIL TRANSVERSAL DEL INVERNADERO

PLANO 7.- PLANTAS Y CUBIERTAS ALMACÉN Y CASETA DE RIEGO

PLANO 8.- PLANTA CIMENTACIÓN ALMACÉN Y CASETA DE RIEGO

PLANO 9.- FORJADO ALMACÉN Y CASETA DE RIEGO

PLANO 10.- SECCIÓN ALMACÉN Y CASETA DE RIEGO

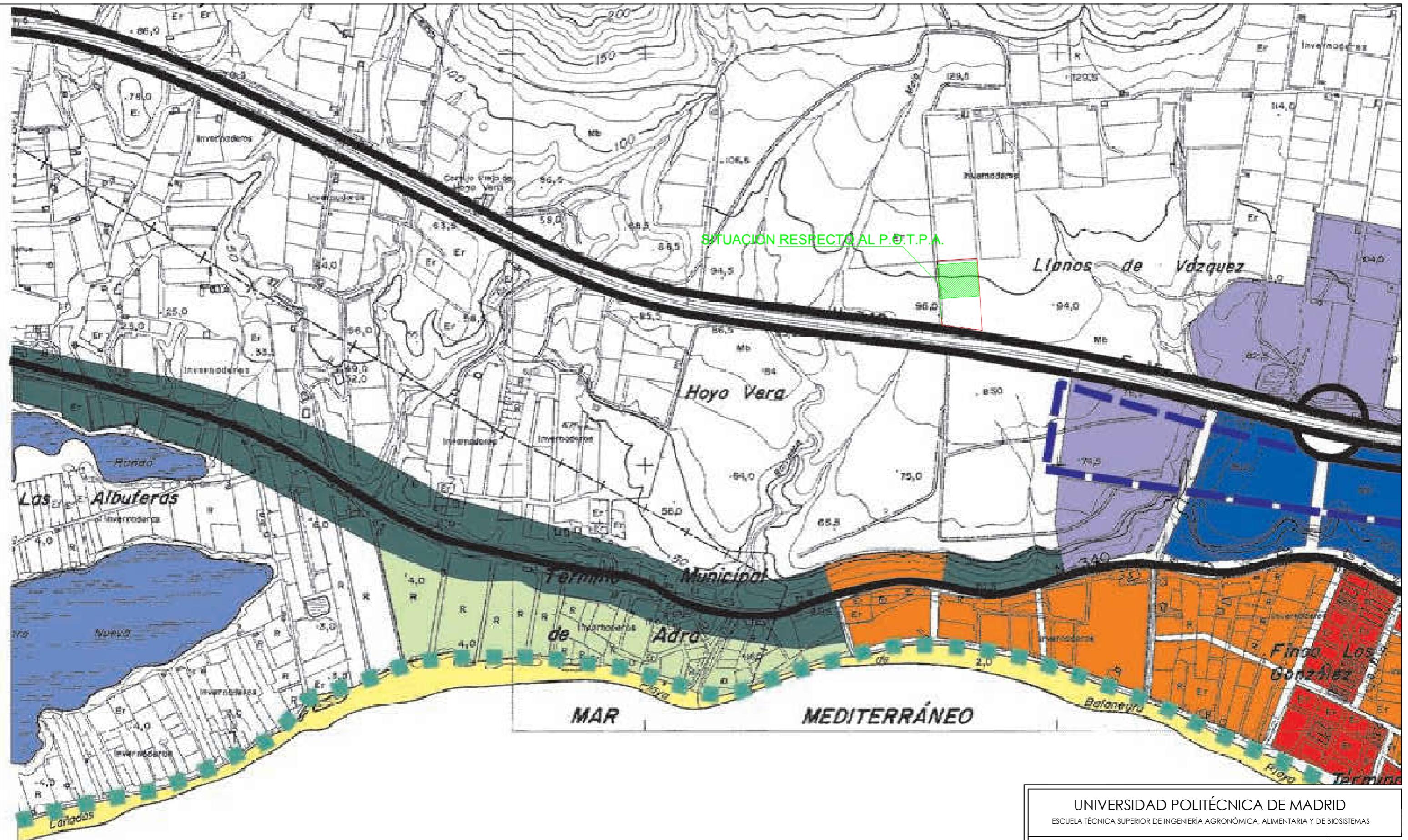
PLANO 11.- ALZADOS

PLANO 12.- ALZADOS 2

PLANO 13.- MEMORIA DE CARPINTERÍA

PLANO 14.- ESQUEMA UNIFILAR

PLANO 15.- DETALLES DE RIEGO



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA, ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS

TRABAJO FIN DE GRADO

PROYECTO DE UNA EXPLOTACIÓN DE 8700 m² DE PRODUCCIÓN DE HORTALIZAS EN INVERNADERO
EN BALANEGRA (ALMERÍA)
GRADO EN INGENIERÍA Y CIENCIA AGRONÓMICA

PLANO N°

1

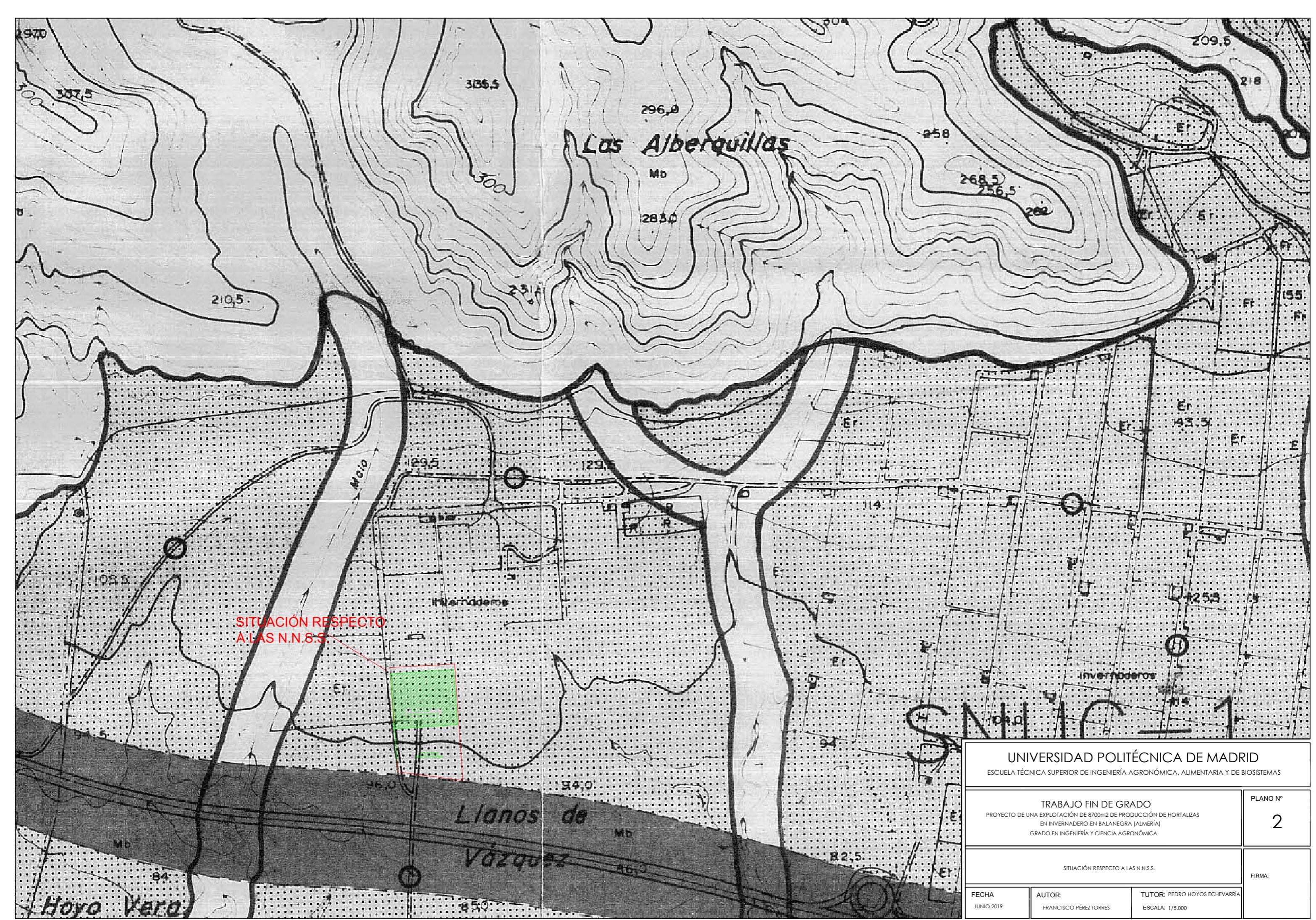
SITUACIÓN RESPECTO AL P.O.T.P.A.

FIRMA:

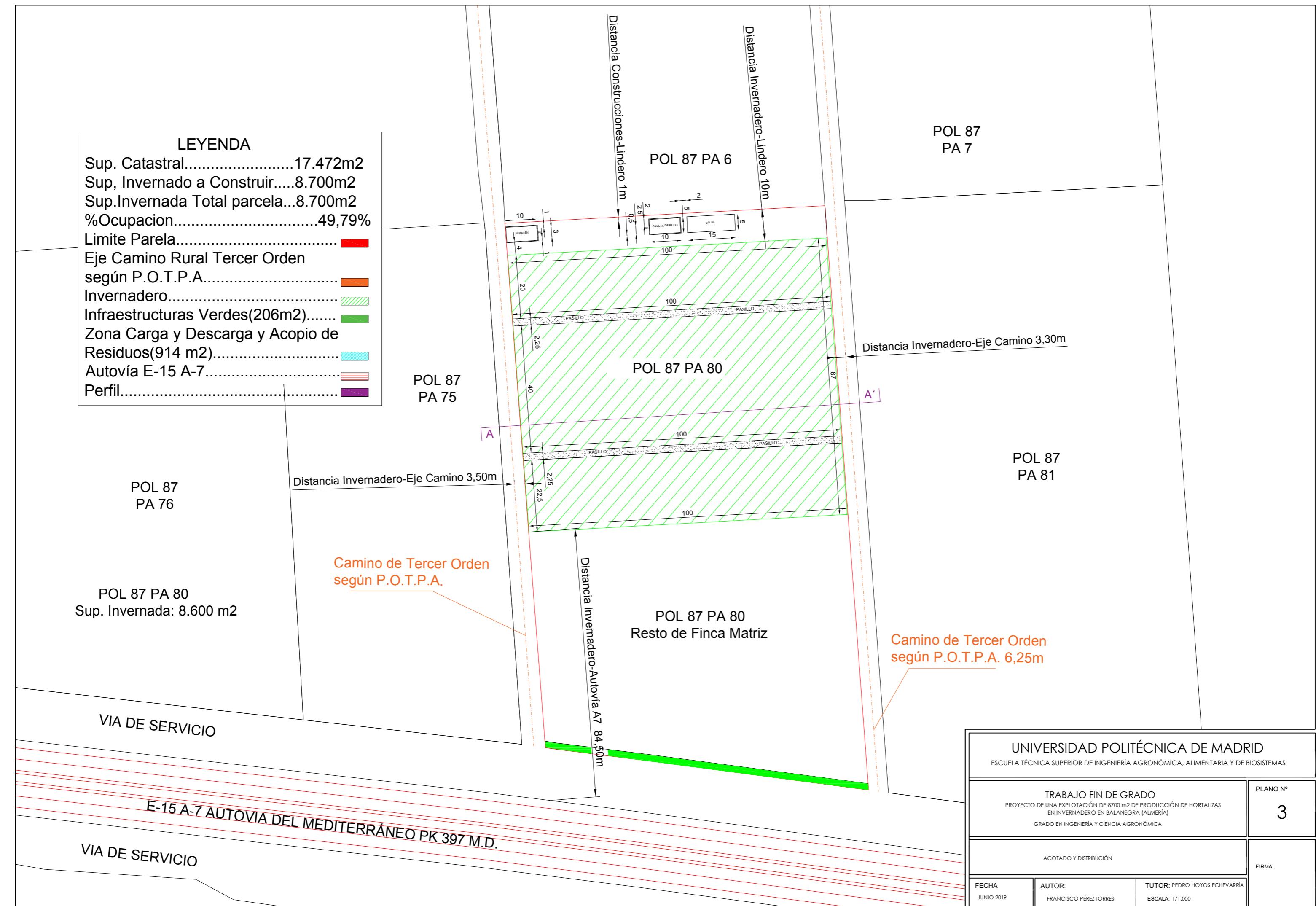
FECHA
JUNIO 2019

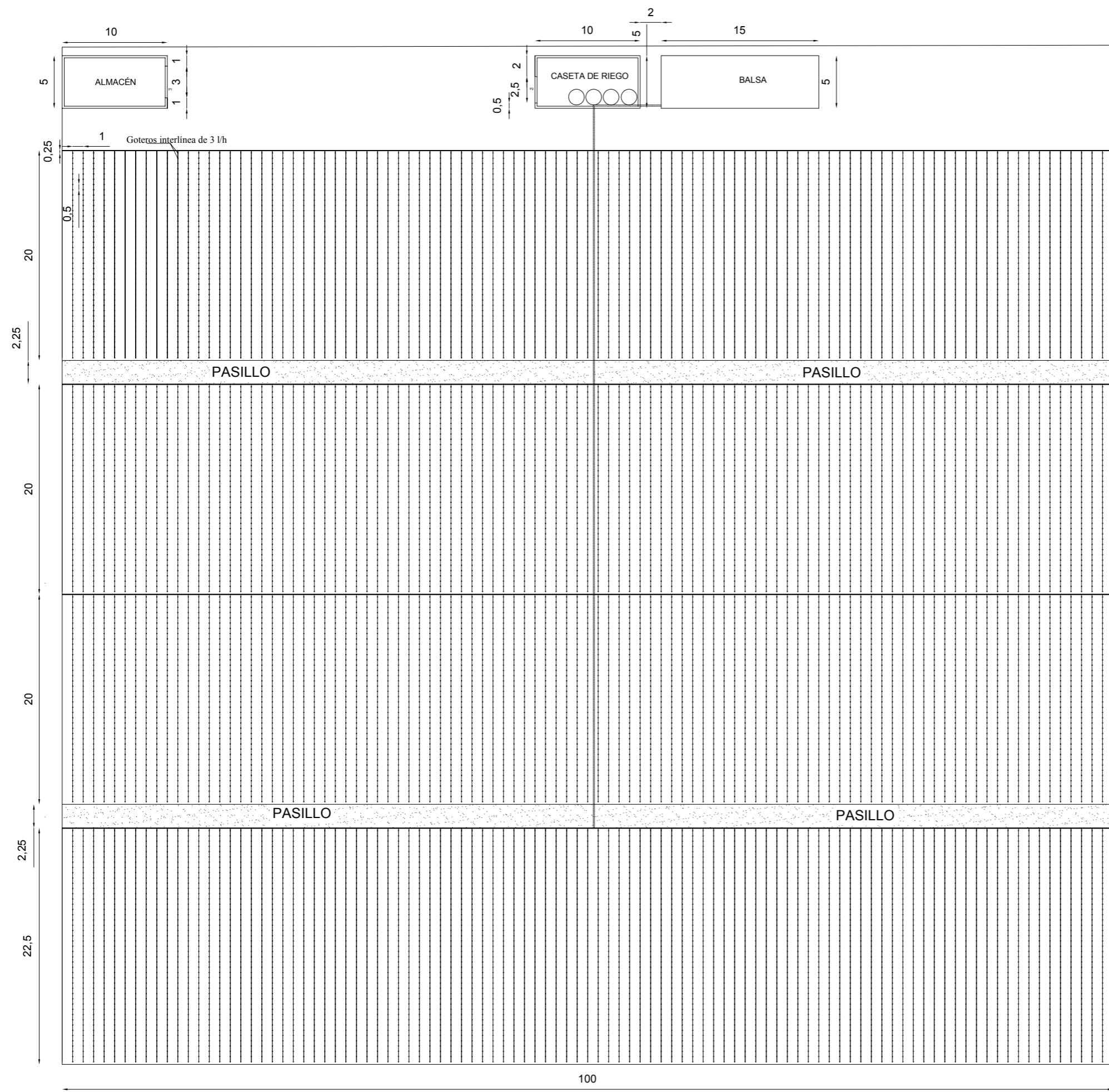
AUTOR:
FRANCISCO PÉREZ TORRES

TUTOR: PEDRO HOYOS ECHEVARRÍA
ESCALA: 1/9.000



LEYENDA	
Sup. Catastral.....	17.472m ²
Sup, Invernado a Construir.....	8.700m ²
Sup.Invernada Total parcela...	8.700m ²
%Ocupacion.....	49,79%
Limite Parela.....	
Eje Camino Rural Tercer Orden según P.O.T.P.A.....	
Invernadero.....	
Infraestructuras Verdes(206m ²).....	
Zona Carga y Descarga y Acopio de Residuos(914 m ²).....	
Autovía E-15 A-7.....	
Perfil.....	





Tramo de tubería principal: PE ϕ 110 mm
Tubería portaramales: PE ϕ 50 mm
Ramales portagoteros: PE ϕ 12 mm

Tramo de tubería principal: PE ϕ 110 mm
Tubería portaramales: PE ϕ 50 mm
Ramales portagoteros: PE ϕ 12 mm

Tramo de tubería principal: PE ϕ 110 mm
Tubería portaramales: PE ϕ 50 mm
Ramales portagoteros: PE ϕ 12 mm

Tramo de tubería principal: PE ϕ 90 mm
Tubería portaramales: PE ϕ 50 mm
Ramales portagoteros: PE ϕ 12 mm

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA, ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS

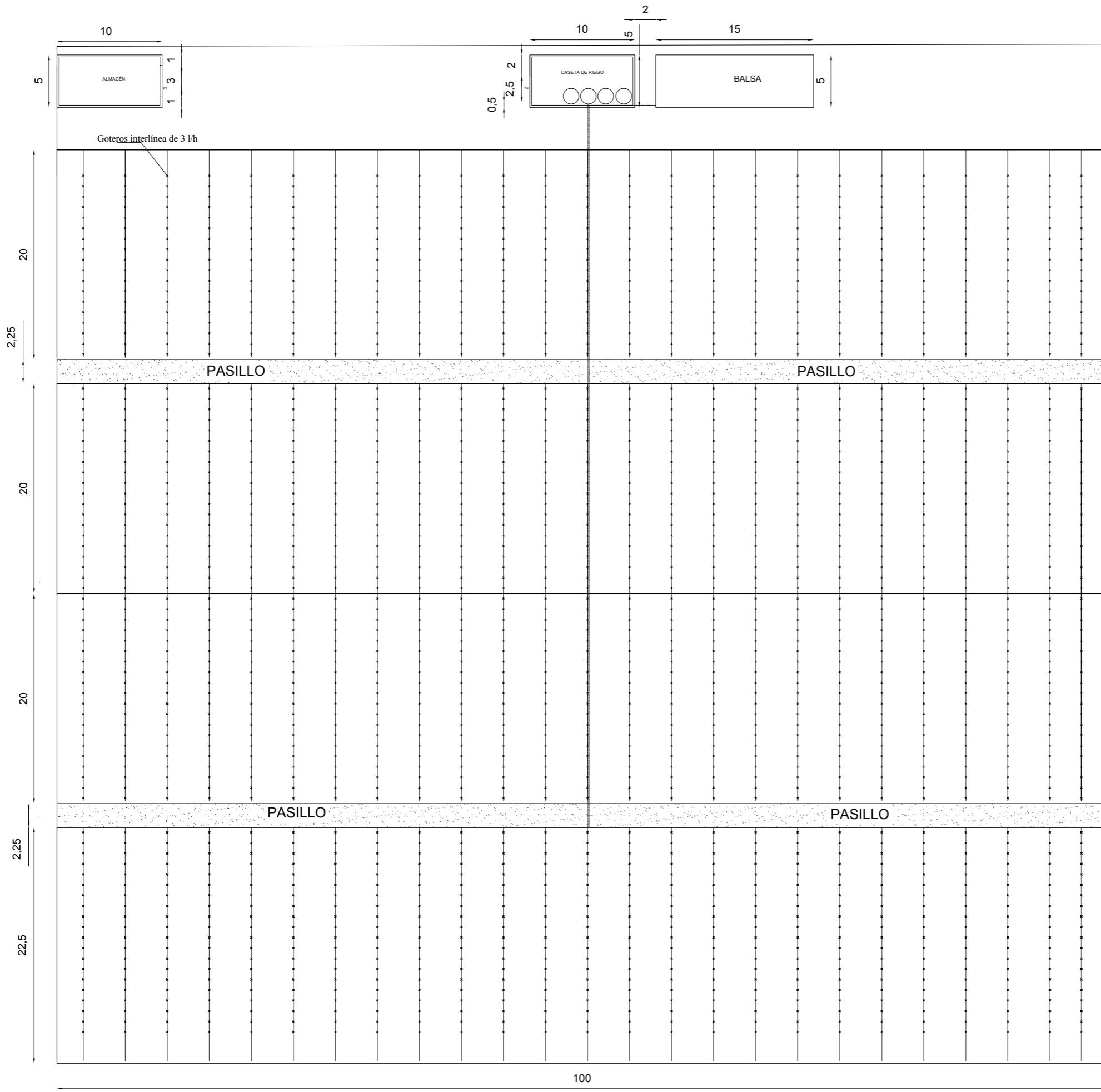
TRABAJO FIN DE GRADO
PROYECTO DE UNA EXPLOTACIÓN DE 8700 m² DE PRODUCCIÓN DE HORTALIZAS
EN INVERNADERO EN BALANERA (ALMERÍA)
GRADO EN INGENIERÍA Y CIENCIA AGRONÓMICA

PLANO N°
4

MARCO DE PLANTACIÓN PIMIENTO

FECHA: JUNIO 2019	AUTOR: FRANCISCO PÉREZ TORRES	TUTOR: PEDRO HOYOS ECHEVARRÍA ESCALA: 1/400
----------------------	----------------------------------	--

FIRMA:



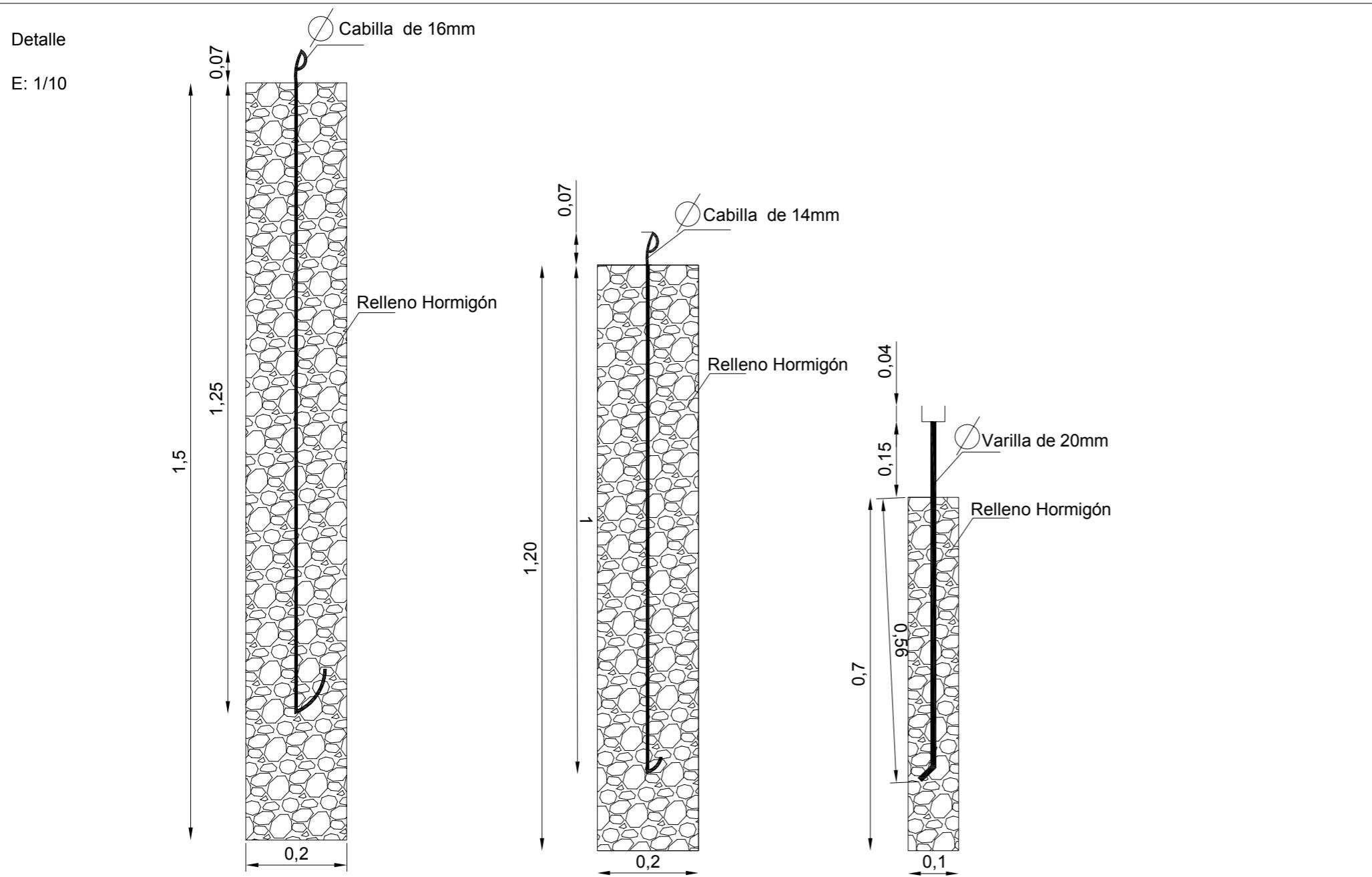
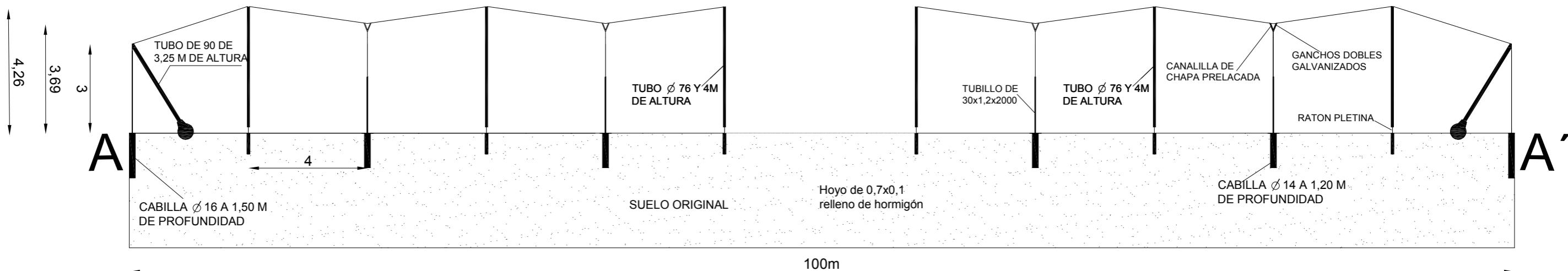
Tramo de tubería principal: PE ϕ 110 mm
Tubería portaramales: PE ϕ 50 mm
Ramales portagoteros: PE ϕ 12 mm

Tramo de tubería principal: PE ϕ 110 mm
Tubería portaramales: PE ϕ 50 mm
Ramales portagoteros: PE ϕ 12 mm

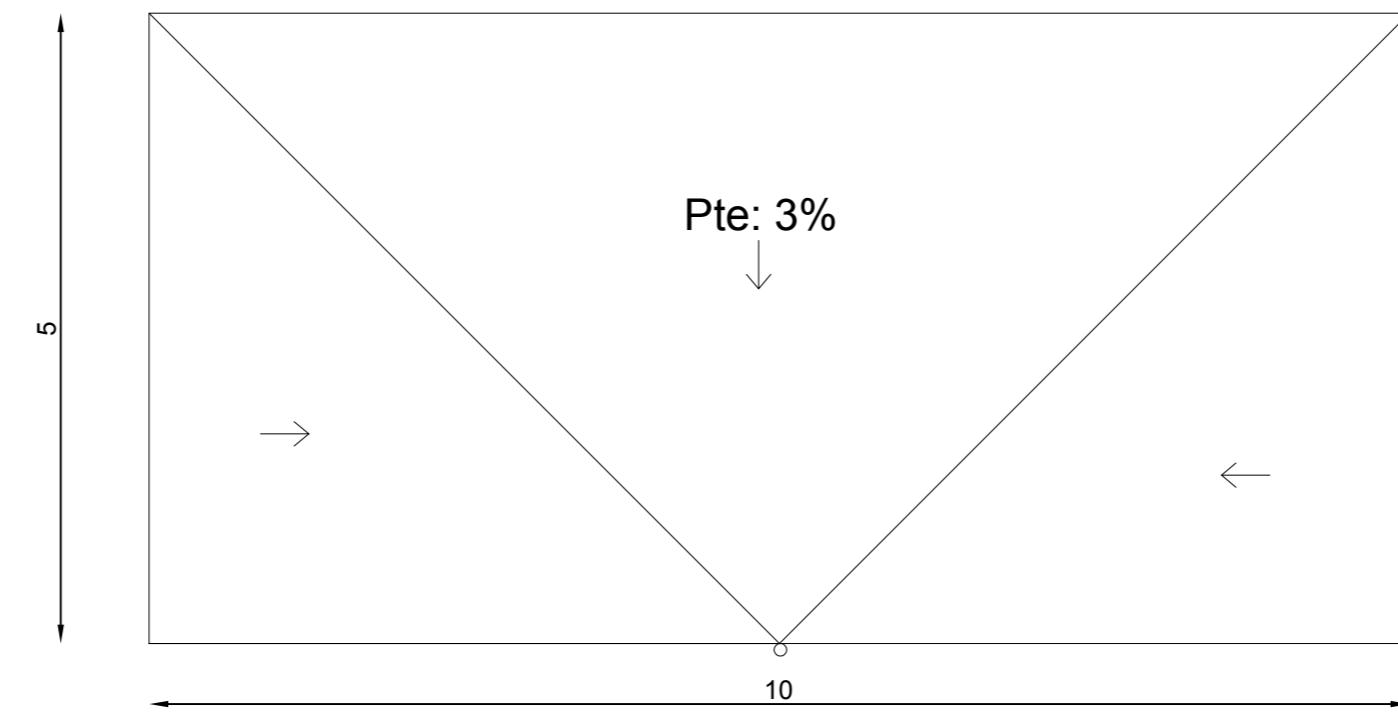
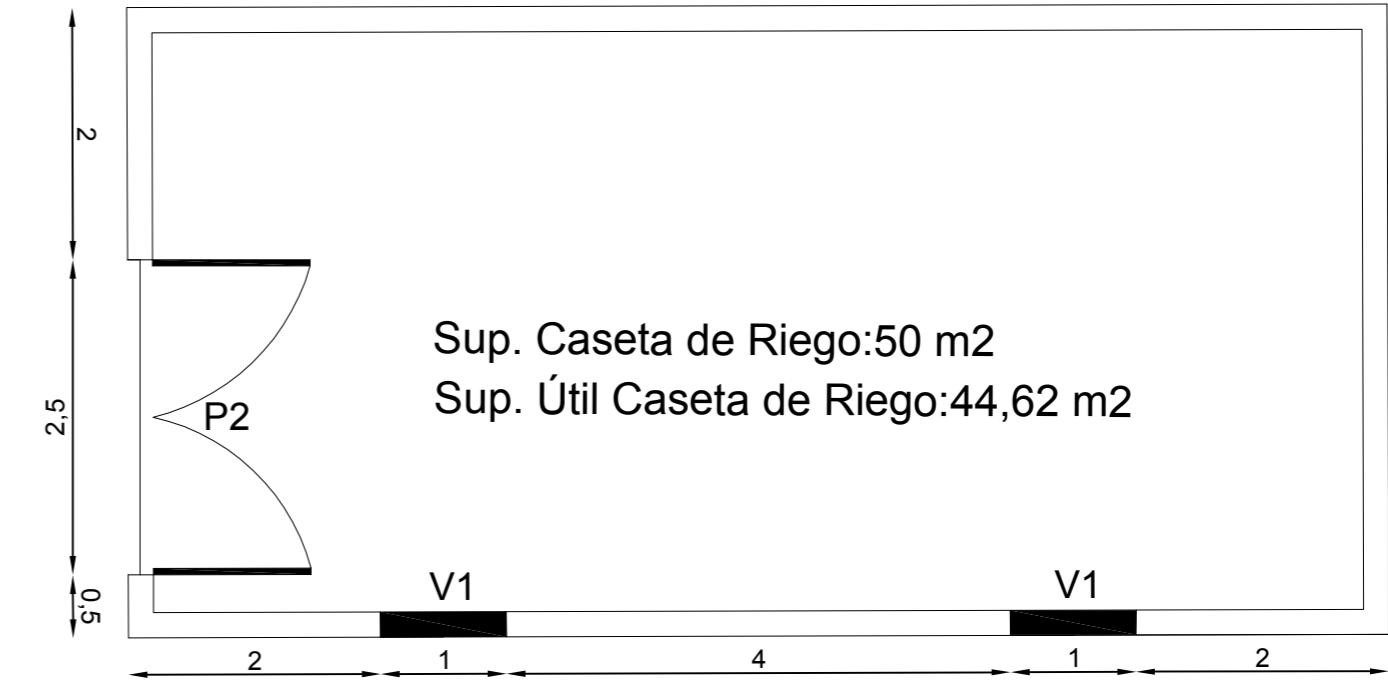
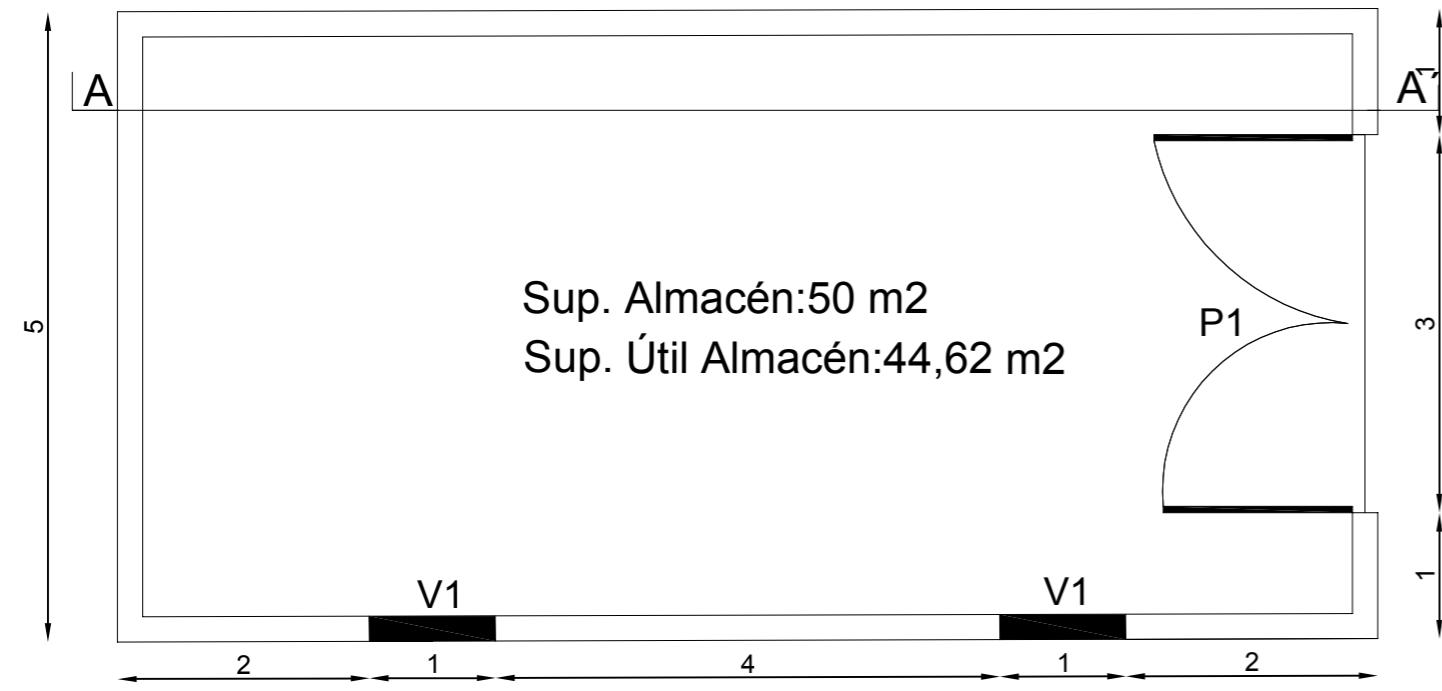
Tramo de tubería principal: PE ϕ 110 mm
Tubería portaramales: PE ϕ 50 mm
Ramales portagoteros: PE ϕ 12 mm

Tramo de tubería principal: PE ϕ 90 mm
Tubería portaramales: PE ϕ 50 mm
Ramales portagoteros: PE ϕ 12 mm

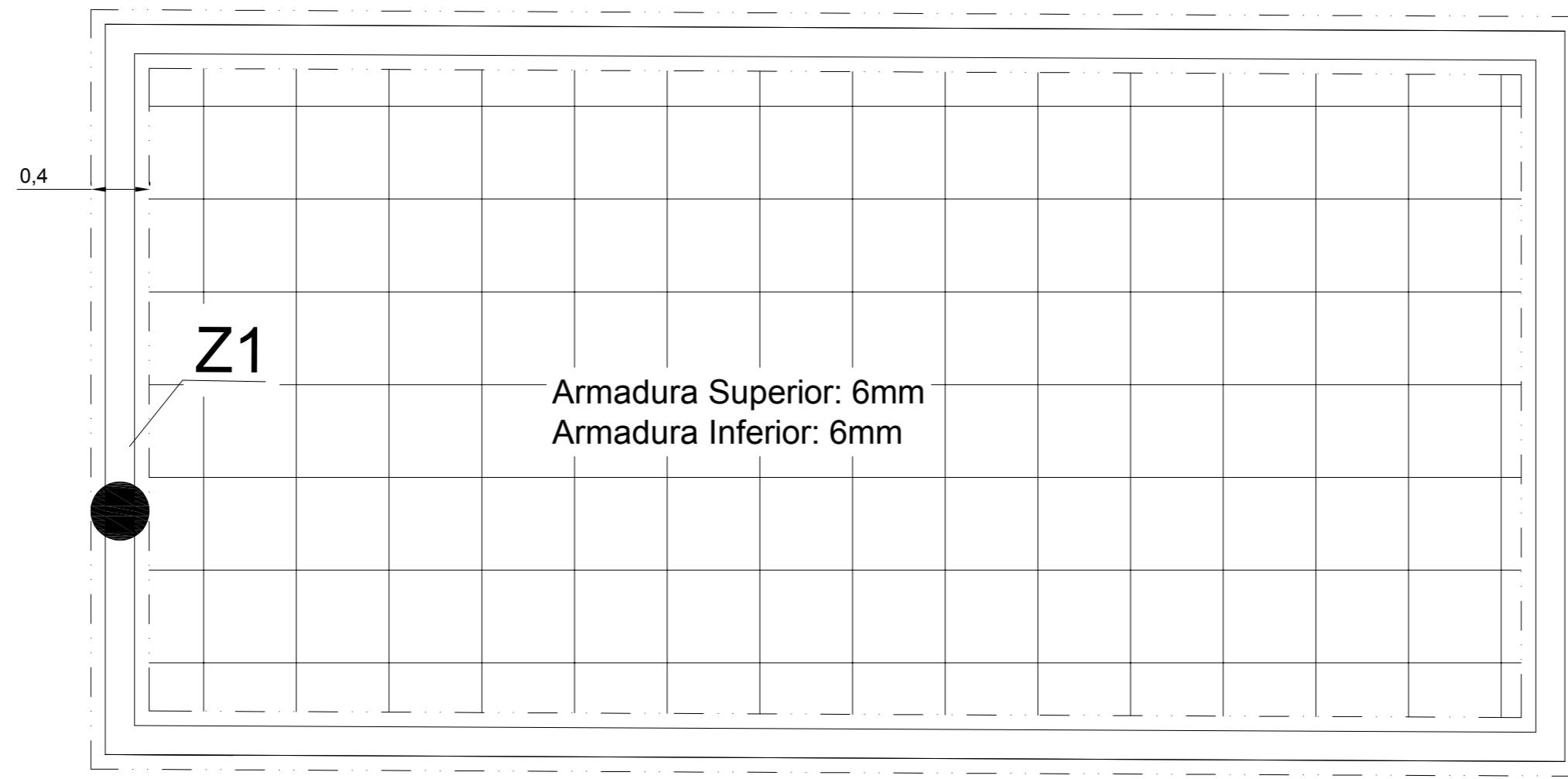
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID		
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA, ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS		
TRABAJO FIN DE GRADO PROYECTO DE UNA EXPLOTACIÓN DE 8700 m ² DE PRODUCCIÓN DE HORTALIZAS EN INVERNADERO EN BALANERA (ALMERÍA) GRADO EN INGENIERÍA Y CIENCIA AGRONÓMICA		PLANO N° 5
MARCO DE PLANTACIÓN SANDÍA		
FECHA JUNIO 2019	AUTOR: FRANCISCO PÉREZ TORRES	TUTOR: PEDRO HOYOS ECHEVARRÍA ESCALA: 1/400
FIRMA:		



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA, ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS		
TRABAJO FIN DE GRADO PROYECTO DE UNA EXPLOTACIÓN DE 8700 m ² DE PRODUCCIÓN DE HORTALIZAS EN INVERNADERO EN BALANERA (ALMERÍA) GRADO EN INGENIERÍA Y CIENCIA AGRONÓMICA		PLANO N° 6
PERFIL TRANSVERSAL Y DETALLES		
FECHA JUNIO 2019 AUTOR: FRANCISCO PÉREZ TORRES TUTOR: PEDRO HOYOS ECHEVARRÍA ESCALA: 1/140		
FIRMA:		



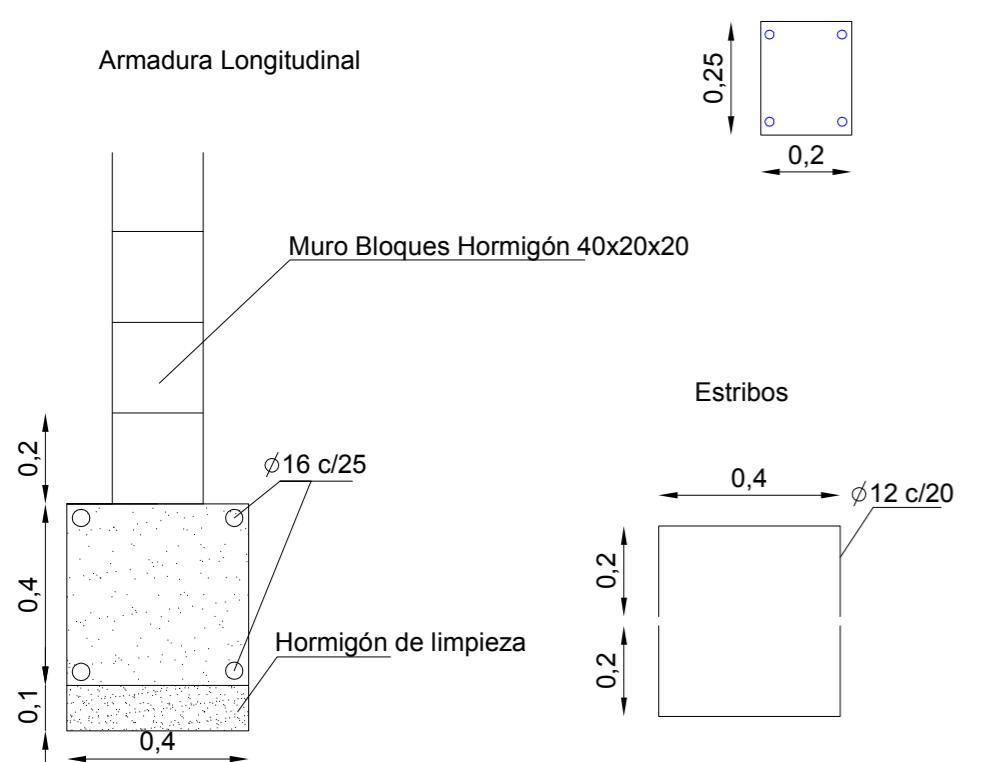
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA, ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS		PLANO N°
TRABAJO FIN DE GRADO PROYECTO DE UNA EXPLOTACIÓN DE 8700m ² DE PRODUCCIÓN DE HORTALIZAS EN INVIERDADERO EN BALANERA (ALMERÍA) GRADO EN INGENIERÍA Y CIENCIA AGRONÓMICA		7
PLANTAS Y CUBIERTA DE ALMACÉN Y CASETA DE RIEGO		FIRMA:
FECHA JUNIO 2019	AUTOR: FRANCISCO PÉREZ TORRES	TUTOR: PEDRO HOYOS ECHEVARRÍA ESCALA: 1/60



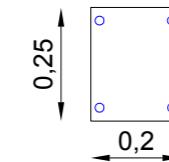
Detalle: E: 1/15

Zapata Lineal (Z1 40x40)

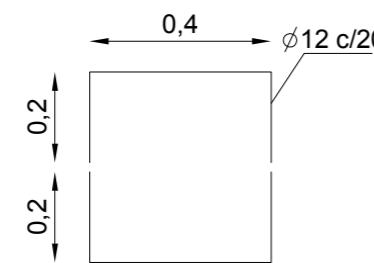
Armadura Longitudinal



Zuncho Perimetral (20x25)



Estríbos



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA, ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS

TRABAJO FIN DE GRADO

PROYECTO DE UNA EXPLOTACIÓN DE 8700m² DE PRODUCCIÓN DE HORTALIZAS
EN INVERNADERO EN BALANERA (ALMERÍA)
GRADO EN INGENIERÍA Y CIENCIA AGRONÓMICA

PLANO N°

8

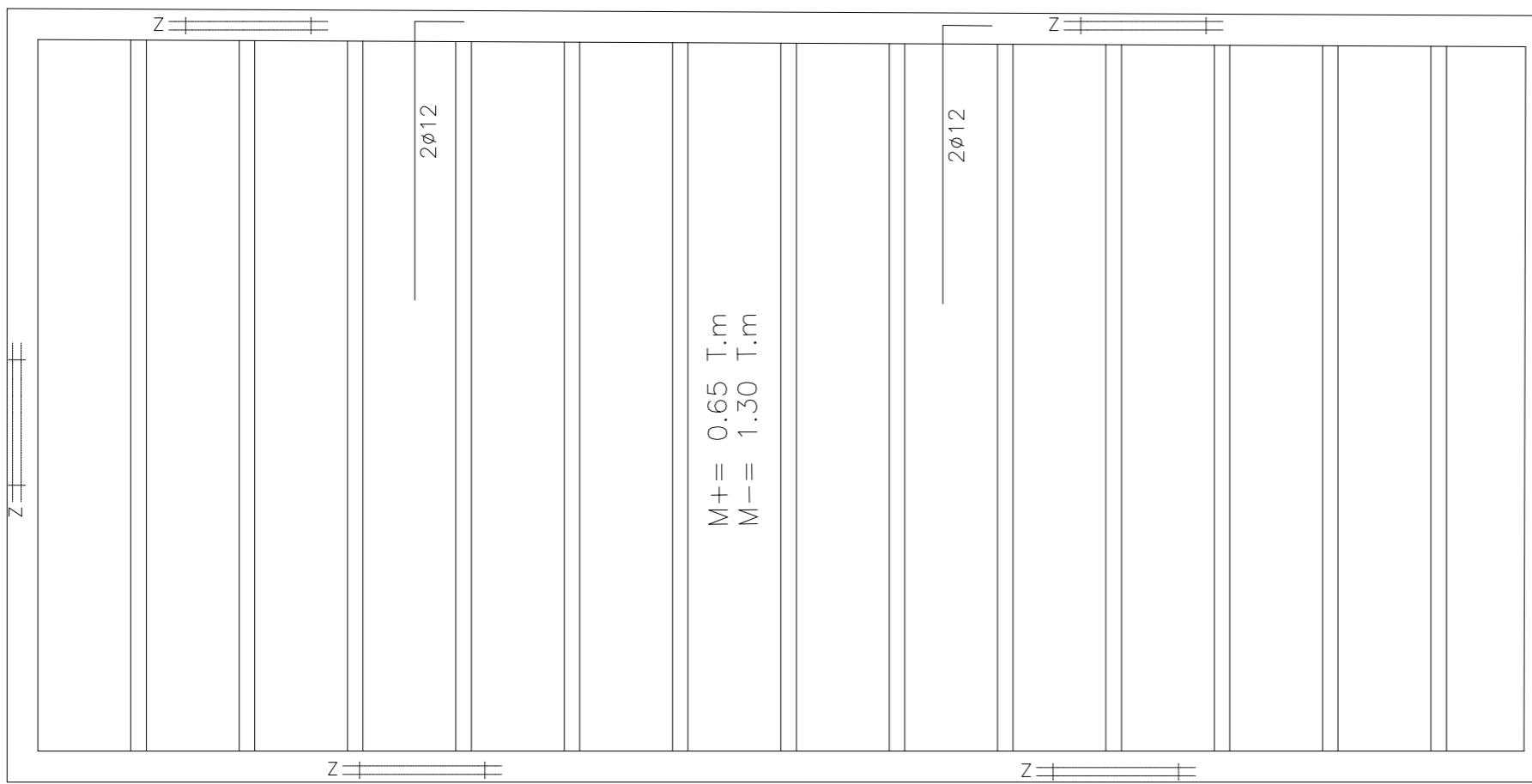
PLANTA CIMENTACIÓN Y DETALLE ALMACÉN Y CASETA DE RIEGO

FECHA
JUNIO 2019

AUTOR:
FRANCISCO PÉREZ TORRES

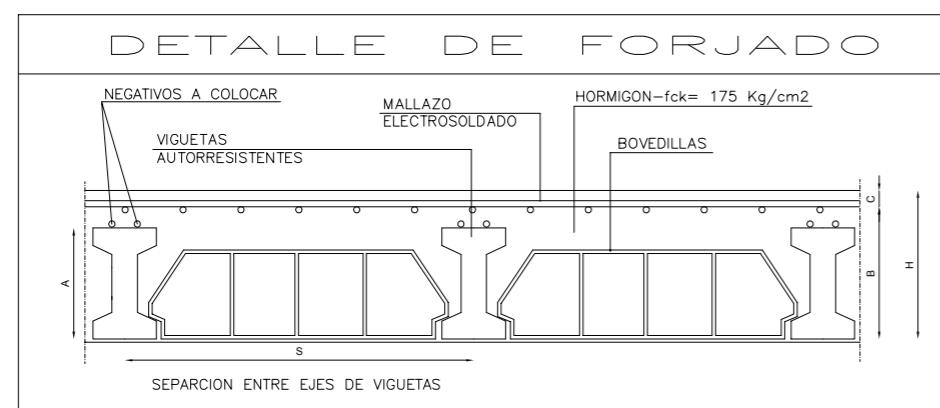
TUTOR: PEDRO HOYOS ECHEVARRÍA
ESCALA: 1/60

FIRMA:



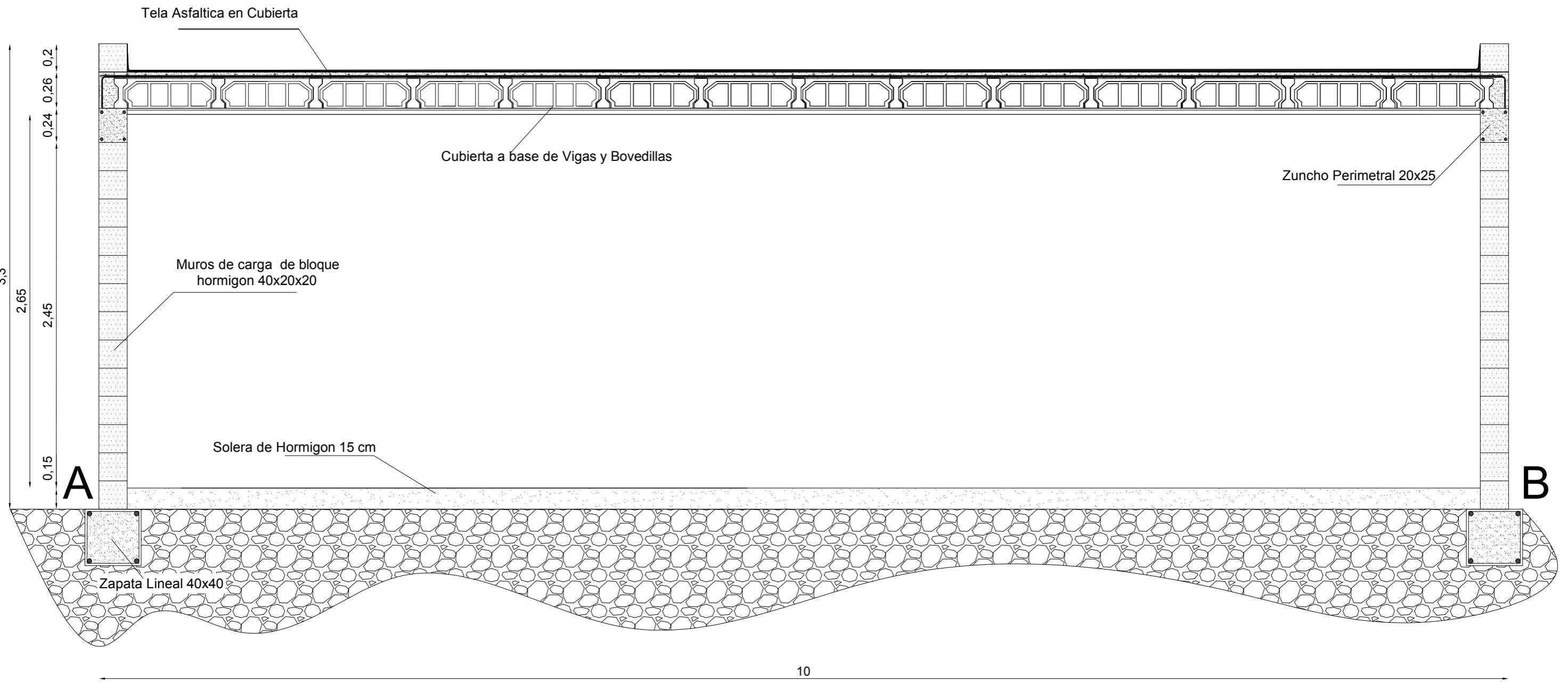
CUADRO DE CARACTERISTICAS SEGUN CTE						
	LOCALIZACION	RESISTENCIA DE PROYECTO f_a Art. 26.1	CONSISTENCIA Art. 10.6	TAMANO MAX. DEL ARIDO Art. 7.2	NIVEL DE CONTROL Art. 69	COEFICIENTES DE SEGURIDAD Art. 31
						Y_c
HORMIGONES	IGUAL TODA LA OBRA	250kg/cm ²	PLASTICA	20mm	NORMAL	1,50
	CIMENTACIONES					1,60
	SOPORTES Y MUROS					
	VIGAS					
	LOSAS Y FORJADOS					
						DESIGNACION Art. 9
						LIMITE ELASTICO f_u Art. 9
ARMADURAS	IGUAL TODA LA OBRA				NORMAL	1,15
	CIMENTACIONES Y MUROS	B-400-S	4.100kg/cm ²			1,60
	SOPORTES					
	VIGAS					
	LOSAS Y FORJADOS	B-500-S				
						NIVEL DE CONTROL Art. 72
CONTROL DE LA EJECUCION	IGUAL TODA LA OBRA				NORMAL	1,60
	CIMENTACIONES Y MUROS					
	SOPORTES					
	VIGAS					
	LOSAS Y FORJADOS					
OBSERVACIONES						
LA CAPACIDAD PORTANTE DEL TERRENO (1,00Kg/cm ²) SE HA ESTIMADO EN BASE A LAS CARACTERISTICAS DEL MISMO Y NO PODRÁ CONSIDERARSE DEFINITIVA HASTA LA INSPECCIÓN DE LA EXCAVACIÓN RESULTANTE POR PARTE DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA.						

Detalle: E: 1/15



FORJADO	CARGAS Kgr/m ²				DIMENSIONES cms.			A	H
	PESO PROPIO	USO	OTRAS	TOTAL	B	C	S		
CUBIERTA	250	150	200	600	22	4	70	18	26

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID		
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA, ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS		
TRABAJO FIN DE GRADO PROYECTO DE UNA EXPLOTACIÓN DE 8700m ² DE PRODUCCIÓN DE HORTALIZAS EN INVERNADERO EN BALANERA (ALMERÍA) GRADO EN INGENIERÍA Y CIENCIA AGRONÓMICA		PLANO N° 9
FORJADO Y DETALLE ALMACÉN Y CASETA DE RIEGO		
FECHA JUNIO 2019	AUTOR: FRANCISCO PÉREZ TORRES	TUTOR: PEDRO HOYOS ECHEVERRÍA ESCALA: 1/60
FIRMA:		



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA, ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS

TRABAJO FIN DE GRADO
PROYECTO DE UNA EXPLOTACIÓN DE 8700m² DE PRODUCCIÓN DE HORTALIZAS
EN INVERNADERO EN BALANERA (ALMERÍA)
GRADO EN INGENIERÍA Y CIENCIA AGRONÓMICA

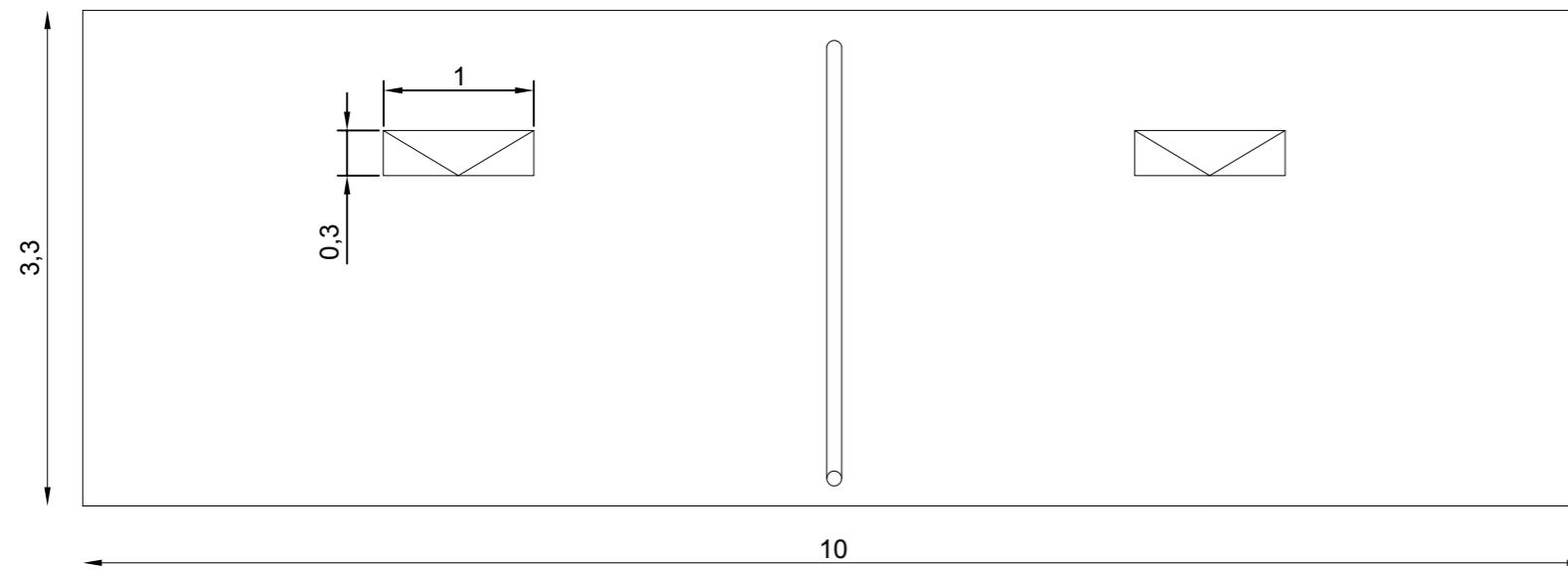
PLANO N°
10

SECCIÓN ALMACÉN Y CASETA DE RIEGO

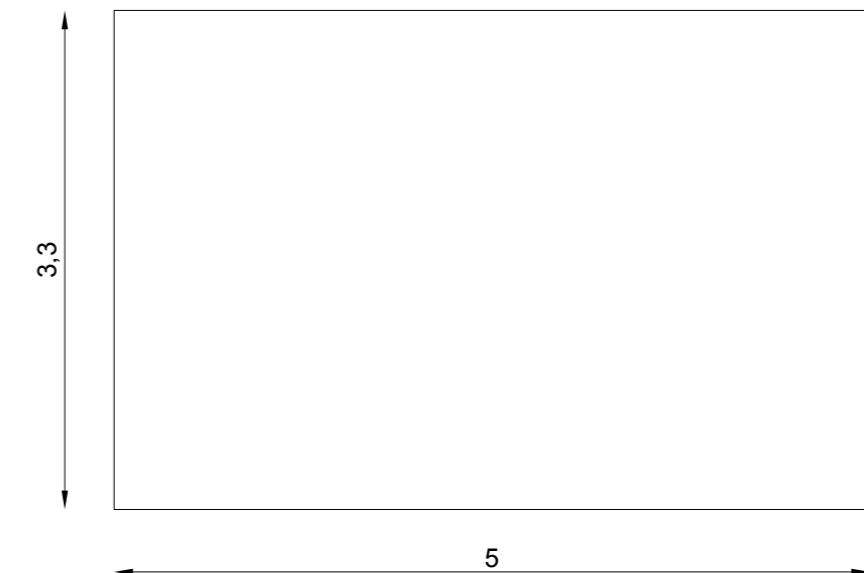
FECHA JUNIO 2019	AUTOR: FRANCISCO PÉREZ TORRES	TUTOR: PEDRO HOYOS ECHEVARRÍA ESCALA: 1/30
---------------------	----------------------------------	---

FIRMA:

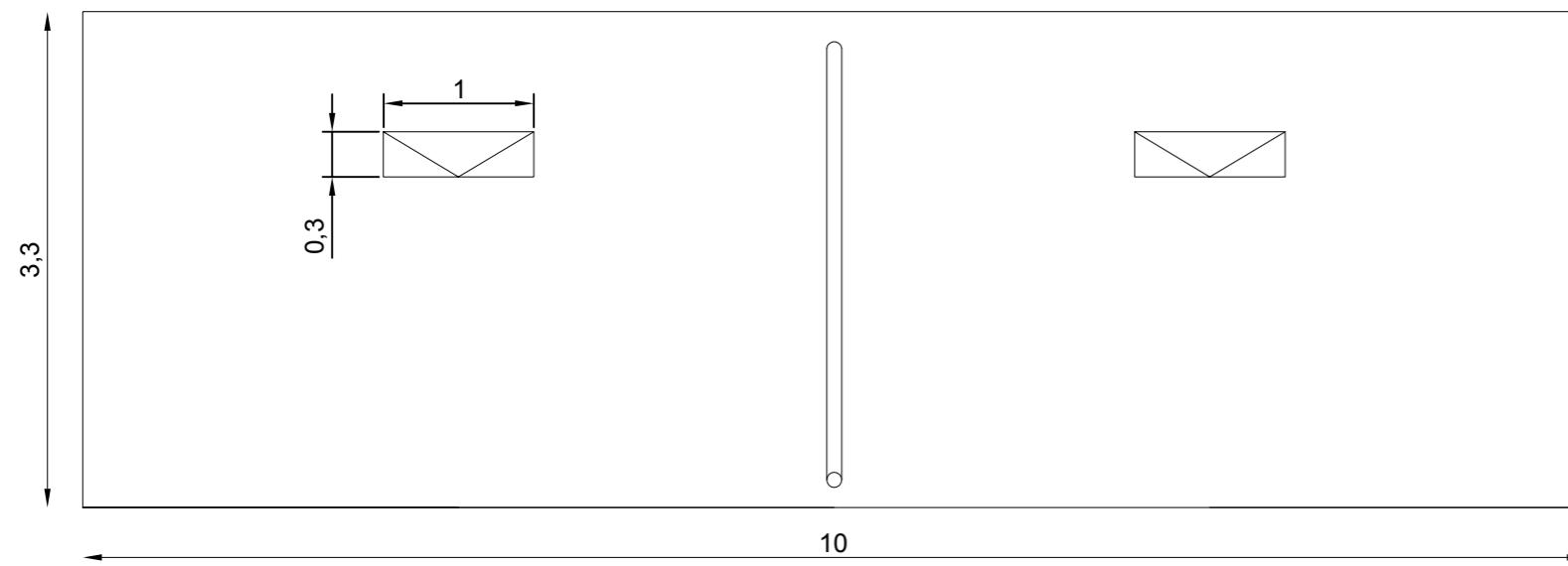
ALZADO LATERAL IZQUIERDO ALMACÉN



ALZADO POSTERIOR ALMACÉN



ALZADO LATERAL DERECHO CASETA



ALZADO POSTERIOR CASETA



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA, ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS

TRABAJO FIN DE GRADO
PROYECTO DE UNA EXPLOTACIÓN DE 8700m² DE PRODUCCIÓN DE HORTALIZAS
EN INVIERDERO EN BALANERA (ALMERÍA)
GRADO EN INGENIERÍA Y CIENCIA AGRONÓMICA

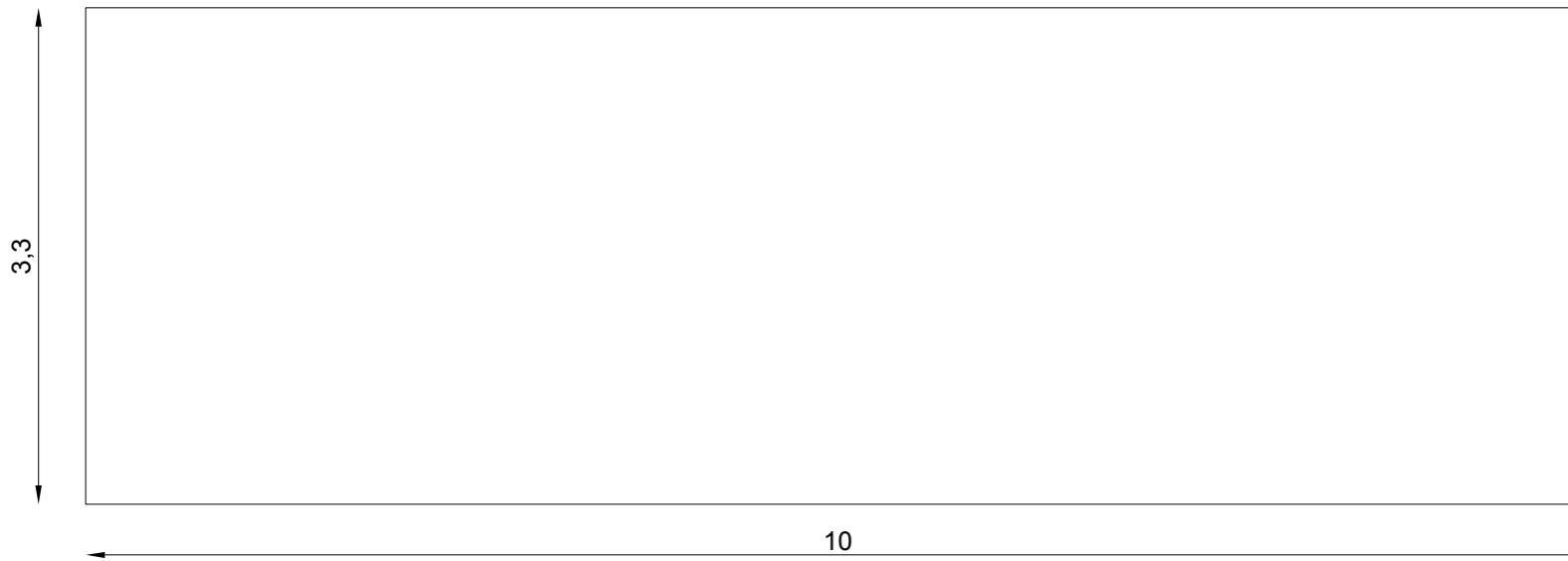
PLANO N°
11

ALZADOS I

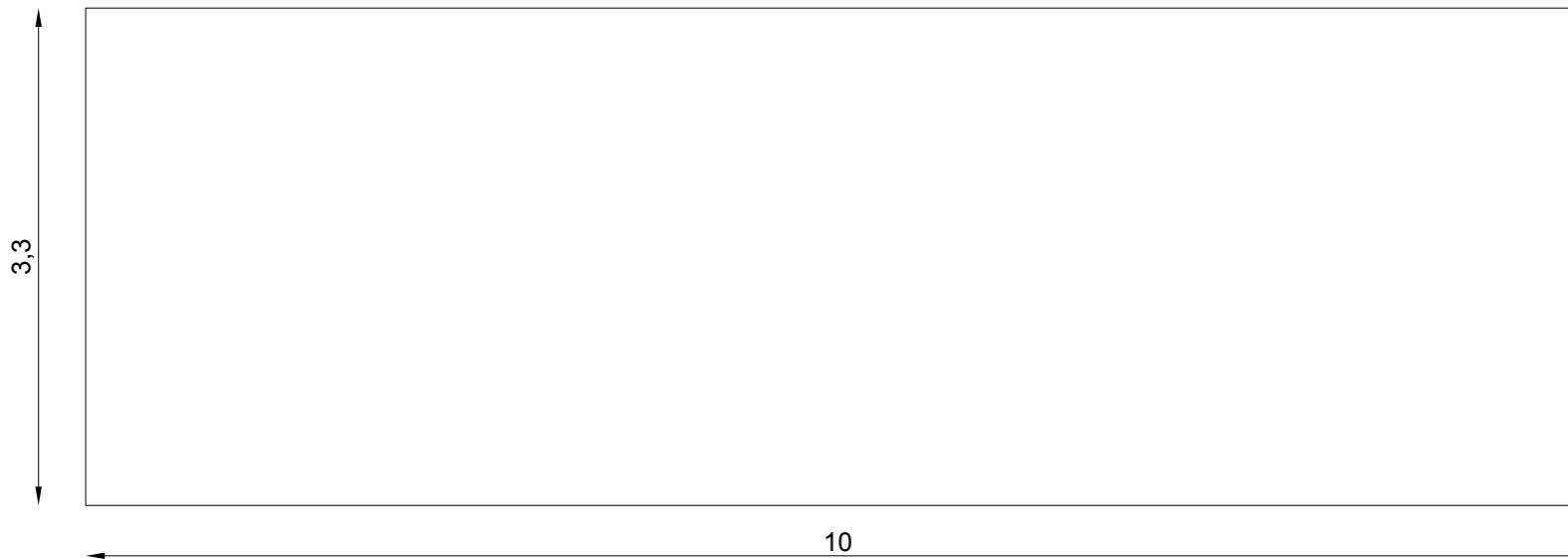
FECHA: JUNIO 2019 | AUTOR: FRANCISCO PÉREZ TORRES | TUTOR: PEDRO HOYOS ECHEVARRÍA
ESCALA: 1/50

FIRMA:

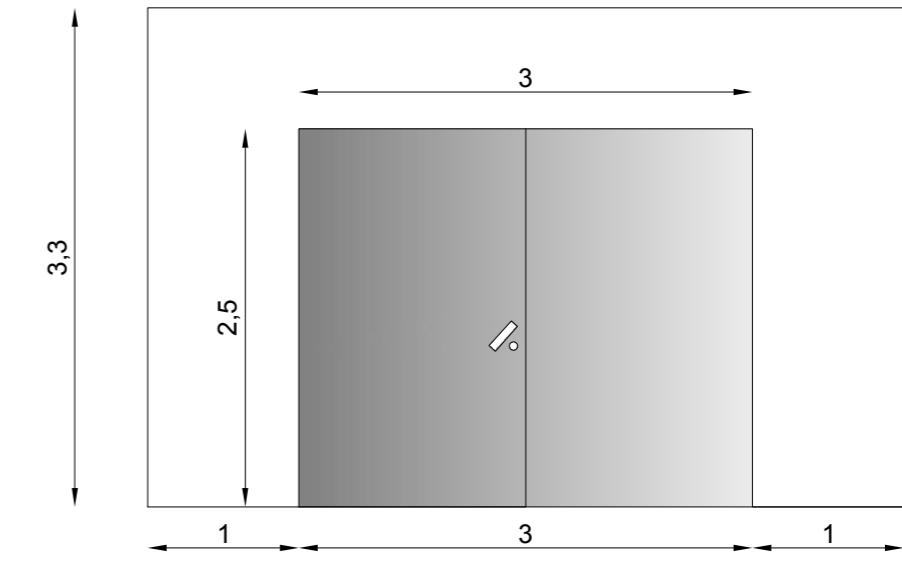
ALZADO LATERAL DERECHO ALMACÉN



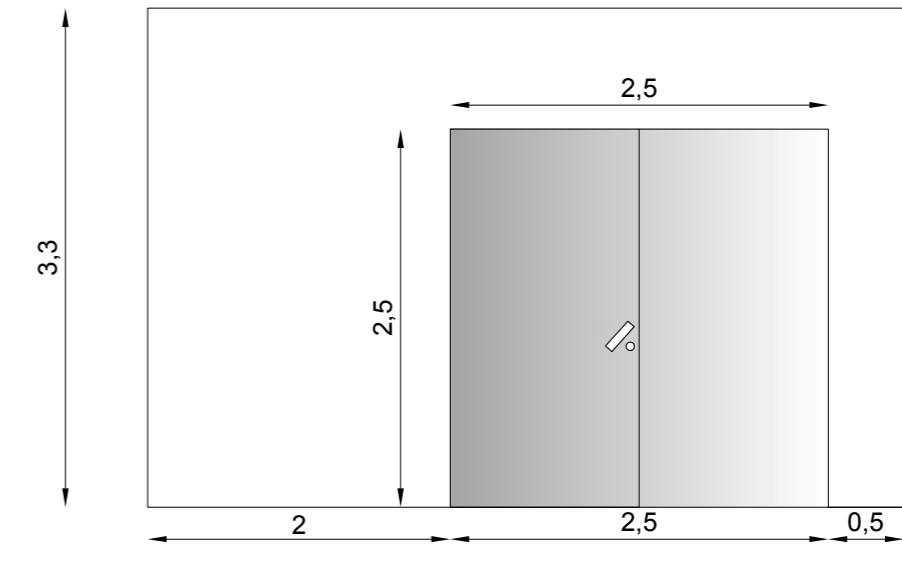
ALZADO LATERAL IZQUIERDO CASETA



ALZADO PRINCIPAL ALMACÉN



ALZADO PRINCIPAL CASETA



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA, ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS

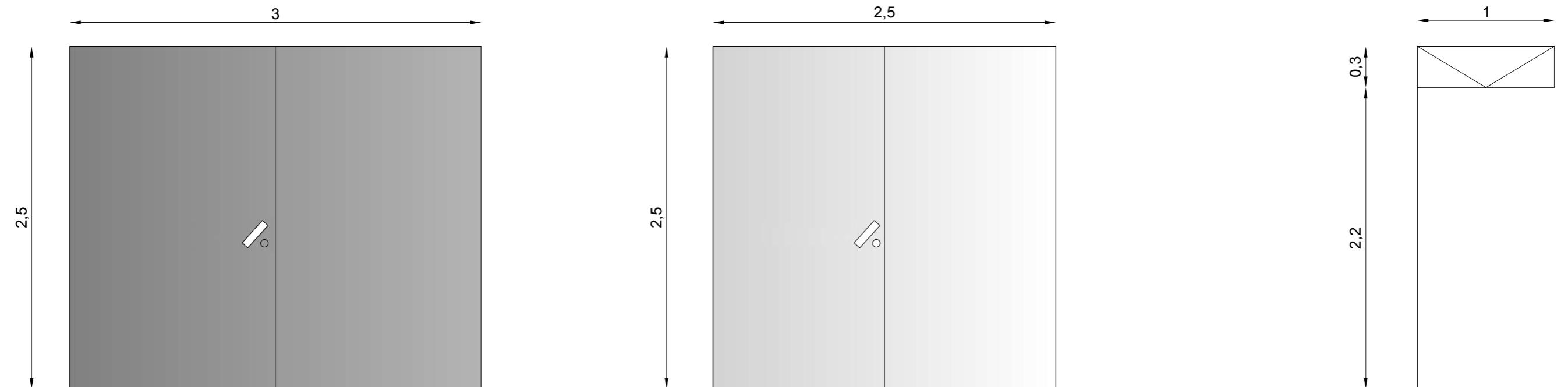
TRABAJO FIN DE GRADO
PROYECTO DE UNA EXPLOTACIÓN DE 8700m² DE PRODUCCIÓN DE HORTALIZAS
EN INVERNADERO EN BALANERA (ALMERÍA)
GRADO EN INGENIERÍA Y CIENCIA AGRONÓMICA

PLANO N°
12

ALZADOS II

FECHA: JUNIO 2019 AUTOR: FRANCISCO PÉREZ TORRES TUTOR: PEDRO HOYOS ECHEVARRÍA
ESCALA: 1/50

FIRMA:



P1: Chapa Metálica Lisa
Ud:1

P2: Chapa Metálica Lisa
Ud:1

V1: Ventana Chapa Metálica Abatible
Ud:4

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID		PLANO N° 13
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA, ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS		
TRABAJO FIN DE GRADO		
PROYECTO DE UNA EXPLOTACIÓN DE 8700m ² DE PRODUCCIÓN DE HORTALIZAS		
EN INVERNADERO EN BALANERA (ALMERÍA)		
GRADO EN INGENIERÍA Y CIENCIA AGRONÓMICA		
MEMORIA DE CARPINTERÍA		FIRMA:
FECHA JUNIO 2019	AUTOR: FRANCISCO PÉREZ TORRES	TUTOR: PEDRO HOYOS ECHEVARRÍA ESCALA: 1/30

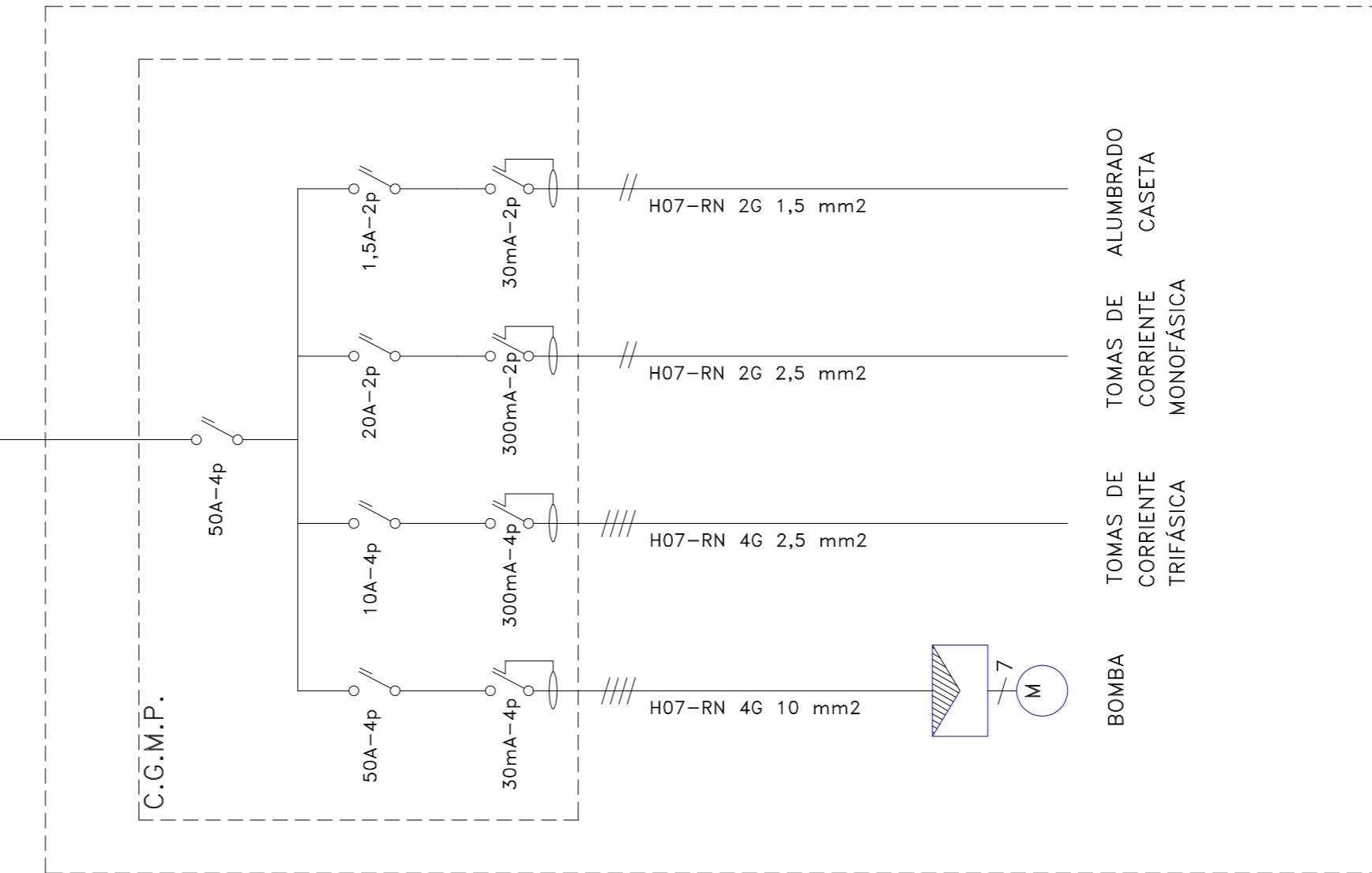
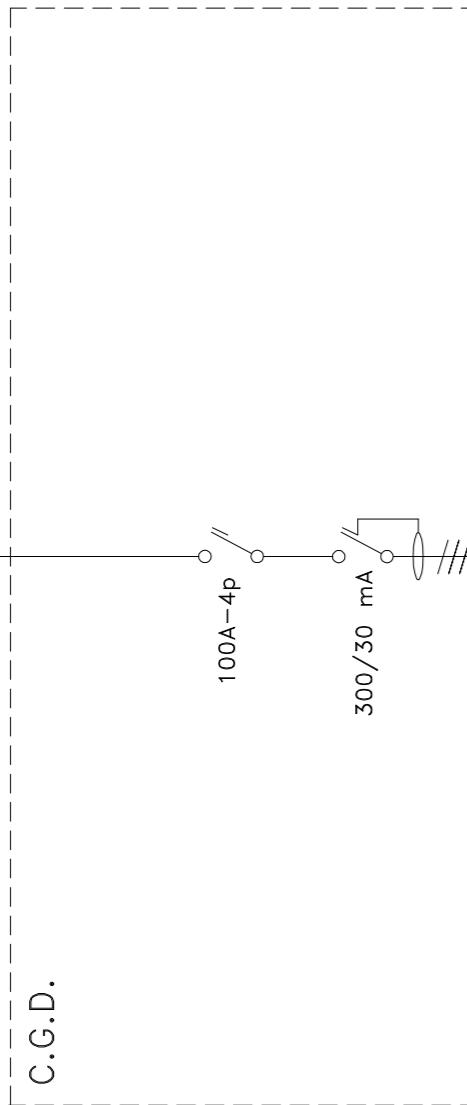
Dominio Público
Instalación Privada

LÍNEA MEDIA TENSIÓN 20 kV

LEYENDA	
C.T.	Centro de transformación
L.G.A.	Línea general de alimentación
C.G.D.	Cuadro general de distribución
C.G.M.P.	Cuadro general de mando y protección
LGA:	0,6/1 kV - Polietileno Reticulado (XLPE)
Derivaciones individuales:	450/750 V - Polietileno Reticulado (XLPE)

C.T.

200000/400 V



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA, ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS

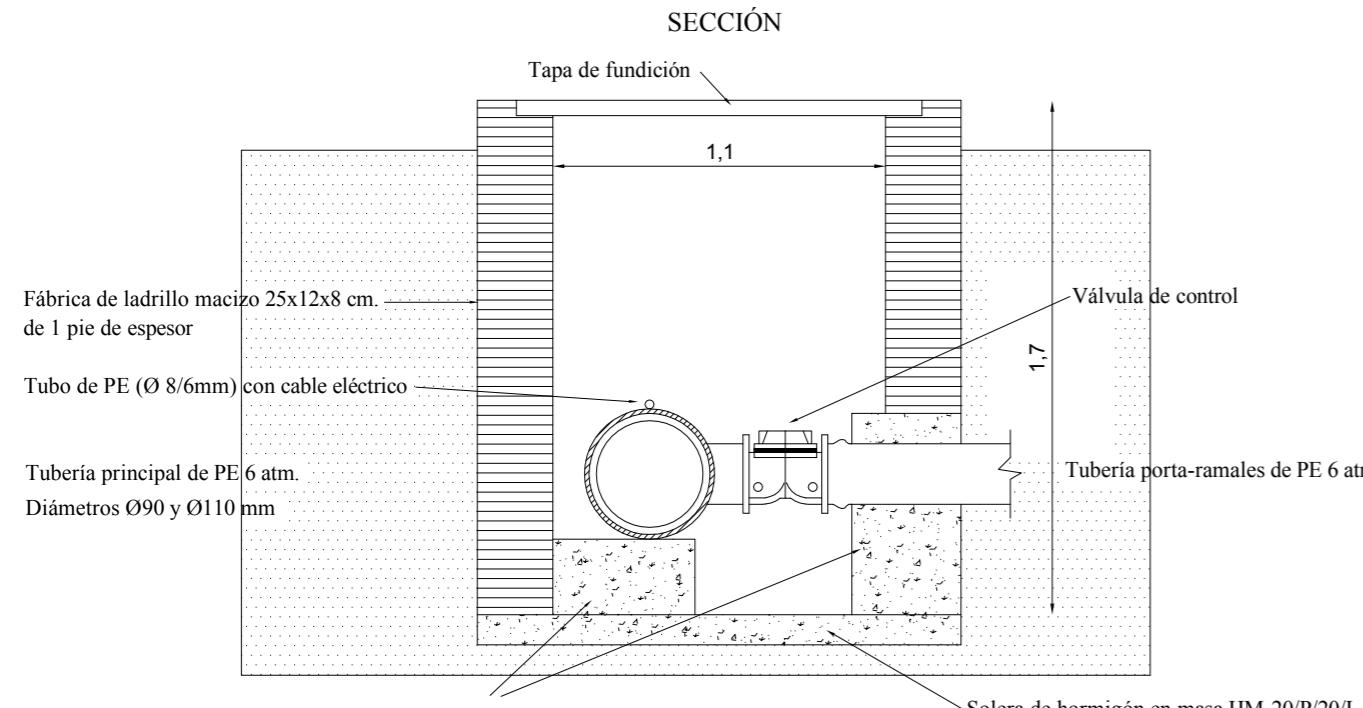
TRABAJO FIN DE GRADO
PROYECTO DE UNA EXPLOTACIÓN DE 8700m² DE PRODUCCIÓN DE HORTALIZAS
EN INVERNADERO EN BALANERA (ALMERÍA)
GRADO EN INGENIERÍA Y CIENCIA AGRONÓMICA

PLANO N°
14

FECHA: JUNIO 2019
AUTOR: FRANCISCO PÉREZ TORRES
TUTOR: PEDRO HOYOS ECHEVERRÍA
ESCALA: S/E

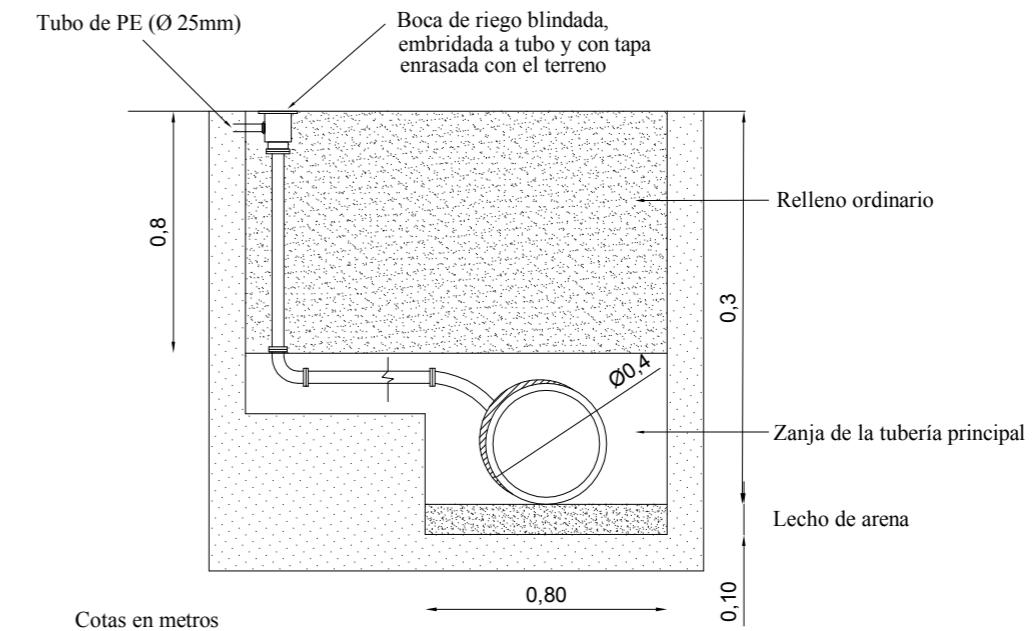
FIRMA:

DETALLE DE ARQUETA DE 110X110X170 cm, PARA ALOJAMIENTO DE VÁLVULAS



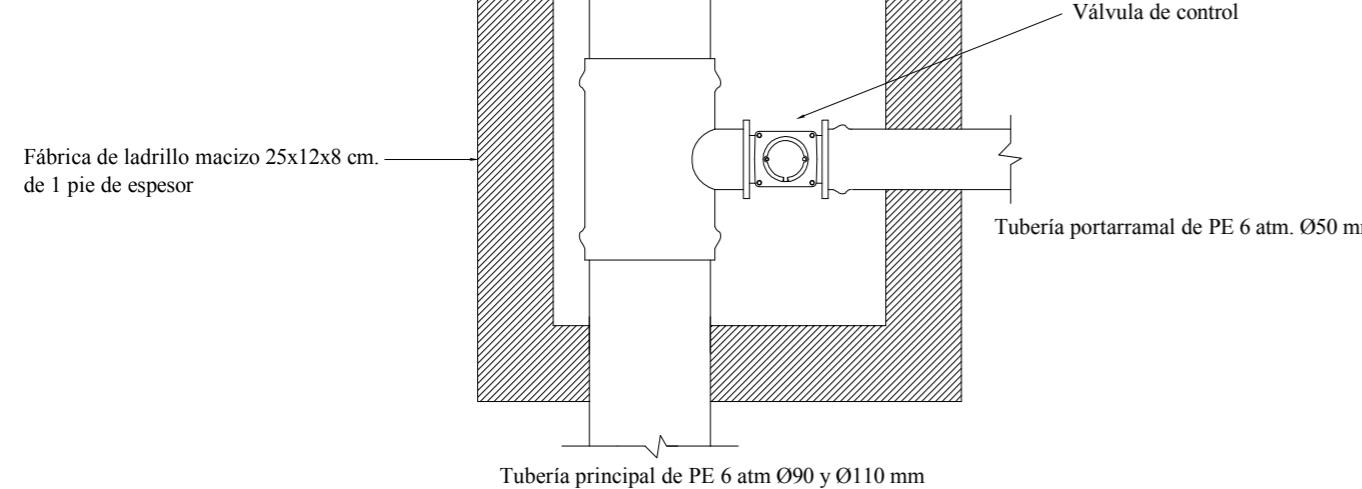
Cotas en metros

DETALLE DE BOCA DE RIEGO Y CONEXIÓN CON LA TUBERÍA PRINCIPAL

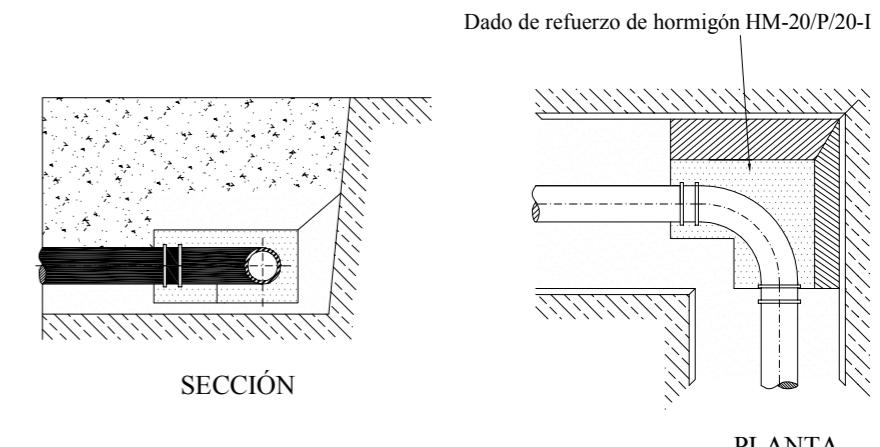


Cotas en metros

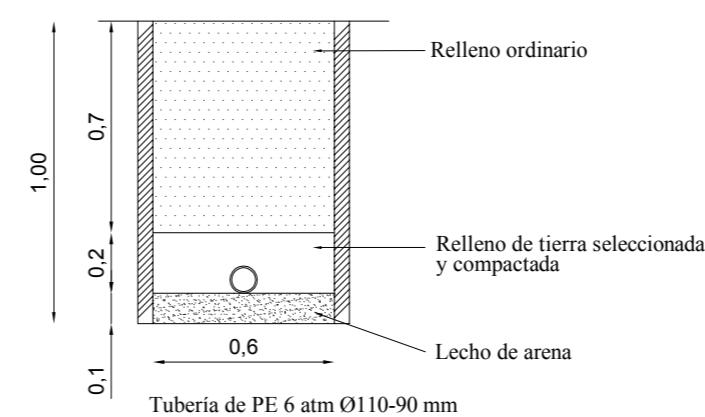
PLANTA



DETALLE DE CODO DE 90°



ZANJA DE TUBERÍAS



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA, ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS

TRABAJO FIN DE GRADO
PROYECTO DE UNA EXPLOTACIÓN DE 8700m² DE PRODUCCIÓN DE HORTALIZAS
EN INVERNADERO EN BALANERA (ALMERÍA)
GRADO EN INGENIERÍA Y CIENCIA AGRONÓMICA

PLANO N°
15

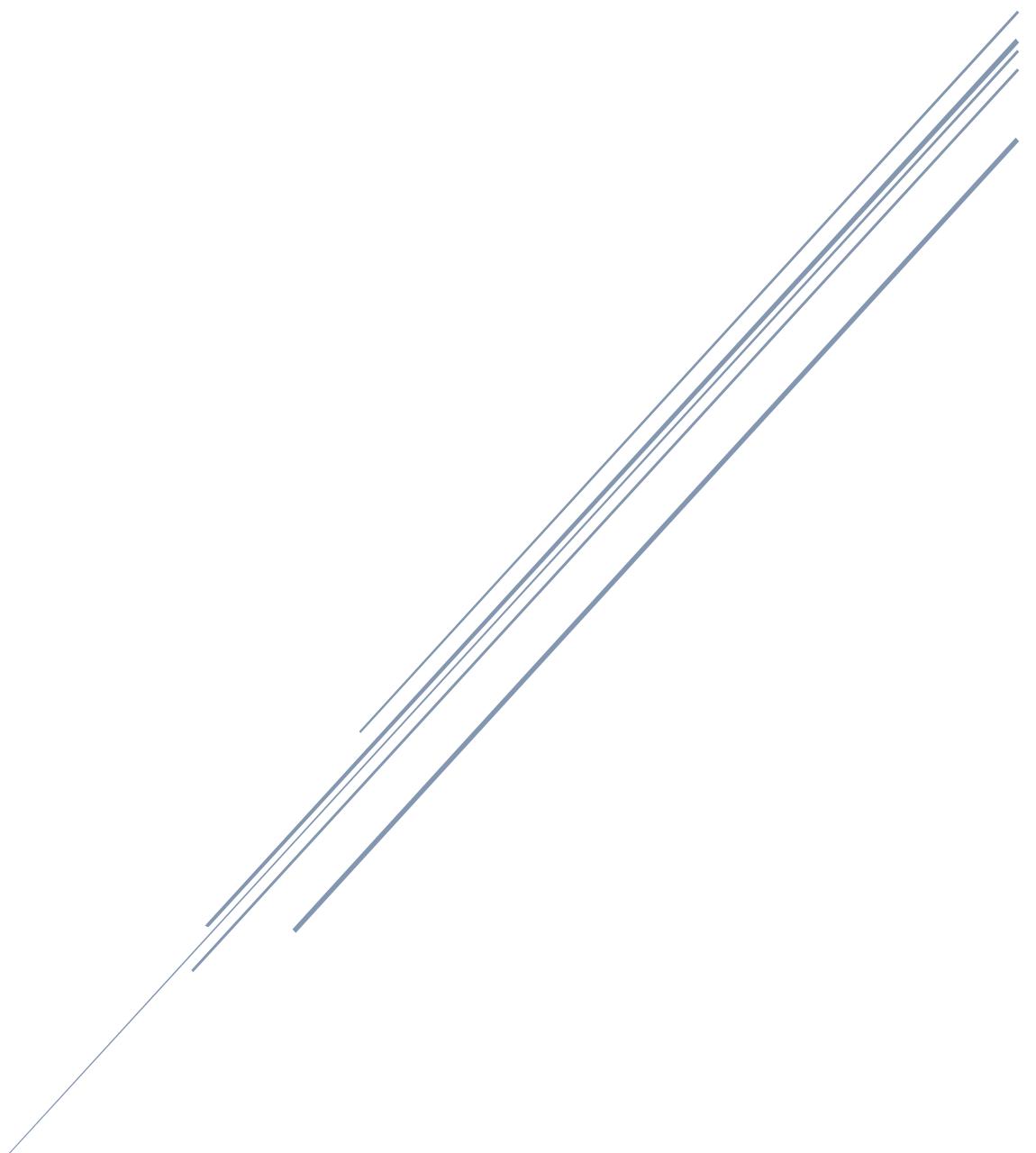
DETALLES DE RIEGO

FECHA: JUNIO 2019 | AUTOR: FRANCISCO PÉREZ TORRES | TUTOR: PEDRO HOYOS ECHEVARRÍA
ESCALA: 1/25

FIRMA:

DOCUMENTO III

PLIEGO DE CONDICIONES



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA,
ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS

ÍNDICE

1. PLIEGO DE CLAÚSULAS ADMINISTRATIVAS	4
1.1 Disposiciones generales	4
1.2 Disposiciones facultativas.....	5
1.2.1 Delimitación general de funciones técnicas	5
1.2.2 Obligaciones y derechos del contratista o constructor	11
1.2.3 Responsabilidad civil de los agentes que intervienen en el proceso de la edificación	14
1.2.4 Trabajos, materiales y medios auxiliares	16
1.2.5 Recepción de edificios y obras anexas.....	21
1.3 Disposiciones económicas	26
1.3.1 Los precios	27
1.3.2 Obras por administración	30
1.3.3 Valoración y abono de los trabajos	33
1.3.4 Indemnizaciones mutuas	37
1.3.5 Varios	37
2. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES	40
2.1 Prescripciones sobre los materiales	40
2.1.1 Condiciones generales.....	40
2.2. Prescripciones en cuanto a la ejecución por unidades de obra y prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado	53
Artículo 26. Estructuras de acero.....	65
3. ANEXOS	82
ANEXO 1. EHE INSTRUCCIÓN DE HORMIGÓN ESTRUCTURAL	82
ANEXO 2. DB-HE AHORRO DE ENERGÍA	83
ANEXO 3. NBE-CA-88 CONDICIONES ACÚSTICAS DE LOS EDIFICIOS	85
ANEXO 4. DB-SI SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO	87

1. PLIEGO DE CLAUSULAS ADMINISTRATIVAS

1.1 Disposiciones generales

Artículo 1. Naturaleza y objeto del pliego general

El presente pliego general de condiciones tiene carácter supletorio del pliego de condiciones particulares del proyecto. Ambos, como parte del proyecto técnico, tienen por finalidad regular la ejecución de las obras fijando los niveles técnicos y de calidad exigibles, precisando las intervenciones que corresponden, según el contrato y con arreglo a la legislación aplicable, al promotor o dueño de la obra, al contratista o constructor de la misma, sus técnicos y encargados, al técnico proyectista y a los laboratorios y entidades de control de calidad, así como las relaciones entre todos ellos y sus correspondientes obligaciones en orden al cumplimiento del contrato de obra.

Artículo 2. Documentos del contrato de obra

Integran el contrato los siguientes documentos relacionados por orden de prelación en cuanto al valor de sus especificaciones en caso de omisión o aparente contradicción:

1º Las condiciones fijadas en el propio documento de contrato de empresa o arrendamiento de obra, si existiera.

2º El pliego de condiciones particulares.

3º El presente pliego general de condiciones.

4º El resto de la documentación de proyecto (memoria, planos, mediciones y presupuesto).

En las obras que lo requieran, también formarán parte el estudio de seguridad y salud y el proyecto de control de calidad de la edificación.

Deberá incluir las condiciones y delimitación de los campos de actuación de laboratorios y entidades de control de calidad, si la obra lo requiriese.

Las órdenes e instrucciones de la dirección facultativa de la obra se incorporan al proyecto como interpretación, complemento o precisión de sus determinaciones.

En cada documento, las especificaciones literales prevalecen sobre las gráficas y en los planos, la cota prevalece sobre la medida a escala.

1.2 Disposiciones facultativas

1.2.1 Delimitación general de funciones técnicas

Artículo 3. El promotor

Será promotor cualquier persona, física o jurídica, pública o privada, que, individual o colectivamente decida, impulse, programe o financie, con recursos propios o ajenos, las obras de edificación para sí o para su posterior enajenación, entrega o cesión a terceros bajo cualquier título.

- Son obligaciones del 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 las posteriores modificaciones del mismo.
- Gestionar y obtener las preceptivas licencias y autorizaciones administrativas, así como suscribir el acta de recepción de la obra.
- Designar al coordinador de seguridad y salud para el proyecto y la ejecución de la obra.
- Suscribir los seguros previstos en la LOE.
- Entregar al adquirente, en su caso, la documentación de obra ejecutada, o cualquier otro documento exigible por las administraciones competentes.

Artículo 4. El proyectista

Son obligaciones del proyectista:

- Estar en posesión de la titulación académica y profesional habilitante de ingeniero o ingeniero técnico, según corresponda, y cumplir las condiciones exigibles para el ejercicio de la profesión. En caso de personas jurídicas, designar al técnico redactor del proyecto que tenga la titulación profesional habilitante.

- Redactar el proyecto con sujeción a la normativa vigente y a lo que se haya establecido en el contrato y entregarlo, con los visados que en su caso fueran preceptivos.
- Acordar, en su caso, con el promotor la contratación de colaboraciones parciales.

Artículo 5. El constructor

Son obligaciones del constructor:

- Ejecutar la obra con sujeción al proyecto, a la legislación aplicable y a las instrucciones del director de obra y del director de la ejecución de la obra, a fin de alcanzar la calidad exigida en el proyecto.
- Tener la titulación o capacitación profesional que habilita para el cumplimiento de las condiciones exigibles para actuar como constructor.
- Designar al jefe de obra que asumirá la representación técnica del constructor en la obra y que por su titulación o experiencia deberá tener la capacitación adecuada de acuerdo con las características y la complejidad de la obra.
- Asignar a la obra los medios humanos y materiales que su importancia requiera.
- Organizar los trabajos de construcción, redactando los planes de obra que se precisen y proyectando o autorizando las instalaciones provisionales y medios auxiliares de la obra.
- Elaborar el plan de seguridad y salud de la obra en aplicación del estudio correspondiente, y disponer, en todo caso, la ejecución de las medidas preventivas, velando por su cumplimiento y por la observancia de la normativa vigente en materia de seguridad y salud en el trabajo.
- Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, y en su caso de la dirección facultativa.
- Formalizar las subcontrataciones de determinadas partes o instalaciones de la obra dentro de los límites establecidos en el contrato.
- Firmar el acta de replanteo o de comienzo y el acta de recepción de la obra.
- Ordenar y dirigir la ejecución material con arreglo al proyecto, a las normas técnicas y a las reglas de la buena construcción. A tal efecto, ostenta la

jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordina las intervenciones de los subcontratistas.

- Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos constructivos que se utilicen, comprobando los preparados en obra y rechazando, por iniciativa propia o por prescripción del aparejador o arquitecto técnico, los suministros o prefabricados que no cuenten con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación.
- Custodiar los libros de órdenes y seguimiento de la obra, así como los de seguridad y salud y el del control de calidad, éstos si los hubiere, y dar el enterado a las anotaciones que en ellos se practiquen.
- Facilitar al técnico competente con antelación suficiente, los materiales precisos para el cumplimiento de su cometido.
- Preparar las certificaciones parciales de obra y la propuesta de liquidación final.
- Suscribir con el promotor las actas de recepción provisional y definitiva.
- Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra.
- Facilitar al director de obra los datos necesarios para la elaboración de la documentación de la obra ejecutada.
- Facilitar el acceso a la obra de los laboratorios y entidades de control de calidad contratados y debidamente homologados para el cometido de sus funciones.
- Suscribir las garantías por daños materiales ocasionados por vicios y defectos de la construcción previstas en el artículo 19 de la LOE.

Artículo 6. El director de obra

Corresponde al director de obra:

- Estar en posesión de la titulación académica y profesional habilitante de ingeniero o ingeniero técnico, según corresponda, y cumplir las condiciones exigibles para el ejercicio de la profesión. En caso de personas jurídicas, designar al técnico director de obra que tenga la titulación profesional habilitante.

- Verificar el replanteo y la adecuación de la cimentación y de la estructura proyectada a las características geotécnicas del terreno.
- Dirigir la obra coordinándola con el proyecto de ejecución, facilitando su interpretación técnica, económica y estética.
- Asistir a las obras, cuantas veces lo requiera su naturaleza y complejidad, a fin de resolver las contingencias que se produzcan en la obra y consignar en el libro de órdenes y asistencias las instrucciones precisas para la correcta interpretación del proyecto.
- Elaborar, a requerimiento del promotor o con su conformidad, eventuales modificaciones del proyecto, que vengan exigidas por la marcha de la obra siempre que las mismas se adapten a las disposiciones normativas contempladas y observadas en la redacción del proyecto.
- Coordinar, junto al técnico proyectista, el programa de desarrollo de la obra y el proyecto de control de calidad de la obra, con sujeción al Código Técnico de la Edificación (CTE) y a las especificaciones del proyecto.
- Comprobar, junto al técnico competente, los resultados de los análisis e informes realizados por laboratorios y/o entidades de control de calidad.
- Coordinar la intervención en obra de otros técnicos que, en su caso, concurren a la dirección con función propia en aspectos de su especialidad.
- Dar conformidad a las certificaciones parciales de obra y la liquidación final.
- Suscribir el acta de replanteo o de comienzo de obra y el certificado final de obra, así como conformar las certificaciones parciales y la liquidación final de las unidades de obra ejecutadas, con los visados que en su caso fueran preceptivos.
- Asesorar al promotor durante el proceso de construcción y especialmente en el acto de la recepción.
- Preparar con el contratista la documentación gráfica y escrita del proyecto definitivamente ejecutado para entregarlo al promotor.
- 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. Esta documentación constituirá el libro del edificio y será entregada a los usuarios finales del edificio.

Artículo 7. Director de ejecución de la obra

Corresponde al técnico competente la dirección de la ejecución de la obra, 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 la calidad de lo edificado. Siendo sus funciones específicas:

- Estar en posesión de la titulación académica y profesional habilitante y cumplir las condiciones exigibles para el ejercicio de la profesión. En caso de personas jurídicas, designar al técnico director de la ejecución de la obra que tenga la titulación profesional habilitante.
- Redactar el documento de estudio y análisis del proyecto para elaborar los programas de organización y de desarrollo de la obra.
- Planificar, a la vista del proyecto técnico, del contrato y de la normativa técnica de aplicación, el control de calidad y económico de las obras.
- Redactar, cuando se le requiera, el estudio de los sistemas adecuados a los riesgos del trabajo en la realización de la obra y aprobar el Estudio de seguridad y salud para la aplicación del mismo.
- Redactar, cuando se le requiera, el proyecto de control de calidad de la edificación, desarrollando lo especificado en el proyecto de ejecución.
- Efectuar el replanteo de la obra y preparar el acta correspondiente, suscribiéndola en unión del técnico proyectista y del constructor.
- Comprobar las instalaciones provisionales, medios auxiliares y medidas de seguridad y salud en el trabajo, controlando su correcta ejecución.
- Realizar o disponer las pruebas y ensayos de materiales, instalaciones y demás unidades de obra según las frecuencias de muestreo programadas en el plan de control, así como efectuar las demás comprobaciones que resulten necesarias para asegurar la calidad constructiva de acuerdo con el proyecto y la normativa técnica aplicable. De los resultados informará puntualmente al constructor, impariéndole, en su caso, las órdenes oportunas; de no resolverse la contingencia adoptará las medidas que corresponda, dando cuenta al ingeniero o técnico proyectista.
- Realizar las mediciones de obra ejecutada y dar conformidad, según las relaciones establecidas, a las certificaciones valoradas y a la liquidación final de la obra.

- Verificar la recepción en obra de los productos de construcción, ordenando la realización de ensayos y pruebas precisas.
- Dirigir la ejecución material de la obra comprobando los replanteos, los materiales, la correcta ejecución y disposición de los elementos constructivos y de las instalaciones, de acuerdo con el proyecto y con las instrucciones del director de obra.
- Consignar en el libro de órdenes y asistencias las instrucciones precisas.
- Suscribir el acta de replanteo o de comienzo de obra y el certificado final de obra, así como elaborar y suscribir las certificaciones parciales y la liquidación final de las unidades de obra ejecutadas.
- Colaborar con los restantes agentes en la elaboración de la documentación de la obra ejecutada, aportando los resultados del control realizado.

Artículo 8. El coordinador de seguridad y salud

El coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra deberá desarrollar las siguientes funciones:

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y de seguridad.
- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas y, en su caso, los subcontratistas y los trabajadores autónomos apliquen de manera coherente y responsable los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra.
- Aprobar el plan de seguridad y salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.
- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra. La dirección facultativa asumirá esta función cuando no fuera necesaria la designación de coordinador.

Artículo 9. Entidades y laboratorios de control de calidad

Las entidades de control de calidad de la edificación prestan 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.

Los laboratorios de ensayos para el control de calidad de la edificación prestan asistencia técnica, mediante la realización de ensayos o pruebas de servicio de los materiales, sistemas o instalaciones de una obra de edificación.

Son obligaciones de las entidades y de los laboratorios de control de calidad:

- 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.

1.2.2 Obligaciones y derechos del contratista o constructor

Artículo 10. Verificación de los documentos del proyecto

Antes de dar comienzo a las obras, el constructor consignará por escrito que la documentación aportada le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada, o en caso contrario, solicitará las aclaraciones pertinentes.

Artículo 11. Plan de seguridad y salud

El constructor, a la vista del proyecto de ejecución contenido, en su caso, el estudio de seguridad y salud, presentará el plan de seguridad y salud de la obra a la aprobación del ingeniero o técnico competente de la dirección facultativa.

Artículo 12. Proyecto de control de calidad

El constructor tendrá a su disposición el proyecto de control de calidad, si para la obra fuera necesario, en el que se especificarán las características y requisitos que deberán cumplir los materiales y unidades de obra, y los criterios para la recepción de los materiales, según estén avalados o no por sellos marcas e calidad; ensayos, análisis y pruebas a realizar, determinación de lotes y otros parámetros definidos en el proyecto por el ingeniero o técnico proyectista de la dirección facultativa.

Artículo 13. Oficina en la obra

El constructor habilitará en la obra una oficina en la que existirá una mesa o tablero adecuado, en el que puedan extenderse y consultarse los planos. En dicha oficina tendrá siempre el contratista a disposición de la dirección facultativa:

- El proyecto de ejecución completo, incluidos los complementos que en su caso redacte el técnico competente.
- La licencia de obras.
- El libro de órdenes y asistencias.
- El plan de seguridad y salud y su libro de incidencias, si hay para la obra.
- El proyecto de control de calidad y su libro de registro, si hay para la obra.
- El reglamento y ordenanza de seguridad y salud en el trabajo.
- La documentación de los seguros suscritos por el constructor.

Artículo 14. Representación del contratista. Jefe de obra

El constructor viene obligado a comunicar a la propiedad la persona designada como delegado suyo en la obra, que tendrá el carácter de jefe de obra de la misma, con dedicación plena y con facultades para representarle y adoptar en todo momento cuantas decisiones competan a la contrata.

Serán sus funciones las del constructor según se especifica en el artículo 5.

Cuando la importancia de las obras lo requiera y así se consigne en el pliego de condiciones particulares de índole facultativa, el delegado del contratista será un facultativo de grado superior o grado medio, según los casos.

El pliego de condiciones particulares determinará el personal facultativo o especialista que el constructor se obligue a mantener en la obra como mínimo, y el tiempo de dedicación comprometido.

El incumplimiento de esta obligación o, en general, la falta de cualificación suficiente por parte del personal según la naturaleza de los trabajos, facultará al técnico competente para ordenar la paralización de las obras sin derecho a reclamación alguna, hasta que se subsane la deficiencia.

Artículo 15. Presencia del constructor en la obra

El jefe de obra, por sí o por medio de sus técnicos, o encargados estará presente durante la jornada legal de trabajo y acompañará al ingeniero o técnico proyectista competente, en las visitas que hagan a las obras, poniéndose a su disposición para la práctica de los reconocimientos que se consideren necesarios y suministrándoles los datos precisos para la comprobación de mediciones y liquidaciones.

Artículo 16. Trabajos no estipulados expresamente

Es obligación de la contrata el ejecutar cuando sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aun cuando no se halle expresamente determinado en los documentos de proyecto, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el técnico competente dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos habiliten para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

En defecto de especificación en el pliego de condiciones particulares, se entenderá que requiere reformado de proyecto con consentimiento expreso de la propiedad, promotor, toda variación que suponga un incremento de precios de alguna unidad de obra en más del 20% del total y del presupuesto en más de un 10%.

Artículo 17. Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos del proyecto

El constructor podrá requerir del ingeniero o técnico proyectista, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de lo proyectado.

Cuando se trate de aclarar, interpretar o modificar preceptos de los pliegos de condiciones o indicaciones de los planos o croquis, las órdenes e instrucciones correspondientes se comunicarán precisamente por escrito al constructor, estando éste obligado a su vez a devolver los originales o las copias suscribiendo con su firma el enterado, que figurará al pie de todas las órdenes, avisos o instrucciones que reciba técnico competente.

Cualquier reclamación que en contra de las disposiciones tomadas por éstos crea oportuno hacer el constructor, habrá de dirigirla, dentro precisamente del plazo de 3 días, a quién la hubiere dictado, el cual dará al constructor el correspondiente recibo, si éste lo solicitase.

Artículo 18. Reclamaciones contra las órdenes de la dirección facultativa

Las reclamaciones que el contratista quiera hacer contra las órdenes o instrucciones dimanadas de la dirección facultativa, sólo podrá presentarlas, a través del ingeniero o técnico competente, ante la propiedad, si son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los pliegos de condiciones correspondientes.

Contra disposiciones de orden técnico del ingeniero o técnico proyectista, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada dirigida al proyectista, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo, que en todo caso será obligatorio para este tipo de reclamaciones.

Artículo 19. Faltas de personal

El ingeniero o técnico competente, en supuestos de desobediencia a sus instrucciones, manifiesta incompetencia o negligencia grave que comprometan o perturben la marcha de los trabajos, podrá requerir al contratista que aparte de la obra a los dependientes u operarios causantes de la perturbación.

Artículo 20. Subcontratas

El contratista podrá subcontratar capítulos o unidades de obra a otros contratistas e industriales, con sujeción en su caso, a lo estipulado en el pliego de condiciones particulares y sin perjuicio de sus obligaciones como contratista general de la obra.

1.2.3 Responsabilidad civil de los agentes que intervienen en el proceso de la edificación

Artículo 21. Daños materiales

Las personas físicas o jurídicas que intervienen en el proceso de la edificación responderán frente a los propietarios y los terceros adquirentes de los edificios o partes de los mismos, en el caso de que sean objeto de división, de los siguientes daños materiales ocasionados en el edificio dentro de los plazos indicados, contados desde la fecha de recepción de la obra, sin reservas o desde la subsanación de éstas:

- Durante 10 años, de los daños materiales causados en el edificio por vicios o defectos que afecten a la cimentación, los soportes, las vigas, los forjados,

los muros de carga u otros elementos estructurales, y que comprometan directamente la resistencia mecánica y la estabilidad del edificio.

- Durante 3 años, de los daños materiales causados en el edificio por vicios o defectos de los elementos constructivos o de las instalaciones que ocasionen el incumplimiento de los requisitos de la LOE.

El constructor también responderá de los daños materiales por vicios o defectos de ejecución que afecten a elementos de terminación o acabado de las obras dentro del plazo de 1 año.

Artículo 22. Responsabilidad civil

La responsabilidad civil será exigible en forma personal e individualizada, tanto por actos u omisiones de propios, como por actos u omisiones de personas por las que se deba responder.

No obstante, cuando pudiera individualizarse la causa de los daños materiales o quedase debidamente probada la concurrencia de culpas sin que pudiera precisarse el grado de intervención de cada agente en el daño producido, la responsabilidad se exigirá solidariamente. En todo caso, el promotor responderá solidariamente con los demás agentes intervenientes ante los posibles adquirentes de los daños materiales en el edificio ocasionados por vicios o defectos de construcción.

Sin perjuicio de las medidas de intervención administrativas que en cada caso procedan, la responsabilidad del promotor que se establece en la LOE se extenderá a las personas físicas o jurídicas que, a tenor del contrato o de su intervención decisoria en la promoción, actúen como tales promotores bajo la forma de promotor o gestor de cooperativas o de comunidades de propietarios u otras figuras análogas.

Cuando el proyecto haya sido contratado conjuntamente con más de un proyectista, los mismos responderán solidariamente.

Los proyectistas que contraten los cálculos, estudios, dictámenes o informes de otros profesionales, serán directamente responsables de los daños que puedan derivarse de su insuficiencia, incorrección o inexactitud, sin perjuicio de la repetición que pudieran ejercer contra sus autores.

El constructor responderá directamente de los daños materiales causados en el edificio por vicios o defectos derivados de la impericia, falta de capacidad profesional o

técnica, negligencia o incumplimiento de las obligaciones atribuidas al jefe de obra y demás personas físicas o jurídicas que de él dependan.

Cuando el constructor subcontrate con otras personas físicas o jurídicas la ejecución de determinadas partes o instalaciones de la obra, será directamente responsable de los daños materiales por vicios o defectos de su ejecución, sin perjuicio de la repetición a que hubiere lugar.

El director de obra y el director de la ejecución de la obra que suscriban el certificado final de obra serán responsables de la veracidad y exactitud de dicho documento.

Quien acepte la dirección de una obra cuyo proyecto no haya elaborado él mismo, asumirá las responsabilidades derivadas de las omisiones, deficiencias o imperfecciones del proyecto, sin perjuicio de la repetición que pudiere corresponderle frente al proyectista.

Cuando la dirección de obra se contrate de manera conjunta a más de un técnico, los mismos responderán solidariamente sin perjuicio de la distribución que entre ellos corresponda.

Las responsabilidades por daños no serán exigibles a los agentes que intervengan en el proceso de la edificación, si se prueba que aquellos fueron ocasionados por caso fortuito, fuerza mayor, acto de tercero o por el propio perjudicado por el daño.

Las responsabilidades a que se refiere este artículo se entienden sin perjuicio de las que alcanzan al vendedor de los edificios o partes edificadas frente al comprador conforme al contrato de compraventa suscrito entre ellos, a los artículos 1.484 y siguientes del Código Civil y demás legislación aplicable a la compraventa.

1.2.4 Trabajos, materiales y medios auxiliares

Artículo 23. Caminos y accesos

El constructor dispondrá por su cuenta los accesos a la obra, el cerramiento o vallado de ésta y su mantenimiento durante la ejecución de la obra. El técnico competente podrá exigir su modificación o mejora.

Artículo 24. Replanteo

El constructor iniciará las obras con el replanteo de las mismas en el terreno, señalando las referencias principales que mantendrá como base de ulteriores replanteos parciales. Dichos trabajos se considerarán a cargo del contratista e incluidos en su oferta.

El constructor someterá el replanteo a la aprobación del ingeniero o técnico competente y una vez este haya dado su conformidad preparará un acta acompañada de un plano que deberá ser aprobada por el proyectista, siendo responsabilidad del constructor la omisión de este trámite.

Artículo 25. Inicio de la obra y ritmo de ejecución de los trabajos

El constructor dará comienzo a las obras en el plazo marcado en el pliego de condiciones particulares, desarrollándolas en la forma necesaria para que dentro del período parcial en aquel señalado queden ejecutados los trabajos correspondientes y, en consecuencia, la ejecución total se lleve a efecto dentro del plazo exigido en el contrato.

Obligatoriamente y por escrito, deberá el contratista dar cuenta al técnico competente del comienzo de los trabajos al menos con 3 días de antelación.

Artículo 26. Orden de los trabajos

En general, la determinación del orden de los trabajos es facultad de la contrata, salvo aquellos casos en que, por circunstancias de orden técnico, estime conveniente su variación la dirección facultativa.

Artículo 27. Facilidades para otros contratistas

De acuerdo con lo que requiera la dirección facultativa, el contratista general deberá dar todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a todos los demás contratistas que intervengan en la obra. Ello sin perjuicio de las compensaciones económicas a que haya lugar entre contratistas por utilización de medios auxiliares o suministros de energía u otros conceptos.

En caso de litigio, ambos contratistas estarán a lo que resuelva la dirección facultativa.

Artículo 28. Ampliación del proyecto por causas imprevistas

Cuando sea preciso por motivo imprevisto o por cualquier accidente, ampliar el proyecto, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones dadas por el técnico competente en tanto se formula o se tramita el proyecto reformado.

El constructor está obligado a realizar con su personal y sus materiales cuanto la dirección de las obras disponga para apeos, apuntalamientos, derribos, recalzos o cualquier otra obra de carácter urgente, anticipando de momento este servicio, cuyo importe le será consignado en un presupuesto adicional o abonado directamente, de acuerdo con lo que se convenga.

Artículo 29. Prórroga por causa de fuerza mayor

Si por causa de fuerza mayor o independiente de la voluntad del constructor, éste no pudiese comenzar las obras, o tuviese que suspenderlas, o no le fuera posible terminarlas en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para el cumplimiento de la contrata, previo informe favorable del técnico competente. Para ello, el constructor expondrá, en escrito dirigido al técnico competente, 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.

Artículo 30. Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra

El contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obras estipulados, alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la dirección facultativa, a excepción del caso en que habiéndolo solicitado por escrito no se le hubiesen proporcionado.

Artículo 31. Condiciones generales de ejecución de los trabajos

Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al proyecto, a las modificaciones del mismo que previamente hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que bajo su responsabilidad y por escrito entreguen el técnico competente, dentro de las limitaciones presupuestarias y de conformidad con lo especificado en el artículo 16.

Artículo 32. Documentación de obras ocultas

De todos los trabajos y unidades de obra que hayan de quedar ocultos a la terminación del edificio, se levantarán los planos precisos para que queden perfectamente definidos; estos documentos se extenderán por triplicado. Dichos planos, que deberán ir suficientemente acotados, se considerarán documentos indispensables e irrecusables para efectuar las mediciones.

Artículo 33. Trabajos defectuosos

El constructor debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en las condiciones generales y particulares de índole técnica del pliego de condiciones y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva del edificio, es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en éstos puedan existir por su mala ejecución o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que le exonere de responsabilidad el control que compete al técnico competente, 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 técnico competente advierta vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales empleados o los aparatos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados éstos, y antes de verificar la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas de la contrata. Si ésta no estimase justa la decisión y se negase a la demolición y reconstrucción ordenadas, se planteará la cuestión ante el ingeniero o técnico competente de la obra, quien resolverá.

Artículo 34. Vicios ocultos

Si el técnico competente tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier tiempo, y antes de la recepción definitiva, los ensayos, destructivos o no, que crea

necesarios para reconocer los trabajos que suponga defectuosos, dando cuenta de la circunstancia al técnico responsable.

Los gastos que se ocasionen serán de cuenta del constructor, siempre que los servicios existan realmente, en caso contrario serán a cargo de la propiedad.

Artículo 35. Materiales y aparatos. Procedencia

El constructor tiene libertad de proveerse de los materiales y aparatos de todas clases en los puntos que le parezca conveniente, excepto en los casos en que el pliego particular de condiciones técnicas preceptúe una procedencia determinada.

Obligatoriamente, y antes de proceder a su empleo o acopio, el constructor deberá presentar al técnico competente una lista completa de los materiales y aparatos que vaya a utilizar en la que se especifiquen todas las indicaciones sobre marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

Artículo 36. Presentación de muestras

A petición del técnico responsable, el constructor le presentará las muestras de los materiales siempre con la antelación prevista en el calendario de la obra.

Artículo 37. Materiales no utilizables

El constructor, a su costa, transportará y colocará, agrupándolos ordenadamente y en el lugar adecuado, los materiales procedentes de las excavaciones, derribos, etc., que no sean utilizables en la obra.

Se retirarán de ésta o se llevarán al vertedero, cuando así estuviese establecido en el pliego de condiciones particulares vigente en la obra.

Si no se hubiese preceptuado nada sobre el particular, se retirarán de ella cuando así lo ordene el técnico competente, pero acordando previamente con el constructor su justa tasación, teniendo en cuenta el valor de dichos materiales y los gastos de su transporte.

Artículo 38. Materiales y aparatos defectuosos

Cuando los materiales, elementos de instalaciones o aparatos no fuesen de la calidad prescrita en este pliego, o no tuvieran la preparación en él exigida o, en fin, cuando la falta de prescripciones formales de aquél, se reconociera o demostrara que no

eran adecuados para su objeto, el técnico responsable, dará orden al constructor de sustituirlos por otros que satisfagan las condiciones o llenen el objeto a que se destinan.

Si a los 15 días de recibir el constructor orden de que retire los materiales que no estén en condiciones, no ha sido cumplida, podrá hacerlo la propiedad cargando los gastos a la contrata.

Si los materiales, elementos de instalaciones o aparatos fueran defectuosos, pero aceptables a juicio del ingeniero o técnico competente, se recibirán pero con la rebaja del precio que aquél determine, a no ser que el constructor prefiera sustituirlos por otros en condiciones.

Artículo 39. Gastos ocasionados por pruebas y ensayos

Todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras, serán de cuenta de la contrata.

Todo ensayo que no haya resultado satisfactorio o que no ofrezca las suficientes garantías podrá comenzarse de nuevo a cargo del mismo.

Artículo 40. Limpieza de las obras

Es obligación del constructor mantener limpias las obras y sus alrededores, tanto de escombros como de materiales sobrantes, hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como adoptar las medidas y ejecutar todos los trabajos que sean necesarios para que la obra ofrezca buen aspecto.

Artículo 41. Obras sin prescripciones

En la ejecución de trabajos que entran en la construcción de las obras y para los cuales no existan prescripciones consignadas explícitamente en este pliego ni en la restante documentación del proyecto, el constructor se atendrá, en primer término, a las instrucciones que dicte la dirección facultativa de las obras y, en segundo lugar, a las reglas y prácticas de la buena construcción.

1.2.5 Recepción de edificios y obras anejas

Artículo 42. Acta de recepción

La recepción de la obra es el acto por el cual el constructor, una vez concluida ésta, 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 constructor, y en la misma se hará 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 constructor para asegurar sus responsabilidades.
- Se adjuntará el certificado final de obra suscrito por el director de obra (técnico competente) y el director de la ejecución de la obra (técnico competente) y la documentación justificativa del control de calidad realizado.

El promotor podrá rechazar la recepción de la obra por considerar que la misma no está terminada o que no se adecua 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 30 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 30 días desde la fecha indicada el promotor no hubiera puesto de manifiesto reservas o rechazo motivado por escrito.

Artículo 43. Recepción provisional

Ésta se realizará con la intervención de la propiedad, del constructor, del ingeniero o técnico competente. 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 facultativa extenderán el correspondiente certificado de final de obra.

Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas, se hará constar en el acta y se darán al constructor las oportunas instrucciones para remediar los defectos observados, fijando un plazo para subsanarlos, expirado el cual, se efectuará un nuevo reconocimiento a fin de proceder a la recepción provisional de la obra.

Si el constructor no hubiese cumplido, podrá declararse resuelto el contrato con pérdida de la fianza.

Artículo 44. Documentación final

El técnico competente, asistido por el contratista y los técnicos que hubieren intervenido en la obra, redactarán la documentación final de las obras, que se facilitará a la propiedad. Dicha documentación se adjuntará, al acta de recepción, con 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. Esta documentación constituirá el libro del edificio, que ha de ser encargado por el promotor y será entregado a los usuarios finales del edificio.

A su vez dicha documentación se divide en:

- Documentación de seguimiento de obra Dicha documentación según el CTE se compone de:
 - Libro de órdenes y asistencias, de acuerdo con lo previsto en el Decreto 461/1971, de 11 de marzo.
 - Libro de incidencias en materia de seguridad y salud, según el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre.
 - Proyecto, con sus anejos y modificaciones debidamente autorizadas por el director de la obra.

- Licencia de obras, de apertura del centro de trabajo y, en su caso, de otras autorizaciones administrativas.

La documentación de seguimiento será depositada por el director de la obra en su colegio.

- Documentación de control de obra
 - Su contenido, cuya recopilación es responsabilidad del director de ejecución de obra, se compone de:
 - Documentación de control, que debe corresponder a lo establecido en el proyecto, más sus anejos y modificaciones.
 - Documentación, instrucciones de uso y mantenimiento, así como garantías de los materiales y suministros, que debe ser proporcionada por el constructor, siendo conveniente recordárselo fehacientemente. En su caso, documentación de calidad de las unidades de obra, preparada por el constructor y autorizada por el director de ejecución en su colegio profesional.

- Certificado final de obra

Éste se ajustará al modelo publicado en el Decreto 462/1971, de 11 de marzo, en donde el director de la ejecución de la obra certificará haber dirigido la ejecución material de las obras y controlado cuantitativa y cualitativamente la construcción y la calidad de lo edificado de acuerdo con el proyecto, la documentación técnica que lo desarrolla y las normas de buena construcción.

El director de la obra certificará que la edificación ha sido realizada bajo su dirección, de conformidad con el proyecto objeto de la licencia y la documentación técnica que lo complementa, hallándose dispuesta para su adecuada utilización con arreglo a las instrucciones de uso y mantenimiento. Al certificado final de obra se le unirán como anejos los siguientes documentos:

- Descripción de las modificaciones que, con la conformidad del promotor, se hubiesen introducido durante la obra, haciendo constar su compatibilidad con las condiciones de la licencia.
- Relación de los controles realizados.

Artículo 45. Medición definitiva de los trabajos y liquidación provisional de la obra

Recibidas provisionalmente las obras, se procederá inmediatamente por el técnico competente a su medición definitiva, con precisa asistencia del constructor o de su representante. Se extenderá la oportuna certificación por triplicado que, aprobada por el técnico competente con su firma, servirá para el abono por la propiedad del saldo resultante salvo la cantidad retenida en concepto de fianza (según lo estipulado en la LOE).

Artículo 46. Plazo de garantía

El plazo de garantía deberá estipularse en el pliego de condiciones particulares y en cualquier caso nunca deberá ser inferior a 9 meses (1 año en contratos con las administraciones públicas).

Artículo 47. Conservación de las obras recibidas provisionalmente

Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre las recepciones provisional y definitiva, correrán a cargo del contratista.

Si el edificio fuese ocupado o utilizado antes de la recepción definitiva, la guardería, limpieza y reparaciones causadas por el uso correrán a cargo del propietario y las reparaciones por vicios de obra o por defectos en las instalaciones, serán a cargo de la contrata.

Artículo 48. Recepción definitiva

La recepción definitiva se verificará después de transcurrido el plazo de garantía en igual forma y con las mismas formalidades que la provisional, a partir de cuya fecha cesará la obligación del constructor de reparar a su cargo aquellos desperfectos inherentes a la normal conservación de los edificios y quedarán sólo subsistentes todas las responsabilidades que pudieran alcanzarle por vicios de la construcción.

Artículo 49. 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 técnico competente director marcará al constructor los plazos y formas en que deberán

realizarse las obras necesarias y, de no efectuarse dentro de aquellos, podrá resolverse el contrato con pérdida de la fianza.

Artículo 50. Recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida

En el caso de resolución del contrato, el contratista vendrá obligado a retirar, en el plazo que se fije en el pliego de condiciones particulares, la maquinaria, medios auxiliares, instalaciones, etc., a resolver los subcontratos que tuviese concertados y a dejar la obra en condiciones de ser reanudada por otra empresa.

Las obras y trabajos terminados por completo se recibirán provisionalmente con los trámites establecidos en este pliego de condiciones. Transcurrido el plazo de garantía se recibirán definitivamente según lo dispuesto en este pliego.

Para las obras y trabajos no determinados, pero aceptables a juicio del técnico competente director, se efectuará una sola y definitiva recepción.

1.3 Disposiciones económicas

Artículo 51. Principio general

Todos los que intervienen en el proceso de construcción tienen derecho a percibir puntualmente las cantidades devengadas por su correcta actuación, con arreglo a las condiciones contractualmente establecidas.

La propiedad, el contratista y, en su caso, los técnicos pueden exigirse recíprocamente las garantías adecuadas al cumplimiento puntual de sus obligaciones de pago.

Artículo 52. Fianzas

El contratista prestará fianza con arreglo a alguno de los siguientes procedimientos según se estipule:

- Depósito previo, en metálico, valores, o aval bancario, por importe entre el 4% y el 10% del precio total de contrata.
- Mediante retención en las certificaciones parciales o pagos a cuenta en igual proporción.

El porcentaje de aplicación para el depósito o la retención se fijará en el pliego de condiciones particulares.

Artículo 53. Ejecución de los 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 técnico competente director, en nombre y representación del propietario, 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 propietario, en el caso de que el importe de la fianza no bastara para cubrir el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fuesen de recibo.

Artículo 54. Devolución de fianzas

La fianza retenida será devuelta al contratista en un plazo que no excederá de 30 días una vez firmada el acta de recepción definitiva de la obra. La propiedad podrá exigir que el contratista le acredite la liquidación y finiquito de sus deudas causadas por la ejecución de la obra, tales como salarios, suministros, subcontratos

Artículo 55. Devolución de la fianza en caso de efectuarse recepciones parciales

Si la propiedad, con la conformidad del técnico competente director, accediera a hacer recepciones parciales, tendrá derecho el contratista a que se le devuelva la parte proporcional de la fianza.

1.3.1 Los precios

Artículo 56. Composición de los precios unitarios

El cálculo de los precios de las distintas unidades de obra es el resultado de sumar los costes directos, los indirectos, los gastos generales y el beneficio industrial.

- Costes directos

- La mano de obra, con sus pluses y cargas y seguros sociales, que interviene directamente en la ejecución de la unidad de obra.
- Los materiales, a los precios resultantes a pie de obra, que queden integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.
- Los equipos y sistemas técnicos de seguridad y salud para la prevención y protección de accidentes y enfermedades profesionales.

- 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, instalaciones, sistemas y equipos anteriormente citados.
- Costes indirectos
- Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorios, seguros, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos. Todos estos gastos, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos.
- Gastos generales
- Los gastos generales de empresa, gastos financieros, cargas fiscales y tasas de la administración, legalmente establecidas. Se cifrarán como un porcentaje de la suma de los costes directos e indirectos.
- Beneficio industrial
- El beneficio industrial del contratista se establece en el 6% sobre la suma de las anteriores partidas en obras para la administración.
- Precio de ejecución material
- Se denominará precio de ejecución material el resultado obtenido por la suma de los anteriores conceptos a excepción del beneficio industrial.

Artículo 57. Precio de contrata

En el caso de que los trabajos a realizar en un edificio u obra aneja cualquiera se contratasen a riesgo y ventura, se entiende por precio de contrata el que importa el coste total de la unidad de obra, es decir, el precio de ejecución material, más el % sobre este último precio en concepto de beneficio industrial del contratista. El beneficio se estima normalmente en el 6%, salvo que en las condiciones particulares se establezca otro distinto.

Artículo 58. Precios contradictorios

Se producirán precios contradictorios sólo cuando la propiedad por medio del técnico competente decida introducir unidades o cambios de calidad en alguna de las previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista.

El contratista estará obligado a efectuar los cambios.

A falta de acuerdo, el precio se resolverá contradictoriamente entre el técnico competente y el contratista antes de comenzar la ejecución de los trabajos y en el plazo que determine el pliego de condiciones particulares. Si subsiste la diferencia se acudirá, en primer lugar, al concepto más análogo dentro del cuadro de precios del proyecto, y en segundo lugar al banco de precios de uso más frecuente en la localidad.

Los contradictorios que hubiere se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del contrato.

Artículo 59. Reclamación de aumento de precios

Si el contratista, antes de la firma del contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error u omisión reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirva de base para la ejecución de las obras.

Artículo 60. Formas tradicionales de medir y aplicar los precios

En ningún caso podrá alegar el contratista los usos y costumbres del país respecto de la aplicación de los precios o de la forma de medir las unidades de obras ejecutadas, se estará a lo previsto en primer lugar, al pliego general de condiciones técnicas y en segundo lugar, al pliego de condiciones particulares técnicas.

Artículo 61. Revisión de los precios contratados

Contratándose las obras a riesgo y ventura, no se admitirá la revisión de los precios en tanto que el incremento no alcance, en la suma de las unidades que falten por realizar de acuerdo con el calendario, un montante superior al 3% del importe total del presupuesto de contrato.

Caso de producirse variaciones en alza superiores a este porcentaje, se efectuará la correspondiente revisión de acuerdo con la fórmula establecida en el pliego de condiciones particulares, percibiendo el contratista la diferencia en más que resulte por la variación del IPC superior al 3%.

No habrá revisión de precios de las unidades que puedan quedar fuera de los plazos fijados en el calendario de la oferta.

Artículo 62. Acopio de materiales

El contratista queda obligado a ejecutar los acopios de materiales o aparatos de obra que la propiedad ordene por escrito.

Los materiales acopiados, una vez abonados por el propietario son, de la exclusiva propiedad de éste; de su guarda y conservación será responsable el contratista.

1.3.2 Obras por administración

Artículo 63. Administración

Se denominan obras por administración aquellas en las que las gestiones que se precisan para su realización las lleva directamente el propietario, bien por sí o por un representante suyo o bien por mediación de un constructor.

- Obras por administración directa.

Se denominan obras por administración directa aquellas en las que el propietario por sí o por mediación de un representante suyo, que puede ser el propio técnico director, expresamente autorizado a estos efectos, lleve directamente las gestiones precisas para la ejecución de la obra, adquiriendo los materiales, contratando su transporte a la obra y, en suma interviniendo directamente en todas las operaciones precisas para que el personal y los obreros contratados por él puedan realizarla; en estas obras el constructor, si lo hubiese, o el encargado de su realización, es un mero dependiente del propietario, ya sea como empleado suyo o como autónomo contratado por él, que es quien reúne en sí, por tanto, la doble personalidad de propietario y contratista.

- Obras por administración delegada o indirecta

Se entiende por obra por administración delegada o indirecta la que convienen un propietario y un constructor para que éste, por cuenta de aquel y como delegado suyo, realice las gestiones y los trabajos que se precisen y se convengan.

Son por tanto, características peculiares de las obras por administración delegada o indirecta las siguientes:

- Por parte del propietario, la obligación de abonar directamente, o por mediación del constructor, todos los gastos inherentes a la realización de los trabajos convenidos, reservándose el propietario la facultad de

poder ordenar, bien por sí o por medio del técnico director en su representación, el orden y la marcha de los trabajos, la elección de los materiales y aparatos que en los trabajos han de emplearse y, en suma, todos los elementos que crea preciso para regular la realización de los trabajos convenidos.

- Por parte del constructor, la obligación de llevar la gestión práctica de los trabajos, aportando sus conocimientos constructivos, los medios auxiliares precisos y, en suma, todo lo que, en armonía con su cometido, se requiera para la ejecución de los trabajos, percibiendo por ello del propietario un % prefijado sobre el importe total de los gastos efectuados y abonados por el constructor.

Artículo 64. Liquidación de obras por administración

Para la liquidación de los trabajos que se ejecuten por administración delegada o indirecta, regirán las normas que a tales fines se establezcan en las condiciones particulares de índole económica vigentes en la obra; a falta de ellas, las cuentas de administración las presentará el constructor al propietario, en relación valorada a la que deberá acompañarse y agrupados en el orden que se expresan los documentos siguientes todos ellos conformados por el técnico competente:

- Las facturas originales de los materiales adquiridos para los trabajos y el documento adecuado que justifique el depósito o el empleo de dichos materiales en la obra.
- Las nóminas de los jornales abonados, ajustadas a lo establecido en la legislación vigente, especificando el número de horas trabajadas en la obra por los operarios de cada oficio y su categoría, acompañando a dichas nóminas una relación numérica de los encargados, capataces, jefes de equipo, oficiales y ayudantes de cada oficio, peones especializados y sueltos, listeros, guardas, etc., que hayan trabajado en la obra durante el plazo de tiempo a que correspondan las nóminas que se presentan.
- Las facturas originales de los transportes de materiales puestos en la obra o de retirada de escombros.

- Los recibos de licencias, impuestos y demás cargas inherentes a la obra que haya pagado o en cuya gestión haya intervenido el constructor, ya que su abono es siempre de cuenta del propietario.

A la suma de todos los gastos inherentes a la propia obra en cuya gestión o pago haya intervenido el constructor se le aplicará, a falta de convenio especial, un 15%, entendiéndose que en este porcentaje están incluidos los medios auxiliares y los de seguridad preventivos de accidentes, los gastos generales que al constructor originen los trabajos por administración que realiza y el beneficio industrial del mismo.

Artículo 65. Abono al constructor de las cuentas de administración delegada

Salvo pacto distinto, los abonos al constructor de las cuentas de administración delegada los realizará el propietario mensualmente según las partes de trabajos realizados aprobados por el propietario o por su delegado representante.

Independientemente, el técnico competente, con igual periodicidad, la medición de la obra realizada, valorándola con arreglo al presupuesto aprobado. Estas valoraciones no tendrán efectos para los abonos al constructor, salvo que se hubiese pactado lo contrario contractualmente.

Artículo 66. Normas para la adquisición de los materiales

No obstante las facultades que en estos trabajos por administración delegada se reserva el propietario para la adquisición de los materiales y aparatos, si al constructor se le autoriza para gestionarlos y adquirirlos, deberá presentar al propietario, o en su representación al técnico competente, los precios y las muestras de los materiales y aparatos ofrecidos, necesitando su previa aprobación antes de adquirirlos.

Artículo 67. Rendimiento de los obreros

Si de los partes mensuales de obra ejecutada que preceptivamente debe presentar el constructor al ingeniero o técnico director, éste advirtiese que los rendimientos de la mano de obra, en todas o en algunas de las unidades de obra ejecutada, fuesen notoriamente inferiores a los rendimientos normales generalmente admitidos para unidades de obra iguales o similares, se lo notificará por escrito al constructor, con el fin de que éste haga las gestiones precisas para aumentar la producción en la cuantía señalada por el ingeniero o técnico director.

Si hecha esta notificación al constructor, en los meses sucesivos, los rendimientos no llegasen a los normales, el propietario queda facultado para resarcirse de la diferencia, rebajando su importe del 15% que por los conceptos antes expresados correspondería abonarle al constructor en las liquidaciones quincenales que preceptivamente deben efectuársele. En caso de no llegar ambas partes a un acuerdo en cuanto a los rendimientos de la mano de obra, se someterá el caso a arbitraje.

Artículo 68. Responsabilidad del constructor

En los trabajos de obras por administración delegada, el constructor sólo será responsable de los defectos constructivos que pudieran tener los trabajos o unidades por él ejecutadas y también de los accidentes o perjuicios que pudieran sobrevenir a los obreros o a terceras personas por no haber tomado las medidas precisas que en las disposiciones legales vigentes se establecen. En cambio, y salvo lo expresado en el artículo 67 precedente, no será responsable del mal resultado que pudiesen dar los materiales y aparatos elegidos con arreglo a las normas establecidas en dicho artículo.

En virtud de lo anteriormente consignado, el constructor está obligado a reparar por su cuenta los trabajos defectuosos y a responder también de los accidentes o perjuicios expresados en el párrafo anterior.

1.3.3 Valoración y abono de los trabajos

Artículo 69. Formas de abono de las obras

Según la modalidad elegida para la contratación de las obras, y salvo que en el pliego particular de condiciones económicas se preceptúe otra cosa, el abono de los trabajos se efectuará así:

- Tipo fijo o tanto alzado total. Se abonará la cifra previamente fijada como base de la adjudicación, disminuida en su caso en el importe de la baja efectuada por el adjudicatario.
- Tipo fijo o tanto alzado por unidad de obra. Este precio por unidad de obra es invariable y se haya fijado de antemano, pudiendo variar solamente el número de unidades ejecutadas.

Previa medición y aplicando al total de las diversas unidades de obra ejecutadas, del precio invariable estipulado de antemano para cada una de ellas, estipulado de antemano para cada una de ellas, se abonará al contratista el importe de las

comprendidas en los trabajos ejecutados y ultimados con arreglo y sujeción a los documentos que constituyen el proyecto, los que servirán de base para la medición y valoración de las diversas unidades.

- Tanto variable por unidad de obra. Según las condiciones en que se realice y los materiales diversos empleados en su ejecución de acuerdo con las órdenes del técnico director.
- Se abonará al contratista en idénticas condiciones al caso anterior.
- Por listas de jornales y recibos de materiales, autorizados en la forma que el presente pliego general de condiciones económicas determina.
- Por horas de trabajo, ejecutado en las condiciones determinadas en el contrato.

Artículo 70. Relaciones valoradas y certificaciones

En cada una de las épocas o fechas que se fijen en el contrato o en los pliegos de condiciones particulares que rijan en la obra, formará el contratista una relación valorada de las obras ejecutadas durante los plazos previstos, según la medición que habrá practicado el técnico competente.

Lo ejecutado por el contratista en las condiciones preestablecidas, se valorará aplicando al resultado de la medición general, cúbica, superficial, lineal, ponderada o numeral correspondiente para cada unidad de obra, los precios señalados en el presupuesto para cada una de ellas, teniendo presente además lo establecido en el presente pliego general de condiciones económicas respecto a mejoras o sustituciones de material y a las obras accesorias y especiales, etc.

Al contratista, que podrá presenciar las mediciones necesarias para extender dicha relación, se le facilitarán por el técnico los datos correspondientes de la relación valorada, acompañándolos de una nota de envío, al objeto de que, dentro del plazo de 10 días a partir de la fecha del recibo de dicha nota, pueda el contratista examinarlos y devolverlos firmados con su conformidad o hacer, en caso contrario, las observaciones o reclamaciones que considere oportunas.

Dentro de los 10 días siguientes a su recibo, el técnico director aceptará o rechazará las reclamaciones del contratista si las hubiere, dando cuenta al mismo de su resolución, pudiendo éste, en el segundo caso, acudir ante el propietario contra la

resolución del técnico director en la forma referida en los pliegos generales de condiciones facultativas y legales.

Tomando como base la relación valorada indicada en el párrafo anterior, expedirá el técnico director la certificación de las obras ejecutadas. De su importe se deducirá el tanto por cien que para la construcción de la fianza se haya pre establecido.

El material acopiado a pie de obra por indicación expresa y por escrito del propietario, podrá certificarse hasta el 90% de su importe, a los precios que figuren en los documentos del proyecto, sin afectarlos del % de contrata.

Las certificaciones se remitirán al propietario, dentro del mes siguiente al período a que se refieren, y tendrán el carácter de documento y entregas a buena cuenta, sujetas a las rectificaciones y variaciones que se deriven de la liquidación final, no suponiendo tampoco dichas certificaciones aprobación ni recepción de las obras que comprenden.

Las relaciones valoradas contendrán solamente la obra ejecutada en el plazo a que la valoración se refiere. En el caso de que el técnico director lo exigiera, las certificaciones se extenderán al origen.

Artículo 71. Mejoras de obras libremente ejecutadas

Cuando el contratista, incluso con autorización del técnico director, emplease materiales de más esmerada preparación o de mayor tamaño que el señalado en el proyecto o sustituyese una clase de fábrica con otra que tuviese asignado mayor precio o ejecutase con mayores dimensiones cualquiera parte de la obra, o, en general, introdujese en ésta y sin pedírsela, cualquiera otra modificación que sea beneficiosa a juicio del técnico director, no tendrá derecho, sin embargo, más que al abono de lo que pudiera corresponder en el caso de que hubiese construido la obra con estricta sujeción a la proyectada y contratada o adjudicada.

Artículo 72. Abono de los trabajos presupuestados con partida alzada

Salvo lo preceptuado en el pliego de condiciones particulares de índole económica, vigente en la obra, el abono de los trabajos presupuestados en partida alzada, se efectuará de acuerdo con el procedimiento que corresponda entre los que a continuación se expresan:

- Si existen precios contratados para unidades de obras iguales, las presupuestadas mediante partida alzada, se abonarán previa medición y aplicación del precio establecido.
- Si existen precios contratados para unidades de obra similares, se establecerán precios contradictorios para las unidades con partida alzada, deducidos de los similares contratados.
- Si no existen precios contratados para unidades de obra iguales o similares, la partida alzada se abonará íntegramente al contratista, salvo el caso de que en el presupuesto de la obra se exprese que el importe de dicha partida debe justificarse, en cuyo caso el técnico director indicará al contratista y con anterioridad a su ejecución, el procedimiento que de seguirse para llevar dicha cuenta, que en realidad será de administración, valorándose los materiales y jornales a los precios que figuren en el presupuesto aprobado o, en su defecto, a los que con anterioridad a la ejecución convengan las dos partes, incrementándose su importe total con el porcentaje que se fije en el pliego de condiciones particulares en concepto de gastos generales y beneficio industrial del contratista.

Artículo 73. Abono de agotamiento y trabajos especiales no contratados

Cuando fuese preciso efectuar agotamientos, inyecciones y otra clase de trabajos de cualquiera índole especial y ordinaria, que por no estar contratados no sean de cuenta del contratista, y si no se contratasen con tercera persona, tendrá el contratista la obligación de realizarlos y de satisfacer los gastos de toda clase que ocasionen, los cuales le serán abonados por el propietario por separado de la contrata.

Además de reintegrar mensualmente estos gastos al contratista, se le abonará juntamente con ellos el tanto por cien del importe total que, en su caso, se especifique en el pliego de condiciones particulares.

Artículo 74. Pagos

Los pagos se efectuarán por el propietario en los plazos previamente establecidos, y su importe corresponderá precisamente al de las certificaciones de obra conformadas por el técnico director, en virtud de las cuales se verifican aquellos.

Artículo 75. 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 técnico director exigiera su realización durante el plazo de garantía, serán valorados a los precios que figuren en el presupuesto y abonados de acuerdo con lo establecido en los pliegos particulares o en su defecto en los generales, en el caso de que dichos precios fuesen inferiores a los que rijan en la época de su realización; en caso contrario, se aplicarán estos últimos.
- Si se han ejecutado trabajos precisos para la reparación de desperfectos ocasionados por el uso del edificio, por haber sido éste utilizado durante dicho plazo por el propietario, 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.

1.3.4 Indemnizaciones mutuas

Artículo 76. Por retraso del plazo de terminación de las obras

La indemnización por retraso en la terminación se establecerá en un tanto por mil del importe total de los trabajos contratados, por cada día natural de retraso, contados a partir del día de terminación fijado en el calendario de obra, salvo lo dispuesto en el pliego particular del presente proyecto.

Las sumas resultantes se descontarán y retendrán con cargo a la fianza.

1.3.5 Varios

Artículo 77. Demora de los pagos por parte del propietario

Si el propietario no efectuase el pago de las obras ejecutadas, dentro del mes siguiente al que corresponde el plazo convenido el contratista tendrá además el derecho de percibir el abono de un 5% anual (o el que se defina en el pliego particular), en

concepto de intereses de demora, durante el espacio de tiempo del retraso y sobre el importe de la mencionada certificación.

Si aún transcurrieran 2 meses a partir del término de dicho plazo de 1 mes sin realizarse dicho pago, tendrá derecho el contratista a la resolución del contrato, procediéndose a la liquidación correspondiente de las obras ejecutadas y de los materiales acopiados, siempre que éstos reúnan las condiciones preestablecidas y que su cantidad no exceda de la necesaria para la terminación de la obra contratada o adjudicada.

No obstante lo anteriormente expuesto, se rechazará toda solicitud de resolución del contrato fundada en dicha demora de pagos, cuando el contratista no justifique que en la fecha de dicha solicitud ha invertido en obra o en materiales acopiados admisibles la parte de presupuesto correspondiente al plazo de ejecución que tenga señalado en el contrato.

Artículo 78. Mejoras aumentos y/o reducción de obra

No se admitirán mejoras de obra, más que en el caso en que el técnico director haya ordenado por escrito la ejecución de trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el contrato. Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del proyecto a menos que el arquitecto director ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas.

En todos estos casos será condición indispensable que ambas partes contratantes, antes de su ejecución o empleo, convengan por escrito los importes totales de las unidades mejoradas, los precios de los nuevos materiales o aparatos ordenados emplear y los aumentos que todas estas mejoras o aumentos de obra supongan sobre el importe de las unidades contratadas.

Se seguirán el mismo criterio y procedimiento, cuando el técnico director introduzca innovaciones que supongan una reducción apreciable en los importes de las unidades de obra contratadas.

Artículo 79. Unidades de obra defectuosas, pero aceptables

Cuando por cualquier causa fuera menester valorar obra defectuosa, pero aceptable a juicio del técnico director de las obras, éste determinará el precio o partida

de abono después de oír al contratista, el cual deberá conformarse con dicha resolución, salvo el caso en que, estando dentro del plazo de ejecución, prefiera demoler la obra y rehacerla con arreglo a condiciones, sin exceder de dicho plazo.

Artículo 80. Seguro de las obras

El contratista estará obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidirá en cada momento con el valor que tengan por contrata los objetos asegurados.

El importe abonado por la sociedad aseguradora, en el caso de siniestro, se ingresará en cuenta a nombre del propietario, para que con cargo a ella se abone la obra que se construya, y a medida que ésta se vaya realizando.

El reintegro de dicha cantidad al contratista se efectuará por certificaciones, como el resto de los trabajos de la construcción. En ningún caso, salvo conformidad expresa del contratista, hecho en documento público, el propietario podrá disponer de dicho importe para menesteres distintos del de reconstrucción de la parte siniestrada.

La infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el contratista pueda resolver el contrato, con devolución de fianza, abono completo de gastos, materiales acopiados, etc., y una indemnización equivalente al importe de los daños causados al contratista por el siniestro y que no se le hubiesen abonado, pero sólo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la compañía aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por el técnico director.

En las obras de reforma o reparación, se fijarán previamente la porción de edificio que debe ser asegurada y su cuantía, y si nada se prevé, se entenderá que el seguro ha de comprender toda la parte del edificio afectada por la obra.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuren en la póliza o pólizas de seguros, los pondrá el contratista, antes de contratarlos, en conocimiento del propietario, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos.

Además se han de establecer garantías por daños materiales ocasionados por vicios y defectos de la construcción, según se describe en la LOE.

Artículo 81. Conservación de la obra

Si el contratista, siendo su obligación, no atiende a la conservación de la obra durante el plazo de garantía, en el caso de que el edificio no haya sido ocupado por el propietario antes de la recepción definitiva, el técnico director, en representación del propietario, podrá disponer todo lo que sea preciso para que se atienda a la guardería, limpieza y todo lo que fuese menester para su buena conservación, abonándose todo ello por cuenta de la contrata.

Al abandonar el contratista el edificio, tanto por buena terminación de las obras, como en el caso de resolución del contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que el técnico director fije.

Después de la recepción provisional del edificio y en el caso de que la conservación del edificio corra a cargo del contratista, no deberá haber en él más herramientas, útiles, materiales, muebles, etc., que los indispensables para su guardería y limpieza y para los trabajos que fuese preciso ejecutar.

En todo caso, ocupado o no el edificio, está obligado el contratista a revisar y reparar la obra, durante el plazo expresado, procediendo en la forma prevista en el presente pliego de condiciones económicas.

Artículo 82. Pagos 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 de la contrata, siempre que en las condiciones particulares del proyecto no se estipule lo contrario.

2. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES

2.1 Prescripciones sobre los materiales

2.1.1 Condiciones generales

Artículo 1. Calidad de los materiales

Todos los materiales a emplear en la presente obra serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

Artículo 2. Pruebas y ensayos de materiales

Todos los materiales a que este capítulo se refiere podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, que se crean necesarios para acreditar su calidad. Cualquier otro que haya sido especificado, y sea necesario emplear, deberá ser aprobado por la dirección de las obras, bien entendido que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la construcción.

Artículo 3. Materiales no consignados en el proyecto

Los materiales no consignados en proyecto que dieran lugar a precios contradictorios reunirán las condiciones de bondad necesarias, a juicio de la dirección facultativa, no teniendo el contratista derecho a reclamación alguna por estas condiciones exigidas.

Artículo 4. Condiciones generales de ejecución

Todos los trabajos incluidos en el presente proyecto se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de la construcción y cumpliendo estrictamente las instrucciones recibidas por la dirección facultativa, no pudiendo por tanto servir de pretexto al contratista la baja subasta para variar esa esmerada ejecución, ni la primerísima calidad de las instalaciones proyectadas en cuanto a sus materiales y mano de obra, ni pretender proyectos adicionales. Condiciones que han de cumplir con los materiales

Artículo 5. Materiales para hormigones y morteros

5.1 Áridos

5.1.1 Generalidades

La naturaleza de los áridos y su preparación serán tales que permitan garantizar la adecuada resistencia y durabilidad del hormigón, así como las restantes características que se exijan a éste en el pliego de prescripciones técnicas particulares.

Como áridos para la fabricación de hormigones pueden emplearse arenas y gravas existentes en yacimientos naturales, machacados u otros productos cuyo empleo se encuentre sancionado por la práctica o resulte aconsejable como consecuencia de estudios realizados en un laboratorio oficial. En cualquier caso cumplirá las condiciones de la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE).

Cuando no se tengan antecedentes sobre la utilización de los áridos disponibles, o se vayan a emplear para otras aplicaciones distintas de las ya sancionadas por la práctica, se realizarán ensayos de identificación mediante análisis mineralógicos, petrográficos, físicos o químicos, según convengan a cada caso.

En el caso de utilizar escorias siderúrgicas como árido, se comprobará previamente que son estables, es decir, que no contienen silicatos inestables ni compuestos ferrosos.

Esta comprobación se efectuará con arreglo al método de ensayo UNE 7243. Se prohíbe el empleo de áridos que contengan sulfuros oxidables.

Se entiende por “arena” o “árido fino” el árido fracción del mismo que pasa por un tamiz de 5 mm de luz de malla (tamiz 5 UNE 7050); por “grava” o “árido grueso” el que resulta detenido por dicho tamiz; y por “árido total” (o simplemente “árido”, cuando no hay lugar a confusiones), aquel que, de por sí o por mezcla, posee las proporciones de arena y grava adecuadas para fabricar el hormigón necesario en el caso particular que se considere.

5.1.2 Limitación de tamaño

Cumplirá las condiciones señaladas en la EHE.

5.2 Agua para amasado

Habrá de cumplir las siguientes prescripciones:

- Acidez tal que el pH sea mayor de 5. (UNE 7234:71).
- Sustancias solubles, menos de 15 gr/l, según UNE 7130:58.
- Sulfatos expresados en SO₄, menos de 1 gr/l, según ensayo UNE 7131:58.
- Ion cloro para hormigón con armaduras, menos de 6 gr/l, según UNE 7178:60.
- Grasas o aceites de cualquier clase, menos de 15 gr/l, según UNE 7235.

- Carencia absoluta de azúcares o carbohidratos, según ensayo UNE 7132:58.
- Demás prescripciones de la EHE.

5.3 Aditivos

Se definen como aditivos a emplear en hormigones y morteros aquellos productos sólidos o líquidos, excepto cemento, áridos o agua, que mezclados durante el amasado modifican o mejoran las características del mortero u hormigón, en especial en lo referente al fraguado, endurecimiento, plasticidad e inclusión de aire.

Se establecen los siguientes límites:

- Si se emplea cloruro cálcico como acelerador, su dosificación será igual o menor del 2% del peso del cemento y si se trata de hormigonar con temperaturas muy bajas, del 3,5% del peso del cemento.
- Si se usan aireantes para hormigones normales su proporción será tal que la disminución de la resistencia a compresión producida por la inclusión del aireante sea inferior al 20%. En ningún caso la proporción de aireante será mayor del 4% del peso del cemento.

En caso de empleo de colorantes, la proporción será inferior al 10% del peso del cemento. No se emplearán colorantes orgánicos.

Cualquier otro que se derive de la aplicación de la EHE.

5.4 Cemento

Se entiende como tal un aglomerante hidráulico que responda a alguna de las definiciones de la Instrucción para la recepción de cementos (RC-03).

Podrá almacenarse en sacos o a granel. En el primer caso, el almacén protegerá contra la intemperie y la humedad, tanto del suelo como de las paredes. Si se almacenara a granel, no podrán mezclarse en el mismo sitio cementos de distintas calidades y procedencias.

Se exigirá al contratista la realización de ensayos que demuestren de modo satisfactorio que los cementos cumplen las condiciones exigidas. Las partidas de cemento defectuoso serán retiradas de la obra en el plazo máximo de 8 días. Los métodos de ensayo serán los detallados en la RC-03. Se realizarán en laboratorios homologados.

Se tendrán en cuenta prioritariamente las determinaciones de la EHE.

Artículo 6. Acero

6.1 Acero de alta adherencia para armaduras

Se aceptarán aceros de alta adherencia que lleven el sello de conformidad CIETSID. Estos aceros vendrán marcados de fábrica con señales indelebles para evitar confusiones en su empleo. No presentarán ovalaciones, grietas, sopladuras, ni mermas de sección superiores al 5%.

El módulo de elasticidad será igual o mayor que 2.100.000 kg/cm².

Entendiendo por límite elástico la mínima tensión capaz de producir una deformación permanente de 0,2%, se prevé el acero de límite elástico 4.200 kg/cm², cuya carga de rotura no será inferior a 5.250 kg/cm². Esta tensión de rotura es el valor de la ordenada máxima del diagrama tensión-deformación.

Se tendrán en cuenta prioritariamente las determinaciones de la EHE.

6.2 Acero laminado

El acero empleado en los perfiles de acero laminado será de los tipos establecidos en la norma UNE EN 10025, también se podrán utilizar los aceros establecidos por las normas UNE EN 10210-1:1994 y UNE EN 10219-1:1998.

En cualquier caso se tendrán en cuenta las especificaciones del artículo 4.2 del DB SE-A Seguridad Estructural Acero del CTE.

Los perfiles vendrán con su correspondiente identificación de fábrica, con señales indelebles para evitar confusiones. No presentarán grietas, ovalizaciones, sopladuras ni mermas de sección superiores al 5%.

Artículo 7. Materiales auxiliares de hormigones

7.1 Productos para curado de hormigones

Se definen como productos para curado de hormigones hidráulicos los que, aplicados en forma de pintura pulverizada, depositan una película impermeable sobre la superficie del hormigón para impedir la pérdida de agua por evaporación.

El color de la capa protectora resultante será claro, preferiblemente blanco, para evitar la absorción del calor solar. Esta capa deberá ser capaz de permanecer intacta durante 7 días al menos después de una aplicación.

7.2 Desencofrantes

Se definen como tales a los productos que, aplicados en forma de pintura a los encofrados, disminuyen la adherencia entre éstos y el hormigón, facilitando la labor de desmoldeo. El empleo de estos productos deberá ser expresamente autorizado, sin cuyo requisito no se podrán utilizar.

Artículo 8. Encofrados y cimbras

8.1 Productos para curado de hormigones

Se definen como productos para curado de hormigones hidráulicos los que, aplicados en forma de pintura pulverizada, depositan una película impermeable sobre la superficie del hormigón para impedir la pérdida de agua por evaporación.

El color de la capa protectora resultante será claro, preferiblemente blanco, para evitar la absorción del calor solar. Esta capa deberá ser capaz de permanecer intacta durante 7 días al menos después de una aplicación.

8.2 Desencofrantes

Independientemente, el técnico competente, con igual periodicidad, la medición de la obra realizada, valorándola con arreglo al presupuesto aprobado. Estas valoraciones no tendrán efectos para los abonos al constructor, salvo que se hubiese pactado lo contrario contractualmente.

Artículo 9. Aglomerantes, excluido cemento

9.1 Cal hidráulica

Cumplirá las siguientes condiciones:

- Peso específico comprendido entre dos enteros y cinco décimas y dos enteros y ocho décimas.
- Densidad aparente superior a ocho décimas.
- Pérdida de peso por calcinación al rojo blanco menor del 12%.
- Fraguado entre 9 y 30 h.

- Residuo de tamiz 4900 mallas menor del 6%.
- Resistencia a la tracción de pasta pura a los 7 días superior a 8 kg/cm^2 .
Curado de la probeta un 1día al aire y el resto en agua.
- Resistencia a la tracción del mortero normal a los 7 días superior a 4 kg/cm^2 . Curado por la probeta 1 día al aire y el resto en agua.
- Resistencia a la tracción de pasta pura a los 28 días superior a 8 kg/cm^2 y también superior en 2 kg/cm^2 a la alcanzada al 7º día.

9.2 Yeso negro

Deberá cumplir las siguientes condiciones:

- El contenido en sulfato cálcico semihidratado ($\text{SO}_4\text{Ca}/2\text{H}_2\text{O}$) será como mínimo del 50% en peso.
- El fraguado no comenzará antes de los 2 min y no terminará después de los 30 min.
- En tamiz 0,2 UNE 7050 no será mayor del 20%.
- En tamiz 0,08 UNE 7050 no será mayor del 50%.
- Las probetas prismáticas 4-4-16 cm de pasta normal ensayadas a flexión, con una separación entre apoyos de 10,67 cm, resistirán una carga central de 120 kg como mínimo.
- La resistencia a compresión determinada sobre medias probetas procedentes del ensayo a flexión, será como mínimo 75 kg/cm^2 . La toma de muestras se efectuará como mínimo en un 3% de los casos mezclando el yeso procedente hasta obtener por cuarteo una muestra de 10 kg como mínimo una muestra.

Los ensayos se efectuarán según las normas UNE 7064 y UNE 7065.

Artículo 10. Materiales de cubierta

10.1 Impermeabilizantes

Las láminas impermeabilizantes podrán ser bituminosas, plásticas o de caucho. Las láminas y las imprimaciones deberán llevar una etiqueta identificativa indicando la clase de producto, el fabricante, las dimensiones y el peso por m^2 . Dispondrán de Sello INCE/Marca AENOR y de homologación MICT, o de un sello o certificación de conformidad incluido en el registro del CTE del Ministerio de la Vivienda.

Podrán ser bituminosos, ajustándose a uno de los sistemas aceptados por el DB correspondiente del CTE, cuyas condiciones cumplirá, o, no bituminosos o bituminosos modificados teniendo concedido Documento de Idoneidad Técnica de IETCC, cumpliendo todas sus condiciones.

10.2 Desencofrantes

Independientemente, el técnico competente, con igual periodicidad, la medición de la obra realizada, valorándola con arreglo al presupuesto aprobado. Estas valoraciones no tendrán efectos para los abonos al constructor, salvo que se hubiese pactado lo contrario contractualmente.

Artículo 11. Plomo y cinc

Salvo indicación de lo contrario, la ley mínima del plomo será de 99%.

Será de la mejor calidad, de primera fusión, dulce, flexible, laminado teniendo las planchas espesor uniforme, fractura brillante y cristalina, desechándose las piezas que tengan picaduras o presenten hojas, aberturas o abolladuras.

Artículo 12. Materiales para fábrica

12.1 Fábrica de ladrillo y bloque

Las piezas utilizadas en la construcción de fábricas de ladrillo o bloque se ajustarán a lo estipulado en el artículo 4 del DB SE-F Seguridad Estructural Fábrica del CTE.

La resistencia normalizada a compresión mínima de las piezas será de 5 N/mm².

Los ladrillos serán de primera calidad según queda definido en el Pliego general de condiciones para la recepción de ladrillos cerámicos en las obras de construcción (RL- 88). Las dimensiones de los ladrillos se medirán de acuerdo con la UNE 7267. La resistencia a compresión de los ladrillos será como mínimo:

- Ladrillos macizos = 100 kg · cm⁻².
- Ladrillos perforados = 100 kg · cm⁻².
- Ladrillos huecos = 50 kg · cm⁻².

Artículo 13. Materiales para solados y alicatados

13.1 Baldosas y losas de terrazo

Se compondrán como mínimo de una capa de huella de hormigón o mortero de cemento, triturados de piedra o mármol, y, en general, colorantes y de una capa base de mortero menos rico y árido más grueso.

Los áridos estarán limpios y desprovistos de arcilla y materia orgánica. Los colorantes no serán orgánicos y se ajustarán a la UNE 41060.

Las tolerancias en dimensiones serán:

- Para medidas superiores a 10 cm, cinco décimas de milímetro en más o en menos.
- Para medidas de 10 cm o menos tres décimas de milímetro en más o en menos.
- El espesor medido en distintos puntos de su contorno no variará en más de 1,5 mm y no será inferior a los valores indicados a continuación.
- Se entiende a estos efectos por lado, el mayor del rectángulo si la baldosa es rectangular, y si es de otra forma, el lado mínimo del cuadrado circunscrito.
- El espesor de la capa de la huella será uniforme y no menor en ningún punto de 7 mm, y en las destinadas a soportar tráfico o en las losas no menor de 8 mm.
- La variación máxima admisible en los ángulos, medida sobre un arco de 20 cm de radio, será de $\pm 0,5$ mm.
- La flecha mayor de una diagonal no sobrepasará el 4% de la longitud, en más o en menos.
- El coeficiente de absorción de agua determinado según la UNE 7008 será menor o igual al 15%.
- El ensayo de desgaste se efectuará según la UNE 7015, con un recorrido de 250 m en húmedo y con arena como abrasivo; el desgaste máximo admisible será de 4 mm y sin que aparezca la segunda capa tratándose de baldosas para interiores y de 3 mm en baldosas de aceras o destinadas a soportar tráfico.
- Las muestras para los ensayos se tomarán por azar, 20 unidades como mínimo del millar y 5 unidades por cada millar más, desecharando y sustituyendo por otras las que tengan defectos visibles, siempre que el número de desecharadas no exceda del 5%.

13.2 Rodapiés de terrazo

Las piezas para rodapié estarán hechas de los mismos materiales que las del solado, tendrán un canto romo y sus dimensiones serán de 40x10 cm. Las exigencias técnicas serán análogas a las del material de solado.

13.3 Azulejos

Se definen como azulejos las piezas poligonales, con base cerámica recubierta de una superficie vidriada de colorido variado, que sirven para revestir paramentos.

Deberán cumplir las siguientes condiciones:

- Ser homogéneos, de textura compacta y resistente al desgaste.
- Carecer de grietas, coqueras, planos y exfoliaciones y materias extrañas que pueden disminuir su resistencia y duración.
- Tener color uniforme y carecer de manchas eflorescentes.
- La superficie vitrificada será completamente plana, salvo cantos romos o terminales.
- Los azulejos estarán perfectamente moldeados y su forma y dimensiones serán las señaladas en los planos.
- La superficie de los azulejos será brillante, salvo que, explícitamente, se exija que la tengan mate.
- Los azulejos situados en las esquinas no serán lisos sino que presentarán, según los casos, un canto romo, largo o corto, o un terminal de esquina izquierda o derecha, o un terminal de ángulo entrante con aparejo vertical u horizontal.
- La tolerancia en las dimensiones será de un 1% en menos y un 0% en más, para los de primera clase.
- La determinación de los defectos en las dimensiones se hará aplicando una escuadra perfectamente ortogonal a una vertical cualquiera del azulejo, haciendo coincidir una de las aristas con un lado de la escuadra. La desviación del extremo de la otra arista respecto al lado de la escuadra es el error absoluto, que se traducirá a porcentual.

13.4 Baldosas y losas de Mármol

Los mármoles deben de estar exentos de los defectos generales tales como pelos, grietas, coqueras, bien sean estos defectos debidos a trastornos de la formación de la masa o a la mala explotación de las canteras. Deberán estar perfectamente planos y pulimentados.

Las baldosas serán piezas de 50x50 cm como máximo y 3 cm de espesor. Las tolerancias en sus dimensiones se ajustarán a las expresadas en el párrafo 9.1 para las piezas de terrazo.

13.5 Rodapiés de mármol

Las piezas de rodapié estarán hechas del mismo material que las de solado; tendrán un canto romo y serán de 10 cm de alto. Las exigencias técnicas serán análogas a las del solado de mármol.

Artículo 14. Carpintería de taller

14.1 Puertas de madera

Las puertas de madera que se emplean en la obra deberán tener la aprobación del Ministerio de Industria, la autorización de uso del MOPU o un documento de idoneidad técnica expedido por el IETCC.

14.2 Cercos

Los cercos de los marcos interiores serán de primera calidad, con una escuadría mínima de 7x5 cm.

Artículo 15. Carpintería metálica

15.1. Ventanas y puertas

Los perfiles empleados en la confección de ventanas y puertas metálicas, serán especiales de doble junta y cumplirán todas las prescripciones legales. No se admitirán rebabas ni curvaturas, rechazándose los elementos que adolezcan de algún defecto de fabricación.

Artículo 16. Pintura

16.1 Pintura al temple

Estará compuesta por una cola disuelta en agua y un pigmento mineral finamente disperso con la adición de un antifermento tipo formol para evitar la putrefacción de la cola. Los pigmentos a utilizar podrán ser:

- Blanco de cinc, que cumplirá la UNE 48041.
- Litopón, que cumplirá la UNE 48040.
- Bióxido de titanio, según la UNE 48044.

También podrán emplearse mezclas de estos pigmentos con carbonato cálcico y sulfato básico. Estos dos últimos productos, considerados como cargas, no podrán entrar en una proporción mayor del 25% del peso del pigmento.

16.2 Pintura plástica

Está compuesta por un vehículo formado por barniz adquirido y los pigmentos están constituidos de bióxido de titanio y colores resistentes.

Artículo 17. Colores, aceites, barnices, etc

Todas las sustancias de uso general en la pintura deberán ser de excelente calidad. Los colores reunirán las condiciones siguientes:

- Facilidad de extenderse y cubrir perfectamente las superficies.
- Fijeza en su tinta.
- Facultad de incorporarse al aceite, color, etc.
- Ser inalterables a la acción de los aceites o de otros colores.
- Insolubilidad en el agua.

Los aceites y barnices reunirán las siguientes condiciones:

- Ser inalterables por la acción del aire.
- Conservar la fijeza de los colores.
- Transparencia y color perfectos.

Los colores estarán bien molidos y serán mezclados con el aceite, bien purificados y sin posos. Su color será amarillo claro, no admitiéndose el que al usarlos, dejen manchas o ráfagas que indiquen la presencia de sustancias extrañas

Artículo 18. Fontanería

18.1 Tubería de acero inoxidable

La designación de pesos, espesores de pared, tolerancias, etc. se ajustarán a las correspondientes normas DIN. Los manguitos de unión serán de hierro maleable galvanizado con junta esmerilada.

18.2 Tubería de PVC

Si se utilizan en el saneamiento horizontal, el diámetro mínimo a utilizar será de 40 cm y los cambios de sección se realizarán mediante las arquetas correspondientes.

18.2 Bajantes

Las bajantes tanto de aguas pluviales serán de materiales plásticos que dispongan autorización de uso. No se admitirán bajantes de diámetro inferior a 90 mm.

Todas las uniones entre tubos y piezas especiales se realizarán mediante uniones Gibault.

Artículo 19. Instalaciones eléctricas

19.1 Normas

Todos los materiales que se empleen en la instalación eléctrica, tanto de alta como de baja tensión deberán cumplir las prescripciones técnicas que dictan las normas internacionales CBI, los reglamentos en vigor, así como las normas técnico-prácticas de la compañía suministradora de energía.

19.2 Conductores de baja tensión

Los conductores de los cables serán de cobre desnudo recocido, normalmente con formación e hilo único hasta 6 mm².

La cubierta será de policloruro de vinilo tratada convenientemente de forma que asegure mejor resistencia al frío, a la laceración, a la abrasión respecto al policloruro de vinilo normal (PVC).

La acción sucesiva del sol y de la humedad no debe provocar la más mínima alteración de la cubierta. El relleno que sirve para dar forma al cable aplicado por extrusión sobre las almas del cableado debe ser de material adecuado de manera que pueda ser fácilmente separado para la confección de los empalmes y terminales.

Los cables denominados de “instalación”, normalmente alojados en tubería protectora, serán de cobre con aislamiento de PVC. La tensión de servicio será de 750 V y la tensión de ensayo de 2.000 V.

La sección mínima que se utilizará en los cables destinados tanto a circuitos de alumbrado como de fuerza será de 1,5 m²

Los ensayos de tensión y de resistencia de aislamiento se efectuarán con la tensión de prueba de 2.000 V, de igual forma que en los cables anteriores.

19.3 Aparatos de alumbrado interior

Las luminarias se construirán con chasis de chapa de acero de calidad, con espesor o nervaduras suficientes para alcanzar la rigidez necesaria.

Los enchufes con toma de tierra tendrán esta toma dispuesta de forma que sea la primera en establecerse y la última en desaparecer y serán irreversibles, sin posibilidad de error en la conexión.

Artículo 20. Instalación de ACS

Todos los materiales que se empleen en la instalación de ACS deberán cumplir con las exigencias marcadas en la normativa vigente en especial en el CTE. Todos los componentes de dicha instalación cumplirán los requisitos marcados en la normativa actual o en las modificaciones sucesivas de la normativa actual hasta el momento de su ejecución.

2.2. Prescripciones en cuanto a la ejecución por unidades de obra y prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado

Artículo 21. Movimiento de tierras

21.1 Explanación y préstamos

Consiste en el conjunto de operaciones para excavar, evacuar, rellenar y nivelar el terreno así como las zonas de préstamos que puedan necesitarse y el consiguiente transporte de los productos removidos a depósito o lugar de empleo.

21.1.1 Ejecución de las obras

Una vez terminadas las operaciones de desbroce del terreno, se iniciarán las obras de excavación, ajustándose a las alineaciones, pendientes, dimensiones y demás información contenida en los planos.

La tierra vegetal que se encuentre en las excavaciones, que no se hubiera extraído en el desbroce, se aceptará para su utilización posterior en protección de superficies erosionables.

En cualquier caso, la tierra vegetal extraída se mantendrá separada del resto de los productos excavados.

En cualquier caso no se desechará ningún material excavado sin previa autorización. Durante las diversas etapas de la construcción de la explanación, las obras se mantendrán en perfectas condiciones de drenaje.

El material excavado no se podrá colocar de forma que represente un peligro para construcciones existentes, por presión directa o por sobrecarga de los rellenos contiguos.

Las operaciones de desbroce y limpieza se efectuaran con las precauciones necesarias, para evitar daño a las construcciones colindantes y existentes.

Todos los tocones y raíces mayores de 10 cm de diámetro serán eliminados hasta una profundidad no inferior a 50 cm por debajo de la rasante de excavación y no menor de 15 cm por debajo de la superficie natural del terreno.

Todos los huecos causados por la extracción de tocones y raíces se llenarán con material análogo al existente, compactándose hasta que su superficie se ajuste al nivel pedido.

La ejecución de estos trabajos se realizara produciendo las menores molestias posibles a las zonas habitadas próximas al terreno desbrozado.

21.1.2 Medición y abono

La excavación de la explanación se abonará por m³ realmente excavados, medidos por diferencia entre los datos iniciales, tomados inmediatamente antes de iniciar los trabajos, y los datos finales, tomados inmediatamente después de concluidos. La medición se hará sobre los perfiles obtenidos.

21.2 Excavación de cimentación

Consiste en el conjunto de operaciones necesarias para conseguir emplazamiento adecuado para las obras de fábrica y estructuras, y sus cimentaciones. Su ejecución incluye las operaciones de excavación, nivelación y evacuación del terreno y el consiguiente transporte de los productos removidos a depósito o lugar de empleo.

21.2.1 Ejecución de las obras

El contratista de las obras notificará con la antelación suficiente el comienzo de cualquier excavación, a fin de que se puedan efectuar las mediciones necesarias sobre el terreno inalterado. El terreno natural adyacente al de la excavación no se modificará ni renovará sin autorización.

La excavación continuará hasta llegar a la profundidad en que aparezca el firme y obtenerse una superficie limpia y firme, a nivel o escalonada, según se ordene. No obstante, la dirección facultativa podrá modificar la profundidad, si a la vista de las condiciones del terreno lo estimara necesario, a fin de conseguir una cimentación satisfactoria.

Se llevará en obra un control detallado de las mediciones de la excavación de la cimentación.

El comienzo de la excavación de cimentación se realizará cuando existan todos los elementos necesarios para su excavación, incluida la madera para una posible entibación.

La dirección facultativa indicará siempre la profundidad de los fondos de la excavación de la cimentación, aunque sea distinta a la de proyecto, siendo su acabado limpio, a nivel o escalonado.

La contrata deberá asegurar la estabilidad de los taludes y paredes verticales de todas las excavaciones que realice, aplicando los medios de entibación, apuntalamiento, apeo y protección superficial del terreno que considere necesario, a fin de impedir desprendimientos, derrumbamientos y deslizamientos que pudieran causar daño a personas o a las obras, aunque tales medios no estuvieran definidos en el proyecto, o no hubiesen sido ordenados por la dirección facultativa.

La dirección facultativa podrá ordenar en cualquier momento la colocación de entibaciones, apuntalamientos, apeos y protecciones superficiales del terreno.

Se adoptarán por la contrata todas las medidas necesarias para evitar la entrada del agua, manteniendo libre de la misma la zona de excavación, colocándose las ataguías, drenajes, protecciones, cunetas, canaletas y conductos de desagüe que sean necesarios.

Las aguas superficiales deberán ser desviadas por la contrata y canalizadas antes de que alcancen los taludes, las paredes y el fondo de la excavación de la cimentación.

El fondo de la zanja deberá quedar libre de tierra, fragmentos de roca, roca alterada, capas de terreno inadecuado o cualquier elemento extraño que pudiera debilitar su resistencia. Se limpiarán las grietas y hendiduras, rellenándose con material compactado u hormigón.

En el caso de terrenos meteorizables o erosionables por viento o lluvia, las zanjas nunca permanecerán abiertas más de 8 días, sin que sean protegidas o finalizados los trabajos.

Una vez alcanzada la cota inferior de la excavación de la zanja para cimentación, se hará una revisión general de las edificaciones medianeras, para observar si se han producido desperfectos y tomar las medidas pertinentes.

Mientras no se efectúe la consolidación definitiva de las paredes y fondos de la zanja, se conservarán las entibaciones, apuntalamientos y apeos que hayan sido necesarios, así como las vallas, cerramientos y demás medidas de protección.

21.2.2 Preparación de cimentaciones

La excavación de cimientos se profundizará hasta el límite indicado en el proyecto. Las corrientes o aguas pluviales o subterráneas que pudieran presentarse, se cegarán o desviarán en la forma y empleando los medios convenientes.

Antes de proceder al vertido del hormigón y la colocación de las armaduras de cimentación, se dispondrá de una capa de hormigón de limpieza de 10 cm de espesor debidamente nivelada.

El importe de esta capa de hormigón se considera incluido en los precios unitarios de cimentación.

21.2.3 Medición y abono

La excavación de cimentación se abonará por m³ realmente excavados, medidos por diferencia entre los datos iniciales, tomados inmediatamente antes de iniciar los trabajos, y los datos finales, tomados inmediatamente después de finalizados los mismos.

Artículo 22. Hormigones

22.1 Dosificación de hormigones

Corresponde al contratista efectuar el estudio granulométrico de los áridos, dosificación de agua y consistencia del hormigón de acuerdo con los medios y puesta en obra que emplee en cada caso, y siempre cumpliendo lo prescrito en la EHE.

22.2 Fabricación de hormigones

En la confección y puesta en obra de los hormigones se cumplirán las prescripciones generales de la EHE.

Los áridos, el agua y el cemento deberán dosificarse automáticamente en peso. Las instalaciones de dosificación, lo mismo que todas las demás para la fabricación y puesta en obra del hormigón habrán de someterse a lo indicado en la normativa vigente.

La instalación de hormigonado será capaz de realizar una mezcla regular e íntima de los componentes proporcionando un hormigón de color y consistencia uniforme.

En la hormigonera deberá colocarse una placa en la que se haga constar la capacidad y la velocidad en revoluciones por minuto recomendadas por el fabricante, las cuales nunca deberán sobrepasarse.

Antes de introducir el cemento y los áridos en el mezclador, éste se habrá cargado de una parte de la cantidad de agua requerida por la masa completándose la dosificación de este elemento en un periodo de tiempo que no deberá ser inferior a 5 segundos ni superior a la tercera parte del tiempo de mezclado, contados a partir del

momento en que el cemento y los áridos se hayan introducido en el mezclador. Antes de volver a cargar de nuevo la hormigonera se vaciará totalmente su contenido.

No se permitirá volver a amasar en ningún caso hormigones que hayan fraguado parcialmente, aunque se añadan nuevas cantidades de cemento, áridos y agua.

22.3 Mezcla en obra

La ejecución de la mezcla en obra se hará de la misma forma que la señalada para la mezcla en central.

22.4 Transporte de hormigón

El transporte desde la hormigonera se realizará tan rápidamente como sea posible.

En ningún caso se tolerará la colocación en obra de hormigones que acusen un principio de fraguado o presenten cualquier otra alteración.

Cuando la fabricación de la mezcla se haya realizado en una instalación central, su transporte a obra deberá realizarse empleando camiones provistos de agitadores.

22.5 Puesta en obra del hormigón

Como norma general no deberá transcurrir más de 1 h entre la fabricación del hormigón, su puesta en obra y su compactación.

No se permitirá el vertido libre del hormigón desde alturas superiores a 1 m, quedando prohibido arrojarlo con palas a gran distancia, distribuirlo con rastrillo, o hacerlo avanzar más de 0,5 m de los encofrados.

Al verter el hormigón se removerá energéticamente y eficazmente para que las armaduras queden perfectamente envueltas, cuidando especialmente los sitios en que se reúne gran cantidad de acero, y procurando que se mantengan los recubrimientos y la separación entre las armaduras.

En losas, el extendido del hormigón se ejecutará de modo que el avance se realice en todo su espesor.

22.6 Compactación del hormigón

La compactación de hormigones deberá realizarse por vibración. Los vibradores se aplicarán siempre de modo que su efecto se extienda a toda la masa, sin que se produzcan segregaciones. Si se emplean vibradores internos, deberán sumergirse longitudinalmente en la tongada subyacente y retirarse también longitudinalmente sin desplazarlos transversalmente mientras estén sumergidos en el hormigón. La aguja se introducirá y retirará lentamente, y a velocidad constante, recomendándose a este efecto que no se superen los $10 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$, con cuidado de que la aguja no toque las armaduras. La distancia entre los puntos sucesivos de inmersión no será superior a 75 cm, y será la adecuada para producir en toda la superficie de la masa vibrada una humectación brillante, siendo preferible vibrar en pocos puntos prolongadamente. No se introducirá el vibrador a menos de 10 cm de la pared del encofrado.

22.7 Curado de hormigón

Durante el primer período de endurecimiento se someterá al hormigón a un proceso de curado según el tipo de cemento utilizado y las condiciones climatológicas del lugar.

En cualquier caso, deberá mantenerse la humedad del hormigón y evitarse todas las causas tanto externas, como sobrecarga o vibraciones, que puedan provocar la fisuración del elemento hormigonado. Una vez humedecido el hormigón se mantendrán húmedas sus superficies, mediante arpillerías, esterillas de paja u otros tejidos análogos durante 3 días si el conglomerante empleado fuese cemento Portland I-35, aumentándose este plazo en el caso de que el cemento utilizado fuese de endurecimiento más lento.

22.8 Juntas en el hormigonado

Las juntas podrán ser de hormigonado, contracción o dilatación, debiendo cumplir lo especificado en los planos.

Se cuidará que las juntas creadas por las interrupciones en el hormigonado queden normales a la dirección de los máximos esfuerzos de compresión, o donde sus efectos sean menos perjudiciales.

Cuando sean de temer los efectos debidos a la retracción, se dejarán juntas abiertas durante algún tiempo, para que las masas contiguas puedan deformarse

libremente. El ancho de tales juntas deberá ser el necesario para que, en su día, puedan hormigonarse correctamente.

Al reanudar los trabajos se limpiará la junta de toda suciedad, lechada o árido que haya quedado suelto, y se humedecerá su superficie sin exceso de agua, aplicando en toda su superficie lechada de cemento antes de verter el nuevo hormigón. Se procurará alejar las juntas de hormigonado de las zonas en que la armadura esté sometida a fuertes tracciones.

22.9 Terminación de los parámetros vistos

Si no se prescribe otra cosa, la máxima flecha o irregularidad que pueden presentar los paramentos planos, medida respecto a una regla de dos 2 m de longitud aplicada en cualquier dirección será la siguiente:

- Superficies vistas: 6 mm.
- Superficies ocultas: 25 mm.

22.10 Limitaciones de ejecución

El hormigonado se suspenderá, como norma general, en caso de lluvias, adoptándose las medidas necesarias para impedir la entrada de la lluvia a las masas de hormigón fresco o lavado de superficies. Si esto llegara a ocurrir, se habrá de picar la superficie lavada,regarla y continuar el hormigonado después de aplicar lechada de cemento.

Antes de hormigonar:

- Replanteo de ejes, cotas de acabado.
- Colocación de armaduras.
- Limpieza y humedecido de los encofrados.

Durante el hormigonado:

- El vertido se realizará desde una altura máxima de 1 m, salvo que se utilicen métodos de bombeo a distancia que impidan la segregación de los componentes del hormigón. Se realizará por tongadas de 30 cm. Se vibrará sin que las armaduras ni los encofrados experimenten movimientos bruscos o sacudidas, cuidando de que no queden coqueras y se mantenga el recubrimiento adecuado.

- Se suspenderá el hormigonado cuando la temperatura descienda de 0° C, o lo vaya a hacer en las próximas 48 h. Se podrán utilizar medios especiales para esta circunstancia, pero bajo la autorización de la dirección facultativa.
- No se dejarán juntas horizontales, pero si a pesar de todo se produjesen, se procederá a la limpieza, rascado o picado de superficies de contacto, vertiendo a continuación mortero rico en cemento, y hormigonando seguidamente. Si hubiesen transcurrido más de 48 h se tratará la junta con resinas epoxi.
- No se mezclarán hormigones de distintos tipos de cemento.

Después del hormigonado:

- El curado se realizará manteniendo húmedas las superficies de las piezas hasta que se alcance un 70% de su resistencia.
- Se procederá al desencofrado en las superficies verticales pasados 7 días, y de las horizontales no antes de los 21 días. Todo ello siguiendo las indicaciones de la dirección facultativa.

22.11 Medición y abono

El hormigón se medirá y abonará por m³ realmente vertido en obra, midiendo entre caras interiores de encofrado de superficies vistas. En las obras de cimentación que no necesiten encofrado se medirá entre caras de terreno excavado. En el caso de que en el cuadro de precios la unidad de hormigón se exprese por m², como es el caso de soleras, forjado, etc., se medirá de esta forma por m² realmente ejecutado, incluyéndose en las mediciones todas las desigualdades y aumentos de espesor debidas a las diferencias de la capa inferior. Si en el cuadro de precios se indicara que está incluido el encofrado, acero, etc., siempre se considerará la misma medición del hormigón por m³ o por m². En el precio van incluidos siempre los servicios y costos de curado de hormigón.

Artículo 23. Morteros

23.1 Dosificación de morteros

Se fabricarán los tipos de morteros especificados en las unidades de obra, indicándose cuál ha de emplearse en cada caso para la ejecución de las distintas unidades de obra.

23.2 Fabricación de morteros

Los morteros se fabricarán en seco, continuándose el batido después de verter el agua en la forma y cantidad fijada, hasta obtener una pasta homogénea de color y consistencia uniforme sin palomillas ni grumos.

23.4 Medición y abono

El mortero suele ser una unidad auxiliar y, por tanto, su medición va incluida en las unidades a las que sirve: fábrica de ladrillos, enfoscados, pavimentos, etc. En algún caso excepcional se medirá y abonará por m^3 , obteniéndose su precio del cuadro de precios, si lo hay, u obteniendo un nuevo precio contradictorio.

Artículo 24. Encofrados

24.1 Construcción y montaje

Tanto las uniones como las piezas que constituyen los encofrados, deberán poseer la resistencia y la rigidez necesarias para que con la marcha prevista de hormigonado, y especialmente bajo los efectos dinámicos producidos por el sistema de compactación exigido o adoptado, no se originen esfuerzos anormales en el hormigón, ni durante su puesta en obra, ni durante su periodo de endurecimiento, así como tampoco movimientos locales en los encofrados superiores a los 5 mm.

Los enlaces de los distintos elementos o planos de los moldes serán sólidos y sencillos, de modo que su montaje se verifique con facilidad.

Los moldes ya usados y que vayan a servir para unidades repetidas serán cuidadosamente rectificados y limpiados.

Los encofrados de madera se humedecerán antes del hormigonado, a fin de evitar la absorción del agua contenida en el hormigón, y se limpiarán especialmente los fondos dejándose aberturas provisionales para facilitar esta labor.

Las juntas entre las distintas tablas deberán permitir el entumecimiento de las mismas por la humedad del riego y del hormigón, sin que, sin embargo, dejen escapar la pasta durante el hormigonado, para lo cual se podrá realizar un sellado adecuado.

Confección de las diversas partes del encofrado:

Se anotará la fecha de hormigonado de cada pieza, con el fin de controlar su desencofrado.

El apoyo sobre el terreno se realizará mediante tablones/durmientes.

Si la altura es excesiva para los puntales, se realizarán planos intermedios con tablones colocados perpendicularmente a estos; las líneas de puntales inferiores irán arriostrados.

Se vigilará la correcta colocación de todos los elementos antes de hormigonar, así como la limpieza y humedecido de las superficies.

El vertido del hormigón se realizará a la menor altura posible. Se aplicarán los desencofrantes antes de colocar las armaduras.

Los encofrados deberán resistir las acciones que se desarrollen durante la operación de vertido y vibrado, y tener la rigidez necesaria para evitar deformaciones.

24.2 Apeos. Construcción y montaje

Las cimbras y apeos deberán ser capaces de resistir su peso propio y el del elemento completo sustentado, así como otras sobrecargas accidentales que puedan actuar sobre ellas (operarios, maquinaria, viento, etc.).

Las cimbras y apeos tendrán la resistencia y disposición necesaria para que en ningún momento los movimientos locales, sumados en su caso a los del encofrado sobrepasen los 5 mm, ni los de conjunto la milésima de la luz (1/1.000).

24.3 Desencofrado del hormigón

Condiciones de desencofrado:

- No se procederá al desencofrado hasta transcurrido un mínimo de 7 días para los soportes y 3 días para los demás casos, siempre con la aprobación de la dirección facultativa.
- Los tableros de fondo y los planos de apeo se desencofrarán siguiendo las indicaciones de la NTE-EH y la EHE, con la previa aprobación de la dirección facultativa. Se procederá al aflojado de las cuñas, dejando el elemento separado unos 3 cm durante 12 h, realizando entonces la comprobación de la flecha para ver si es admisible.

- Cuando el desencofrado sea dificultoso se regará abundantemente, también se podrá aplicar desencofrante superficial.
- Se apilarán los elementos de encofrado que se vayan a reutilizar, después de una cuidadosa limpieza.

24.4 Medición y abono

Los encofrados se medirán siempre por m² de superficie en contacto con el hormigón, no siendo de abono las obras o excesos de encofrado, así como los elementos auxiliares de sujeción o apeos necesarios para mantener el encofrado en una posición correcta y segura contra esfuerzos de viento, etc. En este precio se incluyen, además, los desencofrantes y las operaciones de desencofrado y retirada del material. En el caso de que en el cuadro de precios esté incluido el encofrado la unidad de hormigón, se entiende que tanto el encofrado como los elementos auxiliares y el desencofrado van incluidos en la medición del hormigón.

Artículo 25. Armaduras

25.1 Colocación, recubrimiento y empalme

Todas estas operaciones se efectuarán de acuerdo con la EHE.

25.2 Medición y abono

De las armaduras de acero empleadas en el hormigón armado se abonarán los kg realmente empleados, deducidos de los planos de ejecución, por medición de su longitud, añadiendo la longitud de los solapes de empalme, medida en obra y aplicando los pesos unitarios correspondientes a los distintos diámetros empleados.

En ningún caso se abonará con solapes un peso mayor del 5% del peso del redondo resultante de la medición efectuada en el plano sin solapes.

El precio comprenderá a la adquisición, los transportes de cualquier clase hasta el punto de empleo, el pesaje, la limpieza de armaduras, si es necesario, el doblado de las mismas, el izado, sustentación y colocación en obra, incluido el alambre para ataduras y separadores, la pérdida por recortes y todas cuantas operaciones y medios auxiliares sean necesarios.

Artículo 26. Estructuras de acero

26.1 Descripción

Sistema estructural realizado con elementos de acero laminado.

26.2 Condiciones previas

- Se dispondrá de zonas de acopio y manipulación adecuadas.
- Las piezas serán de las características descritas en el proyecto.
- Se comprobará el trabajo de soldadura de las piezas compuestas realizadas en taller.
- Las piezas estarán protegidas contra la corrosión con pinturas adecuadas.

26.3 Componentes

- Perfiles de acero laminado.
- Perfiles conformados.
- Chapas y pletinas.
- Tornillos calibrados.
- Tornillos de alta resistencia.
- Tornillos ordinarios.
- Roblones

26.4 Ejecución

Limpieza de restos de hormigón, etc. de las superficies donde se procede al trazado de replanteos y soldadura de arranques.

- Trazado de ejes de replanteo.
- Se utilizarán calzos, apeos, pernos, sargentos y cualquier otro medio que asegure su estabilidad durante el montaje.
- Las piezas se cortarán con oxicorte o con sierra radial, permitiéndose el uso de cizallas para el corte de chapas.
- Los cortes no presentarán irregularidades ni rebabas.
- No se realizarán las uniones definitivas hasta haber comprobado la perfecta posición de las piezas.
- Los ejes de todas las piezas estarán en el mismo plano.
- Todas las piezas tendrán el mismo eje de gravedad.

Uniones mediante tornillos de alta resistencia:

- Se colocará una arandela, con bisel cónico, bajo la cabeza y bajo la tuerca.
- La parte roscada de la espiga sobresaldrá de la tuerca por lo menos un filete.
- Los tornillos se apretarán en un 80% en la primera vuelta, empezando por los del centro.
- Los agujeros tendrán un diámetro 2 mm mayor que el nominal del tornillo.

Uniones mediante soldadura: Se admiten los siguientes procedimientos:

- Soldeo eléctrico manual, por arco descubierto con electrodo revestido.
- Soldeo eléctrico automático, por arco en atmósfera gaseosa.
- Soldeo eléctrico automático, por arco sumergido.
- Soldeo eléctrico por resistencia.
- Se prepararán las superficies a soldar realizando exactamente los espesores de garganta, las longitudes de soldado y la separación entre los ejes de soldadura en uniones discontinuas.
- Los cordones se realizarán uniformemente, sin mordeduras ni interrupciones; después de cada cordón se eliminará la escoria con piqueta y cepillo.
- Se prohíbe todo enfriamiento anormal por excesivamente rápido de las soldaduras.
- Los elementos soldados para la fijación provisional de las piezas se eliminarán cuidadosamente con soplete, nunca a golpes. Los restos de soldaduras se eliminarán con radial o lima.
- Una vez inspeccionada y aceptada la estructura se procederá a su limpieza y protección antioxidante, para realizar por último el pintado.

26.5 Control

Se controlará que las piezas recibidas se corresponden con las especificadas.

- Se controlará la homologación de las piezas cuando sea necesario.
- Se controlará la correcta disposición de los nudos y de los niveles de placas de anclaje.

26.6 Medición

Se medirá por kg de acero elaborado y montado en obra, incluidos despuntes. En cualquier caso se seguirán los criterios establecidos en las mediciones.

26.7 Mantenimiento

Cada 3 años se realizará una inspección de la estructura para comprobar su estado de conservación y su protección antioxidante y contra el fuego.

Artículo 27. Albañilería

La ejecución de la albañilería se ajustará a lo especificado en los planos, los materiales a emplear han de satisfacer las características técnicas exigidas en la normativa vigente, y descritas en el presente Proyecto.

Su medición se realizará por m². Todos los materiales empleados han de tener las características presupuestadas. Es decisión de la dirección facultativa la posible modificación de los elementos presupuestados.

Artículo 28. Cubiertas

28.1 Descripción

Trabajos destinados a la ejecución de los planos inclinados, con la pendiente prevista, sobre los que ha de quedar constituida la cubierta o cerramiento superior de un edificio.

28.2 Condiciones previas

Planos de planta de cubiertas con definición del sistema adoptado para ejecutar las pendientes, la ubicación de los elementos sobresalientes de la cubierta, etc. Escala mínima 1:100.

Planos de detalle con representación gráfica de la disposición de los diversos elementos, estructurales o no, que conformarán los futuros faldones para los que no exista o no se haya adoptado especificación normativa alguna. Escala 1:20. Los símbolos de las especificaciones citadas se referirán a la norma NTE-QT y, en su defecto, a las señaladas por el fabricante.

Solución de intersecciones con los conductos y elementos constructivos que sobresalen de los planos de cubierta y ejecución de los mismos: shunts, patinillos, chimeneas, etc.

En ocasiones, según sea el tipo de faldón a ejecutar, deberá estar ejecutada la estructura que servirá de soporte a los elementos de formación de pendiente.

28.3 Componentes

Se admite una gama muy amplia de materiales y formas para la configuración de los faldones de cubierta, con las limitaciones que establece la normativa vigente y las que son inherentes a las condiciones físicas y resistentes de los propios materiales.

La cubierta completa está formada por panel tipo sándwich.

28.4 Ejecución

La configuración de los faldones de una cubierta requiere contar con una disposición estructural para conformar las pendientes de evacuación de aguas de lluvia y un elemento superficial (tablero) que, apoyado en esa estructura, complete la formación de una unidad constructiva susceptible de recibir el material de cobertura e impermeabilización, así como de permitir la circulación de operarios en los trabajos de referencia.

Formación de pendientes. Existen dos formas de ejecutar las pendientes de una cubierta:

- La estructura principal conforma la pendiente.
- La pendiente se realiza mediante estructuras auxiliares.

En nuestro caso la pendiente la conforma la estructura principal, en concreto los dinteles de los pórticos de nuestra estructura.

Artículo 29. Aislamientos

29.1 Descripción

Son sistemas constructivos y materiales que, debido a sus cualidades, se utilizan en las obras de edificación para conseguir aislamiento térmico, corrección acústica, absorción de radiaciones o amortiguación de vibraciones en cubiertas, terrazas, techos, forjados, muros, cerramientos verticales, cámaras de aire, falsos techos o conducciones, e incluso sustituyendo cámaras de aire y tabiquería interior.

29.2 Componentes

Aislantes de corcho natural aglomerado. Hay de varios tipos, según su uso:

- Acústico.
- Térmico.
- Antivibratorio.

Aislantes de fibra de vidrio. Se clasifican por su rigidez y acabado: Fiellos ligeros:

- Normal, sin recubrimiento.
- Hidrofugado.
- Con papel Kraft.
- Con papel Kraft-aluminio.
- Con papel alquitranado.
- Con velo de fibra de vidrio.
- Mantas o fieltros consistentes:
- Con papel Kraft.
- Con papel Kraft-aluminio.
- Con velo de fibra de vidrio.
- Hidrofugado, con velo de fibra de vidrio.
- Con un complejo de aluminio/malla de fibra de vidrio/PVC.

Paneles semirrígidos:

- Normal, sin recubrimiento.
- Hidrofugado, sin recubrimiento.
- Hidrofugado, con recubrimiento de papel Kraft pegado con polietileno.
- Hidrofugado, con velo de fibra de vidrio.

Paneles rígidos:

- Normal, sin recubrimiento.
- Con un complejo de papel Kraft/aluminio pegado con polietileno fundido.
- Con una película de PVC blanco pegada con cola ignífuga.
- Con un complejo de oxiasfalto y papel.

De alta densidad, pegado con cola ignífuga a una placa de cartón-yeso.

Aislantes de lana mineral. Se clasifican en: Fiellos:

- Con papel Kraft.

- Con barrera de vapor Kraft/aluminio.
- Con lámina de aluminio.

Paneles semirrígidos:

- Con lámina de aluminio.
- Con velo natural negro.

Paneles rígidos:

- Normal, sin recubrimiento.
- Autoportante, revestido con velo mineral.
- Revestido con betún soldable.

Aislantes de fibras minerales. Se clasifican en:

- Termoacústicos.
- Acústicos.

Aislantes de poliestireno. Pueden ser: Poliestireno expandido:

- Normales, tipos I al VI.
- Autoextinguibles o ignífugos, con clasificación M1 ante el fuego.
- Poliestireno extruido.

Aislantes de polietileno. Pueden ser:

- Láminas normales de polietileno expandido.
- Láminas de polietileno expandido autoextinguibles o ignífugas.

Aislantes de poliuretano. Pueden ser:

- Espuma de poliuretano para proyección “in situ”.
- Planchas de espuma de poliuretano.

Aislantes de vidrio celular. Elementos auxiliares:

- Cola bituminosa, compuesta por una emulsión iónica de betún-caucho de gran adherencia, para la fijación del panel de corcho, en aislamiento de cubiertas inclinadas o planas, fachadas y puentes térmicos.
- Adhesivo sintético, a base de dispersión de copolímeros sintéticos, apto para la fijación del panel de corcho en suelos y paredes.

- Adhesivos adecuados para la fijación del aislamiento, con garantía del fabricante de que no contengan sustancias que dañen la composición o estructura del aislante de poliestireno, en aislamiento de techos y de cerramientos por el exterior.
- Mortero de yeso negro, para macizar las placas de vidrio celular, en puentes térmicos, paramentos interiores y exteriores, y techos.
- Malla metálica o de fibra de vidrio, para el agarre del revestimiento final en aislamiento de paramentos exteriores con placas de vidrio celular.
- Grava nivelada y compactada, como soporte del poliestireno en aislamiento sobre el terreno.
- Lámina geotextil de protección, colocada sobre el aislamiento en cubiertas invertidas.
- Anclajes mecánicos metálicos, para sujetar el aislamiento de paramentos por el exterior.
- Accesorios metálicos o de PVC, como abrazaderas de correa o grapas-clip, para sujeción de placas en falsos techos.

29.3 Condiciones previas

La superficie del soporte deberá encontrarse limpia, seca y libre de polvo, grasas u óxidos. Deberá estar correctamente saneada y preparada, si así procediera, con la adecuada imprimación que asegure una adherencia óptima.

Los salientes y cuerpos extraños del soporte deben eliminarse, y los huecos importantes deben ser llenados con un material adecuado.

En el aislamiento de forjados bajo el pavimento, se deberá construir todos los tabiques previamente a la colocación del aislamiento, o al menos levantarlos dos hiladas.

En caso de aislamiento por proyección, la humedad del soporte no superará a la indicada por el fabricante como máxima para la correcta adherencia del producto proyectado.

En rehabilitación de cubiertas o muros, se deberán retirar previamente los aislamientos dañados, pues pueden dificultar o perjudicar la ejecución del nuevo aislamiento.

29.4 Ejecución

Se seguirán las instrucciones del fabricante en lo que se refiere a la colocación o proyección del material.

Cuando se aíslle por proyección, el material se proyectará en pasadas sucesivas de 10 a 15 mm, permitiendo la total espumación de cada capa antes de aplicar la siguiente. Cuando haya interrupciones en el trabajo deberán prepararse las superficies adecuadamente para su reanudación. Durante la proyección se procurará un acabado con textura uniforme, que no requiera el retoque a mano. En aplicaciones exteriores se evitará que la superficie de la espuma pueda acumular agua, mediante la necesaria pendiente.

El aislamiento quedará bien adherido al soporte, manteniendo un aspecto uniforme y sin defectos.

Se deberá garantizar la continuidad del aislamiento, cubriendo toda la superficie a tratar, poniendo especial cuidado en evitar los puentes térmicos.

El material colocado se protegerá contra los impactos, presiones u otras acciones que lo puedan alterar o dañar. También se ha de proteger de la lluvia durante y después de la colocación, evitando una exposición prolongada a la luz solar.

El aislamiento irá protegido con los materiales adecuados para que no se deteriore con el paso del tiempo. El recubrimiento o protección del aislamiento se realizará de forma que éste quede firme y lo haga duradero.

29.5 Control

Durante la ejecución de los trabajos deberán comprobarse, mediante inspección general, los siguientes apartados:

- Estado previo del soporte, el cual deberá estar limpio, ser uniforme y carecer de fisuras o cuerpos salientes.
- Homologación oficial AENOR, en los productos que la tengan.
- Fijación del producto mediante un sistema garantizado por el fabricante que asegure una sujeción uniforme y sin defectos.
- Correcta colocación de las placas solapadas, a tope o a rompejunta, según los casos.

- Ventilación de la cámara de aire, si la hubiera.

29.6 Medición

En general, se medirá y valorará el m^2 de superficie ejecutada en verdadera dimensión. En casos especiales, podrá realizarse la medición por unidad de actuación. Siempre estarán incluidos los elementos auxiliares y remates necesarios para el correcto acabado, como adhesivos de fijación, cortes, uniones y colocación.

29.7 Mantenimiento

Se deben realizar controles periódicos de conservación y mantenimiento cada 5 años, o antes si se descubriera alguna anomalía, comprobando el estado del aislamiento y, particularmente, si se apreciaran discontinuidades, desprendimientos o daños. En caso de ser preciso algún trabajo de reforma en la impermeabilización, se aprovechará para comprobar el estado de los aislamientos ocultos en las zonas de actuación. De ser observado algún defecto, deberá ser reparado por personal especializado, con materiales análogos a los empleados en la construcción original.

Artículo 30. Solados y alicatados

30.1 Solados

El solado debe formar una superficie totalmente plana y horizontal, con perfecta alineación de sus juntas en todas direcciones. Colocando una regla de 2 m de longitud sobre el solado, en cualquier dirección; no deberán aparecer huecos mayores a 5 mm.

Se impedirá el tránsito por los solados hasta transcurridos 4 días como mínimo, y en caso de ser éste indispensable, se tomarán las medidas precisas para que no se perjudique al solado.

Los pavimentos se medirán y abonarán por m^2 de superficie de solado realmente ejecutada.

Los rodapiés y los peldaños de escalera se medirán y abonarán por metro lineal. El precio comprende todos los materiales, mano de obra, operaciones y medios auxiliares necesarios para terminar completamente cada unidad de obra con arreglo a las prescripciones de este pliego.

30.2 Alicatados de azulejos

Los azulejos que se emplean en el chapado de cada paramento o superficie, se entonarán perfectamente dentro de su color para evitar contrastes, salvo que expresamente se ordene lo contrario por la dirección facultativa.

El chapado estará compuesto por piezas lisas y las correspondientes y necesarias piezas especiales y de canto romo, y se sentará de modo que la superficie quede tersa y unida, sin alabeo ni deformación a junta seguida, formando las juntas línea seguida en todos los sentidos, sin quebrantos ni despelomes.

Los azulejos, sumergidos en agua 12 h antes de su empleo, se colocarán con mortero de cemento, no admitiéndose el yeso como material de agarre.

Todas las juntas se rejuntarán con cemento blanco o de color pigmentado, según los casos, y deberán ser terminadas cuidadosamente.

La medición se hará por metro cuadrado realmente realizado, descontándose huecos y midiéndose jambas y mochetas.

Artículo 31. Carpintería de taller

La carpintería de taller se realizará en todo conforme a lo que aparece en los planos del proyecto. Todas las maderas estarán perfectamente rectas, cepilladas y lijadas y bien montadas a plano y escuadra, ajustando perfectamente las superficies vistas.

La carpintería de taller se medirá por m^2 de carpintería, entre lados exteriores de cercos, y del suelo al lado superior del cerco, en caso de puertas. En esta medición se incluye la medición de la puerta o ventana y de los cercos correspondientes más los tapajuntas y herrajes. La colocación de los cercos se abonará independientemente.

31.1 Condiciones técnicas

Las hojas deberán cumplir las características siguientes, según los ensayos que figuran en el anexo III de la Instrucción de la marca de calidad para puertas planas de madera.

- Resistencia a la acción de la humedad.
- Comprobación del plano de la puerta.
- Comportamiento en la exposición de las dos caras a atmósfera de humedad diferente.
- Resistencia a la penetración dinámica.

- Resistencia a la flexión por carga concentrada en un ángulo.
- Resistencia del testero inferior a la inmersión.
- Resistencia al arranque de tornillos en los largueros, en un ancho no menor de 28 mm.
- Cuando el alma de las hojas resista el arranque de tornillos, no necesitará piezas de refuerzo. En caso contrario los refuerzos mínimos necesarios vienen indicados en los planos.
- En hojas canteadas, el piecero irá sin cantejar y permitirá un ajuste de 20 mm. Las hojas sin cantejar permitirán un ajuste de 20 mm repartidos por igual en piecero y cabecero.
- Los junquillos de la hoja vidriera serán como mínimo de 10x10 mm y cuando no esté canteado el hueco para el vidrio, sobresaldrán de la cara 3 mm como mínimo.
- En las puertas entabladas al exterior, sus tablas irán superpuestas o machihembradas de forma que no permitan el paso del agua.
- Las uniones en las hojas entabladas y de peinacería serán por ensamble, y deberán ir encoladas. Se podrán hacer empalmes longitudinales en las piezas, cuando éstas cumplan las condiciones descritas en la NTE-FCM.
- Cuando la madera vaya a ser barnizada, estará exenta de impurezas o azulado por hongos. Si va a ser pintada, se admitirá azulado en un 15% de la superficie.

31.2 Cercos de madera

- Los largueros de la puerta de paso llevarán quicios con entrega de 5 cm, para el anclaje en el pavimento.
- Los cercos vendrán de taller montados, con las uniones de taller ajustadas, con las uniones ensambladas y con los orificios para el posterior atornillado en obra de las plantillas de anclaje. La separación entre ellas será no mayor de 50 cm y de los extremos de los largueros 20 cm debiendo ser de acero protegido contra la oxidación.
- Los cercos llegarán a obra con riostras y rastreles para mantener la escuadra, y con una protección para su conservación durante el almacenamiento y puesta en obra.

31.3 Tapajuntas

- Las dimensiones mínimas de los tapajuntas de madera serán de 10x40 mm.

Artículo 32. Carpintería metálica

Para la construcción y montaje de elementos de carpintería metálica se observarán rigurosamente las indicaciones de los planos del proyecto.

Todas las piezas de carpintería metálica deberán ser montadas, necesariamente, por la casa fabricante o personal autorizado por la misma, siendo el suministrador el responsable del perfecto funcionamiento de todas y cada una de las piezas colocadas en obra.

Todos los elementos se harán en locales cerrados y desprovistos de humedad, asentadas las piezas sobre rastreles de madera, procurando que queden bien niveladas y no haya ninguna que sufra alabeo o torcedura alguna.

La medición se hará por m^2 de carpintería, midiéndose entre lados exteriores. En el precio se incluyen los herrajes, junquillos, retenedores, etc., pero quedan exceptuadas la vidriera, pintura y colocación de cercos.

Artículo 33. Pintura

33.1 Condiciones generales de preparación del soporte

La superficie que se va a pintar debe estar seca, desengrasada, sin óxido ni polvo, para lo cual se empleará cepillos, sopletes de arena, ácidos y alices cuando sean metales. Los poros, grietas, desconchados, etc., se llenarán con másticos o empastes para dejar las superficies lisas y uniformes. Se harán con un pigmento mineral y aceite de linaza o barniz y un cuerpo de relleno para las maderas. En los paneles se empleará yeso amasado con agua de cola, y sobre los metales se utilizarán empastes compuestos de 60- 70% de pigmento (albayalde), ocre, óxido de hierro, litopón, etc. y cuerpos de relleno (creta, caolín, tiza, espato pesado), 30-40% de barniz copal o ámbar y aceite de maderas.

Los másticos y empastes se emplearán con espátula en forma de masilla; los líquidos con brocha o pincel o con el aerógrafo o pistola de aire comprimido. Los empastes, una vez secos, se pasarán con papel de lija en paredes y se alisarán con piedra pómez, agua y fieltro, sobre metales.

Antes de su ejecución se comprobará la naturaleza de la superficie a revestir, así como su situación interior o exterior y condiciones de exposición al roce o agentes atmosféricos, contenido de humedad y si existen juntas estructurales.

Estarán recibidos y montados todos los elementos que deben ir en el paramento, como cerco de puertas, ventanas, canalizaciones, instalaciones, etc.

Se comprobará que la temperatura ambiente no sea mayor de 28º C ni menor de 6ºC.

El soleamiento no incidirá directamente sobre el plano de aplicación. La superficie de aplicación estará nivelada y lisa.

En tiempo lluvioso se suspenderá la aplicación cuando el paramento no esté protegido.

Al finalizar la jornada de trabajo se protegerán perfectamente los envases y se limpiarán los útiles de trabajo.

33.2 Aplicación de la pintura

Las pinturas se podrán dar con pinceles y brocha, con aerógrafo, con pistola, (pulverizando con aire comprimido) o con rodillos.

Las brochas y pinceles serán de pelo de diversos animales, siendo los más corrientes el cerdo o jabalí, marta, tejón y ardilla. Podrán ser redondos o planos, clasificándose por números o por los gramos de pelo que contienen. También pueden ser de nylon.

Los aerógrafos o pistolas constan de un recipiente que contiene la pintura con aire a presión (1-6 atmósferas), el compresor y el pulverizador, con orificio que varía desde 0,2 mm hasta 7 mm, formándose un cono de 2 cm al metro de diámetro.

Dependiendo del tipo de soporte se realizarán una serie de trabajos previos, con objeto de que al realizar la aplicación de la pintura o revestimiento, consigamos una terminación de gran calidad.

Sistemas de preparación en función del tipo de soporte:

- *Yesos y cementos así como sus derivados:* Se realizará un lijado de las pequeñas adherencias e imperfecciones. A continuación se aplicará una

mano de fondo impregnado los poros de la superficie del soporte.

Posteriormente se realizará un plastecido de faltas, repasando las mismas con una mano de fondo. Se aplicará seguidamente el acabado final con un rendimiento no menor del especificado por el fabricante.

- *Madera:* Se procederá a una limpieza general del soporte seguida de un lijado fino de la madera.

A continuación se dará una mano de fondo con barniz diluido mezclado con productos de conservación de la madera si se requiere, aplicado de forma que queden impregnados los poros.

Pasado el tiempo de secado de la mano de fondo, se realizará un lijado fino del soporte, aplicándose a continuación el barniz, con un tiempo de secado entre ambas manos y un rendimiento no menor de los especificados por el fabricante.

- *Metales:* Se realizará un rascado de óxidos mediante cepillo, seguido inmediatamente de una limpieza manual esmerada de la superficie.

A continuación se aplicará una mano de imprimación anticorrosiva, con un rendimiento no inferior al especificado por el fabricante.

Pasado el tiempo de secado se aplicarán dos manos de acabado de esmalte, con un rendimiento no menor al especificado por el fabricante.

33.3 Medición y abono

La pintura se medirá y abonará en general, por m^2 de superficie pintada, efectuándose la medición en la siguiente forma:

- Pintura sobre muros, tabiques y techos: se medirá descontando los huecos. Las molduras se medirán por superficie desarrollada.
- Pintura sobre carpintería: se medirá por las dos caras, incluyéndose los tapajuntas.
- Pintura sobre ventanales metálicos: se medirá una cara.

En los precios respectivos está incluido el coste de todos los materiales y operaciones necesarias para obtener la perfecta terminación de las obras, incluso la preparación, lijado, limpieza, plastecido, etc. y todos cuantos medios auxiliares sean precisos.

Artículo 34. Fontanería y Saneamiento

Salvo pacto distinto, los abonos al constructor de las cuentas de administración delegada los realizará el propietario mensualmente según las partes de trabajos realizados aprobados por el propietario o por su delegado representante.

Independientemente, el técnico competente, con igual periodicidad, la medición de la obra realizada, valorándola con arreglo al presupuesto aprobado. Estas valoraciones no tendrán efectos para los abonos al constructor, salvo que se hubiese pactado lo contrario contractualmente.

Artículo 35. Instalación eléctrica

La ejecución de las instalaciones se ajustará a lo especificado en los reglamentos vigentes y a las disposiciones complementarias que puedan haber dictado la Delegación de Industria en el ámbito de su competencia. Así mismo, en el ámbito de las instalaciones que sea necesario, se seguirán las normas de la compañía suministradora de energía.

Se cuidará en todo momento que los trazados guarden las:

- Maderamen, redes y nonas en número suficiente de modo que garanticen la seguridad de los operarios y transeúntes.
- Maquinaria, andamios, herramientas y todo el material auxiliar para llevar a cabo los trabajos de este tipo.
- Todos los materiales serán de la mejor calidad, con las condiciones que impongan los documentos que componen el Proyecto, o los que se determine en el transcurso de la obra, montaje o instalación.

35.1 Conductores eléctricos

Serán de cobre electrolítico, aislados adecuadamente, siendo su tensión nominal de 0,6/1 kilovoltios para la línea repartidora y de 750 voltios para el resto de la instalación, debiendo estar homologados según las normas UNE citadas en la instrucción ITC-BT- 06.

35.2 Conductores de protección

Serán de cobre y presentarán el mismo aislamiento que los conductores activos. Se podrán instalar por las mismas canalizaciones que éstos o bien en forma

independiente, siguiéndose a este respecto lo que señalen las normas particulares de la empresa distribuidora de energía. La sección mínima de estos conductores será la obtenida utilizando la tabla 2 de la instrucción ITC-BT-19, apartado 2.3, en función de la sección de los conductores de la instalación.

35.3 Identificación de los conductores

Deberán poder ser identificados por el color de su aislamiento:

- Azul claro para el conductor neutro.
- Amarillo-verde para el conductor de tierra y protección.
- Marrón, negro y gris para los conductores activos o fases.

35.3 Tubos protectores

Los tubos a emplear serán aislantes flexibles (corrugados) normales, con protección de grado 5 contra daños mecánicos, y que puedan curvarse con las manos, excepto los que vayan a ir por el suelo o pavimento de los pisos, canaladuras o falsos techos, que serán del tipo Preplás, Reflex o similar, y dispondrán de un grado de protección de 7.

Los diámetros interiores nominales mínimos, medidos en milímetros, para los tubos protectores, en función del número, clase y sección de los conductores que deben alojar, se indican en las tablas de la instrucción ITC-BT-21. Para más de 5 conductores por tubo, y para conductores de secciones diferentes a instalar por el mismo tubo, la sección interior de éste será, como mínimo, igual a tres veces la sección total ocupada por los conductores, especificando únicamente los que realmente se utilicen.

35.4 Cajas de empalme y derivaciones

Serán de material plástico resistente o metálicas, en cuyo caso estarán aisladas interiormente y protegidas contra la oxidación.

Las dimensiones serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad equivaldrá al diámetro del tubo mayor más un 50% del mismo, con un mínimo de 40 mm de profundidad y de 80 mm para el diámetro o lado interior.

La unión entre conductores, se realizaran siempre dentro de las cajas de empalme excepto en los casos indicados en el apartado 3.1 de la ITC-BT-21, no se

realizará nunca por simple retorcimiento entre sí de los conductores, sino utilizando bornes de conexión, conforme a la instrucción ITC-BT-19.

35.5 Aparatos de mando y maniobra

Son los interruptores y commutadores, que cortarán la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos sin posibilidad de tomar una posición intermedia. Serán del tipo cerrado y de material aislante.

Las dimensiones de las piezas de contacto serán tales que la temperatura no pueda exceder en ningún caso de 65° C en ninguna de sus piezas.

Su construcción será tal que permita realizar un número del orden de 10 000 maniobras de apertura y cierre, con su carga nominal a la tensión de trabajo. Llevarán marcada su intensidad y tensiones nominales, y estarán probadas a una tensión de 500 a 1 000 voltios.

35.6 Aparatos de protección

Son los disyuntores eléctricos, fusibles e interruptores diferenciales.

Los disyuntores serán de tipo magnetotérmico de accionamiento manual, y podrán cortar la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos sin posibilidad de tomar una posición intermedia. Su capacidad de corte para la protección del cortocircuito estará de acuerdo con la intensidad del cortocircuito que pueda presentarse en un punto de la instalación, y para la protección contra el calentamiento de las líneas se regularán para una temperatura inferior a los 60 °C. Llevarán marcadas la intensidad y tensión nominal de funcionamiento, así como el signo indicador de su desconexión. Estos automáticos magnetotérmicos serán de corte omnipolar, cortando la fase y neutro a la vez cuando actúe la desconexión.

Los interruptores diferenciales serán como mínimo de alta sensibilidad (30 mA) y además de corte omnipolar. Podrán ser “puros”, cuando cada uno de los circuitos vayan alojados en tubo o conducto independiente una vez que salen del cuadro de distribución, o del tipo con protección magnetotérmica incluida cuando los diferentes circuitos deban ir canalizados por un mismo tubo.

Los fusibles a emplear para proteger los circuitos secundarios o en la centralización de contadores serán calibrados a la intensidad del circuito que protejan. Se dispondrán sobre material aislante e incombustible, y estarán construidos de tal forma que no se pueda proyectar metal al fundirse. Deberán poder ser reemplazados bajo tensión sin peligro alguno, y llevarán marcadas la intensidad y tensión nominales de trabajo.

Artículo 36. Instalación de ACS

La ejecución de las instalaciones se ajustará a lo especificado en la normativa vigente y a las disposiciones complementarias que puedan haber dictado la Delegación de Industria en el ámbito de su competencia. Así mismo, en el ámbito de las instalaciones que sea necesario, se seguirán las normas de la compañía suministradora de los elementos constituyentes de dicha instalación.

Para su ejecución se seguirá lo descrito en el presente proyecto. Su medición se realiza en diversas unidades según el elemento en cuestión.

Artículo 37. Precauciones a adoptar

Las precauciones a adoptar durante la construcción de la obra serán las previstas por la Ordenanza de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Además el presente Proyecto es acompañado de su respectivo Estudio de Seguridad y Salud.

Artículo 38. Control de la obra

Además de los controles establecidos en anteriores apartados y los que en cada momento dictamine la dirección facultativa de las obras, se realizarán todos los que prescribe la EHE. El control de la obra será el indicado en los planos de proyecto.

3. ANEXOS

ANEXO 1. EHE INSTRUCCIÓN DE HORMIGÓN ESTRUCTURAL

1.1 Características generales

Ver cuadro en planos de estructura.

1.2 Ensayos de control exigibles al hormigón

Ver cuadro en planos de estructura.

1.3 Ensayos de control exigibles al acero

Ver cuadro en planos de estructura.

1.4 Ensayos de control exigibles a los componentes del hormigón

Ver cuadro en planos de estructura.

1.5 Cemento

Antes de comenzar el hormigonado o si varían las condiciones de suministro: Se realizarán los ensayos físicos, mecánicos y químicos previstos en el RC-03.

Durante la marcha de la obra: Cuando el cemento esté en posesión de un sello o marca de conformidad oficialmente homologado no se realizarán ensayos.

Cuando el cemento carezca de sello o marca de conformidad se comprobará al menos una vez cada 3 meses de obra; como mínimo 3 veces durante la ejecución de la obra; y cuando lo indique el director de obra, se comprobará al menos: perdida al fuego, residuo insoluble, principio y fin de fraguado, resistencia a compresión y estabilidad de volumen, según RC-03.

1.6 Agua de amasado

Antes de comenzar la obra si no se tiene antecedentes del agua que vaya a utilizarse, si varían las condiciones de suministro, y cuando lo indique el director de obra se realizarán los ensayos del artículo correspondiente de la EHE.

1.7 Áridos

Antes de comenzar la obra si no se tienen antecedentes de los mismos, si varían las condiciones de suministro o se vayan a emplear para otras aplicaciones distintas a los ya sancionados por la práctica y siempre que lo indique el director de obra se realizarán los ensayos de identificación mencionados en los artículos correspondientes a las condiciones fisicoquímicas, fisicomecánicas y granulométricas de la EHE.

ANEXO 2. DB-HE AHORRO DE ENERGÍA

2.1 Condiciones técnicas exigibles a los materiales aislantes

Serán como mínimo las especificadas en el cálculo del coeficiente de transmisión térmica de calor. A tal efecto, y en cumplimiento del artículo 4.1 del DB-

HE-1 del CTE, el fabricante garantizará los valores de las características higrotérmicas, que a continuación se señalan:

- Conductividad térmica: definida con el procedimiento o método de ensayo que en cada caso establezca la norma UNE correspondiente.
- Densidad aparente: se indicará la densidad aparente de cada uno de los tipos de productos fabricados.
- Permeabilidad al vapor de agua: deberá indicarse para cada tipo, con indicación del método de ensayo para cada tipo de material establezca la norma UNE correspondiente.
- Absorción de agua por volumen: para cada uno de los tipos de productos fabricados.
- Otras propiedades: en cada caso concreto según criterio de la dirección facultativa, en función del empleo y condiciones en que se vaya a colocar el material aislante, podrá además exigirse:
 - Resistencia a la compresión.
 - Resistencia a la flexión.
 - Envejecimiento ante la humedad, el calor y las radiaciones.
 - Deformación bajo carga (módulo de elasticidad).
 - Comportamiento frente a parásitos.
 - Comportamiento frente a agentes químicos.
 - Comportamiento frente al fuego.

2.2 Control, recepción y ensayos de materiales aislantes

En cumplimiento del artículo 4.3 del DB-HE 1 del CTE, deberán cumplirse las siguientes condiciones:

- El suministro de los productos será objeto de convenio entre el consumidor y el fabricante, ajustado a las condiciones particulares que figuran en el presente proyecto.
- El fabricante garantizará las características mínimas exigibles a los materiales, para lo cual, realizará los ensayos y controles que aseguran el autocontrol de su producción.

- Todos los materiales aislantes a emplear vendrán avalados por sello o marca de calidad, por lo que podrá realizarse su recepción, sin necesidad de efectuar comprobaciones o ensayos.

2.3 Ejecución

Deberá realizarse conforme a las especificaciones de los detalles constructivos, contenidos en los planos del presente proyecto complementados con las instrucciones que la dirección facultativa dicte durante la ejecución de las obras.

2.4 Obligaciones del constructor

El constructor realizará y comprobará los pedidos de los materiales aislantes de acuerdo con las especificaciones del presente proyecto.

2.5 Obligaciones de la dirección facultativa

La dirección facultativa de las obras, comprobará que los materiales recibidos reúnen las características exigibles, así como que la ejecución de la obra se realiza de acuerdo con las especificaciones del presente proyecto, en cumplimiento de los artículos 4.3 y 5.2 del DB-HE 1 del CTE.

ANEXO 3. NBE-CA-88 CONDICIONES ACÚSTICAS DE LOS EDIFICIOS

3.1 Características básicas exigibles a los materiales

El fabricante indicará la densidad aparente, y el coeficiente de absorción, f, para las frecuencias preferentes y el coeficiente medio de absorción, m, del material. Podrán exigirse además datos relativos a aquellas propiedades que puedan interesar en función del empleo y condiciones en que se vaya a colocar el material en cuestión.

3.1 Características básicas exigibles a las soluciones constructivas

Aislamiento a ruido aéreo y a ruido de impacto: se justificará preferentemente mediante ensayo, pudiendo no obstante utilizarse los métodos de cálculo detallados en el anexo 3 de la NBE-CA-88.

3.3 Presentación, medidas y tolerancias

Los materiales de uso exclusivo como aislante o como acondicionantes acústicos, en sus distintas formas de presentación, se expedirán en embalajes que

garantíen su transporte sin deterioro hasta su destino, debiendo indicarse en el etiquetado las características señaladas en los apartados anteriores.

Así mismo el fabricante indicará en la documentación técnica de sus productos las dimensiones y tolerancias de los mismos.

Para los materiales fabricados “in situ”, se darán las instrucciones correspondientes para su correcta ejecución, que deberá correr a cargo de personal especializado, de modo que se garanticen las propiedades especificadas por el fabricante.

3.4 Garantía de las características

El fabricante garantizará las características acústicas básicas señaladas anteriormente. Esta garantía se materializará mediante las etiquetas o marcas que preceptivamente deben llevar los productos según el epígrafe anterior.

3.5 Control, recepción y ensayo de los materiales

3.5.1 Suministro de los materiales

Las condiciones de suministro de los materiales, serán objeto de convenio entre el consumidor y el fabricante, ajustándose a las condiciones particulares que figuren en el proyecto de ejecución.

Los fabricantes, para ofrecer la garantía de las características mínimas exigidas anteriormente en sus productos, realizarán los ensayos y controles que aseguren el autocontrol de su producción.

3.5.2 Materiales con sello o marca de calidad

Los materiales que vengan avalados por sellos o marca de calidad, deberán tener la garantía por parte del fabricante del cumplimiento de los requisitos y características mínimas exigidas en esta norma para que pueda realizarse su recepción sin necesidad de efectuar comprobaciones o ensayos.

3.5.3 Composición de las unidades de inspección

Las unidades de inspección estarán formadas por materiales del mismo tipo y proceso de fabricación. La superficie de cada unidad de inspección, salvo acuerdo contrario, la fijará el consumidor.

3.5.4 Toma de muestras

Las muestras para la preparación de probetas utilizadas en los ensayos se tomarán de productos de la unidad de inspección sacados al azar.

La forma y dimensión de las probetas serán las que señale para cada tipo de material la norma de ensayo correspondiente.

3.5.5 Normas de ensayo

Las normas UNE que a continuación se indican se emplearán para la realización de los ensayos correspondientes. Así mismo se emplearán en su caso las normas UNE que la comisión técnica de aislamiento acústico del IRANOR CT-74, redacte con posterioridad a la publicación de esta NBE.

Ensayo de aislamiento a ruido aéreo: UNE 74040/I, UNE 74040/II, UNE 74040/III, UNE 74040/IV y UNE 74040/V.

Ensayo de aislamiento a ruido de impacto: UNE 74040/VI, UNE 74040/VII y UNE 74040/VIII.

Ensayo de materiales absorbentes acústicos: UNE 70041. Ensayo de permeabilidad de aire en ventanas: UNE 85-20880.

3.5.6 Laboratorios de ensayos

Los ensayos citados, de acuerdo con las normas UNE establecidas, se realizarán en laboratorios reconocidos a este fin por el ministerio correspondiente.

ANEXO 4. DB-SI SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO

4.1 Condiciones técnicas exigibles a los materiales

Los materiales a emplear en la construcción del edificio de referencia, se clasifican a los efectos de su reacción ante el fuego, de acuerdo con el Real Decreto 312/2005, de 18 de marzo, por el que se aprueba la clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y de resistencia frente al fuego.

Los fabricantes de materiales que se empleen vistos o como revestimiento o acabados superficiales, en el caso de no figurar incluidos en el capítulo 1.2 del Real

Decreto 312/2005, deberán acreditar su grado de combustibilidad mediante los oportunos certificados de ensayo, realizados en laboratorios oficialmente homologados para poder ser empleados.

Aquellos materiales con tratamiento adecuado para mejorar su comportamiento ante el fuego (materiales ignifugados), serán clasificados por un laboratorio oficialmente homologado, fijando en un certificado el periodo de validez de la ignifugación.

Pasado el tiempo de validez de la ignifugación, el material deberá ser sustituido por otro de la misma clase obtenida inicialmente mediante la ignifugación, o sometido a nuevo tratamiento que restituya las condiciones iniciales de ignifugación.

Los materiales que sean de difícil sustitución y aquellos que vayan situados en el exterior, se consideran con clase que corresponda al material sin ignifugación. Si dicha ignifugación fuera permanente, podrá ser tenida en cuenta.

4.2 Condiciones técnicas exigibles a los elementos constructivos

La resistencia ante el fuego de los elementos y productos de la construcción queda fijado por un tiempo, t, durante el cual dicho elemento es capaz de mantener las características de resistencia al fuego, estas características vienen definidas por la siguiente clasificación: capacidad portante (R), integridad (E), aislamiento (I), radiación (W), acción mecánica (M), cierre automático (C), estanqueidad al paso de humos (S), continuidad de la alimentación eléctrica o de la transmisión de señal (P ó HP), resistencia a la combustión de hollines (G), capacidad de protección contra incendios (K), duración de la estabilidad a temperatura constante (D), duración de la estabilidad considerando la curva normalizada tiempo-temperatura (DH), funcionalidad de los extractores mecánicos de humo y calor (F), funcionalidad de los extractores pasivos de humo y calor (B).

La comprobación de dichas condiciones para cada elemento constructivo, se verificará mediante los ensayos descritos en las normas UNE que figuran en las tablas del Anexo III del Real Decreto 312/2005.

En el anexo C del DB-SI del CTE se establecen los métodos simplificados que permiten determinar la resistencia de los elementos de hormigón ante la acción representada por la curva normalizada tiempo-temperatura.

En el anexo D del DB-SI del CTE se establece un método simplificado para determinar la resistencia de los elementos de acero ante la acción representada por una curva normalizada tiempo-temperatura.

En el anexo E del DB-SI del CTE se establece un método simplificado de cálculo que permite determinar la resistencia al fuego de los elementos estructurales de madera ante la acción representada por una curva normalizada tiempo-temperatura.

En el anexo F del DB-SI del CTE se encuentran tabuladas las resistencias al fuego de elementos de fábrica de ladrillo cerámico o silicocalcáreo y de los bloques de hormigón, ante la exposición térmica, según la curva normalizada tiempo-temperatura.

Los elementos constructivos se califican mediante la expresión de su condición de resistentes al fuego (RF), así como de su tiempo, t, en minutos, durante el cual mantiene dicha condición.

Los fabricantes de materiales específicamente destinados a proteger o aumentar la resistencia ante el fuego de los elementos constructivos, deberán demostrar mediante certificados de ensayo las propiedades de comportamiento ante el fuego que figuren en su documentación.

Los fabricantes de otros elementos constructivos que hagan constar en la documentación técnica de los mismos su clasificación a efectos de resistencia ante el fuego, deberán justificarlo mediante los certificados de ensayo en que se basan.

La realización de dichos ensayos, deberá llevarse a cabo en laboratorios oficialmente homologados para este fin por la administración del estado.

4.3 Instalaciones

4.3.1 Instalaciones propias del edificio

Las instalaciones del edificio deberán cumplir con lo establecido en el artículo 3 del DB-SI 1 Espacios ocultos. Paso de instalaciones a través de elementos de compartimentación de incendios.

4.3.2 Instalaciones de protección contra incendios. Extintores móviles

Las características, criterios de calidad y ensayos de los extintores móviles, se ajustarán a lo especificado en el Reglamento de Aparatos a Presión así como a las siguientes normas: UNE 23-110/75, UNE 23-110/80 y UNE 23-110/82.

Los extintores se clasifican en los siguientes tipos, según el agente extintor:

- Extintores de agua.
- Extintores de espuma.
- Extintores de polvo.
- Extintores de anhídrido carbónico (CO₂).
- Extintores de hidrocarburos halogenados.
- Extintores específicos para fuegos de metales.

Los agentes de extinción contenidos en extintores portátiles cuando consistan en polvos químicos, espumas o hidrocarburos halogenados, se ajustarán a las siguientes normas: UNE 23-601/79, UNE 23-602/81 y UNE 23-607/82.

En todo caso la eficacia de cada extintor, así como su identificación, según UNE 23- 110/75, estará consignada en la etiqueta del mismo.

Se consideran extintores portátiles aquellos cuya masa sea igual o inferior a 20 kg. Si dicha masa fuera superior, el extintor dispondrá de un medio de transporte sobre ruedas.

Se instalará el tipo de extintor adecuado en función de las clases de fuego establecidas en la norma UNE 23-010/76.

En caso de utilizarse en un mismo local extintores de distintos tipos, se tendrá en cuenta la posible incompatibilidad entre los distintos agentes extintores.

Los extintores se situarán conforme a los siguientes criterios:

- Se situarán donde exista mayor probabilidad de originarse un incendio, próximos a las salidas de los locales y siempre en lugares de fácil visibilidad y acceso.
- Su ubicación deberá señalizarse, conforme a lo establecido en la norma UNE 23-033-81.

- Los extintores portátiles se colocarán sobre soportes fijados a paramentos verticales o pilares, de forma que la parte superior del extintor quede como máximo a 1,70 m del suelo.
- Los extintores que estén sujetos a posibles daños físicos, químicos o atmosféricos deberán estar protegidos.

4.4 Condiciones de mantenimiento y uso

Todas las instalaciones y medios a que se refiere el DB-SI 4 Detección, control y extinción del incendio, deberán conservarse en buen estado.

En particular, los extintores móviles, deberán someterse a las operaciones de mantenimiento y control de funcionamiento exigibles, según lo que estipule el Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios.

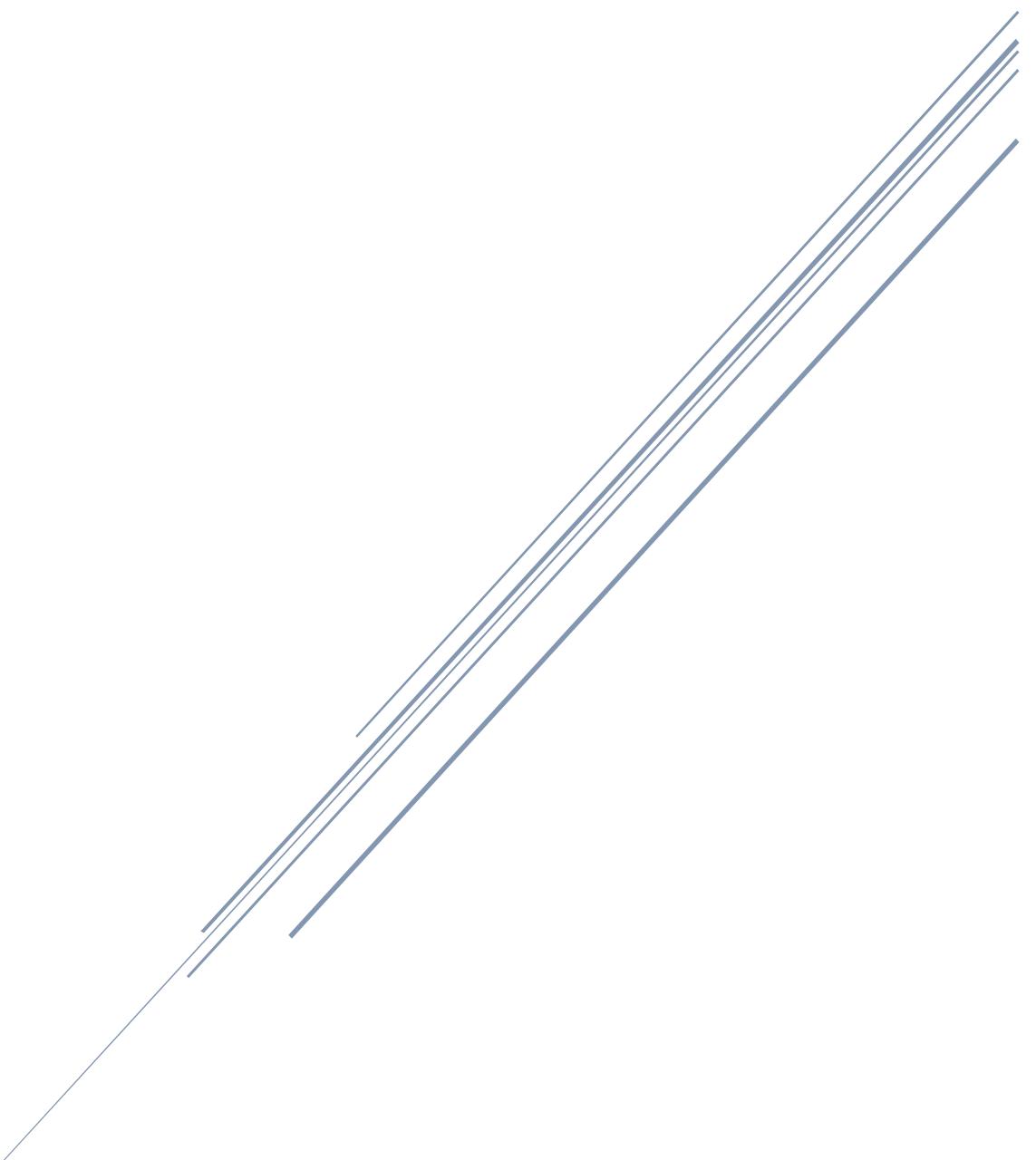
Madrid, Junio de 2019

El Alumno

Fdo: *Francisco Pérez Torres*

DOCUMENTO 4

PRESUPUESTO Y MEDICIONES



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA,
ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	4
2. PRESUPUESTO Y MEDICIONES	5
3. CUADRO DE PRECIOS N° 1	10
4. CUADRO DE PRECIOS N° 2	14
5. RESUMEN GENERAL DEL PRESUPUESTO	19

1. INTRODUCCIÓN

En este documento se recoge el importe de la inversión necesaria para la puesta en marcha del invernadero y la caseta de riego.

Los capítulos incluidos son los siguientes:

- Movimiento de tierras
- Construcción del invernadero
- Construcción de la caseta de riego
- Instalación eléctrica de la caseta
- Instalación de riego del invernadero
- Trasplante del cultivo de pimiento y sandía

2. PRESUPUESTO Y MEDICIONES

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 01 MOVIMIENTO DE TIERRAS									
01.01	m2 RETIR.CAPA T.VEGETAL A MÁQUINA Retirada y apilado de capa de tierra vegetal superficial, por medios mecánicos, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.	CASETA	1	10,00	5,00		50,00		
01.02	m3 EXC.ZANJA A MÁQUINA T. FLOJOS Excavación en zanjas, en terrenos flojos, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.	CASETA	1	30,00	0,40	0,50	6,00	50,00	0,88 44,00
01.03	m3 RELL/APIS.MEC.C.ABIER.ZAHORRA Relleno, extendido y apisonado de zahorras a cielo abierto, por medios mecánicos, en tongadas de 30 cm. de espesor, hasta conseguir un grado de compactación del 95% del proctor normal, incluso regado de las mismas y refino de taludes, y con p.p. de medios auxiliares, considerando las zahorras a pie de tajo.	CASETA	1	10,00	5,00	0,25	12,50	6,00	9,93 59,58
01.04	m3 EXC.ZANJA SANEAM. T.FLOJO MEC. Excavación en zanjas de saneamiento, en terrenos de consistencia floja, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, y con posterior relleno y apisonado de las tierras procedentes de la excavación y con p.p. de medios auxiliares.	eLECTRICIDAD					412,50	19,81	8.171,63
eACOMETIDA-CUADRO PRINCIPAL									
1 0,50 0,80 0,40									
cG-CS									
1 0,50 0,80 0,40									
cANALIZACION AGUA									
BALSA-CASETA RIEGO									
1 0,50 0,80 0,40									
CASETA RIEGO INVERNADERO									
1 68,50 0,50 0,80 27,40									
28,60 24,70 706,42									
TOTAL CAPÍTULO 01 MOVIMIENTO DE TIERRAS									
8.981,63									

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 02 CIMENTACIONES									
02.01	m3 HORM.LIMPIEZA HM-20/P/20/I V.MAN Hormigón en masa HM-20 N/mm ² , consistencia plástica, Tmáx.20 mm., para ambiente normal, elaborado en central para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido por medios manuales y colocación. Según NTE-CSZ,EHE y CTE-SE-C.	CASETA	1	30,00	0,40	0,10	1,20		
02.02	m3 H.ARM. HA-25/P/20/I V.MANUAL Hormigón armado HA-25 N/mm ² , consistencia plástica, Tmáx.20 mm., para ambiente normal, elaborado en central en relleno de zapatas y zanjas de cimentación, incluso armadura (40 kg/m ³), vertido por medios manuales, vibrado y colocación. Según normas NTE-CSZ , EHE y CTE-SE-C.	CASETA	1	30,00	0,40	0,40	4,80	1,20 100,94 121,13	
4,80 177,45 851,76									
TOTAL CAPÍTULO 02 CIMENTACIONES									
972,89									

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 03 ESTRUCTURA									
03.01	m2 MURO BLOQ. HORM. ARMADO 40x20x24								
Fábrica de bloques huecos de hormigón gris estándar de 40x20x24 cm. para revestir, recibidos con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 N y arena de río M-5, armadura vertical formada por 4 redondos de acero B 500 S, de D=12 por m. y armadura horizontal de 2 redondos de D=8 cada fila de bloques, rellenos de hormigón de 365 kg. de cemento/m3. de dosificación, i/vertido, vibrado, rejunto, p.p. de formación de dinteles, zunchos, jambas, ejecución de encuentros, piezas especiales, roturas, replanteo, nivelación, aplomado, limpieza y medios auxiliares, s/NTE-FFB-11 y CTE-SE-F, medida deduciendo huecos superiores a 1 m2.									
	CASETA LATERAL	1	10,00		3,25		32,50		
	CASETA LATERAL	1	10,00		3,00		30,00		
	CASETA FRONTAL	1	5,00		3,00		15,00		
	CASETA FRONTAL PUERTA	1	5,00		3,00		15,00		
	PUERTA	1	-2,50		2,20		-5,50		
								87,00	69,60
									6.055,20
TOTAL CAPÍTULO 03 ESTRUCTURA									
CAPÍTULO 04 SOLADOS, Y CUBIERTAS									
04.01	m2 FORJA.VIG.AUT. 20+5, B-60								
Forjado 20+5 cm. formado a base de viguetas de hormigón pretensadas autorresistentes, separadas 60 cm. entre ejes, bovedilla cerámica de 60x25x20 cm. y capa de compresión de 5 cm., de hormigón HA-25/P/20/l, de central, i/armadura (1,80 kg/m2), terminado. (Carga total 600 kg/m2). Según normas NTE, EHE , EFHE y CTE-SE-AE.									
	CASETA	1	10,00		5,00		50,00		
								50,00	50,66
									2.533,00
04.02	m2 IMPERM.MONO.AUTOPIROT.GA-1								
Impermeabilización monocapa autoprotegida constituida por: imprimación asfáltica, lámina asfáltica de betún plastomérico FPV 5 kg mineral de color gris (tipo LBM-Gris-50/G-FPV), totalmente adherida al soporte con soplete, lista para proteger. Cumple la norma UNE 104-402/96. Según membrana GA-1.									
	CASETA	1	10,00		5,00		50,00		
								50,00	18,81
									940,50
04.03	m2 SOLER.HA-25, 15cm.ARMA.#15x15x6								
Solera de hormigón de 15 cm. de espesor, realizada con hormigón HA-25 N/mm2, Tmáx.20 mm., elaborado en obra, i/vertido, colocación y armado con mallazo 15x15x6, p.p. de juntas, aserrado de las mismas y fratasado. Según NTE-RSS y EHE.									
	CASETA	1	10,00		5,00		50,00		
								50,00	19,75
									987,50
TOTAL CAPÍTULO 04 SOLADOS, Y CUBIERTAS.....									
									4.461,00

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 05 INSTALACIONES									
SUBCAPÍTULO 05.01 ELECTRICIDAD									
05.01.01	ud REGLETA DE SUPERFICIE 2x36 W.AF								
	Regleta de superficie de 2x36 W. con protección IP20 clase I, cuerpo de chapa de acero de 0,7 mm., pintado con pintura epoxi poliéster y secado al horno, sistema de anclaje formado por chapa galvanizada sujetada con tornillos incorporados, equipo eléctrico formado por reactancias, condensador, portalámparas, cebadores, lámparas fluorescentes nueva generación y bornes de conexión. Instalada, incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexiónado.								
05.01.02	ud CUADRO PROTEC.ELECTRIFIC. BÁSICA						2,00	31,64	63,28
	Cuadro protección electrificación básica, formado por caja, de doble aislamiento de empotrar, con caja de empotrar de puerta blanca Legrand Ekinoxe de 1x12 elementos, perfil omega, embarrado de protección, interruptor de control de potencia, interruptor general magneto térmico de corte omnipolar 40 A, interruptor diferencial 2x40 A 30 mA y PIAS (I+N) de 10, 16, 20 y 25 A. Instalado, incluyendo cableado y conexiónado.								
05.01.03	m LÍNEA GRAL. ALIMENTACIÓN 4(1x10)mm ² Cu						1,00	568,20	568,20
	Línea general de alimentación (LGA) en canalización entubada formada por conductor de Cu 4(1x10) mm ² con aislamiento 0,6/1 kV libre de halógenos. Instalación incluyendo conexiónado.								
05.01.04	m ACOMETIDA TRIFÁSICA 3,5x10 mm ² Cu						100,00	43,34	4.334,00
	Acometida individual trifásica en canalización subterránea tendida directamente en zanja formada por cable de cobre de 3,5x10 mm ² , con aislamiento de 0,6/1 kV., incluso p.p. de zanja, capa de arena de río, protección mecánica por placa y cinta señalización de PVC. Instalación, incluyendo conexiónado.								
05.01.05	m LÍNEA TOMA DE FUERZA TRIFÁSICA						5,00	103,72	518,60
	Cable de goma 2x2,5mm ² H07RN-F 2x 2,5 – Diverse – H07RN-F 2x2,5 Tr.500 : Sección nominal del conductor 2,5 mm ² , Clase conductor interior Cl.5 = hilo fino, Número de conductores 2, Conductor de puesta a tierra no, Color de la envoltura negro, Sin halógenos según EN 60754-1/2 no, Resistente al fuego según EN 60332-1-2, Generación reducida de humo según EN 61034-2 no, Forma redondo, Diámetro exterior aprox. 13,5 mm, Tensión nominal U0 450 V, Tensión nominal U 750 V								
05.01.06	m LÍNEA BOMBA DE RIEGO						5,00	18,19	90,95
	Cable de goma 4x6mm ² H07RN-F 4G 6 – Diverse – H07RN-F 4G6 S : Sección nominal del conductor 6 mm ² , Clase conductor interior Cl.5 = hilo fino, Número de conductores 4, Conductor de puesta a tierra sí, Color de la envoltura negro, Sin halógenos según EN 60754-1/2 no, Resistente al fuego según EN 60332-1-2, Generación reducida de humo según EN 61034-2 no, Forma redondo, Diámetro exterior aprox. 17,5 mm, Tensión nominal U0 450 V, Tensión nominal U 750 V								
05.01.07	m LÍNEA DE ALUMBRADO DE LA CASETA						15,00	25,74	386,10
	Cable de goma 2x1,5mm ² H07RN-F 2x 1,5 – Diverse – H07RN-F 2x1,5 Ri.50 : Sección nominal del conductor 1,5 mm ² , Clase conductor interior Cl.5 = hilo fino, Número de conductores 2, Conductor de puesta a tierra no, Color de la envoltura negro, Sin halógenos según EN 60754-1/2 no, Resistente al fuego según EN 60332-1-2, Generación reducida de humo según EN 61034-2 no, Forma redondo, Diámetro exterior aprox. 9,4 mm, Tensión nominal U0 450 V, Tensión nominal U 750 V								
05.01.08	m LÍNEA TOMA DE FUERZA MONOFÁSICA						5,00	8,75	43,75
	Cable de goma 4x2,5mm ² H07RN-F 4G 2,5 – Diverse – H07RN-F 4G2,5 Ri.50 : Sección nominal del conductor 2,5 mm ² , Clase conductor interior Cl.5 = hilo fino, Número de conductores 4, Conductor de puesta a tierra sí, Color de la envoltura negro, Sin halógenos según EN 60754-1/2 no, Resistente al fuego según EN 60332-1-2, Generación reducida de humo según EN 61034-2 no, Forma redondo, Diámetro exterior aprox. 14 mm, Tensión nominal U0 450 V, Tensión nominal U 750 V								

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
05.01.09	ud INTERRUPTOR BOMA DE RIEGO Y LINEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN Interruptor automático tripolar + neutro de 50 A.						5,00	16,26	81,30
05.01.10	ud INTERRUPTOR ALUMBRADO CASETA Interruptor automático magnético, bipolar (2P), intensidad nominal 1,6 A, poder de corte 25 kA, curva MA, de 36x94x78,5 mm, grado de protección IP20, montaje sobre carril DIN (35 mm), según UNE-EN 60947-2.						2,00	463,40	926,80
05.01.11	ud INTERRUPTOR LÍNEA DE TOMA DE FUERZA MONOFÁSICA Interruptor combinado magnetotérmico-bloque diferencial, de 2,5 módulos bipolar, intensidad nominal de 20A y diferencial de sensibilidad 300mA						1,00	193,64	193,64
05.01.12	ud INTERRUPTOR LÍNEA DE TOMA DE FUERZA TRIFÁSICA Interruptor combinado magnetotérmico-bloque diferencial, tripolar de 10A y diferencial de sensibilidad 300mA						1,00	307,30	307,30
							1,00	337,30	337,30
									7.851,22
SUBCAPÍTULO 05.02 SISTEMA DE RIEGO									
APARTADO 05.02.01 TUBERÍAS									
05.02.01.01	m TUBERÍA POLIETILENO DN50 mm. 2" Tubería de polietileno PORTARRAMALES, de 50 mm. (2") de diámetro nominal, de alta densidad y para 1 MPa de presión máxima, UNE-EN-12201, colocada en instalaciones para agua fría y caliente, con p.p. de piezas especiales de polietileno, instalada y funcionando, en ramales de longitud superior a 3 m., y sin protección superficial. s/CTE-HS-4.	1	400,00				400,00		
05.02.01.02	m TUBERÍA POLIETILENO DN90 mm. 3 1/2" Tubería de polietileno PRINCIPAL , de 90 mm. (3 1/2") de diámetro nominal, de alta densidad y para 1 MPa de presión máxima, UNE-EN-12201, colocada en instalaciones para agua fría y caliente, con p.p. de piezas especiales de polietileno, instalada y funcionando, en ramales de longitud superior a 3 m., y sin protección superficial. s/CTE-HS-4.	1	69,00				69,00	3,79	1.516,00
05.02.01.03	m TUBERÍA POLIETILENO DN110 mm. 4" Tubería de polietileno PRINCIPAL, de 110 mm.	1	79,00				79,00	18,70	1.290,30
05.02.01.04	m TUB. INTEGRAL DN16 mm GOTEROS A 0.50 M Suministro e instalación de tubería integral con gotero autocompensante.Caudal 3,3 l/h, descarga uniforme entre 0.5 y 3.5 kg/cm ² de presión.Distancia entre goteros 0.50 m.	1	8.250,00				8.250,00	28,35	2.239,65
							8.250,00	0,40	3.300,00
									8.345,95

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
APARTADO 05.02.02 CABEZAL DE RIEGO									
05.02.02.01	ELECTROBOMBA								
Electrobomba CM-15-2 de la casa comercial GRUNDFOS, con, caudal nominal 4,722 l/s, altura nominal 29,7 m y 1,9 kW de potencia.									
		1					1,00		
								1,00	3.500,00
05.02.02.02	ACCESORIOS CABEZAL RIEGO			1			1,00		3.500,00
05.02.02.03	TUBERÍAS			1			1,00	648,00	648,00
05.02.02.04	EQUIPO DE FERTIRRIGACIÓN			1			1,00	132,00	132,00
							1,00	3.000,00	3.000,00
TOTAL APARTADO 05.02.02 CABEZAL DE RIEGO								7.280,00	
TOTAL SUBCAPÍTULO 05.02 SISTEMA DE RIEGO.....								15.625,95	
TOTAL CAPÍTULO 05 INSTALACIONES.....								23.477,17	

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 06 INVERNADERO									
06.01	m2								
INVERNADERO MULTICAPILLA									
Suministro e Instalación de invernadero tipo raspa y amagado conforme a la definición del proyecto, formado por tubos de acero S235, incluso plástic de cubrición e instalaciones anexas, i/p.p. de cementación incluida, montaje y medios auxiliares.									
CONSTRUCCIÓN DEL		1	87,00	100,00			8.700,00		
INVERNADERO									
							8.700,00	8,50	73.950,00
TOTAL CAPÍTULO 06 INVERNADERO								73.950,00	
TOTAL								117.897,89	

3. CUADRO DE PRECIOS N° 1

CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
CAPÍTULO 01 INVERNADERO			
01.01	m2	RETR.CAPA T.VEGETAL A MÁQUINA	0,88
		Retirada y apilado de capa de tierra vegetal superficial, por medios mecánicos, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.	
01.02	m3	EXC.ZANJA A MÁQUINA T. FLOJOS	9,93
		Excavación en zanjas, en terrenos flojos, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.	
01.03	m3	RELL/APIS.MEC.C.ABIER.ZAHORRA	19,81
		Relleno, extendido y apisonado de zahorras a cielo abierto, por medios mecánicos, en tongadas de 30 cm. de espesor, hasta conseguir un grado de compactación del 95% del proctor normal, incluso regado de las mismas y refinado de taludes, y con p.p. de medios auxiliares, considerando las zahorras a pie de tajo.	
01.04	m3	EXC.ZANJA SANEAM. T.FLOJO MEC.	24,70
		Excavación en zanjas de saneamiento, en terrenos de consistencia floja, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, y con posterior relleno y apisonado de las tierras procedentes de la excavación y con p.p. de medios auxiliares.	
			VEINTICUATRO EUROS con SETENTA CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
CAPÍTULO 02 CIMENTACIONES			
02.01	m3	HORM.LIMPIEZA HM-20/P20/I V.MAN	100,94
		Hormigón en masa HM-20 N/mm ² , consistencia plástica, Tmáx.20 mm., para ambiente normal, elaborado en central para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido por medios manuales y colocación. Según NTE-CSZ,EHE y CTE-SE-C.	
02.02	m3	H.ARM. HA-25/P20/I V.MANUAL	177,45
		Hormigón armado HA-25 N/mm ² , consistencia plástica, Tmáx.20 mm., para ambiente normal, elaborado en central en relleno de zapatas y zanjas de cimentación, incluso armadura (40 kg/m ³), vertido por medios manuales, vibrado y colocación. Según normas NTE-CSZ , EHE y CTE-SE-C.	
			CIENTO SETENTA Y SIETE EUROS con CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
CAPÍTULO 03 ESTRUCTURA			
03.01	m2	MURO BLOQ. HORM. ARMADO 40x20x24	69,60
		Fábrica de bloques huecos de hormigón gris estándar de 40x20x24 cm. para revestir, recibidos con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 N y arena de río M-5, armadura vertical formada por 4 redondos de acero B 500 S, de D=12 por m. y armadura horizontal de 2 redondos de D=8 cada fila de bloques, llenados de hormigón de 365 kg. de cemento/m ³ . de dosificación, i/vertido, vibrado, rejuntado, p.p. de formación de dinteles, zunchos, jambas, ejecución de encuentros, piezas especiales, roturas, replanteo, nivelación, aplomado, limpieza y medios auxiliares, s/NTE-FFB-11 y CTE-SE-F, medida deduciendo huecos superiores a 1 m ² .	
			SESENTA Y NUEVE EUROS con SESENTA CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
CAPÍTULO 04 SOLADOS, Y CUBIERTAS			
04.01	m2 FORJA.VIG.AUT. 20x5, B-60		50,66
	Forjado 20x5 cm. formado a base de viguetas de hormigón pretensadas autorresistentes, separadas 60 cm. entre ejes, bovedilla cerámica de 60x25x20 cm. y capa de compresión de 5 cm., de hormigón HA-25/P/20/I, de central, i/armadura (1,80 kg/m2), terminado. (Carga total 600 kg/m2). Según normas NTE, EHE , EFHE y CTE-SE-AE.		
04.02	m2 IMPERM.MONO.AUTO PROT.GA-1	CINCUENTA EUROS con SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS	18,81
	Impermeabilización monocapa autoprotegida constituida por: imprimación asfáltica, lámina asfáltica de betún plástomérico FPV 5 kg mineral de color gris (tipo LBM-Gris-50/G-FPV), totalmente adherida al soporte con soplete, lista para proteger. Cumple la norma UNE 104-402/96. Según membrana GA-1.		
04.03	m2 SOLER.HA-25, 15cm.ARMA.#15x15x6	DIECIOCHO EUROS con OCHENTA Y UN CÉNTIMOS	19,75
	Solera de hormigón de 15 cm. de espesor, realizada con hormigón HA-25 N/mm2, Tmáx.20 mm., elaborado en obra, i/vertido, colocación y armado con mallazo 15x15x6, p.p. de juntas, aserrado de las mismas y fratasado. Según NTE-RSS y EHE.		
		DIECINUEVE EUROS con SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS	

CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
CAPÍTULO 05 INSTALACIONES			
SUBCAPÍTULO 05.01 ELECTRICIDAD			
05.01.01	ud RELETA DE SUPERFICIE 2x36 W.AF	TREINTA Y UN EUROS con SESENTA Y CUATRO CÉNTIMOS	31,64
	Releta de superficie de 2x36 W. con protección IP20 clase I, cuerpo de chapa de acero de 0,7 mm., pintado con pintura epoxi poliéster y secado al horno, sistema de anclaje formado por cha-pa galvanizada sujetada con tornillos incorporados, equipo eléctrico formado por reactancias, condensador, portalámparas, cebadores, lámparas fluorescentes nueva generación y bornes de conexión. Instalada, incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado.		
05.01.02	ud CUADRO PROTEC.ELECTRIFIC. BÁSICA	QUINIENTOS SESENTA Y OCHO EUROS con VEINTE CÉNTIMOS	568,20
	Cuadro protección electrificación básica, formado por caja, de doble aislamiento de empotrar, con caja de empotrar de puerta blanca Legrand Ekinoxe de 1x12 elementos, perfil omega, embarrado de protección, interruptor de control de potencia, interruptor general magnetotérmico de corte omni-polar 40 A, interruptor diferencial 2x40 A 30 mA y PIAS (I+N) de 10, 16, 20 y 25 A. Instalado, incluyendo cableado y conexionado.		
05.01.03	m LÍNEA GRAL. ALIMENTACIÓN 4(1x10)mm2 Cu	CUARENTA Y TRES EUROS con TREINTA Y CUATRO CÉNTIMOS	43,34
	Línea general de alimentación (LGA) en canalización entubada formada por conductor de Cu 4(1x10) mm2 con aislamiento 0,6/1 kV libre de halógenos. Instalación incluyendo conexionado.		
05.01.04	m ACOMETIDA TRIFÁSICA 3,5x10 mm2 Cu	CIENTO TRES EUROS con SETENTA Y DOS CÉNTIMOS	103,72
	Acometida individual trifásica en canalización subterránea tendida directamente en zanja formada por cable de cobre de 3,5x10 mm2, con aislamiento de 0,6/1 kV., incluso p.p. de zanja, capa de arena de río, protección mecánica por placa y cinta señalización de PVC. Instalación, incluyen-do conexionado.		
05.01.05	m LÍNEA TOMA DE FUERZA TRIFÁSICA	DIECIOCHO EUROS con DIECINUEVE CÉNTIMOS	18,19
	Cable de goma 2x2,5mm ² H07RN-F 2x 2,5 – Diverse – H07RN-F 2x2,5 Tr.500 : Sección no-minal del conductor 2,5 mm ² , Clase conductor interior Cl.5 = hilo fino, Número de conductores 2, Conductor de puesta a tierra no, Color de la envoltura negro, Sin halógenos según EN 60754-1/2 no, Resistente al fuego según EN 60332-1-2, Generación reducida de humo según EN 61034-2 no, Forma redonda, Diámetro exterior aprox. 13,5 mm, Tensión nominal U0 450 V, Tensión no-minal U 750 V		
05.01.06	m LÍNEA BOMBA DE RIEGO	VEINTICINCO EUROS con SETENTA Y CUATRO CÉNTIMOS	25,74
	Cable de goma 4x6mm ² H07RN-F 4G 6 – Diverse – H07RN-F 4G6 S : Sección nominal del conductor 6 mm ² , Clase conductor interior Cl.5 = hilo fino, Número de conductores 4, Conductor de puesta a tierra sí, Color de la envoltura negro, Sin halógenos según EN 60754-1/2 no, Resistente al fuego según EN 60332-1-2, Generación reducida de humo según EN 61034-2 no, Forma redonda, Diámetro exterior aprox. 17,5 mm, Tensión nominal U0 450 V, Tensión nominal U 750 V		
05.01.07	m LÍNEA DE ALUMBRADO DE LA CASETA	OCHO EUROS con SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS	8,75
	Cable de goma 2x1,5mm ² H07RN-F 2x 1,5 – Diverse – H07RN-F 2x1,5 Ri.50 : Sección nomi-nal del conductor 1,5 mm ² , Clase conductor interior Cl.5 = hilo fino, Número de conductores 2, Conductor de puesta a tierra no, Color de la envoltura negro, Sin halógenos según EN 60754-1/2 no, Resistente al fuego según EN 60332-1-2, Generación reducida de humo según EN 61034-2 no, Forma redonda, Diámetro exterior aprox. 9,4 mm, Tensión nominal U0 450 V, Tensión nomi-nal U 750 V		

CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
05.01.08	m	LÍNEA TOMA DE FUERZA MONOFÁSICA Cable de goma 4x2,5mm ² H07RN-F 4G 2,5 – Diverse – H07RN-F 4G2,5 Ri.50 : Sección nominal del conductor 2,5 mm ² , Clase conductor interior Cl.5 = hilo fino, Número de conductores 4, Conductor de puesta a tierra sí, Color de la envoltura negro, Sin halógenos según EN 60754-1/2 no, Resistente al fuego según EN 60332-1-2, Generación reducida de humo según EN 61034-2 no, Forma redondo, Diámetro exterior aprox. 14 mm, Tensión nominal U0 450 V, Tensión nominal U 750 V	16,26
05.01.09	ud	INTERRUPTOR BOMA DE RIEGO Y LINEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN Interruptor automático tripolar + neutro de 50 A.	DIECISEIS EUROS con VEINTISEIS CÉNTIMOS 463,40
05.01.10	ud	INTERRUPTOR ALUMBRADO CASETA Interruptor automático magnético, bipolar (2P), intensidad nominal 1,6 A, poder de corte 25 kA, curva MA, de 36x94x78,5 mm, grado de protección IP20, montaje sobre carril DIN (35 mm), según UNE-EN 60947-2.	CUATROCIENTOS SESENTA Y TRES EUROS con CUARENTA CÉNTIMOS 193,64
05.01.11	ud	INTERRUPTOR LÍNEA DE TOMA DE FUERZA MONOFÁSICA Interruptor combinado magnetotérmico-bloque diferencial, de 2,5 módulos bipolar, intensidad nominal de 20A y diferencial de sensibilidad 300mA	CIENTO NOVENTA Y TRES EUROS con SESENTA Y CUATRO CÉNTIMOS 307,30
05.01.12	ud	INTERRUPTOR LÍNEA DE TOMA DE FUERZA TRIFÁSICA Interruptor combinado magnetotérmico-bloque diferencial, tripolar de 10A y diferencial de sensibilidad 300mA	TRESCIENTOS SIETE EUROS con TREINTA CÉNTIMOS 337,30
			TRESCIENTOS TREINTA Y SIETE EUROS con TREINTA CÉNTIMOS

SUBCAPÍTULO 05.02 SISTEMA DE RIEGO

APARTADO 05.02.01 TUBERÍAS

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
05.02.01.01	m	TUBERÍA POLIETILENO DN50 mm. 2"	3,79
		Tubería de polietileno PORTARRAMALES, de 50 mm. (2") de diámetro nominal, de alta densidad y para 1 MPa de presión máxima, UNE-EN-12201, colocada en instalaciones para agua fría y caliente, con p.p. de piezas especiales de polietileno, instalada y funcionando, en ramales de longitud superior a 3 m., y sin protección superficial. s/CTE-HS-4.	
05.02.01.02	m	TUBERÍA POLIETILENO DN90 mm. 3 1/2"	18,70
		Tubería de polietileno PRINCIPAL , de 90 mm. (3 1/2") de diámetro nominal, de alta densidad y para 1 MPa de presión máxima, UNE-EN-12201, colocada en instalaciones para agua fría y caliente, con p.p. de piezas especiales de polietileno, instalada y funcionando, en ramales de longitud superior a 3 m., y sin protección superficial. s/CTE-HS-4.	
05.02.01.03	m	TUBERÍA POLIETILENO DN110 mm. 4"	28,35
		Tubería de polietileno PRINCIPAL, de 110 mm.	
05.02.01.04	m	TUB. INTEGRAL DN16 mm GOTEROS A 0,50 M	0,40
		Suministro e instalación de tubería integral con gotero autocompesante.Caudal 3,3 l/h, descarga uniforme entre 0,5 y 3,5 kg/cm ² de presión.Distancia entre goteros 0,50 m.	
		CERO EUROS con CUARENTA CÉNTIMOS	

CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
		APARTADO 05.02.02 CABEZAL DE RIEGO	
05.02.02.01		ELECTROBOMBA Electrobomba CM-15-2 de la casa comercial GRUNDFOS, con, caudal nominal 4,722 l/s, altura nominal 29,7 m y 1,9 kW de potencia.	3.500,00
05.02.02.02		ACCESORIOS CABEZAL RIEGO	TRES MIL QUINIENTOS EUROS 648,00
05.02.02.03		TUBERÍAS	SEISCIENTOS CUARENTA Y OCHO EUROS 132,00
05.02.02.04		EQUIPO DE FERTIRRIGACIÓN	CIENTO TREINTA Y DOS EUROS 3.000,00
		TRES MIL EUROS	

CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
CAPÍTULO 06 INVERNADERO			
06.01	m ²	INVERNADERO MULTICAPILLA Suministro e Instalación de invernadero tipo raspa y amagado conforme a la definición del proyecto, formado por tubos de acero S235, incluso plástic de cubrición e instalaciones anexas, i/p.p. de cimentación incluida, montaje y medios auxiliares.	8,50 OCHO EUROS con CINCUENTA CÉNTIMOS

4. CUADRO DE PRECIOS N° 2

CUADRO DE PRECIOS 2

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
CAPÍTULO 01 INVERNADERO			
01.01	m2	RETR.CAPA T.VEGETAL A MÁQUINA	
		Retirada y apilado de capa de tierra vegetal superficial, por medios mecánicos, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.	
		Mano de obra.....	0,14
		Maquinaria	0,71
		Resto de obra y materiales.....	0,03
		TOTAL PARTIDA.....	0,88
01.02	m3	EXC.ZANJA A MÁQUINA T. FLOJOS	
		Excavación en zanjas, en terrenos flojos, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.	
		Mano de obra.....	2,27
		Maquinaria	7,37
		Resto de obra y materiales.....	0,29
		TOTAL PARTIDA.....	9,93
01.03	m3	RELL/APIS.MEC.C.ABIER.ZAHORRA	
		Relleno, extendido y apisonado de zahorras a cielo abierto, por medios mecánicos, en tongadas de 30 cm. de espesor, hasta conseguir un grado de compactación del 95% del proctor normal, incluso regado de las mismas y refino de taludes, y con p.p. de medios auxiliares, considerando las zahorras a pie de tajo.	
		Mano de obra.....	1,48
		Maquinaria	5,92
		Resto de obra y materiales.....	12,41
		TOTAL PARTIDA.....	19,81
01.04	m3	EXC.ZANJA SANEAM. T.FLOJO MEC.	
		Excavación en zanjas de saneamiento, en terrenos de consistencia floja, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, y con posterior relleno y apisonado de las tierras procedentes de la excavación y con p.p. de medios auxiliares.	
		Mano de obra.....	16,58
		Maquinaria	7,40
		Resto de obra y materiales.....	0,72
		TOTAL PARTIDA.....	24,70

CUADRO DE PRECIOS 2

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
CAPÍTULO 02 CIMENTACIONES			
02.01	m3	HORM.LIMPIEZA HM-20/P20/I V.MAN	
		Hormigón en masa HM-20 N/mm ² , consistencia plástica, Tmáx.20 mm., para ambiente normal, elaborado en central para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido por medios manuales y colocación. Según NTE-CSZ,EHE y CTE-SE-C.	
		Mano de obra.....	10,47
		Resto de obra y materiales.....	90,47
		TOTAL PARTIDA.....	100,94
02.02	m3	H.ARM. HA-25/P20/I V.MANUAL	
		Hormigón armado HA-25 N/mm ² , consistencia plástica, Tmáx.20 mm., para ambiente normal, elaborado en central en relleno de zapatas y zanjas de cimentación, incluso armadura (40 kg/m ³), vertido por medios manuales, vibrado y colocación. Según normas NTE-CSZ , EHE y CTE-SE-C.	
		Mano de obra.....	35,07
		Maquinaria	1,74
		Resto de obra y materiales.....	140,64
		TOTAL PARTIDA.....	177,45

CUADRO DE PRECIOS 2

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
CAPÍTULO 03 ESTRUCTURA			
03.01	m2	MURO BLOQ. HORM. ARMADO 40x20x24 Fábrica de bloques huecos de hormigón gris estándar de 40x20x24 cm. para revestir, recibidos con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 N y arena de río M-5, armadura vertical formada por 4 redondos de acero B 500 S, de D=12 por m, y armadura horizontal de 2 redondos de D=8 cada fila de bloques, rellenos de hormigón de 365 kg. de cemento/m3. de dosificación, i/vértido, vi-brado, rejuntado, p.p. de formación de dinteles, zunchos, jambas, ejecución de encuentros, pie-zas especiales, roturas, replanteo, nivelación, aplomado, limpieza y medios auxiliares, s/NTE-FFB-11 y CTE-SE-F, medida deduciendo huecos superiores a 1 m2.	
		Mano de obra.....	31,56
		Maquinaria	0,33
		Resto de obra y materiales.....	37,71
		TOTAL PARTIDA.....	69,60

CUADRO DE PRECIOS 2

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
CAPÍTULO 04 SOLADOS, Y CUBIERTAS			
04.01	m2	FORJA.VIG.AUT. 20+5, B-60 Forjado 20+5 cm. formado a base de viguetas de hormigón pretensadas autorresistentes, separadas 60 cm. entre ejes, bovedilla cerámica de 60x25x20 cm. y capa de compresión de 5 cm., de hormigón HA-25/P/20/I, de central, i/armadura (1,80 kg/m2), terminado. (Carga total 600 kg/m2). Según normas NTE, EHE , EFHE y CTE-SE-AE.	
		Mano de obra.....	18,36
		Maquinaria	3,43
		Resto de obra y materiales.....	28,87
		TOTAL PARTIDA.....	50,66
04.02	m2	IMPERM.MONO.AUTO PROT.GA-1 Impermeabilización monocapa autoprotegida constituida por: imprimación asfáltica, lámina asfáltica de betún plastomérico FPV 5 kg mineral de color gris (tipo LBM-Gris-50/G-FPV), totalmente adherida al soporte con soplete, lista para proteger. Cumple la norma UNE 104-402/96. Según membrana GA-1.	
		Mano de obra.....	3,82
		Resto de obra y materiales.....	14,99
		TOTAL PARTIDA.....	18,81
04.03	m2	SOLER.HA-25, 15cm.ARMA.#15x15x6 Solera de hormigón de 15 cm. de espesor, realizada con hormigón HA-25 N/mm2, Tmáx.20 mm., elaborado en obra, i/vértido, colocación y armado con mallazo 15x15x6, p.p. de juntas, aserrado de las mismas y fratasado. Según NTE-RSS y EHE.	
		Mano de obra.....	3,72
		Resto de obra y materiales.....	16,03
		TOTAL PARTIDA.....	19,75

CUADRO DE PRECIOS 2

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
CAPÍTULO 05 INSTALACIONES			
SUBCAPÍTULO 05.01 ELECTRICIDAD			
05.01.01	ud	REGLETA DE SUPERFICIE 2x36 W.AF	
		Regleta de superficie de 2x36 W. con protección IP20 clase I, cuerpo de chapa de acero de 0,7 mm., pintado con pintura epoxi poliéster y secado al horno, sistema de anclaje formado por chapa galvanizada sujetada con tornillos incorporados, equipo eléctrico formado por reactancias, condensador, portalámparas, cebadores, lámparas fluorescentes nueva generación y bornes de conexión. Instalada, incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado.	
		Mano de obra.....	11,27
		Resto de obra y materiales.....	20,37
		TOTAL PARTIDA.....	31,64
05.01.02	ud	CUADRO PROTEC.ELECTRIFIC. BÁSICA	
		Cuadro protección electrificación básica, formado por caja, de doble aislamiento de empotrar, con caja de empotrar de puerta blanca Legrand Ekinoxe de 1x12 elementos, perfil omega, embarrado de protección, interruptor de control de potencia, interruptor general magnetotérmico de corte omnipolar 40 A, interruptor diferencial 2x40 A 30 mA y PIAS (I+N) de 10, 16, 20 y 25 A. Instalado, incluyendo cableado y conexionado.	
		Mano de obra.....	9,56
		Resto de obra y materiales.....	558,64
		TOTAL PARTIDA.....	568,20
05.01.03	m	LÍNEA GRAL. ALIMENTACIÓN 4(1x10)mm² Cu	
		Línea general de alimentación (LGA) en canalización entubada formada por conductor de Cu 4(1x10) mm ² con aislamiento 0,6/1 kV libre de halógenos. Instalación incluyendo conexionado.	
		Mano de obra.....	18,79
		Resto de obra y materiales.....	24,55
		TOTAL PARTIDA.....	43,34
05.01.04	m	ACOMETIDA TRIFÁSICA 3,5x10 mm² Cu	
		Acometida individual trifásica en canalización subterránea tendida directamente en zanja formada por cable de cobre de 3,5x10 mm ² , con aislamiento de 0,6/1 kV., incluso p.p. de zanja, capa de arena de río, protección mecánica por placa y cinta señalización de PVC. Instalación, incluyendo conexionado.	
		Mano de obra.....	18,79
		Resto de obra y materiales.....	84,93
		TOTAL PARTIDA.....	103,72
05.01.05	m	LÍNEA TOMA DE FUERZA TRIFÁSICA	
		Cable de goma 2x2,5mm ² H07RN-F 2x 2,5 – Diverse – H07RN-F 2x2,5 Tr.500 : Sección nominal del conductor 2,5 mm ² , Clase conductor interior Cl.5 = hilo fino, Número de conductores 2, Conductor de puesta a tierra no, Color de la envoltura negro, Sin halógenos según EN 60754-1/2 no, Resistente al fuego según EN 60332-1-2, Generación reducida de humo según EN 61034-2 no, Forma redonda, Diámetro exterior aprox. 13,5 mm, Tensión nominal U0 450 V, Tensión nominal U 750 V	
		Mano de obra.....	7,51
		Resto de obra y materiales.....	10,68
		TOTAL PARTIDA.....	18,19
05.01.06	m	LÍNEA BOMBA DE RIEGO	
		Cable de goma 4x6mm ² H07RN-F 4G 6 – Diverse – H07RN-F 4G6 S : Sección nominal del conductor 6 mm ² , Clase conductor interior Cl.5 = hilo fino, Número de conductores 4, Conductor de puesta a tierra sí, Color de la envoltura negro, Sin halógenos según EN 60754-1/2 no, Resistente al fuego según EN 60332-1-2, Generación reducida de humo según EN 61034-2 no, Forma redonda, Diámetro exterior aprox. 17,5 mm, Tensión nominal U0 450 V, Tensión nominal U 750 V	
		Mano de obra.....	5,64
		Resto de obra y materiales.....	20,10
		TOTAL PARTIDA.....	25,74

CUADRO DE PRECIOS 2

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
05.01.07	m	LÍNEA DE ALUMBRADO DE LA CASETA Cable de goma 2x1,5mm ² H07RN-F 2x1,5 – Diverse – H07RN-F 2x1,5 Ri.50 : Sección nominal del conductor 1,5 mm ² , Clase conductor interior Cl.5 = hilo fino, Número de conductores 2, Conductor de puesta a tierra no, Color de la envoltura negro, Sin halógenos según EN 60754-1/2 no, Resistente al fuego según EN 60332-1-2, Generación reducida de humo según EN 61034-2 no, Forma redondo, Diámetro exterior aprox. 9,4 mm, Tensión nominal U0 450 V, Tensión nominal U 750 V	
		Mano de obra.....	5,64
		Resto de obra y materiales.....	3,11
		TOTAL PARTIDA.....	8,75
05.01.08	m	LÍNEA TOMA DE FUERZA MONOFÁSICA Cable de goma 4x2,5mm ² H07RN-F 4G 2,5 – Diverse – H07RN-F 4G2,5 Ri.50 : Sección nominal del conductor 2,5 mm ² , Clase conductor interior Cl.5 = hilo fino, Número de conductores 4, Conductor de puesta a tierra sí, Color de la envoltura negro, Sin halógenos según EN 60754-1/2 no, Resistente al fuego según EN 60332-1-2, Generación reducida de humo según EN 61034-2 no, Forma redondo, Diámetro exterior aprox. 14 mm, Tensión nominal U0 450 V, Tensión nominal U 750 V	
		Mano de obra.....	5,64
		Resto de obra y materiales.....	10,62
		TOTAL PARTIDA.....	16,26
05.01.09	ud	INTERRUPTOR BOMA DE RIEGO Y LINEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN Interruptor automático tripolar + neutro de 50 A.	
		Mano de obra.....	13,42
		Resto de obra y materiales.....	449,98
		TOTAL PARTIDA.....	463,40
05.01.10	ud	INTERRUPTOR ALUMBRADO CASETA Interruptor automático magnético, bipolar (2P), intensidad nominal 1,6 A, poder de corte 25 kA, curva MA, de 36x94x78,5 mm, grado de protección IP20, montaje sobre carril DIN (35 mm), según UNE-EN 60947-2.	
		Mano de obra.....	4,80
		Resto de obra y materiales.....	188,84
		TOTAL PARTIDA.....	193,64
05.01.11	ud	INTERRUPTOR LÍNEA DE TOMA DE FUERZA MONOFÁSICA Interruptor combinado magnetotérmico-bloque diferencial, de 2,5 módulos bipolar, intensidad nominal de 20A y diferencial de sensibilidad 300mA	
		Mano de obra.....	4,80
		Resto de obra y materiales.....	302,50
		TOTAL PARTIDA.....	307,30
05.01.12	ud	INTERRUPTOR LÍNEA DE TOMA DE FUERZA TRIFÁSICA Interruptor combinado magnetotérmico-bloque diferencial, tripolar de 10A y diferencial de sensibilidad 300mA	
		Mano de obra.....	4,80
		Resto de obra y materiales.....	332,50
		TOTAL PARTIDA.....	337,30

CUADRO DE PRECIOS 2

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
SUBCAPÍTULO 05.02 SISTEMA DE RIEGO			
APARTADO 05.02.01 TUBERIAS			
05.02.01.01	m	TUBERIA POLIETILENO DN50 mm. 2"	
		Tubería de polietileno PORTARRAMALES, de 50 mm. (2") de diámetro nominal, de alta densidad y para 1 MPa de presión máxima, UNE-EN-12201, colocada en instalaciones para agua fría y caliente, con p.p. de piezas especiales de polietileno, instalada y funcionando, en ramales de longitud superior a 3 m., y sin protección superficial. s/CTE-HS-4.	
		Mano de obra.....	3,08
		Resto de obra y materiales.....	0,71
		TOTAL PARTIDA.....	3,79
05.02.01.02	m	TUBERIA POLIETILENO DN90 mm. 3 1/2"	
		Tubería de polietileno PRINCIPAL , de 90 mm. (3 1/2") de diámetro nominal, de alta densidad y para 1 MPa de presión máxima, UNE-EN-12201, colocada en instalaciones para agua fría y caliente, con p.p. de piezas especiales de polietileno, instalada y funcionando, en ramales de longitud superior a 3 m., y sin protección superficial. s/CTE-HS-4.	
		Mano de obra.....	4,11
		Resto de obra y materiales.....	14,59
		TOTAL PARTIDA.....	18,70
05.02.01.03	m	TUBERIA POLIETILENO DN110 mm. 4"	
		Tubería de polietileno PRINCIPAL, de 110 mm.	
		Mano de obra.....	2,05
		Resto de obra y materiales.....	26,30
		TOTAL PARTIDA.....	28,35
05.02.01.04	m	TUB-INTEGRAL DN16 mm GOTEROS A 0.50 M	
		Suministro e instalación de tubería integral con gotero autocompensante.Caudal 3,3 l/h, descarga uniforme entre 0,5 y 3,5 kg/cm ² de presión.Distancia entre goteros 0,50 m.	
		Mano de obra.....	0,14
		Resto de obra y materiales.....	0,26
		TOTAL PARTIDA.....	0,40
APARTADO 05.02.02 CABEZAL DE RIEGO			
05.02.02.01		ELECTROBOMBA	
		Electrobomba CM-15-2 de la casa comercial GRUNDFOS, con, caudal nominal 4,722 l/s, altura nominal 29,7 m y 1,9 kW de potencia.	
		TOTAL PARTIDA.....	3.500,00
05.02.02.02		ACCESORIOS CABEZAL RIEGO	
		TOTAL PARTIDA.....	648,00
05.02.02.03		TUBERIAS	
		TOTAL PARTIDA.....	132,00
05.02.02.04		EQUIPO DE FERTIRRIGACIÓN	
		TOTAL PARTIDA.....	3.000,00

CUADRO DE PRECIOS 2

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
CAPÍTULO 06 INVERNADERO			
06.01 m2 INVERNADERO MULTICAPILLA			
		Suministro e Instalación de invernadero tipo raspa y amagado conforme a la definición del proyecto, formado por tubos de acero S235, incluso plástico de cubrición e instalaciones anexas, i/ p.p. de cimentación incluida, montaje y medios auxiliares.	
		Mano de obra.....	1,96
		Resto de obra y materiales.....	6,54
		TOTAL PARTIDA.....	8,50

5. RESUMEN GENERAL DEL PRESUPUESTO

RESUMEN DE PRESUPUESTO

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
2	MOVIMIENTO DE TIERRAS	8.981,63	7,62
3	CIMENTACIONES	972,89	0,83
4	ESTRUCTURA.....	6.055,20	5,14
5	SOLADOS, Y CUBIERTAS	4.461,00	3,78
6	INSTALACIONES.....	23.477,17	19,91
	INVERNADERO	73.950,00	62,72
	TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL	117.897,89	
	13,00 % Gastos generales.....	15.326,73	
	6,00 % Beneficio industrial	7.073,87	
	SUMA DE G.G. y B.I.	22.400,60	
	21,00 % I.V.A.	29.462,68	
	TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA	169.761,17	
	TOTAL PRESUPUESTO GENERAL	169.761,17	

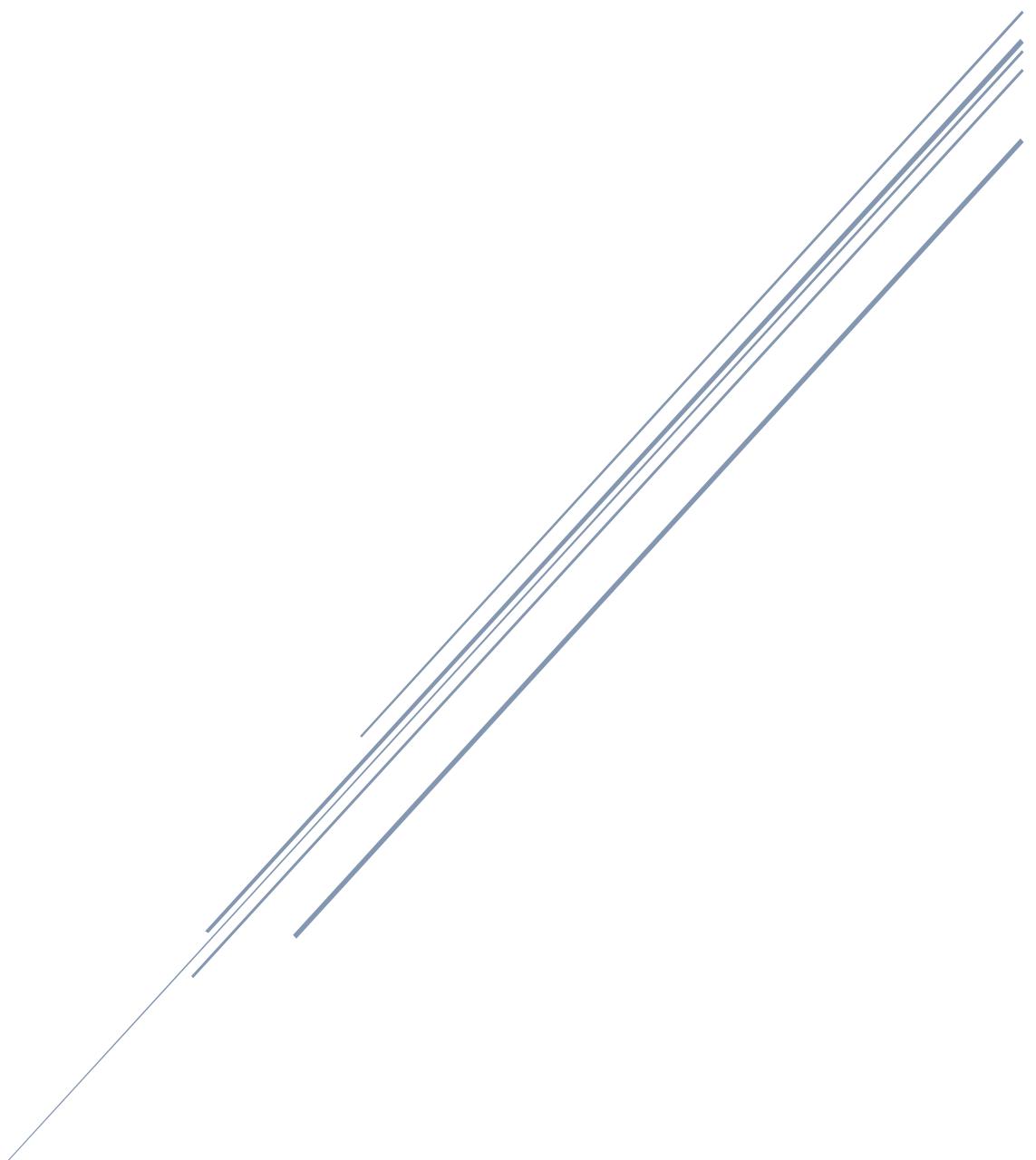
Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de CIENTO SESENTA Y NUEVE MIL SETECIENTOS SESENTA Y UN EUROS con DIECISIETE CÉNTIMOS

, a 20 de junio de 2019.

El Alumno Francisco Pérez Torres

DOCUMENTO 5

ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA, ALIMENTARIA Y DE
BIOSISTEMAS

ÍNDICE

1. OBJETO DE ESTE ESTUDIO	4
2. CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA	5
2.1 Descripción de la obra y situación	5
2.2 Presupuesto, plazo de ejecución y mano de obra.....	5
2.3 Interferencia y servicios afectados	5
3. RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS	7
3.1 Riesgos y medidas preventivas de las unidades constructivas	7
3.1.1 Desbroce del terreno.....	7
3.1.2 Construcción de invernadero y almacén	8
3.1.4 Limpieza de cunetas de hormigón en tierras	10
3.2. Riesgo de incendio, prevención de incendios en las obras	11
3.3 Riesgos y medidas preventivas de la maquinaria.....	12
3.3.1 Retroexcavadora (sobre neumáticos)	13
4. DESCRIPCIÓN DE LAS PROTECCIONES INDIVIDUALES Y COLECTIVAS.....	18
4.1 Descripción de las protecciones individuales	18
4.2 Descripción de las protecciones colectivas	19
5. FORMACIÓN E INFORMACIÓN	21
6. INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR	21
7. MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS.....	22
8. DISPOSICIONES LEGALES DE APLICACIÓN	24
9. ANÁLISIS Y MEDIDAS PREVENTIVAS DE LOS RIESGOS NO ELIMINABLES	25
10. LIBRO DE INCIDENCIAS.....	26
11. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD	27

1. OBJETO DE ESTE ESTUDIO

En cumplimiento del Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre (B.O.E. de 25/10/97), por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción y dada las características del presente Proyecto es obligatoria la redacción del Estudio de Seguridad y Salud y su posterior cumplimiento.

El Presente Estudio Básico de Seguridad y Salud tiene por objeto establecer, durante la construcción de esta obra, las previsiones respecto de riesgos de accidentes y enfermedades profesionales, así como los derivados de los trabajos de reparación, conservación, entretenimiento y mantenimiento, y las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar de los trabajadores.

Servirá para dar unas directrices básicas a la empresa constructora para llevar a cabo sus obligaciones en el campo de la prevención de riesgos profesionales, facilitando su desarrollo, bajo el control del Coordinador de Seguridad y Salud en la Fase de Obra o en su caso de la Dirección Facultativa.

En base a todo lo anteriormente expuesto, el técnico que suscribe redacta el presente **ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD**, correspondiente al “**PROYECTO DE UNA EXPLOTACIÓN DE 8700 m² DE PRODUCCIÓN DE HORTALIZAS DE INVERNADERO EN BALANEGRA (ALMERÍA)**”.

2. CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA

2.1 Descripción de la obra y situación

Se pretende la construcción de un invernadero en el municipio de Balanegra, provincial de Almería.

Primero se llevará a cabo una actuación previa que es la preparación del terreno mediante el desbroce del mismo para la posterior construcción del invernadero.

- El invernadero cuenta con unas dimensiones de 87 x 100 m (8700 m²).
 - Casetas de riego de 5x 10 m (50 m²)
 - Ventilación cenital
-
- Riego en invernadero
 - Instalación eléctrica

2.2 Presupuesto, plazo de ejecución y mano de obra

- Presupuesto

El presupuesto base de licitación asciende a la cantidad de: CIENTO SESENTA Y NUEVE MIL SETECIENTOS SESENTA Y UN EUROS con DIECISIETE CÉNTIMOS (169.761,17 €).

Del cual el presupuesto destinado a seguridad y salud es de MIL EUROS (1000,00€).

- Plazo de ejecución

El plazo de ejecución previsto es de DOS (2) MESES.

- Personal previsto

Se prevé un número máximo de 6 trabajadores.

2.3 Interferencia y servicios afectados

No se prevé que durante la ejecución de las obras se interfieran en servicios afectados de los alrededores, más que la propia afección al tránsito de la senda, para lo

que se adoptarán las medidas de seguridad oportunas para garantizar la seguridad de los trabajadores y usuarios de estos caminos.

3. RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS

3.1 Riesgos y medidas preventivas de las unidades constructivas

3.1.1 Desbroce del terreno

Riesgos detectables

- Atropellos, golpes y vuelcos de maquinaria.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Vuelcos en maniobras de carga y descarga.
- Golpes por la maquinaria.
- Atrapamientos por la maquinaria.
- Polvo ambiental.
- Ruido.

Normas preventivas

- Se asegurará en todo momento la estabilidad de los taludes excavados, realizándose la excavación en zanja con talud superior al ángulo de coeficiente interno del terreno, disponiéndose entibación en los tramos donde no sea posible esta forma de excavación.
- Los vehículos y máquinas serán manejados únicamente por los operarios asignados.
- Se revisarán los vehículos y máquinas periódicamente con especial atención al estado de mecanismos de frenado, dirección, señales acústicas e iluminación.
- Está prohibido transportar personas en máquinas o vehículos que no tengan asiento para acompañante.
- Señalización de la zona de trabajo y si la seguridad lo requiere, empleo de personas para la ordenación de las maniobras.
- Disposición de las medidas necesarias para prevenir que los vehículos y máquinas se pongan en movimiento accidentalmente.
- Los trabajos en zonas con existencia de líneas eléctricas, telecomunicación, etc, guardarán las distancias reglamentarias.
- Las máquinas trabajarán en los cometidos para los que fueron concebidas
- Si las máquinas y vehículos quedarán averiados en lugares de tránsito, se procederá a señalizarlas convenientemente.

- Todas las zonas de trabajo se mantendrán limpias de materiales y de los mismos acopios, señalizándolos si fuera preciso.
- El operador de las máquinas vigilará el movimiento de sus implementos para no golpear a personas o cosas, y asimismo, estará atento con los bordes de las plataformas, ya que puede ceder el terreno que la sustenta, provocando el vuelco.

EPI

- Cascos de seguridad
- Guantes especiales
- Gafas antiimpacto
- Cinturones de seguridad
- Botas de seguridad
- Chalecos reflectantes
- Mascarillas

3.1.2 Construcción de invernadero y almacén

Riesgos detectables

- Caídas de personas a distinto nivel
- Caídas de personas al mismo nivel
- Caídas de objetos en manipulación
- Caída de objetos desprendidos
- Pisadas sobre objetos
- Choque contra objetos inmóviles
- Cortes y pinchazos producidos por herramientas o superficies peligrosas
- Atrapamientos, golpes y cortes en maquinaria
- Cuerpos extraños en ojos
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria
- Inhalación de sustancias tóxicas
- Fatiga postural
- Vibraciones
- Sobreesfuerzos
- Ruido

Normas preventivas

- Mantener la zona de trabajo con orden y limpieza R.D. 486/97. Lugares de trabajo.
- Retirar los materiales de desecho de las zonas de trabajo y de tránsito.
- Almacenar los materiales, equipos, maquinarias, etc, en lugares específicos destinados a tal fin.
- Colocar el cableado y mangueras de equipos de trabajo de forma que no obstaculicen el paso de operarios.
- Usar calzado de seguridad adecuado y homologado, con puntera metálica, suela reforzada y antideslizante y que sujeté el pie.
- Los trabajos en altura sólo podrán efectuarse con la ayuda de equipos concebidos para tal fin o utilizando dispositivos de protección colectiva, tales como barandillas, plataformas o redes de seguridad.
- Las plataformas, andamios y pasarelas, así como los desniveles, huecos y aberturas (horizontales y verticales) existentes que supongan un riesgo de caída de altura para los trabajadores superior a 2 m. se protegerán mediante barandillas u otro sistema de protección colectiva de seguridad equivalente.
- Las escaleras de mano deberán cumplir las condiciones de diseño y utilización señaladas en el R.D. 486/97, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- En la utilización de escaleras manuales subiremos y bajaremos siempre de frente a la escalera, utilizándola una persona a la vez. Estará anclada a la parte superior y dispondrá de dispositivos antideslizantes en la base. Superarán en un metro el punto superior de apoyo.
- Utilización de casco de seguridad homologado. R.D. 773/97.
- Limitar y señalizar la zona de trabajo.
- Colocar bajo la superficie de trabajo, redes de seguridad horizontales de fibra para evitar daños al operario por caída al colocar el policarbonato en el invernadero.
- Todos los medios auxiliares a utilizar se encontrarán completamente nivelados, correctamente calzados y lastrados a un punto inmóvil y estable.

EPI

- Guantes especiales

- Gafas antiimpacto
- Cinturones de seguridad
- Botas de seguridad
- Chalecos reflectantes
- Mascarillas

3.1.3 Instalaciones

Riesgos detectables.

Normas preventivas.

- Toda la instalación eléctrica cumplirá con el Reglamento Electrotécnico de Baja tensión.
- Las manos deben estar secas cuando se manipulen aparatos eléctricos.
- Toda la instalación estará protegida mediante diferenciales, manetotérmicos y puesta a tierra.
- Todas las clavijas, cables y conexiones se mantendrán en buen estado y lejos de zonas húmedas.
- Los equipos de trabajo eléctricos estarán correctamente aislados.
- Debe disponerse de un extintor apropiado en las proximidades de la zona de trabajo.
- Orden y limpieza, evitándose la acumulación de desechos inflamables (sacos, plásticos, etc.)

3.1.4 Limpieza de cunetas de hormigón en tierras

Riesgos detectables.

- Caída de personal al mismo nivel.
- Caída de personal a distinto nivel.
- Caída de objetos.
- Golpes o cortes por el uso de herramientas manuales.
- Sobreesfuerzos.
- Atrapamientos.
- Ruido ambiental.
- Pisadas sobre objetos punzantes.

Normas preventivas.

- Los trabajos en zonas con existencia de líneas eléctricas, telecomunicación, etc, guardarán las distancias reglamentarias.
- Las máquinas trabajarán en los cometidos para los que fueron concebidas
- Si las máquinas y vehículos quedarán averiados en lugares de tránsito, se procederá a señalizarlas convenientemente.
- Todas las zonas de trabajo se mantendrán limpias de materiales y de los mismos acopios, señalizándolos si fuera preciso.
- El operador de las máquinas vigilará el movimiento de sus implementos para no golpear a personas o cosas, y asimismo, estará atento con los bordes de las plataformas, ya que puede ceder el terreno que la sustenta, provocando el vuelco.

EPIS.

- Guantes especiales
- Gafas anti-impacto
- Cinturones de seguridad
- Botas de seguridad
- Chalecos reflectantes
- Mascarillas

3.2. Riesgo de incendio, prevención de incendios en las obras

Normas preventivas

En esta obra, como principio fundamental contra la aparición de incendios se establecen los siguientes principios:

- Orden y limpieza general; se evitarán los escombros heterogéneos. Las escombreras de material combustible se separarán de las de material incombustible. Se evitará en lo posible el desorden en el amontonado del material combustible para su transporte al vertedero.
- Habrá extintores de incendios junto a las puertas de los almacenes que contengan productos inflamables.
- La ubicación de los almacenes de materiales combustibles o explosivos estará alejada de los tajos de soldadura eléctrica y oxiacetilénica, en prevención de incendios.

- Vigilancia y detección de las existencias de posibles focos de incendio.
- Habrá montones de arena junto a las fogatas para apagarlas de inmediato si presentan riesgo de incendio. En los montones de arena, hincada en vertical, se mantendrá una pala cuyo astil estará pintado en color rojo.
- En esta obra queda prohibido fumar ante los siguientes supuestos:
 - Ante elementos inflamables: disolventes, combustibles, lacas, barnices, pegamentos, telas asfálticas.
 - En el interior de los almacenes que contengan elementos inflamables y explosivos.
 - En el interior de los almacenes que contengan productos de fácil combustión.
 - Durante las operaciones de:
 - Abastecimiento de combustibles a la maquinaria.
 - En el tajo de manipulación de desencofrantes.
 - En el tajo de soldadura autógena y oxicorte.
- Se prepararán en lugar a la intemperie, en el exterior de la obra (para acopiar los trapos grasiertos o aceitosos), recipientes para contenidos grasos, en prevención de incendios por combustión espontánea.
- La iluminación e interruptores eléctricos de los almacenes de productos inflamables será mediante mecanismos antideflagrantes de seguridad.

Sobre la puerta de los almacenes de productos explosivos y polvorines se adherirán las siguientes señales:

- Peligro de explosión: (señal normalizada).
- Prohibido fumar: (señal normalizada).

3.3 Riesgos y medidas preventivas de la maquinaria

Normas de seguridad a cumplir por la norma de maquinaria.

Toda la maquinaria que entre en el recinto de obra deberá cumplir con los requisitos de seguridad y salud, exigido en la legislación actual vigente y que a continuación detallamos.

- Para máquinas nuevas (del fabricante al usuario) según: Dispondrá de la marca CE y libro de instrucciones.

- Para máquinas usadas (alquilada, cedida, etc.), ITC-MSG-SM-1 (orden ministerio 08-04-91).

Esta normativa exige entre otros los siguientes requisitos documentales que deberán presentarse a la Dirección de Obra como condición necesaria para poder trabajar en obra.

1. Certificado del fabricante que acredite que la máquina cumple con normativa antes indicada.
2. Cada máquina dispondrá de las instrucciones de uso, manejo y mantenimiento, en castellano.
3. Las personas que manejan la máquina reconocerán por escrito que conocen las instrucciones de uso y manejo, y que han sido formados en dichos aspectos.
4. Acreditación de que las máquinas han pasado las inspecciones reglamentarias.
5. Cabina equipada con estructura de protección para el caso de vuelco (ROPS) 86/295/CEE.
6. El cumplimiento con estas últimas se justificarán en base al distintivo CE, que deberán llevar las máquinas de forma clara y visible. Dispondrá también del certificado correspondiente que garantice el cumplimiento de dicha norma.

Además de la legislación anterior se deberá cumplir también con la siguiente para máquinas usadas:

- Orden 08-07-80 sobre limitación de potencia acústica.

3.3.1 Retroexcavadora (sobre neumáticos)

Si está fabricada o comercializada a partir del 95, llevará la marca CE.

Riesgos detectables.

- Atropello (por mala visibilidad, velocidad inadecuada, etc.).
- Deslizamiento de la máquina (terrenos embarrados).
- Máquina en marcha, fuera de control por abandono de la cabina de mando sin desconectar la máquina.
- Choque contra otros vehículos.

- Vuelco de la máquina (inclinación del terreno superior a la admisible por la pala cargadora).
- Caída de la pala por pendientes (aproximación excesiva al borde de taludes o cortes).
- Contacto con líneas eléctricas (aéreas o enterradas).
- Interferencias con infraestructuras urbanas (alcantarillado, red de aguas y líneas de conducción de gas o eléctricas).
- Desplomes de taludes o de frente de excavación.
- Incendio. Explosión. Quemaduras (Trabajos de mantenimiento).
- Atrapamientos.
- Proyección de objetos durante el trabajo.
- Caída de personas desde la máquina.
- Golpes.
- Ruido propio y de conjunto.
- Vibraciones.
- Los derivados de los trabajos realizados en ambiente pulverulentos (partículas en los ojos, afecciones respiratorias, etc.)
- Los derivados de trabajos en condiciones meteorológicas extremas.

Normas preventivas.

A los maquinistas de la/s pala/s cargadoras se le comunicará por escrito la normativa preventiva antes del inicio de los trabajos. De la entrega quedará constancia escrita a disposición de la Dirección Facultativa (o Jefatura de obra).

Normas de actuación preventiva para los maquinistas de la pala cargadora.

- No suba utilizando las llantas, cubierta, cadenas y guardabarros.
- Para subir o bajar de la pala cargadora, utilice los peldaños y asideros dispuestos para tal función.
- Suba o baje de la maquinaria de forma frontal haciéndolo con ambas manos.
- No salte nunca directamente al suelo, si no es por peligro inminente para usted.
- No trate de realizar “ajustes” con la máquina en movimiento o con el motor en funcionamiento.
- No permita que personas no autorizadas accedan a la máquina.
- No trabaje con la máquina en situación de avería o semiavería.

- Para realizar operaciones de servicio apoye en el suelo la cuchara, para el motor, ponga el freno de mano y bloquee la máquina.
- No guardar trapos grasientos ni combustibles sobre la pala.
- En caso de calentamiento del motor no debe abrir directamente la tapa del radiador.
- Evitar tocar el líquido anticorrosivo, si debe hacerlo protéjase con guantes y gafas antiproyecciones.
- No fumar cuando se manipula la batería.
- No fumar cuando abastezca de combustible.
- No tocar directamente el electrolito de la batería con las manos. Si debe hacerlo por algún motivo, hágalo protegido por guantes antiácido.
- Comprobar antes de dar servicio al área central de la máquina articulada que ya se ha instalado el eslabón de traba.
- Si debe manipular el sistema eléctrico por alguna causa, desconecte el motor y extraiga la llave del contacto totalmente.
- Durante la limpieza de la máquina, protegerse con mascarilla, mono, mandil y guantes de goma. Cuando utilice aire a presión, evitar las proyecciones de objetos.
- Antes de soldar tuberías del sistema hidráulico, vacíelas y límpielas de aceite.
- No liberar los frenos de la máquina en posición de parada, si antes no ha instalado los tacos de movilización en las ruedas.
- Si tiene que arrancar la máquina, mediante la batería de otra, tome precauciones para evitar chisporroteos de los cables. Recuerde que los líquidos de la batería desprenden gases inflamables. La batería puede explosionar.
- Vigilar la presión de los neumáticos, trabaje con el inflado a la presión recomendada por el fabricante de la máquina.
- Durante el relleno de aire de las ruedas, sitúese tras la banda de rodadura apartando del punto de conexión y llanta.
- Los caminos de circulación interna de la obra, se trazarán y señalizarán.
- Los caminos de circulación interna de la obra, se cuidarán para evitar blandones y embarramientos excesivos que mermen la seguridad de la circulación de maquinaria.
- No se admitirán en esta obra palas cargadoras, que no vengan con la protección de cabina antivuelco instalada.

- Las protecciones de cabina antivuelco para cada modelo de pala, serán las diseñadas expresamente por el fabricante para su modelo.
- Las protecciones de cabina antivuelco no presentarán deformaciones de haber resistido ningún vuelco, para que se autorice a la pala cargadora el comienzo o continuación de los trabajos.
- Se revisarán periódicamente todos los puntos de escape del motor, con el fin de asegurar que el conductor no recibe en la cabina gases procedentes de la combustión. Esta precaución se extremará en los motores provistos de ventilador de aspiración para el radiador.
- Las palas cargadoras de obra, que deban transitar por la vía pública, cumplirán con las disposiciones legales necesarias para estar autorizadas.
- Las palas cargadoras de obra, estarán dotadas de un botiquín de primeros auxilios, ubicados de forma resguardada para mantenerlo limpio, interna y externamente.
- Se prohíbe que los conductores abandonen la máquina con el motor en marcha.
- Se prohíbe que los conductores abandonen la pala con la cuchara izada y sin apoyar en el suelo.
- La cuchara durante los transportes de tierras, permanecerá lo más baja posible para poder desplazarse, con la máxima estabilidad.
- Los accesos o descensos en carga de la cuchara se efectuarán siempre utilizando marchas cortas.
- La circulación sobre terrenos desiguales se efectuará a velocidad lenta.
- Se prohíbe transportar personas en el interior de la cuchara.
- Se prohíbe izar a personas para acceder a trabajos puntuales utilizando la cuchara (dentro, encaramado o pendiente de ella).
- Las palas cargadoras estarán dotadas de un extintor, timbrado y con las revisiones al día.
- Se prohíbe el acceso a las palas cargadoras utilizando la vestimenta sin ceñir (puede engancharse en saliente, controles, etc.).
- Se prohíbe encaramarse a la pala durante la realización de cualquier movimiento.
- Se prohíbe subir o bajar de la pala en marcha.
- Las palas cargadoras estarán dotadas de luces y bocinas.

- Se prohíbe arrancar el motor sin antes cerciorarse de que no hay nadie en el área de operación de la pala.
- Los conductores, antes de realizar “nuevos recorridos”, harán a pie el camino con el fin de observar las irregularidades que pueden dar origen a movimiento bruscos o peligrosas oscilaciones verticales y horizontales de la cuchara.
- Se prohíbe expresamente, dormitar bajo la sombra proyectada por las palas cargadoras en reposo.
- Los conductores se cerciorarán de que no existe peligro para los trabajadores que se encuentren en el interior de pozos o zanjas próximos al lugar de excavación.
- Se prohíbe el manejo de grandes cargas (cucharas o cucharón a plano llenado), bajo régimen de fuertes vientos.

Prendas de protección personal recomendables.

- Ropa de trabajo.
- Botas de seguridad.
- Protectores auditivos.
- Gafas de seguridad antiproyecciones.
- Guantes de cuero.
- Casco de seguridad, (si existe riesgo de golpes). Calzado para conducción.
- Calzado para conducción.

4. DESCRIPCIÓN DE LAS PROTECCIONES INDIVIDUALES Y COLECTIVAS

4.1 Descripción de las protecciones individuales

Cascos de seguridad:

Se utilizará cuando exista un riesgo de caída de objeto sobre la cabeza.

Chaleco reflectante:

Para trabajos en carretera abierta al tráfico rodado, o en sus proximidades.

Tapón antirruido:

En aquellos trabajos en que el nivel de ruido sea excesivo.

Guantes de goma:

Cuando se manejen hormigones, morteros u otras sustancias agresivas formadas por aglomerantes hidráulicos.

Guantes dieléctricos:

Se utilizarán cuando se manejen circuitos eléctricos o máquinas que estén o tengan posibilidad de estar conectadas a la red.

Guantes de cuero:

Para manejar los materiales que normalmente se utilizan en la obra.

Botas impermeables al agua y a la humedad:

Se utilizarán en días de lluvia, en trabajos en zonas húmedas o con barro. También en trabajos de hormigonado y riegos de productos bituminosos.

Botas dieléctricas:

Se utilizarán cuando se manejen circuitos eléctricos o máquinas que estén o tengan posibilidad de estar conectadas a la red.

Botas de Seguridad de cuero:

En todo trabajo donde exista movimiento de materiales y la zona de trabajo esté seca.

Botas de Seguridad anticalórica:

Se utilizarán en todos los trabajos de extendido de aglomerado asfáltico.

Equipo de seguridad para soldadura:

(Mandil de cuero, Polainas, Manguitos, Guantes y Pantalla): Se utilizará en cualquier trabajo de soldadura.

Mono de trabajo:

Para todo tipo de trabajo a realizar en la obra. Se tendrán en cuenta las reposiciones a lo largo de la obra, según Convenio Colectivo aplicable.

Traje impermeable:

Para días de lluvia o en zonas en que existan filtraciones o salpicaduras.

Gafas anti-polvo y anti-impactos:

Para utilizar en ambientes pulvígenos y con posible proyección de partículas.

Mascarilla de respiración anti-polvo de papel autofiltrante:

Se utilizarán cuando la formación de polvo durante el trabajo, no se pueda evitar por absorción o humidificación.

Cinturón antivibratorio:

Para conductores de Dúmperes y toda máquina que se mueve por terrenos accidentados. Lo utilizarán también los que manejen Martillos Rompedores.

Cinturón de seguridad:

Para todo tipo de trabajo con riesgo de caída de altura, será de uso obligatorio.

4.2 Descripción de las protecciones colectivas

Descritos los riesgos detectados a surgir en el transcurso de la obra, se prevé su eliminación mediante protecciones colectivas en aquellos casos en los que es factible, según la siguiente descripción:

Topes para camiones:

Situados en vertederos o borde de excavación.

Señales provisionales, Paneles direccionales, Balizas luminosas intermitentes, Conos, Señales manuales, Cascada luminosa, Bastidores móviles y Grupos Semaforicos:

Para organización del tráfico como consecuencia de la afectación de las obras a vías de circulación abiertas al tráfico y para la organización interna de obra.

Señales de seguridad:

Se dispondrán en los puntos más significativos en base al mandato o información que se quiera transmitir.

Vallas de limitación y protección:

Para protección de huecos y acotación de espacios de riesgo en situaciones puntuales.

Cinta de balizamiento:

Para señalizar y balizar puntos o zonas de riesgo, por obstáculos o desniveles y como complemento a la correspondiente protección colectiva.

Extintores:

Se dispondrán como sistema de protección contra incendios, en máquinas e instalaciones.

Brigada de Seguridad:

Para montaje, mantenimiento, reposición y desmontaje de las protecciones necesarias, así como de los medios de señalización y balizamiento.

Interruptores diferenciales y tomas de tierra:

Se instalarán en cabecera de toda línea de suministro y derivación eléctrica, bien sea mediante conexión a la red pública o con grupos electrógenos.

Señalista:

Actuará para efectuar regulaciones de tráfico (desvíos provisionales, información previa, etc.).

5. FORMACIÓN E INFORMACIÓN

Se impartirá formación en materia de Seguridad y Salud en el trabajo, al personal de la obra, haciendo una exposición de los Métodos de trabajo, los riesgos que pueden entrañar y las medidas de seguridad a emplear.

Antes del comienzo de cada tajo se le entregará una copia de la parte del plan de Seguridad referido a su tajo a todo el personal que vaya a trabajar en el mismo. Lo mismo se entregará a cada subcontratista, quedando este en el compromiso de informar a todo su personal de los riesgos, normas preventivas y protecciones a tener en cuenta.

6. INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR

No se prevé la instalación de comedor. SÍ se instalarán en la obra aseos portátiles, debido a lo alejado que se encuentran las obras de la localidad más próxima.

7. MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS

Botiquines

Dado que se trata de una obra móvil, no tiene sentido disponer de un botiquín fijo, sino que se instalará en cada caseta de obra un botiquín, lo mismo que en los vehículos de los encargados, jefe de obra, etc; dotados de material necesario, el cual se revisará mensualmente y se repondrá de inmediato el material consumido ó deteriorado. El botiquín dispondrá todo lo necesario para la atención de primeros auxilios.

También habrá de proveer un armario conteniendo el listado expuesto para instalación fija, y con idéntico contenido se provean dos maletines botiquines portátiles, su mantenimiento y reposición correrán a cargo del A.T.S. residente o del Vigilante de Seguridad.

Camilla: deberá haber una camilla a pie de obra para un posible traslado de urgencia en caso de enfermedad o accidente. En el lugar donde se instale deberá estar debidamente señalizado, para general conocimiento.

Asistencia a accidentados

Se informará en obra del emplazamiento de los diferentes Centros Médicos (Servicios propios, Mutua de Accidentes de Trabajo, Hospitales, Ambulatorios, etc.) donde debe trasladarse a los accidentados para su más rápido y efectivo tratamiento.

Se dispondrá en la obra, y en sitio bien visible, de una lista con los teléfonos y direcciones de los Centros asignados para urgencias, ambulancias, taxis, etc., para garantizar un rápido transporte de los posibles accidentados a los Centros de asistencia.

Reconocimiento Médico

Todo el personal que empiece a trabajar en la obra pasará un reconocimiento médico previo al trabajo, y que será repetido en el período de un año, siempre que al comenzar su trabajo justifique que lo haya realizado previamente y dentro de plazo.

Prevención de riesgos de daños a terceros

Se señalizará, de acuerdo con la normativa vigente, el cierre de carriles y los pasos alternativos que se efectúen para la ejecución de obra, tomándose las adecuadas medidas de seguridad que cada caso requiera.

Se señalizarán los accesos naturales a la obra, prohibiéndose el paso a toda persona ajena a la misma.

Se extremará la señalización global de obra mediante carteles que definan claramente los mensajes y órdenes, así como las prohibiciones expresas.

Se dispondrán vallas de limitación y protección, carteles indicativos y balizas en los puntos de acceso a las zonas de trabajo, acopio, maquinaria, instalaciones, etc., cuando la obra discurre por zona urbana o semiurbana.

8. DISPOSICIONES LEGALES DE APLICACIÓN

- Ley 31/1995 de 8 de Noviembre de Prevención de Riesgos Laborales (BOE nº 269, 10/11/1995).
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.
- Seguridad de maquinarias (R.D. 1435/1992, de 27 de noviembre, R.D. 56/1995, de 20 de enero).
- Estatuto de los Trabajadores (Ley 8/1980, de 10 de marzo) (BOE 19-03-80).
- R.D. 1215/1997, de 18 de Julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Dispositivos Médicos (Real Decreto 414/1996, de 1 de marzo).
- R.D. 1513/1991 del 11 de Octubre, que establece las exigencias sobre los certificados y las marcas de cables, cadenas y ganchos.
- R.D. 773/1997 del 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- R.D. 286/2006 de 10 de Marzo sobre protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- R.D. 842/2002 Reglamento electrotécnico de Baja Tensión.
- Ley 32/2006 de 18 de Octubre sobre subcontratación en la construcción.

9. ANÁLISIS Y MEDIDAS PREVENTIVAS DE LOS RIESGOS NO ELIMINABLES

Debido a las características y situación de la obra los principales riesgos que no pueden eliminarse son aquellos relacionados con los trabajos en presencia de tráfico, trabajos en presencia de posibles instalaciones eléctricas y trabajos con zanjas abiertas.

MEDIDAS PREVENTIVAS:

A saber, las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos son:

Señalización conveniente de la zona de obra

Los trabajos a realizar en la calzada, traen como consecuencia, la necesidad de exclusión temporal tráfico de los carriles de circulación afectados, lo que se traduce en disminución de capacidad del vial, sin interrupción del flujo de circulación.

Estas posibles situaciones, hace que la ordenación del tráfico y por tan TR-301 limitará velocidad a la velocidad límite de circulación de la zona afectada.

Una vez finalizada la causa que motivó la ordenación provisional del tráfico, se retirarán todas las señales, elementos auxiliares y materiales, dejando expedita la calzada.

Con motivo de minimizar los riesgos, tanto para el tráfico de vehículos, como para el propio personal de obra, se limitará al mínimo posible, la movilidad señales u ordenación de tráfico a lo largo de la jornada de trabajo.

Revisión periódica de la instalación eléctrica

Diariamente se revisará la instalación y sobre todo antes del comienzo de cualquier trabajo cerca de instalaciones en servicio.

- Dotación de extintores en el tajo.
- Conocimiento y señalización de los servicios existentes.
- Señalización y balizamiento de zanjas.

10. LIBRO DE INCIDENCIAS

Según el artículo 13 del Real Decreto 1627/1997 cada centro de trabajo dispondrá de un Libro de Incidencias que constará de hojas por duplicado, donde se anotarán los resultados del control y seguimiento del Plan de Seguridad y Salud.

El Libro de Incidencias debe mantenerse siempre en obra en poder del coordinador de ejecución o en su caso de la Dirección Facultativa.

A este Libro tienen acceso para hacer anotaciones:

- La dirección facultativa
- Los contratistas y subcontratistas
- Los trabajadores autónomos
- Representantes de los trabajadores
- Las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención de las empresas que intervienen en obra
- Los técnicos de las Administraciones Públicas competentes.

11. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD

El contratista está obligado a redactar un Plan de Seguridad y Salud adoptando este Estudio Básicos a sus medios y métodos de ejecución.

El autor del presente Estudio Básico da por justificado la redacción conforme al Real Decreto 1627/1997.

Madrid, junio de 2019

El Autor del Proyecto

Francisco Pérez Torres