



POLITÉCNICA



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

GRADO EN INGENIERIA AGRÍCOLA

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN AGRARIA

***Proyecto de una explotación de 6000 m² para
producción de flor cortada bajo invernadero en
El Cambronal, Níjar (Almería)***

TRABAJO FIN DE GRADO

Autor/a: Almudena Baldazo Sanz

Tutor/a: María Cruz Usano Martínez

Septiembre de 2025

AGRADECIMIENTOS

Debo decir que no ha sido fácil llegar hasta aquí, pero ha merecido la pena el esfuerzo.

Han sido varios años de trabajo duro, en los que todo se ha hecho más llevadero gracias al apoyo de mis seres queridos y algunos docentes que forman parte de la E.T.S.I. Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas, a los que he tenido el placer de conocer en el transcurso del grado.

En primer lugar, debo agradecer a mis padres y a mi hermano por creer en mis capacidades cuando a mí me costaba hacerlo.

Por otra parte, no puedo pasar por alto todo el apoyo y ayuda que he recibido por parte de mis amistades, tanto las que llevan años conmigo desde antes de empezar la universidad, como las de estos últimos años, que han realizado el mismo camino y han estado a mi lado.

Cuando empecé el grado de Ingeniería Agrícola, no estaba del todo segura sobre si había hecho una buena elección. Con el paso del tiempo, y viendo la dedicación a este mundo de algunos profesores que fui conociendo en las aulas, me di cuenta de que había muchos aspectos sobre la agronomía que desconocía y de los que deseaba aprender más.

Por último, tengo que agradecer a la profesora M^a Cruz Usano Martínez que aceptara ser mi tutora en este proyecto, el cuál tuve claro que quería realizar tras cursar con ella la asignatura de Producción de Flor Cortada y Plantas de Interior.

ÍNDICE GENERAL

Documento I - Memoria y anejos a la memoria:

Anejo 1: Análisis y diagnóstico de la situación de partida

Anejo 2: Objetivos, alternativas estratégicas y metas

Anejo 3: Estudio del cultivo

Anejo 4: Manejo de los cultivos

Anejo 5: Ingeniería de las obras e instalaciones

Anejo 6: Instalación de automatismos y manejo del invernadero

Anejo 7: Instalación del sistema de riego

Anejo 8: Instalación eléctrica

Anejo 9: Estudio básico de seguridad y salud

Anejo 10: Justificación de precios

Anejo 11: Evaluación financiera

Documento II - Planos

Documento III - Pliego de condiciones

Documento IV – Presupuesto

MEMORIA

GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA,
ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS

Índice de contenido

1.	OBJETO DEL PROYECTO	5
1.1.	Localización y dimensión del proyecto.....	5
1.2.	Agentes que intervienen en el proyecto	6
1.2.1.	Promotor.....	6
1.2.2.	Proyectista	6
2.	MOTIVACIÓN Y DIRECTRICES DEL PROYECTO.....	6
2.1.	Motivación del proyecto	6
2.2.	Finalidad del proyecto	6
2.3.	Condiciones del promotor.....	6
2.4.	Condicionantes legales.....	7
3.	ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN DE PARTIDA.....	7
3.1.	Situación actual de la parcela	7
3.2.	Estudio climatológico	7
3.2.1.	Régimen de temperaturas	8
3.2.2.	Régimen de heladas.....	8
3.2.3.	Humedad relativa	8
3.2.4.	Clasificación bioclimática UNESCO-FAO	9
3.3.	Estudio edafológico	9
3.4.	Análisis del agua de riego	9
4.	OBJETIVOS, ALTERNATIVAS ESTRATÉGICAS Y METAS.....	9
4.1.	Análisis multicriterio.....	10
4.2.	Objetivos y metas.....	10
5.	ESTUDIO DEL CULTIVO	11
5.1.	Densidades y rendimientos	12
5.2.	Técnicas de cultivo	12
5.3.	Ciclo del cultivo	14
5.4.	Variedades seleccionadas	15
5.5.	Recolección, postcosecha y comercialización	17
5.6.	Plagas.....	18
5.7.	Enfermedades	19
5.8.	Desórdenes fisiológicos.....	21
6.	MANEJO DE LOS CULTIVOS	21

6.1.	Corrección del suelo	21
6.1.1.	Abonado de fondo	21
6.1.2.	Fertirrigación.....	22
6.1.3.	Enmienda orgánica	24
6.2.	Necesidades hídricas	25
6.3.	Diseño agronómico	26
6.4.	Sanidad vegetal	26
7.	INGENIERÍA DE LAS OBRAS E INSTALACIONES	27
7.1.	Invernadero	27
7.2.	Caseta de riego.....	27
7.3.	Caseta de manipulación de flores	27
7.4.	Caminos de la parcela	28
7.5.	Programación y puesta en marcha de las obras	28
7.5.1.	Reglamentos y disposiciones generales.....	28
7.5.2.	Diagrama.....	29
8.	INSTALACIÓN DE AUTOMATISMOS Y MANEJO DEL INVERNADERO.....	30
8.1.	Control de temperatura	30
8.2.	Control de la ventilación	30
8.3.	Control de la humedad.....	31
8.4.	Automatización	31
9.	INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO.....	31
9.1.	Diseño hidráulico.....	32
9.2.	Diseño hidráulico mediante DimSub	32
9.3.	Instalaciones del sistema.....	33
9.4.	Presión al inicio del sistema	33
10.	INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	34
10.1.	Iluminación de la caseta de riego.....	34
10.2.	Iluminación de la caseta de manipulación de flores	34
10.3.	Instalación eléctrica y cálculo de líneas.....	34
10.3.1.	Cálculo de cargas y corrientes	34
10.3.2.	Longitudes de líneas y caída de tensión	35
10.3.3.	Verificación térmica de los conductores, protecciones y selectividad	35
10.3.4.	Puesta a tierra y protecciones contra contactos indirectos	36
10.3.5.	Materiales	36

11.	ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	37
12.	PRESUPUESTO	38
13.	EVALUACIÓN FINANCIERA.....	39
13.1.	Por financiación propia	39
13.2.	Por financiación ajena	39
13.3.	Conclusiones.....	39

Índice de figuras

Figura 1. Parcela del proyecto. Fuente: Visor SigPac.....	5
Figura 2. Marco de plantación para 7 plantas/m ² . Fuente: Ferrer Martí y Salvador Palomo (1986) .	12
Figura 3. Ciclo del cultivo. Fuente: Elaboración propia.....	15
Figura 4. Variedad SAMOURAÏ® Meikatana. Fuente: www.meilland.com	15
Figura 5. Variedad Cherie FOLIES® Meizafare. Fuente: www.meilland.com	16
Figura 6. Variedad DONATELLA® - Meideliste. Fuente: www.meilland.com	16
Figura 7. Variedad SHAKIRA® 2020 Meiochieng. Fuente: www.meilland.com	16
Figura 8. Variedad BINGO® White Meilotrie. Fuente: www.meilland.com	17
Figura 9. Variedad Blanche ELEGANCE® Meiwhichic. Fuente: www.meilland.com	17
Figura 10. Gráfica de ETo en mm/día. Fuente: CROPWAT.....	25
Figura 11. Diseño de los caminos y accesos del proyecto. Fuente: Elaboración propia.....	28
Figura 12. Diseño hidráulico DimSub para el sector 1 (pequeño) – subunidad 1. Fuente: DimSub ...	33

Índice de figuras

Tabla 1. Temperaturas Medias (°C). Estación de Níjar (2013-2022). Elaboración propia. Fuente: SiAR	8
Tabla 2. Inicio y fin de los periodos de heladas según Erberger. Elaboración propia. Fuente: SiAR	8
Tabla 3. Humedad relativa (%). Estación de Níjar (2013-2022). Elaboración propia. Fuente: SiAR	8
Tabla 4. Rendimientos esperados. Elaboración propia. Fuente: Flor Cortada UPM	12
Tabla 5. Resumen plagas. Elaboración propia. Fuente: Ferrer Martí y Salvador Palomo (1986)	19
Tabla 6. Resumen enfermedades. Elaboración propia. Fuente: Ferrer Martí y Salvador Palomo (1986).....	19
Tabla 7. Cantidades (kg/mes) a inyectar de cada producto. Elaboración propia	22
Tabla 8. Valores objetivo en la mezcla de riego (g/L). Elaboración propia.....	23
Tabla 9. Concentración madre (g/L en tanque). Elaboración propia.....	24
Tabla 10. L/día por mes a inyectar de la solución madre. Elaboración propia	24
Tabla 11. ETo en mm/día y mm/mes. Elaboración propia. Fuente: CROPWAT.....	25
Tabla 12. ETc del rosal. Fuente: Elaboración propia.....	26
Tabla 13. Calendario de riego con l y tr. Fuente: elaboración propia.....	26
Tabla 14. Diagrama de operaciones a realizar. Fuente: Elaboración propia	29
Tabla 15. Resumen del dimensionamiento. Fuente: Elaboración propia	32
Tabla 16. Resumen de cálculos para laterales y terciarias por subunidad. Fuente: DimSub	32
Tabla 17. Cálculo de cargas y corrientes. Elaboración propia.....	35
Tabla 18. Longitudes de líneas, secciones seleccionadas y caída de tensión. Elaboración propia.....	35
Tabla 19. Aparatos de protección. Elaboración propia. Fuente: Schneider electric.....	36
Tabla 20. Materiales de la instalación eléctrica. Elaboración propia	37
Tabla 21. Resumen del presupuesto. Elaboración propia	38
Tabla 22. VAN y ratio B/I con distinta tasa de descuento en financiación propia. Elaboración propia	39
Tabla 23. VAN y ratio B/I con distinta tasa de descuento en financiación por cuenta ajena. Elaboración propia	39

1. OBJETO DEL PROYECTO

El objeto del proyecto aquí presente es realizar una explotación de flor cortada bajo invernadero, en una parcela en desuso, cuyo propietario quiere transformar en una parcela rentable económicamente.

1.1. Localización y dimensión del proyecto

El proyecto tiene lugar en San Isidro de Níjar, una localidad y pedanía del municipio de Níjar, al sureste de la provincia de Almería.



FIGURA 1. PARCELA DEL PROYECTO. FUENTE: VISOR SIGPAC

Datos identificativos SigPac:

- Provincia: 4 - ALMERÍA
- Municipio: 66 - Níjar
- Polígono: 30
- Parcela: 113
- Referencia Catastral: 04066A03000113HK
- Coordenadas UTM del centro:
 - X: 572251.77
 - Y: 4083816.69
 - DATUM: WGS84
 - HUSO: 30

La parcela es de 8.740 m² en situación de regadío, dentro de los cuales se hará una caseta de riego, otra de manipulación de flores y 6.000 m² de invernadero.

1.2. Agentes que intervienen en el proyecto

1.2.1. Promotor

El propietario de la parcela en la que se va a realizar el proyecto.

1.2.2. Projectista

Almudena Baldazo Sanz, estudiante del grado en Ingeniería Agrícola por la Universidad Politécnica de Madrid.

2. MOTIVACIÓN Y DIRECTRICES DEL PROYECTO

2.1. Motivación del proyecto

El motivo por el que se propone la realización de este proyecto es el deseo de un agricultor de ampliar su producción de flor cortada en invernadero. Aprovechando así una parcela de su propiedad con instalación de riego, en desuso, cerca de otras producciones suyas.

Debido al requisito de llevar a cabo y presentar un proyecto como Trabajo de Fin de Grado, la estudiante Almudena Baldazo Sanz decide estudiar la viabilidad de un invernadero para la producción de flor cortada.

2.2. Finalidad del proyecto

La finalidad del proyecto es conseguir un beneficio y una rentabilidad económica, aprovechando lo máximo posible los recursos de la parcela del propietario.

Esto requiere el uso eficiente de los recursos hídricos, la protección del cultivo frente a plagas y enfermedades, además del correcto manejo de los ciclos del cultivo para su adaptación a la climatología del lugar.

2.3. Condiciones del promotor

Los condicionantes dados por el promotor para realizar este proyecto son los siguientes:

- El presupuesto no debe superar la cifra de 1.500.000 €.
- Se deben respetar las delimitaciones de la parcela.
- Conseguir la rentabilidad económica a partir del 4º año como máximo.
- Cultivar una o más especies, que se adapten al entorno para aprovechar los recursos naturales, con la menor necesidad de invertir en apoyo al cultivo.

2.4. Condicionantes legales

- Normas urbanísticas. Plan General de Ordenación Urbana (PGOU) de Níjar (2009). Adaptación a la Ley 7/2002, de 17 de diciembre, de Ordenación Urbanística de Andalucía.
- Código Técnico de la Edificación (CTE).
- Reglamento Eléctrico de Baja Tensión (REBT).
- Código Estructural (Real Decreto 470/2021, de 29 de junio).
- Disposición 1378 del BOE núm. 24 de 2022.
- Ordenanza de invernaderos y su entorno. Publicada en el B.O.P. de Almería nº 148 (03-08-2017).
- Gestión integrada de la calidad ambiental. Ley 7/2007, 9 de julio.
- Prevención de riesgos laborales. Ley 31/1995, 8 de noviembre (BOE 10-11-1995).
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.

3. ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN DE PARTIDA

3.1. Situación actual de la parcela

La parcela se encuentra sin ninguna actividad, por lo que no se reciben ingresos.

Hay ciertas infraestructuras de pasadas actividades agrícolas que se podrán aprovechar para el futuro proyecto, ahorrando energética y económicamente en la realización. Las infraestructuras, marcadas en el Plano de Situación Actual, son: el punto de abastecimiento de agua junto a la balsa de la parcela colindante de la izquierda (vista desde la carretera AL-3111) y la toma de electricidad situada junto al edificio colindante de la parcela que hay a la derecha.

Además, el recinto del proyecto posee alrededor un conjunto de invernaderos y cultivos bajo plástico, muy comunes en la zona. A este recinto se accede por la carretera AL-3111 (Carretera de Campohermoso) sin necesidad de pasar por ningún camino, al ser colindantes.

3.2. Estudio climatológico

Para la obtención de los datos meteorológicos se ha utilizado el Sistema de Información Agroclimática para el Regadío (SiAR) y la web de la AEMET. Se ha seleccionado la estación meteorológica número 11 de Almería, situada en Níjar, con los siguientes datos:

- Latitud: 36º 57' 02" N
- Longitud: 02º 09' 29" W

- Altitud: 169
- Coordenadas UTM:
 - X: 574960
 - Y: 4089720

3.2.1. Régimen de temperaturas

TABLA 1. TEMPERATURAS MEDIAS (°C). ESTACIÓN DE NÍJAR (2013-2022). ELABORACIÓN PROPIA. FUENTE: SIAR

Mes	E	F	Mz	Ab	My	Jn	Jl	Ag	S	O	N	D	Anual
T	21,75	22,02	24,74	25,80	30,85	34,67	36,99	36,92	33,61	29,98	25,42	22,37	28,76
tm	11,23	12,29	13,76	15,99	19,60	23,32	26,43	26,65	23,55	19,83	14,75	12,6	18,33
t	2,38	3,40	4,71	7,14	9,60	13,66	17,65	18,50	15,14	10,54	5,26	3,83	9,32

La temperatura media del mes más cálido corresponde a agosto, de 26,65 °C, mientras que la temperatura media del mes frío es la de enero, de 11,23 °C.

3.2.2. Régimen de heladas

Teniendo en cuenta los valores de temperaturas medias de mínimas, se pueden calcular los periodos de heladas según Emberger:

- Hs: Periodo de heladas seguras $t < 0$ °C
- Hp: Periodo de heladas muy probables 0 °C $< t < 3$ °C
- H'p: Periodo de heladas probables 3 °C $< t < 7$ °C
- d: Periodo libre de heladas $t > 7$ °C

Mediante los cálculos del Anejo I, los periodos resultantes son los siguientes:

TABLA 2. INICIO Y FIN DE LOS PERIODOS DE HELADAS SEGÚN ERBERGER. ELABORACIÓN PROPIA. FUENTE: SIAR

	1º periodo			2º periodo		
	Inicio	Fin	Nº días	Inicio	Fin	Nº días
Hs	-	-	-	-	-	-
Hp	1 enero	2 febrero	32 días	-	-	-
H'p	2 febrero	7 abril	64 días	4 noviembre	1 enero	58 días
d	7 abril	4 noviembre	211 días	-	-	-

3.2.3. Humedad relativa

TABLA 3. HUMEDAD RELATIVA (%). ESTACIÓN DE NÍJAR (2013-2022). ELABORACIÓN PROPIA. FUENTE: SIAR

Mes	E	F	Mz	Ab	My	Jn	Jl	Ag	S	O	N	D	Anual
H	99,42	99,43	99,87	99,32	98,89	98,18	97,23	96,54	97,6	99,09	98,99	99,41	98,66
hm	70,07	67,34	67,37	67,24	60,33	55,87	57,66	61,75	67,19	70,39	70,59	72,69	65,71
h	18,21	14,23	16,2	19,31	14,99	14,73	15,11	18,27	18,27	22,16	17,95	21,15	17,55

Teniendo en cuenta los datos de humedad, no supondrá un gran limitante para el proyecto, al tener una media todos los meses entre el 55 – 75 %.

3.2.4. Clasificación bioclimática UNESCO-FAO

El clima de la zona de Níjar forma parte del Grupo 1 templado medio, con un invierno templado frío, de tipo climático bixérico templado acentuado, con dos periodos secos, en enero-febrero y mayo-noviembre.

3.3. Estudio edafológico

En el Anejo I se analizaron los horizontes de la calicata y los resultados más relevantes obtenidos fueron:

- Densidad aparente: 1,74 g/cm³. Se puede considerar un suelo bien aireado, con una porosidad del 34,46 %.
- Textura: franca. Un 44,73 % arenas, 41,73 % limos y 13,54 % arcillas.
- pH: básico, con un valor de 8,3.
- C.E.: es baja, de 0,39 dS/m, pero buena en cultivos sensibles a la salinidad.
- M.O.: valor aceptable del 2,5 %.
- Nutrientes: nivel bajo en potasio (106,8 ppm) y fósforo (9,51). Los valores de magnesio (1,76 cmol/kg), de calcio (44,78 cmol/kg) y de nitrógeno total (0,17 %) son aceptables.

3.4. Análisis del agua de riego

Los datos más significativos son:

- pH: agua básica, con un valor de 8,47.
- C.E.: es de 0,89 mS/cm a 25 °C, situándose en la franja de riesgo medio de salinidad, pero válida para el cultivo.
- El contenido en iones se encuentra dentro de los valores de referencia.
- Tipo de agua: dulce, no alcalina.

4. OBJETIVOS, ALTERNATIVAS ESTRATÉGICAS Y METAS

El promotor del proyecto se dedica exclusivamente a la producción de flor cortada bajo invernadero. Le interesa la producción de algunas variedades de rosa, al no ser tan común como el clavel en la zona. Prefiere realizar el cultivo en suelo, al ser más económico que el cultivo sin suelo, en el que además debe tenerse en cuenta la recirculación en la fertirrigación.

El sistema de producción será el regadío, aprovechando las infraestructuras que ya posee la parcela, con su respectiva caseta de riego junto a la toma de agua, dentro de la que estará la instalación que bombee el agua y las mezclas nutritivas de los tanques.

La tecnología necesaria será toda la referente al sistema de fertirrigación por goteo, además del sistema de climatización y automatización del invernadero.

Por otra parte, se proyecta una caseta de manipulación de flores en la que, tras la cosecha, se prepararán las flores para su transporte y posterior comercialización.

4.1. Análisis multicriterio

Tras analizar los criterios de valor del promotor, los condicionantes del medio, los criterios económicos y los técnicos en el Anejo 2, se han realizado matrices y valorado las alternativas: rosa en suelo, rosa sin suelo, clavel en suelo y clavel con rosa en suelo.

La alternativa más valorada tras la jerarquización de 9 criterios resulta ser la de rosa en suelo.

4.2. Objetivos y metas

Los objetivos del proyecto son:

- Aprovechar las infraestructuras de una parcela inactiva
- Proyectar un invernadero
- Incrementar la producción del promotor de rosa para flor cortada
- Cultivo en suelo
- Cultivo en regadío

Por lo tanto, el conjunto de metas que definen el objeto del proyecto es:

➤ Invernadero:

Tipo multitúnel gótico con un total de 5 túneles de 8 m de ancho con un acceso en uno de ellos de puerta corredera de 3 m de amplitud (1,5 m cada hoja).

Cada túnel tiene una profundidad de 150 m, por lo que de frente la instalación tiene un total de 40 m (5 x 8) y 150 m de fondo, resultando un invernadero de 6000 m².

➤ Plan productivo:

- Plantación de rosa bajo invernadero
- Variedades: con portainjerto de Rosa indica 'Major'.
 - SAMOURAI® Meikatana (roja)
 - Cherie FOLIES® Meizafare (roja oscura)

- BINGO® White Meilotrie (blanca)
- Blanche ELEGANCE® Meiwhichic (blanca amarillenta)
- DONATELLA® - Meideliste (rosa)
- SHAKIRA® 2020 Meiochieng (rosa)
- Líneas pareadas a 40 cm entre sí, separación entre plantas de una misma línea de 20 cm y pasillos de 100 cm de ancho.
- Sistema de producción: regadío
- Dimensión: 6000 m² de invernadero, 25 m² de caseta de riego y 30 m² de caseta de manipulación de flores
- Tecnología: riego por goteo, sistema de climatización y automatización
- Localización: parcela en San Isidro de Níjar (Almería)

5. ESTUDIO DEL CULTIVO

En el sector de la horticultura hay dos subsectores principales en el cultivo de las plantas ornamentales, como son la planta viva y la flor cortada, los cuales tienen un gran valor económico y generan una considerable cantidad de empleo por unidad de superficie.

El cultivo elegido para este proyecto ha sido una especie de flor de corte, la *Rosa* sp., de la que se desarrollarán 6 variedades. Se ha elegido por su gran aceptación entre los consumidores, sobre todo en celebraciones concretas, su alto valor ornamental, su adaptación a la zona del proyecto y por producir varios años.

La *Rosa* sp. es el segundo cultivo de flor cortada en importancia y superficie utilizada en España, siendo solo superado por el de clavel. Juntos representan en torno al 50 % de la producción total nacional. Además, la rosa es la flor cortada por excelencia, con muy buena conservación en florero.

Las fechas hacia las que se conduce la cosecha de los cultivos de rosa son las fiestas de fin de año, San Valentín, marzo-abril (Sant Jordi en Cataluña) y mayo-junio, con celebraciones como el Día de la Madre, o bodas, bautizos y comuniones con la llegada del verano.

Según la etapa en la que se encuentre el cultivo, puede estar en valores de humedad relativa del 60 % al 90 %. Las temperaturas óptimas, que dependen de la iluminación, son de 21 – 24 °C por el día y 15 – 16 °C por la noche, aunque ciertos cultivares se desarrollan bien a 13 °C.

Otros detalles referentes a su taxonomía, morfología y necesidades agroambientales se detallan en el Anejo 3.

5.1. Densidades y rendimientos

La densidad más frecuente es 7 plantas/m² y es la que será utilizada en el proyecto, siguiendo lo que muestra la figura a continuación.

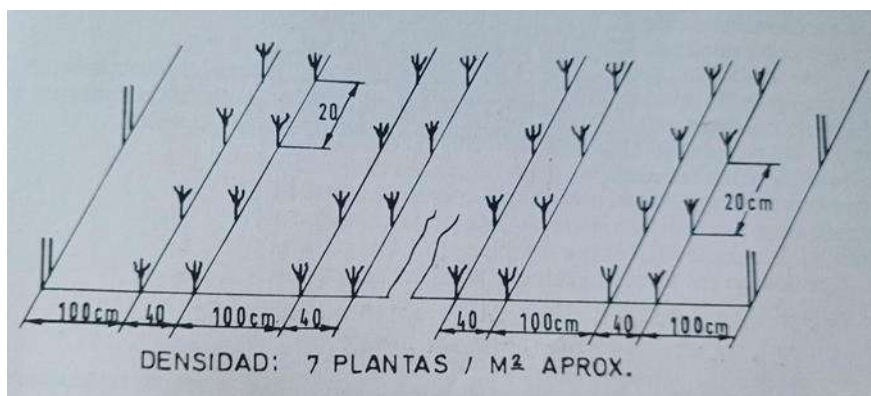


FIGURA 2. MARCO DE PLANTACIÓN PARA 7 PLANTAS/M². FUENTE: FERRER MARTÍ Y SALVADOR PALOMO (1986)

Los rendimientos son aproximadamente los mostrados en la siguiente tabla, según el grupo al que pertenezcan las variedades seleccionadas.

TABLA 4. RENDIMIENTOS ESPERADOS. ELABORACIÓN PROPIA. FUENTE: FLOR CORTADA UPM

Híbridos de Té (variedades tallo medio)	125 – 180 tallos/m ²
Híbridos de Té (variedades tallo largo)	80 – 100 tallos/m ²
Floribunda	150 – 200 tallos/m ²

El número de recogidas de flor durante un año, en la rosa, se estima de 5 a 9. Además, el intervalo entre dos cortes (tiempo de “subida”) es:

- En invierno: 50 – 70 días para rosas grandes y 40 – 50 días para el resto.
- En verano: 35 – 45 días para rosas grandes y 30 – 35 días para el resto.

5.2. Técnicas de cultivo

Preparación del suelo

Para que esté bien drenado, se debe hacer una labor de subsolado a unos 40 cm de profundidad como mínimo. En el Anejo 4 se calcularán las dosis de abonado necesarias (potasio y fósforo) para las plantas. Serán aplicadas cuando el terreno esté atemperado, con ayuda de un vehículo UTV y un apero con abonadora, y después se nivelará la superficie con un rodillo agrícola.

La desinfección del suelo se puede realizar con calor, vapor de agua, o productos químicos autorizados. Concretamente, la biofumigación es un método muy efectivo y el que se espera realizar en este caso.

Por último, al ser un suelo bien drenado, no se considera necesaria la práctica común de preparar camas para la plantación, de unos 0,2 - 0,4 m de alto, con una distancia mínima de 0,5 m entre ellas.

Época de plantación

Puede realizarse en cualquier momento del año si la plántula viene en cepellón. Deben almacenarse en cámaras frigoríficas a 0 – 2 °C, sin corrientes de aire, durante dos o tres días antes, y sus raíces deben ser desinfectadas con fungicidas.

Las plantas se colocarán, con el punto de injerto a 5 cm por encima del suelo y siguiendo la disposición de la figura ya vista.

Poda de formación de la planta

Hay más de un tipo de conducción para la formación de la planta y en este caso se ha elegido la tradicional o de porte alto, que consiste en dejar que desarrollen flor las primeras brotaciones y después cortar sobre la primera hoja de cinco foliolos (hoja verdadera) desde el ápice a la base. Así se favorece la brotación de al menos tres yemas. Finalmente, estas nuevas brotaciones se cortarán dejando dos o tres yemas.

Entutorado

Se va realizando según crece el cultivo. Se utilizan postes de aluminio sujetos con nailon, que se colocan en los extremos de las camas.

Poda de mantenimiento

Con ella se regula el rendimiento y se busca que la planta tenga un desarrollo foliar vigoroso y adecuado, que esté bien aireada y que reciba suficiente luz

Es importante no hacerla sobre una yema localizada en una hoja de tres foliolos, porque de ser así no producirá flor.

Puesto que el objetivo es tener un cultivo convencional, la poda de mantenimiento será combinando las técnicas del pinzamiento en verde y el d-shooting, según cómo vaya evolucionando el vigor y grosor del tallo.

El pinzamiento en verde hace que la planta pierda su dominancia apical y favorece la brotación de ramificaciones laterales. El d-shooting consiste en varios

pinzados en el estadio de arveja, eliminando el botón. Tras ello, cerca brotará una yema lateral que se eliminará (dejando en el tallo las hojas verdaderas) y, así, se repetirá el proceso varias veces. El tiempo que se tarda en cortar es 30 días. Con este método, la planta tendrá un desarrollo muy rápido de la yema.

Desbotonado

Para conseguir una flor de alta calidad por tallo se elimina la yema que se encuentra en la axila de la primera hoja de cinco foliolos desde el extremo, pues las yemas de la mitad inferior del tallo darán flores con tallo largo.

Riego y fertirrigación

Los riegos deben ser frecuentes y de corta duración para evitar el encharcamiento. La falta de agua puede generar brotaciones menos vigorosas, disminución del área foliar, mayor posibilidad de desequilibrios nutricionales y problemas por exceso de sales. Sin embargo, el exceso de agua provoca clorosis y defoliación.

Se fertiliza a través del riego, empezando durante la brotación (cuando hay ya un par de hojas en el brote), teniendo en cuenta el abonado de fondo. Es recomendable controlar pH, CE, y realizar análisis foliares. Un nivel insuficiente de cualquier elemento esencial podría provocar un descenso del crecimiento y menor cantidad y calidad de flores.

En el Anejo 4 y el Anejo 7 se harán los respectivos cálculos de las necesidades del cultivo, que también pueden consultarse en esta memoria en la Tabla 8 y Tabla 9.

Ventilación y enriquecimiento en CO₂

El nivel de CO₂ limita el crecimiento de la planta y, por ello, a primera hora de la mañana no es conveniente la ventilación. Se debe aportar CO₂ para rondar las 800 ppm en el invernadero y conseguir un buen crecimiento.

Además, se debe tener en cuenta la humedad relativa, regulándose mediante ventilación y/o nebulización.

5.3. Ciclo del cultivo

El primer año, se inicia la plantación el 20 de febrero, dejando que tenga lugar el desarrollo vegetativo hasta finales de mayo. Después, da comienzo la floración, teniendo lugar al mismo tiempo el corte y la recolección, hasta que en julio del 2º año empieza la fase de reposo vegetativo. A finales de agosto, arranca de nuevo

el desarrollo vegetativo y, en noviembre, vuelve la floración, con el corte y la recolección,

Para las seis variedades seleccionadas, el ciclo de cultivo será el mostrado en la figura que se muestra a continuación.

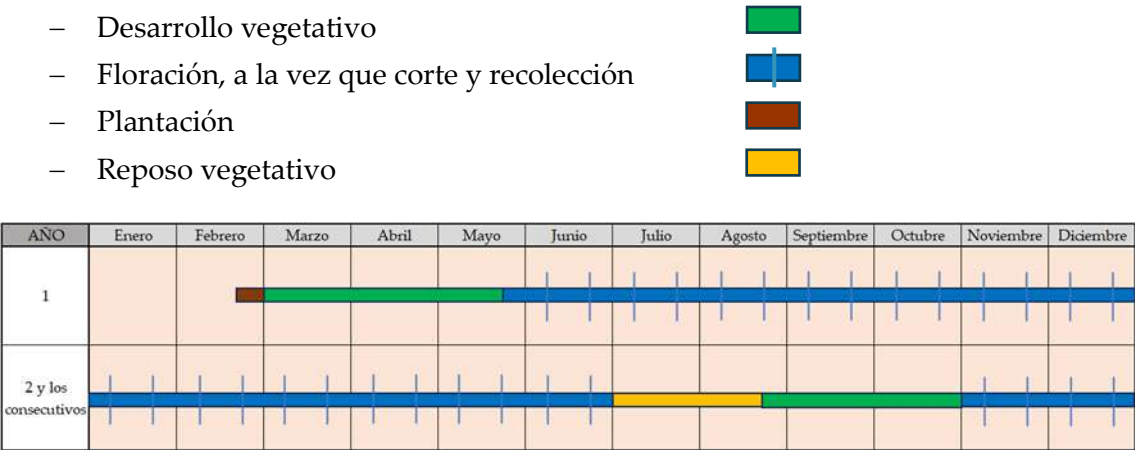


FIGURA 3. CICLO DEL CULTIVO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

5.4. Variedades seleccionadas

Para este proyecto son 6 en total: 2 rojas (hasta el 60 % de la demanda de rosas grandes), 2 rosas (hasta 40 %) y 2 blancas (siguientes en demanda).

- SAMOURAÏ® Meikatana: color rojo intenso, con 35 - 40 pétalos por flor, vida en vaso de 10 - 12 días, unas 140 - 170 flores/m² al año y longitud de vara de 80 - 90 cm.



FIGURA 4. VARIEDAD SAMOURAÏ® MEIKATANA. FUENTE: WWW.MEILLAND.COM

- Cherie FOLIES® Meizafare: color rojo oscuro, con 50 - 70 pétalos por flor, vida en vaso de 10 - 12 días, unas 110 - 130 flores/m² al año y longitud de vara de 55 - 80 cm.



FIGURA 5. VARIEDAD CHERIE FOLIES® MEIZAFARE. FUENTE: WWW.MEILLAND.COM

- DONATELLA® - Meideliste: color rosa salmón, de fragancia intensa-damasco, no susceptible a enfermedades, con reflorecimiento notable y segundo florecimiento abundante, con longitud de vara de 80 – 100 cm.



FIGURA 6. VARIEDAD DONATELLA® - MEIDELISTE. FUENTE: WWW.MEILLAND.COM

- SHAKIRA® 2020 Meiochieng: color rosa fucsia, con 30 - 35 pétalos por flor, vida en vaso de 10 - 12 días, unas 200 - 220 flores/m² al año y longitud de vara de 60 - 70 cm.



FIGURA 7. VARIEDAD SHAKIRA® 2020 MEIOCHIENG. FUENTE: WWW.MEILLAND.COM

- BINGO® White Meilotrie: color blanco con hojas verde oscuro, de fragancia media – anís, vida en vaso de 11 - 13 días, unas 180 - 200 flores/m² al año y longitud de vara de 70 - 80 cm.



FIGURA 8. VARIEDAD BINGO® WHITE MEILOTRIE. FUENTE: WWW.MEILLAND.COM

- Blanche ELEGANCE® Meiwhichic: color blanco amarillento, con 56 - 60 pétalos por flor, vida en vaso de 14 - 18 días, unas 180 flores/m² al año y longitud de vara de 50 - 65 cm.



FIGURA 9. VARIEDAD BLANCHE ELEGANCE® MEIWHICHIC. FUENTE: WWW.MEILLAND.COM

5.5. Recolección, postcosecha y comercialización

Recolección

Se debe realizar a primera hora de la mañana o a última de la tarde. En condiciones de alta luminosidad durante el verano, la mayoría de las variedades se cortan cuando los sépalos del cáliz son reflejos y los pétalos aún no se han desplegado. Sin embargo, durante el invierno se hace estando más abiertas, pero con los dos pétalos exteriores sin desplegarse. Siempre debe dejarse el tallo tras el corte con 2 - 3 yemas que correspondan a hojas completas.

Postcosecha

Cada variedad tiene un punto de corte distinto. Los tallos cortados se deben sacar del invernadero lo antes posible para evitar la marchitez por transpiración de las hojas. Antes de formar los ramos, las flores se ponen en agua o en una solución nutritiva con 200 ppm de sulfato de aluminio o ácido nítrico y azúcar al 1,5 - 2 %, en una cámara frigorífica a 2 - 4 °C para que no proliferen bacterias. En el caso de usar sólo agua, esta debe ser cambiada a diario.

Cuando las flores se sacan del almacén, se les quitan las hojas y espinas de la parte inferior del tallo, se clasifican según sus longitudes, desechando los curvados o deformados y las flores dañadas. La clasificación se puede hacer manualmente o de forma mecanizada, con procesadoras de rosas que realizan el calibrado

Finalmente, se forman ramos de 20 – 30 rosas de flor grande o 50 si son de flores pequeñas. Se enfundan en papel, un film de plástico y se devuelven al almacén para un enfriamiento adicional a 4 – 5 °C, antes de embalsarse en cajas de cartón para su transporte, ya que la rosa cortada necesita unas horas de frío antes de comercializarse.

Comercialización

Según la longitud de la vara y, aunque hay pequeñas variaciones en los criterios, suelen ser los siguientes:

- Clasificación de las rosas de los grupos Grandiflora e Híbridos de té:
 - Calidad EXTRA: 90 – 80 cm
 - Calidad PRIMERA: 80 – 70 cm
 - Calidad SEGUNDA: 70 – 60 cm
 - Calidad TERCERA: 60 – 50 cm
 - Calidad CORTA: 50 – 40 cm
- Clasificación de las rosas del grupo Floribunda:
 - Calidad EXTRA: 60 – 50 cm
 - Calidad PRIMERA: 50 – 40 cm
 - Calidad SEGUNDA: 40 – 30 cm
 - Calidad TERCERA: – 30 cm
 - Calidad CORTA: menos de 30 cm

Una rosa de calidad EXTRA, además, debe poseer un botón floral proporcionado, bien formado y el estado sanitario de tallo y hojas deben ser óptimos.

5.6. Plagas

Sus características y los métodos de tratamiento se desarrollan más detalladamente en el Anejo 3.

TABLA 5. RESUMEN PLAGAS. ELABORACIÓN PROPIA. FUENTE: FERRER MARTÍ Y SALVADOR PALOMO (1986)

Nombre	
Araña roja (<i>Tetranychus urticae</i>)	Las hojas por el envés toman un tono amarillo grisáceo, desprendiéndose y debilitando así la planta. Los productos líquidos no son eficaces si se emplean mojando las hojas. Es preferible tratar de abajo hacia arriba, o en polvo, con atomizador.
Pulgón (<i>Macrosiphum rosae</i>)	El que más ataca al rosal. En mayo, hembras aladas atacan los brotes tiernos y botones florales, succionando la savia, provocando enrollamiento de hojas y debilitando la planta. Segregan melaza azucarada que mancha las hojas y aparece el hongo llamado Negrilla (<i>Fumago</i> sp.), sin causar daños. En la zona se ven restos blanquecinos de las mudas. Con productos sistémicos, no oponen demasiada resistencia. Mejor tratar tras los primeros síntomas.
Trips (<i>Trips fuscipennis</i> Hal, específico del rosal)	Consume principalmente flores. Las larvas están en los cultivos de mayo a septiembre. La hembra invierna a partir de noviembre en los desechos y el suelo, reapareciendo y poniendo huevos en febrero. Lo mejor es usar un insecticida sistémico.
Mosca blanca (<i>Trialeurodes vaporariorum</i>)	Muy común en ornamentales. En el envés de las hojas segrega melaza, apareciendo hongos después. Al mover las hojas, revolotean puntos blancos. Difícil de tratar por los distintos estados de la plaga, fácil con los adultos, pero no las larvas con su “caparazón”.
Nematodos	Decaimiento extraño, pérdida de vigor y amarillez en hojas. Pican las raíces, pudiendo formar agallas o dañarlas hasta necrosarlas. Fácil de identificar analizando una muestra en un laboratorio especializado. Los tratamientos más eficaces son las desinfecciones antes de la plantación. En cultivo, tratamientos menos potentes, por su alta toxicidad.

5.7. Enfermedades

TABLA 6. RESUMEN ENFERMEDADES. ELABORACIÓN PROPIA. FUENTE: FERRER MARTÍ Y SALVADOR PALOMO (1986)

Nombre	
Verticilosis (<i>Verticillium dahliae</i>)	Hongo que vive en el suelo mucho tiempo y en condiciones adversas. Penetra por la raíz y pasa a los vasos conductores. Los síntomas más comunes son

	clorosis y necrosis foliar prematura, y la decoloración en raíces y tallos. Más adelante, la planta se marchita. El tratamiento químico es complicado. Mejor desinfectar los suelos y eliminar las plantas afectadas. Debe prevenirse su entrada desinfectando el suelo.
Oidio (<i>Sphaerotheca pannosa</i>)	La más común en rosal, dejando un polvo “ceniza”. Hongo que ataca a las espinas, los tallos, las hojas más jóvenes y el botón, empeorando su aspecto y perdiendo color con postulaciones blanquecinas. Mejor tratamientos preventivos frecuentes con productos sistémicos. Quemar hojas y ramas podadas y tratar las plantas con desinfectantes.
Mildium (<i>Peronospora sparsa</i>)	Severas defoliaciones y debilitamientos. Pequeñas manchas púrpura en las hojas, después color más oscuro, produciendo su caída. Solo sale en días de mucha humedad, nublados y con poco viento. Implica mayor peligro en cultivos bajo invernadero. Los tratamientos pueden asociarse con los del Oidio.
Mancha negra (<i>Marsonia rosae</i>)	Ataca hojas más adultas. Gota parda oscura de hasta 1 cm. Las hojas se aclaran y caen defoliando la parte baja del rosal. Con los tratamientos para el Oidio y el Mildium, se evita su desarrollo, aunque también hay productos específicos. Las hojas atacadas, mejor destruirlas, tratando después la planta y el suelo.
Podredumbre gris (<i>Botrytis cinerea</i>)	Común en cultivos protegidos. Necrosis extensas en tallos y brotes. En flores pasadas se condensa polvo gris. Tratamientos con fungicidas para otros ataques evitan casos aislados en rosales al aire libre, aunque hay productos específicos.
Roya (<i>Phragmidium mucronatum</i>)	Hongo patógeno en rosales. Manchas estrelladas marrón amarillento y negro en la parte superior de las hojas. Caída prematura del follaje, defoliando la planta a finales de verano. También atacan tallos e invernan en el follaje de la planta afectada. Tras las primeras manchas, tratar de inmediato. Abonar con fertilizante rico en potasio previene la infestación, se elimina el follaje caído y se descabezan radicalmente las plantas.
Bacteriosis (<i>Agrobacterium tumefaciens</i>)	Bacteria que accede por heridas, el plásmido se replica y trasloca a toda la planta. Tumores de forma y tamaño variables en cuello y raíces principales, y secundarios en ramas. Obstruyen el flujo xilemático y el floemático, matando la planta en 3-4 años. Hace la planta más

	sensible a otros microorganismos patógenos. Lo mejor es la prevención y eliminar las plantas infectadas.
Virus del Mosaico del Rosal (RMV)	Afecta al vigor y número de varas florales. En primavera-otoño mosaicos en las hojas, como clorosis anulares de distinta intensidad, con decoloración de nerviaciones principales y deformaciones de nuevas hojas. Retrasan y deforman las flores. Solo se controla con material vegetal sano, destruyendo plantas infectadas y controlando los vectores de propagación.

5.8. Desórdenes fisiológicos

La caída de hojas, los tallos ciegos, los pétalos oscuros, el cuello doblado y la distorsión y enroscamiento de hojas y tallos jóvenes se describen en el Anejo 3.

6. MANEJO DE LOS CULTIVOS

6.1. Corrección del suelo

6.1.1. Abonado de fondo

Los cálculos se han realizado en el Anejo 4, para pasar de 106,8 ppm a 200 ppm de potasio y de 9,51 ppm a 40 ppm de fósforo en el suelo.

El control del pH en la zona radicular, por las características del suelo, se deberá hacer mediante fertirrigación ácida, que se describirá más adelante.

Las dosis de MAP y de SOP necesarias son las siguientes:

- **MAP 11-52-0:** Se necesitan 145,9 kg P_2O_5

280,5 kg de MAP

- **Sulfato potásico 0-0-50:** Se necesitan 234,4 kg K_2O

468,9 kg de SOP

Por lo tanto, por m^2 : se aplicarán 46,8 g/ m^2 de MAP y 78,1 g/ m^2 de SOP.

El N aplicado por el MAP (aproximadamente 5,1 g/ m^2) deja el suelo dentro de márgenes prudentes, pues el N total está en el límite inferior aconsejable.

El procedimiento para realizar el abonado de fondo es el siguiente:

1. Distribución de los fertilizantes: con un reparto homogéneo.

2. Incorporación: pasar el rotovator para mezclar los 20 cm superiores sin crear suela. Se pueden hacer dos pasadas cruzadas si fuera necesario para una mayor homogeneidad.
3. Nivelación y riego de asiento: se pasa la niveladora y después se realiza un riego ligero para iniciar la disolución y evitar pérdidas por polvo.

6.1.2. Fertirrigación

Los cálculos se han realizado en el Anejo 4, para lograr los objetivos:

- Conseguir que el pH del suelo pase de 8,3 a 7,0 - 7,5.
- Mantener los niveles de nitrógeno total (0,1-0,3 %), fósforo (40 ppm) y potasio (200 ppm) conseguidos tras el abonado de fondo.
- Mantener niveles aceptables de calcio, y magnesio.
- Vigilar los niveles de salinidad y la relación de sodio en el suelo, pues el valor del SAR del agua es alto.
- Realizar la fertirrigación cumpliendo las necesidades nutricionales de las variedades elegidas durante las distintas etapas del ciclo del cultivo.

Las cantidades a inyectar mensualmente se recogen en la Tabla 7.

TABLA 7. CANTIDADES (KG/MES) A INYECTAR DE CADA PRODUCTO. ELABORACIÓN PROPIA

Mes	Ca(NO ₃) ₂ (kg)	SOP 0-0-50 (kg)	H ₃ PO ₄ 75% (kg)
Oct	248.84	47.32	8.96
Nov	248.84	47.32	8.96
Dic	248.84	47.32	8.96
Ene	248.84	47.32	8.96
Feb	248.84	47.32	8.96
Mar	497.68	94.66	17.92
Abr	497.68	94.66	17.92
May	497.68	94.66	17.92
Jun	497.68	94.66	17.92
Jul	497.68	94.66	17.92
Ago	497.68	94.66	17.92
Sep	497.68	94.66	17.92

Se plantea un sistema práctico, seguro y flexible con 3 depósitos de 1.000 L y 1 de 200 L para los micronutrientes.

Tanque A:

- Producto: $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ disuelto (solución madre).
- Función: aportar N y Ca (contrarresta Na).

Tanque B:

- Producto: SOP disuelto (solución madre).
- Función: aporte de K.

Tanque C:

- Producto: H_3PO_4 75%.
- Función: aportar P y actuar como acidificante parcial. Es importante no mezclar en este tanque $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ para evitar precipitados Ca-P.

Tanque D:

- Producto: mezclas quelatadas (Fe-EDDHA para suelos calcáreos, Zn, Mn, B, Cu, etc.).
- Uso: inyecciones puntuales según análisis foliar/sintomatología.

Para el dimensionado de tanques, el ratio de inyección planteado es el de 1:100 (1%). Tras ir realizando los cálculos en el Anejo 4, los valores objetivo en la mezcla de riego, en g/L, será:

TABLA 8. VALORES OBJETIVO EN LA MEZCLA DE RIEGO (g/L). ELABORACIÓN PROPIA

Mes	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ (g/L)	SOP (g/L)	H_3PO_4 75% (g/L)
Ene	0,700	0,1332	0,0252
Feb	0,537	0,1021	0,0193
Mar	0,813	0,1547	0,0293
Abr	0,679	0,1292	0,0245
May	0,608	0,1157	0,0219
Jun	0,743	0,1414	0,0268
Jul	0,869	0,1652	0,0313
Ago	0,554	0,1054	0,0199
Sep	0,654	0,1243	0,0235
Oct	0,398	0,0757	0,0143

Nov	0,658	0,1252	0,0237
Dic	0,874	0,1663	0,0315

La concentración madre para cada producto y mes, en g/L en tanque, será:

TABLA 9. CONCENTRACIÓN MADRE (g/L EN TANQUE). ELABORACIÓN PROPIA

Mes	Ca(NO ₃) ₂ (g/L en tanque)	SOP (g/L en tanque)	H ₃ PO ₄ 75% (g/L en tanque)
Ene	70,0	13,32	2,52
Feb	53,7	10,21	1,93
Mar	81,3	15,47	2,93
Abr	67,9	12,92	2,45
May	60,8	11,57	2,19
Jun	74,3	14,14	2,68
Jul	86,9	16,52	3,13
Ago	55,4	10,54	1,99
Sep	65,4	12,43	2,35
Oct	39,8	7,57	1,43
Nov	65,8	12,52	2,37
Dic	87,4	16,63	3,15

En la Tabla 10 se reflejan los L de solución madre diarios según el mes:

TABLA 10. L/DÍA POR MES A INYECTAR DE LA SOLUCIÓN MADRE. ELABORACIÓN PROPIA

Mes	Vol. riego (m ³ /día)	L/día solución madre (1%)
Ene	11,46	114,6
Feb	16,56	165,6
Mar	19,74	197,4
Abr	24,42	244,2
May	26,40	264,0
Jun	22,32	223,2
Jul	18,48	184,8
Ago	28,98	289,8
Sep	25,38	253,8
Oct	20,16	201,6
Nov	12,60	126,0
Dic	9,18	91,8

6.1.3. Enmienda orgánica

No se considera necesaria pues, con el valor que posee el suelo, ya es suficiente y aumentarlo puede no resultar rentable económicamente.

6.2. Necesidades hídricas

Para realizar los cálculos de E_{Tc} se ha utilizado el software CROPWAT 8.0 proporcionado por la FAO, según lo definido en el Anejo 4.

TABLA 11. E_{TO} EN MM/DÍA Y MM/MES. ELABORACIÓN PROPIA. FUENTE: CROPWAT

Mes	Temp. mín.	Temp. máx.	Humed.	Viento	Insol.	Radiaci	E _{TO}	E _{TO}
	°C	°C	%	m/s	h	MJ/m ² /día	mm/día	mm/mes
Enero	12,0	21,0	75	0	9,3	12,4	1,13	35,03
Febrero	12,0	21,0	75	0	10,2	16,1	1,89	52,92
Marzo	12,0	21,0	75	0	11,3	21,0	2,98	92,38
Abril	12,0	25,0	75	0	12,6	26,1	3,83	114,90
Mayo	16,0	25,0	75	0	13,9	29,8	4,74	146,94
Junio	16,0	25,0	75	0	14,9	31,8	5,15	154,50
Julio	16,0	25,0	75	0	15,0	31,5	5,06	156,86
Agosto	16,0	25,0	75	0	14,3	29,0	4,46	138,26
Septiembre	16,0	25,0	75	0	13,0	24,2	3,63	108,90
Octubre	14,0	25,0	75	0	12,7	19,8	2,51	77,81
Noviembre	12,0	21,0	75	0	10,5	14,1	1,35	40,50
Diciembre	12,0	21,0	75	0	9,5	11,7	0,90	27,90
PROMEDIO	15,8	23,8	75	0	12,3	22,3	3,14	1.146,90

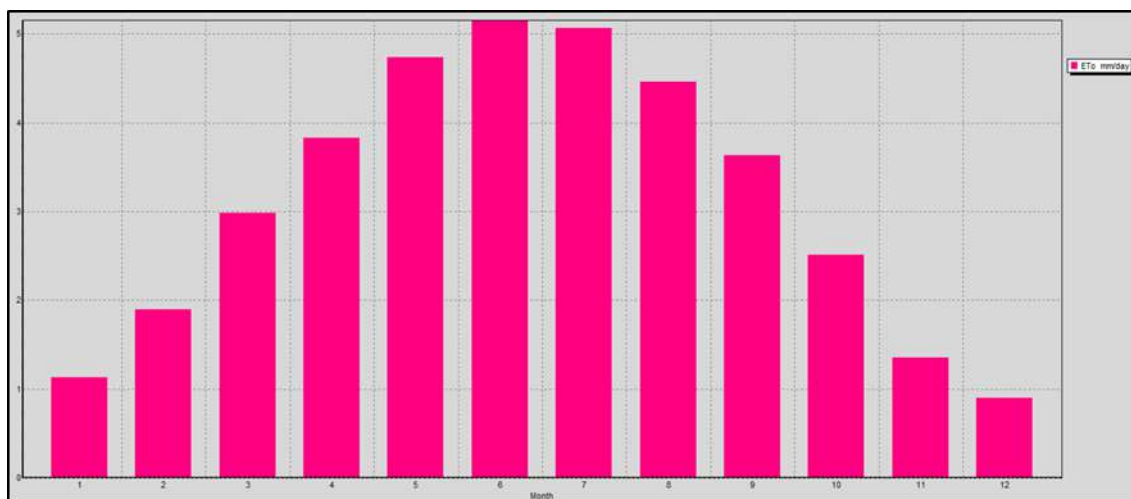


FIGURA 10. GRÁFICA DE E_{TO} EN MM/DÍA. FUENTE: CROPWAT

Con estos valores de E_{TO} y los de K_c, se obtiene la E_{Tc}.

TABLA 12. ETC DEL ROSAL. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Mes	ETo (mm/día)	Kc	ETc (mm/día)	ETc (mm/mes)
Enero	1,13	1,64	1,85	57,45
Febrero	1,89	1,52	2,87	80,44
Marzo	2,98	1,07	3,19	98,85
Abril	3,83	1,03	3,94	118,35
Mayo	4,74	0,90	4,27	132,25
Junio	5,15	0,70	3,61	108,15
Julio	5,06	0,59	2,99	92,55
Agosto	4,46	1,05	4,68	145,17
Septiembre	3,63	1,13	4,10	123,06
Octubre	2,51	1,3	3,26	101,15
Noviembre	1,35	1,51	2,04	61,16
Diciembre	0,90	1,65	1,49	46,04

6.3. Diseño agronómico

Todos los cálculos para este diseño se han realizado en el Anejo 4, dando lugar a la siguiente tabla.

TABLA 13. CALENDARIO DE RIEGO CON I Y TR. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

	E	F	M	Ab	M	Jn	Jl	Ag	S	O	N	D
ETc	57,45	80,44	98,85	118,35	132,25	108,15	92,55	145,17	123,06	101,15	61,16	46,04
NNr (mes)	57,45	80,44	98,85	118,35	132,25	108,15	92,55	145,17	123,06	101,15	61,16	46,04
NNr (día)	1,85	2,68	3,19	3,95	4,27	3,61	2,99	4,68	4,10	3,26	2,04	1,49
FLmin	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Nb (mm/día)	1,91	2,76	3,29	4,07	4,40	3,72	3,08	4,83	4,23	3,36	2,10	1,53
I (días)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00	2,00	2,00
tr (h/día)	0,32	0,46	0,55	0,68	0,74	0,62	0,52	0,81	0,71	0,57	0,35	0,26
tr (min/día)	19,27	27,87	33,15	41,01	44,35	37,48	31,04	48,68	42,64	33,92	21,19	15,44

Teniendo en cuenta que se dispone de un caudal de 15.000 l/h para el riego, se deberá dividir la superficie en 10 sectores como mínimo.

6.4. Sanidad vegetal

Este apartado queda definido en el Anejo 4, donde se mencionan distintos métodos de control de plagas y enfermedades.

Se procura un uso eficiente de los recursos, la mínima contaminación y evitar al máximo el uso de fitosanitarios químicos, por lo que se hermetizará el invernadero todo lo posible y se instalarán mallas en las ventanas. Se priorizarán los métodos culturales y los biológicos.

Se ha desarrollado una lista de métodos y fitosanitarios para combatir todas las plagas y enfermedades que puedan atacar los cultivos.

7. INGENIERÍA DE LAS OBRAS E INSTALACIONES

7.1. Invernadero

Para este proyecto, el invernadero que se instalará será tipo multitúnel gótico, pensado para climas extremos, pues está hecho para contener un gran volumen de aire en su interior, pudiéndose controlar así mejor el clima.

Constará de 5 túneles, cada uno de 8 m de ancho y una separación de pilares externos de 2,5 m. Estas medidas harán posible poner un invernadero de 40 m de ancho y 150 m de largo, abarcando así 6.000 m² a lo largo de la parcela. La distancia entre los pilares internos será de 5 m, la altura hasta el cénit de 6 m y la del bajo canal de 4,50 m.

El resto de detalles estructurales, materiales de construcción queda y métodos para levantar la estructura quedan reflejados en el Anejo 5.

7.2. Caseta de riego

Como se puede observar en el Plano nº 3, se va a situar en el lateral izquierdo de la parcela, justo al lado de la balsa de almacenamiento de agua.

En ella estará el cabezal de riego, necesario para el riego por goteo que se instalará según lo indicado en el Anejo 7. La caseta tendrá 5 m de ancho y 5 m de largo, haciendo un total de 25 m². El resto de detalles se definen en el Anejo 5.

7.3. Caseta de manipulación de flores

Observándose también en el Plano nº 3, se situará en el lateral derecho de la parcela, justo al lado del punto de abastecimiento de electricidad.

En ella se guardarán las herramientas necesarias para manejar el cultivo, tendrá una cámara frigorífica para conservar las flores tras ser cortadas y en ella se prepararán los ramos antes de ser transportados y comercializados. Sus medidas

serán 5 m de ancho y 6 m de largo, haciendo un total de 30 m². El resto de detalles se definen en el Anejo 5, similares a los de la caseta de riego.

7.4. Caminos de la parcela

Los caminos de entrada y salida, además de la explanada, se han diseñado para facilitar la movilización de los productos y los materiales necesarios para el mantenimiento del cultivo. Se comunicarán con la carretera AL – 3111 como muestra la siguiente figura.

FIGURA 11. DISEÑO DE LOS CAMINOS Y ACCESOS DEL PROYECTO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



Los dos caminos serán de 3 m de ancho. El que pasa junto a la caseta de riego tendrá 36 m de largo y el que pasa junto a la caseta de manipulación de flores 46 m. Además, la explanada que habrá entre ambas casetas y el invernadero tendrá 12 m de ancho y 40 m de largo. Los pasos para su elaboración se detallan en el Anejo 5.

7.5. Programación y puesta en marcha de las obras

7.5.1. Reglamentos y disposiciones generales

- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención. BOE nº 27 31/01/1997.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción. BOE núm. 256 de 25 de octubre.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico. BOE núm. 148 de 21 de junio de 2001.
- Real Decreto 337/2010, de 19 de marzo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención; el Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto,

por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción. BOE nº 71 23/03/2010.

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales. BOE nº 269 10/11/1995.
- Resolución de 8 de Abril de 1999, sobre Delegación de Facultades en Materia de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción, complementa art. 18 del REAL DECRETO 1627/1997, de 24 de Octubre de 1997, sobre Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción. BOE núm. 91 de 16 de abril

Cualquier disposición legislativa que afecte a las obras o maquinaria y que esté o entre en vigor antes del comienzo de las obras.

7.5.2. Diagrama

TABLA 14. DIAGRAMA DE OPERACIONES A REALIZAR. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Nº	Tarea	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	Limpieza del terreno: desbroce y explanación														
2	Colocación de la solera de la casera														
3	Colocación de los paneles de cerramiento de la caseta														
4	Colocación de la cubierta de la caseta														
5	Instalación del cabezal de riego y equipo de fertirrigación														
6	Excavación de hoyos para la cimentación del invernadero														
7	Cimentación y colocación de los pilares del invernadero														
8	Instalación eléctrica de la caseta														
9	Armado de conjuntos														
10	Montaje de la estructura del invernadero														
11	Apertura y relleno de zanjas (instalación de la tubería de riego principal y las líneas eléctricas enterradas)														
12	Revestimiento del invernadero														
13	Instalación de la tubería secundaria y ramales de riego														
14	Instalación de la bomba de impulsión														
15	Instalación eléctrica del invernadero														
16	Montaje de ventanas cenitales y puertas correderas														
17	Purgado del equipo de regadío														
18	Puesta en marcha del terreno: desinfección, estercoladura, enarenado, pase de grada														

Nº	Tarea	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
1	Limpieza del terreno: desbroce y explanación														
2	Colocación de la solera de la casera														
3	Colocación de los paneles de cerramiento de la caseta														
4	Colocación de la cubierta de la caseta														
5	Instalación del cabezal de riego y equipo de fertirrigación														
6	Excavación de hoyos para la cimentación del invernadero														
7	Cimentación y colocación de los pilares del invernadero														
8	Instalación eléctrica de la caseta														
9	Armado de conjuntos														
10	Montaje de la estructura del invernadero														
11	Apertura y relleno de zanjas (instalación de la tubería de riego principal y las líneas eléctricas enterradas)														
12	Revestimiento del invernadero														
13	Instalación de la tubería secundaria y ramales de riego														
14	Instalación de la bomba de impulsión														
15	Instalación eléctrica del invernadero														
16	Montaje de ventanas cenitales y puertas correderas														
17	Purgado del equipo de regadío														
18	Puesta en marcha del terreno: desinfección, estercoladura, enarenado, pase de grada														

Nº	Tarea	29	30	31	32	33
1	Limpieza del terreno: desbroce y explanación					
2	Colocación de la solera de la casera					
3	Colocación de los paneles de cerramiento de la caseta					
4	Colocación de la cubierta de la caseta					
5	Instalación del cabezal de riego y equipo de fertirrigación					
6	Excavación de hoyos para la cimentación del invernadero					
7	Cimentación y colocación de los pilares del invernadero					
8	Instalación eléctrica de la caseta					
9	Armado de conjuntos					
10	Montaje de la estructura del invernadero					
11	Apertura y relleno de zanjas (instalación de la tubería de riego principal y las líneas eléctricas enterradas)					
12	Revestimiento del invernadero					
13	Instalación de la tubería secundaria y ramales de riego					
14	Instalación de la bomba de impulsión					
15	Instalación eléctrica del invernadero					
16	Montaje de ventanas cenitales y puertas correderas					
17	Purgado del equipo de regadío					
18	Puesta en marcha del terreno: desinfección, estercoladura, enarenado, pase de grada					

8. INSTALACIÓN DE AUTOMATISMOS Y MANEJO DEL INVERNADERO

8.1. Control de temperatura

Para que las pérdidas de calor en el invernadero sean mínimas, se orientará aprovechando la máxima radiación solar y evitando que los cultivos se hagan sombra entre sí.

Se dispondrán mallas de sombreo al 80 % de color negro, que podrán abrirse y cerrarse según las necesidades del cultivo. Deben colocarse sobre un emparrillado de hilos de poliéster para dirigirla y evitar que caiga.

También, si fuera necesario, se cubriría el cultivo con mallas térmicas en los meses más fríos, para evitar temperaturas mínimas absolutas como las que se han visto en la zona, que podrían dar lugar a heladas.

Además, como calefacción de apoyo, se instalarán 15 bombas de calor de 35 kW térmicos con una distribución que sea lo más homogénea posible para esparcir el aire calentado.

8.2. Control de la ventilación

El invernadero tipo multitúnel tendrá ventilación cenital 1/4, con doble ventana cenital abatible, con mallas para evitar la entrada de insectos. Se plantea localizar las ventanas en módulos alternos, llegando a las 75 ventanas en todo el invernadero, con una ventilación real del 19,10 %.

Además, se podrán plantear en un futuro 10 ventiladores hexagonales suspendidos por los túneles y 10 ventiladores empotrados, uno por cada extremo de los 5 módulos que tiene el invernadero, si fuera necesario. Con ellos se facilitaría la entrada del aire renovado y la extracción de aire cargado o caliente.

8.3. Control de la humedad

Podría plantearse instalar en el futuro un sistema de nebulización de alta frecuencia, como el fog-system, siendo una buena opción por su alta eficiencia y para enfriar el invernadero controladamente, además de poder realizar desinfecciones con productos fitosanitarios solubles.

Los capazos de agua a lo largo del invernadero o conseguir aumentar la humedad mediante los riegos también podría ser útil.

8.4. Automatización

La ventilación deberá abrir y cerrar automáticamente según el viento y la temperatura. También se automatizarán las bombas de calor y ventiladores según la temperatura. Por otro lado, el riego tendrá un programador conectado a las electroválvulas, que establecerá el encendido para cubrir las necesidades hídricas expuestas en el Anejo 4.

Esto requiere una estación meteorológica con sonda, anemómetro y termómetro. Así que se instalará un centro de mando con centralita de automatismos de tres opciones: el modo “automático” que obedece a todas las sondas ya mencionadas, el modo “0” en el que todos los mecanismos están desconectados y el modo “manual” en el que se pueden controlar todos los dispositivos manualmente, en caso de tener que hacer algo no recomendado por las sondas.

9. INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO

En el Anejo 7 se han hecho los cálculos necesarios, utilizando el programa "DimSub", un software desarrollado en Visual Basic for Application (VBA) dentro del entorno Excel, para el dimensionamiento y diseño de subunidades de riego localizado.

Debido a las características de la parcela y el cultivo, se realizará una división de la red en 5 sectores pequeños y 5 grandes, como se observa en los Planos 9.1 y 9.2 en detalle.

Cada lateral de riego será alimentado por el extremo. Según muestran los planos, la parcela tiene una inclinación que afecta solo a las tuberías secundaria y primaria. Por lo tanto, las 35 subunidades de toda la parcela, compuestas por una tubería terciaria y los laterales, tendrán el mismo diseño y solo tendrá que realizarse un cálculo distinto para las tuberías secundarias.

9.1. Diseño hidráulico

Tras los cálculos con el gotero no compensante seleccionado, de 4 l/h de caudal, se obtiene la siguiente tabla resumen.

TABLA 15. RESUMEN DEL DIMENSIONAMIENTO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tubería	D. Interior (mm)	Pérdidas de carga reales (mca)	Velocidad (m/s)	Nº de Reynolds
Lateral	16	1,44	0,56	11.104,1
Terciaria	28	0,1	0,91	31.682,138
Secundaria (sector pequeño)	46	0,1	1,01	57.934,53
Secundaria (sector grande)	46	0,1	1,35	77 245,1
Primaria	58,2	4,03	1,47	106.843,8

9.2. Diseño hidráulico mediante DimSub

Debido a la forma de la unidad de riego y la disposición de las variedades de rosa, aunque existen 35 subunidades de riego, todos los laterales y terciarias tienen la misma longitud y caudal, siendo la única diferencia la pendiente. Ninguna terciaria tiene pendiente, todos los laterales tienen pendiente a favor de la gravedad, pero la tubería secundaria de los sectores pequeños, aun siendo más corta y teniendo menos pérdidas de carga, fluye contra gravedad, mientras que los sectores grandes van a favor de la gravedad.

Para el cálculo de los subsectores, al tener en cuenta las tuberías laterales y terciarias, se ha realizado el cálculo de una sola de las subunidades, y el resumen de los diámetros necesarios se puede encontrar en la Tabla 16:

TABLA 16. RESUMEN DE CÁLCULOS PARA LATERALES Y TERCIARIAS POR SUBUNIDAD. FUENTE: DIMSUB

Tipo de Sector	Subunidad	Caudal inicio (l/h)	Presión inicio (mca)	Diámetro lateral (mm)	Diámetro terciario 1 (mm)
Grande	1 a 20	2020	12,9	16	50
Pequeño	1 a 15	2020	12,9	16	50

Datos Lateral

Subunidad: 1 Sector: 1 Cota inicio: 0

Alimentación lateral: alimentado por el extremo / alimentado por el medio

Tipo de emisor: No compensante / Auto compensante

Material terciaria: PVC UNE EN 1451 / PE 40 UNE EN 1220 / PE 100 UNE EN 1220

Emisor no Compensante

Variación máx caudales	10	%
Presión media emisor	12.45	mca
Exponente descarga (X)	0.48	
coste emisor y lateral	0	€/ml

Variables dimensionado lateral

Variación presión Subunidad	2.59	m
Nº emisores lateral	102	
Desnivel lateral	0	m
Pérdida de carga admisible	2.59	m
Coefi. mayorante Km	2.16	
Coeficiente C	0.466	
Coeficiente M	8.89E-07	

Variables dimensionado terciaria

Var. presión terciaria	2.07	mca
Caudal por derivación	408	l/h
Longitud terciaria	6	m
Desnivel terciaria	0.12	m
Pérdida de carga adm.	1.95	m
Caudal terciaria	2040	l/h
Diámetro min Terciaria	15.2	mm

Datos Terciaria

Alimentación terciaria: Alimentada por el extremo / Alimentada por el medio

Geometría terciaria: Rectangular / Irregular

Disposición laterales: Un lateral por fila de plantas / Doble lateral fila de plantas

Tipo terciaria: Característica única / Tubería telescópica

Subunidad irregular

Dimensionado lateral

Dimensionado Terciaria

Exportar resultados

Ver Esquema

Mediciones

Imprimir

Resultados Lateral

Caudal inicio lateral	408	l/h
Coeficiente Fr	0.362	
Pérdida carga lateral	0.52	mca
Variación presión Lat.	0.52	mca
Coeficiente Beta r	0.73	
Coeficiente Alfa	0.5	
Presión inicio lateral	12.83	mca
Presión final lateral	12.31	mca
Presión mínima lateral	12.31	mca
Uniformidad E. lateral	92.5	%

Resultados Terciaria

Diámetro interior	43.6	mm
Diámetro Nominal	50	mm
Coeficiente Beta r	0.714	
Pérdida carga terciaria	0.01	m
Presión inicio ter.	12.9	m
Presión final terciaria	12.8	m
Var. Presión terciaria	0.13	m

Grabar Datos

Leer Datos

Salir

FIGURA 12. DISEÑO HIDRÁULICO DIMSUB PARA EL SECTOR 1 (PEQUEÑO) – SUBUNIDAD 1. FUENTE: DIMSUB

9.3. Instalaciones del sistema

Este diseño debe incluir todos los elementos de control y los sistemas de filtrado, como muestra el Plano 9.3. Estos componentes son fundamentales para garantizar que el riego se realice de manera eficiente y son:

- Bomba eléctrica trifásica de 5 kW de potencia para bombear el agua desde la balsa a la red de riego
- Elementos de control y regulación, tales como electroválvulas, válvulas manuales, manómetros y reguladores de presión. Se instalarán electroválvulas en los puntos de separación de los sectores y en cada subunidad. Esto permite realizar riegos sectorizados y específicos.
- Sistema de filtrado con filtros hidrociclón, de arena y de malla con su respectivo mantenimiento para evitar obturaciones en la red.

9.4. Presión al inicio del sistema

Tras los cálculos del Anejo 7, resulta ser de 24,32 mca y, puesto que la presión que la comunidad de regantes proporciona es de 25 mca, se establece que este

dimensionamiento es correcto y no habría ningún problema en el caso más desfavorable con los filtros completamente saturados.

10.INSTALACIÓN ELÉCTRICA

En todos los elementos y las decisiones tomadas en los cálculos se ha tenido presente el Reglamento Eléctrico de Baja Tensión (REBT) y la NTE-IET.

10.1. Iluminación de la caseta de riego

En la caseta de 25 m², tras los cálculos realizados, el flujo luminoso total será de 5.868,54 lm.

Serán necesarias luminarias de tipo tubo LED de 40 W, con un flujo luminoso de 3.300 lúmenes y de 1,20 m de largo, debido a su bajo consumo y a su larga durabilidad. Por las características de la caseta, se colocarán 2 luminarias con una separación entre sí de 1,5 m.

10.2. Iluminación de la caseta de manipulación de flores

En esta otra caseta, de 30 m², tras los cálculos realizados, el flujo luminoso total será de 7.042,25 lm.

Se utilizarán el mismo tipo de luminarias que en la caseta de riego y el invernadero. Siendo también 2 y estando separadas 1,5 m, como se puede observar en el Plano 10.

10.3. Instalación eléctrica y cálculo de líneas

Los cálculos desarrollados a continuación siguen el Reglamento Eléctrico de Baja Tensión, que dice que la caída de tensión máxima para alumbrado es del 3 %, mientras que para fuerza es del 5 %.

El resto de información, como los datos de partida, queda reflejada en el Anejo VIII que se adjunta más adelante.

10.3.1. Cálculo de cargas y corrientes

Con los cálculos realizados, las cargas y corrientes son las siguientes:

TABLA 17. CÁLCULO DE CARGAS Y CORRIENTES. ELABORACIÓN PROPIA

Ubicación	Carga	Cantidad	P unit (kW)	P total (kW)	pf	I unit (A)	I total (A)	Tensión (V)
Invernadero	Bombas de calor (3~)	15	10	150	0,95	15,193	227,901	400
Invernadero	Motores ventanas + mallas (3~)	12	0,25	3	0,75	0,9	10,8	400
Invernadero	Luminaria LED (1~)	2	0,04	0,08	1	0,174	0,348	230
Caseta riego	Bomba riego (3~)	1	5	5	0,85	8,49	8,49	400
Caseta riego	C.control/PLC (1~)	1	0,5	0,5	0,95	2,288	2,288	230
Caseta riego	Program. riego (1~)	1	0,2	0,2	0,95	0,915	0,915	230
Caseta riego	Luminaria LED (1~)	2	0,04	0,08	1	0,174	0,348	230
Caseta m. flores	Luminaria LED (1~)	2	0,04	0,08	1	0,174	0,348	230
Caseta m. flores	Tomas corriente (1~)	1	2	2	1	8,696	8,696	230

10.3.2. Longitudes de líneas y caída de tensión

Tras los cálculos y tomar las medidas pertinentes, quedan resumidas en la presente tabla.

TABLA 18. LONGITUDES DE LÍNEAS, SECCIONES SELECCIONADAS Y CAÍDA DE TENSIÓN. ELABORACIÓN PROPIA

Línea	Longitud (m)	I cálculo (A)	Tensión (V)	ΔV adm (%)	S calc (mm ²)	S selec (mm ²)	ΔV con S selec (V)	ΔV (%)
Línea bombas de calor	235	227,9	400	5	81,17	95	17,09	4,27
Línea motores (ventanas+mallas)	240	10,8	400	5	3,93	4	19,64	4,91
Línea bomba riego	39	8,49	400	5	0,5	1,5	6,69	1,67
Línea luminarias invernadero	22	0,35	230	3	0,04	1,5	0,18	0,08
Línea luminarias caseta riego	37,5	0,35	230	3	0,07	1,5	0,3	0,13
Línea luminarias caseta m.flores	5	0,35	230	3	0,01	1,5	0,04	0,02
Línea tomas caseta m.flores	9,5	8,7	230	5	0,25	1,5	1,93	0,84
Línea Subcuadro-CG	20	238,7	400	3	12,06	16	9,04	2,26
Línea CG-CT	100	247,19	400	3	62,44	70	10,7	2,68

10.3.3. Verificación térmica de los conductores, protecciones y selectividad

Según las temperaturas y la instalación en tubo, con un solo circuito por tubo, la Iz de las secciones propuestas supera la Ib en todos los casos. Por lo tanto hay reservas suficientes para servicio y futuros picos.

- Curva D: para alimentación de bombas de calor a nivel de subcuadro (por alimentador/agrupado) y línea CG–CT (MCCB).
- Curva C: para motores (de ventanas y de mallas), bomba de riego y línea Subcuadro–CG.
- Curva B: para las líneas de luminarias.

Los aparatos propuestos son:

TABLA 19. APARATOS DE PROTECCIÓN. ELABORACIÓN PROPIA. FUENTE: SCHNEIDER ELECTRIC

Circuito	Modelo	Curva	In (A)	Poder de corte	Ubicación
Bombas de calor (alimentador)	MCCB ComPacT NSX250 TMD	D	250	≥15 kA	CG / Subcuadro
Cada bomba de calor (salida)	MCB Acti9 iC60N 3P	D	20	10 kA@400V IEC 60947-2*	Subcuadro
Motores ventanas + mallas	MCB Acti9 iC60N 3P	C	6	10 kA@400V IEC 60947-2*	Subcuadro
Bomba riego 5 kW	MCB / Guardamotor	C	16	10 kA@400V	CG
Luminarias (todas)	MCB Acti9 iC60N 1P	B	6	6 kA@230V IEC 60898-1	Cada cuadro
Línea Subcuadro–CG	MCCB ComPacT NSX250 TMD	C	250	≥15 kA	CG
Línea CG–CT	MCCB ComPacT NSX250 (N/F)	D	250	≥15 kA (mejor 36–50 kA Icu)	Acometida

10.3.4. Puesta a tierra y protecciones contra contactos indirectos

El esquema es TN-S. Se dimensiona PE con:

- Misma sección que fase hasta 16 mm²
- De 16 a 35 mm², PE=16 mm²
- Y si ≥50 mm², PE= Sección/2.

El DDR es de 30 mA en circuitos de toma y maniobra; 300 mA S en cabecera.

10.3.5. Materiales

A continuación, se muestra un resumen de los materiales necesarios en la instalación eléctrica.

TABLA 20. MATERIALES DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA. ELABORACIÓN PROPIA

Elemento	Descripción	Cantidad	Unidad
Línea bombas de calor	Cable Cu PVC 0,6/1kV 3x95 + 1x95 (PE)	258,5	m
Línea motores (ventanas + mallas)	Cable Cu PVC 0,6/1kV 3x4 + 1x4 (PE)	264	m
Línea bomba riego	Cable Cu PVC 0,6/1kV 3x1 + 1x1 (PE)	42,9	m
Línea luminarias invernadero	Cable Cu PVC 0,6/1kV 2x1 + 1x1 (PE)	24,2	m
Línea luminarias riego	Cable Cu PVC 0,6/1kV 2x1 + 1x1 (PE)	41,2	m
Línea luminarias CMF	Cable Cu PVC 0,6/1kV 2x1 + 1x1 (PE)	5,5	m
Línea tomas (CMF)	Cable Cu PVC 0,6/1kV 2x1 + 1x1 (PE)	10,5	m
Línea Subcuadro–CG	Cable Cu PVC 0,6/1kV 3x16 + 1x16 (PE)	22	m
Línea Cuadro General–CT	Cable Cu PVC 0,6/1kV 3x70 + 1x70 (PE)	110	m
Bombas de calor (alimentador)	MCCB ComPacT NSX250 TMD Curva D In 250	1	ud
Cada bomba de calor (salida)	MCB Acti9 iC60N 3P Curva D In 20	15	ud
Motores ventanas+mallas	MCB Acti9 iC60N 3P Curva C In 6	1	ud
Bomba riego 5 kW	MCB / Guardamotor Curva C In 16	1	ud
Luminarias (todas)	MCB Acti9 iC60N 1P Curva B In 6	1	ud
Línea Subcuadro–CG	MCCB ComPacT NSX250 TMD Curva C In 250	1	ud
Línea CG–CT	MCCB ComPacT NSX250 (N/F) Curva D In 250	1	ud
Protección sobretensiones	SPD Tipo II (400/230 V, 3P+N)	1	ud
DDR general CG	RCD selectivo 300 mA 4P 125 A	1	ud
DDR subcuadro	RCD 30 mA 4P 125 A	1	ud

11. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

El Estudio Básico de Seguridad y Salud de este proyecto se puede consultar en el Anejo 9, adjunto más adelante.

12.PRESUPUESTO

A continuación, en la Tabla 21, se muestra el resumen del presupuesto:

TABLA 21. RESUMEN DEL PRESUPUESTO. ELABORACIÓN PROPIA

Capítulo	Importe (€)
1 CONTROL DE CALIDAD Y ENSAYOS	10.522,48
2 MOVIMIENTO DE TIERRAS	4.170,35
3 CIMENTACIONES	4.825,03
4 ESTRUCTURAS	
4.1 METÁLICAS	645.142,95
4.2 HORMIGÓN ARMADO	6.596,86
Total 4 ESTRUCTURAS	651.739,81
5 CUBIERTAS Y SOLADOS	25.235,37
6 CERRAMIENTOS Y AISLAMIENTOS	2.709,48
7 INSTALACIÓN RED DE RIEGO	
7.1 TUBERÍAS	15.026,83
7.2 ELEMENTOS RED DE RIEGO	3.356,15
7.3 CABEZAL DE RIEGO	6.376,15
Total 7 INSTALACIÓN RED DE RIEGO	24.759,13
8 INSTALACIÓN ELÉCTRICA	
8.1 CABLES CONDUCTORES	4.133,09
8.2 SEGURIDAD	3.656,09
8.3 LUMINARIAS	159,72
8.4 CUADRO Y PUESTA A TIERRA	290,72
8.5 OTROS CONSUMIBLES ELÉCTRICOS	353,49
Total 8 INSTALACIÓN ELÉCTRICA	8.593,11
9 AUTOMATISMOS DEL INVERNADERO	196.432,03
10 PREPARACION DEL SUELO PARA EL CULTIVO	408,00
11 PLÁNTAS	55.199,65
12 SEGURIDAD Y SALUD	103,00
Presupuesto de ejecución material (PEM)	974.174,96
0% de gastos generales	0,00
0% de beneficio industrial	0,00
Presupuesto de ejecución por contrata (PEC = PEM + GG + BI)	974.174,96
Asciende el presupuesto de ejecución por contrata a la expresada cantidad de NOVECIENTOS SETENTA Y CUATRO MIL CIENTO SETENTA Y CUATRO EUROS CON NOVENTA Y SEIS CÉNTIMOS.	

13.EVALUACIÓN FINANCIERA

En el Anejo 11 se han realizado los cálculos pertinentes con ayuda de Excel para obtener los valores del VAN, el B/I y el TIR

13.1. Por financiación propia

TABLA 22. VAN Y RATIO B/I CON DISTINTA TASA DE DESCUENTO EN FINANCIACIÓN PROPIA. ELABORACIÓN PROPIA

r	VAN	B/I
2%	42.571.218,23	44,70
5%	30.461.158,15	32,27
8%	22.834.996,69	24,44
11%	17.809.803,34	19,28
14%	14.355.299,51	15,74
17%	11.886.913,96	13,20
20%	10.060.993,04	11,33
25%	7.913.776,49	9,12

13.2. Por financiación ajena

TABLA 23. VAN Y RATIO B/I CON DISTINTA TASA DE DESCUENTO EN FINANCIACIÓN POR CUENTA AJENA.
ELABORACIÓN PROPIA

r	VAN (€)	B/I
2%	42.543.407,83	44,67
5%	30.438.516,05	32,25
8%	22.816.279,76	24,42
11%	17.794.114,45	19,27
14%	14.341.981,27	15,72
17%	11.875.477,61	13,19
20%	10.051.070,15	11,32
25%	7.905.782,88	9,12

13.3. Conclusiones

El proyecto del invernadero para flor cortada posee una buena rentabilidad.

El VAN es muy positivo en todos los escenarios de tasas de descuento (desde el 2% hasta el 25%), lo que indica que el proyecto genera valor por encima del coste de capital. El B/I supera ampliamente el valor de 1 en todos los casos, lo que significa que cada euro invertido genera múltiples euros de retorno. La TIR es superior al 30%, lo que confirma que el proyecto tiene una rentabilidad muy alta, incluso frente a tasas de interés elevadas.

ANEJO I

ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN DE PARTIDA

GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA,
ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS

Índice de contenido

1. OBJETO DEL PROYECTO.....	3
1.1. Localización y dimensión	3
2. MOTIVACIÓN Y DIRECTRICES DEL PROYECTO	4
2.1. Motivación del proyecto	4
2.2. Finalidad del proyecto.....	4
2.3. Promotor	4
2.3.1. Condicionantes del promotor.....	5
2.3.2. Criterios de valor del promotor	5
2.4. Proyectista	5
3. ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN DE PARTIDA	5
3.1. Antecedentes.....	5
3.1.1. Condicionantes legales.....	5
3.1.2. Estudio climatológico.....	6
3.1.3. Estudio edafológico	14
3.1.4. Análisis del agua de riego	20
3.2. Área del proyecto.....	24
3.2.1. Territorio del proyecto	24
3.2.2. Terreno del proyecto	26
3.3. Situación actual y futura sin proyecto	27
3.4. Diagnóstico y matriz DAFO	29
4. BIBLIOGRAFÍA Y WEBGRAFÍA.....	30

Índice de figuras

Figura 1. parcela del proyecto. Fuente: Visor SigPac.....	3
Figura 2. Gráfico de Temperaturas medias. Estación de Níjar (2013-2022). Elaboración propia.....	7
Figura 3. Gráfico de precipitación media – ETo. Estación de Níjar (2013-2022). Elaboración propia. Fuente: SiAR	8
Figura 4. Gráfico de humedad relativa. Estación de Níjar (2013-2022). Elaboración propia. Fuente: SiAR.....	10
Figura 5. Gráfico de insolación mensual (h). Elaboración propia. Fuente: SiAR	11
Figura 6. Diagrama ombrotérmico. Elaboración propia. Fuente: SiAR	12
Figura 7. Triángulo textural, clasificación U.S.D.A. Fuente: www.crespogp.com	18
Figura 8. Análisis del agua de riego. Fuente: Hill of Tara S.L.	21
Figura 9. Influencia del pH en la absorción de nutrientes. Fuente: huertotec.com	22
Figura 10. Mapa relieve de la Provincia de Almería. Fuente: aldaltura.com	25
Figura 11. Cuenca Hidrográfica del Sur Oriental. Fuente: dipalme.org	25
Figura 12. Espacios protegidos de Almería. Fuente: diario de Almería	26
Figura 13. Extremo sureste de la parcela, colindante con la carretera AL-3111. Fuente: Google Maps (imagen de julio de 2021).....	28
Figura 14. Extremo noroeste de la parcela, con una decena de árboles limitando el acceso desde la calle paralela a la carretera AL-3111. Fuente Google Maps (Imagen de junio de 2014)	28

Índice de tablas

Tabla 1. Temperaturas medias (°C). Estación de Níjar (2013-2022). Elaboración propia. Fuente: SiAR	7
Tabla 2. Precipitación media y ETo (mm). Estación de Níjar (2013-2022). Elaboración propia. Fuente: SiAR	8
Tabla 3. Inicio y fin de los periodos de heladas según Emberger. Elaboración propia. Fuente: SiAR ..	9
Tabla 4. Humedad relativa (%). Estación de níjar (2013-2022). Elaboración propia. Fuente: SiAR	9
Tabla 5. Velocidades del viento medias y máximas. Estación de Níjar (2013-2022). Elaboración propia. Fuente: SiAR	10
Tabla 6. Radiación (MJ/m ²). Estación de Níjar (2013-2022). Elaboración propia. Fuente: SiAR	11
Tabla 7. Clasificación según el Índice de Lang. Fuente: Climatología UPM	11
Tabla 8. Clasificación según el Índice de Martonne. Fuente: Climatología UPM	12
Tabla 9. Clasificación UNESCO-FAO de la temperatura en grupos. Fuente: Climatología UPM.....	12
Tabla 10. Valores de f en función de HR. Fuente: Climatología UPM.....	13
Tabla 11. Cálculo del índice xerotérmico. Elaboración propia. Fuentes: SiAR y AEMET	13
Tabla 12. Clasificación bioclimática UNESCO-FAO. Fuente: Climatología UPM	14
Tabla 13. Resultados del análisis químico. Elaboración propia. Fuente: CUAM.....	17
Tabla 14. Textura del suelo de la parcela. Elaboración propia. Fuente: CUAM	17
Tabla 15. Clasificación del agua de riego según la CE. Elaboración propia. Fuente: Tecnoriego Valley	22
Tabla 16. Matriz DAFO. Fuente: Elaboración propia	29

1. OBJETO DEL PROYECTO

El objeto del proyecto aquí presente es realizar una explotación de flor cortada bajo invernadero, en una parcela en desuso, cuyo propietario quiere transformar en una parcela rentable económicamente.

1.1. Localización y dimensión

El proyecto tiene lugar en San Isidro de Níjar, una localidad y pedanía del municipio de Níjar, al sureste de la provincia de Almería.

La parcela de la Figura 1, situada concretamente en la zona de El Cambronal, es interesante para el promotor por dos motivos; el primero, debido a que sus tierras son arables y preparadas para regadío, por lo que sería una buena oportunidad para realizar la explotación que desea; y el segundo, la cercanía a sus otras propiedades.



FIGURA 1. PARCELA DEL PROYECTO. FUENTE: VISOR SIGPAC

Los datos identificativos SigPac de la parcela son los siguientes:

- Provincia: 4 - ALMERÍA
- Municipio: 66 - Níjar
- Polígono: 30
- Parcela: 113
- Referencia Catastral: 04066A03000113HK
- Coordenadas UTM del centro:
 - X: 572251.77
 - Y: 4083816.69

- DATUM: WGS84
- HUSO: 30

La superficie total de la parcela es de 8.740 m² en situación de regadío, dentro de los cuales se hará una caseta de riego, otra de manipulación de flores y 6.000 m² de invernadero. La zona del invernadero tiene una pendiente de un 2 %, mientras que el límite al noroeste tiene varios árboles sobre una pendiente de un 5 %. Las medidas de los límites son de 43 m, 199 m, 42,5 m y 217,5 m aproximadamente.

Se puede llegar a ella desde la Plaza Colonización de San Isidro de Níjar, recorriendo la carretera AL-3111 (Carr. de Campohermoso) entre el kilómetro 5 y el 6, en sentido hacia la salida 758 de la A-7 (E-15).

2. MOTIVACIÓN Y DIRECTRICES DEL PROYECTO

2.1. Motivación del proyecto

El motivo por el que se propone la realización de este proyecto es el deseo de un agricultor de ampliar su producción de flor cortada en invernadero. Aprovechando así una parcela de su propiedad con instalación de riego, en desuso, cerca de otras producciones suyas.

Debido al requisito de llevar a cabo y presentar un proyecto como Trabajo de Fin de Grado, la estudiante Almudena Baldazo Sanz decide estudiar la viabilidad de un invernadero para la producción de flor cortada.

2.2. Finalidad del proyecto

La finalidad del proyecto es conseguir un beneficio y una rentabilidad económica, aprovechando lo máximo posible los recursos de la parcela del propietario.

Esto requiere el uso eficiente de los recursos hídricos, la protección del cultivo frente a plagas y enfermedades, además del correcto manejo de los ciclos del cultivo para su adaptación a la climatología del lugar.

2.3. Promotor

El promotor de este proyecto es un habitante de San Isidro de Níjar, agricultor y propietario de la parcela en la que se llevará a cabo la instalación.

2.3.1. Condicionantes del promotor

Los condicionantes dados por el promotor para realizar este proyecto son los siguientes:

- El presupuesto no debe superar la cifra de 1.500.000 €.
- Se deben respetar las delimitaciones de la parcela.
- Conseguir la rentabilidad económica a partir del 4º año como máximo.
- Cultivar una o más especies, que se adapten al entorno para aprovechar los recursos naturales, con la menor necesidad de invertir en apoyo al cultivo.

2.3.2. Criterios de valor del promotor

- Desarrollar una producción de flor cortada, de rosa preferentemente, por la posibilidad de la planta de permanecer hasta casi 10 años en producción de calidad desde el establecimiento del cultivo. Preferible cultivo de una sola especie y en suelo.
- Realizar el proyecto aprovechando las infraestructuras que posee la parcela.
- Buscar la mayor rentabilidad posible teniendo en cuenta los condicionantes.
- Facilitar el manejo de la explotación, automatizándola lo máximo posible.

2.4. Proyectista

La proyectista es Almudena Baldazo Sanz, estudiante del Grado de Ingeniería Agrícola en la Universidad Politécnica de Madrid.

3. ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN DE PARTIDA

3.1. Antecedentes

3.1.1. Condicionantes legales

A continuación, se recoge un conjunto de reglamentos y normativas que engloban los ámbitos de realización del proyecto:

- Normas urbanísticas. Plan General de Ordenación Urbana (PGOU) de Níjar (2009). Adaptación a la Ley 7/2002, de 17 de diciembre, de Ordenación Urbanística de Andalucía.
- Código Técnico de la Edificación (CTE).

- Reglamento Eléctrico de Baja Tensión (REBT).
- Código Estructural (Real Decreto 470/2021, de 29 de junio).
- Disposición 1378 del BOE núm. 24 de 2022.
- Ordenanza de invernaderos y su entorno. Publicada en el B.O.P. de Almería nº 148 (03-08-2017).
- Gestión integrada de la calidad ambiental. Ley 7/2007, 9 de julio.
- Prevención de riesgos laborales. Ley 31/1995, 8 de noviembre (BOE 10-11-1995).
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.

El proyecto no está sujeto a evaluación ambiental, ni ordinaria ni simplificada, al no cumplir ninguna de las condiciones detalladas en los anexos I y II de la ley 21/2013, de 9 de diciembre, según las cuales un proyecto ha de ser sometido a evaluación ambiental para determinar el impacto que produce en su entorno.

3.1.2. Estudio climatológico

El estudio climatológico es muy importante de cara a la elección de las especies que se van a cultivar en el invernadero, puesto que es uno de los factores principales que afectan la producción.

Estación meteorológica

Se debe seleccionar una estación meteorológica de referencia para el estudio, que se sitúe cerca de la localización del proyecto y con condiciones topográficas que se asemejen.

Para la obtención de los datos meteorológicos se ha utilizado el Sistema de Información Agroclimática para el Regadío (SiAR) y la web de la AEMET. Se ha seleccionado la estación meteorológica número 11 de Almería, situada en Níjar, con los siguientes datos:

- Latitud: 36º 57' 02" N
- Longitud: 02º 09' 29" W
- Altitud: 169
- Coordenadas UTM:
 - X: 574960
 - Y: 4089720

Régimen de temperaturas

A continuación, en la Tabla 1 y la Figura 2 se muestran las temperaturas medias (tm), medias de las máximas (T) y medias de las mínimas (t) de la estación meteorológica de Níjar para los últimos 10 años (2013-2022).

TABLA 1. TEMPERATURAS MEDIAS (°C). ESTACIÓN DE NÍJAR (2013-2022). ELABORACIÓN PROPIA. FUENTE: SIAR

Mes	E	F	Mz	Ab	My	Jn	Jl	Ag	S	O	N	D	Anual
T	21,75	22,02	24,74	25,80	30,85	34,67	36,99	36,92	33,61	29,98	25,42	22,37	28,76
tm	11,23	12,29	13,76	15,99	19,60	23,32	26,43	26,65	23,55	19,83	14,75	12,6	18,33
t	2,38	3,40	4,71	7,14	9,60	13,66	17,65	18,50	15,14	10,54	5,26	3,83	9,32

La temperatura media del mes más cálido corresponde a agosto, de 26,65 °C, mientras que la temperatura media del mes frío es la de enero, de 11,23 °C.

La temperatura máxima absoluta de este periodo fue de 41,46 °C en julio de 2019, mientras que la mínima absoluta fue de - 0,12 °C en enero de 2021.

Teniendo en cuenta los registros, las temperaturas no serán un factor que limite en gran medida el desarrollo del cultivo, pero deberán tenerse en cuenta para hacer un buen uso del sistema de climatización que se establezca en el invernadero.

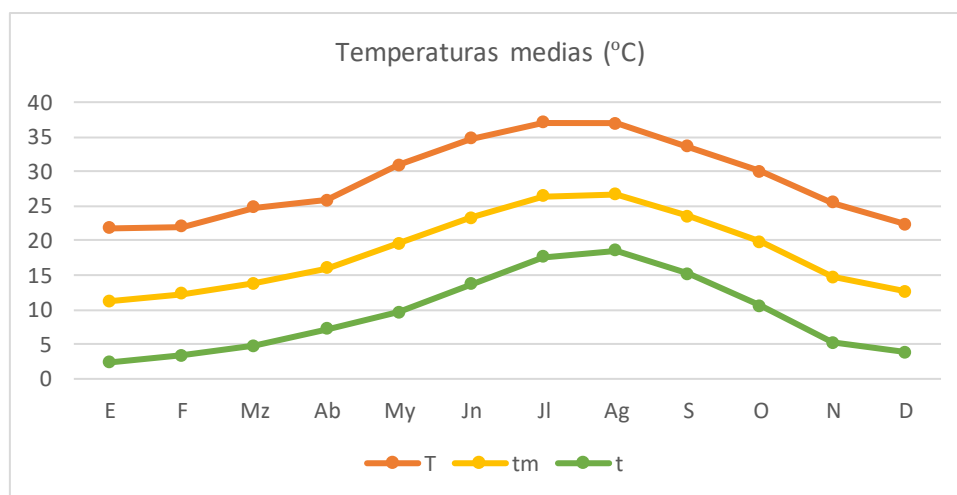


FIGURA 2. GRÁFICO DE TEMPERATURAS MEDIAS. ESTACIÓN DE NÍJAR (2013-2022). ELABORACIÓN PROPIA.

FUENTE: SIAR

Precipitación-ETo

A continuación, en la Tabla 2 se muestran los datos obtenidos en los últimos 10 años (2013-2022) de la precipitación media y la evapotranspiración de referencia.

TABLA 2. PRECIPITACIÓN MEDIA Y ETO (MM). ESTACIÓN DE NÍJAR (2013-2022). ELABORACIÓN PROPIA.
FUENTE: SIAR

Mes	E	F	Mz	Ab	My	Jn	Jl	Ag	S	O	N	D	Anual
P	19,02	9,74	35,26	32,34	12,06	5,82	1,60	8,28	38,50	26,54	23,72	28,98	241,86
ETo	42,93	60,21	89,18	115,35	161,21	182,17	200,57	177,21	126,75	85,53	50,88	39,36	1331,35

Como puede se puede observar en la Figura 3, los meses de más precipitación son septiembre, marzo y abril, mientras que el mes con menos precipitaciones es julio, que corresponde a su vez con el mes de máxima evapotranspiración de referencia.

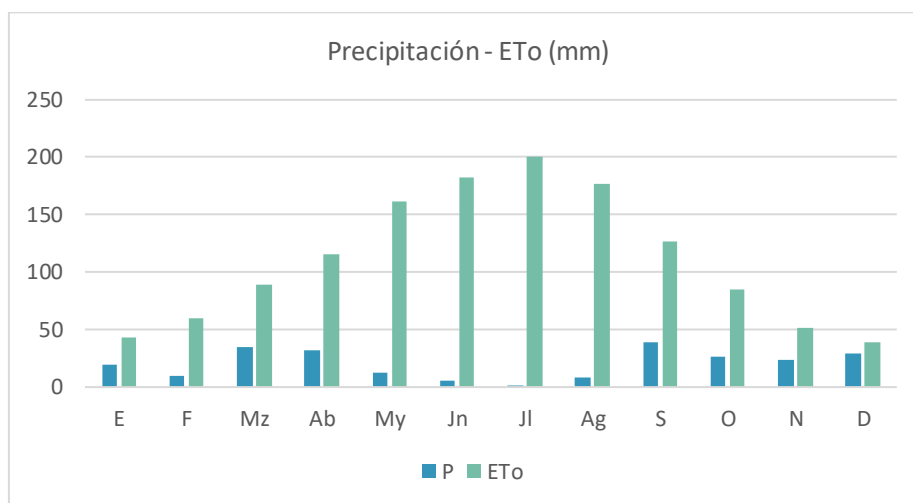


FIGURA 3. GRÁFICO DE PRECIPITACIÓN MEDIA – ETO. ESTACIÓN DE NÍJAR (2013-2022). ELABORACIÓN PROPIA.
FUENTE: SIAR

Puesto que el proyecto consiste en realizar un cultivo bajo invernadero, para la aportación de agua a las plantas, se deberá realizar una instalación de riego, ya que las precipitaciones no podrán ser aprovechadas bajo el invernadero.

Régimen de heladas

Teniendo en cuenta los valores de temperaturas medias de mínimas, se pueden calcular los periodos de heladas según Emberger:

- Hs: Periodo de heladas seguras $t < 0\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Hp: Periodo de heladas muy probables $0\text{ }^{\circ}\text{C} < t < 3\text{ }^{\circ}\text{C}$
- H'p: Periodo de heladas probables $3\text{ }^{\circ}\text{C} < t < 7\text{ }^{\circ}\text{C}$
- d: Periodo libre de heladas $t > 7\text{ }^{\circ}\text{C}$

Para ello, se tendrán en cuenta las temperaturas medias de las mínimas, suponiendo que tienen lugar el día 15 de cada mes, y las fechas de comienzo y finalización de cada periodo se obtienen por interpolación lineal.

Al no haber ninguna temperatura por debajo de 0 °C, no hay periodo de heladas seguras. Sin embargo, el inicio y finalización del resto de periodos deben calcularse.

$$Hp\ i = \frac{3,83-2,38}{31} = \frac{3,83-3}{X} \rightarrow X \cong 17 \rightarrow \text{Inicio Hp: 15 diciembre} + 17 \text{ días} = 1 \text{ enero}$$

$$Hp\ f = \frac{2,38-3,40}{31} = \frac{2,38-3}{X} \rightarrow X \cong 18 \rightarrow \text{Fin Hp: 15 enero} + 18 \text{ días} = 2 \text{ febrero}$$

$$H'p\ i = \frac{10,54-5,26}{31} = \frac{10,54-7}{X} \rightarrow X \cong 20 \rightarrow \text{Inicio H'p: 15 octubre} + 20 \text{ días} = 4 \text{ noviembre}$$

$$H'p\ f = \frac{4,71-7,14}{31} = \frac{4,71-7}{X} \rightarrow X \cong 29 \rightarrow \text{Fin H'p: 15 marzo} + 29 \text{ días} = 13 \text{ abril}$$

Por lo tanto, los resultados de la duración de los periodos más probables de heladas son los reflejados en la Tabla 3.

TABLA 3. INICIO Y FIN DE LOS PERIODOS DE HELADAS SEGÚN EMBERGER. ELABORACIÓN PROPIA. FUENTE: SIAR

	1º periodo			2º periodo		
	Inicio	Fin	Nº días	Inicio	Fin	Nº días
Hs	-	-	-	-	-	-
Hp	1 enero	2 febrero	32 días	-	-	-
H'p	2 febrero	7 abril	64 días	4 noviembre	1 enero	58 días
d	7 abril	4 noviembre	211 días	-	-	-

Se ha de tener cuidado con las heladas especialmente durante el mes de enero, pero en general desde principios de noviembre a principios de febrero, aprovechando el sistema de climatización que se establezca en el cultivo.

Humedad relativa

La Tabla 4 y la Figura 4 muestran los datos de las humedades relativas medias (hm), media de máximas (H) y media de mínimas (h) obtenidas de la estación meteorológica de Níjar entre 2013 y 2022.

TABLA 4. HUMEDAD RELATIVA (%). ESTACIÓN DE NÍJAR (2013-2022). ELABORACIÓN PROPIA. FUENTE: SIAR

Mes	E	F	Mz	Ab	My	Jn	Jl	Ag	S	O	N	D	Anual
H	99,42	99,43	99,87	99,32	98,89	98,18	97,23	96,54	97,6	99,09	98,99	99,41	98,66
hm	70,07	67,34	67,37	67,24	60,33	55,87	57,66	61,75	67,19	70,39	70,59	72,69	65,71
h	18,21	14,23	16,2	19,31	14,99	14,73	15,11	18,27	18,27	22,16	17,95	21,15	17,55

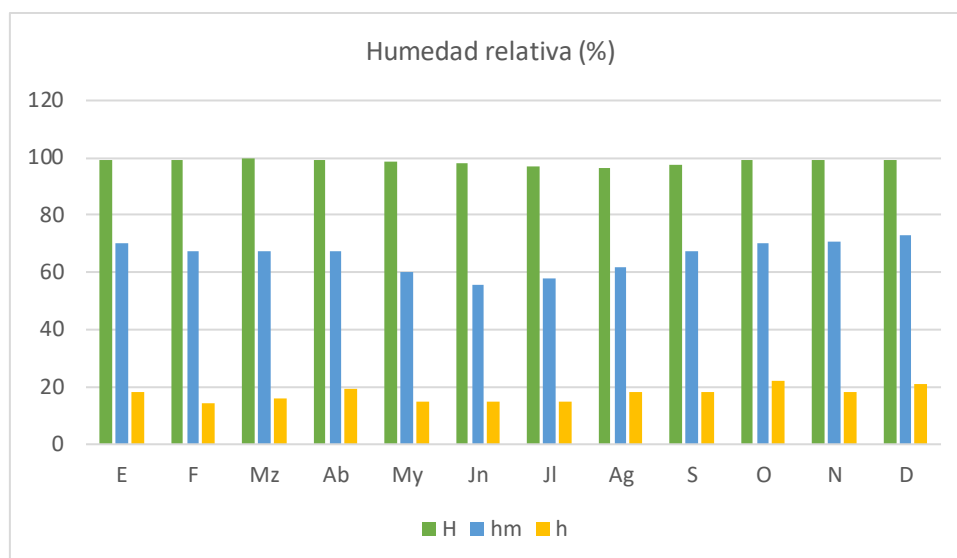


FIGURA 4. GRÁFICO DE HUMEDAD RELATIVA. ESTACIÓN DE NÍJAR (2013-2022). ELABORACIÓN PROPIA. FUENTE: SIAR

Teniendo en cuenta los datos de humedad, no supondrá un gran limitante para el proyecto, al tener una media todos los meses entre el 55 – 75 %.

Viento

Las velocidades medias y máximas se pueden observar en la Tabla 5.

TABLA 5. VELOCIDADES DEL VIENTO MEDIAS Y MÁXIMAS. ESTACIÓN DE NÍJAR (2013-2022). ELABORACIÓN PROPIA. FUENTE: SIAR

Mes	E	F	Mz	Ab	My	Jn	Jl	Ag	S	O	N	D	Anual
V_{máx} (m/s)	11,57	12,76	11,98	12,47	11,21	11,51	9,84	8,86	9,38	9,86	11,13	12,75	11,11
V_{máx} (Km/h)	41,65	45,94	43,13	44,89	40,36	41,44	35,42	31,90	33,77	35,50	40,07	45,90	40,00
V_{media} (m/s)	1,39	1,74	1,94	2,09	2,00	2,01	1,96	1,87	1,70	1,44	1,31	1,38	1,74
V_{media} (km/h)	5,00	6,26	6,98	7,52	7,20	7,24	7,06	6,73	6,12	5,18	4,72	4,97	6,25

Según estos datos, la velocidad media del viento no supone un problema para los cultivos al aire libre en esta zona, ni para el establecimiento de un invernadero.

Insolación

También se debe tener en cuenta la insolación al establecer un cultivo. Por ello, en la Tabla 6 y la Figura 5 se pueden observar los datos relativos a la radiación en MJ/m² y la insolación mensual en h.

TABLA 6. RADIACIÓN (MJ/M²). ESTACIÓN DE NÍJAR (2013-2022). ELABORACIÓN PROPIA. FUENTE: SIAR

Mes	E	F	Mz	Ab	My	Jn	Jl	Ag	S	O	N	D	Anual
Radiación	9,86	13,31	16,77	20,72	26,08	28,19	27,49	24,09	19,39	14,70	10,73	9,02	18,36

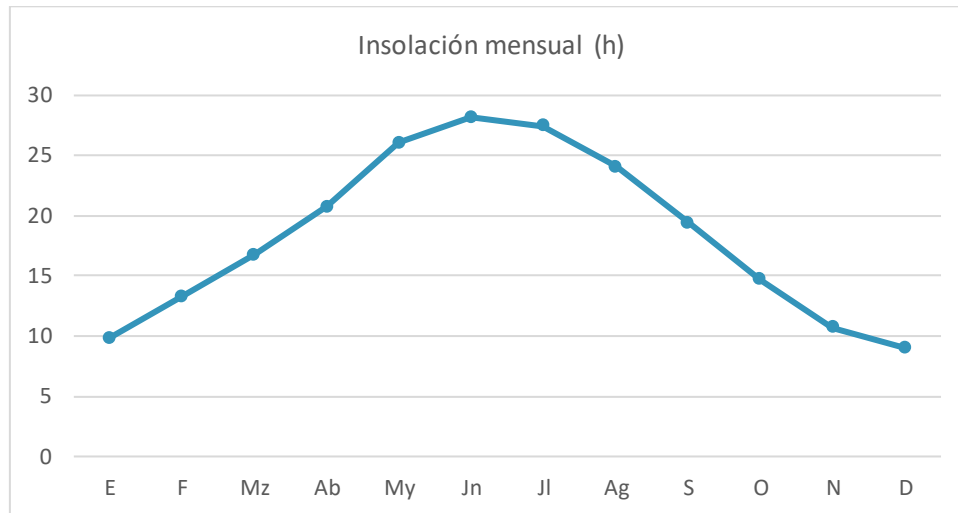


FIGURA 5. GRÁFICO DE INSOLACIÓN MENSUAL (H). ELABORACIÓN PROPIA. FUENTE: SIAR

Según la especie o especies que sean cultivadas finalmente en el proyecto, la radiación podrá ser un factor limitante que pueda afectar al desarrollo del cultivo.

Índices de termopluviometría

Índice de Lang

Relaciona las precipitaciones y la temperatura media anuales con la fórmula:

$$IL = \frac{P}{tm} = \frac{241,86}{18,33} = 13,19$$

Teniendo en cuenta el valor obtenido y la Tabla 7, se observa que el IL corresponde al rango de clima **Árido**.

TABLA 7. CLASIFICACIÓN SEGÚN EL ÍNDICE DE LANG. FUENTE: CLIMATOLOGÍA UPM

IL	Clima
0 < IL < 20	Árido
20 < IL < 40	Mediterráneo
40 < IL < 70	Semiárido
70 < IL < 100	Húmedo

Índice de Martonne

También relaciona las precipitaciones y la temperatura media anuales con la fórmula:

$$IM = \frac{P}{tm + 10} = \frac{241,86}{18,33 + 10} = 8,54$$

Teniendo en cuenta el valor obtenido y la Tabla 8, se observa que el IM corresponde al rango de clima **Mediterráneo**.

TABLA 8. CLASIFICACIÓN SEGÚN EL ÍNDICE DE MARTONNE. FUENTE: CLIMATOLOGÍA UPM

IM	Clima
$0 < IM < 5$	Árido
$4 < IM < 20$	Mediterráneo
$20 < IM < 30$	Semiárido
$30 < IM < 55$	Húmedo

[Clasificación bioclimática UNESCO-FAO](#)

[Temperatura](#)

El mes con la temperatura media de las mínimas más fría es enero con 2,38 °C, con lo que según la Tabla 9 es un grupo **G1 Templado medio**.

TABLA 9. CLASIFICACIÓN UNESCO-FAO DE LA TEMPERATURA EN GRUPOS. FUENTE: CLIMATOLOGÍA UPM

Temperatura	Clasificación	Grupo
$T \geq 15$	Cálido	G1
$15 > T \geq 10$	Templado cálido	
$10 > T \geq 0$	Templado medio	
$0 > T \geq -5$	Templado frío	G2
$T < -5$	Frío	
< 0 todos los meses	Glacial	G3

Siendo la temperatura mínima absoluta más baja -0,12 °C en enero, el invierno se puede clasificar como **invierno templado frío**.

[Aridez](#)

Para determinarla, es necesario el diagrama ombrotérmico, visible en la Figura 6.

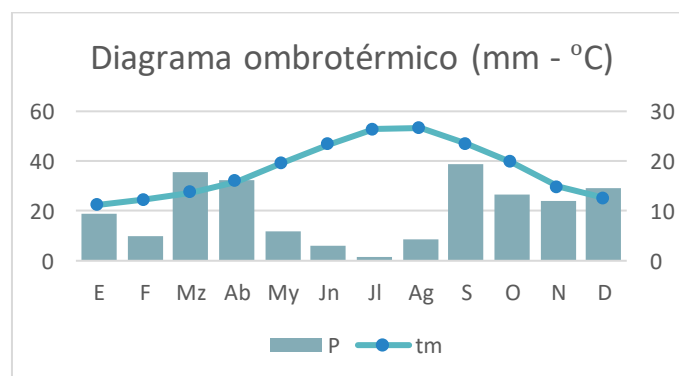


FIGURA 6. DIAGRAMA OMBROTÉRMICO. ELABORACIÓN PROPIA. FUENTE: SIAR

Este diagrama muestra que entre enero-febrero y entre mayo-noviembre, la curva de temperaturas supera las precipitaciones, siendo un periodo de sequía.

Con todos estos datos, se puede deducir que el clima es **bixérico**, puesto que hay una curvatura doble y, por lo tanto, hay dos periodos secos.

Índice xerotérmico

Con él se determina la intensidad de la sequía, obteniendo la cantidad de días del mes que se pueden considerar biológicamente secos. El cálculo se realiza para cada uno de los meses del periodo seco, con la fórmula:

$$Xm = \left[N - \left(P + \frac{b}{2} \right) \right] * f$$

Teniendo en cuenta que:

- N = nº de días del mes
- P = nº de días de lluvia durante el mes
- b = nº de días de niebla + rocío al mes
- f = factor de humedad relativa según la Tabla 10

TABLA 10. VALORES DE F EN FUNCIÓN DE HR. FUENTE: CLIMATOLOGÍA UPM

HR (%)	< 40	40 ≤ HR < 60	60 ≤ HR < 80	80 ≤ HR < 90	90 ≤ HR < 100	HR = 100
f	1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5

TABLA 11. CÁLCULO DEL ÍNDICE XEROTÉRMICO. ELABORACIÓN PROPIA. FUENTES: SIAR Y AEMET

Mes	N	P	b	HR	f	Xm
Enero	31	2,9	1,0	70,07	0,8	22,08
Febrero	28	2,9	1,3	67,34	0,8	19,56
Mayo	31	1,9	1,0	60,33	0,8	22,88
Junio	30	0,6	0,4	55,87	0,9	26,28
Julio	31	0,3	0,4	57,66	0,9	27,45
Agosto	31	0,3	0,4	61,75	0,8	24,40
Septiembre	30	1,5	0,5	67,19	0,8	22,60
Octubre	31	2,8	0,9	70,39	0,8	22,20
Noviembre	30	3,6	0,5	70,59	0,8	20,92
ANUAL						208,37

Tras el cálculo de este índice, se debe hacer la clasificación bioclimática exacta según la Tabla 12.

TABLA 12. CLASIFICACIÓN BIOCLIMÁTICA UNESCO-FAO. FUENTE: CLIMATOLOGÍA UPM

Tipo climático según la temperatura	Tipo climático según la aridez	Valor del índice xerotérmico anual	Clasificación
Grupo 1: Cálido, templado-cálido y templado	Monoxérico	$150 < X \leq 200$	Xeromediterráneo
		$125 < X \leq 150$	Termomediterráneo acentuado
		$100 < X \leq 125$	Termomediterráneo atenuado
		$75 < X \leq 100$	Mesomediterráneo acentuado
		$40 < X \leq 75$	Mesomediterráneo atenuado
		$0 < X \leq 40$	Submediterráneo
	Axérico	$X = 0$	Templado con periodo subseco ($2T < P \leq 3T$)
			Templado cálido ($10 < T \leq 15^{\circ}\text{C}$)
			Templado medio ($0 < T \leq 10^{\circ}\text{C}$)
	Bixerico	$150 < X \leq 200$	Bixerico templado acentuado
		$100 < X \leq 150$	Bixerico templado medio
		$40 < X \leq 100$	Bixerico templado atenuado
		$0 < X \leq 40$	Bixerico templado de transición
Grupo 2: Templado-frío y frío	Meses de sequía más heladas: 11 a 12		Desértico frío
	9 a 10		Subdesértico frío
	5 a 8		Estepario frío
	2 a 4		Subaxérico frío
	1		Axérico frío
Grupo 3: Glacial			Glacial

Según la tabla, el clima de la zona de Níjar forma parte del Grupo 1 templado medio, con un invierno templado frío, de tipo climático **bixerico templado acentuado**, con dos periodos secos, en enero-febrero y mayo-noviembre.

3.1.3. Estudio edafológico

[Metodología del muestreo](#)

Se marcaron ocho puntos representativos, uno para cada unidad morfológica de la finca, y en ellos se realizó una calicata de 100 cm de profundidad. De cada calicata, el 18 de Noviembre de 2022 se tomaron tres muestras, a 10, 40 y 70 cm de profundidad respectivamente. Las 24 muestras resultantes fueron enviadas al CUAM, situado en El Ejido (Almería).

[Características macromorfológicas](#)

- Provincia: Almería.
- Situación: San Isidro de Níjar. Altitud: 130 m.
- Pendiente: Clase 2. Bien drenado.
- Vegetación o uso: Regadío en desuso.

- Material original: Cuaternario. Brechas y conglomerados.
- Drenaje: Clase 4. Bien drenado.
- Pedregosidad: Clase 0. Sin piedras.
- Afloramientos rocosos: Clase 0. Ninguna o muy pocas rocas.
- Erosión: ligera.

Descripción y clasificación según la FAO

Horizonte 1:

- Profundidad: 0 - 20 cm.
- Color: pardo oscuro (7.5YR 3/3) en húmedo y pardo (7.5YR 5/3) en seco.
- Textura: franca.
- Estructura: migajosa media, fuerte. Ligeramente adherente, no plástico, muy friable y blando. No hay cutanes.
- Poros: muchos, finos y medianos, continuos, caóticos y tubulares.
- Fragmentos rocosos: frecuentes, grava. Fuertemente calcáreo.
- Raíces: abundantes, medianas y finas.
- Límite: neto y plano.

Horizonte 2:

- Profundidad: 20 - 60 cm.
- Color: pardo (7.5YR 5/4) en húmedo y pardo claro (7.5 YR 6/3) en seco.
- Textura: franca. Aglomerado. Ligeramente adherente, no plástico, firme y duro. No hay cutanes.
- Poros: muy pocos, muy finos.
- Fragmentos rocosos: abundantes, grava.
- Nódulos: pocos, pequeños, duros, irregulares. Fuertemente calcáreo.
- Límite: brusco y neto.

Horizonte 3:

- Profundidad: > 60 cm.
- Límite: costra caliza.

Resultados analíticos del suelo de la parcela

Análisis físico:

- **Densidad aparente:**

Puesto que no se cuenta con muestras inalteradas de volumen conocido, la densidad aparente de este suelo se estimará a partir de la fórmula empírica dada por Maraños (1998).

$$da = 1,5456 + (0,015 \cdot (\% arena)) - (0,022 \cdot (\% arcilla)) - (0,129 \cdot (\% CO))$$

Siendo:

% CO = porcentaje de carbono orgánico.

- Densidad aparente del Horizonte 1:

$$da = 1,5456 + (0,015 \cdot (47,58 \%)) - (0,022 \cdot (13,41 \%)) - (0,129 \cdot (1,51 \%)) = 1,77 \text{ g/cm}^3$$

- Densidad aparente del Horizonte 2:

$$da = 1,5456 + (0,015 \cdot (43,31 \%)) - (0,022 \cdot (13,60 \%)) - (0,129 \cdot (13,60 \%)) = 1,72 \text{ g/cm}^3$$

- Densidad aparente MEDIA:

$$da = ((1,77 \cdot 20) + (1,72 \cdot 40)) / 60 = 1,73667 \text{ g/cm}^3$$

La densidad aparente media del suelo de la parcela es de 1,74 g/cm³.

- **Porosidad:**

La porosidad (A) representa el porcentaje en volumen de suelo que no está ocupado por la fase sólida. Se estimará a partir de la siguiente fórmula:

$$\theta = 100 - \left(\frac{da}{dr} \cdot 100 \right)$$

Siendo:

da = densidad aparente del suelo en kg/m³.

dr = densidad real del suelo en kg/m³. Para un suelo tipo es 2650 kg/m³.

- Porosidad del Horizonte 1:

$$\theta = 100 - \left(\frac{1770}{2650} \cdot 100 \right) = 100 - 66,79 = 33,21 \%$$

- Porosidad del Horizonte 2:

$$\theta = 100 - \left(\frac{1720}{2650} \cdot 100 \right) = 100 - 64,91 = 35,09 \%$$

- Porosidad MEDIA:

$$\theta = ((33,21 \cdot 20) + (35,09 \cdot 40)) / 60 = 34,46 \%$$

La porosidad media del suelo de la parcela es del 34,46 %.

- **Otras características:**

- Clase textural: franca.
- Permeabilidad: media.
- Compacidad: media.
- Dificultad al laboreo: fácil.
- Capacidad de retención de agua:

- 1) **Capacidad de campo (CC):** humedad a 33 kPa.

- Horizonte 1: 30,62 %
- Horizonte 2: 35,75 %

- $CC \text{ total} = ((30,62 \cdot 20) + (35,75 \cdot 40)) / 60 = \underline{34,04 \%}$
- 2) **Punto de marchitez permanente (PMP):** humedad a 1500 kPa.
 - Horizonte 1: 14,56 %
 - Horizonte 2: 16,92 %
 - $PMP \text{ total} = ((14,56 \cdot 20) + (16,92 \cdot 40)) / 60 = \underline{16,13 \%}$
- 3) **Agua utilizable (AU):** $AU = CC - PMP$
 - Horizonte 1: $30,62 - 14,56 = 16,06 \%$
 - Horizonte 2: $35,75 - 16,92 = 18,83 \%$
 - $AU \text{ total} = ((16,06 \cdot 20) + (18,83 \cdot 40)) / 60 = \underline{17,91 \%}$
- 4) **Humedad mínima (HM):** $HM = PMP + ((1/3) \cdot AU)$
 - Horizonte 1: $14,56 - 5,35 = 9,21 \%$
 - Horizonte 2: $16,92 - 6,28 = 10,64 \%$
 - $HM \text{ total} = ((9,21 \cdot 20) + (10,64 \cdot 40)) / 60 = \underline{10,16 \%}$

Análisis químico:

TABLA 13. RESULTADOS DEL ANÁLISIS QUÍMICO. ELABORACIÓN PROPIA. FUENTE: CUAM

	Hor. 1	Hor. 2	MEDIA
pH (agua)	8,3	8,3	8,3
CE (dS/m)	0,34	0,41	0,39
CaCO ₃ equivalente (%)	32,00	31,25	31,5
C.O. (%)	1,51	1,39	1,43
M.O. (%)	2,603	2,4	2,47
Relación C/N	7,5	9,2	8,63
Nitrógeno total (%)	0,2	0,15	0,17
Potasio asimilable (ppm)	126,2	97,1	106,8
Fósforo asimilable (ppm)	13,35	7,59	9,51
Cloruros (mol/l)	0,5	0,5	0,5
Magenesio de cambio (cmol/kg)	1,98	1,65	1,76
Calcio de cambio (cmol/kg)	45,91	44,21	44,78
Sodio de cambio (cmol/kg)	0,02	0,05	0,034
Potasio de cambio (cmol/kg)	0,27	0,19	0,22
F de bases de cambio (cmol/kg)	48,18	46,1	46,79
Grado de saturación (%)	100	100	100

*Interpretación de los resultados**Textura:*

TABLA 14. TEXTURA DEL SUELO DE LA PARCELA. ELABORACIÓN PROPIA. FUENTE: CUAM

	Hor. 1	Hor. 2	MEDIA
Arenas (%)	47,58	43,31	44,73
Limos (%)	39,02	43,09	41,73
Arcillas (%)	13,41	13,60	13,54

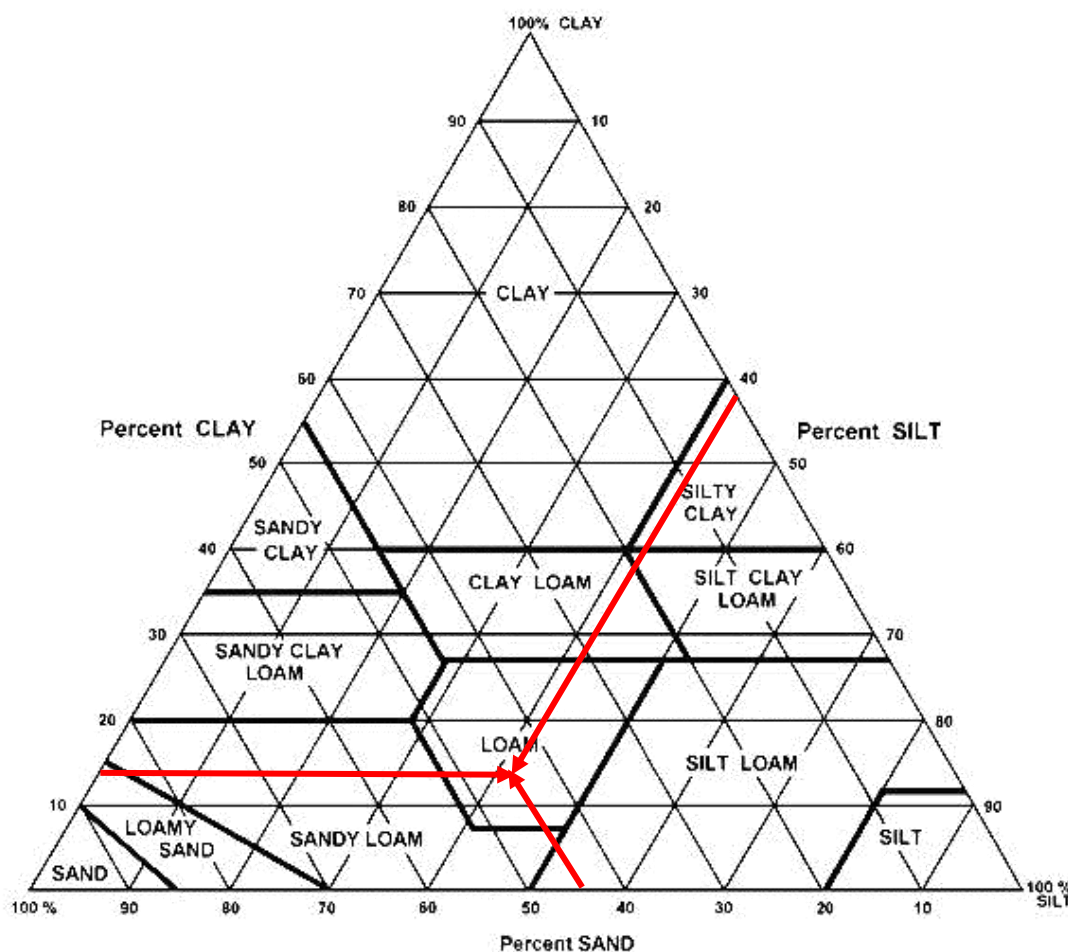


FIGURA 7. TRIÁNGULO TEXTURAL, CLASIFICACIÓN U.S.D.A. FUENTE: WWW.CRESPOPG.COM

Con estos porcentajes y según el criterio de clasificación U.S.D.A. de la Figura 7, el suelo de la parcela es de textura franca, compatible con gran cantidad de cultivos.

pH:

El pH de este suelo es de 8,3, siendo ligeramente alcalino, según la clasificación U.S.D.A. Al abonar, se deberá tener cuidado con el fósforo, puesto que por la alcalinidad del suelo podrían ocasionarse problemas de retrogradación cálcica de los fosfatos. Sería recomendable usar fertilizantes de reacción ácida para disminuir el pH del suelo.

Carbonato cálcico equivalente:

Los niveles son altos y por el valor del pH del suelo, pueden producirse ciertos problemas de retrogradación cálcica y de inmovilización de magnesio, pero es tan alto como para llegar a clorosis férrica. La retrogradación cálcica es la

transformación de los fosfatos mono y bicálcicos en tricálcicos, muy insolubles para las plantas. Esto importa en la nutrición vegetal y debe tenerse en cuenta en la fertilización del cultivo. Establecer riego por goteo permitiría la fertirrigación, favoreciendo la movilidad del fósforo dentro del suelo y su solubilidad.

Materia orgánica:

Con un valor de casi el 2,5 %, no se considera necesario hacer el gasto elevado que supondría aplicar materia orgánica durante la plantación para aumentarlo.

Nitrógeno:

Ambos horizontes poseen un nivel normal, entre el 0,1 y el 0,2 %. Al ser un elemento básico en el desarrollo de las plantas, deberá mantenerse un nivel óptimo en el suelo.

Potasio:

El nivel es bajo en ambos horizontes y debería elevarse el contenido hasta valores entre las 200 y 400 ppm.

Fósforo:

Al igual que el potasio, el nivel está por debajo de lo normal en los dos horizontes y debería aumentarse el contenido hasta 40-45 ppm por tener un pH de 8,3.

Ambas deficiencias se podrán compensar realizando las respectivas enmiendas.

Bases y capacidad de cambio:

Los cationes de cambio surgen de la meteorización del material originario, la mineralización de la M.O. y los aportes externos. En los suelos calizos de las regiones semiáridas los más frecuentes son: $\text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+} > \text{Na}^+ > \text{K}^+$

Para caracterizar el estado del complejo de cambio, están los siguientes parámetros:

- **Grado de saturación de bases del complejo de cambio (V):** es el porcentaje de la capacidad total de cambio catiónico que está ocupada por bases de cambio. Tras el análisis, se obtuvo un valor del 100 %.
- **Suma de las bases de cambio (S):** es la suma de los cationes alcalinotérreos y alcalinos (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ y K^+) en cmol/kg.

$$S = 0,15 + 0,48 + 18,00 + 1,54 = 46,79 \text{ cmol/kg}$$
- **Capacidad total de cambio catiónico (T):** es la cantidad máxima de cationes que pueden ser absorbidos por el complejo de cambio.

$$T = \frac{S}{V} \cdot 100 = \frac{46,79}{100} \cdot 100 = 46,79 \text{ cmol/kg}$$

El catión que domina en el complejo de cambio es el calcio, que representa un 95,7 %, lo que garantiza una buena estructura del suelo. La capacidad de intercambio catiónico, teniendo en cuenta la textura franca, es elevada, por lo que la fertilidad del suelo es adecuada. Las cantidades de los cationes de cambio de suelo son:

- Calcio = 49,91 cmol/kg. Presenta un nivel muy alto, al ser > 30 cmol/kg, aunque es de prever una posible retrogradación cálcica, por lo que deberá vigilarse la fertilización fosfórica.
- Magnesio = 1,98 cmol/kg. El valor resulta un tanto bajo, pero no se esperan problemas como consecuencia.
- Sodio = 0,02 cmol/kg. Es un valor bajo, pero no se espera que repercuta en el cultivo.
- Potasio = 0,27 cmol/kg. Para el tipo de suelo, es un valor algo bajo, pero no significativo.

Toxicidad

Cloro:

La cantidad de cloro en el extracto de saturación es baja (0,5 mol/l), por lo que no surgirán problemas relacionados con su presencia.

Sodio:

La cantidad de sodio según el análisis es muy baja, lo que podría dar problemas en el desarrollo de la planta, aunque lo más probable es que esto no ocurra.

3.1.4. Análisis del agua de riego

En la zona del proyecto, el agua de riego utilizada proviene de la planta desaladora de Carboneras, aproximadamente situada a 35 km.

En la zona de Níjar, la organización encargada de distribuir y suministrar el agua desalada es la CUCN (Comunidad de Usuarios de Agua de la Comarca de Níjar).

Normalmente, los usuarios almacenan el agua desalada en una balsa de acopio tras recibirla de la arqueta de distribución de la red de riego de la CUCN. Tras almacenarla, esta agua es mezclada con la que proviene de la red de abastecimiento tradicional para obtener una cantidad y calidad adecuada a las necesidades del cultivo.

Particularmente, en este proyecto, se usará únicamente el agua desalada, ya que su conductividad eléctrica (CE) es menor a la del agua suministrada en la zona. Esto

garantizará una mejor calidad al mezclarse con las preparaciones nutritivas, que se diseñarán previamente para evitar antagonismos con iones no deseados.

En el agua de riego para uso agrícola, los parámetros a los que hay que prestar mayor atención son: pH, total de sales disueltas, contenido en sodio, toxicidad por iones y utilidad de esta agua para fertirrigación.

A continuación, en la Figura 8, se muestran los resultados del análisis del agua de riego realizado el 09/03/2021 de la muestra tomada tres días antes. Estos resultados han sido facilitados por el Centro Universitario Analítico Municipal (CUAM), situado en El Ejido (Almería).



CUAM
CENTRO UNIVERSITARIO
ANALÍTICO MUNICIPAL



ENAC
ENSAYOS
Nº 138/LE318

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

INFORME DE ANÁLISIS

N/REF: 2221/3605
S/REF: 4 veces
CLIENTE: HILL OF TARA, S.L.
DOMICILIO: C/ Reyes Católicos, 47 Bajo D 04700 - EL EJIDO - Almería
TIPO DE ANÁLISIS: 1. AGUAS DE RIEGO, AGRÍCOLAS + MICROBIOLOGICO.
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: 0,25 L muestra en plástico, 0,50 L muestra en vidrio esterilizado, sin refrigerar
FECHA INICIO ENSAYO: 06/03/2021

FECHA DE RECEPCION: 06/03/2021
MATRIZ: AGUA CONTINENTAL NO TRATADA
FECHA FIN ENSAYO: 09/03/2021

Resultados:

Parámetro analizado	Resultado	Uds	Result. meq/L	Result. mmol/L	Método de ensayo	Valores de referencia(A)
pH	8.47	Unidad pH			PE-CUAM-03-07	8,50 - 8,00
Conductividad a 25 °C	0.89	mS/cm			PE-CUAM-03-02	< 3,5 mS/cm
Contenido Total Sales(A)	476	mg/L				< 1000 mg/L
Cloruros (2)	224.3	mg/L	6.33	6.33	PE-CUAM-02-01	0 - 30 meq/L
Nitratos (2)	< 2.5	mg/L	0.00	0.00	PE-CUAM-02-01	0 - 0.16 meq/L
Sulfatos (2)	27.1	mg/L	0.66	0.28	PE-CUAM-02-01	0 - 20 meq/L
Bicarbonatos	58	mg/L	0.95	0.95	PE-CUAM-03-26	0 - 10 meq/L
Carbonatos	< 10	mg/L	0.00	0.00	PE-CUAM-03-26	
Calcio (1)	21.3	mg/L	1.06	0.53	PE-CUAM-01-01	0 - 20 meq/L
Magnesio (1)	11.6	mg/L	0.95	0.48	PE-CUAM-01-01	0 - 5 meq/L
Sodio (1)	128.7	mg/L	5.60	5.60	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)	0.70	mg/L			PE-CUAM-03-28	< 2 mg/L
Relación de Calcio	0.14					
Relación de Sodio	0.72					
Enterococos (A)	4	ufc/100 ml			PE-CUAM-03-10	< 20*
<i>Escherichia coli</i>	< 100**	ufc/100 ml			PE-CUAM-03-46	< 100*

CLASIFICACION	RESULTADO	INTERPRETACION(A)
S.A.R.	5.57	Agua no alcalina
Dureza (*HTF)	10.10	Agua dulce

NOTAS:
 Las incertidumbres asociadas a los procedimientos de ensayo están calculadas y se encuentran a disposición del cliente.
 (1) Los contenidos corresponden al analito disuelto, fracción filtrada de la muestra (0.45 µm).
 (2) Los contenidos corresponden a la fracción filtrada de la muestra (0.22 µm).
 *Valores recomendados por el laboratorio CUAM para las aguas destinadas al riego de vegetales de consumo crudo (a excepción del agua empleada en la nebulización o microaspersión, para la cual se recomienda ausencia de estos microorganismos).
 **Debido a la abundante flora bacteriana que presenta la muestra, las colonias típicas pueden quedar enmascaradas por el crecimiento masivo, por lo que no se puede asegurar su ausencia en la muestra.

Signatario autorizado: Nuria Sánchez Morito
 Directora Técnica de Ensayos

FIGURA 8. ANÁLISIS DEL AGUA DE RIEGO. FUENTE: HILL OF TARA S.L.

pH

El pH es una característica de vital importancia para el cultivo, ya que de él depende la disponibilidad de los distintos iones para las plantas.

Los resultados del análisis del agua desalada muestran un valor del pH de 8,47, siendo un agua medianamente alcalina, lo que puede dar lugar a problemas de asimilación principalmente de boro, además de fósforo, hierro, zinc, cobre y calcio según la Figura 9. Antes de que sea aplicada la fertirrigación, será conveniente ajustar el pH con ácidos hasta niveles próximos al 6.

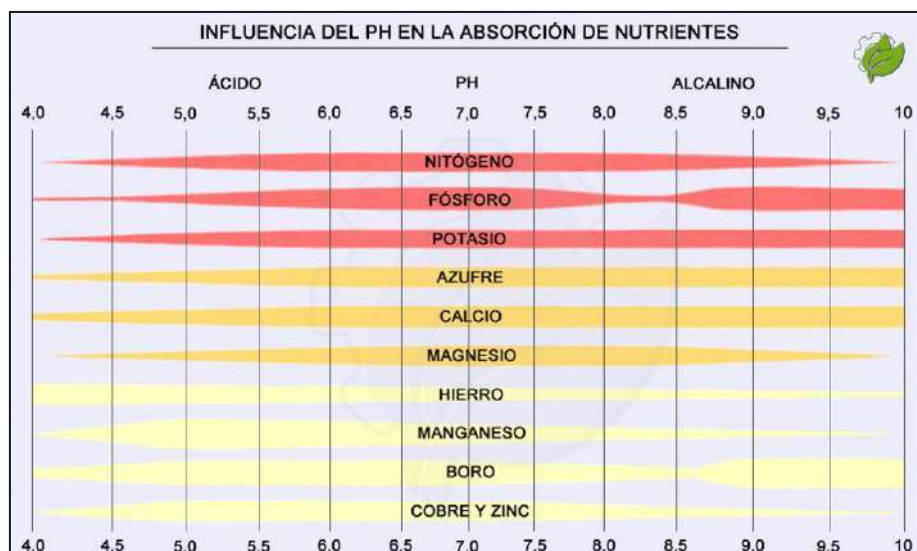


FIGURA 9. INFLUENCIA DEL pH EN LA ABSORCIÓN DE NUTRIENTES. FUENTE: HUERTOTEC.COM

Conductividad eléctrica

Este parámetro afecta también a la absorción de nutrientes y la salud del cultivo. En el caso de este análisis, el valor es de 0,89 mS/cm a 25 °C, situándose en la franja de riesgo medio de salinidad según la Tabla 15, pero siendo agua válida para el cultivo.

TABLA 15. CLASIFICACIÓN DEL AGUA DE RIEGO SEGÚN LA CE. ELABORACIÓN PROPIA. FUENTE: TECNORIEGO VALLEY

Nivel de riesgo	CE (μS/cm)
Bajo	< 750
Medio	750 - 1500
Alto	1500 – 3000
Muy Alto	> 3000

Según la fluctuación de la CE, se podrán realizar conclusiones de cómo se está nutriendo la planta y como corregir sus desequilibrios.

Contenido total en sales

El contenido total en sales del agua analizada se calcula según la siguiente fórmula:

$$S.T. = CE \cdot K = 0,89 \cdot 640 = 569,6 \text{ mg/L}$$

Teniendo en cuenta que:

- S.T. = concentración en sales totales (ppm o mg/L)
- CE = conductividad eléctrica a 25 °C
- K = constante de proporcionalidad

Iones

Nitratos

Son los responsables de generar masa vegetativa. Las deficiencias en nitratos son comunes, pero fáciles de manejar, ya que están presentes en una gran cantidad de fertilizantes y no presentan antagonismos fuertes con otros elementos.

El contenido en nitratos del agua de riego analizada es $< 2,5 \text{ mg/L}$, valor que se encuentra dentro de los valores de referencia.

Cloruros

Es importante evitarlos si en el cultivo se van a utilizar microorganismos, ya que los cloruros disminuyen su presencia y su efectividad.

En el análisis de agua su contenido es de $6,33 \text{ meq/L}$, siendo un valor dentro de los valores de referencia.

Potasio

Interviene en procesos de división celular, equilibrio hídrico y resistencia en general.

En el análisis realizado, se determina en $5,0 \text{ mg/L}$, lo que significa un contenido alto en potasio, por lo que no será tan necesario usar más potasio en el programa de fertirrigación.

Sodio

Su aporte debe evitarse para aumentar aún más la conductividad eléctrica (estrés osmótico) y puede dar lugar a bloqueos al ser antagonista con el calcio

El valor de $5,6 \text{ meq/L}$ en el análisis se encuentra dentro de los valores de referencia, estando en un nivel bajo.

3.2. Área del proyecto

3.2.1. Territorio del proyecto

La superficie de influencia del proyecto es la Provincia de Almería.

- Medio físico:

- Clima: es subdesértico, mediterráneo, cálido y seco.
- Paisaje: el paisaje almeriense tiene muchos contrastes debido a su situación geográfica estando entre África y Europa, a la orografía, hidrografía, climatología, etc. Cuenta con paisajes de montaña media y baja, vegas y valles esteparios, campiñas esteparias, un subdesierto y un litoral costero.

- Relieve: como se puede ver en la Figura 10, el Campo de Níjar es una comarca natural topográficamente deprimida. Se sitúa en el extremo sudoriental de la provincia de Almería, con una superficie de aproximadamente 950 km², de los que 600 km² corresponden al término municipal de Níjar. Por el norte y el oeste está limitado por Sierra Cabrera y Sierra Alhamilla, que lo separan del Campo de Tabernas, y al sur por la Sierra Cabo de Gata y el Golfo de Almería.

La mayoría de la extensión está sobre la cuenca vertiente en la Rambla Morales, que desemboca en el Golfo de Almería, y una menor extensión sobre la cuenca vertiente en la Rambla Carboneras, que desemboca en la costa oriental de Almería.

El Parque Natural Cabo de Gata-Níjar ocupa parte del Campo de Níjar. Es uno de los parajes de mayor riqueza geológica de España, reconocido como parque de la UNESCO en el año 1999. La parcela está situada a unos 2 km del límite más cercano del parque.



FIGURA 10. MAPA RELIEVE DE LA PROVINCIA DE ALMERÍA. FUENTE: ALDALTURA.COM

- Ecosistema: estaría situado en una depresión semiárida, una zona de valle, cuencas endorreicas, lomeríos, piedemontes y llanuras, donde son frecuentes las explotaciones humanas y núcleos de población.
- Hidrología: se muestra en la Figura 11, donde se puede apreciar que la zona en cuestión pertenece a la Cuenca Hidrográfica del Sur Oriental.



FIGURA 11. CUENCA HIDROGRÁFICA DEL SUR ORIENTAL. FUENTE: DIPALME.ORG

- Flora: la vegetación típica de la provincia de Almería es la del bosque mediterráneo. Predominan arbustos espinosos y matorral subdesértico. Presencia de coscojales y encinares. El poniente Almeriense es el territorio más degradado, la vegetación original estaba formada por matorral y arbustos espinosos. Hay presencia de flora adaptada a terrenos salinos y arenosos.

- Fauna: muy diversa debido a diferentes reservas naturales de la región.
- Riesgo de desertificación: la mayor parte de la provincia se encuentra entre un medio y un muy alto riesgo de desertificación.
- Medioambiente:
 - Espacios naturales o protegidos: como se aprecia en la Figura 12, en la provincia se encuentran varios espacios protegidos.



FIGURA 12. ESPACIOS PROTEGIDOS DE ALMERÍA. FUENTE: DIARIO DE ALMERÍA

- Medio socioeconómico:
 - Población: el tamaño de la población de la Provincia de Almería es de 707.871 (2019) según del Instituto Nacional de Estadística. La población se concentra en el sur de la provincia, al igual que el crecimiento positivo de la población.
 - Mercado: los centros de cotización más importantes es el sector servicios y agricultura. En cuanto a afiliados, pasa lo mismo.

3.2.2. Terreno del proyecto

Se sitúa en el polígono 30, parcela 113 (Almería) con referencia catastral 04066A03000113HK.

- Medio físico:
 - Clima: es subdesértico, mediterráneo, cálido y seco.
 - Agua: en cuanto a la dureza, en esta zona es un agua muy dura y gran parte de la utilizada para el riego proviene de plantas desaladoras.

- Suelo: en el litoral de Almería los suelos suelen ser arenosos y poco consolidados. En esta zona es concretamente franco. Es un suelo joven resultante del depósito de roca y arena transportados por el agua.
- Pendiente: haciendo la media, es del 3 %, siendo poco condicionante.
- Medio socioeconómico:
 - Infraestructura:
 - Accesos: desde la carretera AL-3111.
 - Toma de agua: la parcela cuenta con toma de agua.
 - Electricidad: la parcela cuenta con toma de electricidad.
 - Usos del suelo: principalmente cultivos de hortalizas (tomate, pimiento, berenjena, calabacín, melón, sandía o pepino) en suelo e invernadero, así como producción de flor cortada (rosa, crisantemo, clavel) en invernadero.
 - Mano de obra: empleados (recolectores, productores, etc.).
 - Rentabilidad actual: no hay ningún tipo de explotación económica actualmente.

3.3. Situación actual y futura sin proyecto

Actualmente, la parcela se encuentra sin ninguna actividad, por lo que la situación actual y la situación futura sin proyecto se desarrollarían similarmente, es decir, ningún tipo de ingresos.

Por otro lado, existen ciertas infraestructuras de pasadas actividades agrícolas que se podrán aprovechar para el futuro proyecto, ahorrando energética y económicamente en la realización del proyecto. Las infraestructuras, marcadas en el Plano de Situación Actual, son: el punto de abastecimiento de agua junto a la balsa de la parcela colindante de la izquierda (vista desde la carretera AL-3111) y la toma de electricidad situada junto al edificio colindante de la parcela que hay a la derecha.

Si, finalmente, el proyecto no se llevara a cabo, al ser una parcela de uso agrario cuyas tierras son arables y en regadío, el propietario podría desarrollar cultivos hortícolas al aire libre.

Además, el recinto del proyecto posee alrededor un conjunto de invernaderos y cultivos bajo plástico, muy comunes en la zona. A este recinto se accede por la

carretera AL-3111 (Carretera de Campohermoso) sin necesidad de pasar por ningún camino, al ser colindantes, como muestra la Figura 13.

Por lo tanto, el promotor, al querer realizar una producción de flor cortada, debe aprovechar la situación de partida de la parcela en cuestión. Si no se realizara el proyecto, la parcela seguiría consistiendo en: un recinto de uso agrario en regadío sin ninguna actividad económica, rodeado por cultivos bajo invernadero en toda la zona. Además, antes de establecer el cultivo bajo invernadero, debería limpiarse la zona de algunos escombros y las malas hierbas visibles en las Figuras 13 y 14, pero deberían mantenerse los árboles situados al fondo, por la sombra que aportan al otro carril colindante con la parcela del proyecto.



FIGURA 13. EXTREMO SURESTE DE LA PARCELA, COLINDANTE CON LA CARRETERA AL-3111. FUENTE: GOOGLE MAPS (IMAGEN DE JULIO DE 2021)



FIGURA 14. EXTREMO NOROESTE DE LA PARCELA, CON UNA DECENA DE ÁRBOLES LIMITANDO EL ACCESO DESDE LA CALLE PARALELA A LA CARRETERA AL-3111. FUENTE GOOGLE MAPS (IMAGEN DE JUNIO DE 2014)

3.4. Diagnóstico y matriz DAFO

A partir de la información obtenida con anterioridad, analizando la situación de partida, se pueden detectar una serie de factores que condicionan el desarrollo del proyecto. Por ello, se desarrolla el análisis de la Tabla 16 a través de una matriz DAFO, estableciendo las fortalezas y debilidades del proyecto, además de las oportunidades y amenazas que le aporta su entorno.

TABLA 16. MATRIZ DAFO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

FACTORES INTERNOS	
Debilidades	Fortalezas
- El cultivo de la flor cortada en España no está en su mejor momento y no mueve tanto dinero como la producción de hortalizas. - En la zona, San Isidro de Níjar, apenas hay invernaderos dedicados a producir flor cortada. La gran mayoría se dedica al tomate y el pepino.	- La parcela está cerca de muchas empresas suministradoras de abonos, fertilizantes, sistemas de fertirrigación y climatización, transportistas, empresas de construcción, etc. - La parcela está ubicada en el corazón de una de las mayores regiones de cultivo bajo invernadero en Almería, por lo que consta de todo tipo de infraestructuras. - Junto a la parcela hay ya una balsa de almacenamiento de agua, por lo que no hace falta construir una. - Comodidad para el promotor al encontrarse cerca del resto de sus explotaciones.
FACTORES EXTERNOS	
Amenazas	Oportunidades
- Los suelos de la zona necesitan mejoras, ya sea con abonos, fertilizantes o arenas, lo que también incluye el pago de su transporte. - Las temperaturas nocturnas bajas en invierno requieren el uso puntual de calefacción, lo que encarece el proyecto. Y la humedad relativa en ciertas épocas debe vigilarse. - Pertenecer a la CUCN garantiza agua disponible, pero a un precio elevado, especialmente por utilizar agua desalada. - La parcela la rodean otros invernaderos y, con las carreteras y caminos de la zona, el tránsito de vehículos puede ensuciar de polvo el exterior del invernadero, perjudicando la absorción de luz.	- Disponibilidad de mano de obra abundante y de calidad, debido a la tradición de cultivos bajo invernadero que hay en la zona. - Agua disponible en todo momento gracias a la CUCN. - El estado actual del suelo y su pendiente del 2 %, en la zona que se colocará el invernadero, hacen que no sea necesario llevar a cabo grandes obras de movimiento de tierras. - Los caminos y accesos que dan a la parcela ya están construidos previamente. - El lugar ya está dotado de infraestructuras de aporte de agua y electricidad.

Teniendo en cuenta que los inconvenientes descritos son comunes en todos los proyectos sobre invernaderos de la zona, no hay ninguna desventaja concreta en este caso que desaconseje realizar el proyecto.

4. BIBLIOGRAFÍA Y WEBGRAFÍA

Visor SIGPAC. (s. f.). Recuperado 28 de abril de 2023, de <https://sigpac.mapa.gob.es/fega/visor/>

Dirección General del Catastro. Sede Electrónica del Catastro. Recuperado 28 de abril de 2023, de <http://www.catastro.meh.es/esp/sede.asp>

Instituto Geológico y Minero de España (IGME). MAGNA 50 - Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 (2ª Serie). Recuperado 29 de abril de 2023, de <http://info.igme.es/cartografiadigital/geologica/Magna50.aspx?language=es>

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. (s. f.). Web SIAR. Recuperado 1 de mayo de 2023, de <https://portal.mapa.gob.es/websiar/SeleccionParametrosMap.aspx?dst=1>

De Meteorología, A. E. (s. f.). Almería Aeropuerto: Almería Aeropuerto - Agencia Estatal de Meteorología - AEMET. Gobierno de España. Recuperado 1 de mayo de 2023, de <https://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/datosclimatologicos/valoresclimatologicos?l=6325O&k=04>

Datos de la estación | Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera (IFAPA). (s. f.). Recuperado 1 de mayo de 2023, de <https://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/ifapa/riaweb/web/estacion/4/11#his>

Almorox Alonso, J. et al. (s.f.) Metodología para la elaboración de estudios aplicados de climatología, Madrid: Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos (Universidad Politécnica de Madrid).

España. Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de Evaluación Ambiental. BOE, 11 de diciembre de 2013, núm. 296, p. 98151-98227.

AcuaMed (2009) Informe de la Planta Desaladora de Carboneras (Almería). Recuperado 4 de mayo de 2023, de <http://www.acuamed.es/sites/default/files/publicaciones/desaladora-carboneras.pdf> [Consulta: 22/02/2019]

Huertotec. (2018, 12 enero). El pH del suelo y su influencia sobre los nutrientes. Recuperado 4 de mayo de 2023, de <https://huertotec.com/blog/el-ph-del-suelo-y-los-nutrientes/>

Rutas de senderismo por Andalucía - Actualizadas - Andaltura. (2023, 3 julio). Recuperado 6 de mayo de 2023, de <https://andaltura.com/>

Diputación Provincial de Almería. (s. f.). Recuperado 6 de mayo de 2023, de <https://www.dipalme.org/>

Espino, R. (2023, 8 mayo). Almería, del «catetismo» a la envidia nacional. Diario de Almería. Recuperado 9 de mayo de 2023, de <https://www.diariodealmeria.es>

Gutiérrez Domínguez, Alba (2020). Diseño de un invernadero multitúnel de 4500 m² para el cultivo de tomate azul en la localidad de Campohermoso (Almería). Proyecto Fin de Carrera / Trabajo Fin de Grado, E.T.S. de Ingeniería Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas (UPM), Madrid.

Garrido Mera, Diego (2021). Cultivo de cáñamo industrial bajo invernadero tecnificado en Níjar (Almería) con una superficie de 1000 m². Proyecto Fin de Carrera / Trabajo Fin de Grado, E.T.S. de Ingeniería Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas (UPM), Madrid.

Hebrero López, Andrea (2021). Proyecto de una explotación de 10.000 m² para producción de flor cortada bajo invernadero en Añoover de Tajo (Toledo). Proyecto Fin de Carrera / Trabajo Fin de Grado, E.T.S. de Ingeniería Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas (UPM), Madrid.

ANEJO II

OBJETIVOS, ALTERNATIVAS ESTRATÉGICAS Y METAS

GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA,
ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS

Índice de contenido

1.	INTRODUCCIÓN.....	3
2.	GENERACIÓN DE ALTERNATIVAS ESTRATÉGICAS.....	4
2.1.	Localización y dimensión	4
2.2.	Plan productivo.....	4
2.3.	Sistema de producción.....	5
2.4.	Tecnología.....	5
2.5.	Manejo del cultivo.....	5
3.	ANÁLISIS MULTICRITERIO	6
3.1.	Criterios a tener en cuenta	6
3.1.1.	Criterios de valor del promotor	6
3.1.2.	Condicionantes del medio	6
3.1.3.	Criterios económicos	6
3.1.4.	Criterios técnicos.....	6
3.2.	Jerarquización de los criterios	6
3.3.	Matrices y valoración de las alternativas	7
4.	OBJETIVOS Y METAS	9
5.	BIBLIOGRAFÍA Y WEBGRAFÍA.....	10

Índice de figuras

Figura 1. Etapas de la metodología de formulación de un proyecto. Fuente: FAO	3
Figura 2. Invernadero, accesos, caseta de riego y caseta de manipulación de flores. Elaboración propia. Fuente: ArcMap	4

Índice de tablas

Tabla 1. Valoración alternativa – Rosa en suelo. Fuente: Elaboración propia	7
Tabla 2. Valoración alternativa – Rosa sin suelo. Fuente: Elaboración propia.....	8
Tabla 3. Valoración alternativa – Clavel en suelo. Fuente: Elaboración propia	8
Tabla 4. Valoración alternativa – Clavel y Rosa en suelo. Fuente: Elaboración propia	8

1. INTRODUCCIÓN

Las alternativas estratégicas se plantean en el momento del diseño del proyecto, formando parte de la realidad subjetiva. En la Figura 1 se muestran las etapas de la metodología de formulación, estando en la etapa de síntesis el establecer los objetivos, las metas, el diseño y los componentes.

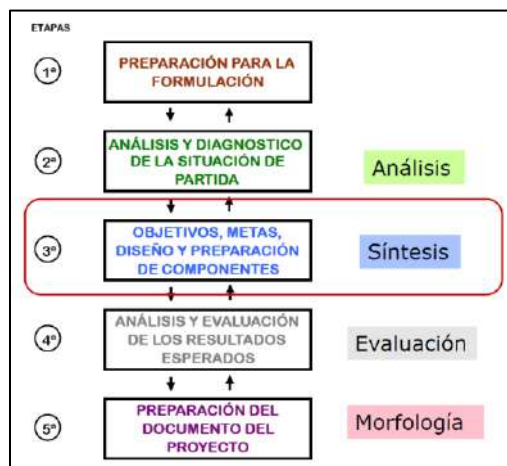


FIGURA 1. ETAPAS DE LA METODOLOGÍA DE FORMULACIÓN DE UN PROYECTO. FUENTE: FAO

En cuanto a la participación del promotor en la etapa de síntesis, interviene estableciendo sus criterios de valor y los condicionantes que considere oportunos.

En esta etapa, se elaboran objetivos para aprovechar oportunidades, cubrir necesidades o solucionar problemas. En este caso concreto, se aprovecha una oportunidad, la de aumentar la producción del promotor utilizando una parcela cercana a otras suyas, en la que actualmente no se está realizando ninguna actividad, con la finalidad de aprovechar la poca producción de flor cortada en la zona.

Para generar e identificar las diferentes alternativas, se establecen unas variables clave, siendo las siguientes:

- Localización y dimensión
- Plan productivo
- Sistema de producción (riego y fertilización)
- Tecnología
- Manejo del cultivo

2. GENERACIÓN DE ALTERNATIVAS ESTRATÉGICAS

2.1. Localización y dimensión

El proyecto se va a realizar en una parcela en San Isidro de Níjar, una localidad y pedanía del municipio de Níjar, en la provincia de Almería, Andalucía.

La parcela en cuestión tiene una extensión de 8.741 m², de los cuales se van a utilizar 6.000 m² para establecer un invernadero (150 m de largo y 40 m de ancho), 25 m² para una caseta de riego junto al punto de abastecimiento de agua y, por último, otros 30 m² para una caseta de manipulación de flores. Para las casetas, se aprovechará la zona de la parcela próxima a la carretera AL-3111, ya que es aquella en la que estarán los accesos a la propiedad, según muestra la Figura 2. Por otra parte, más allá de las casetas, el invernadero se extenderá hasta justo antes del final de la parcela, donde se encuentran los árboles, que se mantendrán sobre la pequeña pendiente más inclinada que están actualmente.

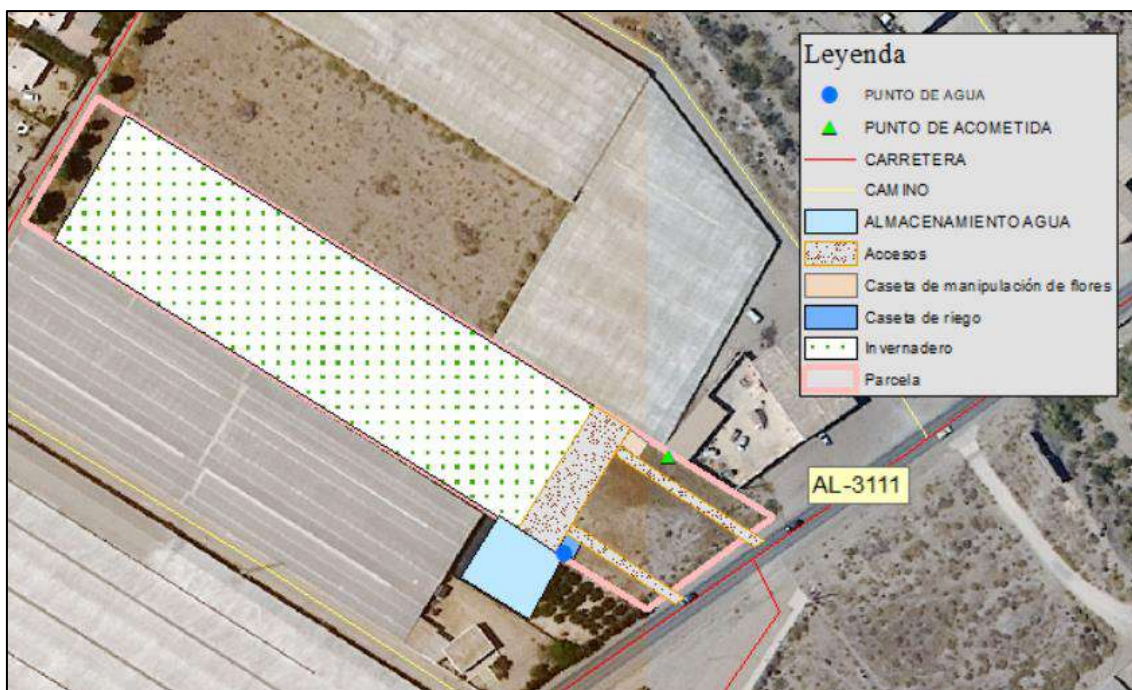


FIGURA 2. INVERNADERO, ACCESOS, CASETA DE RIEGO Y CASETA DE MANIPULACIÓN DE FLORES. ELABORACIÓN PROPIA. FUENTE: ArcMAP

2.2. Plan productivo

El promotor del proyecto es un agricultor dedicado única y exclusivamente a la producción de flor cortada bajo invernadero. Además, le interesa principalmente la producción de algunas variedades de rosa, al no ser tan común como el clavel en la zona. Por otra parte, prefiere realizar el cultivo en suelo, al ser más

económico que el cultivo sin suelo, en el que además debe tenerse en cuenta la recirculación en la fertirrigación.

2.3. Sistema de producción

El sistema de producción del proyecto será el regadío, aprovechando las infraestructuras que ya posee la parcela, como la toma de agua que hay junto a la balsa de la parcela contigua. Además, para llevar a cabo las tareas de fertirrigación, se proyecta la caseta de riego junto a esa toma de agua, dentro de la que estará la instalación que bombee el agua y las mezclas nutritivas de los tanques.

2.4. Tecnología

Como ya se ha mencionado anteriormente, el proyecto se lleva a cabo en regadío. Por lo tanto, la tecnología necesaria será toda la referente al sistema de fertirrigación por goteo. Además, como parte de la tecnología aplicada en el invernadero, también deberá tenerse en cuenta todo el sistema de climatización y automatización de este.

2.5. Manejo del cultivo

Se utilizará como portainjerto la *Rosa indica* 'Major' por su resistencia a la sequedad, a la caliza activa y porque permite los cultivos invernales, estando muy adaptada al cultivo en invernadero. Para conseguir una densidad aproximada de 7 plantas/m², se establecerán líneas pareadas a 40 cm entre sí, con separación entre plantas de una misma línea de 20 cm y pasillos de 100 cm de ancho.

Las variedades seleccionadas son 6 en total: la "SAMOURAI® Meikatana" y la "Cherie FOLIES® Meizafare" de color rojo, la "BINGO® White Meilotrie" y la Blanche ELEGANCE® Meiwhichic" de color blanco, y, por último, la "DONATELLA® - Meideliste" y la "SHAKIRA® 2020 Meiochieng" de color rosa. En posteriores documentos se determinarán las necesidades hídricas y las necesidades de enmiendas o abonados, además de las medidas preventivas contra posibles plagas o enfermedades.

Por otra parte, se proyecta una caseta de manipulación de flores en la que, tras la cosecha, se prepararán las flores para su transporte y posterior comercialización.

3. ANÁLISIS MULTICRITERIO

Para analizar las alternativas se establece un análisis multicriterio, que ayuda a la toma de decisiones basado en criterios explícitos para evaluar las alternativas, tras lo que se escogen algunas, es decir, un número no muy elevado.

El análisis se basa en una ponderación lineal, donde finalmente tiene que destacar una sola alternativa, la de mayor resultado.

3.1. Criterios a tener en cuenta

3.1.1. Criterios de valor del promotor

Aumentar su producción de flor cortada aprovechando una parcela cercana a las que ya posee, que sea un cultivo en suelo, en regadío aprovechando las infraestructuras previas y, preferiblemente, si el cultivo es de una sola especie, concretamente rosa.

3.1.2. Condicionantes del medio

- Suelo: textura franca, ligeramente alcalino, bajo en Materia Orgánica % y alto en CaCO_3 %
- Temperatura: cálida en verano (unos 26 °C llegando a veces a superar 30 °C) y fresca en invierno (con medias en torno a los 12 °C)
- Humedad relativa: la media varía a lo largo del año entre el 55 – 75 %
- Pendiente: es del 2 % en la zona del invernadero
- Tradición de la zona: la flor cortada no es tan común en la zona como el cultivo hortícola o de frutales

3.1.3. Criterios económicos

- Coste: es mayor en cultivos sin suelo
- Inversión: es mayor en cultivos sin suelo

3.1.4. Criterios técnicos

- Fecha de entrada en producción del producto

3.2. Jerarquización de los criterios

1. Criterios de valor del promotor
2. Suelo
3. Temperatura
4. Fecha de entrada en producción
5. Coste

6. Inversión
7. Humedad relativa
8. Tradición de la zona
9. Pendiente

3.3. Matrices y valoración de las alternativas

Se realiza una matriz y se pondera cada criterio para la posible producción de rosal y clavel, cultivos que se han escogido por su importancia a nivel nacional en el sector de la flor cortada y que, así pues, garantizan en cierto modo unas ganancias en cuanto a producción.

Para calificar cada criterio se utiliza un código de vocales siendo A un Excelente, recibiendo un total de 5 puntos (A- sería una puntuación de 4,5) y U un Muy Malo, con una puntuación de 1 (U- sería una puntuación de 0,5).

A continuación, se muestran en las Tablas 1, 2, 3 y 4 los resultados de la valoración para rosa en suelo, rosa sin suelo, clavel en suelo y clavel-rosa en suelo:

TABLA 1. VALORACIÓN ALTERNATIVA – ROSA EN SUELO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Rosa en suelo	A	E	I	O	U	Valoración
1- Criterios de valor del promotor	X					5
2- Suelo			X			3
3- Temperatura		X				4
4- Fecha de entrada en producción		X				4
5- Coste		X				4
6- Inversión			X			3
7- Humedad relativa		X				4
8- Tradición de la zona			X			3
9- Pendiente		X				4
TOTAL						34

TABLA 2. VALORACIÓN ALTERNATIVA – ROSA SIN SUELO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Rosa sin suelo	A	E	I	O	U	Valoración
1- Criterios de valor del promotor			X			3
2- Suelo	X					5
3- Temperatura		X				4
4- Fecha de entrada en producción		X				4
5- Coste					X	1
6- Inversión		X				4
7- Humedad relativa		X				4
8- Tradición de la zona			X			3
9- Pendiente	X					5
TOTAL						33

TABLA 3. VALORACIÓN ALTERNATIVA – CLAVEL EN SUELO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Clavel en suelo	A	E	I	O	U	Valoración
1- Criterios de valor del promotor			X			3
2- Suelo			X			3
3- Temperatura			X			3
4- Fecha de entrada en producción			X			3
5- Coste	X					5
6- Inversión			X			3
7- Humedad relativa			X			3
8- Tradición de la zona		X				4
9- Pendiente		X				4
TOTAL						31

TABLA 4. VALORACIÓN ALTERNATIVA – CLAVEL Y ROSA EN SUELO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Clavel y Rosa en suelo	A	E	I	O	U	Valoración
1- Criterios de valor del promotor				X		2
2- Suelo			X			3
3- Temperatura			X			3
4- Fecha de entrada en producción		X				4
5- Coste			X			3
6- Inversión				X		2
7- Humedad relativa			X			3
8- Tradición de la zona		X				4
9- Pendiente		X				4
TOTAL						28

Como se puede observar en estas tablas, el cultivo seleccionado para el proyecto será el de rosa en suelo, ya que es el que ha obtenido una mayor valoración siguiendo los criterios.

4. OBJETIVOS Y METAS

Los objetivos del proyecto son:

- Aprovechar las infraestructuras de una parcela inactiva
- Proyectar un invernadero
- Incrementar la producción del promotor de rosa para flor cortada
- Cultivo en suelo
- Cultivo en regadío

Por lo tanto, el conjunto de metas que definen el objeto del proyecto es:

➤ Invernadero:

Tipo multitúnel gótico con un total de 5 túneles de 8 m de ancho con un acceso en uno de ellos de puerta corredera de 3 m de amplitud (1,5 m cada hoja).

Cada túnel tiene una profundidad de 150 m, por lo que de frente la instalación tiene un total de 40 m (5 x 8) y 150 m de fondo, resultando un invernadero de 6000 m².

➤ Plan productivo:

- Plantación de rosa bajo invernadero
- Variedades: con portainjerto de Rosa indica 'Major'.
 - SAMOURAI® Meikatana (roja)
 - "Cherie FOLIES® Meizafare (roja oscura)
 - BINGO® White Meilotrie (blanca)
 - Blanche ELEGANCE® Meiwhichic (blanca amarillenta)
 - DONATELLA® - Meideliste (rosa)
 - SHAKIRA® 2020 Meiochieng (rosa)
- Líneas pareadas a 40 cm entre sí, separación entre plantas de una misma línea de 20 cm y pasillos de 100 cm de ancho.

➤ Sistema de producción: regadío

➤ Dimensión: 6000 m² de invernadero, 25 m² de caseta de riego y 30 m² de caseta de manipulación de flores

➤ Tecnología: riego por goteo, sistema de climatización y automatización

➤ Localización: parcela en San Isidro de Níjar (Almería)

5. BIBLIOGRAFÍA Y WEBGRAFÍA

Visor SIGPAC. (s. f.). Recuperado 28 de abril de 2023, de <https://sigpac.mapa.gob.es/fega/visor/>

Dirección General del Catastro. Sede Electrónica del Catastro. Recuperado 28 de abril de 2023, de <http://www.catastro.meh.es/esp/sede.asp>

Invernaderos para cultivo de rosas. (s. f.). Recuperado 3 de mayo de 2023, de <https://www.novagric.com/es/invernaderos-rosas>

Meilland International. (2019, 16 abril). Cut Flowers and Florist Roses varieties • MEILLAND International. MEILLAND International. <https://meilland.com/en/cut-flowers-and-florist-roses-varieties/>

Rosales Ferrer. (s. f.). Recuperado 22 de mayo de 2024, de <https://www.rosalesferrer.com>

Gutiérrez Domínguez, Alba (2020). Diseño de un invernadero multitúnel de 4500 m² para el cultivo de tomate azul en la localidad de Campohermoso (Almería). Proyecto Fin de Carrera / Trabajo Fin de Grado, E.T.S. de Ingeniería Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas (UPM), Madrid.

Garrido Mera, Diego (2021). Cultivo de cáñamo industrial bajo invernadero tecnificado en Níjar (Almería) con una superficie de 1000 m². Proyecto Fin de Carrera / Trabajo Fin de Grado, E.T.S. de Ingeniería Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas (UPM), Madrid.

Hebrero López, Andrea (2021). Proyecto de una explotación de 10.000 m² para producción de flor cortada bajo invernadero en Añoover de Tajo (Toledo). Proyecto Fin de Carrera / Trabajo Fin de Grado, E.T.S. de Ingeniería Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas (UPM), Madrid.

Vidalie, H. (2001). Producción de flores y plantas ornamentales (3.a ed.). Ediciones Mundi-Prensa. (Obra original publicada 1983)

ANEJO III

ESTUDIO DEL CULTIVO

GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA,
ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS

Índice de contenido

1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. IMPORTANCIA DE MERCADO.....	3
3. ESPECIE ROSA SP. PARA FLOR DE CORTE	4
3.1. Taxonomía, morfología y necesidades agroambientales	4
3.1.1. Taxonomía	4
3.1.2. Morfología	4
3.1.3. Necesidades agroambientales	5
3.2. Densidades y rendimientos	8
3.2.1. Densidades.....	8
3.2.2. Rendimientos	9
3.3. Técnicas de cultivo, ciclo, material vegetal, recolección y comercialización	9
3.3.1. Técnicas de cultivo	9
3.3.2. Ciclo del cultivo	13
3.3.3. Material vegetal y cultivares.....	14
3.3.4. Recolección, postcosecha y comercialización.....	17
3.4. Plagas, enfermedades y desórdenes fisiológicos	19
3.4.1. Plagas	19
3.4.2. Enfermedades	21
3.4.3. Desórdenes fisiológicos	24
4. BIBLIOGRAFÍA Y WEBGRAFÍA	25

Índice de figuras

Figura 1. Marco de plantación para 7 plantas/m ² . Fuente: Ferrer Martí y Salvador Palomo (1986) .	10
Figura 2. Ciclo del cultivo. Fuente: Elaboración propia.....	14
Figura 3. Variedad SAMOURAI® Meikatana. Fuente: www.meilland.com	15
Figura 4. Variedad Cherie FOLIES® Meizafare. Fuente: www.meilland.com	15
Figura 5. Variedad DONATELLA® - Meideliste. Fuente: www.meilland.com	15
Figura 6. Variedad SHAKIRA® 2020 Meiochieng. Fuente: www.meilland.com	16
Figura 7. Variedad BINGO® White Meilotrie. Fuente: www.meilland.com	16
Figura 8. Variedad Blanche ELEGANCE® Meiwhichic. Fuente: www.meilland.com	16

Índice de tablas

Tabla 1. Rendimientos esperados. Elaboración propia. Fuente: Flor Cortada UPM	9
Tabla 2. Niveles deseables de nutrientes en hoja. Elaboración propia. Fuente: Hasek, 1988	12

1. INTRODUCCIÓN

En el sector de la horticultura hay dos subsectores principales en el cultivo de las plantas ornamentales, como son la planta viva y la flor cortada, los cuales tienen un gran valor económico y generan una considerable cantidad de empleo por unidad de superficie.

Los dos subsectores tienen gran importancia dentro del cultivo en regadío, aunque el número de explotaciones dedicadas a ellos se ha reducido casi a la mitad, ya que sus productos no son considerados de primera necesidad, por lo que la situación económica actual en España hace que se vean afectados notoriamente.

La continuidad de las explotaciones para flor cortada se debe en gran parte al mercado internacional, aun con la gran competencia que suponen América y África, con buenas condiciones climáticas y menores costes de mano de obra y suministros.

Considerando todo ello, este sector puede que no sea muy arriesgado a la hora de invertir en cultivos ornamentales, teniendo en cuenta que gran parte del volumen de ventas español corresponde a productos importados.

El cultivo elegido para este proyecto ha sido una especie de flor de corte, la *Rosa* sp., de la que se desarrollarán distintas variedades. Se ha elegido esta especie de flor cortada por su gran aceptación entre los consumidores, sobre todo en ciertas celebraciones concretas, además de su alto valor ornamental y su posibilidad de adaptarse a la zona del proyecto y durar varios años en producción.

La rosa no es el cultivo más extendido en España, sin embargo, tiene una buena aceptación en todo el mundo por su belleza, por estar ligada a ciertas tradiciones y por moda, lo cual puede ser una gran oportunidad de inversión.

2. IMPORTANCIA DE MERCADO

La *Rosa* sp. es el segundo cultivo de flor cortada en cuanto a importancia y a superficie utilizada en España, siendo únicamente superado por el cultivo del clavel. Juntos, ambos cultivos representan en torno al 50 % de la producción total nacional. Además, la rosa es la flor cortada por excelencia, con muy buena conservación en florero.

Según la Federación Española de Asociaciones de Productores Exportadores de Frutas, Hortalizas, Flores y Plantas vivas (FEPEX), en las exportaciones durante el año 2022, la rosa supone casi un 14 % del valor en miles de euros de la flor cortada (8.278 de 60.333). Las exportaciones habían disminuido más del 40 % durante el periodo 2018-2022, en parte debido a la crisis de la covid-19, pero durante 2023 y 2024 las cifras han ido recuperándose tras los valores del 2022.

Por otra parte, en las importaciones del 2022, la rosa supone aproximadamente un 37 % del valor en miles de euros (48.959 de 130.795). Estas han ido aumentando desde 2018, salvo una ligera bajada que hubo entre 2020 y 2021 por la pandemia de la covid-19.

Las fechas hacia las que se conduce la cosecha de los cultivos de rosa son las fiestas de fin de año, San Valentín, marzo-abril (Sant Jordi en Cataluña) y mayo-junio, con celebraciones como el Día de la Madre, o bodas, bautizos y comuniones con la llegada del verano.

3. ESPECIE ROSA SP. PARA FLOR DE CORTE

3.1. Taxonomía, morfología y necesidades agroambientales

3.1.1. Taxonomía

La rosa comprende más de 200 especies nativas del hemisferio norte, desconociéndose la cantidad real de estas por el gran número de hibridaciones, pero podrían existir hasta unas 40.000 variedades. Hoy en día, las variedades comerciales de rosa son híbridos de especies ya desaparecidas.

- Reino – Plantae
- División – Magnoliophyta
- Clase - Magnoliopsida
- Orden – Rosales
- Familia – Rosaceae
- Tribu - Roseae
- Género – Rosa

3.1.2. Morfología

El rosal es una planta arbustiva, en ocasiones trepadora, con un tallo normalmente espinoso que alcanza los 2 – 5 m de altura.

Tallo

Los tallos son semileñosos, casi siempre erectos (en ocasiones rastreros), de textura mayoritariamente rugosa y escamosos, con notables formaciones epidérmicas de distintas formas, estípulas persistentes y bien desarrolladas (espinas).

Hoja

Las hojas pueden ser perennes o caducas, pecioladas, compuestas e imparipinnadas, con 5 – 11 folíolos de margen aserrado. Suelen presentar glándulas anexas, odoríferas o no, sobre los márgenes.

Flor

Por la gran cantidad de hibridaciones, hay flores de diversas formas y características. Generalmente, son hermafroditas, con simetría radial, perianto bien desarrollado y se disponen solitariamente o en inflorescencias en corimbo.

Fruto

Se conoce como cinorrodon y es un poliaquenio en un receptáculo carnoso, oval y de color rojizo en su madurez.

3.1.3. Necesidades agroambientales

Temperatura

El rosal se considera exigente en temperaturas elevadas, las cuales varían según el estado vegetativo de la planta. La fase crítica es el inicio y el crecimiento de los brotes, en la que la falta de temperatura puede producir tallos ciegos y botones florales deformes.

Durante el forzado invernal es conveniente aumentar las temperaturas nocturnas en las fases de brotación de las yemas y hasta la diferenciación floral. Durante las fases terminales de la flor, se disminuirán, manteniéndose las diurnas al nivel óptimo posible para no perjudicar la coloración de la flor y la longitud del tallo.

Al superarse los 45 °C la planta sufre daños y nos es aconsejable pasar de los 30 °C, ya que causan alteraciones fisiológicas negativas para el cultivo. Las temperaturas óptimas, que dependen de la iluminación, son de 21 – 24 °C por el día y 15 – 16 °C por la noche, aunque ciertos cultivares se desarrollan bien a 13 °C (Samantha, Sonia, etc.). Las mínimas que pueden ser letales son -1 °C durante el crecimiento y de -17 °C -20 °C durante el reposo invernal.

Para poder vegetar necesita mínimas de 5 – 6 °C, 12 – 14 °C para formar el botón floral y más de 14 °C para producirse la fecundación (Bensa, 1986).

La temperatura a la que se encuentra el suelo es importante, pues estando a 17,5 °C aumenta la longitud del tallo y disminuye el crecimiento radicular. Con 22,5 °C el diámetro de las raíces es aproximadamente la mitad del de las que han crecido a 13,5 °C (Daza, 1989).

Los sistemas de calefacción pueden tener dos objetivos: por un lado, evitar los daños por bajadas bruscas de temperaturas y, por otro, favorecer el desarrollo del cultivo para producir flor todo el año.

El calor puede ser aplicado con generadores de aire caliente, de coste bajo-medio y buena uniformidad de distribución del calor, pero podrían disminuir la humedad ambiental o generar quemaduras por contacto del aire caliente con la planta. Utilizar agua caliente en tuberías calefactoras en el suelo se aconseja al calentar primero la zona radicular del cultivo.

El controlar las altas temperaturas se puede hacer mediante sombreados, ventilación y humidificación. La ventilación estática (a través de los laterales y cubierta del invernadero) es adecuada, aunque se aconseja más la dinámica (mediante extractores). En los sistemas evaporantes (fog-system, mist-system, etc.) cierta cantidad de agua es puesta en contacto con el aire del invernadero para saturarlo. Además, está el cooling-system, formado por un panel de viruta humedecida continuamente por la que pasa el aire con ayuda de extractores y entra en el invernadero como vapor de agua, siendo de gran eficacia.

Humedad relativa

Durante la brotación de las yemas y el crecimiento de los brotes, es recomendable una humedad relativa alta de 80 – 90 % para estimular el crecimiento, estabilizándola después a 70 – 75 %.

Bajar del 60 % puede producir ciertos problemas fisiológicos en determinados cultivares: deformación de botones, hojas poco desarrolladas, vegetación podre, caída total de hojas, etc. Por otra parte, altos porcentajes de humedad relativa pueden favorecer el desarrollo de enfermedades.

En las partes del día más cálidas, cuando hay menos humedad, esta se puede incrementar aplicando agua sobre la vegetación (nebulización), dando riegos

cortos y frecuentes, etc. Para reducirla, si es elevada, se hará ventilando el invernadero.

Iluminación

Su nivel se relaciona directamente con la producción de rosal, por lo que hay mayor rendimiento en primavera que en otoño.

En lo referente al periodo de floración, el rosal no muestra un fotoperiodismo determinado, por lo que las rosas pueden producirse todo el año sin variar de forma artificial la duración del día y la noche. Lo ideal es que a 20 – 22 °C la radiación solar sea de 680 $\mu\text{E}/\text{m}^2\cdot\text{s}$.

En zonas con baja iluminación el color de la flor es menos brillante, hay mayor posibilidad de desarrollos fúngicos y la vegetación es más dificultosa. En países con este problema, la aplicación de luz suplementaria mejora estos aspectos.

CO₂

La concentración normal en el aire es aproximadamente de 335 ppm, demasiado baja para conseguir la máxima actividad fotosintética, puesto que hay una competencia entre CO₂ y O₂ atmosféricos para ser fijados. La concentración normal de O₂ en el aire (21 %) inhibe la absorción del anhídrido carbónico por la planta, aumentando la fotorrespiración, que implica una pérdida neta de CO₂.

La concentración máxima de CO₂ en el invernadero se consigue al final de la noche o al amanecer, bajando paulatinamente hasta los mínimos al mediodía, a pesar de ventilar.

Gran número de autores han demostrado que enriquecer el invernadero con CO₂ favorece al rosal, aumentando el número de flores y peso seco, que se sitúan entre un 20 – 30 %. Además, incrementa ligeramente la longitud de la vara floral y aporta algo de precocidad. No obstante, no se ha apreciado influencia en el número de hojas.

El CO₂ debe aplicarse desde el inicio del día hasta poco después del mediodía. Su aporte está ligado a la temperatura, la humedad relativa y la iluminación, siendo una dosis aconsejable rondar las 800 ppm.

En invernaderos con calefacción, los humos de la caldera pueden ser utilizados para la fertilización carbónica. Sin embargo, cuando esta no es necesaria, hay equipos concretos para producir CO₂, como quemadores de consumo muy bajo,

hechos para funcionar a un ritmo lento de combustión y evitar que se forme CO y etileno, los cuales son perjudiciales para el cultivo.

Lo mejor para evitar posibles daños por contaminantes es usar CO₂ licuado o en forma de nieve carbónica (CO₂ puro de alto coste), con la ventaja de que, al sublimarse, puede disminuir la temperatura del invernadero durante los momentos de máxima insolación.

Suelo

El rosal no es muy exigente en suelos, aunque prefiere los medianamente compactos, fértiles, frescos y con una cantidad moderada de caliza activa, sin superar el 10 %.

Según el injerto, el pH óptimo para rosas injertadas sobre *Rosa canina* es de 6 – 7 y sobre *Rosa indica* ‘Major’ es de 7 – 7,5 (Tesi, 1989). Para adecuar la planta al terreno se aplican técnicas culturales concretas y se selecciona el portainjerto que mejor se adapte al terreno.

Aunque el rosal es medianamente resistente a la salinidad (máximo 3 dS/m en el suelo), un exceso de las sales totales reduce los rendimientos y puede manifestarse mediante quemaduras en el borde de las hojas.

Otra opción es el cultivo en sustrato, como la lana de roca, que ayuda a automatizar e informatizar el riego y la fertilización, controlar la calefacción en las raíces y asegura el crecimiento de las plantas. Sin embargo, es un procedimiento caro por el sistema de fertirrigación controlado por ordenador.

3.2. Densidades y rendimientos

3.2.1. Densidades

En rosal, las densidades de plantación van de 6 a 9 plantas/m² en invernadero, pero la más frecuente es 7 plantas/m² y es la que será utilizada en el proyecto.

Las plantas suelen disponerse en líneas pareadas distanciadas a 35 – 40 cm, con separación entre plantas de la misma línea de 15 – 20 cm. Según la densidad elegida, los pasillos tienen un ancho de 100 – 120 cm. Además, también pueden hacerse plantaciones de líneas simples. En el caso de este proyecto, los pasillos serán de 100 cm de ancho, separando las líneas a 40 cm y las plantas de una misma línea estarán separadas a 20 cm.

Realización

Se planta el rosal a una profundidad en la que el injerto quede unos centímetros sobre el nivel del suelo. En los días consecutivos, y mientras no emita raíces nuevas, la humedad relativa debe ser alta (80 – 90 %) para aminorar la transpiración. Si no fuera posible mantener esas humedades, se recomienda poner túneles de polietileno sobre las plantas, que aceleran la brotación y que se retirarán al observarse los indicios de movida de las yemas.

Al plantar, las raíces no deberán quedar horizontales ni dobladas, para que se favorezca lo máximo posible la emisión de nuevas raíces. Justo después de la plantación, se deberá aplicar un riego abundante, para que el contacto del suelo con las raíces se favorezca lo máximo posible.

3.2.2. Rendimientos

Los rendimientos son aproximadamente los mostrados en la Tabla 1, según el grupo al que pertenezcan las variedades seleccionadas.

El número de recogidas de flor durante un año, en la rosa, se estima de 5 a 9. Además, el intervalo entre dos cortes (tiempo de “subida”) es:

- En invierno: 50 – 70 días para rosas grandes y 40 – 50 días para el resto.
- En verano: 35 – 45 días para rosas grandes y 30 – 35 días para el resto.

TABLA 1. RENDIMIENTOS ESPERADOS. ELABORACIÓN PROPIA. FUENTE: FLOR CORTADA UPM

Híbridos de Té (variedades tallo medio)	125 – 180 tallos/m ²
Híbridos de Té (variedades tallo largo)	80 – 100 tallos/m ²
Floribunda	150 – 200 tallos/m ²

3.3. Técnicas de cultivo, ciclo, material vegetal, recolección y comercialización

3.3.1. Técnicas de cultivo

Para cultivos en suelo destinados a la producción de flor cortada, las técnicas utilizadas son las siguientes.

Preparación del suelo

El suelo debe ser preparado para estar bien drenado, con un alto contenido en materia orgánica y en nutrientes, sin parásitos ni malas hierbas. Se debe hacer una labor de subsolado a unos 40 cm de profundidad como mínimo.

En el Anejo 4 se calcularán las dosis de abonado necesarias (potasio y fósforo) para las plantas del proyecto. Serán aplicadas cuando el terreno esté atemperado, con ayuda de un vehículo UTV y un apero con abonadora, y después se nivelará la superficie con un rodillo agrícola. Si se lleva a cabo un abonado de fondo, es necesario analizar previamente el suelo y, si se decide realizar con materia orgánica, debe estar compostado ya que, si no, la planta puede sufrir daños e incluso morir.

Es altamente recomendable la desinfección del suelo, sobre todo en suelos donde ya hubo rosa con anterioridad. Se puede realizar con calor, vapor de agua, o productos químicos autorizados. Concretamente, la biofumigación es un método muy efectivo y el que se espera realizar en este caso.

Por último, al ser un suelo bien drenado, no se considera necesaria la práctica común de preparar camas para la plantación, de unos 0,2 - 0,4 m de alto, con una distancia mínima de 0,5 m entre ellas.

Época de plantación

Puede realizarse en cualquier momento del año si la plántula viene en cepellón. En España, la mejor época a raíz desnuda es de junio a septiembre.

Tras recibir las plantas, deben plantarse pronto para que no se des sequen. Deben almacenarse en cámaras frigoríficas a 0 – 2 °C, sin corrientes de aire, durante dos o tres días antes, y sus raíces deben ser desinfectadas con fungicidas.

Si se hicieran las camas, sería recomendable hacer zanjas en ellas y cubrirlas de agua.

Las plantas se colocarán, con el punto de injerto a 5 cm por encima del suelo y, en este proyecto en concreto, las plantas se sitúan en dos hileras con un marco de plantación de 40 x 20 cm.

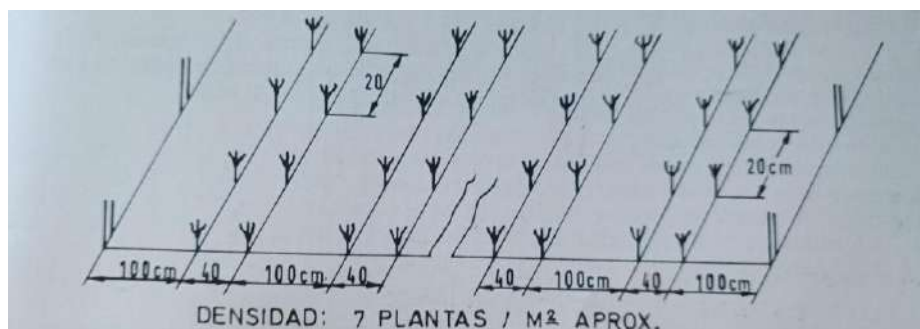


FIGURA 1. MARCO DE PLANTACIÓN PARA 7 PLANTAS/M². FUENTE: FERRER MARTÍ Y SALVADOR PALOMO (1986)

Poda de formación de la planta

Hay más de un tipo de conducción para la formación de la planta:

- Tradicional o de porte alto: dejar que desarrollen flor las primeras brotaciones y después cortar sobre la primera hoja de cinco foliolos (hoja verdadera) desde el ápice a la base. Así se favorece la brotación de al menos tres yemas. Finalmente, estas nuevas brotaciones se cortarán dejando dos o tres yemas.
- Doblado-porte bajo: doblar los tallos débiles o ciegos para aumentar la parte vegetativa de la planta y, por lo tanto, su capacidad fotosintética, producción y calidad. Tras desarrollarse el primer brote, se dejan los tallos débiles lignificar. Después, se doblan a la altura de las hojas que se encuentran a 4 – 8 cm de la base del tallo, el cual debe quedar unido a la planta mientras esté sano.

En este caso se ha elegido la tradicional.

Entutorado

Se va realizando según crece el cultivo. Se utilizan postes de aluminio sujetos con nailon, que se colocan en los extremos de las camas.

Poda de mantenimiento

Con ella se regula el rendimiento y se busca que la planta tenga un desarrollo foliar vigoroso y adecuado, que esté bien aireada y que reciba suficiente luz

Es importante no hacerla sobre una yema localizada en una hoja de tres foliolos, porque de ser así no producirá flor.

Al tratarse de un cultivo convencional, se combinarán las técnicas del pinzamiento en verde y el d-shooting, según cómo vaya evolucionando el vigor y grosor del tallo.

El pinzamiento en verde hace que la planta pierda su dominancia apical y favorece la brotación de ramificaciones laterales. El d-shooting consiste en varios pinzados en el estadio de arveja, eliminando el botón. Tras ello, cerca brotará una yema lateral que se eliminará (dejando en el tallo las hojas verdaderas) y, así, se repetirá el proceso varias veces. El tiempo que se tarda en cortar es 30 días. Con este método, la planta tendrá un desarrollo muy rápido de la yema.

Desbotonado

Para conseguir una flor de alta calidad por tallo se realiza el desbotonado, que es la eliminación de la yema que se encuentra en la axila de la primera hoja de cinco foliolos desde el extremo, pues las yemas de la mitad inferior del tallo darán flores con tallo largo.

Riego

Los riegos deben ser frecuentes y de corta duración para evitar el encharcamiento. Más adelante, en el próximo anejo, se calcularán las necesidades del cultivo.

La falta de agua puede generar brotaciones menos vigorosas, disminución del área foliar, mayor posibilidad de desequilibrios nutricionales y problemas por exceso de sales. Sin embargo, el exceso de agua provoca clorosis y defoliación.

Fertirrigación

Se fertiliza a través del riego, empezando durante la brotación (cuando hay ya un par de hojas en el brote), teniendo en cuenta el abonado de fondo. Además, es recomendable controlar el pH, la CE, y realizar análisis foliares. El pH debe regularse teniendo en cuenta la naturaleza de los fertilizantes. Si éste tiende a aumentar, la aplicación de sulfato de hierro da buenos resultados.

Para los niveles deseables de nutrientes de la Tabla 2 se toman como referencia los de la primera hoja totalmente madura que hay bajo la flor.

TABLA 2. NIVELES DESEABLES DE NUTRIENTES EN HOJA. ELABORACIÓN PROPIA. FUENTE: HASEK, 1988

Macroelementos	Niveles deseables (%)
Nitrógeno	3,00 – 4,00
Fósforo	0,20 – 0,30
Potasio	1,80 – 3,00
Calcio	1,00 – 1,50
Magnesio	0,25 – 0,35
Microelementos	Niveles deseables (ppm)
Zinc	15 – 20
Manganeso	30 – 250
Hierro	50 – 150
Cobre	5 – 15
Boro	30 – 60

Para aportar nitrógeno, el nitrato amónico (NH_4NO_3) ya no puede aplicarse, por lo que ha de usarse sulfato de amonio ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$), aunque cabe destacar que es

altamente ácido. El potasio como nitrato de potasio (KNO_3), el fósforo como ácido fosfórico (H_3PO_4) o fosfato monopotásico (KH_2PO_4) y el magnesio como sulfato de magnesio (MgSO_4).

Un nivel insuficiente de cualquier elemento esencial podría provocar un descenso del crecimiento y menor cantidad y calidad de flores.

En el Anejo 4 y el Anejo 7 se harán los respectivos cálculos de las necesidades del cultivo, que también pueden consultarse en esta memoria en la Tabla 8 y Tabla 9.

Ventilación y enriquecimiento en CO_2

El nivel de CO_2 limita el crecimiento de la planta y, por ello, en invierno, cuando las temperaturas a primera hora de la mañana son bajas y no es conveniente la ventilación, se debe aportar CO_2 a una dosis recomendable que ronde las 800 ppm para un buen crecimiento.

Además, se deben tener en cuenta los requerimientos de humedad relativa elevada, regulándose mediante ventilación y nebulización, o humedeciendo los pasillos durante las horas más cálidas del día.

3.3.2. Ciclo del cultivo

El rosal tiene una vida media de 7 años con flores de calidad, pero siempre depende del tipo de explotación y necesita un reposo vegetativo anual. Se puede realizar una “producción a fechas”, es decir, dirigiendo la producción a fechas concretas como El Día de la Madre, San Valentín o Navidad. En este caso, teniendo en cuenta las temperaturas de la zona, se decide realizar un ciclo centrado en producir en invierno, para conseguir flores de mayor calidad que puedan venderse a mejor precio, aunque el rendimiento de las plantas produciendo en esta época sea menor.

El primer año, se inicia la plantación el 20 de febrero, dejando que tenga lugar el desarrollo vegetativo hasta finales de mayo. Después, da comienzo la floración, teniendo lugar al mismo tiempo el corte y la recolección, hasta que en julio del 2º año empieza la fase de reposo vegetativo. A finales de agosto, arranca de nuevo el desarrollo vegetativo y, en noviembre, vuelve la floración, con el corte y la recolección,

Para las seis variedades seleccionadas, el ciclo de cultivo será el mostrado en la Figura 1.

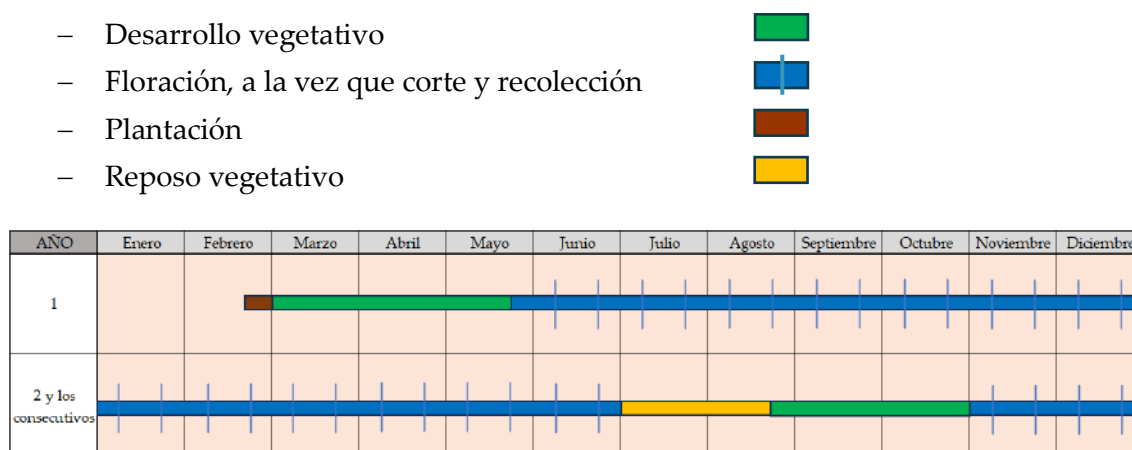


FIGURA 2. CICLO DEL CULTIVO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

3.3.3. Material vegetal y cultivares

Las cualidades de las rosas para corte, según los gustos y exigencias del mercado en cada momento, son normalmente:

- Tallo: largo y rígido, de 50 – 70 cm, según zonas de cultivo y cultivares.
- Hojas: verde brillante.
- Flores: apertura lenta, buena conservación en florero.
- Floración: buenos rendimientos por m².
- Buena resistencia a las enfermedades.
- Posibilidad de ser cultivados a temperaturas más bajas, en invierno.
- Aptitud para el cultivo sin suelo.

La clasificación de los principales cultivares es la siguiente:

- Rosas grandes (80% de la producción).
 - Rojas (40 – 60 % de la demanda)
 - Rosas (20 – 40 % de la demanda)
 - Amarillas (en aumento)
 - Naranjas (en aumento)
 - Blancas (demanda menor que las rojas y las rosas)
 - Bicolores
- Multiflores (spray): Mini (diferentes colores), Golden Mini (amarillo), Lidia (rosa), Nikita (rosa).

Variedades seleccionadas

Las variedades que se han seleccionado para este proyecto son 6 en total:

- SAMOURAI® Meikatana: color rojo intenso, con 35 - 40 pétalos por flor, vida en vaso de 10 - 12 días, unas 140 - 170 flores/m² al año y longitud de vara de 80 - 90 cm.



FIGURA 3. VARIEDAD SAMOURAI® MEIKATANA. FUENTE: WWW.MEILLAND.COM

- Cherie FOLIES® Meizafare: color rojo oscuro, con 50 - 70 pétalos por flor, vida en vaso de 10 - 12 días, unas 110 - 130 flores/m² al año y longitud de vara de 55 - 80 cm.



FIGURA 4. VARIEDAD CHERIE FOLIES® MEIZAFARE. FUENTE: WWW.MEILLAND.COM

- DONATELLA® - Meideliste: color rosa salmón, de fragancia intensa-damasco, no susceptible a enfermedades, con rebrote notable y segundo rebrote abundante, con longitud de vara de 80 - 100 cm.



FIGURA 5. VARIEDAD DONATELLA® - MEIDELISTE. FUENTE: WWW.MEILLAND.COM

- SHAKIRA® 2020 Meiochieng: color rosa fucsia, con 30 - 35 pétalos por flor, vida en vaso de 10 - 12 días, unas 200 - 220 flores/m² al año y longitud de vara de 60 - 70 cm.



FIGURA 6. VARIEDAD SHAKIRA® 2020 MEIOCHIENG. FUENTE: WWW.MEILLAND.COM

- BINGO® White Meilotrie: color blanco con hojas verde oscuro, de fragancia media – anís, vida en vaso de 11 - 13 días, unas 180 - 200 flores/m² al año y longitud de vara de 70 - 80 cm.



FIGURA 7. VARIEDAD BINGO® WHITE MEILOTRIE. FUENTE: WWW.MEILLAND.COM

- Blanche ELEGANCE® Meiwhichic: color blanco amarillento, con 56 - 60 pétalos por flor, vida en vaso de 14 - 18 días, unas 180 flores/m² al año y longitud de vara de 50 - 65 cm.



FIGURA 8. VARIEDAD BLANCHE ELEGANCE® MEIWHICHIC. FUENTE: WWW.MEILLAND.COM

3.3.4. Recolección, postcosecha y comercialización

Recolección

Se suele llevar a cabo en diferentes estadios de la planta, dependiendo de la época de recolección. Se debe realizar a primera hora de la mañana o a última de la tarde.

En condiciones de alta luminosidad durante el verano, la mayoría de las variedades se cortan cuando los sépalos del cáliz son reflejos y los pétalos aún no se han desplegado. Sin embargo, durante el invierno se hace estando más abiertas, pero con los dos pétalos exteriores sin desplegarse.

En el caso de cortarse demasiado inmaduras, las cabezas se pueden marchitar y la flor no se endurece, por la falta de lignificación de los vasos conductores del pedicelo. Siempre debe dejarse el tallo tras el corte con 2 - 3 yemas que correspondan a hojas completas. Si se corta muy pronto, pueden surgir problemas de cuello doblado por la insuficiente lignificación de los tejidos vasculares del pedúnculo floral.

Postcosecha

En ella intervienen varios factores. Cada variedad tiene un punto de corte distinto y, por lo tanto, el nivel de madurez en el que se encuentren el botón y el pedúnculo será decisivo para la evolución de la flor cortada.

Después, los factores que pueden afectar en la marchitez son: dificultad de absorción y desplazamiento del agua por los vasos conductores, incapacidad de retención de agua del tejido floral y variación de la concentración osmótica intracelular.

Los tallos cortados se deben sacar del invernadero lo antes posible para evitar la marchitez por transpiración de las hojas. Antes de formar los ramos, las flores se ponen en agua o en una solución nutritiva con 200 ppm de sulfato de aluminio o ácido nítrico y azúcar al 1,5 – 2 %, en una cámara frigorífica a 2 – 4 °C para que no proliferen bacterias. En el caso de usar sólo agua, esta debe ser cambiada a diario.

Cuando las flores se sacan del almacén, se le quitan las hojas y espinas de parte inferior del tallo. A continuación, los tallos se clasifican según sus longitudes, desechando los curvados o deformados y las flores dañadas.

La clasificación por longitud de tallo se puede hacer manualmente o de forma mecanizada, gracias a numerosas procesadoras de rosas que realizan el calibrado con varias seleccionadoras para los distintos largos, reduciendo así la mano de obra.

Finalmente se procede a la formación de ramos de 20 – 30 rosas de flor grande o 50 si son de flores pequeñas. Estos se enfundan en papel un film de plástico y se devuelven al almacén para un enfriamiento adicional a 4 – 5 °C antes de embalsarse en cajas de cartón para su transporte, ya que la rosa cortada necesita unas horas de frío antes de comercializarse.

Comercialización

Las rosas se clasifican en distintas calidades para comercializarse según la longitud de la vara y, aunque hay pequeñas variaciones en los criterios, suelen ser los siguientes:

Por una parte, la clasificación de las rosas de los grupos Grandiflora e Híbridos de té es:

- Calidad EXTRA: 90 – 80 cm
- Calidad PRIMERA: 80 – 70 cm
- Calidad SEGUNDA: 70 – 60 cm
- Calidad TERCERA: 60 – 50 cm
- Calidad CORTA: 50 – 40 cm

Por otra parte, la clasificación de las rosas del grupo Floribunda es:

- Calidad EXTRA: 60 – 50 cm
- Calidad PRIMERA: 50 – 40 cm
- Calidad SEGUNDA: 40 – 30 cm
- Calidad TERCERA: – 30 cm
- Calidad CORTA: menos de 30 cm

Se ha de tener en cuenta que una rosa de calidad EXTRA, además de cumplir con la longitud y consistencia del tallo, debe poseer un botón floral proporcionado, bien formado y el estado sanitario de tallo y hojas deben ser óptimos.

3.4. Plagas, enfermedades y desordenes fisiológicos

3.4.1. Plagas

Araña roja (*Tetranychus urticae*)

Ácaro diminuto de 0,5 mm en estado adulto, que se posa, se reproduce y genera todos sus daños en el envés de las hojas del rosal. Su desarrollo es favorecido por ambientes secos y cálidos, su poder reproductivo es elevado y, por lo tanto, su poder perjudicial.

El cuerpo es ovoide y globoso, posee cuatro pares de patas y carece de alas y antenas. Es ovíparo y sus huevos son de color amarillo pálido.

En cualquier momento del desarrollo de la plaga, se encuentran las fases de huevos, larvas, ninfas y adultos. Inverna bajo la forma de hembra adulta, refugiada principalmente en el suelo, durando el ciclo entre 10 y 12 días.

Las hojas afectadas, por el envés, toman un tono amarillo grisáceo, desprendiéndose rápidamente, defoliando y debilitando así la planta.

El éxito de sus tratamientos es difícil, ya que al cobijarse en el envés de las hojas, los productos líquidos carecen normalmente de eficacia si se emplean mojando las hojas. Es preferible tratar de abajo hacia arriba, o en polvo, con atomizador.

Para obtener un buen resultado, se deben aplicar como mínimo dos tratamientos con un intervalo de 8-10 días para combatir las distintas fases de su desarrollo, procurando alternar productos que sean de materia activa diferentes, por la gran capacidad que tienen de crear resistencia a los productos químicos.

Pulgones (*Macrosiphum rosae*)

Este pulgón es el que más ataca al rosal. En mayo aparecen las hembras aladas. Atacan principalmente a los brotes tiernos y botones florales, succionando la savia y provocando el típico enrollamiento de las hojas, debilitando la planta.

Por el ano segregan una melaza azucarada que mancha las hojas, adquiriendo aspecto brillante y las hormigas aparecen en busca de esta melaza como sustento.

En las zonas atacadas se aprecian restos blanquecinos de las distintas mudas realizadas por los pulgones hasta su madurez.

Sobre las zonas en las que está la melaza, aparece el hongo llamado Negrilla (*Fumago* sp.), sin daños, sólo aparentando que se han depositado residuos de humo.

Con los productos apropiados, especialmente sistémicos, no oponen demasiada resistencia y se aconseja tratar tras los primeros síntomas para que desaparezcan en cuestión de unas horas.

[Trips \(*Trips fuscipennis* Hal, específico del rosal\)](#)

Consume principalmente las flores. Por lo general, las larvas están presentes en los cultivos decorativos de mayo a septiembre. La hembra inverna a partir de noviembre, en los desechos y en el suelo, reaparece al final del invierno, poniendo huevos a partir de febrero.

El varón es de color amarillo-marrón y la hembra únicamente marrón. Los adultos miden 1,2 – 1,6 mm de longitud y las larvas son blancas o amarillo claro. En invernadero, incluso calentado, las hembras tienen un período de invernación obligatorio a partir de noviembre, reapareciendo a principios de la primavera.

Lo mejor para tratarlos es el uso de un insecticida sistémico.

[Mosca blanca \(*Trialeurodes vaporariorum*\)](#)

Insecto muy común en cultivos hortícolas y ornamentales, mide más o menos 1,5 mm, es de color blanco y tiene cuatro alas. Se sitúa en el envés de las hojas, donde también se reproduce y segrega melaza, dando lugar a que aparezcan hongos.

Para observarlas, es suficiente con remover las hojas y ver revolotear las pequeñas moscas como puntos blancos.

Es difícil realizar tratamientos por los distintos estados de la plaga. Por ello, deben darse dos tratamientos con un intervalo de 7 días. Es fácil combatir los adultos, pero no las larvas con su especie de caparazón protector.

[Nematodos](#)

En ocasiones, los síntomas de los rosales, como un decaimiento extraño, pérdida de vigor y amarillez en las hojas, pueden deberse a nematodos. Son gusanos microscópicos de 0,3 a 1 mm que viven picando las raíces, pudiendo formar en ellas agallas o simplemente atacándolas y dañándolas hasta necrosarlas,

Es fácil identificar su presencia en el suelo, tomando una muestra de tierra y raíces para analizarla en un laboratorio especializado y dar con el grado de infección en individuos por gramo de tierra seca.

Los tratamientos más eficaces son las desinfecciones antes de la plantación, con personal especializado. En cultivo, los tratamientos deben ser menos potentes, por su alta toxicidad.

3.4.2. Enfermedades

Verticilosis (*Verticillium dahliae*)

Es un hongo ascomiceto capaz de vivir en el suelo durante mucho tiempo y en condiciones adversas. Penetra por la raíz de la planta y pasa a los vasos conductores, de donde cuesta erradicarlo, por lo que debe prevenirse su entrada desinfectando el suelo.

En la rosa su identificación es dificultosa ya que no se oscurecen los vasos vasculares. La marchitez por este hongo es favorecida por suelos con elevada humedad y temperatura de entre 21 °C y 27 °C. Los síntomas más comunes son clorosis y necrosis foliar prematura, y la decoloración en raíces y tallos. Más adelante, la planta se marchita.

El tratamiento químico es complicado con los hongos vasculares, por lo que es más aconsejable desinfectar los suelos y eliminar inmediatamente las plantas afectadas.

Oidio (*Sphaerotheca pannosa*)

Es la enfermedad más común en las plantas de rosal, dejando las partes atacadas con un polvo que muchos denominan como “Ceniza”. Este hongo ataca las espinas por la base, los tallos en las zonas más tiernas, las hojas más jóvenes en toda su área y se adueña del botón antes de abrir los pétalos, empeorando por completo su aspecto y perdiendo color con postulaciones blanquecinas.

Los hongos comienzan a desarrollarse por encima de los 10 °C, siendo ideales los 20-25 °C con humedad elevada.

Los tratamientos que dan un mejor resultado son los preventivos frecuentes con productos sistémicos, empezando en invierno, tras la poda. Las hojas y ramas podadas deberán destruirse quemándose y, a continuación, las plantas se tratarán con desinfectantes.

Mildium (*Peronospora sparsa*)

Provoca severas defoliaciones y graves debilitamientos en las plantas cuando la climatología es favorable a su desarrollo. Los síntomas son muy distintos a los del Oidio. Ataca a hojas jóvenes y viejas, donde se desarrollan pequeñas manchas de color púrpura, pasando después a un color más oscuro y produciendo su caída. Cuando aparece la enfermedad, las hojas caen tras 4 – 5 días y la planta tarda un par de meses en recuperarse.

Sólo se desarrolla en días de mucha humedad, nublados y con poco viento. Esto implica mayor peligro en cultivos bajo invernadero. No se desarrolla por debajo de 5 – 6 °C, ni por encima de 27-28 °C, ni con humedad ambiental baja.

Para realizar tratamientos, los productos pueden asociarse con los del Oidio.

Mancha negra (*Marsonia rosae*)

Ataca las hojas más adultas, es decir, las de la parte baja de la planta. Al aparecer, se nota como una gota de agua parda oscura que se va agrandando, llegando a tener 1 cm. El color de la hoja pasa a ser más claro y al poco tiempo se desprende una tras otra, hasta defoliar la parte baja del rosal.

La humedad ambiental, las suaves temperaturas y el clima benigno son ideales para el desarrollo de este hongo.

Con los tratamientos para el Oidio y el Mildium, se evita su desarrollo, aunque también hay productos específicos muy eficaces. Cuando aparecen hojas atacadas, lo mejor es recogerlas o arrancarlas y destruirlas, tratando después la planta y el suelo para dificultar que se desarrolle de nuevo.

Podredumbre gris (*Botrytis cinerea*)

Se da a menudo en cultivos protegidos. Se producen necrosis extensas en los tallos y brotes.

Las flores pasadas son un medio idóneo donde se condensa un polvo gris que causa la enfermedad. El ambiente húmedo y la falta de viento con temperatura suave facilitan su desarrollo.

Los tratamientos con fungicidas para otros ataques evitan casos aislados en rosales al aire libre, aunque también hay productos específicos.

Roya (*Phragmidium mucronatum*)

La roya del rosal es un hongo patógeno que se desarrolla solo en los rosales. Aparecen manchas estrelladas de color marrón amarillento y negro en la parte superior de las hojas, que se pueden extender rápidamente. Genera una caída prematura del follaje hasta defoliar la planta a finales de verano y los tallos también pueden sufrir el ataque.

La humedad favorece su propagación y, al no tener otros hospederos, inverna en el follaje de la planta afectada.

Se abona con un fertilizante rico en potasio para prevenir la infestación, se elimina el follaje caído al suelo y se descabezan radicalmente las plantas, asegurándose de que estén bien aireadas y se puedan secar debidamente. Al aparecer las primeras manchas, se deben tratar de inmediato las plantas para detener la propagación de la enfermedad.

Bacteriosis (*Agrobacterium tumefaciens*)

La bacteria accede a la planta por heridas y no persiste en los tejidos infectados más de una temporada, pero el plásmido se replica y se trasloca a toda la planta.

La enfermedad se caracteriza por tumores de forma y tamaño variables en el cuello y en las raíces principales de la planta, así como tumores secundarios en las ramas. Estos obstruyen el flujo xilemático y el floemático, produciendo un decaimiento, y la muerte de la planta tras tres o cuatro años. Su presencia hace la planta más sensible a otros microorganismos patógenos.

Como todas las bacteriosis, esta es favorecida por el calor y la humedad, con una temperatura óptima del suelo de 25 °C con un pH de 6,8 aunque soportan hasta 8,4, y una humedad relativa entre el 70-80%

El tratamiento químico es poco útil, siendo mejor la prevención y eliminar las plantas infectadas.

Virus del Mosaico del Rosal (RMV)

Aunque raramente acaban con la planta, afectan a su vigor y el número de varas florales. Los síntomas suelen presentarse como mosaicos en las hojas, en forma de clorosis anulares de distinta intensidad, con decoloración de las nerviaciones principales y deformaciones de las nuevas hojas. Estas alteraciones se ven con más intensidad en primavera y otoño. Las flores no suelen presentar decoloraciones, pero retrasan su aparición, pudiendo salir deformadas.

La única forma de control es usar material vegetal sano, retirar y destruir las plantas infectadas y controlar los vectores de propagación de las virosis.

3.4.3. Desórdenes fisiológicos

Caída de hojas

Por una parte, cualquier cambio brusco en el crecimiento puede generar cierta defoliación. El área que rodea los peciolo se expande rápidamente, aumentando el diámetro del tallo en ese punto. No obstante, la base de los peciolo que no presentan tejido meristemático no puede expandirse, rompiendo así el tejido del peciolo haciendo caer la hoja.

Por otra parte, las enfermedades que hacen producir etileno también pueden generar la defoliación. Al igual que se produce con la presencia de gases como el dióxido de azufre y el amoníaco.

Tallos ciegos

Aquellos tallos que no llegan a desarrollar flor por falta de iluminación o por la exposición a altas temperaturas durante el crecimiento.

Pétalos oscuros

El oscurecimiento de los pétalos externos puede suceder por una alta irradiación solar.

Cuello doblado o cabeceo

Tiene lugar al cortarse el pimpollo demasiado cerrado, debido a la falta de lignificación de los tejidos vasculares del pedúnculo.

Distorsión y enroscamiento de hojas y tallos jóvenes

Puede suceder a consecuencia de frecuentes fitotoxicidades originadas por el uso de los herbicidas.

4. BIBLIOGRAFÍA Y WEBGRAFÍA

El cultivo de la rosa. (s. f.). Recuperado 24 de mayo de 2023, de https://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_rosa.asp

Klehmkuhl. (2020, 17 febrero). Roya del Rosal. Recuperado 25 de mayo de 2023, de <https://www.compo.es/consejos/retratos-de-plagas/enfermedades/roya-del-rosal>

Carlos. (2021, 29 abril). Las enfermedades más comunes del Rosal - FERTIHOUSE, la mejor línea de fertilizantes para todo tipo de plantas. Recuperado 25 de mayo de 2023, de <https://www.fertihouse.es/las-enfermedades-mas-comunes-del-rosal>

Exportación/Importación española de flores y plantas - Datos del sector - FEPeX. (s. f.). Recuperado 25 de mayo de 2023, de <https://www.fepex.es/datos-del-sector/exportacion-importacion-esp%C3%B1ola-flores-plantas>

fbustos@yc.cl. (2017, 12 octubre). Manual completo para cultivar rosas. incluye PDF - PortalFruticola.com. Recuperado 30 de mayo de 2023, de <https://www.portalfruticola.com/noticias/2016/03/19/manual-completo-para-cultivar-rosas-incluye-pdf/>

Vivero Berlín | Vivero Productor Mayorista&Minorista. (s. f.). Recuperado 30 de mayo de 2023, de <https://www.viveroberlin.com.ar/>

Meilland International. (2019, 16 abril). Cut Flowers and Florist Roses varieties • MEILLAND International. MEILLAND International. <https://meilland.com/en/cut-flowers-and-florist-roses-varieties/>

Rosales Ferrer. (s. f.). Recuperado 22 de mayo de 2024, de <https://www.rosalesferrer.com>

Hebrero López, Andrea (2021). Proyecto de una explotación de 10.000 m² para producción de flor cortada bajo invernadero en Añoover de Tajo (Toledo). Proyecto Fin de Carrera / Trabajo Fin de Grado, E.T.S. de Ingeniería Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas (UPM), Madrid.

Vidalie, H. (2001). Producción de flores y plantas ornamentales (3.a ed.). Ediciones Mundi-Prensa. (Obra original publicada 1983)

Ferrer Martí, F., & Salvador Palomo, P. J. (1991). EL ROSAL: Manual del buen aficionado. Ediciones Mundi-Prensa.

Ferrer Martí, F., & Salvador Palomo, P. J. (1986). La producción de rosas en cultivo protegido. Universal Plantas, S. A.

Bañón Arias, S., Cifuentes Romo, D., Fernández Hernández, J. A., & González Benavente-García, A. (1993). Gerbera, liliun, tulipán y rosa. Ediciones Mundi-Prensa.

College of Agriculture and Life Sciences, North Carolina State University, Raleigh. (1992). Introduction to Floriculture (2a edición). Roy A. Larson.

ANEJO IV

MANEJO DE LOS CULTIVOS

GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA,
ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS

Índice de contenido

1. CORRECCIÓN DEL SUELO	3
1.1. Estado actual del suelo	3
1.2. Abonado de fondo	3
1.2.1. Cálculo de dosis	4
1.2.2. Procedimiento del abonado de fondo	5
1.3. Plan de fertirrigación	5
1.4. Cálculo de necesidades nutricionales	6
1.5. Dosis a inyectar en el riego mensualmente	7
1.6. Productos recomendados y compatibilidades.....	7
1.7. Productos a inyectar mensualmente	8
1.8. Tanques de fertirrigación.....	9
1.8.1. Tanque A:	9
1.8.2. Tanque B:	9
1.8.3. Tanque C:	9
1.8.4. Tanque D:.....	9
1.9. Dimensionado de tanques y concentraciones de productos.....	9
1.10. Enmienda orgánica.....	11
2. NECESIDADES HÍDRICAS.....	11
2.1. Cálculo de la ETo	11
2.2. Cálculo del Kc	13
2.3. Cálculo de la ETc	13
3. DISEÑO AGRONÓMICO	14
3.1. Necesidades netas de riego (Nn)	14
3.2. Fracción de lavado (FL)	14
3.3. Necesidades brutas de riego (Nb).....	15
3.4. Calendario de riego.....	16
3.5. Sectorización de la parcela	17
4. SANIDAD VEGETAL.....	18
4.1. Control de plagas	18
4.1.1. Métodos culturales	18
4.1.2. Métodos biológicos.....	18
4.1.3. Métodos químicos	22

4.2. Control de enfermedades	24
4.2.1. Métodos culturales	24
4.2.2. Métodos biológicos.....	24
4.2.3. Métodos químicos	25
5. BIBLIOGRAFÍA Y WEBGRAFÍA	28

Índice de figuras

Figura 1. Gráfica de ETo en mm/día. Fuente: CROPWAT.....	13

Índice de tablas

Tabla 1. Extracciones medias del rosal (g/m ² /año). Fuente: UPM	5
Tabla 2. Ejemplo de aportaciones (g/m ² /mes). Fuente: UPM	5
Tabla 3. Cantidades (kg/mes) a inyectar de cada producto. Elaboración propia	8
Tabla 4. Valores objetivo en la mezcla de riego (g/L). Elaboración propia.....	10
Tabla 5. Concentración madre (g/L en tanque). Elaboración propia.....	10
Tabla 6. L/día por mes a inyectar de la solución madre. Elaboración propia	10
Tabla 7. Cálculo de ETo en mm/día y mm/mes. Elaboración propia. Fuente: CROPWAT	12
Tabla 8. Cálculo del ETc del rosal. Fuente: Elaboración propia	13
Tabla 9. Necesidades brutas (mm/día) del rosal. Fuente: Elaboración propia	16
Tabla 10. Calendario de riego con l y tr. Fuente: Elaboración propia.....	17
Tabla 11. Fitosanitarios para el control de la araña roja. Fuente: MAGRAMA.....	22
Tabla 12. Fitosanitarios para el control del pulgón. Fuente: MAGRAMA.....	23
Tabla 13. Fitosanitarios para el control de los trips. Fuente: MAGRAMA	23
Tabla 14. Fitosanitarios para el control de la mosca blanca. Fuente: MAGRAMA	23
Tabla 15. Fitosanitarios para el control de los nematodos. Fuente: MAGRAMA	23
Tabla 16. Fitosanitarios para el control del oidio. Fuente: MAGRAMA.....	25
Tabla 17. Fitosanitarios para el control de la mancha negra. Fuente: MAGRAMA	26
Tabla 18. Fitosanitarios para el control de la mancha negra. Fuente: MAGRAMA	26
Tabla 19. Fitosanitarios para el control de la roya del rosal. Fuente: MAGRAMA	26

1. CORRECCIÓN DEL SUELO

1.1. Estado actual del suelo

El área total que se va a cultivar es de 6.000 m², repartiéndose de la siguiente manera:

- 1.200 m² de la variedad SAMOURAI® Meikatana
- 1.200 m² de la variedad Cherie FOLIES® Meizafare
- 1.200 m² de la variedad DONATELLA® Meideliste
- 1.200 m² de la variedad SHAKIRA® 2020 Meiochieng
- 600 m² de la variedad BINGO® White Meilotrie
- 600 m² de la variedad Blanche ELEGANCE® Meiwhichic

Los datos importantes a tener en cuenta para los cálculos y que se obtuvieron en el análisis del suelo del Anejo 1 son:

- Textura franca
- % CaCO₃ equivalente: 31,5 %
- pH: 8,3 (alto)
- Densidad aparente: 1,74 g/cm³
- Materia orgánica: 2,47 % (nivel aceptable para el cultivo)
- Nitrógeno total: 1,75 g/kg (nivel en el límite inferior aconsejable)
- Fósforo: 9,51 ppm (nivel bajo)
- Potasio: 106,8 ppm (nivel bajo)

1.2. Abonado de fondo

Se precisa un abonado de fondo para lograr valores más adecuados de potasio y fósforo. Los objetivos de este abonado son:

- Pasar de 106,8 ppm a 200 ppm de potasio en suelo.
- Pasar de 9,51 ppm a 40 ppm de fósforo en suelo.

El control del pH en la zona radicular, por las características del suelo, se deberá hacer mediante fertirrigación ácida, que se describirá más adelante. En suelos fuertemente calizos lo habitual es no “neutralizar” totalmente la caliza del suelo, sino mantener la zona radicular en condiciones más ácidas con fertirrigación ácida y usar prácticas que aumenten la disponibilidad de P y K.

Se va a realizar de 0,20 m de profundidad, con la ayuda de un rotovator, una abonadora de arrastre y una niveladora. Puesto que 1 ppm = 1 mg/kg, la masa de suelo tratada es:

$$\begin{aligned} \text{Masa tratada} &= Da \left(\frac{Mg}{m^3} \right) \cdot \text{profundidad}(m) \cdot \text{superficie}(m^2) \cdot 1.000 \\ &= 1,74 \cdot 0,2 \cdot 6.000 \cdot 1000 = 2.088.000 \text{ kg de suelo} \end{aligned}$$

Los objetivos en cuanto a cantidades de potasio y fósforo son:

- **K:** de 106,8 ppm a 200 ppm $\rightarrow \Delta K = 93,2 \text{ ppm}$.
K elemental requerido = $93,2 \text{ mg/kg} \times 2.088.000 \text{ kg} / 10^6 = 194,6 \text{ kg K}$.
En K_2O (factor 1,2047): $\approx 234,4 \text{ kg } K_2O$.
- **P:** de 9,51 ppm a 40 ppm $\rightarrow \Delta P = 30,49 \text{ ppm}$.
P elemental requerido = $30,49 \text{ mg/kg} \times 2.088.000 \text{ kg} / 10^6 = 63,7 \text{ kg P}$.
En P_2O_5 (factor 2,291): $\approx 145,9 \text{ kg } P_2O_5$.

Teniendo en cuenta que el pH inicial es alto (8,3), se recomiendan los productos:

- **Fósforo: MAP – fosfato monoamónico 11-52-0** (ligeramente acidificante, mejor que TSP/DAP en situaciones de pH alto).
- **Potasio: Sulfato potásico 0-0-50 (SOP)** (evita cloruros y aporta S).

1.2.1. Cálculo de dosis

Las dosis de MAP y de SOP necesarias son las siguientes:

- **MAP 11-52-0:** Se necesitan 145,9 kg P_2O_5

$$\frac{145,9}{0,52} = 280,5 \text{ kg de MAP}$$

Aporta 30,9 kg de N (11% de 280,5).

- **Sulfato potásico 0-0-50:** Se necesitan 234,4 kg K_2O

$$\frac{234,4}{0,50} = 468,9 \text{ kg de SOP}$$

Aporta 84 kg de S (si SOP ~18% S), lo que contribuye ligeramente a mejorar el pH.

Por lo tanto, por m²: se aplicarán 46,8 g/m² de MAP y 78,1 g/m² de SOP.

El N aplicado por el MAP (aproximadamente 5,1 g/m²) deja el suelo dentro de márgenes prudentes, pues el N total está en el límite inferior aconsejable.

1.2.2. Procedimiento del abonado de fondo

- 1- Distribución de los fertilizantes: con un reparto homogéneo.
- 2- Incorporación: pasar el rotovator para mezclar los 20 cm superiores sin crear suela. Se pueden hacer dos pasadas cruzadas si fuera necesario para una mayor homogeneidad.
- 3- Nivelación y riego de asiento: se pasa la niveladora y después se realiza un riego ligero para iniciar la disolución y evitar pérdidas por polvo.

1.3. Plan de fertirrigación

Las extracciones medias del rosál, según varios autores, para una densidad de 7pl/m² son, en g/m²/año, las que refleja la Tabla 1:

TABLA 1. EXTRACCIONES MEDIAS DEL ROSAL (G/M²/AÑO). FUENTE: UPM

Autores	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Vidalie	100	25	100
Daza	120	30	95
López	120	26-29	90-92
Equilibrio	1	0,25	1
	1	0,25	0,79
	1	0,22	0,75
	1	0,29	0,77

Un ejemplo de aportaciones, en g/m²/mes, es:

TABLA 2. EJEMPLO DE APORTACIONES (G/M²/MES). FUENTE: UPM

Periodos	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Octubre-Febrero	6,7	2,4	6
Marzo-Septiembre	13,4	4,8	12

Los objetivos del plan de fertirrigación son:

- Conseguir que el pH del suelo pase de 8,3 a 7,0 - 7,5.

- Mantener los niveles de nitrógeno total (0,1-0,3 %), fósforo (40 ppm) y potasio (200 ppm) conseguidos tras el abonado de fondo.
- Mantener niveles aceptables de calcio, y magnesio.
- Vigilar los niveles de salinidad y la relación de sodio en el suelo, pues el valor del SAR del agua es alto.
- Realizar la fertirrigación cumpliendo las necesidades nutricionales de las variedades elegidas durante las distintas etapas del ciclo del cultivo.

1.4. Cálculo de necesidades nutricionales

Teniendo en cuenta los distintos periodos del año:

- Oct–Feb (5 meses): $N = 6,7$, $P_2O_5 = 2,4$ y $K_2O = 6$ (en g/m²/mes).
- Mar–Sep (7 meses): $N = 13,4$, $P_2O_5 = 4,8$ y $K_2O = 12$ (en g/m²/mes).

Para los 6.000 m² se deben aplicar:

- $N = 763,8$ kg N / año
- $P_2O_5 = 273,6$ kg P_2O_5 / año
- $K_2O = 684,0$ kg K_2O / año

Y lo ya aportado en el abonado de fondo, según los cálculos previos, es:

- P_2O_5 aplicado en base: 46 kg (MAP).
- K_2O aplicado en base: 234 kg (SOP).
- N aportado por MAP (en base): 31 kg N

Por tanto, lo que queda por aportar por fertirrigación en el año (diferencia entre necesidades anuales y abonado de fondo) es:

- N vía fertirrigación: $764 - 31 = 733$ kg N/año.
- P_2O_5 vía fertirrigación: $274 - 146 = 128$ kg P_2O_5 /año.
- K_2O vía fertirrigación: $684 - 234 = 450$ kg K_2O /año.

1.5. Dosis a inyectar en el riego mensualmente

En los meses de octubre, noviembre, diciembre, enero y febrero:

- N: 40,2 kg/mes
- P_2O_5 : 14,4 kg/mes
- K_2O : 36,0 kg/mes

Por otro lado, en los meses de marzo, abril, mayo, junio, julio, agosto y septiembre:

- N: 80,4 kg/mes
- P_2O_5 : 28,8 kg/mes
- K_2O : 72,0 kg/mes

1.6. Productos recomendados y compatibilidades

Los productos principalmente recomendados para la fertirrigación son:

- Nitrato cálcico ($Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$, aprox. 15,5% N + Ca): Nitrato estable, aporta calcio que ayuda a mantener Ca en la rizósfera.
- Nitrato potásico (KNO_3 , aprox. 13-0-46): aporta K y N como nitrato (muy útil para la fertirrigación).
- Fosfato soluble para fertirrigación: ácido fosfórico (H_3PO_4 75 % p/v) o mono o polifosfatos solubles (ej. 10-34-0 — MAP líquido/solución de polifosfatos).
- Sulfato potásico (SOP) soluble (0-0-50): es válido si se desea K sin N, pero para fertirrigación KNO_3 es más usado porque entrega K+N y evita exceso de sulfato si no se desea. SOP suele usarse como enmienda sólida o disuelta en tanque separado, pues es soluble.
- Microelementos quelatados (Fe-EDDHA o Fe-EDTA, Zn, Mn, B, Cu): deben estar en un tanque separado o se ha de realizar una inyección foliar en momentos críticos.

- Ácido nítrico, fosfórico o sulfúrico: para acidificar el agua de riego. Es recomendable el ácido nítrico para aportar N y acidificar, o ácido fosfórico si se desea aportar algo de P además de acidificar.

En lo referente a las compatibilidades, se debe tener en cuenta:

- No se debe mezclar en un mismo tanque: calcio ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$) y fosfatos (H_3PO_4 o polifosfatos), puesto que da lugar a la precipitación de fosfato cálcico.
- Mantener un depósito para ácidos y fosfatos y otra para nitratos con calcio.

1.7. Productos a inyectar mensualmente

En la Tabla 3 se reflejan las cantidades mensuales de cada producto obtenidas tras realizar los cálculos. La estrategia adoptada para estos cálculos ha sido utilizar SOP 0-0-50, nitrato cálcico ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) para aportar Ca (útil frente a Na del agua) y el P se aporta con ácido fosfórico 75% (H_3PO_4 75%), que además contribuye en cierto modo a acidificar el agua.

TABLA 3. CANTIDADES (KG/MES) A INYECTAR DE CADA PRODUCTO. ELABORACIÓN PROPIA

Mes	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ (kg)	SOP 0-0-50 (kg)	H_3PO_4 75% (kg)
Oct	248.84	47.32	8.96
Nov	248.84	47.32	8.96
Dic	248.84	47.32	8.96
Ene	248.84	47.32	8.96
Feb	248.84	47.32	8.96
Mar	497.68	94.66	17.92
Abr	497.68	94.66	17.92
May	497.68	94.66	17.92
Jun	497.68	94.66	17.92
Jul	497.68	94.66	17.92
Ago	497.68	94.66	17.92
Sep	497.68	94.66	17.92

Se debe tener en cuenta que los porcentajes exactos de N, P y K de los productos pueden variar dependiendo de los proveedores.

1.8. Tanques de fertirrigación

Se plantea un sistema práctico, seguro y flexible con 3 depósitos de 1.000 L y 1 de 200 L para los micronutrientes.

1.8.1. Tanque A:

- Producto: $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ disuelto (solución madre).
- Función: aportar N y Ca (contrarresta Na).

1.8.2. Tanque B:

- Producto: SOP disuelto (solución madre).
- Función: aporte de K.

1.8.3. Tanque C:

- Producto: H_3PO_4 75%.
- Función: aportar P y actuar como acidificante parcial. Es importante no mezclar en este tanque $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ para evitar precipitados Ca-P.

1.8.4. Tanque D:

- Producto: mezclas quelatadas (Fe-EDDHA para suelos calcáreos, Zn, Mn, B, Cu, etc.).
- Uso: inyecciones puntuales según análisis foliar/sintomatología.

1.9. Dimensionado de tanques y concentraciones de productos

***Nota:** Para los cálculos de este dimensionado, se realizaron previamente los del diseño agronómico (apartado 3 de este mismo anejo), ya que eran necesarios para ello, pero se muestra el dimensionado de tanques antes para mostrar junto todo lo referente a la fertirrigación.*

El ratio de inyección planteado es el de 1:100 (1%), es decir, por cada 100 L de agua de riego se inyecta 1 L de solución madre del tanque correspondiente.

Para iniciar los cálculos, se convierten las dosis mensuales de productos (kg/mes) en kg/día y luego en g por litro de agua de riego.

Por lo tanto, los valores objetivo en la mezcla de riego, en g/L, son:

TABLA 4. VALORES OBJETIVO EN LA MEZCLA DE RIEGO (g/L). ELABORACIÓN PROPIA

Mes	Ca(NO ₃) ₂ (g/L)	SOP (g/L)	H ₃ PO ₄ 75% (g/L)
Ene	0,700	0,1332	0,0252
Feb	0,537	0,1021	0,0193
Mar	0,813	0,1547	0,0293
Abr	0,679	0,1292	0,0245
May	0,608	0,1157	0,0219
Jun	0,743	0,1414	0,0268
Jul	0,869	0,1652	0,0313
Ago	0,554	0,1054	0,0199
Sep	0,654	0,1243	0,0235
Oct	0,398	0,0757	0,0143
Nov	0,658	0,1252	0,0237
Dic	0,874	0,1663	0,0315

La concentración madre para cada producto y mes, en g/L en tanque, será:

TABLA 5. CONCENTRACIÓN MADRE (g/L EN TANQUE). ELABORACIÓN PROPIA

Mes	Ca(NO ₃) ₂ (g/L en tanque)	SOP (g/L en tanque)	H ₃ PO ₄ 75% (g/L en tanque)
Ene	70,0	13,32	2,52
Feb	53,7	10,21	1,93
Mar	81,3	15,47	2,93
Abr	67,9	12,92	2,45
May	60,8	11,57	2,19
Jun	74,3	14,14	2,68
Jul	86,9	16,52	3,13
Ago	55,4	10,54	1,99
Sep	65,4	12,43	2,35
Oct	39,8	7,57	1,43
Nov	65,8	12,52	2,37
Dic	87,4	16,63	3,15

Estos valores implican que, el volumen de solución madre a inyectar por día sea:

$$\begin{aligned}
 \text{Volumen stock (L/día)} &= \text{Vol. riego (m}^3/\text{día)} \times 1000 \times 0,01 \\
 &= \text{Vol. riego (m}^3/\text{día)} \times 10
 \end{aligned}$$

En la Tabla 6 se reflejan los L de solución madre diarios según el mes:

TABLA 6. L/DÍA POR MES A INYECTAR DE LA SOLUCIÓN MADRE. ELABORACIÓN PROPIA

Mes	Vol. riego (m ³ /día)	L/día solución madre (1%)
Ene	11,46	114,6
Feb	16,56	165,6
Mar	19,74	197,4
Abr	24,42	244,2

May	26,40	264,0
Jun	22,32	223,2
Jul	18,48	184,8
Ago	28,98	289,8
Sep	25,38	253,8
Oct	20,16	201,6
Nov	12,60	126,0
Dic	9,18	91,8

1.10. Enmienda orgánica

No se considera necesaria pues, con el valor que posee el suelo, ya es suficiente y aumentarlo puede no resultar rentable económicamente.

2. NECESIDADES HÍDRICAS

A continuación se calculará la cantidad necesaria de agua para cubrir las necesidades hídricas del cultivo. Se debe evitar el déficit hídrico, que genera una pérdida de calidad del producto o, incluso, la muerte de las plantas. Por otra parte, un exceso de riego puede generar encharcamiento de las raíces, asfixia, fitotoxicidad de algunos nutrientes o acumulación de sales.

Para averiguar las necesidades hídricas se utilizará el software CROPWAT 8.0 proporcionado por la FAO, con los datos de suelo, clima y cultivo introducidos a mano para su adaptación a las condiciones de cultivo bajo invernadero.

Este programa puede establecer calendarios de riego según las necesidades de cada especie y la zona en la que se encuentre, basando sus cálculos en la ecuación combinada FAO Penman-Monteith.

Los datos que utiliza el programa proceden de bases de datos de la FAO, previamente medidos y tabulados. Estos pueden encontrarse en las publicaciones sobre Riego y Drenaje nº 56 “Evapotranspiración de cultivo” y nº 33 “Respuesta del rendimiento de los cultivos al agua”.

2.1. Cálculo de la ETo

En la evapotranspiración de referencia se cuantifica la demanda evaporativa de la atmósfera. Para calcularla, los datos se han establecido como se describe a continuación:

- Temperaturas máximas y mínimas: se han adaptado a las exigidas por el cultivo en cada mes, haciéndose los cálculos para la más limitante. Se ha procedido así porque el invernadero controla el clima todo el año, lo que permite fijar las temperaturas por meses.
- Humedad relativa: se ha decidido un valor fijo del 75 % que se mantendrá mediante los automatismos del invernadero.
- Viento: al tratarse de un cultivo bajo invernadero, se toman valores nulos de este.
- Insolación: siguiendo los datos de insolación del primer anejo y teniendo en cuenta el valor de transmisividad del plástico de la cubierta, pues la insolación exterior es superior que la recibida dentro del invernadero.

Tras introducir estos datos, se han obtenido las ETo de la Tabla 7.

TABLA 7. CÁLCULO DE ETO EN MM/DÍA Y MM/MES. ELABORACIÓN PROPIA. FUENTE: CROPWAT

Mes	Temp. mín.	Temp. máx.	Humed.	Viento	Insol.	Radiaci	ETo	ETo
	°C	°C	%	m/s	h	MJ/m ² /día	mm/día	mm/mes
Enero	12,0	21,0	75	0	9,3	12,4	1,13	35,03
Febrero	12,0	21,0	75	0	10,2	16,1	1,89	52,92
Marzo	12,0	21,0	75	0	11,3	21,0	2,98	92,38
Abril	12,0	25,0	75	0	12,6	26,1	3,83	114,90
Mayo	16,0	25,0	75	0	13,9	29,8	4,74	146,94
Junio	16,0	25,0	75	0	14,9	31,8	5,15	154,50
Julio	16,0	25,0	75	0	15,0	31,5	5,06	156,86
Agosto	16,0	25,0	75	0	14,3	29,0	4,46	138,26
Septiembre	16,0	25,0	75	0	13,0	24,2	3,63	108,90
Octubre	14,0	25,0	75	0	12,7	19,8	2,51	77,81
Noviembre	12,0	21,0	75	0	10,5	14,1	1,35	40,50
Diciembre	12,0	21,0	75	0	9,5	11,7	0,90	27,90
PROMEDIO	15,8	23,8	75	0	12,3	22,3	3,14	1.146,90

Dónde:

- ETo: evapotranspiración de referencia.

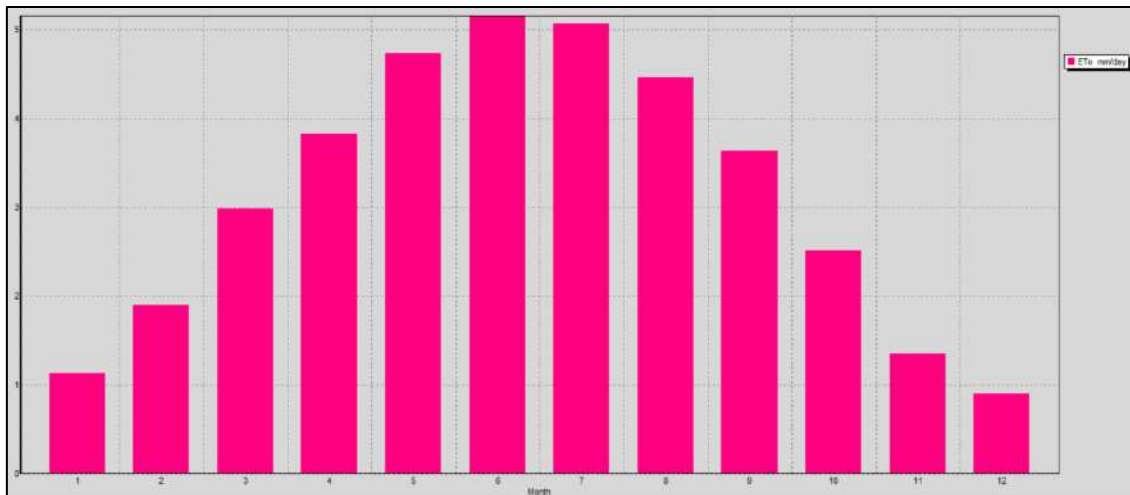


FIGURA 1. GRÁFICA DE ETO EN MM/DÍA. FUENTE: CROPWAT

2.2. Cálculo del Kc

El coeficiente de cultivo permite calcular el agua consumida o la evapotranspiración real de un cultivo concreto a partir de la de referencia.

Generalmente, estos coeficientes están tabulados por la FAO, pero no mencionan plantas ornamentales. Por ello, se ha considerado utilizar valores de cultivos similares, corrigiendo según la diferencia de área foliar entre el cultivo real y el similar.

En general el coeficiente de este cultivo, en invernadero, varía entre 0,58 y 1,65.

2.3. Cálculo de la ETc

La evapotranspiración de cultivo se calcula con la fórmula:

$$ETc = Kc \cdot ETo$$

Por lo que la ETc del cultivo a lo largo del año es:

TABLA 8. CÁLCULO DEL ETc DEL ROSAL. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Mes	ETo (mm/día)	Kc	ETc (mm/día)	ETc (mm/mes)
Enero	1,13	1,64	1,85	57,45
Febrero	1,89	1,52	2,87	80,44
Marzo	2,98	1,07	3,19	98,85
Abril	3,83	1,03	3,94	118,35
Mayo	4,74	0,90	4,27	132,25
Junio	5,15	0,70	3,61	108,15
Julio	5,06	0,59	2,99	92,55
Agosto	4,46	1,05	4,68	145,17

Septiembre	3,63	1,13	4,10	123,06
Octubre	2,51	1,3	3,26	101,15
Noviembre	1,35	1,51	2,04	61,16
Diciembre	0,90	1,65	1,49	46,04

Dónde:

- Kc: coeficiente del cultivo
- ETc: evapotranspiración del cultivo

3. DISEÑO AGRONÓMICO

El sistema de riego para este proyecto será el riego localizado por goteo. La elección de este sistema se aclarará detalladamente en el anejo referente a la instalación del sistema de riego.

3.1. Necesidades netas de riego (Nn)

Las necesidades netas de riego se calculan con la expresión:

$$Nn = ETc - P$$

Puesto que el cálculo es para un invernadero, la precipitación efectiva es 0. Es decir, que en este proyecto $Nn = ETc$.

3.2. Fracción de lavado (FL)

Este es un factor de corrección que debe utilizarse en este caso, pues con el agua de riego en cuestión hay un riesgo de salinidad medio. Por ello, se debe calcular la cantidad a aportar para lavar el suelo y evitar fitotoxicidad por acumulación de sales.

Primero se calcula la fracción de lavado necesaria para mantener el nivel de salinidad del suelo, cuya fórmula es:

$$FL = \frac{CEar}{CEsuelo \text{ a CC}} = \frac{0,89}{0,39} = 2,28$$

Donde:

- CE_{ar}: conductividad eléctrica del agua de riego [dS/m]
- CE_{suelo a CC}: conductividad del suelo a capacidad de campo [dS/m]

El valor de 2,28 es muy elevado en tanto por uno y, por lo tanto, el porcentaje de agua extra que habría que añadir es inviable técnica y económicamente.

Por ello, se calcula la fracción mínima recomendable que, aunque no mantenga la salinidad del suelo, descarta que haya pérdidas importantes de rendimiento. Para el riego por goteo, se calcula con la fórmula:

$$FL_{min} = 0,18 \cdot \left(\frac{CEar^3}{CEes(m)^3} \right)$$

Siendo:

- CE_{ar}: conductividad del agua de riego
- CE_{es(m)}: conductividad eléctrica del extracto de saturación media que se quiere tener en el horizonte radicular para un valor concreto de pérdida de rendimiento.

Se busca que la pérdida de rendimiento sea del 0 %, por lo que el valor de CE_{es(m)} será el mismo que el valor de resistencia del cultivo del rosal a la salinidad. Este es un cultivo moderadamente sensible a la salinidad con un CE_{es(m)} de 1,7 para un 0 % de pérdida del rendimiento.

Finalmente la fracción de lavado en este caso queda con el valor de 0,03.

3.3. Necesidades brutas de riego (Nb)

El agua de riego que se va a utilizar en el proyecto es apta para el riego, pero puede generar problemas de salinidad por su alta concentración en sales y por su elevado pH. Será tratada como agua salina.

El sistema de riego será por goteo, por lo que las Nb se calcularán con dos fórmulas y se tomará como válida aquella que tenga valor más bajo como resultado. Esto se debe a que en la primera fórmula se puede errar mayorando demasiado, ya que el agua perdida por filtración profunda también lava sales. Las fórmulas en cuestión son:

$$Nb = \frac{Nn}{1 - FL}$$

$$Nb = \frac{Nn}{Ea}$$

Las necesidades netas se expresan en mm/mes, la fracción de lavado en tanto por uno y a la eficiencia de lavado (Ea) se le da el valor de 0,9 debido a que el riego localizado o por goteo suele tener un 85 – 90 % de eficiencia.

Los valores más bajos salen con la primera fórmula, resultando unas Nb de:

TABLA 9. NECESIDADES BRUTAS (MM/DÍA) DEL ROSAL. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

	E	F	M	Ab	M	Jn	Jl	Ag	S	O	N	D
ETc	57,45	80,44	98,85	118,35	132,25	108,15	92,55	145,17	123,06	101,15	61,16	46,04
NNr (mes)	57,45	80,44	98,85	118,35	132,25	108,15	92,55	145,17	123,06	101,15	61,16	46,04
NNr (día)	1,85	2,68	3,19	3,95	4,27	3,61	2,99	4,68	4,10	3,26	2,04	1,49
FLmin	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Nb (día)	1,91	2,76	3,29	4,07	4,40	3,72	3,08	4,83	4,23	3,36	2,10	1,53

$$1 \frac{mm}{día} = 1 \frac{l}{m^2 \cdot día}$$

Dónde:

- ETc: evapotranspiración del cultivo [mm/mes]
- NNr: necesidades netas de riego [mm/mes y mm/día]
- FLmin: fracción de lavado mínima recomendable que descarta pérdidas importantes de rendimiento.
- Nb: necesidades brutas de riego [mm/día]

3.4. Calendario de riego

Se va a establecer el calendario de riego según las necesidades previamente calculadas.

Se calculará teniendo en cuenta el marco de plantación. Se considera un gotero por cada dos plantas, con un caudal de 4 l/h:

$$t_r = \frac{Nb \cdot A}{Q \cdot Ne}$$

Donde:

- tr: tiempo de riego diario (en horas)

- Nb: necesidades brutas de riego [mm/día] = litros/m²/día
- A: área total del cultivo = 6000 m²
- Q: caudal por emisor [L/h] = 4 L/h
- Ne: número total de emisores = 8925 (al haber 17.850 plantas en todo el invernadero)

Para estos valores, se ha decidido como intervalo: I = 1 día.

El calendario de riego resultante es el de la Tabla 10, mostrado a continuación:

TABLA 10. CALENDARIO DE RIEGO CON I Y TR. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

	E	F	M	Ab	M	Jn	Jl	Ag	S	O	N	D
ETc	57,45	80,44	98,85	118,35	132,25	108,15	92,55	145,17	123,06	101,15	61,16	46,04
NNr (mes)	57,45	80,44	98,85	118,35	132,25	108,15	92,55	145,17	123,06	101,15	61,16	46,04
NNr (día)	1,85	2,68	3,19	3,95	4,27	3,61	2,99	4,68	4,10	3,26	2,04	1,49
FLmin	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Nb (mm/día)	1,91	2,76	3,29	4,07	4,40	3,72	3,08	4,83	4,23	3,36	2,10	1,53
I (días)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00	2,00	2,00
tr (h/día)	0,32	0,46	0,55	0,68	0,74	0,62	0,52	0,81	0,71	0,57	0,35	0,26
tr (min/día)	19,27	27,87	33,15	41,01	44,35	37,48	31,04	48,68	42,64	33,92	21,19	15,44

Dónde:

- ETc: evapotranspiración del cultivo [mm/mes]
- NNr: necesidades netas de riego [mm/mes y mm/día]
- FLmin: fracción de lavado mínima recomendable que descarta pérdidas importantes de rendimiento.
- Nb: necesidades brutas de riego [mm/día]
- I: intervalo entre riegos [días]
- tr: tiempo de riego [h/día]

3.5. Sectorización de la parcela

Teniendo en cuenta que la parcela tiene un total de 6.000 m² regables, y que se dispone de un caudal de 15.000 l/h para el riego, ha de calcularse el caudal necesario para regar todo el cultivo (Qn):

$$Q_n = \frac{n_{\text{emisores/planta}} \cdot q \cdot S}{\text{marco plantación}} = \frac{0,5 \cdot 4 \cdot 6.000}{0,4 \cdot 0,2} = 150.000 \text{ l/h}$$

La cantidad mínima de sectores que deben hacerse es:

$$N^{\circ} \text{ sectores} = \frac{Q_n}{Q_{\text{disponible}}} = \frac{150.000}{15.000} = 10 \text{ sectores}$$

4. SANIDAD VEGETAL

4.1. Control de plagas

Existen tres métodos para el control de plagas: culturales, químicos y biológicos.

4.1.1. Métodos culturales

Siempre se ha de dar prioridad a estos métodos y al control biológico antes que a los químicos, por ser métodos no invasivos y eficaces que mantienen la planta sana para no tener que tomar medidas más drásticas y contaminantes.

- Eliminar las malas hierbas y los restos de cultivo tras la cosecha.
- Comprar plantas certificadas a viveros de confianza.
- Revisar las plantas al llegar del vivero, para comprobar que no estén contaminadas por patógenos.
- Colocar mallas en las ventanas para evitar la entrada de insectos y trips.
- Cuando se vea una planta contaminada, hay que arrancarla de raíz y quemarla para evitar la propagación.
- Usar trampas cromáticas, con feromonas o con sustancias pegajosas para hacer un seguimiento de la población y saber el estado de la plaga.
- Dentro de lo posible, cultivar variedades resistentes a las plagas o, al menos, poco susceptibles a ellas.
- Vigilar los abonados, pues un desequilibrio nutricional debilitaría la planta y facilitaría la entrada de plagas.

4.1.2. Métodos biológicos

[Para combatir la araña roja](#)

Se puede utilizar el *Phytoseiulus persimilis*, un ácaro depredador del género *Phytoseiulus* y la familia *Phytoseiidae*. Es de tamaño parecido a la araña roja pero de cuerpo más abultado, se alimenta sólo de ella (monófago) y sus huevos, pero en situaciones límite puede darse al canibalismo. Si la población de arañas rojas es elevada, atacará a adultos, larvas, ninfas y huevos, mientras que en pequeñas poblaciones prefiere los huevos.

Las condiciones óptimas para el *Phytoseiulus persimilis* desarrollo son 22 – 28 °C, nunca menos de 15 °C, y 80 % de humedad relativa. Con estas condiciones se puede nutrir de hasta 14 arañas rojas y 8 huevos diarios.

Importa que la detección de la plaga se haga a tiempo, pues si su población es muy grande, se reproducirá más rápido que el depredador y no podrá alcanzarse el equilibrio presa-depredador.

Como método de prevención se sueltan 2 individuos/m² de *Phytoseiulus persimilis* cada 21 días. Como curativo para una población pequeña se pueden soltar 6 individuos/m² hasta dos veces a la semana, pero para una grande se pueden soltar 20 – 50 individuos/m² dos veces a la semana en las zonas infectadas.

Estos ácaros se venden en botellas de 100 o 500 ml con 2.000 o 10.000 individuos adultos respectivamente. Se utiliza dando la vuelta y agitando levemente la botella antes de rociarlo sobre las hojas o verterlo en cajas de aplicación.

Las arañas rojas que hayan sido comidas pasarán a un color marrón/negro en vez del rojo amarronado que tienen en vida.

[Para combatir el pulgón](#)

Una opción es la *Cecidomyia* (*Aphidoletes aphidimyza*), un díptero nematócero de la familia Cecidomyiidae. Su forma adulta se parece a un mosquito, con largas patas y antenas, y un par de alas. Son nocturnos y por el día se ocultan en el envés de la hoja. Los adultos se nutren de la melaza segregada por los pulgones, mientras que las larvas los paralizan con un aguijón y succionan su interior, matando más pulgones de los que necesitan para alimentarse. Sus condiciones óptimas son los 20 – 25 °C, nunca menos de 10 °C y 16 h de luz diarias. Una hembra puede poner hasta 100 huevos en su semana de vida.

De *Cecidomyia* se aplicarán 2 individuos/m² para ataques iniciales o de baja población, pero el número de individuos se puede elevar según la gravedad de la plaga. Estos individuos vienen en forma de turba mezclada y se aplicará directamente sobre las hojas.

Otra opción es la *Chrisopa* (*Chrysopa carnea*), insecto del orden Neuroptera, en la familia Cecidomyiidae. Es un depredador polífago, aunque es más mortífero contra los pulgones. Las larvas son marrones oscuras y pueden llegar a 1,5 cm de longitud. Se nutren de artrópodos de piel blanda y de huevos con su aparato

bucal succionador. Si hay falta de alimento, pueden llegar al canibalismo, dificultando su comercialización. Una hembra puede poner hasta 400 huevos con una alimentación completa y abundante. A 20 °C y con 14 h de luz diarias, emergerán las larvas, recorriendo tres estadios antes del adulto.

Si se decide usar la *Chrysopa*, primero se debe detectar el pulgón mirando bajo las hojas y en los brotes jóvenes. Tras comprobar su presencia, se deben colocar cartulinas con huevos de *Chrysopa* sobre las plantas afectadas. Otra forma de recibirla son larvas mezcladas con cáscara de arroz para espolvorearlas directamente sobre el cultivo. Tras dos semanas ya se verán resultados.

[Para combatir los trips](#)

Una opción son los ácaros depredadores *Amblyseius cucumeris* y *Neoseiulus barkeri*, muy parecidos entre sí, de la familia Phytoseiidae. Normalmente se alimentan de otros ácaros que habitan en la harina o el salvado, pero si no de larvas de trips. Esto quiere decir que su alimentación será pobre y estarán malnutridos, por lo que su reproducción para seguir controlando la plaga se complicará.

El *Amblyseius cucumeris* se vende en sobres de papel poroso que contienen todas las fases de su desarrollo mezclados con salvado, del que se alimentan.

Se sueltan distribuyendo uniformemente los sobres y colgándolos junto a las plantas para su dispersión progresiva a lo largo de varias semanas y asegurando que no se expongan a luz solar directa. Si les falta alimento o las condiciones adecuadas para su reproducción, se vuelven a refugiar en el sobre.

Se recomiendan las sueltas preventivas cuando se empiezan a emitir los botones florales, poniendo un sobre por cada m². Los sobres se renuevan cada 6 – 8 semanas según la longitud del ciclo.

Otra opción es la Limonica (*Amblydromalus limonicus*), otro ácaro depredador de la familia Phytoseiidae. Su uso está muy extendido en los últimos años para controlar trips en invernadero, ya que puede alimentarse de larvas de trips y de huevos de mosca blanca. Tiene una elevada capacidad reproductiva, pudiendo controlar grandes poblaciones de la plaga. Su aparato bucal es perforador-succionador, pudiendo perforar las larvas de trips de segundo y tercer estadio, tras lo que succiona su contenido. Su gran ventaja es poder vivir y seguir

alimentándose incluso a menos de 13 °C, aunque sus condiciones ideales son los 20 – 35 °C y 70 % de humedad relativa.

[Para combatir la mosca blanca](#)

Se puede utilizar la Mosca ichneumon (*Encarsia formosa*), un himenóptero apócrito de la familia Aphelinidae, muy eficaz contra la mosca blanca en invernadero. Las hembras son de aproximadamente 0,6 mm de largo y negras con el abdomen amarillo. Sin embargo, los machos son más grandes y totalmente negros.

La mosca blanca vive hasta tres semanas a 20 °C, pero su vida se reduce según aumenta la temperatura. Por otra parte, las condiciones óptimas para la *Encarsia formosa* son 22 – 27 °C, nunca menos de 18 °C, 50 – 70 % de humedad relativa y luz ideal de 7.300 lux.

La mosca ichneumon se nutre de la melaza que segrega la mosca blanca y unas 50 larvas durante su vida en el tercer estado larvario. Con el aguijón deposita un huevo dentro de la larva, y tras 17 días aparecerá una mosca ichneumon en vez de una mosca blanca. Cuanto antes se detecte la plaga, más fácil y barato será combatirla con *Encarsia formosa*.

De *Encarsia formosa* como método preventivo se suelen soltar 1,5 individuos/m² cada 1 o 2 semanas, pero como método curativo se sueltan de 3 a 9 individuos/m² tres veces por semana, según la cantidad de población de mosca blanca.

Se comercializan en tiras de cartulina con pupas de mosca blanca parasitadas. Según el nivel de infestación, se pueden adquirir desde 10 tiras con 3.000 pupas a 50 tiras con 15.000 pupas. Para usarse, se doblan y arrancan para colgar las tarjetas 75 cm por debajo del ápice, sin exponerlas al sol directo y ni tocar las pupas.

Las primeras pupas parasitadas se observan en el cultivo tras 2 – 3 semanas, pasando a un color negro/marrón. Las pupas deshabitadas de las tiras permanecerán adheridas a ellas con un color negro.

[Para combatir los nematodos](#)

Se puede utilizar *Paecilomyces lilacinus*, un hongo enemigo natural de géneros de nematodos como *Meloidoginae*, *Pratylenchus* y *Radophulus*.

Sus esporas generan unas enzimas que diluyen la cutícula del nematodo hembra y los huevos, permitiendo su entrada y causando deformaciones en su interior. También destruye los ovarios de las hembras y reduce la eclosión de huevos. Una deformación importante es la del estilete, que afecta al sistema nervioso e impide que se magnifiquen los daños producidos en las raíces.

Además, su uso tiene un efecto positivo, como ayudar a solubilizar el fósforo y estimular el crecimiento radicular.

El hongo *Paecilomyces lilacinus* suele aplicarse en dosis de 1 a 2 g/l de agua alrededor de las plántulas tras realizarse el trasplante. No tiene restricciones de aplicación, pudiéndose aplicar en cualquier momento, siempre que sea como mínimo a 5 cm de profundidad en el suelo.

4.1.3. Métodos químicos

Deben ser la última opción para el control de plagas, pues un uso continuado e incorrecto genera individuos inmunes, con descendientes que también lo serán inmunes. También pueden aparecer resistencias cruzadas, es decir, al producto usado y a materias activas similares, lo que dificulta eliminar una plaga. Los pesticidas contaminan las aguas subterráneas, el medio ambiente y algunos pueden ser perjudiciales para el ser humano.

A continuación se mencionarán algunos productos químicos útiles como ejemplo, debiendo respetarse siempre las indicaciones del fabricante en cuanto a dosis, momentos de aplicación y plazos de seguridad.

[Para la araña roja](#)

TABLA 11. FITOSANITARIOS PARA EL CONTROL DE LA ARAÑA ROJA. FUENTE: MAGRAMA

Nº registro	Nombre	Formulado	Titular
16784	VERTIMEC	ABAMECTINA 1,8% [EC] P/V	SYNGENTA ESPAÑA, S.A.
20111	NATURALIS	BEAUVERIA BASSIANA (CEPA ATCC 74040) 2.3% (2,3X10E7 ESPORAS VIABLES/ML) [OD] P/V	CBC IBERIA S.A.U.
19884	INSECTICIDA VAC	PIRETRINAS 0,12% [AE] P/P	AGESA IBERICA, S.L.

[Para el pulgón](#)

TABLA 12. FITOSANITARIOS PARA EL CONTROL DEL PULGÓN. FUENTE: MAGRAMA

Nº registro	Nombre	Formulado	Titular
24878	FAZILO	ABAMECTINA 0,0015% + PIRETRINAS 0,02% [AL] P/V	COMPO IBERIA, S.L.
22166	ADINA	AZADIRACTIN 1% (COMO AZADIRACTIN A) [EC] P/V	SIPCAM OXON S.p.A.
25782	PROTECT GARDEN INSECTICIDA AL	DELTAMETRIN 0,00075% [AL] P/V	SBM DÉVELOPPEMENT SAS (Ecully)

[Para los trips](#)

TABLA 13. FITOSANITARIOS PARA EL CONTROL DE LOS TRIPS. FUENTE: MAGRAMA

Nº registro	Nombre	Formulado	Titular
21614	RUFAST AVANCE	ACRINATRIN 7,5% [EW] P/V	FMC Agricultural Solutions, S.A.U.
13688	DELTAPLAN	DELTAMETRIN 2,5% [EC] P/V	BAYER CROPS SCIENCE, S.L.
15387	VYDATE 10 L	OXAMILO 10% [SL] P/V	DU PONT IBERICA, S.L.U.

[Para la mosca blanca](#)

Puesto que la plaga se sitúa en el envés de las hojas, es vital la utilización de mojantes, para que puedan ser más efectivos los productos que actúan por contacto.

TABLA 14. FITOSANITARIOS PARA EL CONTROL DE LA MOSCA BLANCA. FUENTE: MAGRAMA

Nº registro	Nombre	Formulado	Titular
24878	FAZILO	ABAMECTINA 0,0015% + PIRETRINAS 0,02% [AL] P/V	COMPO IBERIA S.L.
22166	ADINA	AZADIRACTIN 1% (COMO AZADIRACTIN A) [EC] P/V	SIPCAM OXON S.p.A
25527	CORDIAL	PIRETRINAS 1,9% P/V	CPOYR S.p.A

[Para los nematodos](#)

TABLA 15. FITOSANITARIOS PARA EL CONTROL DE LOS NEMATODOS. FUENTE: MAGRAMA

Nº registro	Nombre	Formulado	Titular
ES-00452	FLOCTER	BACILLUS FIRMUS I-1582 5% [WP] P/P	BAYER CROPS SCIENCE, S.L.

22540	NEMACUR MICRO	FENAMIFOS 24% [CS] P/V	AMVAC NETHERLANDS B.V.
ES-00402	BIOACT PRIME	PAECILOMYCES LILACINUS (CEPA 251) 21,6% [DC] P/V	BAYER CROPS SCIENCE, S.L.

4.2. Control de enfermedades

4.2.1. Métodos culturales

Al igual que para el control de plagas, evitan la aparición de enfermedades o ayudan a evitar su propagación. Teniendo preferencia junto a los métodos biológicos frente a los químicos. Los principales son:

- Elegir variedades resistentes o poco susceptibles a enfermedades.
- Analizar el suelo antes de la plantación, por si hay que replantearse el cultivo elegido o desinfectar el suelo.
- Desinfectar el suelo por solarización o por biofumigación.
- Hacer podas de limpieza, pues favorecen la aireación del cultivo, reduciendo la capacidad de desarrollo de enfermedades criptogámicas.
- Mantener el equilibrio nutricional del cultivo.
- Retirar una planta infectada inmediatamente, arrancándola de raíz y quemándola.
- Evitar hacer grandes heridas al podar o con las herramientas de trabajo, pues son una vía de entrada de enfermedades como la botrytis.
- Desinfectar las herramientas con frecuencia para no propagar las enfermedades.
- Elegir siempre materiales certificados, con grosores adecuados, cuellos cicatrizados y buen estado de las raíces.
- Aumentar los marcos de plantación y la ventilación para evitar la propagación de enfermedades como la botrytis.
- Aplicar fungicidas siguiendo las instrucciones del fabricante, en el momento correcto y con productos con diferente método de acción.

4.2.2. Métodos biológicos

Hoy en día no hay una alternativa biológica para todos los hongos, pero sí para muchos de ellos. Hay microorganismos que generan bacteriocinas o antibióticos, que pueden evitar el desarrollo de las enfermedades.

Por ejemplo, el género *Bacillus* posee propiedades inhibitoras del crecimiento de fitopatógenos en el suelo y favorecedoras del crecimiento de las plantas. Otros géneros buenos bioantagonistas son *Trichoderma*, *Parmibacillus* y *Pseudomonas*.

Trichoderma asperellum es una especie de hongo colonizador que fortalece las plantas ya cultivadas y puede utilizarse en cualquier momento del ciclo. Previene y controla enfermedades como *Botrytis cinerea*.

Pseudomonas fluorescens es una especie que sirve como fungicida biológico, porque genera antimicrobianos contra ciertos hongos, e inhibe el crecimiento de otros hongos fitopatógenos que atacan el cuello y la raíz de la planta.

4.2.3. Métodos químicos

En lo referente a **fungicidas**, hay que distinguir entre hongos endoparásitos y ectoparásitos. Los endoparásitos desarrollan el micelio dentro de la planta, por lo que no es fácil llegar a ellos. Para tratarlos, se suelen hacer tratamientos preventivos antes de verse síntomas, con compuestos de cobre y sustancias orgánicas.

Los ectoparásitos desarrollan el micelio fuera de la planta (ejemplo: oidio), por lo que tratarlos es más sencillo. Para tratarlos, se suelen hacer tratamientos curativos a base de azufre o polisulfuros y pocos compuestos orgánicos.

Si los productos pueden mezclarse, es posible tratar enfermedades diferentes ahorrando en mano de obra.

[Para la verticilosis](#)

No hay ningún producto registrado en el MAGRAMA. El tratamiento químico es complicado con los hongos vasculares, por lo que es más aconsejable desinfectar los suelos y eliminar inmediatamente las plantas afectadas.

[Para el oidio](#)

TABLA 16. FITOSANITARIOS PARA EL CONTROL DEL OIDIO. FUENTE: MAGRAMA

Nº registro	Nombre	Formulado	Titular
24323	HELIOSOUFRE S	AZUFRE 70% [SC] P/V	ACTION PIN
ES-00878	TAEGRO	BACILLUS AMYLOLIQUEFACIENS (cepa FZB24) 13% [WP] P/P	NOVOZYMES FRANCE S.A.S.
25201	DUAXO FUNGICIDA POLIVALENTE	DIFENOCONAZOL 0,0167% [AL] P/V	COMPO IBERIA, S.L.

[Para el mildium](#)

No consta ningún producto registrado en el MAGRAMA. Para realizar tratamientos, los productos pueden asociarse con los del Oidio.

[Para la mancha negra](#)

TABLA 17. FITOSANITARIOS PARA EL CONTROL DE LA MANCHA NEGRA. FUENTE: MAGRAMA

Nº registro	Nombre	Formulado	Titular
ES-00489	ACOIDAL 800 SC	AZUFRE 0,1% [AL] P/V	QUIMETAL INDUSTRIAL
25902	ACROBAT PRO	BENALAXIL 6% + CIMOXANILO 3,2% + MANCOZEB 40% [WP] P/P	BASF AGRO (SUIZA)
23106	AQ 10	AMPELOMICES QUISQUALIS 58% [WG] P/P	CBC (EUROPE) S.R.L.

[Para la podredumbre gris \(Botrytis\)](#)

TABLA 18. FITOSANITARIOS PARA EL CONTROL DE LA MANCHA NEGRA. FUENTE: MAGRAMA

Nº registro	Nombre	Formulado	Titular
ES-00154	SERENADE ASO	BACILLUS SUBTILIS (CEPA QST 713) 1,34% [SC] P/V	BAYER CROPS SCIENCE, S.L.
ES-00029	SCHOLAR 230 SC	FLUDIOXONIL 23% [SC] P/V	SYNGENTA ESPAÑA, S.A.
17200	FOLPLAN	FOLPET 50% [WP] P/P	TRADE CORPORATION INTERNATIONAL, S.A.U.

[Para la roya del rosál](#)

TABLA 19. FITOSANITARIOS PARA EL CONTROL DE LA ROYA DEL ROSAL. FUENTE: MAGRAMA

Nº registro	Nombre	Formulado	Titular
ES-00489	ACOIDAL 800 SC	AZUFRE 0,1% [AL] P/V	QUIMETAL INDUSTRIAL
25902	ACROBAT PRO	BENALAXIL 6% + CIMOXANILO 3,2% + MANCOZEB 40% [WP] P/P	BASF AGRO (SUIZA)
23106	AQ 10	AMPELOMICES QUISQUALIS 58% [WG] P/P	CBC (EUROPE) S.R.L.

(Son los mismos que se usan para la mancha negra)

[Para la bacteriosis](#)

No hay tratamiento químico eficaz. Prevenir y eliminar las plantas infectadas.

[Para el virus del mosaico del rosal](#)

No existe un tratamiento químico eficaz contra este virus. La única forma de control es usar material vegetal sano, retirar y destruir las plantas infectadas y controlar los vectores de propagación de las virosis.

5. BIBLIOGRAFÍA Y WEBGRAFÍA

Registro de Productos Fitosanitarios. (s. f.). Recuperado 1 de junio de 2023, de <https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/sanidad-vegetal/productos-fitosanitarios/registro-productos/>

Hebrero López, Andrea (2021). Proyecto de una explotación de 10.000 m² para producción de flor cortada bajo invernadero en Añoover de Tajo (Toledo). Proyecto Fin de Carrera / Trabajo Fin de Grado, E.T.S. de Ingeniería Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas (UPM), Madrid.

Vidalie, H. (2001). Producción de flores y plantas ornamentales (3.a ed.). Ediciones Mundi-Prensa. (Obra original publicada 1983)

Ferrer Martí, F., & Salvador Palomo, P. J. (1991). EL ROSAL: Manual del buen aficionado. Ediciones Mundi-Prensa.

Ferrer Martí, F., & Salvador Palomo, P. J. (1986). La producción de rosas en cultivo protegido. Universal Plantas, S. A.

Bañón Arias, S., Cifuentes Romo, D., Fernández Hernández, J. A., & González Benavente-García, A. (1993). Gerbera, liliium, tulipán y rosa. Ediciones Mundi-Prensa.

College of Agriculture and Life Sciences, North Carolina State University, Raleigh. (1992). Introduction to Floriculture (2a edición). Roy A. Larson.

ANEJO V

INGENIERÍA DE LAS OBRAS E INSTALACIONES

GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA,
ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS

Índice de contenido

1.	INVERNADERO	3
1.1.	Sustentación del invernadero.....	3
1.2.	Tipo de invernadero.....	3
1.3.	Estructura metálica.....	3
1.3.1.	Dimensiones.....	3
1.3.2.	Pilares.....	3
1.3.3.	Capiteles	4
1.3.4.	Canales de evacuación de aguas.....	4
1.3.5.	Vigas.....	5
1.3.6.	Cubierta.....	5
1.3.7.	Arriostramiento	6
1.3.8.	Correas	6
1.3.9.	Cimentación	7
1.4.	Equipamiento adicional.....	7
1.4.1.	Ventilación.....	7
1.4.2.	Puertas	8
1.5.	Material de cubierta	8
1.5.1.	Plástico de cubierta	8
1.5.2.	Fijación del material de cubierta.....	9
1.6.	Cálculo de estructuras.....	9
1.6.1.	Sobrecarga de uso	9
1.6.2.	Sobrecarga por viento.....	10
1.6.3.	Sobrecarga por nieve	12
2.	CASETA DE RIEGO.....	14
2.1.	Localización y usos.....	14
2.2.	Cimentación	14
2.3.	Solera	14
2.4.	Estructura vertical y horizontal.....	14
3.	CASETA DE MANIPULACIÓN DE FLORES.....	14
3.1.	Localización y usos.....	14
3.2.	Cimentación, solera y estructuras.....	15
4.	CAMINOS Y ACCESOS DE LA PARCELA	15

5. PROGRAMACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE LAS OBRAS.....	16
5.1. Reglamentos y disposiciones oficiales	16
5.2. Obras de montaje e instalaciones.....	17
5.2.1. Labores de preparación del terreno	17
5.2.2. Invernadero.....	17
5.2.3. Casetas	18
5.2.4. Instalación del sistema de riego.....	18
5.2.5. Instalación eléctrica	19
5.3. Diagrama.....	20
6. BIBLIOGRAFÍA Y WEBGRAFÍA.....	21

Índice de figuras

Figura 1. Capitel. Fuente: www.novagric.com	4
Figura 2. Canal de evacuación de aguas. Fuente: www.novagric.com	5
Figura 3. Cercha de la cubierta. Fuente: www.novagric.com	6
Figura 4. Refuerzos en forma de K. Fuente: www.ulmaagricola.com	6
Figura 5. Conectores cruzados uniendo pórtico y correa. Fuente: www.novagric.com	7
Figura 6. Pozo de cimentación y varilla del pilar. Fuente: www.novagric.com	7
Figura 7. Sistema de fijación del material de cubierta. Fuente: www.macoglass.com	9
Figura 8. Mapa de velocidades del viento en España. Fuente: www.codigotecnico.org	11
Figura 9. Presiones ejercidas por viento en construcción diáfana. Fuente: www.codigotecnico.org	12
Figura 10. Diseño de los caminos y accesos del proyecto. Fuente: Elaboración propia	15

Índice de tablas

Tabla 1. Valores de sobrecarga de uso. Fuente: www.codigotecnico.org	10
Tabla 2. Valores de coeficientes de exposición. Fuente: www.codigotecnico.org	11
Tabla 3. Valores de coeficientes de presión exterior. Fuente: www.codigotecnico.org	12
Tabla 4. Coeficientes de presión interior. Fuente: www.codigotecnico.org	12
Tabla 5. Valores de carga de nieve en capitales de provincia. Fuente: www.codigotecnico.org	13
Tabla 6. Diagrama de operaciones a realizar. Fuente: Elaboración propia	20

1. INVERNADERO

1.1. Sustentación del invernadero

El invernadero del presente proyecto se colocará sobre un suelo con buenas características topográficas, edafológicas y geotécnicas con el fin de conseguir una buena estabilidad en la construcción.

La estabilidad debe asegurarse, descartando colocar el invernadero cerca de taludes, desniveles o zonas con peligro de desprendimiento.

1.2. Tipo de invernadero

Al tratarse de un cultivo para flor cortada, las demandas climáticas serán mayores que en otra clase de cultivo. El tipo de invernadero dependerá de la localización y lo que se quiera producir, siendo los invernaderos más comunes, por su estanqueidad, los de tipo capilla, los góticos, los asimétricos y los tropicales.

La mejor opción es instalar un invernadero tipo multitúnel, pues en él será más fácil controlar los parámetros climáticos, plagas, enfermedades y manejar correctamente el cultivo.

Para este proyecto, el invernadero que se instalará será tipo multitúnel gótico, pensado para climas extremos, pues está hecho para contener un gran volumen de aire en su interior, pudiéndose controlar así mejor el clima y la iluminación.

1.3. Estructura metálica

1.3.1. Dimensiones

El invernadero constará de 5 túneles, cada uno de 8 m de ancho y una separación de pilares externos de 2,5 m. Estas medidas harán posible poner un invernadero de 40 m de ancho y 150 m de largo, abarcando así 6.000 m² a lo largo de la parcela del proyecto. La distancia entre los pilares internos será de 5 m, la altura hasta el cénit de 6 m y la del bajo canal de 4,50 m.

Con estas medidas el cultivo recibirá toda la luz y ventilación posibles para el cultivo y permitirá realizar labores mecanizadas en su interior.

1.3.2. Pilares

El invernadero tiene pilares laterales, interiores y frontales, siendo todos ellos perfiles galvanizados en caliente con unas dimensiones de 80 x 80 mm, 5 m de

altura y un espesor de 2 mm. Tendrán un tratamiento decapado para facilitar el soldar las escuadras sobre las que irán las vigas, y posteriormente se galvanizarán para una mayor resistencia a la oxidación.

Los perfiles de las esquinas tendrán 2 escuadras, los centrales 4 y los de los extremos 3. Estas escuadras se consiguen al cortar una pieza angular de chapa de 5 mm de espesor con forma de L y sus dimensiones suelen ser de 80 x 80 mm.

Por las distancias a las que se pondrán los pilares interiores y exteriores, se instalarán un total de 339 pilares para establecer el invernadero. Su altura será de 5 m porque se desea una altura de bajo canal de 4,50 m y se introducirán 50 cm en el pozo de cimentación.

1.3.3. Capiteles

Son los elementos estructurales que se colocan en las cabezas de los pilares para unirlos con las cerchas y descargar así parte del peso que estas soportan. Sobre ellos, además, irán los canales de evacuación de agua.

Las piezas son de chapa de acero galvanizada Sendzimir Z – 275 de 2 mm de espesor y se pondrá una por cada pilar, lo que hará un total de 339 capiteles.

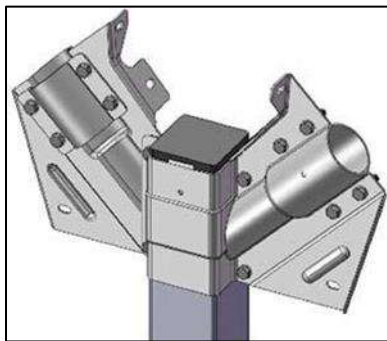


FIGURA 1. CAPITEL. FUENTE: WWW.NOVAGRIC.COM

1.3.4. Canales de evacuación de aguas

Están pensados para evacuar el agua de lluvia, evitando su acumulación y la disminución de resistencia del plástico de cubierta con el paso del tiempo.

El agua de lluvia cae a ellos por la inclinación de la cubierta dada por los arcos. Se ha decidido instalar un canal de evacuación a cada lado de todos los arcos de los túneles, por lo que habrá 9 canales de 150 m de longitud. Los canales tendrán 500 mm de ancho, 2 mm de espesor y serán de acero galvanizado en caliente por inmersión, o de acero galvanizado Sendzimir Z – 275.

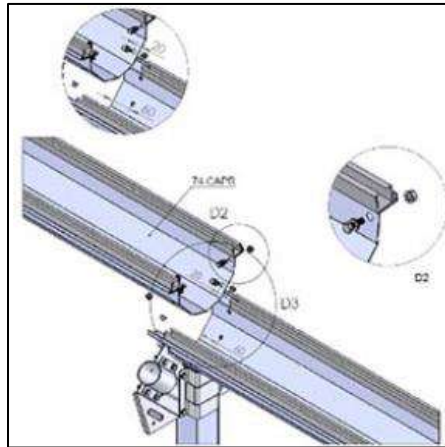


FIGURA 2. CANAL DE EVACUACIÓN DE AGUAS. FUENTE: WWW.NOVAGRIC.COM

1.3.5. Vigas

Para mantener la estructura y repartir el peso que soporta la cubierta, se colocarán vigas sobre escuadras entre los pilares. Serán perfiles de acero galvanizado en caliente con unas dimensiones de 80 x 80 x 2 mm. La longitud de las vigas laterales será de 2,5 m como la distancia entre pilares exteriores, mientras que las del interior serán de 5 m y las de los frontales de 8 m, coincidiendo con el ancho de cada uno de los túneles. Por la gran longitud de estas últimas, para que no pandeen, se colocarán riostras en la cubierta.

1.3.6. Cubierta

La cubierta la forma un arco de capilla semicircular acabado en punta (gótico), es un tubo redondo de 60 x 2 y 60 x 1,5 mm, de acero galvanizado en caliente Sendzimir Z – 275. Esta forma facilita el deslizamiento del agua por la cubierta por su inclinación.

Los arcos, trazando una recta de un extremo a otro, miden los 8 m de ancho de los túneles y se unen a los capiteles, apoyándose en los pilares interiores colocados cada 5 m.

Esta cubierta será articulada de tipo cercha, para distribuir las tensiones a través de las barras y que trabajen a esfuerzo axil. Por lo tanto, las barras que forman las triangulaciones soportarán el peso de la estructura y la lluvia o nieve que puedan acumularse, para evitar la deformación de la estructura. El diseño es la forma con la que captar mayor radiación solar según la orientación y los condicionantes climáticos y el material de cubierta.

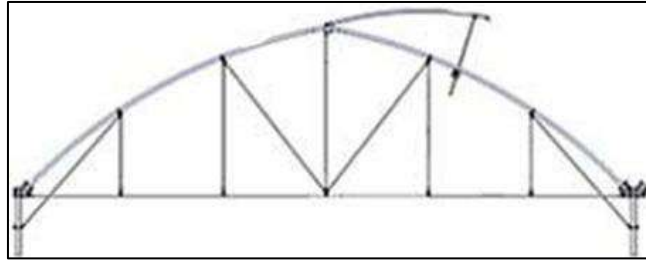


FIGURA 3. CERCHA DE LA CUBIERTA. FUENTE: WWW.NOVAGRIC.COM

1.3.7. Arriostramiento

Las riostras son perfiles de apoyo que absorben parte de la carga de la cubierta que soportarán los pilares. Estos refuerzos pueden ser perimetrales o interiores. Para este caso se pondrán ambos por la gran superficie de la estructura y el peso que implica.

- Perimetralmente colocarán refuerzos cada 5 m, tres verticales y seis diagonales y serán perfiles de 30 x 1,2 mm de acero galvanizado Sendzimir Z – 275.
- En el interior se colocarán refuerzos de arriostramiento longitudinal en forma de K. Se utiliza en lugar de la Cruz de San Andrés, pues permite dejar espacio libre en el interior. Los perfiles serán también de 30 x 1,2 mm en acero galvanizado Sendzimir Z – 275.



FIGURA 4. REFUERZOS EN FORMA DE K. FUENTE: WWW.ULMAAGRICOLA.COM

1.3.8. Correas

Se utilizarán para arriostrar los pórticos y tendrán unas dimensiones de 60 x 2 mm, e irán sujetas a los arcos de la cubierta por conectores cruzados. Además, se utilizarán para fijar el material de cubierta a la estructura.

Los conectores serán del material de las correas, el acero galvanizado en caliente Z – 275, para una mayor durabilidad y resistencia a la corrosión, y los tornillos serán de cabeza hexagonal.



FIGURA 5. CONECTORES CRUZADOS UNIENDO PÓRTECO Y CORREA. FUENTE: WWW.NOVAGRIC.COM

1.3.9. Cimentación

Consistirá en bloques cilíndricos de hormigón, hechos in situ, que se colocarán sobre pequeños pozos de cimentación.

Los pozos se harán excavando en el suelo cilindros de un diámetro de 400 mm hasta los 800 mm de profundidad. Después se echará el hormigón tipo HM-15/P/40/I para la fijación de los pilares en los pozos.

Los pilares, en el extremo, contarán con una varilla que se introduzca en el hormigón dando a la unión una mayor resistencia. Tras esta tarea, se compactará la zona que rodea los pilares para asentarlos.

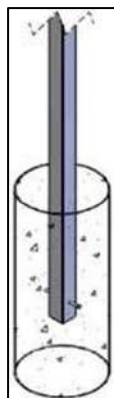


FIGURA 6. POZO DE CIMENTACIÓN Y VARILLA DEL PILAR. FUENTE: WWW.NOVAGRIC.COM

1.4. Equipamiento adicional

1.4.1. Ventilación

El invernadero tendrá ventilación únicamente cenital, poniendo mallas anti trips en las ventanas, lo que reducirá en parte la renovación del aire, la temperatura, la humedad relativa, el CO₂ y la luz.

No habrá ventilación lateral, pues los laterales de los túneles colindan con otros invernaderos o propiedades y una ventilación correcta no podría tener lugar.

La ventilación cenital será de 1/4 doble, es decir, en la cumbrera habrá una doble ventana abatible automatizada. Se accionará con un motor que moverá la barra de mando (tubo de acero, con diámetro de 32 mm), que abarca toda la línea de cumbrera. Al girar esta, también lo hará el piñón al que está conectado, subiendo o bajando así la cremallera junto a la ventana.

1.4.2. Puertas

Se va a colocar una puerta corredera de doble hoja con guía superior, 3 m de alto y 1,5 de ancho cada hoja. Serán de perfiles galvanizados en caliente para dar una mayor resistencia al óxido y durabilidad de la estructura. Se pondrá en el frontal sur del tercer túnel, el central de los cinco que hay.

Estas puertas se han elegido por su ligereza y hermeticidad, evitando la entrada de insectos y protegiendo los cultivos. Además, bajo ellas se pondrá un cepillo de aluminio para una aún mayor hermeticidad.

La puerta será de policarbonato celular incoloro, con una mayor vida útil y ligereza que el plástico de la cubierta. Tendrá una cerradura normal con llave para asegurar las instalaciones.

1.5. Material de cubierta

1.5.1. Plástico de cubierta

El polietileno o el policarbonato celular, por la baja durabilidad de uno, el alto precio del otro, la localización del proyecto y la sensibilidad al polvo, se han descartado y se ha escogido una lámina de plástico térmico anti-vaho. Está hecha en tricapa (coextrusión) en 800 galgas, y es translúcida para mayor aprovechamiento de las capas.

La capa externa es resistente, evita la adherencia de polvo y tiene alta resistencia a la radiación ultravioleta. La central tiene un 94% de transparencia y una termicidad del 85%. Por último, la interna tiene propiedades anti-goteo para evitar la condensación, ligada a pérdida de iluminación y aparición de enfermedades criptogámicas por demasiada humedad.

Se estima que la lámina durará 3 campañas en la zona del proyecto.

1.5.2. Fijación del material de cubierta

Para ello hay diferentes métodos y perfiles. Los perfiles pueden ser de PVC o metal, siendo los primeros más económicos pero de menor durabilidad, por lo que se recomiendan los metálicos.

En este caso, será un sistema de clip con ambos materiales, un perfil omega metálico y una pieza de PVC que encaja en el espacio del omega. El conjunto es de 3 m de largo y resistente a radiación ultravioleta.

El perfil omega se une a la estructura metálica por tornillos de cabeza hexagonal auto-taladrantes y, una vez fijados, se pone el plástico de cubierta y se introduce el perfil de PVC en el interior del omega.



FIGURA 7. SISTEMA DE FIJACIÓN DEL MATERIAL DE CUBIERTA. FUENTE: WWW.MACOGLOSS.COM

1.6. Cálculo de estructuras

Para los cálculos de estructuras, se van a tener en cuenta los materiales a utilizar y sus coeficientes, y se va a seguir la normativa del CTE, el Documento Básico SE-AE.

1.6.1. Sobrecarga de uso

Es el peso de todo lo que pueda gravitar sobre el pórtico por su uso. Por lo general, sus efectos se pueden simular como una carga uniformemente repartida, dependiendo del uso en cada zona.

Los valores característicos de sobrecarga por uso se recogen en la Tabla 1 e incluyen los efectos derivados por uso normal, personas, mercancías habituales, maquinaria, traslado de enseres, etc.

TABLA 1. VALORES DE SOBRECARGA DE USO. FUENTE: WWW.CODIGOTECNICO.ORG

Categoría de uso		Subcategorías de uso		Carga uniforme [kN/m ²]	Carga concentrada [kN]
A	Zonas residenciales	A1	Viviendas y zonas de habitaciones en, hospitales y hoteles	2	2
		A2	Trasteros	3	2
B	Zonas administrativas			2	2
C	Zonas de acceso al público (con la excepción de las superficies pertenecientes a las categorías A, B, y D)	C1	Zonas con mesas y sillas	3	4
		C2	Zonas con asientos fijos	4	4
		C3	Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas como vestíbulos de edificios públicos, administrativos, hoteles; salas de exposición en museos; etc.	5	4
		C4	Zonas destinadas a gimnasio u actividades físicas	5	7
		C5	Zonas de aglomeración (salas de conciertos, estadios, etc)	5	4
D	Zonas comerciales	D1	Locales comerciales	5	4
		D2	Supermercados, hipermercados o grandes superficies	5	7
E	Zonas de tráfico y de aparcamiento para vehículos ligeros (peso total < 30 kN)			2	20 ⁽¹⁾
F	Cubiertas transitables accesibles sólo privadamente ⁽²⁾			1	2
G	Cubiertas accesibles únicamente para conservación ⁽³⁾	G1 ⁽⁷⁾	Cubiertas con inclinación inferior a 20°	1 ⁽⁴⁾⁽⁶⁾	2
		G2	Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) ⁽⁵⁾	0,4 ⁽⁴⁾	1
			Cubiertas con inclinación superior a 40°	0	2

Según la tabla, el invernadero del proyecto pertenece a la subcategoría G1 al ser una cubierta ligera sobre correas sin forjado. Por ello, la carga uniforme que soporta es de 0,4 kN/m² y la carga puntual es de 1 kN/m².

1.6.2. Sobrecarga por viento

Su distribución y valor sobre un edificio dependen de la forma y dimensiones de la estructura, así como de las características, dirección e intensidad del viento.

La acción del viento es normalmente una fuerza perpendicular a la superficie de cada punto expuesto, o una presión estática que se puede expresar como:

$$q_e = q_b \cdot C_e \cdot C_p$$

Donde:

q_e = sobrecarga por viento (kN/m²)

q_b = presión dinámica del viento

C_e = coeficiente de exposición

C_p = coeficiente de presión

En el mapa de la Figura 8 se observa que la población de San Isidro de Níjar corresponde a la zona A, con una velocidad básica del viento de 26 m/s. Por lo tanto, a esta localización le corresponde una presión dinámica del viento de 0,42 kN/m².

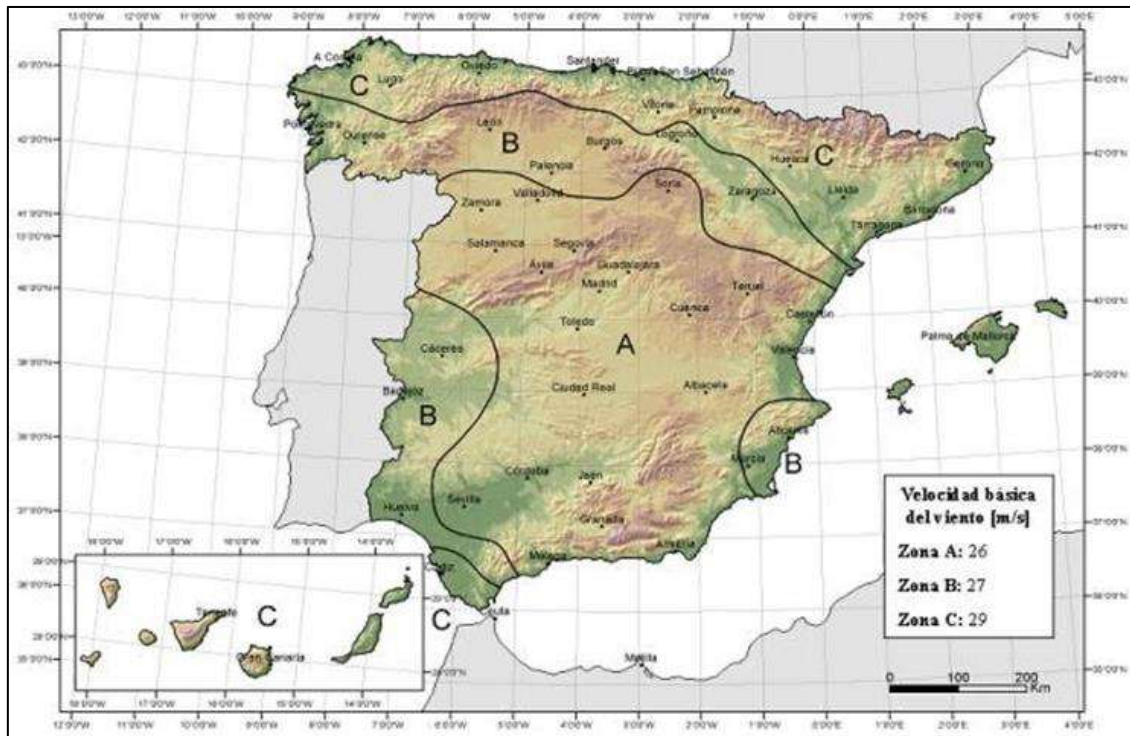


FIGURA 8. MAPA DE VELOCIDADES DEL VIENTO EN ESPAÑA. FUENTE: WWW.CODIGOTECNICO.ORG

Para el coeficiente de exposición (C_e) hay que ver el valor en la Tabla 2, la cual permite hallarlo según la altura del punto considerado (m) y del grado de aspereza del entorno.

Este grado puede considerarse un “Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia”, es decir, un grado II. La altura del cénit son 6 m, por lo que el C_e es de 2,5 kN/m².

TABLA 2. VALORES DE COEFICIENTES DE EXPOSICIÓN. FUENTE: WWW.CODIGOTECNICO.ORG

Grado de aspereza del entorno		Altura del punto considerado (m)							
		3	6	9	12	15	18	24	30
I	Borde del mar o de un lago, con una superficie de agua en la dirección del viento de al menos 5 km de longitud	2,4	2,7	3,0	3,1	3,3	3,4	3,5	3,7
II	Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia	2,1	2,5	2,7	2,9	3,0	3,1	3,3	3,5
III	Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas	1,6	2,0	2,3	2,5	2,6	2,7	2,9	3,1
IV	Zona urbana en general, industrial o forestal	1,3	1,4	1,7	1,9	2,1	2,2	2,4	2,6
V	Centro de negocio de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura	1,2	1,2	1,2	1,4	1,5	1,6	1,9	2,0

Por otro lado, el coeficiente de presión (C_p) se obtiene según la forma y la orientación de la superficie respecto al viento. Como referencia, se tendrá en cuenta la Tabla 3, que indica una cubierta hecha a dos aguas con velocidades de viento entre 75° y -45°.

TABLA 3. VALORES DE COEFICIENTES DE PRESIÓN EXTERIOR. FUENTE: WWW.CODIGOTECNICO.ORG

Pendiente de la cubierta α	A (m ²)	Zona (según figura)					
		F	G	H	I	J	
$\alpha > 0^\circ$	≥ 10	-0,6	-0,6	-0,8	-0,7	-1	
	≤ 1	-0,6	-0,6	-0,8	-0,7	-1,5	
-30°	≥ 10	-1,1	-0,8	-0,8	-0,6	-0,8	
	≤ 1	-2	-1,5	-0,8	-0,6	-1,4	
-15°	≥ 10	-2,5	-1,3	-0,9	-0,5	-0,7	
	≤ 1	-2,8	-2	-1,2	-0,5	-1,2	
$\alpha < 0^\circ$	≥ 10	-2,3	-1,2	-0,8	0,2	0,2	
	≤ 1	-2,5	-2	-1,2	0,2	0,2	
5°	≥ 10	-1,7	-1,2	-0,6	-0,6	0,2	
	≤ 1	-2,5	-2	-1,2	-0,6	0,2	
15°	≥ 10	-0,9	-0,8	-0,3	-0,4	-1	
	≤ 1	0,2	0,2	0,2	-0,4	-1,5	
30°	≥ 10	-0,5	-0,5	-0,2	-0,4	-0,5	
	≤ 1	0,7	0,7	0,4	0	0	
45°	≥ 10	-0,0	-0,0	-0,0	-0,2	-0,3	
	≤ 1	0,7	0,7	0,6	-0,2	-0,3	
60°	≥ 10	0,7	0,7	0,7	-0,2	-0,3	
	≤ 1	0,7	0,7	0,7	-0,2	-0,3	
75°	≥ 10	0,8	0,8	0,8	-0,2	-0,3	
	≤ 1	0,8	0,8	0,8	-0,2	-0,3	

Por la inclinación de la cubierta de 5° y un área superior a 10 m^2 , se determina que el coeficiente de presión es de -0,5 a sotavento como muestra la Figura 9. El valor negativo indica que es presión a succión.

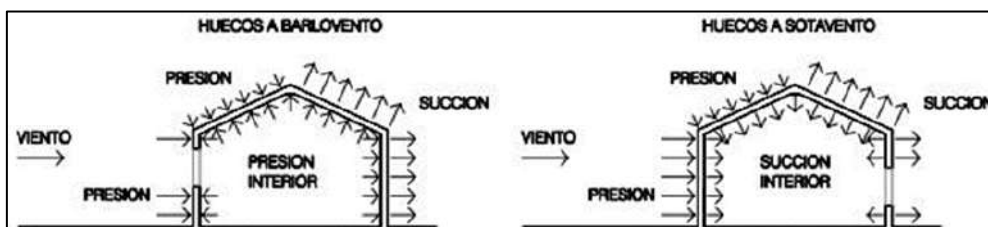


FIGURA 9. PRESIONES EJERCIDAS POR VIENTO EN CONSTRUCCIÓN DIÁFANA. FUENTE: WWW.CODIGOTECNICO.ORG

En la Tabla 4 se obtiene finalmente el coeficiente de presión, tomando una esbeltez en el plano paralelo al viento > 4 y un área de hueco aproximado de un 60%, siendo el coeficiente de valor 0.

TABLA 4. COEFICIENTES DE PRESIÓN INTERIOR. FUENTE: WWW.CODIGOTECNICO.ORG

Esbeltez en el plano paralelo al viento	Área de huecos en zonas de succión respecto al área total de huecos del edificio										
	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
≤ 1	0,7	0,7	0,6	0,4	0,3	0,1	0,0	-0,1	-0,3	-0,4	-0,5
≥ 4	0,5	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,0	-0,1	-0,2	-0,3	-0,3

Por lo tanto, el cálculo de la sobrecarga por viento es:

$$q_e = q_b \cdot C_e \cdot C_p = 0,42 \cdot 2,5 \cdot 0,5 = 0,525 \text{ kN/m}^2$$

1.6.3. Sobrecarga por nieve

Su distribución e intensidad sobre una cubierta varía según el clima de la zona, la precipitación, el relieve y la forma de la cubierta. La carga por unidad de superficie puede calcularse de la siguiente forma:

$$q_n = \mu \cdot S_k$$

Siendo:

q_n = sobrecarga por nieve

μ = coeficiente de cubierta

S_k = valor característico de la carga de nieve sobre terreno horizontal

TABLA 5. VALORES DE CARGA DE NIEVE EN CAPITALES DE PROVINCIA. FUENTE: WWW.CODIGOTECNICO.ORG

Capital	Altitud m	S_k kN/m ²	Capital	Altitud m	S_k kN/m ²	Capital	Altitud m	S_k kN/m ²
Albacete	690	0,6	Guadalajara	680	0,6	Pontevedra	0	0,3
Alicante / <i>Alicant</i>	0	0,2	Huelva	0	0,2	Salamanca	780	0,5
Almería	1.130	0,2	Huesca	470	0,7	SanSebas- tián/Donostia	0	0,3
Ávila	180	1,0	Jaén	820	0,4	Santander	1.000	0,3
Badajoz	0	0,2	León	150	1,2	Segovia	10	0,7
Barcelona	0	0,4	Lérida / <i>Lleida</i>	380	0,5	Sevilla	1.090	0,2
Bilbao / <i>Bilbo</i>	0	0,3	Logroño	470	0,6	Soria	0	0,9
Burgos	860	0,6	Lugo	660	0,7	Tarragona	0	0,4
Cáceres	440	0,4	Madrid	0	0,6	Tenerife	950	0,2
Cádiz	0	0,2	Málaga	0	0,2	Teruel	550	0,9
Castellón	0	0,2	Murcia	40	0,2	Toledo	0	0,5
Ciudad Real	640	0,6	Orense / <i>Ourense</i>	130	0,4	Valencia/ <i>València</i>	690	0,2
Córdoba	100	0,2	Oviedo	230	0,5	Valladolid	520	0,4
Coruña / <i>A Coruña</i>	0	0,3	Palencia	740	0,4	Vitoria / <i>Gasteiz</i>	650	0,7
Cuenca	1.010	1,0	Palma de Mallorca	0	0,2	Zamora	210	0,4
Gerona / <i>Girona</i>	70	0,4	Palmas, Las	0	0,2	Zaragoza	0	0,5
Granada	690	0,5	Pamplona/ <i>Iruña</i>	450	0,7	Ceuta y Melilla		0,2

Siendo Almería la provincia del proyecto, el valor característico de la carga de nieve (S_k) es de 0,2 kN/m². Por otra parte, se establecerá en 1 el valor del coeficiente de cubierta (μ), por la inclinación menor o igual a 30° de esta y a que no hay impedimento al deslizamiento de la nieve.

Por tanto, el resultado de la sobrecarga por nieve es:

$$q_n = \mu \cdot S_k = 1 \cdot 0,2 = 0,2 \text{ kN/m}^2$$

Todos los valores de sobrecarga calculados pueden meterse en el software CYPE para así dimensionar la estructura y seleccionar los perfiles que más convienen para soportar las cargas calculadas.

2. CASETA DE RIEGO

2.1. Localización y usos

Como se puede observar en el Plano nº 3, se va a situar en el lateral izquierdo de la parcela, justo al lado de la balsa de almacenamiento de agua.

En ella estará el cabezal de riego, necesario para el riego por goteo que se instalará según lo indicado en el Anejo 7. La caseta tendrá 5 m de ancho y 5 m de largo, haciendo un total de 25 m².

2.2. Cimentación

Los cimientos sobre los que se hará la solera para la caseta se harán mediante un zuncho perimetral con unas medidas de 20 x 30 cm.

2.3. Solera

Tras la compactación del terreno, se verterá una capa de zahorra artificial de 15 cm y, sobre ella, se extenderá una capa de 20 cm de hormigón a modo de solera, sobre la que se situara la caseta.

2.4. Estructura vertical y horizontal

La caseta se construirá con bloques de hormigón de 20 x 40 cm, formando muros de 2 m de altura, sobre los que se hará un zuncho para coronar la estructura.

Sobre ese zuncho se hará un forjado para el techado de la caseta y la cubierta se formará con viguetas y bovedillas.

3. CASETA DE MANIPULACIÓN DE FLORES

3.1. Localización y usos

Como se puede observar también en el Plano nº 3, se situará en el lateral derecho de la parcela, justo al lado del punto de abastecimiento de electricidad.

En ella se guardarán las herramientas necesarias para manejar el cultivo, tendrá una cámara frigorífica para conservar las flores tras ser cortadas y en ella se prepararán los ramos antes de ser transportados y comercializados. Sus medidas serán 5 m de ancho y 6 m de largo, haciendo un total de 30 m².

3.2. Cimentación, solera y estructuras

Las características de la cimentación, la solera, los muros y el techo serán las mismas que se han descrito para la caseta de riego, pero con 1 m más de largo.

4. CAMINOS Y ACCESOS DE LA PARCELA

Puesto que los vehículos levantan polvo y partículas al pasar sobre tierra suelta, ensucian los invernaderos y perjudican los cultivos. Por este hecho, es necesario hacer un par de caminos y una explanada que comuniquen todas las instalaciones con la carretera principal.

Los caminos de entrada y salida, además de la explanada, se han diseñado para facilitar la movilización de los productos y los materiales necesarios para el mantenimiento del cultivo. También para impedir que el polvo se acumule en las cubiertas, dificultando el paso de luz al interior, además de afectar a la calidad de las plantas contaminando las hojas y las flores.

Los caminos de entrada y salida se comunicarán con la carretera AL – 3111 como muestra la Figura 10.

FIGURA 10. DISEÑO DE LOS CAMINOS Y ACCESOS DEL PROYECTO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



Los dos caminos serán de 3 m de ancho. El que pasa junto a la caseta de riego tendrá 36 m de largo y el que pasa junto a la caseta de manipulación de flores 46 m. Además, la explanada que habrá entre ambas casetas y el invernadero tendrá 12 m de ancho y 40 m de largo. En ambos caminos y la explanada se seguirán los siguientes pasos para su elaboración:

- Cajeadado de los caminos: se abrirán los primeros 15 cm del camino para verter después la zahorra. La tierra extraída del cajeadado se pondrá en los laterales.
- Compactación del terreno: al 95% PM por medios mecánicos.

- Vertido de una base de zahorra artificial: tipo Z3 de 15 cm de grosor, haciendo un total de 108,9 m³.
- Vertido de una capa de rodadura a modo de acabado: 3 cm de grosor de jabre granítico, haciendo un total de 21,78 m³.

5. PROGRAMACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE LAS OBRAS

5.1. Reglamentos y disposiciones oficiales

- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención. BOE nº 27 31/01/1997.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción. BOE núm. 256 de 25 de octubre.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico. BOE núm. 148 de 21 de junio de 2001.
- Real Decreto 337/2010, de 19 de marzo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención; el Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción. BOE nº 71 23/03/2010.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales. BOE nº 269 10/11/1995.
- Resolución de 8 de Abril de 1999, sobre Delegación de Facultades en Materia de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción, complementa art. 18 del REAL DECRETO 1627/1997, de 24 de Octubre de 1997, sobre Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción. BOE núm. 91 de 16 de abril
- Cualquier disposición legislativa que afecte a las obras o maquinaria y que esté o entre en vigor antes del comienzo de las obras.

5.2. Obras de montaje e instalaciones

Las obras se ejecutarán en un orden estricto y en el menor tiempo posible, de la forma más económica y cumpliendo con todas las medidas en materia de seguridad y salud. Se estima la duración en un mes.

5.2.1. Labores de preparación del terreno

- Desbroce y explanación: Se limpia y acondiciona el terreno, eliminando restos de residuos y especies vegetales, para prepararlo para las operaciones de movimiento de tierras. Un desmonte no es necesario por no haber prácticamente pendiente en la parcela del proyecto.
- Nivelación: Se comprueba el desnivel del terreno mediante métodos topográficos de nivelación geométrica.

5.2.2. Invernadero

- Replanteo del terreno: se señalizan en el suelo los puntos donde irán colocados los pilares y donde deben realizarse los hoyos de cimentación.
- Preparación de la cimentación: mediante barrena se excavan hoyos de 80 cm de profundidad donde irán asentadas las zapatas de hormigón que sostienen los pilares.
- Recepción de materiales: estos son apilados en una superficie adyacente al área de construcción del invernadero.
- Colocación de pilares y cimentación: antes de introducir los pilares en la zapata, se les aplica un tratamiento anticorrosivo con alquitrán. Después, se vierte en cada hoyo el hormigón en masa y a continuación se introducen los pilares hasta una profundidad de 50 cm. Se comprueba que permanezcan totalmente verticales y se deja fraguar el hormigón.
- Armado de conjuntos: antes del montaje de la estructura definitiva directamente sobre el suelo, es necesario armar algunas piezas que el fabricante suministra por separado por necesidades en el transporte. Estos conjuntos son los cabezales y los canales de evacuación de agua.
- Montaje de la estructura: se detallan cada una de las tareas en el orden en que es preciso ejecutarlas.
 - Colocación de los cabezales.
 - Montaje de los canales de agua.
 - Montaje de los arcos.
 - Colocación de las barras de refuerzo.
 - Montaje de cierres.

- Colocación de la cubierta plástica en techumbre y cerramientos laterales: comenzando por los túneles exteriores y hacia dentro. Se lleva a cabo antes del montaje de cierres.
- Montaje de ventanas cenitales y puertas correderas.
- Colocación de la cubierta plástica en los cierres.
- Puesta en marcha del terreno: previamente al inicio de la plantación, se acondiciona el terreno para una óptima acogida del cultivo de rosa.
 - Desinfección del terreno y escardas: eliminación de las malas hierbas con herbicidas, tanto dentro como en los alrededores del invernadero.
 - Abonado: se reparte el abono con ayuda de un remolque esparcidor para conseguir una distribución uniforme.
 - Pase de grada: para allanar e igualar el terreno.

5.2.3. Casetas

La obra queda explicada previamente en este documento. En el caso de la instalación del sistema de riego, se detallará el resto de información en su respectivo anejo.

5.2.4. Instalación del sistema de riego

- Tendido de los ramales: estas tuberías (PE de baja densidad) vienen empaquetadas en rollos de 100 metros. Los operarios desenrollan las tuberías sobre el terreno a lo largo de toda la línea de cultivo, respetando la separación entre ramales fijada.
- Tendido del portaramales: esta tubería es de mayor diámetro pero también viene enrollada por lo que su colocación es muy sencilla.
- Tendido de la tubería principal: esta tubería, de PVC, se entierra a lo largo de la parcela. Por lo tanto se cavan zanjas de 30 centímetros de ancho por 30 cm de profundidad, procurando que la superficie del fondo quede lo más lisa posible. Se coloca la tubería y se rellena el hueco. Es importante que el fondo de la zanja quede limpio de cascotes y piedras. Las tuberías vienen en rollos de 25 metros.
- Conexión de los ramales y los emisores: la tubería porta-ramal se perfora con un punzón para introducir cada ramal a la distancia exigida. Los goteros pueden insertarse en los ramales con unos “pinchos” que presentan en la parte inferior.
- Cabezal de riego: se procura transportar el cabezal montado casi en su totalidad.

- Se atornillan los filtros al suelo de la caseta.
- Se colocan los tanques de fertirrigación en una única línea.
- Se colocan la tubería principal y conexiones entre los tanques y la red de riego.
- Se instalan las válvulas y otros accesorios: se corta a la tubería el trozo equivalente al que ocupará el elemento y a continuación se ensamblan los aparatos necesarios.
- Se instala el programador y todo el cableado que conectará el motor de la bomba y las electroválvulas con el programador. Se conecta el programador a la red eléctrica.
- Instalación de la bomba: se instala la bomba sobre una bancada metálica galvanizada que se ancla a la plataforma de hormigón.
- Purgado: para eliminar los restos de suciedad y tierra que puedan haber entrado en las tuberías como resultado de las obras, se hace un purgado para que el agua circulante arrastre las partículas fuera de la instalación. Como último paso se regula la presión dentro de la red.

5.2.5. Instalación eléctrica

Queda detallado en el Anejo 8, correspondiente a la instalación eléctrica.

5.3. Diagrama

TABLA 6. DIAGRAMA DE OPERACIONES A REALIZAR. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Nº	Tarea	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	Limpieza del terreno: desbroce y explanación														
2	Colocación de la solera de la casera														
3	Colocación de los paneles de cerramiento de la caseta														
4	Colocación de la cubierta de la caseta														
5	Instalación del cabezal de riego y equipo de fertirrigación														
6	Excavación de hoyos para la cimentación del invernadero														
7	Cimentación y colocación de los pilares del invernadero														
8	Instalación eléctrica de la caseta														
9	Armado de conjuntos														
10	Montaje de la estructura del invernadero														
11	Apertura y relleno de zanjas (instalación de la tubería de riego principal y las líneas eléctricas enterradas)														
12	Revestimiento del invernadero														
13	Instalación de la tubería secundaria y ramales de riego														
14	Instalación de la bomba de impulsión														
15	Instalación eléctrica del invernadero														
16	Montaje de ventanas cenitales y puertas correderas														
17	Purgado del equipo de regadío														
18	Puesta en marcha del terreno: desinfección, estercoladura, enarenado, pase de grada														

Nº	Tarea	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
1	Limpieza del terreno: desbroce y explanación														
2	Colocación de la solera de la casera														
3	Colocación de los paneles de cerramiento de la caseta														
4	Colocación de la cubierta de la caseta														
5	Instalación del cabezal de riego y equipo de fertirrigación														
6	Excavación de hoyos para la cimentación del invernadero														
7	Cimentación y colocación de los pilares del invernadero														
8	Instalación eléctrica de la caseta														
9	Armado de conjuntos														
10	Montaje de la estructura del invernadero														
11	Apertura y relleno de zanjas (instalación de la tubería de riego principal y las líneas eléctricas enterradas)														
12	Revestimiento del invernadero														
13	Instalación de la tubería secundaria y ramales de riego														
14	Instalación de la bomba de impulsión														
15	Instalación eléctrica del invernadero														
16	Montaje de ventanas cenitales y puertas correderas														
17	Purgado del equipo de regadío														
18	Puesta en marcha del terreno: desinfección, estercoladura, enarenado, pase de grada														

Nº	Tarea	29	30	31	32	33
1	Limpieza del terreno: desbroce y explanación					
2	Colocación de la solera de la casera					
3	Colocación de los paneles de cerramiento de la caseta					
4	Colocación de la cubierta de la caseta					
5	Instalación del cabezal de riego y equipo de fertirrigación					
6	Excavación de hoyos para la cimentación del invernadero					
7	Cimentación y colocación de los pilares del invernadero					
8	Instalación eléctrica de la caseta					
9	Armado de conjuntos					
10	Montaje de la estructura del invernadero					
11	Apertura y relleno de zanjas (instalación de la tubería de riego principal y las líneas eléctricas enterradas)					
12	Revestimiento del invernadero					
13	Instalación de la tubería secundaria y ramales de riego					
14	Instalación de la bomba de impulsión					
15	Instalación eléctrica del invernadero					
16	Montaje de ventanas cenitales y puertas correderas					
17	Purgado del equipo de regadío					
18	Puesta en marcha del terreno: desinfección, estercoladura, enarenado, pase de grada					

6. BIBLIOGRAFÍA Y WEBGRAFÍA

Invernaderos para cultivo de rosas. (s.f.). Recuperado 3 de mayo de 2023, de <https://www.novagric.com/es/invernaderos-rosas>

Macoglass. (2023, 31 enero). Macoglass - Mallas y Plásticos - tienda física y online. Recuperado 30 de mayo de 2023, de <https://www.macoglass.com/>

ULMA Agrícola. (s.f.). Complementos y accesorios para invernaderos. Recuperado 30 de mayo de 2023, de <https://www.ulmaagricola.com/es/invernaderos/opcionales/>

Seguridad estructural. (s.f.). Recuperado 5 de junio de 2023, de <https://www.codigotecnico.org/DocumentosCTE/SeguridadEstructural.html>

Gutiérrez Domínguez, Alba (2020). Diseño de un invernadero multitúnel de 4500 m² para el cultivo de tomate azul en la localidad de Campohermoso (Almería). Proyecto Fin de Carrera / Trabajo Fin de Grado, E.T.S. de Ingeniería Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas (UPM), Madrid.

Hebrero López, Andrea (2021). Proyecto de una explotación de 10.000 m² para producción de flor cortada bajo invernadero en Añoover de Tajo (Toledo). Proyecto Fin de Carrera / Trabajo Fin de Grado, E.T.S. de Ingeniería Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas (UPM), Madrid.

Vidalie, H. (2001). Producción de flores y plantas ornamentales (3.a ed.). Ediciones Mundi-Prensa. (Obra original publicada 1983)

Ferrer Martí, F., & Salvador Palomo, P. J. (1991). EL ROSAL: Manual del buen aficionado. Ediciones Mundi-Prensa.

Ferrer Martí, F., & Salvador Palomo, P. J. (1986). La producción de rosas en cultivo protegido. Universal Plantas, S. A.

Bañón Arias, S., Cifuentes Romo, D., Fernández Hernández, J. A., & González Benavente-García, A. (1993). Gerbera, liliun, tulipán y rosa. Ediciones Mundi-Prensa.

College of Agriculture and Life Sciences, North Carolina State University, Raleigh. (1992). Introduction to Floriculture (2a edición). Roy A. Larson.

ANEJO VI

INSTALACIÓN DE AUTOMATISMOS Y MANEJO DEL INVERNADERO

GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA,
ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS

Índice de contenido

1.	INTRODUCCIÓN.....	3
2.	SISTEMAS DE CALEFACCIÓN	3
2.1.	Métodos directos	3
2.1.1.	Convección.....	3
2.1.2.	Conducción	4
2.2.	Métodos indirectos	4
3.	SISTEMAS DE VENTILACIÓN	4
3.1.	Ventilación natural.....	4
3.2.	Ventilación forzada.....	5
3.2.1.	Sistemas de ventilación para desestratificación del aire	5
3.2.2.	Sistemas de ventilación forzada	5
4.	SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN.....	5
4.1.	Sombreo	5
4.2.	Pantallas evaporadoras (cooling system).....	6
5.	CONTROL DE LA ILUMINACIÓN.....	6
5.1.	Métodos indirectos	6
5.2.	Métodos directos	6
5.2.1.	Blanqueo o encalado	6
6.	CONTROL DE LA HUMEDAD	6
6.1.	Fog-system	7
6.2.	Mist-system	7
7.	AUTOMATISMOS SELECCIONADOS.....	7
7.1.	Control de la temperatura.....	7
7.1.1.	Malla de sombreado con su respectivo emparrillado	7
7.1.2.	Mallas térmicas.....	8
7.1.3.	Bombas de calor	8
7.2.	Control de la ventilación	10
7.2.1.	Ventiladores suspendidos.....	12
7.2.2.	Ventiladores empotrados	12
7.3.	Control de la humedad.....	13
7.4.	Automatización	13
8.	BIBLIOGRAFÍA Y WEBGRAFÍA	14

Índice de figuras

Figura 1. Malla de sombreo al 80 % negra. Fuente: www.plantax.es	7
Figura 2. Motor cenital hasta 90 m. Fuente: www.plantax.es	12

1. INTRODUCCIÓN

En este anejo se mostrarán los distintos métodos para el manejo del invernadero, al igual que los diferentes automatismos que permitirán regular factores muy importantes para el desarrollo del cultivo.

Los factores en cuestión son la temperatura, la humedad, la luz y el CO₂. Estos han de permanecer en equilibrio y adaptarse en cada fase del cultivo. De lo contrario, se puede producir sequedad en las puntas de las hojas, un retraso del crecimiento, flores de menor calidad o, en general, pérdida del valor ornamental de las plantas.

2. SISTEMAS DE CALEFACCIÓN

Controlar la temperatura es vital para el buen desarrollo del cultivo, proporcionándole las condiciones necesarias para su desarrollo en todo momento.

2.1. Métodos directos

2.1.1. Convección

- Generador de aire caliente: método recomendable en localizaciones con temperaturas mínimas suaves, para cultivos no muy exigentes en temperatura y con grado de tecnificación medio. El generador funciona produciendo calor a partir de un combustible, y hay de dos tipos:
 - Generador de aire caliente por combustión directa: en la combustión, los gases producidos se unen al aire caliente generado y el conjunto se introduce al invernadero. Con estos generadores es recomendable utilizar combustibles poco perjudiciales para personas y plantas como el gas natural o el propano.
 - Generador de aire caliente por combustión indirecta: contienen un intercambiador que separa los gases de la combustión del calor generado, expulsando los gases al exterior y manteniendo el calor dentro.
- Aerotermos: sistema que produce aire caliente a través de un intercambiador. Se aumenta la temperatura del aire por agua caliente o vapor de agua, siendo considerado un sistema de calefacción mixto.

2.1.2. Conducción

- Tuberías radiantes de agua caliente: se instalan tuberías que llevan agua caliente y aumentan la temperatura del recinto donde se instalan. Pueden ponerse en el suelo bajo el cultivo (unos 50 cm por debajo) para aportar calor a las raíces y evitar romperlas con las labores. El agua calentada procede de una caldera o paneles solares y está por debajo de los 40 °C para no perjudicar el cultivo.

2.2. Métodos indirectos

Estos métodos permiten minimizar las pérdidas de calor sin aportar calor de manera externa. Entre estas técnicas podemos encontrar:

- Hermetizar lo máximo posible el invernadero, con una doble cubierta o doble pared para evitar las pérdidas de calor.
- Orientar correctamente el invernadero para conseguir la máxima radiación solar
- Poner pantallas térmicas desplegadas para mantener el calor del invernadero. Con ellas, además, se pueden sombrear los cultivos en épocas de mayor radiación para evitar quemaduras. Así se puede reducir 1 – 2 °C la temperatura.
- Colocar acolchado plástico en las líneas de cultivo para subir la temperatura del suelo y evitar a su vez las malas hierbas. También puede acolcharse el suelo con materia orgánica o corteza de pino, a modo de mulching para mantener el calor.
- Instalar un riego anti-heladas por microaspersión.

3. SISTEMAS DE VENTILACIÓN

Una buena ventilación en el invernadero es importante para mantener unos niveles de oxígeno y CO₂ óptimos en el interior, además de evitar la propagación de ciertas enfermedades que son favorecidas por el aire estancado.

Estos son fundamentales para regular la entrada de CO₂ en el invernadero, ya que las alternativas para introducirlo son caras o muy contaminantes.

3.1. Ventilación natural

Ventilar el espacio con ventanas para producir el intercambio de aire interior-exterior por diferencia de presión. Estas pueden ser cenitales (en el techo) o

laterales (en las paredes). Su apertura puede ser de forma manual o automática, en caso de automatizarse con un programador y un motor eléctrico.

3.2. Ventilación forzada

Crear un flujo de aire artificial entre el interior y el exterior del invernadero utilizando ventiladores extractores en un lateral, para que una parte del aire caliente salga al exterior y otra fría entre. Hay dos sistemas según la colocación de los ventiladores helicoidales.

3.2.1. Sistemas de ventilación para desestratificación del aire

Conjunto de pequeños ventiladores helicoidales distribuidos por el invernadero en diferentes posiciones para generar corrientes. Se usan con las ventanas cerradas o cuando la tasa de renovación del aire es baja.

3.2.2. Sistemas de ventilación forzada

Se colocan a un lado del invernadero y posibilitan la adecuación de la tasa de ventilación a las necesidades en cada caso. El aire exterior se enfría y entra bajando la temperatura y la humedad, por lo que suele ponerse un sistema de nebulización de alta frecuencia o fog complementario para mantener el porcentaje de humedad relativa.

4. SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN

La transpiración es la mayor fuente de vapor de agua del invernadero, por lo que si un cultivo está poco desarrollado o bajo condiciones de estrés y la transpiración es baja, habrá que recurrir a sistemas de refrigeración.

4.1. Sombreo

Las mallas de sombreado bajan la temperatura y la radiación infrarroja, además de la PAR, pudiendo ser negras (absorber radiación) o aluminizadas (reflejarla). Los sistemas móviles son de mayor eficacia en exterior que en interior, aunque su instalación es más dificultosa, cara y con gran riesgo de rotura por viento.

Su influencia es mayor si la ventilación es escasa y en cultivos recién trasplantados. Además, baja la temperatura de tejidos que transpiran poco (frutos, flores, etc.).

4.2. Pantallas evaporadoras (cooling system)

Consiste en paneles porosos humectantes rellenos de materiales higroscópicos (por ejemplo: celulosa) situados en un lateral del invernadero, habiendo en el otro lateral sistemas de extracción como ventiladores.

El aire exterior llega a los paneles, evapora y enfría el agua, bajando la temperatura y aumentando la humedad del invernadero. Es utilizado en localizaciones de clima muy cálido y con baja humedad.

5. CONTROL DE LA ILUMINACIÓN

5.1. Métodos indirectos

Son los mejores para controlar la luz y consisten en:

- Utilizar materiales de cubierta con buena transmisividad y transparencia.
- Orientar correctamente el invernadero para aprovechar las horas de luz.
- Plantar en la época correcta.
- Elegir la mejor especie y variedad a plantar según las condiciones de la zona.

5.2. Métodos directos

5.2.1. Blanqueo o encalado

Aplicar caliza (CaCO_3) en toda la cubierta del invernadero. Entre sus ventajas, destacan el bajo coste de la caliza, la reducción de la trasmisividad de cubierta, el aumento de radiación difusa y el que no afecte a la ventilación. Por otra parte, entre los inconvenientes, destaca que no es graduable y que es difícil de retirar.

6. CONTROL DE LA HUMEDAD

La humedad es determinante para evitar pérdidas de calidad en las flores y tallos.

Hay métodos indirectos eficaces aunque rudimentarios para aumentarla, como colocar capazos de agua para que se evapore, pulverizar los cultivos o regar el suelo. Para que disminuya, se pueden abrir las ventanas o utilizar sistemas de refrigeración para bajar la tasa higrométrica del aire.

En métodos directos destaca la nebulización, que también vale como sistema de refrigeración.

6.1. Fog-system

Consiste en emitir gotas minúsculas a alta presión, que se evaporan y absorben el calor ambiental sin mojar el cultivo. Se instalan tuberías de acero atravesando el invernadero, que tienen las boquillas que emiten estas gotas.

Aunque es muy eficaz, su instalación y mantenimiento son muy costosos, y el agua utilizada, al ser de baja calidad, puede obstruir las boquillas.

6.2. Mist-system

Está pensado concretamente para el enraizamiento de esquejes de hoja perenne en túneles de esquejado.

El agua no es tan pulverizada como en el fog-system, siendo menos compleja la instalación. Las pulverizaciones reducen la transpiración, manteniendo todas las funciones biológicas.

7. AUTOMATISMOS SELECCIONADOS

7.1. Control de la temperatura

Para que las pérdidas de calor en el invernadero sean mínimas, este se orientará aprovechando la máxima radiación solar y evitando que los cultivos se hagan sombra entre sí. Además, se instalarán otros métodos para controlar la temperatura.

7.1.1. Malla de sombreo con su respectivo emparrillado

Se dispondrán 10 trozos de malla de sombreo al 80 % de color negro, siendo cada uno de 40 x 15 m para poder abrirse y cerrarse individualmente.



FIGURA 1. MALLA DE SOMBREO AL 80 % NEGRA. FUENTE: WWW.PLANTAX.ES

El extremo móvil irá enrollado en un tubo de 20 mm de diámetro, del que tirará el motor cuando empiece a girar y el eje de mando lo moverá al otro extremo de

la malla, quedando doblada como un acordeón. Para cerrarla el motor tirará del eje de mando en sentido contrario. La malla y el tubo están unidos grapas cada 30 cm. Al otro extremo habrá un alambre duro de 3 mm galvanizado, sujeto con piojos a la malla.

Se pondrá un cáncamo en el extremo donde esté el alambre y, en el otro, un tensor para tirar del alambre a medida que pierda rigidez. Así se mantendrá tensa lateralmente la malla.

Cualquier malla térmica debe colocarse sobre un emparrillado de hilos de poliéster para dirigirla y evitar que caiga. Este consiste en dos hilos, uno encima de la malla y otro debajo, separados entre sí 40 cm. Cada hilo llevará una grapa de nylon larga y una corta, mientras que los laterales de la malla tendrán grapas en forma S cada 30 cm.

Para toda la malla, serán necesarios dos motores de 250 W capaces de transmitir el giro hasta 90 metros, como los de las ventanas cenitales.

7.1.2. Mallas térmicas

Se cubrirá el cultivo si fuera necesario, en los meses más fríos, para mantener el calor y evitar temperaturas mínimas absolutas como las que se han visto en la zona, que podrían dar lugar a heladas.

7.1.3. Bombas de calor

Como calefacción de apoyo para la época del año con temperaturas más bajas, se instalarán bombas de calor. Además, para una distribución más homogénea del aire calentado, se instalarán ventiladores suspendidos.

Se han seleccionado por su alta eficiencia energética, su mantenimiento rápido y sencillo, y sobre todo por sus bajas emisiones de contaminantes y el bajo impacto ambiental frente a otros métodos. Su fuente de energía puede ser gas natural comprimido o gas licuado del petróleo.

A continuación se muestran los cálculos de necesidades de calefacción:

1. Teniendo en cuenta que la fórmula que determina estas necesidades es:

$$Q_c = K \cdot \Delta T \cdot Sc + m \cdot C_p \cdot \Delta T$$

Siendo:

- Q_c = Necesidades de calefacción (W)

- K = Coeficiente global de transmisión de calor del material de la cubierta ($W/m^2 \cdot ^\circ C$)
- ΔT = Diferencia de temperatura entre el exterior y el interior ($^\circ C$)
- Sc = Superficie de la cubierta (m^2)
- m = Masa de aire que se renueva por unidad de tiempo (kg/h)
- Cp = Calor específico del aire = $1.000 J/kg^1 \cdot ^\circ C$

2. Las pérdidas de calor por conducción, convección y radiación son:

$$Q_{cond,conv,rad} = K \cdot \Delta T \cdot Sc$$

Siendo $K = W/m^2 \cdot ^\circ C^1$ en el material del que está hecho el invernadero. La temperatura exterior para estos cálculos es considerada la media mínima del mes más frío que se haya registrado. Según el estudio climatológico del Anejo 1, el valor es de $2,38 ^\circ C$ en enero. La temperatura mínima para que se pueda formar el botón floral en esa época es de $12 ^\circ C$, por lo que la temperatura interior se fijará a ese valor.

$$\Delta T = 12 - 2,38 = 9,62 ^\circ C$$

$$Sc = 9,7 \cdot 5 \cdot 150 \text{ módulos} = 7.275 m^2$$

$$Q_{cod,conv,rad} = 6 \cdot 9,62 \cdot 7275 = 419.913 W$$

3. Las pérdidas de calor por renovación del aire son:

$$Q_{ren} = m \cdot Cp \cdot \Delta T$$

Puesto que la tasa de renovación del aire dentro de un invernadero es difícil de medir, se determina que en invernaderos herméticos y con todas las ventilaciones cerradas, la tasa es de aproximadamente 0,75 renovaciones/hora.

$$m = 0,75 \cdot Va \cdot \partial$$

Siendo:

- Va = Volumen de aire que hay dentro del invernadero
- ∂ = Densidad del aire a $15 ^\circ C$ y presión atmosférica = $1,225 kg/m^3$

$$Va = (6.000 \cdot 4,5) + ((10,97 \cdot 150) \cdot 5 \text{ túneles}) = 35.227,5 \text{ m}^3$$

$$m = 0,75 \cdot 35.227,5 \cdot 1,225 \approx 32.365 \frac{kg}{h}$$

$$Q_{ren} = 32.365 \cdot 1.000 \cdot 9,62 = 331.351.300 \frac{J}{h} = 86.486 \frac{J}{s} = 86.486 \text{ W}$$

4. Por lo tanto, las necesidades de calefacción totales son:

$$Q_c = 419.913 + 86.486 = 506.399 \text{ W} = 506,4 \text{ kW}$$

5. Si se utilizan bombas de calor de 35 kW de potencia, el número de ellas que será necesario es:

$$N^{\circ}_{bombas} = \frac{Q_c}{P_{bomba}} = \frac{506,4}{35} = 14,47 \approx 15 \text{ bombas de calor}$$

Estas 15 bombas de calor se distribuirán uniformemente entre los 5 túneles, habiendo 3 en cada uno para abarcar toda su extensión con las mangas que salgan de ellas para dirigir el aire caliente.

En cada túnel, habrá una bomba de calor a 25 metros de la fachada principal, la siguiente a 75 metros y la tercera a 125 metros. De esta manera, cada una aportará aire caliente a través de las mangas 25 metros en ambos sentidos.

7.2. Control de la ventilación

El invernadero tipo multitúnel tiene ventilación cenital 1/4, con doble ventana cenital abatible con mallas para evitar la entrada de insectos. Además, se podría plantear para un futuro el instalar sistemas de ventilación forzada.

A continuación se muestran los cálculos de superficie de ventilación del invernadero:

1. Planteando que la superficie entre la altura de canal y la de cumbrera es un segmento circular:

$$L = \alpha \cdot R$$

$$R = \frac{h}{2} + \frac{C^2}{8 \cdot h}$$

$$\alpha = 2 \cdot \arcsen \cdot \frac{C}{2 \cdot R}$$

Siendo:

- h = Altura de canal a cumbrera = 1,50 m
- C = cuerda o secante = 8 m
- L = Longitud del arco de la cubierta
- R = Radio de circunferencia
- a = Ángulo de circunferencia

$$R = \frac{1,5}{2} + \frac{8^2}{8 \cdot 1,5} \approx 6,1 \text{ m}$$

$$a = 2 \cdot \arcsen \frac{8}{2 \cdot 6,1} \approx 91,06^\circ$$

$$a = \frac{91,06^\circ \cdot \pi}{180^\circ} \approx 1,59 \text{ rad}$$

$$L = 1,59 \cdot 6,1 \approx 9,70 \text{ m}$$

2. La superficie que tiene un módulo (5 m entre postes) de cubierta es:

$$A_c = 9,70 \cdot 5 \approx 48,5 \text{ m}^2$$

3. La superficie de una ventana doble supercénit (45% del total) en un módulo es:

$$A_v = 48,5 \cdot 0,45 = 21,825 \text{ m}^2$$

4. Si estas ventanas dobles supercénit están en cada módulo, al multiplicar A_v por el número de módulos totales, se calcula la superficie total de ventilación y se compara con la superficie total de cubierta:

$$A_{v_{TOTAL}} = 21,825 \cdot 150 \text{ módulos} = 3273,75 \text{ m}^2$$

$$S_{\text{ventilación}} = \frac{3273,75}{150 \text{ módulos} \cdot (8 \cdot 5)} \cdot 100 \approx 54,56 \%$$

5. Siendo una superficie de ventilación excesiva, que no debe superar el 20 %, se plantea localizar las ventanas en módulos alternos, llegando a las 75 ventanas en todo el invernadero:

$$A_{v_{TOTAL}} = 21,825 \cdot 75 \text{ módulos} = 1636,875 \text{ m}^2$$

$$S_{ventilación} = \frac{1636,875}{150 \text{ módulos} \cdot (8 \cdot 5)} \cdot 100 \approx 27,28 \%$$

6. Puesto que las mallas contra insectos que se sitúan en las ventanas reducen la ventilación en el interior del invernadero hasta un 30 %:

$$S_{ventilación \text{ REAL}} = 27,28 \cdot 0,7 \approx 19,10 \%$$

Por lo que la ventilación real cubre las necesidades del cultivo.

Las ventanas se abrirán y cerrarán con la ayuda de 10 motores trifásicos cenitales de hasta 90 metros, como el de la siguiente figura.



FIGURA 2. MOTOR CENITAL HASTA 90 M. FUENTE: WWW.PLANTAX.ES

7.2.1. Ventiladores suspendidos

En un futuro, si fuera necesario se podrían instalar ventiladores hexagonales suspendidos. Su función principal sería distribuir homogéneamente el calor que proporcionarán las bombas de calor y circular el aire durante las épocas más cálidas, como apoyo a la ventilación natural.

7.2.2. Ventiladores empotrados

En un futuro, si fuera necesario también se instalarían 10 ventiladores empotrados, uno por cada extremo de los 5 módulos que tiene el invernadero. Con ellos se facilitará la entrada del aire renovado y la extracción de aire cargado o caliente.

Las características técnicas de todos se pueden ver en el Anejo 7 de instalación eléctrica.

7.3. Control de la humedad

Podría plantearse instalar en un futuro un sistema de nebulización de alta frecuencia, como el Fog-system. En la zona del invernadero sería conveniente un sistema que aumente la humedad ambiental en ciertas épocas, siendo una buena opción por su alta eficiencia y para enfriar el invernadero controladamente, además de poder realizar desinfecciones con productos fitosanitarios solubles. Se considera recomendable, puesto que hay meses en esa zona con una humedad relativa por debajo del 70 %, y hay etapas del cultivo en las que el buen rendimiento requiere valores de hasta el 90 %.

Si se elige este sistema, hay que contar con que encarecerá el presupuesto, ya que necesita otra bomba centrífuga, tuberías, sistemas de filtrado y boquillas.

Los capazos de agua a lo largo del invernadero para que se evapore y aumente la humedad relativa, o conseguir aumentar la humedad mediante los riegos también puede ser útil.

7.4. Automatización

La ventilación debe abrir y cerrar automáticamente según el viento y la temperatura. Esto requiere una estación meteorológica con sonda, anemómetro y termómetro. Así que se instalará un centro de mando con centralita para la automatización en función de esos parámetros.

También se automatizarán las bombas de calor según la temperatura. Para hacerlo, se conectará la sonda de temperatura a la centralita de automatismos, conectada a su vez con las bombas de calor y los ventiladores.

El riego será automatizado con un programador conectado a las electroválvulas, que establecerá el encendido a cierta hora del día y durante cierto tiempo para cubrir las necesidades hídricas expuestas en el Anejo 4.

La centralita de automatismos tiene tres opciones, el modo “automático” que obedece a todas las sondas ya mencionadas, el modo “0” en el que todos los mecanismos están desconectados y el modo “manual” en el que se pueden controlar todos los dispositivos manualmente, en caso de tener que hacer algo no recomendado por las sondas.

8. BIBLIOGRAFÍA Y WEBGRAFÍA

Invernaderos para cultivo de rosas. (s.f.). Recuperado 3 de mayo de 2025, de <https://www.novagric.com/es/invernaderos-rosas>

Hebrero López, Andrea (2021). Proyecto de una explotación de 10.000 m² para producción de flor cortada bajo invernadero en Añover de Tajo (Toledo). Proyecto Fin de Carrera / Trabajo Fin de Grado, E.T.S. de Ingeniería Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas (UPM), Madrid.

Malla de sombreo en diferentes porcentajes, venta al corte por metros. (s. f.). Plantax. Recuperado 3 de mayo de 2025, de https://www.plantax.es/mallas/901-malla-sombreo-al-corte-por-metros.html#/649-color-negro/2080-ancho_m-15/773-porcentaje_de_sombreo-80

Motor para apertura de ventanas laterales de invernadero. (s. f.). Plantax. Recuperado 3 de mayo de 2025, de <https://www.plantax.es/ventilacion/893-motor-cenital-90-m.html>

Vidalie, H. (2001). Producción de flores y plantas ornamentales (3.a ed.). Ediciones Mundi-Prensa. (Obra original publicada 1983)

Gutiérrez Domínguez, Alba (2020). Diseño de un invernadero multitúnel de 4500 m² para el cultivo de tomate azul en la localidad de Campohermoso (Almería). Proyecto Fin de Carrera / Trabajo Fin de Grado, E.T.S. de Ingeniería Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas (UPM), Madrid.

ANEJO VII

INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO

GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA,
ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS

Índice de contenido

1.	INTRODUCCIÓN.....	3
2.	DISEÑO HIDRÁULICO.....	3
1.1.	Datos a tener en cuenta	3
1.2.	Dimensionamiento lateral	6
1.2.1.	Criterio de dimensionamiento.....	6
1.2.2.	Cálculo de las pérdidas de carga en el lateral. Expresión de Blassius	6
1.2.3.	Comprobación mediante el criterio de las velocidades.....	7
1.3.	Dimensionamiento terciaria.....	8
1.3.1.	Pérdida de carga máximas admisibles en la terciaria	8
1.3.2.	Cálculo del diámetro interno en la terciaria	8
1.3.3.	Comprobación mediante el criterio de las velocidades.....	9
1.3.4.	Pérdidas de carga reales en la terciaria	10
1.4.	Dimensionamiento secundaria sector pequeño.....	10
1.4.1.	Pérdida de carga máximas admisibles en la secundaria de sector pequeño.....	10
1.4.2.	Cálculo del diámetro interno en la secundaria de un sector pequeño.....	10
1.4.3.	Comprobación mediante el criterio de las velocidades.....	11
1.4.4.	Pérdidas de carga reales en la secundaria de un sector pequeño.....	12
1.5.	Dimensionamiento secundaria sector grande.....	12
1.5.1.	Pérdida de carga máximas admisibles en la secundaria de un sector grande.....	12
1.5.2.	Cálculo del diámetro interno en la secundaria.....	13
1.5.3.	Comprobación mediante el criterio de las velocidades.....	14
1.5.4.	Pérdidas de carga reales en la secundaria de un sector grande.....	15
1.6.	Dimensionamiento tubería primaria	15
1.7.	Diseño hidráulico mediante DimSub	16
1.8.	Diseño hidráulico DimSub sector 1 (pequeño) – subunidad 1	17
3.	INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO	18
3.1.	Sistema de bombeo	18
3.2.	Sistema de control y regulación.....	18
3.3.	Sistema de filtrado	19
3.4.	Mantenimiento del sistema de filtrado	21
3.5.	Cálculo de presión al inicio del sistema.....	21
4.	BIBLIOGRAFÍA Y WEBGRAFÍA.....	22

Índice de figuras

Figura 1. Esquema de la instalación de laterales y terciaria. Fuente: DimSub.....	4
Figura 2. Características y curva caudal/presión del gotero seleccionado.....	5
Figura 3. Diagrama de Moody. Fuente: www.thermal-engineering.org	16
Figura 4. Diseño hidráulico DimSub para el sector 1 – subunidad 1. Fuente: DimSub.....	17
Figura 5. Bomba de agua. Fuente: mundoriego.es	18
Figura 6. Filtro hidrociclón. Fuente: regaber.com	19
Figura 7. Filtro de arena. Fuente: turiego.es	20
Figura 8. Filtro de malla. Fuente: turiego.es	20

Índice de tablas

Tabla 1. Resumen de cálculos para laterales y terciarias por subunidad. Fuente: DimSum	17

1. INTRODUCCIÓN

En este anejo se realizarán los cálculos necesarios para el diseño hidráulico. Para ello, se ha utilizado el programa "DimSub", creado por Jaime Arviza Valverde, Ibán Balbastre Peralta y Carmen Virginia Palau Estevan.

Este software, desarrollado en Visual Basic for Application (VBA) dentro del entorno Excel, está hecho para el dimensionamiento y diseño de subunidades de riego localizado, permitiendo diversas configuraciones, como por ejemplo:

- Emisores autocompensantes y no compensantes
- Alimentación del lateral y terciaria por extremo, punto medio o punto intermedio
- Doble lateral por fila de plantas en terciarias
- Posibilidad de terciarias telescópicas

Además, el programa permite el uso de varios materiales para las tuberías terciarias, pudiendo ajustarse diversas variables. Para cada caso estudiado, el programa cuantifica las mediciones y los costos de las distintas soluciones.

2. DISEÑO HIDRÁULICO

Debido a las características de la parcela y el cultivo, se realizará una división de la red en 5 sectores pequeños y 5 grandes, como se observa en los Planos 9.1 y 9.2 en detalle.

Cada lateral de riego será alimentado por el extremo. Según muestran los planos, la parcela tiene una inclinación que afecta solo a las tuberías secundaria y primaria. Por lo tanto, las 35 subunidades de toda la parcela, compuestas por una tubería terciaria y los laterales, tendrán el mismo diseño y solo tendrá que realizarse un cálculo distinto para las tuberías secundarias.

El punto de agua de la comunidad de regantes se encuentra en el lateral izquierdo de la parcela, a la altura en la que va a situarse la caseta de riego con todo el equipamiento necesario.

1.1. Datos a tener en cuenta

Las distancias importantes para los cálculos son las siguientes:

- Longitud primaria = 133 m
- Longitud secundaria menor = 62,60 m
- Longitud secundaria mayor = 63,40 m
- Separación hasta la primera terciaria = 20,6 m
- Separación entre terciarias = 21 m
- Longitud terciaria = 6 m
- Longitud hasta primer lateral (L_0) = 0,4 m
- Longitud entre laterales = 1,4 m
- Longitud lateral = 20,20 m
- Separación hasta el primer gotero = 0,75 m
- Separación entre goteros = 0,20 m

A continuación, se muestra en la Figura 1 el esquema de la instalación obtenido de la aplicación DimSub:

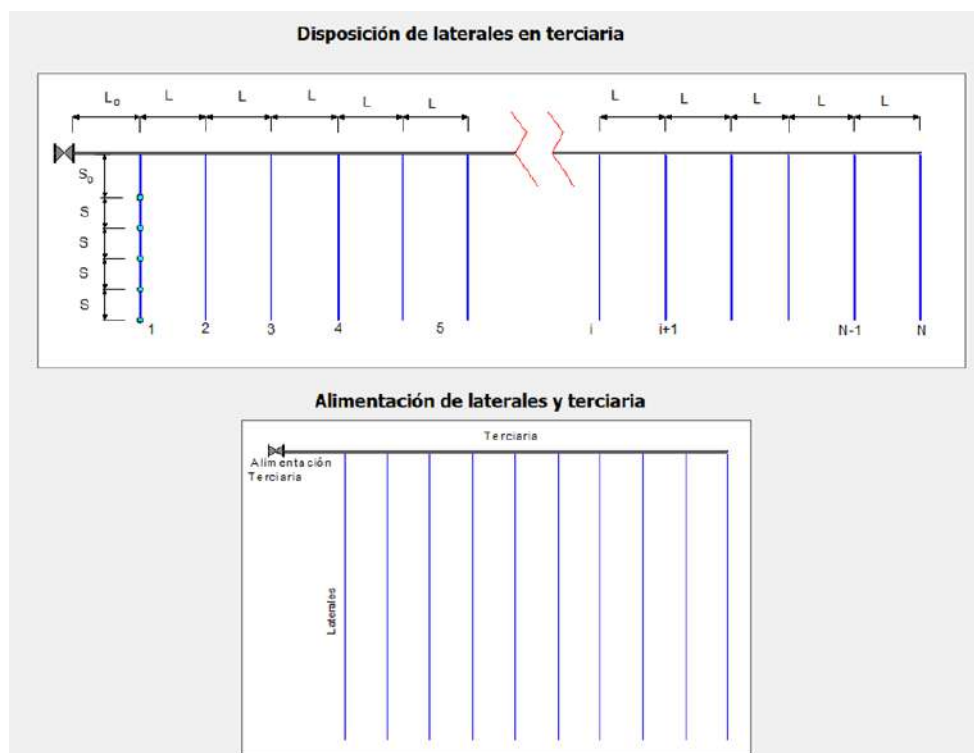


FIGURA 1. ESQUEMA DE LA INSTALACIÓN DE LATERALES Y TERCIARIA. FUENTE: DIMSUB

Para realizar los cálculos, se ha utilizado un gotero de 4 l/h, modelo TrellDrip, que no es compensante y que incluye el alambre dentro de la propia tubería. Es necesario conocer las características específicas del flujo del gotero para realizar el dimensionamiento. No obstante, cualquier gotero con estas mismas características tendría el mismo dimensionamiento:

CAUDAL VS. PRESION

P (bar)	Caudal nominal (l/h)											
	16/1				16/2				16/4			
	E.P	0.65mm	0.9mm	1.0mm	1.15mm	0.65mm	0.9mm	1.0mm	1.15mm	0.65mm	0.9mm	1.0mm
0.5	0.82	0.82	0.82	0.72	1.61	1.50	1.50	1.43	2.72	2.58	2.58	2.58
1.0	1.2	1.15	1.15	1.00	2.25	2.10	2.10	2.00	3.80	3.60	3.60	3.60
1.5	1.40	1.40	1.40	1.21	2.73	2.55	2.55	2.43	4.62	4.37	4.37	4.37
2.0	1.60	1.60	1.60	1.39	3.14	2.93	2.93	2.79	5.30	5.02	5.02	5.02
2.5		1.79	1.79	1.55		3.26	3.26	3.10		5.59	5.59	5.59
3.0		1.95	1.95	1.69		3.56	3.56	3.39		6.10	6.10	6.10
3.5			2.10	1.82			3.83	3.65			6.57	6.57
a	0.381	0.381	0.381	0.331	0.745	0.695	0.695	0.662	1.258	1.192	1.192	1.192
x	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48

a = Constante de flujo del gotero, x = Exponente de flujo del gotero

* E.P = Espesor de pared

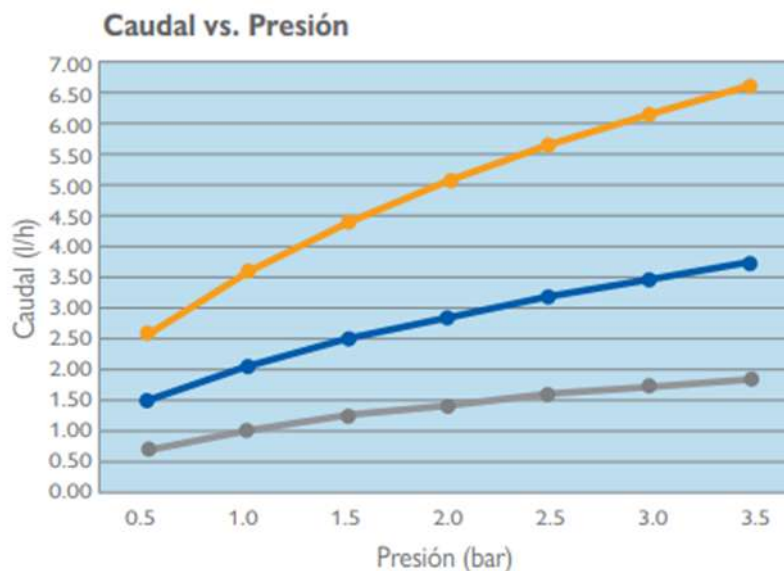


FIGURA 2. CARACTERÍSTICAS Y CURVA CAUDAL/PRESIÓN DEL GOTERO SELECCIONADO

La ecuación característica del emisor, para 16/4 y 1,00 mm, con q en l/h y H en mca, es:

$$q = 1.192 \cdot H^{0.48}$$

Para calcular el dimensionamiento de los laterales y de la terciaria se tendrá en cuenta una temperatura de 20 °C y un coeficiente mayorante en la tubería terciaria del 20 %, por lo que $K_m = 1,2$.

1.2. Dimensionamiento lateral

1.2.1. Criterio de dimensionamiento

El criterio adoptado es que las diferencias de caudal entre dos emisores de la subunidad de riego no superen el 10 % del caudal medio. Este caudal se define en función de la presión de trabajo del emisor, que, según la ecuación de flujo, produce un caudal de 4 l/h a una presión de 124,5 kPa. La variación de presión que puede ocurrir en la subunidad de riego, para una presión media de 12,45 mca (obtenida de la curva del gotero), es la siguiente:

$$\Delta H_{sub} = \frac{0,1}{x} \cdot H = \frac{0,1}{0,48} \cdot 12,45 = 2,6 \text{ mca}$$

Al haber seleccionado el gotero con un diámetro interior de 16 mm:

1.2.2. Cálculo de las pérdidas de carga en el lateral. Expresión de Blassius

$$h = km \cdot C \cdot F_d \cdot L \cdot \frac{Q^m}{D^{3+m}}$$

Donde:

- Puesto que el material es PE, $m = 1,75$
- Al tener una temperatura de 20°C, $C = 0,464$
- Longitud del lateral = 20,20 m
- $Q = q \cdot n = 4 \cdot 101 = 404 \text{ l/h}$
- $D = 16 \text{ mm}$
- El coeficiente mayorante se calcula como:

$$K_m = \frac{L + n \cdot le}{L}$$

Con $le = 0,23$ al ser emisores interlínea y $L = 20,20$:

$$K_m = \frac{20,20 + 101 \cdot 0,23}{20,20} = 2,15$$

Como los emisores están separados equidistantemente, el factor de Christiansen (F) generalizado se calcula como:

$$F_r = \frac{r + n \cdot F(n, m) - 1}{r + n - 1}$$

Donde:

$$r = \frac{S_0}{S}$$

Con $F(101) = 0,369$ y $r = 1$:

$$F_r = \frac{1 + 101 \cdot 0,369 - 1}{1 + 101 - 1} = 0,369$$

$$F_d = \frac{0,75 \cdot 95 \cdot 0,369 + (1,5 - 0,75) \cdot 47 \cdot 0,375 + (0,5 - 1,5)}{71} = 0,413$$

Se calculan las pérdidas de carga reales que se producen en el lateral con un diámetro interno de 16 mm:

$$h = Km \cdot C \cdot F_r \cdot L \cdot \frac{Q^m}{D^{3+m}}$$

$$h = 2,15 \cdot 0,464 \cdot 0,369 \cdot 101 \cdot \frac{404^{1,75}}{16^{3+1,75}} \rightarrow h = 1,44 \text{ mca}$$

1.2.3. Comprobación mediante el criterio de las velocidades

El criterio de las velocidades establece que el agua que atraviesa una tubería no puede ser mayor de 1,5 m/s, por lo que se aplica este criterio para verificar la elección del diámetro del lateral:

$$Q = S \cdot V$$

$$\frac{404}{3.600 \cdot 1.000} = \frac{\pi \cdot 0,016^2}{4} \cdot v \rightarrow v = 0,56 \text{ m/s}$$

Se confirma que se ha elegido un diámetro adecuado, al ser menor que 1,5 m/s la velocidad.

A continuación, se calcula el número de Reynolds para comprobar que se pueda utilizar la fórmula de Blasius:

$$Re = \frac{Di (m) \cdot V \left(\frac{m}{s} \right) \cdot \rho (kg/m^3)}{\mu \left(\frac{kg}{m} \cdot s \right)}$$

Sabiendo que para un agua a 20 °C:

$$\rho = 995,6 \text{ kg/m}^3$$

$$\mu = 0,8007 \cdot 10^{-3} \text{ kg/m} \cdot \text{s}$$

$$Re = \frac{0,016 \cdot 0,56 \cdot 995,6}{0,8007 \cdot 10^{-3}} = 11.104,1$$

Al ser el número de Reynolds mayor que 4.000, es correcto utilizarla.

1.3. Dimensionamiento terciaria

1.3.1. Pérdida de carga máximas admisibles en la terciaria

$$\Delta h_{adm \text{ terciaria}} = \Delta H_{sub} - \Delta z_{ter} - \Delta z_{lat} - \Delta h_{lat}$$

$$\Delta h_{adm \text{ terciaria}} = 2,59 - (0) - (-0,4) - 1,44 = 1,55 \text{ mca}$$

1.3.2. Cálculo del diámetro interno en la terciaria

$$h = km \cdot C \cdot F \cdot L \cdot \frac{Q^m}{D^{3+m}}$$

Donde:

- Puesto que el material es PE, $m = 1,75$
- Puesto que el material es PE, $m = 1,75$
- Al tener una temperatura de 20 °C, $C = 0,464$
- Longitud de la terciaria = 6
- $Q = q \cdot n = 404 \cdot 5 = 2020 \text{ l/h}$
- El coeficiente mayorante es de 1,2

Al tener una separación constante entre derivaciones y L_0 distinto de L_e (caso II), el coeficiente de Christiansen (F) se calcula como:

$$F(m, N) = \frac{r + n \cdot F - 1}{r + n - 1}$$

Donde:

$$r = \frac{S_0}{S_e} = \frac{0,4}{1,4} = 0,286$$

$$F(5) = 0,469$$

Por lo tanto:

$$F(m, N) = \frac{r + n \cdot F - 1}{r + n - 1} = \frac{0,286 + 5 \cdot 0,469 - 1}{0,286 + 5 - 1} = 0,3805$$

Por lo tanto, sustituyendo en la ecuación, se obtiene un diámetro de:

$$1,55 = 1,2 \cdot 0,464 \cdot 0,3805 \cdot 6 \cdot \frac{2020^{1,75}}{D^{3+1,75}} \rightarrow D = 16,83 \text{ mm}$$

El diámetro teórico, con el cual se alcanzarían las pérdidas de carga máximas admisibles en la terciaria sería de 16,83 mm. El siguiente diámetro comercial sería de 20 mm, por lo que las características de la tubería serían por lo tanto de:

$$DN = 20 \text{ mm (17,8 mm)}$$

1.3.3. Comprobación mediante el criterio de las velocidades

El criterio de las velocidades establece que el agua que atraviesa una tubería no puede ser mayor de 1,5 m/s, por lo que se aplica este criterio para verificar la elección del diámetro de la tubería terciaria:

$$Q = S \cdot V$$

$$\frac{2.020}{3.600 \cdot 1.000} = \frac{\pi \cdot 0,0178^2}{4} \cdot v \rightarrow v = 2,25 \text{ m/s}$$

Puesto que no cumple el criterio de las velocidades, se debe elegir un diámetro superior. El siguiente diámetro comercial sería de 28 mm, por lo que las características de la tubería serían:

$$DN = 32 \text{ mm (28 mm)}$$

$$Q = S \cdot V$$

$$\frac{2.020}{3.600 \cdot 1.000} = \frac{\pi \cdot 0,028^2}{4} \cdot v \rightarrow v = 0,91 \text{ m/s}$$

A continuación, se calcula el número de Reynolds para comprobar que se pueda utilizar la fórmula de Blasius:

$$Re = \frac{Di \text{ (m)} \cdot V \left(\frac{\text{m}}{\text{s}} \right) \cdot \rho \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right)}{\mu \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}} \cdot \text{s} \right)}$$

Sabiendo que para un agua a 20 °C:

$$\rho = 995,6 \text{ kg/m}^3$$

$$\mu = 0,8007 \cdot 10^{-3} \frac{kg}{m} \cdot s$$

$$Re = \frac{0,028 \cdot 0,91 \cdot 995,6}{0,8007 \cdot 10^{-3}} = 31.682,138$$

Al ser el número de Reynolds mayor que 4.000, es correcto utilizarla.

1.3.4. Pérdidas de carga reales en la terciaria

Se calculan las pérdidas de carga reales que se producen en la terciaria con un diámetro interno de 28 mm:

$$h = km \cdot C \cdot F \cdot L \cdot \frac{Q^m}{D^{3+m}}$$

$$h = 1,2 \cdot 0,464 \cdot 0,3649 \cdot 6 \cdot \frac{2.020^{1,75}}{(28)^{3+1,75}} \rightarrow h = 0,1 \text{ mca}$$

1.4. Dimensionamiento secundaria sector pequeño

1.4.1. Pérdida de carga máximas admisibles en la secundaria de sector pequeño

En un sector pequeño, solo hay 3 ramificaciones a terciarias, y se tiene una pendiente contraria a la gravedad, por lo que las pérdidas de carga máximas admisibles son:

$$\Delta h_{adm \text{ secundaria}} = \Delta H_{sub} - \Delta z_{ter} - \Delta z_{lat} - \Delta h_{lat} - \Delta z_{sec} - \Delta h_{ter}$$

$$\Delta h_{adm \text{ secundaria}} = 2,59 - (0) - (-0,4 \text{ m}) - 1,44 \text{ mca} - (0,4 \text{ m}) - 0,1 \text{ mca}$$

$$= 1,05 \text{ mca}$$

1.4.2. Cálculo del diámetro interno en la secundaria de un sector pequeño

$$h = km \cdot C \cdot F \cdot L \cdot \frac{Q^m}{D^{3+m}}$$

- Puesto que el material es PE, $m = 1,75$
- Al tener una temperatura de 20 °C, $C = 0,464$
- Longitud de la secundaria = 62,60 m
- $Q = q \cdot n = 2020 \cdot 3 = 6.060 \text{ l/h}$
- El coeficiente mayorante es de 1,2

Al tener una separación constante entre derivaciones y L_0 distinto de L_e (caso II), el coeficiente de Christiansen (F) se calcula como:

$$F(m, N) = \frac{r + n \cdot F - 1}{r + n - 1}$$

Donde:

$$r = \frac{L_0}{L_e} = \frac{20,6}{21} = 0,98$$

$$F(3) = 0,546$$

Por lo tanto:

$$F(m, N) = \frac{r + n \cdot F - 1}{r + n - 1} = \frac{0,98 + 3 \cdot 0,549 - 1}{0,98 + 5 - 1} = 0,3267$$

Por lo tanto, sustituyendo en la ecuación, se obtiene un diámetro de:

$$1,05 = 1,2 \cdot 0,464 \cdot 0,3267 \cdot 3 \cdot \frac{6.060^{1,75}}{D^{3+1,75}} \rightarrow D = 21,56 \text{ mm}$$

El diámetro teórico, con el cual se alcanzarían las pérdidas de carga máximas admisibles en la tubería terciaria sería de 21,56 mm. El siguiente diámetro comercial sería de 28 mm, por lo que las características de la tubería serían:

$$DN = 32 \text{ mm (28 mm)}$$

1.4.3. Comprobación mediante el criterio de las velocidades

El criterio de las velocidades establece que el agua que atraviesa una tubería no puede ser mayor de 1,5 m/s, por lo que se aplica este criterio para verificar la elección del diámetro de la tubería secundaria:

$$Q = S \cdot V$$

$$\frac{6.060}{3.600 \cdot 1.000} = \frac{\pi \cdot 0,028^2}{4} \cdot v \rightarrow v = 2,73 \text{ m/s}$$

Puesto que no cumple el criterio de las velocidades, se debe elegir un diámetro superior. El siguiente diámetro comercial sería de 36 mm, por lo que las características de la tubería serían:

$$DN = 40 \text{ mm (36 mm)}$$

$$Q = S \cdot V$$

$$\frac{6.060}{3.600 \cdot 1.000} = \frac{\pi \cdot 0,036^2}{4} \cdot v \rightarrow v = 1,65 \text{ m/s}$$

Puesto que tampoco cumple el criterio de las velocidades, se debe optar por el siguiente diámetro:

$$DN = 50 \text{ mm (46 mm)}$$

$$Q = S \cdot V$$

$$\frac{6.060}{3.600 \cdot 1.000} = \frac{\pi \cdot 0,046^2}{4} \cdot v \rightarrow v = 1,01 \text{ m/s}$$

A continuación, se calcula el número de Reynolds para comprobar que se pueda utilizar la fórmula de Blasius:

$$Re = \frac{Di \text{ (m)} \cdot V \left(\frac{\text{m}}{\text{s}} \right) \cdot \rho \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right)}{\mu \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}} \cdot \text{s} \right)}$$

Sabiendo que para un agua a 20 °C:

$$\rho = 995,6 \text{ kg/m}^3$$

$$\mu = 0,8007 \cdot 10^{-3} \frac{\text{kg}}{\text{m}} \cdot \text{s}$$

$$Re = \frac{0,046 \cdot 0,91 \cdot 995,6}{0,8007 \cdot 10^{-3}} = 57.934,53$$

Al ser el número de Reynolds mayor que 4.000, es correcto utilizarla.

1.4.4. Pérdidas de carga reales en la secundaria de un sector pequeño

Se calculan las pérdidas de carga reales que se producen en la tubería secundaria con un diámetro interno de 46 mm:

$$h = km \cdot C \cdot F \cdot L \cdot \frac{Q^m}{D^{3+m}}$$

$$h = 1,2 \cdot 0,464 \cdot 0,3267 \cdot 3 \cdot \frac{6.060^{1,75}}{46^{3+1,75}} \rightarrow h = 0,1 \text{ mca}$$

1.5. Dimensionamiento secundaria sector grande

1.5.1. Pérdida de carga máximas admisibles en la secundaria de un sector grande

En un sector grande hay 4 ramificaciones de terciarias, lo que implica un mayor volumen, pero a la vez, el flujo de agua va a favor de la pendiente, por lo que las pérdidas de carga máximas admisibles son:

$$\Delta h_{adm \text{ secundaria}} = \Delta H_{sub} - \Delta z_{ter} - \Delta z_{lat} - \Delta h_{lat} - \Delta z_{sec} - \Delta h_{ter}$$

$$\Delta h_{adm\ secundaria} = 2,59 - (0) - (-0,4\ m) - 1,44\ mca - (-0,4\ m) - 0,1\ mca \\ = 1,85\ mca$$

1.5.2. Cálculo del diámetro interno en la secundaria

$$h = km \cdot C \cdot F \cdot L \cdot \frac{Q^m}{D^{3+m}}$$

- Puesto que el material es PE, $m = 1,75$
- Al tener una temperatura de $20\ ^\circ\text{C}$, $C = 0,464$
- Longitud de la secundaria = $63,40\ m$
- $Q = q \cdot n = 2020 \cdot 4 = 8.080\ l/h$
- El coeficiente mayorante es de $1,2$

Al tener una separación constante entre derivaciones y L_0 distinto de L_e (caso II), el coeficiente de Christiansen (F) se calcula como:

$$F(m, N) = \frac{r + n \cdot F - 1}{r + n - 1}$$

Donde:

$$r = \frac{L_0}{L_e} = \frac{20,6}{21} = 0,98$$

$$F(4) = 0,498$$

Por lo tanto:

$$F(m, N) = \frac{r + n \cdot F - 1}{r + n - 1} = \frac{0,98 + 4 \cdot 0,498 - 1}{0,98 + 5 - 1} = 0,396$$

Por lo tanto, sustituyendo en la ecuación, se obtiene un diámetro de:

$$1,85 = 1,2 \cdot 0,464 \cdot 0,396 \cdot 4 \cdot \frac{8.080^{1,75}}{D^{3+1,75}} \rightarrow D = 23,54\ mm$$

El diámetro teórico, con el cual se alcanzarían las pérdidas de carga máximas admisibles en la tubería secundaria sería de $23,54\ mm$. El siguiente diámetro comercial sería de $28\ mm$, por lo que las características de la tubería serían:

$$DN = 32\ mm\ (28\ mm)$$

1.5.3. Comprobación mediante el criterio de las velocidades

El criterio de las velocidades establece que el agua que atraviesa una tubería no puede ser mayor de 1,5 m/s, por lo que se aplica este criterio para verificar la elección del diámetro de la tubería secundaria:

$$Q = S \cdot V$$

$$\frac{8.080}{3.600 \cdot 1.000} = \frac{\pi \cdot 0,028^2}{4} \cdot v \rightarrow v = 3,64 \text{ m/s}$$

Puesto que no cumple el criterio de las velocidades, se debe elegir un diámetro superior. El siguiente diámetro comercial sería de 36 mm, por lo que las características de la tubería serían:

$$DN = 40 \text{ mm (46 mm)}$$

$$Q = S \cdot V$$

$$\frac{8.080}{3.600 \cdot 1.000} = \frac{\pi \cdot 0,036^2}{4} \cdot v \rightarrow v = 2,20 \text{ m/s}$$

Puesto que tampoco cumple el criterio de las velocidades, se debe optar por el siguiente diámetro:

$$DN = 50 \text{ mm (46 mm)}$$

$$Q = S \cdot V$$

$$\frac{8.080}{3.600 \cdot 1.000} = \frac{\pi \cdot 0,046^2}{4} \cdot v \rightarrow v = 1,35 \text{ m/s}$$

Esto significa que todos los sectores tendrán el mismo diámetro de tubería secundaria.

A continuación, se calcula el número de Reynolds para comprobar que se pueda utilizar la fórmula de Blasius:

$$Re = \frac{Di \text{ (m)} \cdot V \left(\frac{\text{m}}{\text{s}} \right) \cdot \rho \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right)}{\mu \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}} \cdot \text{s} \right)}$$

Sabiendo que para un agua a 20 °C:

$$\rho = 995,6 \text{ kg/m}^3$$

$$\mu = 0,8007 \cdot 10^{-3} \frac{\text{kg}}{\text{m}} \cdot \text{s}$$

$$Re = \frac{0,046 \cdot 1,35 \cdot 995,6}{0,8007 \cdot 10^{-3}} = 77\,245,1$$

Al ser el número de Reynolds mayor que 4.000, es correcto utilizarla.

1.5.4. Pérdidas de carga reales en la secundaria de un sector grande
Se calculan las pérdidas de carga reales que se producen en la tubería secundaria de un sector grande con un diámetro interno de 46 mm:

$$h = km \cdot C \cdot F \cdot L \cdot \frac{Q^m}{D^{3+m}}$$

$$h = 1,2 \cdot 0,464 \cdot 0,396 \cdot 4 \cdot \frac{8.080^{1,75}}{46^{3+1,75}} \rightarrow h = 0,1 \text{ mca}$$

1.6. Dimensionamiento tubería primaria

Conociendo el caudal máximo permitido (15.000 l/h), y sabiendo también el caudal necesario para regar un sector pequeño (6.060 l/h) y un sector grande (8.080 l/h), al corresponder con una sola variedad de rosa, se realizará un riego de ambos sectores a la vez, lo que significaría un caudal de:

$$Qt = 14.140 \text{ l/h}$$

Puesto que también debe cumplir el criterio de las velocidades, podemos obtener el diámetro real que tendrá el dimensionamiento de la tubería:

$$Q = S \cdot V$$

$$\frac{14.140}{3.600 \cdot 1.000} = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot 1,5 \rightarrow D = 57,75 \text{ mm}$$

Este sería el diámetro mínimo necesario para cumplir el criterio de las velocidades con el caudal máximo. Utilizando una tubería de PE, el diámetro de la tubería disponible sería:

$$DN = 63 \text{ mm (58,2 mm)}$$

El agua, con este diámetro irá a una velocidad de:

$$\frac{14.140}{3.600 \cdot 1.000} = \frac{\pi \cdot 0,0582^2}{4} \cdot v \rightarrow v = 1,47 \text{ m/s}$$

Conocidos estos datos, se procede al cálculo del número de Reynolds:

$$Re = \frac{Di (m) \cdot V \left(\frac{m}{s} \right) \cdot \rho \left(\frac{kg}{m^3} \right)}{\mu \left(\frac{kg}{m} \cdot s \right)} = \frac{0,0582 \cdot 1,47 \cdot 995,6}{0,8007 \cdot 10^{-3}} = 106.843,8$$

A continuación, se utiliza la fórmula de Darcy Weisbach para el cálculo de las pérdidas de carga:

$$\Delta h = L \cdot f_D \cdot \frac{1}{2g} \cdot \frac{V^2}{D}$$

Mediante el uso del diagrama de Moody y sabiendo que la rugosidad del plástico es de 0,0025, se obtiene un valor del coeficiente de rozamiento (f_D) igual a 0,016.

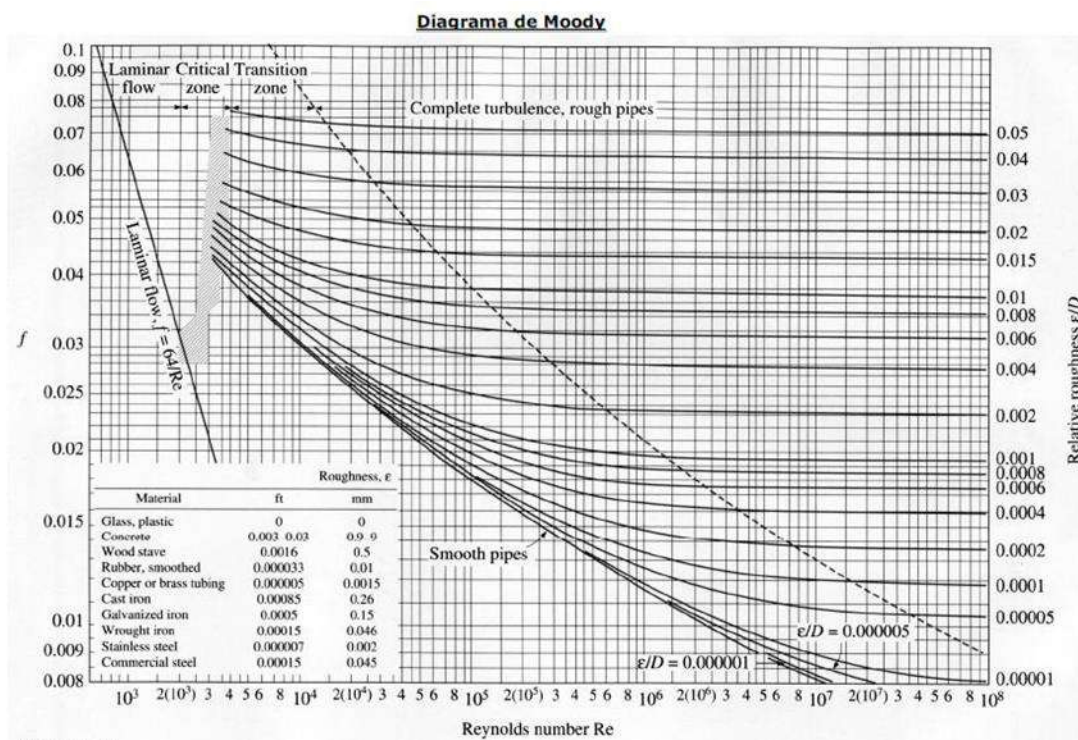


FIGURA 3. DIAGRAMA DE MOODY. FUENTE: WWW.THERMAL-ENGINEERING.ORG

Por lo tanto, las pérdidas de carga en la tubería principal serían de:

$$\Delta h = 133 \cdot 0,016 \cdot \frac{1}{2 \cdot 9,8} \cdot \frac{1,22^2}{0,0582} = 4,03 \text{ mca}$$

1.7. Diseño hidráulico mediante DimSub

A continuación, se muestran los cálculos y datos obtenidos del programa DimSub para el cálculo de las subunidades.

Debido a la forma de la unidad de riego y la disposición de las variedades de rosa, aunque existen 35 subunidades de riego, todos los laterales y terciarias

tienen la misma longitud y caudal, siendo la única diferencia la pendiente. Ninguna terciaria tiene pendiente, todos los laterales tienen pendiente a favor de la gravedad, pero la tubería secundaria de los sectores pequeños, aun siendo más corta y teniendo menos pérdidas de carga, fluye contra gravedad, mientras que los sectores grandes van a favor de la gravedad.

Para el cálculo de los subsectores, al tener en cuenta las tuberías laterales y terciarias, se ha realizado el cálculo de una sola de las subunidades, y el resumen de los diámetros necesarios se puede encontrar en la Tabla 1:

TABLA 1. RESUMEN DE CÁLCULOS PARA LATERALES Y TERCIARIAS POR SUBUNIDAD. FUENTE: DIMSUM

Tipo de Sector	Subunidad	Caudal inicio (l/h)	Presión inicio (mca)	Diámetro lateral (mm)	Diámetro terciario 1 (mm)
Grande	1 a 20	2020	12,9	16	50
Pequeño	1 a 15	2020	12,9	16	50

1.8. Diseño hidráulico DimSub sector 1 (pequeño) – subunidad 1

Datos Lateral Subunidad: 1 Sector: 1 Cota inicio: 0

Alimentación lateral: alimentado por el extremo
Tipo de emisor: No compensante
 Denominación:
 Caudal emisor (l/h): 4
 Longitud equivalente: 0.23 m
 Distancia inicial S_0 : 0 m
 Separación emisores S : 0.2 m
 Longitud lateral: 20.2 m
 Diámetro interior lateral: 16 mm
 Pendiente lateral: 0 %
 Coeficiente Variación CV: 7 %
 Temperatura cálculo: 20 °C
 Número emisores planta: 1

Material terciaria: PVC UNE EN 1451
 PE 40 UNE EN 12201
 PE 100 UNE EN 1220

Emisor no Compensante
 Variación máx caudales: 10 %
 Presión media emisor: 12.45 mca
 Exponente descarga (X): 0.48
 coste emisor y lateral: 0 €/ml

Variables dimensionado lateral
 Variación presión Subunidad: 2.59 m
 Nº emisores lateral: 102
 Desnivel lateral: 0 m
 Pérdida de carga admisible: 2.59 m
 Coefici. mayorante Km: 2.16
 Coeficiente C: 0.466
 Coeficiente M: 8.89E-07

Resultados Lateral
 Caudal inicio lateral: 408 l/h
 Coeficiente Fr: 0.362
 Pérdida carga lateral: 0.52 mca
 Variación presión Lat.: 0.52 mca
 Coeficiente Beta r: 0.73
 Coeficiente Alfa: 0.5
 Presión inicio lateral: 12.83 mca
 Presión final lateral: 12.31 mca
 Presión mínima lateral: 12.31 mca
 Uniformidad E. lateral: 92.5 %

Datos Terciaria
Alimentación terciaria: Alimentada por el extremo
Geometría terciaria: Rectangular
Disposición laterales: Un lateral por fila de plantas
Tipo terciaria: Característica única
 Tubería telescópica
Dimensionado lateral: Subunidad irregular
Dimensionado Terciaria:
 Coeficiente Mayorante: 1.2
 Número laterales: 5
 Distancia inicial (L_0): 0.4 m
 Separación laterales (L): 1.4 m
 Pendiente terciaria: 2 %

Resultados Terciaria
 Diámetro interior: 43.6 mm
 Diámetro Nominal: 50 mm
 Coeficiente Beta r: 0.714
 Pérdida carga terciaria: 0.01 m
 Presión inicio ter.: 12.9 m
 Presión final terciaria: 12.8 m
 Var. Presión terciaria: 0.13 m

Botones de acción: Exportar resultados, Ver Esquema, Mediciones, Imprimir, Grabar Datos, Leer Datos, Salir

FIGURA 4. DISEÑO HIDRÁULICO DIMSUB PARA EL SECTOR 1 – SUBUNIDAD 1. FUENTE: DIMSUB

3. INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO

Una vez se ha llevado a cabo el dimensionamiento de todas las subunidades de riego, es esencial diseñar el sistema de riego en su conjunto.

Este diseño debe incluir todos los elementos de control y los sistemas de filtrado, como muestra el Plano 9.3. Estos componentes son fundamentales para garantizar que el riego se realice de manera eficiente y efectiva. Además, los sistemas de filtrado desempeñan un papel crucial al limpiar el agua de riego de posibles sólidos, lo que previene problemas en las tuberías y prolonga la vida útil de la instalación. A largo plazo, este enfoque es más rentable, ya que reduce la necesidad de mantenimiento frecuente.

3.1. Sistema de bombeo

El primer componente que debe ser instalado es un sistema de bombeo adecuado. En este caso, se optará por una bomba eléctrica trifásica de 5 kW de potencia, capaz de suministrar el caudal necesario para todo el sistema de riego. Esta bomba ha sido seleccionada considerando que las pérdidas de carga estimadas en el sistema son aproximadamente de 1,5 metros de columna de agua (mca). Es importante asegurar que la bomba seleccionada tenga la capacidad para manejar las variaciones de presión y caudal que pueden ocurrir en la operación diaria del sistema.



FIGURA 5. BOMBA DE AGUA. FUENTE: MUNDORIEGO.ES

3.2. Sistema de control y regulación

Para garantizar el correcto funcionamiento del sistema de riego, se deben instalar varios elementos de control y regulación, tales como electroválvulas, válvulas manuales, manómetros y reguladores de presión. Estos elementos permiten un

control preciso del riego y la posibilidad de ajustar el sistema según las necesidades específicas de cada subunidad de riego.

En particular, se instalarán electroválvulas tanto en los puntos de separación de los sectores como en cada subunidad. Esto permite realizar riegos sectorizados y específicos en momentos puntuales según las necesidades de la plantación. Para las electroválvulas seleccionadas, que deben ser capaces de manejar un caudal de 9.000 l/h y tener un tamaño de 1 1/2" HH, se estiman unas pérdidas de carga de 1,5 mca. Sin embargo, estas pérdidas pueden variar dependiendo del modelo específico de válvula que se elija para el proyecto final.

3.3. Sistema de filtrado

La limpieza y filtrado del agua es un aspecto crucial para evitar la acumulación de sólidos, tanto inorgánicos como orgánicos, que pueden causar obstrucciones en el sistema de riego. Por esta razón, se implementarán varios sistemas de filtrado, cada uno con una función específica:

- Filtro hidrociclón: utiliza la fuerza centrífuga para separar los sólidos del agua. Los sólidos son empujados hacia las paredes del filtro y luego caen al fondo, donde se almacenan en un colector. El agua limpia continúa su flujo hacia la siguiente etapa del sistema. Para un caudal máximo de 10.000 l/h, este filtro tiene unas pérdidas de carga estimadas de 0,2 mca, aunque este valor puede variar según el modelo comercial elegido.



FIGURA 6. FILTRO HIDROCICLÓN. FUENTE: REGABER.COM

- Filtro de arena: tras la bomba, se instalarán dos filtros de arena o cuarcita. Estos son cruciales para eliminar partículas orgánicas pequeñas, como algas y microorganismos, que podrían obstruir las tuberías y los portagoteros. Cada filtro está diseñado para manejar un caudal de hasta 4.500 l/h. Las pérdidas de carga de estos filtros pueden variar según el modelo, pero se estiman en 1 mca para los cálculos preliminares.



FIGURA 7. FILTRO DE ARENA. FUENTE: TURIEGO.ES

- Filtro de malla: como última etapa del sistema de filtrado, se colocarán dos filtros de malla en paralelo. Estos filtros capturan las partículas más finas que puedan haber escapado a las etapas anteriores. Cada filtro es capaz de manejar un caudal de hasta 10.000 l/h, con pérdidas de carga de 0,1 mca en condiciones normales y hasta 0,3 mca cuando están saturados. La colocación de estos filtros al final del sistema es estratégica para evitar su rápida colmatación.



FIGURA 8. FILTRO DE MALLA. FUENTE: TURIEGO.ES

3.4. Mantenimiento del sistema de filtrado

Cabe destacar que todos los sistemas de filtrado requieren un mantenimiento regular. Esto incluye la limpieza de los colectores y la verificación periódica de los filtros para asegurarse de que no estén obstruidos, lo que podría afectar el rendimiento del sistema de riego. Un mantenimiento adecuado no solo garantiza la eficiencia del sistema, sino que también prolonga la vida útil de los componentes y reduce la necesidad de reparaciones costosas en el futuro.

Este enfoque integral al diseño y mantenimiento del sistema de riego asegura que el sistema funcione de manera eficiente y con una mínima intervención durante su vida útil.

3.5. Cálculo de presión al inicio del sistema

La presión en el inicio del sistema dependerá de la situación de los filtros, si se encuentran saturados o en condiciones normales. Por ello, se calcula la presión máxima que podría haber según la situación.

$$\frac{P_{max}}{\gamma} = H + h - \Delta z + h_{válvula} + h_{filtros} + h_{bomba} =$$

$$\frac{P_{max}}{\gamma} = 12,45 + (4,03 + 0,1 + 0,1 + 1,44) - (0 + 0,4 - 0,4 - 2) + 1,5$$

$$+ (2 + 0,3) + 1,5 = 24,32 \text{ mca}$$

Puesto que la presión que la comunidad de regantes proporciona es de 25 mca, se establece que este dimensionamiento es correcto y no habría ningún problema en el caso más desfavorable con los filtros completamente saturados.

4. BIBLIOGRAFÍA Y WEBGRAFÍA

Arviza, J. (1996). Riego Localizado. Valencia.

AutoSolar - La tienda de la energía solar. (s.f.). Recuperado el 3 de marzo de 2023, de <https://autosolar.es/>

AZUD - Filtración, riego por goteo, fertirrigación y tratamiento de agua para uso agrícola. (s.f.). Recuperado el 1 de marzo de 2023, de <https://azud.com/>

De Paco López-Sánchez, J. (1993). Fundamentos del cálculo hidráulico en los sistemas de riego y drenaje. Madrid: Mundi - Prensa.

Forpol Estructuras - Casetas prefabricadas de hormigón precios. (s.f.). Recuperado el 3 de marzo de 2023, de <https://www.forpol.es/obras-realizadas/casetas-prefabricadas-de-hormigon-precios/>

Gutiérrez Domínguez, Alba (2020). Diseño de un invernadero multitúnel de 4500 m² para el cultivo de tomate azul en la localidad de Campohermoso (Almería). Proyecto Fin de Carrera / Trabajo Fin de Grado, E.T.S. de Ingeniería Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas (UPM), Madrid.

Garrido Mera, Diego (2021). Cultivo de cáñamo industrial bajo invernadero tecnificado en Níjar (Almería) con una superficie de 1000 m². Proyecto Fin de Carrera / Trabajo Fin de Grado, E.T.S. de Ingeniería Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas (UPM), Madrid.

Hebrero López, Andrea (2021). Proyecto de una explotación de 10.000 m² para producción de flor cortada bajo invernadero en Añoover de Tajo (Toledo). Proyecto Fin de Carrera / Trabajo Fin de Grado, E.T.S. de Ingeniería Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas (UPM), Madrid.

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. (s.f.). Recuperado el 12 de mayo de 2022, de <https://www.mapa.gob.es/es/>

Vidalie, H. (2001). Producción de flores y plantas ornamentales (3.a ed.). Ediciones Mundi-Prensa. (Obra original publicada 1983)

VitiViniCultura - Arte y técnica de cultivar vid y elaborar vino. (s.f.). Obtenido de <https://www.vitivinicultura.net/>

ANEJO VIII

INSTALACIÓN ELÉCTRICA

GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA,
ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS

Índice de contenido

1. INTRODUCCIÓN.....	2
2. ILUMINACIÓN DE LA CASETA DE RIEGO.....	2
2.1. Flujo luminoso total	2
2.2. Distribución y número de luminarias.....	5
3. ILUMINACIÓN DE LA CASETA DE MANIPULACIÓN DE FLORES	6
3.1. Flujo luminoso total	6
3.2. Distribución y número de luminarias.....	7
4. INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y CÁLCULO DE LÍNEAS	8
4.1. Datos de partida.....	8
4.2. Cálculo de cargas y corrientes	9
4.3. Longitudes de líneas y caída de tensión	10
4.4. Verificación térmica de los conductores, protecciones y selectividad	11
4.5. Puesta a tierra y protecciones contra contactos indirectos	12
4.6. Compatibilidad electromagnética y armónicos	12
4.7. Materiales.....	12
5. BIBLIOGRAFÍA Y WEBGRAFÍA	14

Índice de figuras

Figura 1. Curva de distribución de la luz. Fuente: es.scribd.com.....	4
Figura 2. Intensidad máxima admisible en cables con conductores de cobre. Fuente: solutioon.com	10

Índice de tablas

Tabla 1. Reflexión de techo, paredes y suelo según la tonalidad. Elaboración propia. Fuente: UPM..	5
Tabla 2. Factor de mantenimiento según la limpieza. Elaboración propia. Fuente: UPM.....	5
Tabla 3. Cálculo de cargas y corrientes. Elaboración propia.....	9
Tabla 4. Longitudes de líneas, secciones seleccionadas y caída de tensión. Elaboración propia.....	11
Tabla 5. Aparatos de protección. Elaboración propia. Fuente: Schneider electric.....	12
Tabla 6. Materiales de la instalación eléctrica. Elaboración propia.....	13

1. INTRODUCCIÓN

En el presente anejo se procede a calcular y diseñar la red eléctrica.

Se pretende iluminar la caseta de manipulación de flores, así como proporcionarle electricidad; al igual que en la caseta de riego, en la que, además, es necesaria electricidad para el funcionamiento de la bomba de impulsión y de los distintos mecanismos de automatización.

En el invernadero los cálculos son los referentes a instalar un sistema de apertura/cierre de ventanas y un sistema de calefacción para conseguir las condiciones óptimas para cultivar.

La acometida eléctrica proveniente del centro de transformación, llega a la caseta, donde se instalará el cuadro eléctrico general del que sacar los 230 y 400 V para la alimentar toda la instalación.

En todos los elementos y las decisiones tomadas en los cálculos se ha tenido presente el Reglamento Eléctrico de Baja Tensión (REBT) y la NTE-IET.

La instalación se centra en el Real Decreto de 2002 en el que es aprobado el REBT, al igual que el Reglamento referente a condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación.

2. ILUMINACIÓN DE LA CASETA DE RIEGO

Se va a calcular la necesidad de iluminación de la caseta de riego, contando con ciertos factores dependientes de la actividad a realizar en su interior. Estos son:

- Nivel de iluminación
- Uniformidad
- Distribución de luminarias

2.1. Flujo luminoso total

En total, la caseta tiene 25 m², y puesto que en ella estarán la bomba de impulsión del agua y el cabezal de riego del invernadero, la iluminancia mínima necesaria es de 100 lux.

Son 5 m de largo por 5 m de ancho y 2 m de altura. Las luminarias estarán empotradas en el techo. Al ser este inferior a 4 m, el tipo de luminaria será

extensiva. Por lo que la distancia entre luminarias debe ser inferior o igual a 1,5 m. A continuación, se reúnen los datos para calcular el flujo luminoso:

- Altura de la caseta: 2 m
- Tipo de iluminación: Extensiva (< 4 m)
- Curva de distribución: tipo A.2 (Figura 1)

El índice del local K será:

$$K = \frac{L \cdot A}{H \cdot (L + A)} = 1,25$$

Donde:

- L = Longitud de la caseta (m)
- A = Ancho de la caseta (m)
- H = Altura del techo (m)

Los valores de reflexión varían según el color y tono de las paredes. Con los datos de la caseta y la Tabla 1 de referencia, se obtiene que los valores de reflexión son:

- Techo blanco = 0,8
- Paredes tono medio = 0,5
- Suelo tono medio = 0,3

Según los usos de la caseta, se puede contemplar como local sucio, ya que tendrá la electrobomba y otros aparatos eléctricos. Por ello, se establece que el coeficiente de mantenimiento (fm) sea 0,6 (Tabla 2).

El coeficiente de utilización depende de los valores anteriores: reflectancia de la luz en paredes y techo, y coeficiente de mantenimiento. Se estima un $\eta = 0,71$.

Por lo tanto, el flujo luminoso total es:

$$\Phi_T = \frac{Em \cdot S}{\eta \cdot fm} = \frac{100 \cdot 25}{0,71 \cdot 0,6} = 5.868,54 \text{ lm}$$

Donde:

- Em = Nivel de iluminación media (lux)

- S = Superficie (m²)
- η = Coeficiente de utilización = 0,71
- f_m = Coeficiente de mantenimiento = 0,6

Luminaria	Indice del local	K	Cobertura de la luminaria											
			Techo			Pared			Suelo			0,8		
			Q ₁	Q ₂	Q ₃	Q ₄	Q ₅	Q ₆	Q ₇	Q ₈	Q ₉	Q ₁₀	Q ₁₁	Q ₁₂
A 1		0,6	0,60	0,55	0,54	0,60	0,55	0,61	0,56	0,78	0,69	0,56	0,68	0,68
		0,8	0,69	0,64	0,64	0,70	0,65	0,70	0,65	0,87	0,72	0,66	0,75	0,75
		1	0,75	0,70	0,70	0,76	0,71	0,77	0,71	0,93	0,79	0,72	0,80	0,80
		1,25	0,81	0,76	0,75	0,82	0,77	0,83	0,78	0,97	0,86	0,79	0,84	0,84
		1,5	0,84	0,79	0,79	0,86	0,81	0,87	0,82	0,99	0,90	0,83	0,87	0,87
		2	0,89	0,85	0,84	0,91	0,86	0,93	0,88	1,02	0,97	0,90	0,90	0,90
		2,5	0,92	0,88	0,87	0,94	0,90	0,97	0,92	1,04	1,02	0,96	0,93	0,93
		3	0,94	0,91	0,90	0,97	0,93	1,00	0,95	1,05	1,06	1,00	0,95	0,95
		4	0,97	0,93	0,94	0,99	0,97	1,04	1,00	1,06	1,11	1,05	0,97	0,97
		5	0,99	0,96	0,95	1,00	0,98	1,06	1,02	1,06	1,14	1,09	0,98	0,98
A 1.1		0,6	0,93	0,74	0,70	0,74	0,69	0,89	0,73	0,70	0,72	0,68	0,82	0,82
		0,8	1,01	0,82	0,77	0,81	0,76	0,94	0,78	0,77	0,80	0,76	0,93	0,93
		1	1,05	0,88	0,82	0,86	0,82	0,98	0,83	0,82	0,84	0,81	1,00	1,00
		1,25	1,10	0,93	0,88	0,91	0,87	1,01	0,90	0,86	0,88	0,85	1,06	1,06
		1,5	1,13	0,97	0,92	0,94	0,90	1,03	0,93	0,89	0,92	0,88	1,09	1,09
		2	1,17	1,03	0,97	0,99	0,95	1,05	0,97	0,93	0,95	0,92	1,14	1,14
		2,5	1,20	1,07	1,01	1,03	0,98	1,05	0,99	0,96	0,97	0,94	1,17	1,17
		3	1,21	1,10	1,05	1,05	1,00	1,06	1,00	0,98	0,98	0,96	1,20	1,20
		4	1,24	1,15	1,10	1,08	1,03	1,06	1,02	1,00	1,00	0,98	1,23	1,23
		5	1,25	1,17	1,13	1,10	1,06	1,07	1,03	1,01	1,01	0,99	1,24	1,24
A 1.2		0,6	0,72	0,48	0,42	0,47	0,42	0,68	0,47	0,41	0,47	0,41	0,40	0,40
		0,8	0,85	0,61	0,54	0,59	0,53	0,80	0,59	0,53	0,58	0,52	0,52	0,52
		1	0,94	0,69	0,62	0,67	0,61	0,87	0,67	0,61	0,65	0,60	0,59	0,59
		1,25	1,01	0,78	0,71	0,75	0,69	0,92	0,75	0,68	0,73	0,68	0,66	0,66
		1,5	1,05	0,83	0,75	0,80	0,74	0,96	0,80	0,73	0,77	0,72	0,71	0,71
		2	1,11	0,91	0,84	0,87	0,81	1,00	0,86	0,80	0,84	0,79	0,78	0,78
		2,5	1,15	0,97	0,90	0,92	0,87	1,02	0,91	0,85	0,88	0,83	0,82	0,82
		3	1,18	1,02	0,96	0,96	0,91	1,04	0,94	0,89	0,91	0,87	0,86	0,86
		4	1,21	1,09	1,02	1,02	0,96	1,05	0,97	0,94	0,95	0,91	0,90	0,90
		5	1,23	1,12	1,06	1,04	1,00	1,06	1,00	0,96	0,97	0,94	0,92	0,92
A 2		0,6	0,63	0,39	0,33	0,39	0,33	0,61	0,38	0,34	0,37	0,33	0,32	0,32
		0,8	0,78	0,53	0,45	0,51	0,45	0,74	0,51	0,45	0,50	0,45	0,44	0,44
		1	0,88	0,62	0,54	0,60	0,54	0,82	0,60	0,53	0,58	0,53	0,52	0,52
		1,25	0,95	0,71	0,63	0,68	0,62	0,88	0,68	0,62	0,66	0,60	0,60	0,60
		1,5	1,02	0,78	0,70	0,76	0,69	0,93	0,75	0,68	0,72	0,68	0,66	0,66
		2	1,10	0,89	0,81	0,85	0,78	0,98	0,83	0,77	0,80	0,77	0,74	0,74
		2,5	1,14	0,96	0,88	0,91	0,85	1,01	0,89	0,83	0,85	0,82	0,80	0,80
		3	1,17	1,01	0,94	0,95	0,89	1,03	0,92	0,87	0,88	0,86	0,84	0,84
		4	1,21	1,07	1,01	1,00	0,95	1,04	0,96	0,92	0,93	0,90	0,89	0,89
		5	1,23	1,12	1,06	1,03	0,98	1,05	0,99	0,95	0,96	0,93	0,92	0,92
A 2.1		0,6	0,61	0,36	0,29	0,35	0,29	0,58	0,33	0,29	0,35	0,29	0,28	0,28
		0,8	0,74	0,47	0,39	0,45	0,38	0,69	0,46	0,39	0,45	0,38	0,37	0,37
		1	0,82	0,55	0,46	0,52	0,45	0,77	0,53	0,45	0,51	0,44	0,45	0,45
		1,25	0,90	0,63	0,54	0,61	0,53	0,82	0,61	0,53	0,59	0,53	0,51	0,51
		1,5	0,95	0,69	0,60	0,66	0,59	0,87	0,67	0,59	0,64	0,57	0,56	0,56
		2	1,02	0,79	0,70	0,75	0,68	0,92	0,75	0,67	0,72	0,65	0,64	0,64
		2,5	1,08	0,87	0,78	0,81	0,74	0,96	0,81	0,73	0,77	0,72	0,70	0,70
		3	1,13	0,93	0,84	0,86	0,79	0,99	0,85	0,78	0,81	0,76	0,75	0,75
		4	1,17	1,01	0,92	0,94	0,87	1,02	0,90	0,85	0,88	0,83	0,81	0,81
		5	1,18	1,04	0,96	0,95	0,90	1,02	0,93	0,87	0,89	0,85	0,83	0,83

FIGURA 1. CURVA DE DISTRIBUCIÓN DE LA LUZ. FUENTE: ES.SCRIBD.COM

TABLA 1. REFLEXIÓN DE TECHO, PAREDES Y SUELO SEGÚN LA TONALIDAD. ELABORACIÓN PROPIA. FUENTE: UPM

Zona	Color	Factor de reflexión (P)
Techo	Blanco	0,7
	Claro	0,5
	Medio	0,3
Paredes	Claro	0,5
	Medio	0,3
	Oscuro	0,1
Suelo	Claro	0,3
	Oscuro	0,1

TABLA 2. FACTOR DE MANTENIMIENTO SEGÚN LA LIMPIEZA. ELABORACIÓN PROPIA. FUENTE: UPM

Mantenimiento del local	Factor de mantenimiento
Locales muy sucios	0,5
Locales sucios	0,6
Locales normales	0,7
Locales limpios	0,8

2.2. Distribución y número de luminarias

Como luminaria se ha seleccionado un tubo LED de 40 W, con un flujo luminoso de 3.300 lúmenes y de 1,20 m de largo, debido a su bajo consumo y a su larga durabilidad. Su precio es mayor que otras opciones, pero el ahorro energético a largo plazo será notable.

Con esta fórmula se calcula el número de luminarias necesarias en la caseta:

$$NL = \frac{\Phi_T}{\Phi_L} = \frac{5.868,54}{3.300} \approx 1,78 \approx 2 \text{ luminarias}$$

Donde:

- Φ_T = Flujo luminoso total (lm)
- Φ_L = Flujo luminoso de la luminaria seleccionada (lm)

Estas dos luminarias se distribuirán como se muestra en el Plano 10.

3. ILUMINACIÓN DE LA CASETA DE MANIPULACIÓN DE FLORES

Se va a calcular la necesidad de iluminación de la caseta de manipulación de flores, contando con ciertos factores dependientes de la actividad a realizar en su interior. Estos son:

- Nivel de iluminación
- Uniformidad
- Distribución de luminarias

3.1. Flujo luminoso total

En total, la caseta tiene 30 m², y puesto que en ella se realizarán tareas de manipulación de flores, la iluminancia mínima necesaria es de 100 lux.

Son 6 m de largo por 5 m de ancho y 2 m de altura. Las luminarias estarán empotradas en el techo. Al ser este inferior a 4 m, el tipo de luminaria será extensiva. Por lo que la distancia entre luminarias debe ser inferior o igual a 1,5 m. A continuación, se reúnen los datos para calcular el flujo luminoso:

- Altura de la caseta: 2 m
- Tipo de iluminación: Extensiva (< 4 m)
- Curva de distribución: tipo A.2 (Figura 1)

El índice del local K será:

$$K = \frac{L \cdot A}{H \cdot (L + A)} = 1,36$$

Donde:

- L = Longitud de la caseta (m)
- A = Ancho de la caseta (m)
- H = Altura del techo (m)

Los valores de reflexión varían según el color y tono de las paredes. Con los datos de la caseta y la Tabla 1 de referencia, se obtiene que los valores de reflexión son:

- Techo blanco = 0,8
- Paredes tono medio = 0,5
- Suelo tono medio = 0,3

Según los usos de la caseta, se puede contemplar como local sucio, ya que tendrá un flujo constante de flores con las que se irán preparando los tallos de los ramos que se llevarán a los puntos de distribución. Por ello, se establece que el coeficiente de mantenimiento (fm) sea 0,6 (Tabla 2).

El coeficiente de utilización depende de los valores anteriores: reflectancia de la luz en paredes y techo, y coeficiente de mantenimiento. Se estima un $\eta = 0,71$.

Por lo tanto, el flujo luminoso total es:

$$\Phi_T = \frac{Em \cdot S}{\eta \cdot fm} = \frac{100 \cdot 30}{0,71 \cdot 0,6} = 7.042,25 \text{ lm}$$

Donde:

- Em = Nivel de iluminación media (lux)
- S = Superficie (m^2)
- η = Coeficiente de utilización = 0,71
- fm = Coeficiente de mantenimiento = 0,6

3.2. Distribución y número de luminarias

Como luminaria se ha seleccionado un tubo LED de 40 W, con un flujo luminoso de 3.300 lúmenes y de 1,20 m de largo, debido a su bajo consumo y a su larga durabilidad. Su precio es mayor que otras opciones, pero el ahorro energético a largo plazo será notable.

Con esta fórmula se calcula el número de luminarias necesarias en la caseta:

$$NL = \frac{\Phi_T}{\Phi_L} = \frac{7.042,25}{3.300} \approx 2,13 \approx 2 \text{ luminarias}$$

Donde:

- Φ_T = Flujo luminoso total (lm)

- Φ_L = Flujo luminoso de la luminaria seleccionada (lm)

Estas dos luminarias se distribuirán como se muestra en el Plano 10.

4. INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y CÁLCULO DE LÍNEAS

Los cálculos desarrollados a continuación siguen el Reglamento Eléctrico de Baja Tensión, que dice que la caída de tensión máxima para alumbrado es del 3 %, mientras que para fuerza es del 5 %.

El objeto y alcance es diseñar y justificar el dimensionado de líneas, protecciones y esquema unifilar de la instalación eléctrica de:

- Invernadero: cuenta con motores para las ventanas y para las mallas de sombreo, bombas de calor y luminarias.
- Caseta de riego: cuenta con bomba de riego, PLC/programador y luminarias.
- Caseta de manipulación de flores: cuenta con luminarias y tomas de corriente.

Con el cuadro general (CG) en la caseta de manipulación de flores y un subcuadro en el invernadero.

4.1. Datos de partida

Con los datos proporcionados a continuación se desarrollan los cálculos del presente anejo:

- Suministro: 400/230 V, 50 Hz, TN-S.
- Ik" en punto de entrega: 15 kA.
- Potencia disponible/contratada: 200 kW (con CT ya existente).
- Condiciones: Cu, aislamiento PVC, instalación en tubo, 1 circuito por tubo. La temperatura de cálculo es 21 °C.
- Límites de ΔV : 3 % alumbrado, 5 % resto; objetivo alimentadores 3 %.
- Protecciones diferenciales (DDR): selectividad total (general S = 300 mA y 30 mA en subcuadros/derivaciones de maniobra).

- SPD: Tipo II (3P + N) en CG.
- Bombas de calor: 15 equipos, 35 kW térmicos c/u, COP 3,5 $\Rightarrow$ 10 kW eléctricos c/u ($\sim$ 13 A c/u a 400 V, $\cos \phi$ 0,95). Funcionamiento simultáneo cuando proceda.
- Motores de ventanas y mallas: 12 unidades (10 de ventanas + 2 de mallas). Placa: 0,9 A a 400 V, trifásicos.
- Bomba riego: 5 kW, arranque Y/ Δ , $I_{arr} \approx 6 \cdot I_n$.
- Alumbrado: 2 luminarias LED de 40 W por zona (en el invernadero y en las dos casetas), a 230 V.
- Tomas CMF: 2 kW diversificados a 230 V.
- Reactancia de conductores: se considera despreciable en el cálculo de ΔV .

El esquema general de la instalación consiste en una línea general que va del Centro de Transformación (CT) al Cuadro General (CG) que hay en la caseta de manipulación de flores. Del CG surgen varias derivaciones: para esa misma caseta salen líneas para las luminarias y las tomas de corriente; para la caseta riego salen líneas para las luminarias y para la bomba de riego; además sale una línea que llega al subcuadro que hay en el invernadero, del que salen las líneas de las bombas de calor, los motores (de ventanas y mallas) y las luminarias.

4.2. Cálculo de cargas y corrientes

Con los cálculos realizados en Excel, se obtiene la Tabla 3, en la que se muestran las cargas y corrientes.

TABLA 3. CÁLCULO DE CARGAS Y CORRIENTES. ELABORACIÓN PROPIA

Ubicación	Carga	Cantidad	P unit (kW)	P total (kW)	pf	I unit (A)	I total (A)	Tensión (V)
Invernadero	Bombas de calor (3~)	15	10	150	0,95	15,193	227,901	400
Invernadero	Motores ventanas + mallas (3~)	12	0,25	3	0,75	0,9	10,8	400
Invernadero	Luminaria LED (1~)	2	0,04	0,08	1	0,174	0,348	230
Caseta riego	Bomba riego (3~)	1	5	5	0,85	8,49	8,49	400
Caseta riego	C.control/PLC (1~)	1	0,5	0,5	0,95	2,288	2,288	230
Caseta riego	Program. riego (1~)	1	0,2	0,2	0,95	0,915	0,915	230
Caseta riego	Luminaria LED (1~)	2	0,04	0,08	1	0,174	0,348	230

Caseta m. flores	Luminaria LED (1~)	2	0,04	0,08	1	0,174	0,348	230
Caseta m. flores	Tomas corriente (1~)	1	2	2	1	8,696	8,696	230

4.3. Longitudes de líneas y caída de tensión

Tras realizar una medición de las longitudes necesarias para cada una de las líneas, en Excel se realizaron los cálculos pertinentes, contando con $\rho_{Cu} = 0,0175 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$, $V = 400 \text{ V } 3\sim / 230 \text{ V } 1\sim$.

Para seleccionar las secciones de los conductores según los cálculos, se deben tener en cuenta cuales son los valores de las secciones comercializadas, que son las que presenta la Figura 2.

A		Conductores aislados en tubos empotrados en paredes aislantes	3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR							
A2		Cables multiconductores en tubos empotrados en paredes aislantes	3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR							
B		Conductores aislados en tubos ²⁾ en montaje superficial o empotrados en obra				3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR				
B2		Cables multiconductores en tubos ²⁾ en montaje superficial o empotrados en obra		3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR		2x XLPE o EPR					
C		Cables multiconductores directamente sobre la pared ³⁾				3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR				
E		Cables multiconductores al aire libre ⁴⁾ Distancia a la pared no inferior a 0.3D ⁵⁾					3x PVC		2x PVC	3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR			
F		Cables unipolares en contacto mutuo ⁴⁾ Distancia a la pared no inferior a D ⁵⁾						3x PVC			3x XLPE o EPR			
G		Cables unipolares separados mínimo D ⁶⁾								3x PVC		3x XLPE o EPR		
			mm ²	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Cobre			1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	-	18	21	24	-
			2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	-	25	29	33	-
			4	20	21	23	24	27	30	-	34	38	45	-
			6	25	27	30	32	36	37	-	44	49	57	-
			10	34	37	40	44	50	52	-	60	68	76	-
			16	45	49	54	59	66	70	-	80	91	105	-
			25	59	64	70	77	84	88	96	105	116	128	156
			35		77	86	96	104	110	119	131	144	154	206
			50		94	103	117	125	133	145	159	175	188	250
			70				149	160	171	188	202	224	244	321
			95				180	194	207	230	245	271	296	391
			120				208	225	240	267	284	314	348	456
			150				236	260	278	310	338	383	404	526
			185				268	297	317	354	386	415	464	601
			240				315	350	374	419	455	490	552	711
			300				360	404	423	484	524	565	640	821

FIGURA 2. INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE EN CABLES CON CONDUCTORES DE COBRE. FUENTE: SOLUTION.COM

Las secciones seleccionadas y la ΔV resultante se muestran en la Tabla 4.

TABLA 4. LONGITUDES DE LÍNEAS, SECCIONES SELECCIONADAS Y CAÍDA DE TENSIÓN. ELABORACIÓN PROPIA

Línea	Longitud (m)	I cálculo (A)	Tensión (V)	ΔV adm (%)	S calc (mm ²)	S selec (mm ²)	ΔV con S selec (V)	ΔV (%)
Línea bombas de calor	235	227,9	400	5	81,17	95	17,09	4,27
Línea motores (ventanas+mallas)	240	10,8	400	5	3,93	4	19,64	4,91
Línea bomba riego	39	8,49	400	5	0,5	1,5	6,69	1,67
Línea luminarias invernadero	22	0,35	230	3	0,04	1,5	0,18	0,08
Línea luminarias caseta riego	37,5	0,35	230	3	0,07	1,5	0,3	0,13
Línea luminarias caseta m.flores	5	0,35	230	3	0,01	1,5	0,04	0,02
Línea tomas caseta m.flores	9,5	8,7	230	5	0,25	1,5	1,93	0,84
Línea Subcuadro–CG	20	238,7	400	3	12,06	16	9,04	2,26
Línea CG–CT	100	247,19	400	3	62,44	70	10,7	2,68

4.4. Verificación térmica de los conductores, protecciones y selectividad

Según las temperaturas y la instalación en tubo, con un solo circuito por tubo, la Iz de las secciones propuestas supera la Ib en todos los casos. Por lo tanto hay reservas suficientes para servicio y futuros picos.

- Curva D: para alimentación de bombas de calor a nivel de subcuadro (por alimentador/agrupado) y línea CG–CT (MCCB).
- Curva C: para motores (de ventanas y de mallas), bomba de riego y línea Subcuadro–CG.
- Curva B: para las líneas de luminarias.

Se proponen aparatos para la protección de la instalación, aunque pueden ser referencias equivalentes, en la Tabla 5.

- Acometida y alimentadores: MCCB ComPacT NSX250 con unidad TMD (termomagnética) para ajuste y selectividad temporal entre CG–Subcuadro y salidas.
- Derivaciones MCB: Acti9 iC60N en curvas B/C/D según circuito; salidas de bombas de calor con MCB curva D por equipo.
- DDR: 300 mA selectivo (S) 4P en CG, 30 mA 4P aguas abajo.

- SPD: Tipo II 3P+N (400/230 V) en CG.

TABLA 5. APARATOS DE PROTECCIÓN. ELABORACIÓN PROPIA. FUENTE: SCHNEIDER ELECTRIC

Circuito	Modelo	Curva	In (A)	Poder de corte	Ubicación
Bombas de calor (alimentador)	MCCB ComPacT NSX250 TMD	D	250	≥15 kA	CG / Subcuadro
Cada bomba de calor (salida)	MCB Acti9 iC60N 3P	D	20	10 kA@400V IEC 60947-2*	Subcuadro
Motores ventanas + mallas	MCB Acti9 iC60N 3P	C	6	10 kA@400V IEC 60947-2*	Subcuadro
Bomba riego 5 kW	MCB / Guardamotor	C	16	10 kA@400V	CG
Luminarias (todas)	MCB Acti9 iC60N 1P	B	6	6 kA@230V IEC 60898-1	Cada cuadro
Línea Subcuadro–CG	MCCB ComPacT NSX250 TMD	C	250	≥15 kA	CG
Línea CG–CT	MCCB ComPacT NSX250 (N/F)	D	250	≥15 kA (mejor 36–50 kA Icu)	Acometida

En cuanto a la selectividad, es total, hay ajuste de Ir/Im de los NSX para escalonar frente a los MCB de salida y garantizar que no haya disparo del CG ante faltas en derivaciones.

4.5. Puesta a tierra y protecciones contra contactos indirectos

El esquema es TN-S. Se dimensiona PE con:

- Misma sección que fase hasta 16 mm²
- De 16 a 35 mm², PE=16 mm²
- Y si ≥50 mm², PE= Sección/2.

El DDR es de 30 mA en circuitos de toma y maniobra; 300 mA S en cabecera.

4.6. Compatibilidad electromagnética y armónicos

Sin variadores declarados ni filtros, las cargas son principalmente lineales (bombas de calor con compresor y electrónica interna). Por lo tanto, no se prevén neutros sobredimensionados. Es importante mantener distribución equilibrada de monofásicos.

4.7. Materiales

En la Tabla 6 se muestra un resumen de los materiales de la instalación.

TABLA 6. MATERIALES DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA. ELABORACIÓN PROPIA

Elemento	Descripción	Cantidad	Unidad
Línea bombas de calor	Cable Cu PVC 0,6/1kV 3x95 + 1x95 (PE)	258,5	m
Línea motores (ventanas + mallas)	Cable Cu PVC 0,6/1kV 3x4 + 1x4 (PE)	264	m
Línea bomba riego	Cable Cu PVC 0,6/1kV 3x1 + 1x1 (PE)	42,9	m
Línea luminarias invernadero	Cable Cu PVC 0,6/1kV 2x1 + 1x1 (PE)	24,2	m
Línea luminarias riego	Cable Cu PVC 0,6/1kV 2x1 + 1x1 (PE)	41,2	m
Línea luminarias CMF	Cable Cu PVC 0,6/1kV 2x1 + 1x1 (PE)	5,5	m
Línea tomas (CMF)	Cable Cu PVC 0,6/1kV 2x1 + 1x1 (PE)	10,5	m
Línea Subcuadro–CG	Cable Cu PVC 0,6/1kV 3x16 + 1x16 (PE)	22	m
Línea Cuadro General–CT	Cable Cu PVC 0,6/1kV 3x70 + 1x70 (PE)	110	m
Bombas de calor (alimentador)	MCCB ComPacT NSX250 TMD Curva D In 250	1	ud
Cada bomba de calor (salida)	MCB Acti9 iC60N 3P Curva D In 20	15	ud
Motores ventanas+mallas	MCB Acti9 iC60N 3P Curva C In 6	1	ud
Bomba riego 5 kW	MCB / Guardamotor Curva C In 16	1	ud
Luminarias (todas)	MCB Acti9 iC60N 1P Curva B In 6	1	ud
Línea Subcuadro–CG	MCCB ComPacT NSX250 TMD Curva C In 250	1	ud
Línea CG–CT	MCCB ComPacT NSX250 (N/F) Curva D In 250	1	ud
Protección sobretensiones	SPD Tipo II (400/230 V, 3P+N)	1	ud
DDR general CG	RCD selectivo 300 mA 4P 125 A	1	ud
DDR subcuadro	RCD 30 mA 4P 125 A	1	ud

5. BIBLIOGRAFÍA Y WEBGRAFÍA

Hebrero López, Andrea (2021). Proyecto de una explotación de 10.000 m² para producción de flor cortada bajo invernadero en Añoover de Tajo (Toledo). Proyecto Fin de Carrera / Trabajo Fin de Grado, E.T.S. de Ingeniería Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas (UPM), Madrid.

Silva, A. N. R. (s. f.). *TABLAS DE RENDIMIENTO DE LOCAL.pdf*. Scribd. Recuperado el 2 de agosto de 2025, de <https://es.scribd.com/document/472491971/TABLAS-DE-RENDIMIENTO-DE-LOCAL-pdf>

Solutioon. (2022, 10 diciembre). Como elegir la sección del cableado de nuestra instalación domótica. Solutioon. Recuperado el 20 de agosto de 2025, de <https://www.solutioon.com/como-elegir-la-seccion-del-cableado-de-nuestra-instalacion-domotica/>

Todos los productos. (s. f.). Scheneider Electric. Recuperado el 20 de agosto de 2025, de https://www.se.com/es/es/all-products/?gclid=EAIaIQobChMI67zvq20jwMVW8l5BB1MyAxjEAAAYASACEgJVZfD_BwE&gbraid=0AAAAABRknf-6KDRjFN8MwwccLChOrdakd&gad_source=1&gad_campaignid=18508852506

Vidalie, H. (2001). Producción de flores y plantas ornamentales (3.a ed.). Ediciones Mundi-Prensa. (Obra original publicada 1983)

Gutiérrez Domínguez, Alba (2020). Diseño de un invernadero multitúnel de 4500 m² para el cultivo de tomate azul en la localidad de Campohermoso (Almería). Proyecto Fin de Carrera / Trabajo Fin de Grado, E.T.S. de Ingeniería Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas (UPM), Madrid.

ANEJO IX

ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA,
ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS

Índice de contenido

1. MEMORIA.....	3
1.1. Consideraciones preliminares.....	3
1.1.1. Justificación.....	3
1.1.2. Objeto	3
1.1.3. Contenido del EBSS	4
1.2. Datos generales	4
1.2.1. Agentes	4
1.2.2. Características generales del Proyecto de Ejecución.....	4
1.2.3. Emplazamiento y condiciones del entorno.....	5
1.3. Medios de auxilio.....	5
1.3.1. Medios de auxilio en obra	5
1.3.2. Medios de auxilio en caso de accidente: centros asistenciales más próximos	6
1.4. Instalaciones de higiene y bienestar de los trabajadores.....	6
1.4.1. Vestuarios	6
1.4.2. Aseos.....	6
1.4.3. Comedor	7
1.5. Identificación de riesgos y medidas preventivas a adoptar.....	7
1.5.1. Durante los trabajos previos a la ejecución de la obra	9
1.5.2. Durante las fases de ejecución de la obra	11
1.5.3. Durante la utilización de medios auxiliares	15
1.5.4. Durante la utilización de maquinaria y herramientas	18
1.6. Identificación de los riesgos laborales evitables.....	24
1.6.1. Caídas al mismo nivel.....	24
1.6.2. Caídas a distinto nivel	24
1.6.3. Polvo y partículas	24
1.6.4. Ruido	24
1.6.5. Esfuerzos.....	24
1.6.6. Incendios.....	25
1.6.7. Intoxicación por emanaciones.....	25
1.7. Relación de los riesgos laborales que no pueden eliminarse	25
1.7.1. Caída de objetos	25
1.7.2. Dermatitis	25

1.7.3.	Electrocuciones.....	25
1.7.4.	Quemaduras	26
1.7.5.	Golpes y cortes en extremidades.....	26
1.8.	Condiciones de seguridad y salud en trabajos posteriores de reparación y de mantenimiento	26
1.8.1.	Trabajos en cerramientos exteriores y cubiertas	26
1.8.2.	Trabajos en instalaciones.....	27
1.8.3.	Trabajos con pintura y barnices.....	27
1.9.	Trabajos que implican riesgos especiales	27
1.10.	Medidas en caso de emergencia	28
1.11.	Presencia de los recursos preventivos del contratista	28
2.	NORMATIVA Y LEGISLACIÓN APLICABLES.....	29
2.1.	Seguridad y salud	29
2.1.1.	Sistemas de protección colectiva.....	35
2.1.2.	Equipos de protección individual.....	36
2.1.3.	Medicina preventiva y primeros auxilios	38
2.1.4.	Instalaciones provisionales de higiene y bienestar.....	38
2.1.5.	Señalización provisional de las obras.....	40

1. MEMORIA

1.1. Consideraciones preliminares

1.1.1. Justificación

La obra de este proyecto requiere redactar un estudio básico de seguridad y salud, por su reducido volumen y su relativa sencillez de ejecución, cumpliéndose el Artículo 4. "Obligatoriedad del estudio de seguridad y salud o del estudio básico de seguridad y salud en las obras" del Real Decreto 1627/97, de 24 de octubre, del Ministerio de la Presidencia, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, al verificarse que:

- a) El presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto es inferior a 450.760,00 euros.
- b) No se cumple que la duración estimada sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- c) El volumen estimado de mano de obra, entendiéndose por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, no es superior a 500 días.
- d) No se trata de una obra de túneles, galerías, conducciones subterráneas o presas.

1.1.2. Objeto

En este EBSS se definen las medidas a adoptar para prevenir los riesgos de accidente y enfermedades profesionales que pueden ocasionarse durante la ejecución de la obra, así como las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar de los trabajadores.

Se muestran unas directrices básicas de acuerdo con la legislación vigente, en cuanto a las disposiciones mínimas en materia de seguridad y salud, con el fin de que el contratista cumpla con sus obligaciones referentes a la prevención de riesgos profesionales.

Los objetivos que pretende alcanzar el presente estudio son:

- Garantizar la salud e integridad física de los trabajadores.
- Evitar acciones o situaciones peligrosas por improvisación, o por insuficiencia o falta de medios.

- Delimitar y esclarecer atribuciones y responsabilidades en materia de seguridad de las personas que intervienen en el proceso constructivo.
- Determinar los costes de las medidas de protección y prevención.
- Referir la clase de medidas de protección a emplear en función del riesgo.
- Detectar a tiempo los riesgos que se derivan de la ejecución de la obra.
- Aplicar técnicas de ejecución que reduzcan al máximo estos riesgos

1.1.3. Contenido del EBSS

El estudio expone las normas de seguridad y salud aplicables a la obra, contemplando la identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias para ello, así como la relación de los riesgos laborales que no puedan eliminarse, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas que tienden a controlar y reducir dichos riesgos, y valorando su eficacia, en especial cuando se propongan medidas alternativas, además de cualquier otro tipo de actividad que se lleve a cabo en la misma.

En el EBSS se contemplan también las previsiones y las informaciones útiles para efectuar, en su día, los previsibles trabajos posteriores de reparación o mantenimiento, siempre dentro del marco de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

1.2. Datos generales

1.2.1. Agentes

En lo referente a los agentes que intervienen en materia de seguridad y salud en la obra de este estudio, se destacan:

- Promotor: Particular
- Autor del proyecto: Almudena Baldazo Sanz
- Constructor / Jefe de obra: Almudena Baldazo Sanz
- Coordinador de seguridad y salud: Por definir

1.2.2. Características generales del Proyecto de Ejecución

De la información de la que se dispone en la fase de proyecto básico y en la fase de ejecución, se aporta aquella considerada relevante y de ayuda para la redacción del plan de seguridad y salud.

- Denominación del proyecto: Ejercicio parcial de la instalación de un invernadero de 6.000 m² en San Isidro de Níjar (Almería)

- Presupuesto de ejecución material: 974.174,96 €
- Plazo de ejecución: 12 meses
- Núm. máx. operarios: 12

1.2.3. Emplazamiento y condiciones del entorno

En este apartado se resumen las condiciones del entorno a considerar para la adecuada evaluación y delimitación de los riesgos que pudieran causar.

El lugar es San Isidro de Níjar, perteneciente al municipio de Níjar (Almería).

En los periodos que haya entrada y salida de vehículos, se señalizará convenientemente el acceso de estos, tomándose todas las medidas oportunas establecidas por la DGT y la Policía Local, evitando así posibles accidentes de circulación.

Se conservará el pavimento y los bordillos de las aceras colindantes, causando el mínimo deterioro posible y reponiendo, en cualquier caso, aquellas unidades en las que se aprecie algún desperfecto.

1.3. Medios de auxilio

Los heridos deben ser llevados a los centros sanitarios exclusivamente por personal especializado, en ambulancia. Únicamente los heridos leves podrán trasladarse por otros medios, con el debido consentimiento y bajo la supervisión del responsable de emergencias de la obra.

En un lugar visible de la obra, se pondrá un cartel con los teléfonos de urgencias y de los centros sanitarios más próximos.

1.3.1. Medios de auxilio en obra

Se instalará en la obra un armario botiquín portátil modelo B, para empresas de 5 a 25 trabajadores, en una zona accesible a los operarios y debidamente equipado, según la Orden TAS/2947/2007, de 8 de octubre, la cual establece el suministro a las empresas de botiquines con material de primeros auxilios en caso de accidente de trabajo.

El contenido del armario botiquín será, como mínimo, el establecido en el anexo VI. A). 3 del Real Decreto 486/97, de 14 de abril:

- Desinfectantes y antisépticos autorizados
- Gasas estériles

- Algodón hidrófilo
- Vendas
- Esparadrapo
- Apósitos adhesivos
- Tijeras
- Pinzas y guantes desechables

El responsable de emergencias revisará de forma periódica el material de primeros auxilios, reponiendo y sustituyendo los productos utilizados y caducados.

1.3.2. Medios de auxilio en caso de accidente: centros asistenciales más próximos

A continuación, se informa del centro sanitario más próximo a la obra, el cual puede ser de gran utilidad en caso de producirse un accidente laboral.

Este centro de salud está a una distancia del proyecto de 3,8 km, a unos 7 minutos en coche, en condiciones normales de tráfico.

1.4. Instalaciones de higiene y bienestar de los trabajadores

Los servicios higiénicos de la obra cumplirán las "Disposiciones mínimas generales relativas a los lugares de trabajo en las obras" de la legislación vigente al respecto.

Debido a las características y el volumen de la obra, se ha previsto colocar instalaciones provisionales, como una caseta prefabricada para los vestuarios y aseos, pudiéndose habilitar después zonas en la propia obra para albergar dichos servicios, cuando las condiciones y las fases de ejecución lo permitan.

1.4.1. Vestuarios

Estos tendrán una superficie de 2,0 m² por cada trabajador que deba utilizarlos simultáneamente, incluyendo bancos y asientos suficientes, además de taquillas con llave y la capacidad para guardar la ropa y el calzado.

1.4.2. Aseos

La dotación mínima que se prevé para los aseos es de:

- 1 ducha por cada 10 trabajadores o fracción que trabajen simultáneamente
- 1 retrete por cada 25 hombres o fracción y 1 por cada 15 mujeres o fracción
- 1 lavabo por cada retrete

- 1 urinario por cada 25 hombres o fracción
- 1 secamanos de celulosa o eléctrico por cada lavabo
- 1 jabonera dosificadora por cada lavabo
- 1 recipiente para recogida de celulosa sanitaria
- 1 portarrollos con papel higiénico por cada inodoro

1.4.3. Comedor

La zona en cuestión tendrá una altura mínima de 2,5 m, fregaderos de agua potable para la limpieza de los utensilios y la vajilla, mesas, asientos, y tendrá una provisión suficiente de vasos, platos y cubiertos, preferentemente desechables.

1.5. Identificación de riesgos y medidas preventivas a adoptar

A continuación se mencionan los riesgos más frecuentes que pueden surgir durante la obra, con las medidas preventivas y de protección colectiva a adoptar, para eliminar o reducir al máximo dichos riesgos, así como los equipos de protección individual (EPI) imprescindibles para mejorar las condiciones de seguridad y salud en la obra.

Los riesgos generales más frecuentes son:

- Caída de objetos y/o materiales al mismo o a distinto nivel
- Desprendimiento de cargas suspendidas
- Exposición a temperaturas ambientales extremas
- Exposición a vibraciones y ruido
- Cortes y golpes en la cabeza y extremidades
- Cortes y heridas con objetos punzantes
- Sobreesfuerzos, movimientos repetitivos o posturas inadecuadas
- Electrocuci3nes por contacto directo o indirecto
- Dermatitis por contacto con yesos, escayola, cemento, pinturas, pegamentos, etc.
- Intoxicación por inhalación de humos y gases

Las medidas preventivas y protecciones colectivas de carácter general son:

- La zona de trabajo permanecerá ordenada, libre de obstáculos, limpia y bien iluminada

- Se colocarán carteles indicativos de las medidas de seguridad en lugares visibles de la obra
- Se prohibirá la entrada a toda persona ajena a la obra
- Los recursos preventivos de la obra tendrán presencia permanente en aquellos trabajos que entrañen mayores riesgos, en cumplimiento de los supuestos regulados por el Real Decreto 604/06 que exigen su presencia
- Las operaciones que entrañen riesgos especiales se realizarán bajo la supervisión de una persona cualificada, debidamente instruida
- Se suspenderán los trabajos en caso de tormenta y cuando llueva con intensidad o la velocidad del viento sea superior a 50 km/h
- Cuando las temperaturas sean extremas, se evitará, en la medida de lo posible, trabajar durante las horas de mayor insolación
- La carga y descarga de materiales se realizará con precaución y cautela, preferentemente por medios mecánicos, evitando movimientos bruscos que provoquen su caída
- La manipulación de los elementos pesados se realizará por personal cualificado, utilizando medios mecánicos o palancas, para evitar sobreesfuerzos innecesarios
- Ante la existencia de líneas eléctricas aéreas, se guardarán las distancias mínimas preventivas, en función de su intensidad y voltaje
- No se realizará ningún trabajo dentro del radio de acción de las máquinas o vehículos
- Los operarios no desarrollarán trabajos, ni permanecerán, debajo de cargas suspendidas
- Se evitarán o reducirán al máximo los trabajos en altura
- Se utilizarán escaleras normalizadas, sujetas firmemente, para el descenso y ascenso a las zonas excavadas
- Los huecos horizontales y los bordes de los forjados se protegerán mediante la colocación de barandillas o redes homologadas
- Dentro del recinto de la obra, los vehículos y máquinas circularán a una velocidad reducida, inferior a 20 km/h

Los EPI a utilizar en las distintas fases de ejecución de la obra son:

- Casco de seguridad homologado
- Casco de seguridad con barboquejo
- Cinturón de seguridad con dispositivo anti caída

- Cinturón portaherramientas
- Guantes de goma
- Guantes de cuero
- Guantes aislantes
- Calzado con puntera reforzada
- Calzado de seguridad con suela aislante y anti clavos
- Botas de caña alta de goma
- Mascarilla con filtro mecánico para el corte de ladrillos con sierra
- Ropa de trabajo impermeable
- Faja anti lumbago
- Gafas de seguridad anti impactos
- Protectores auditivos

1.5.1. Durante los trabajos previos a la ejecución de la obra
A continuación, se exponen los riesgos más frecuentes que pueden surgir en los trabajos previos a la ejecución de la obra, con las medidas preventivas, protecciones colectivas y los EPI, específicos para dichos trabajos.

Instalación eléctrica provisional

Los riesgos más frecuentes son:

- Electrocutaciones por contacto directo o indirecto
- Cortes y heridas con objetos punzantes
- Proyección de partículas en los ojos
- Incendios

Las medidas preventivas y las protecciones colectivas son:

- Prevención de posibles contactos eléctricos indirectos, mediante el sistema de protección de puesta a tierra y dispositivos de corte (interruptores diferenciales)
- Se respetará una distancia mínima a las líneas de alta tensión de 6 m para las líneas aéreas y de 2 m para las líneas enterradas
- Se comprobará que el trazado de la línea eléctrica no coincide con el del suministro de agua
- Se ubicarán los cuadros eléctricos en lugares accesibles, dentro de cajas prefabricadas homologadas, con su toma de tierra independiente, protegidas de la intemperie y provistas de puerta, llave y visera

- Se utilizarán solamente conducciones eléctricas antihumedad y conexiones estancas
- En caso de tender líneas eléctricas sobre zonas de paso, se situarán a una altura mínima de 2,2 m si se ha dispuesto algún elemento para impedir el paso de vehículos y de 5,0 m en caso contrario
- Los cables enterrados estarán perfectamente señalizados y protegidos con tubos rígidos, a una profundidad superior a 0,4 m
- Las tomas de corriente se realizarán a través de clavijas blindadas normalizadas
- Quedan terminantemente prohibidas las conexiones triples (ladrones) y el empleo de fusibles caseros, empleándose una toma de corriente independiente para cada aparato o herramienta

Los equipos de protección individual son:

- Calzado aislante para electricistas
- Guantes dieléctricos
- Banquetas aislantes de la electricidad
- Comprobadores de tensión
- Herramientas aislantes
- Ropa de trabajo impermeable
- Ropa de trabajo reflectante

Vallado de obra

Los riesgos más frecuentes son:

- Cortes y heridas con objetos punzantes
- Proyección de fragmentos o de partículas
- Exposición a temperaturas ambientales extremas
- Exposición a vibraciones y ruido

Las medidas preventivas y las protecciones colectivas son:

- Se prohibirá el aparcamiento en la zona destinada a la entrada de vehículos a la obra
- Se retirarán los clavos y todo el material punzante resultante del vallado
- Se localizarán las conducciones que puedan existir en la zona de trabajo, previamente a la excavación

Los equipos de protección individual son:

- Calzado con puntera reforzada
- Guantes de cuero
- Ropa de trabajo reflectante

1.5.2. Durante las fases de ejecución de la obra

Acondicionamiento del terreno

Los riesgos más frecuentes son:

- Atropellos y colisiones en giros o movimientos inesperados de las máquinas, especialmente durante la operación de marcha atrás
- Circulación de camiones con el volquete levantado
- Fallo mecánico en vehículos y maquinaria, en especial de frenos y de sistema de dirección
- Caída de material desde la cuchara de la máquina
- Caída de tierra durante las maniobras de desplazamiento del camión
- Vuelco de máquinas por exceso de carga

Las medidas preventivas y las protecciones colectivas son:

- Antes de iniciar la excavación se verificará que no existen líneas o conducciones enterradas
- Los vehículos no circularán a distancia inferiores a 2,0 metros de los bordes de la excavación ni de los desniveles existentes
- Las vías de acceso y de circulación en el interior de la obra se mantendrán libres de montículos de tierra y de hoyos
- Todas las máquinas estarán provistas de dispositivos sonoros y luz blanca en marcha atrás
- La zona de tránsito quedará perfectamente señalizada y sin materiales acopiados
- Se realizarán entibaciones cuando exista peligro de desprendimiento de tierras

Los equipos de protección individual son:

- Auriculares anti ruido
- Cinturón anti vibratorio para el operador de la máquina

Cimentación

Los riesgos más frecuentes son:

- Inundaciones o filtraciones de agua
- Vuelcos, choques y golpes provocados por la maquinaria o por vehículos

Las medidas preventivas y las protecciones colectivas son:

- Se colocarán protectores homologados en las puntas de las armaduras de espera
- El transporte de las armaduras se efectuará mediante eslingas, enlazadas y provistas de ganchos con pestillos de seguridad
- Se retirarán los clavos sobrantes y los materiales punzantes

Los equipos de protección individual son:

- Guantes homologados para el trabajo con hormigón
- Guantes de cuero para la manipulación de las armaduras
- Botas de goma de caña alta para hormigonado
- Botas de seguridad con plantillas de acero y antideslizantes

Estructura

Los riesgos más frecuentes son:

- Desprendimientos de los materiales de encofrado por apilado incorrecto
- Caída del encofrado al vacío durante las operaciones de desencofrado
- Cortes al utilizar la sierra circular de mesa o las sierras de mano

Las medidas preventivas y las protecciones colectivas son:

- Se protegerá la vía pública con una visera de protección formada por ménsula y entablado
- Los huecos horizontales y los bordes de los forjados se protegerán mediante la colocación de barandillas o redes homologadas

Los equipos de protección individual son:

- Cinturón de seguridad con dispositivo anti caída
- Guantes homologados para el trabajo con hormigón
- Guantes de cuero para la manipulación de las armaduras
- Botas de goma de caña alta para hormigonado

- Botas de seguridad con plantillas de acero y antideslizantes

Cerramientos y revestimientos exteriores

Los riesgos más frecuentes son:

- Caída de objetos o materiales desde distinto nivel
- Exposición a temperaturas ambientales extremas
- Afecciones cutáneas por contacto con morteros, yeso, escayola o materiales aislantes

Las medidas preventivas y las protecciones colectivas son:

- Marquesinas para la protección frente a la caída de objetos
- No retirada de las barandillas antes de la ejecución del cerramiento

Los equipos de protección individual son:

- Uso de mascarilla con filtro mecánico para el corte de ladrillos con sierra

Cubiertas

Los riesgos más frecuentes son:

- Caída por los bordes de cubierta o deslizamiento por los faldones

Las medidas preventivas y las protecciones colectivas son:

- El acopio de los materiales de cubierta se realizará en zonas alejadas de los bordes o aleros, y fuera de las zonas de circulación, preferentemente sobre vigas o soportes
- El acceso a la cubierta se realizará mediante escaleras de mano homologadas, ubicadas en huecos protegidos y apoyadas sobre superficies horizontales, sobrepasando 1 m la altura de desembarque
- Se instalarán anclajes en la cumbrera para amarrar los cables y/o los cinturones de seguridad

Los equipos de protección individual son:

- Calzado con suela antideslizante
- Ropa de trabajo impermeable
- Cinturón de seguridad con dispositivo anti caída

Instalaciones en general

Los riesgos más frecuentes son:

- Electrocuci3nes por contacto directo o indirecto
- Quemaduras producidas por descargas eléctricas
- Intoxicaci3n por vapores procedentes de la soldadura
- Incendios y explosiones

Las medidas preventivas y las protecciones colectivas son:

- El personal encargado de realizar trabajos en instalaciones estar3 formado y adiestrado en el empleo del material de seguridad y de los equipos y herramientas específcas para cada labor
- Se utilizar3n solamente lámparas portátiles homologadas, con manguera antihumedad y clavija de conexi3n normalizada, alimentadas a 24 voltios
- Se utilizar3n herramientas portátiles con doble aislamiento

Los equipos de protecci3n individual son:

- Guantes aislantes en pruebas de tensi3n
- Calzado con suela aislante ante contactos eléctricos
- Banquetas aislantes de la electricidad
- Comprobadores de tensi3n
- Herramientas aislantes

Revestimientos interiores y acabados

Los riesgos más frecuentes son:

- Caída de objetos o materiales desde el mismo nivel o desde distinto nivel
- Exposici3n a vibraciones y ruido
- Cortes y heridas con objetos punzantes
- Sobreesfuerzos, movimientos repetitivos o posturas inadecuadas
- Dermatitis por contacto con yesos, escayola, cemento, pinturas o pegamentos...
- Intoxicaci3n por inhalaci3n de humos y gases

Las medidas preventivas y las protecciones colectivas son:

- Las pinturas se almacenar3n en lugares que dispongan de ventilaci3n suficiente, con el fin de minimizar los riesgos de incendio y de intoxicaci3n

- Las operaciones de lijado se realizarán siempre en lugares ventilados, con corriente de aire
- En las estancias recién pintadas con productos que contengan disolventes orgánicos o pigmentos tóxicos queda prohibido comer o fumar
- Se señalizarán convenientemente las zonas destinadas a descarga y acopio de mobiliario de cocina y aparatos sanitarios, para no obstaculizar las zonas de paso y evitar tropiezos, caídas y accidentes
- Los restos de embalajes se acopiarán ordenadamente y se retirarán al finalizar cada jornada de trabajo

Los equipos de protección individual son:

- Casco de seguridad homologado
- Guantes de goma
- Guantes de cuero
- Mascarilla con filtro mecánico para el corte de ladrillos con sierra
- Gafas de seguridad anti impactos
- Protectores auditivos

1.5.3. Durante la utilización de medios auxiliares

La prevención de los riesgos derivados de utilizar los medios auxiliares de la obra se realizará atendiendo a las prescripciones de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y a la Ordenanza de Trabajo en la Construcción, Vidrio y Cerámica (Orden de 28 de agosto de 1970), prestando gran atención a la Sección 3ª "Seguridad en el trabajo en las industrias de la Construcción y Obras Públicas" Subsección 2ª "Andamios en general".

No se admitirá la utilización de andamios o escaleras de mano que no estén normalizados y ni cumplan con la normativa vigente.

En cuanto a las plataformas de descarga de materiales, sólo se utilizarán modelos normalizados, disponiendo de barandillas homologadas y enganches para cinturón de seguridad, entre otros.

La relación de medios auxiliares previstos en la obra de este proyecto, con sus respectivas medidas preventivas y protecciones colectivas, es la siguiente:

Puntales

- No se retirarán los puntales, ni se modificará su disposición una vez hayan entrado en carga, respetándose el periodo estricto de desencofrado
- Los puntales no quedarán dispersos por la obra, evitando su apoyo en posición inclinada sobre los paramentos verticales, acopiándose siempre cuando dejen de utilizarse
- Los puntales telescópicos se transportarán con los mecanismos de extensión bloqueados

Torre de hormigonado

- Se colocará, en un lugar visible al pie de la torre de hormigonado, un cartel que indique "Prohibido el acceso a toda persona no autorizada"
- Las torres de hormigonado permanecerán protegidas perimetralmente mediante barandillas homologadas, con rodapié, con una altura igual o superior a 0,9 m
- No se permitirá la presencia de personas ni de objetos sobre las plataformas de las torres de hormigonado durante sus cambios de posición
- En el hormigonado de los pilares de esquina, las torres de hormigonado se ubicarán con la cara de trabajo situada perpendicularmente a la diagonal interna del pilar, con el fin de lograr la posición más segura y eficaz

Escalera de mano

- Se revisará periódicamente el estado de conservación de las escaleras
- Dispondrán de zapatas antideslizantes o elementos de fijación en la parte superior o inferior de los largueros
- Se transportarán con el extremo delantero elevado, para evitar golpes a otros objetos o a personas
- Se apoyarán sobre superficies horizontales, con la planeidad adecuada para que sean estables e inmóviles, quedando prohibido el uso como cuña de cascotes, ladrillos, bovedillas o elementos similares
- Los travesaños quedarán en posición horizontal y la inclinación de la escalera será inferior al 75 % respecto al plano horizontal
- El extremo superior de la escalera sobresaldrá 1 m de la altura de desembarque, medido en la dirección vertical

- El operario realizará el ascenso y descenso por la escalera en posición frontal (mirando los peldaños), sujetándose firmemente con las dos manos en los peldaños, no en los largueros
- Se evitará el ascenso o descenso simultáneo de dos o más personas
- Cuando se requiera trabajar sobre la escalera en alturas superiores a 3,5 m, se utilizará siempre el cinturón de seguridad con dispositivo anti caída

Andamio de borriquetas

- Los andamios de borriquetas se apoyarán sobre superficies firmes, estables y niveladas
- Se empleará un mínimo de dos borriquetas para la formación de andamios, quedando totalmente prohibido como apoyo el uso de bidones, ladrillos, bovedillas u otros objetos
- Las plataformas de trabajo estarán perfectamente ancladas a las borriquetas
- Queda totalmente prohibido instalar un andamio de borriquetas encima de otro

Andamio modular

- Los andamios sólo podrán ser montados, desmontados o modificados bajo la dirección y supervisión de una persona cualificada
- Cumplirán las condiciones generales respecto a materiales, estabilidad, resistencia y seguridad y las referentes a su tipología en particular, según la normativa vigente en materia de andamios
- Se montarán y desmontarán siguiendo siempre las instrucciones del fabricante
- Las dimensiones de las plataformas del andamio, así como su forma y disposición, serán adecuadas para el trabajo y las cargas previstas, con holgura suficiente para permitir la circulación con seguridad
- No existirán vacíos entre las plataformas y los dispositivos verticales de protección colectiva contra caídas
- Los andamios serán inspeccionados por personal cualificado antes de su puesta en servicio, periódicamente, ante cualquier modificación, después de un largo período sin utilización, después de un movimiento sísmico o de un viento intenso, y ante cualquier circunstancia que pudiera afectar a su estabilidad o a su resistencia

1.5.4. Durante la utilización de maquinaria y herramientas

Las medidas preventivas a adoptar y las protecciones a emplear para controlar y reducir los riesgos debidos al uso de maquinaria y herramientas durante la ejecución de la obra se desarrollarán en el correspondiente Plan de Seguridad y Salud, conforme a los siguientes criterios:

- a) Todas las máquinas y herramientas utilizadas en la obra dispondrán de su manual de instrucciones, en el que estarán especificados con claridad los riesgos que entrañan para los trabajadores como los procedimientos para su utilización con la debida seguridad.
- b) La maquinaria cumplirá las prescripciones contenidas en el vigente Reglamento de Seguridad en las Máquinas, en las Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC) y en las especificaciones de los fabricantes.
- c) No se aceptará la utilización de ninguna máquina, mecanismo o artefacto mecánico sin reglamentación específica.

La relación de máquinas y herramientas previstas para utilizarse en la obra, con sus correspondientes medidas preventivas y protecciones colectivas, es:

Pala cargadora

- Para realizar las tareas de mantenimiento, se apoyará la cuchara en el suelo, se parará el motor, se conectará el freno de estacionamiento y se bloqueará la máquina
- Queda prohibido el uso de la cuchara como grúa o medio de transporte
- La extracción de tierras se efectuará en posición frontal a la pendiente
- El transporte de tierras se realizará con la cuchara en la posición más baja posible, para garantizar la estabilidad de la pala

Retroexcavadora

- Para realizar las tareas de mantenimiento, se apoyará la cuchara en el suelo, se parará el motor, se conectará el freno de estacionamiento y se bloqueará la máquina
- Queda prohibido el uso de la cuchara como grúa o medio de transporte
- Los desplazamientos de la retroexcavadora se realizarán con la cuchara apoyada sobre la máquina en el sentido de la marcha
- Los cambios de posición de la cuchara en superficies inclinadas se realizarán por la zona de mayor altura

- Se prohibirá la realización de trabajos dentro del radio de acción de la máquina

Camión de caja basculante

- Las maniobras del camión serán dirigidas por un señalista de tráfico
- Se comprobará que el freno de mano está activado antes de la puesta en marcha del motor, al abandonar el vehículo y durante las operaciones de carga y descarga
- No se circulará con la caja izada después de la descarga

Camión para transporte

- Las maniobras del camión serán dirigidas por un señalista de tráfico
- Las cargas se repartirán uniformemente en la caja, evitando acopios con pendientes mayores del 5 % y protegiendo los materiales sueltos con lona
- Antes de proceder a las operaciones de carga y descarga, se colocará el freno en posición de frenado y, en caso de estar situado en pendiente, calzos de inmovilización debajo de las ruedas
- En las operaciones de carga y descarga se evitarán movimientos bruscos que provoquen la pérdida de estabilidad, permaneciendo siempre el conductor fuera de la cabina

Camión grúa

- El conductor accederá al vehículo descenderá del mismo con el motor apagado, en posición frontal, evitando saltar al suelo y haciendo uso de los peldaños y asideros
- Se cuidará especialmente de no sobrepasar la carga máxima indicada por el fabricante
- La cabina dispondrá de botiquín de primeros auxilios y de extintor timbrado y revisado
- Los vehículos dispondrán de bocina de retroceso
- Se comprobará que el freno de mano está activado antes de la puesta en marcha del motor, al abandonar el vehículo y durante las operaciones de elevación
- La elevación se realizará evitando operaciones bruscas, que provoquen la pérdida de estabilidad de la carga

Hormigonera

- Las operaciones de mantenimiento serán realizadas por personal especializado, previa desconexión de la energía eléctrica
- La hormigonera tendrá un grado de protección IP-55
- Su uso estará restringido sólo a personas autorizadas
- Dispondrá de freno de basculamiento del bombo
- Los conductos de alimentación eléctrica de la hormigonera estarán conectados a tierra, asociados a un disyuntor diferencial
- Las partes móviles del aparato deberán permanecer siempre protegidas mediante carcasas conectadas a tierra
- No se ubicarán a distancias inferiores a tres metros de los bordes de excavación y/o de los bordes de los forjados

Vibrador

- La operación de vibrado se realizará siempre desde una posición estable
- La manguera de alimentación desde el cuadro eléctrico estará protegida cuando discurra por zonas de paso
- Tanto el cable de alimentación como su conexión al transformador estarán en perfectas condiciones de estanqueidad y aislamiento
- Los operarios no efectuarán el arrastre del cable de alimentación colocándolo alrededor del cuerpo. Si es necesario, esta operación se realizará entre dos operarios
- El vibrado del hormigón se realizará desde plataformas de trabajo seguras, no permaneciendo en ningún momento el operario sobre el encofrado ni sobre elementos inestables
- Nunca se abandonará el vibrador en funcionamiento, ni se desplazará tirando de los cables
- Para las vibraciones transmitidas al sistema mano-brazo, el valor de exposición diaria normalizado para un período de referencia de ocho horas, no superará $2,5 \text{ m/s}^2$, siendo el valor límite de 5 m/s^2

Martillo picador

- Las mangueras de aire comprimido deben estar situadas de forma que no dificulten ni el trabajo de los operarios ni el paso del personal
- No se realizarán ni esfuerzos de palanca ni operaciones similares con el martillo en marcha
- Se verificará el perfecto estado de los acoplamientos de las mangueras

- Se cerrará el paso del aire antes de desarmar un martillo

Maquinillo

- Será utilizado exclusivamente por la persona debidamente autorizada
- El trabajador que utilice el maquinillo estará debidamente formado en su uso y manejo, conocerá el contenido del manual de instrucciones, las correctas medidas preventivas a adoptar y el uso de los EPI necesarios
- Previamente al inicio de cualquier trabajo, se comprobará el estado de los accesorios de seguridad, del cable de suspensión de cargas y de las eslingas
- Se comprobará la existencia del limitador de recorrido que impide el choque de la carga contra el extremo superior de la pluma
- Dispondrá de marcado CE, de declaración de conformidad y de manual de instrucciones emitido por el fabricante
- Quedará claramente visible el cartel que indica el peso máximo a elevar
- Se acotará la zona de la obra en la que exista riesgo de caída de los materiales transportados por el maquinillo
- Se revisará el cable a diario, siendo obligatoria su sustitución cuando el número de hilos rotos sea igual o superior al 10% del total
- El anclaje del maquinillo se realizará según se indica en el manual de instrucciones del fabricante
- El arriostramiento nunca se hará con bidones llenos de agua, de arena o de otro material
- Se realizará el mantenimiento previsto por el fabricante

Sierra circular

- Su uso está destinado exclusivamente al corte de elementos o piezas de la obra
- Para el corte de materiales cerámicos o pétreos se emplearán discos abrasivos y para elementos de madera discos de sierra
- -Deberá existir un interruptor de parada cerca de la zona de mando
- La zona de trabajo deberá estar limpia de serrín y de virutas, para evitar posibles incendios
- Las piezas a serrar no contendrán clavos ni otros elementos metálicos
- El trabajo con el disco agresivo se realizará en húmedo
- No se utilizará la sierra circular sin la protección de prendas adecuadas, tales como mascarillas anti polvo y gafas

Sierra circular de mesa

- Será utilizado exclusivamente por la persona debidamente autorizada
- El trabajador que utilice la sierra circular estará debidamente formado en su uso y manejo, conocerá el contenido del manual de instrucciones, las correctas medidas preventivas a adoptar y el uso de los EPI necesarios
- Las sierras circulares se ubicarán en un lugar apropiado, sobre superficies firmes y secas, a distancias superiores a tres metros del borde de los forjados, salvo que éstos estén debidamente protegidos por redes, barandillas o petos de remate
- En los casos en que se superen los valores de exposición al ruido indicados en el artículo 51 del Real Decreto 286/06 de protección de los trabajadores frente al ruido, se establecerán las acciones correctivas oportunas, tales como el empleo de protectores auditivos
- La sierra estará totalmente protegida por la parte inferior de la mesa, de manera que no se pueda acceder al disco
- La parte superior de la sierra dispondrá de una carcasa metálica que impida el acceso al disco de sierra, excepto por el punto de introducción del elemento a cortar, y la proyección de partículas
- Se utilizará siempre un empujador para guiar el elemento a cortar, de modo que en ningún caso la mano quede expuesta al disco de la sierra
- La instalación eléctrica de la máquina estará siempre en perfecto estado y condiciones, comprobándose periódicamente el cableado, las clavijas y la toma de tierra
- Las piezas a serrar no contendrán clavos ni otros elementos metálicos
- El operario se colocará a sotavento del disco, evitando la inhalación de polvo

Cortadora de material cerámico

- Se comprobará el estado del disco antes de iniciar cualquier trabajo. Si estuviera desgastado o resquebrajado se procederá a su inmediata sustitución
- La protección del disco y de la transmisión estará activada en todo momento
- No se presionará contra el disco la pieza a cortar para evitar el bloqueo

Equipo de soldadura

- No habrá materiales inflamables ni explosivos a menos de 10 metros de la zona de trabajo de soldadura
- Antes de soldar se eliminarán las pinturas y recubrimientos del soporte
- Durante los trabajos de soldadura se dispondrá siempre de un extintor de polvo químico en perfecto estado y condiciones de uso, en un lugar próximo y accesible
- En los locales cerrados en los que no se pueda garantizar una correcta renovación de aire se instalarán extractores, preferentemente sistemas de aspiración localizada
- Se paralizarán los trabajos de soldadura en altura ante la presencia de personas bajo el área de trabajo
- Tanto los soldadores como los trabajadores que se encuentren en las inmediaciones dispondrán de protección visual adecuada, no permaneciendo en ningún caso con los ojos al descubierto

Herramientas manuales diversas

- La alimentación de las herramientas se realizará a 24 V cuando se trabaje en ambientes húmedos o las herramientas no dispongan de doble aislamiento
- El acceso a las herramientas y su uso estará permitido únicamente a las personas autorizadas
- No se retirarán de las herramientas las protecciones diseñadas por el fabricante
- Se prohibirá, durante el trabajo con herramientas, el uso de pulseras, relojes, cadenas y elementos similares
- Las herramientas eléctricas dispondrán de doble aislamiento o estarán conectadas a tierra
- En las herramientas de corte se protegerá el disco con una carcasa anti proyección
- Las conexiones eléctricas a través de clemas se protegerán con carcasas anti contactos eléctricos
- Las herramientas se mantendrán en perfecto estado de uso, con los mangos sin grietas y limpios de residuos, manteniendo su carácter aislante para los trabajos eléctricos
- Las herramientas eléctricas estarán apagadas mientras no se estén utilizando y no se podrán usar con las manos o los pies mojados

- En los casos en que se superen los valores de exposición al ruido indicados en el artículo 51 del Real Decreto 286/06 de protección de los trabajadores frente al ruido, se establecerán las acciones correctivas oportunas, tales como el empleo de protectores auditivos

1.6. Identificación de los riesgos laborales evitables

Este apartado muestra la relación de las medidas preventivas a adoptar para evitar o reducir el efecto de los riesgos más frecuentes mientras se está ejecutando la obra.

1.6.1. Caídas al mismo nivel

- La zona de trabajo deberá permanecer ordenada, libre de obstáculos, limpia y bien iluminada.
- Se habilitarán y balizarán las zonas de acopio de materiales.

1.6.2. Caídas a distinto nivel

- Se dispondrán escaleras de acceso para salvar los desniveles
- Los huecos horizontales y los bordes de los forjados se protegerán mediante barandillas y redes homologadas
- Se mantendrán en buen estado las protecciones de los huecos y de los desniveles
- Las escaleras de acceso quedarán firmemente sujetas y bien amarradas

1.6.3. Polvo y partículas

- Se regará periódicamente la zona de trabajo para evitar el polvo
- Se usarán gafas de protección y mascarillas anti polvo en aquellos trabajos en los que se genere polvo o partículas

1.6.4. Ruido

- Se evaluarán los niveles de ruido en las zonas de trabajo
- Las máquinas estarán provistas de aislamiento acústico
- Se dispondrán los medios necesarios para eliminar o amortiguar los ruidos

1.6.5. Esfuerzos

- Se evitará el desplazamiento manual de las cargas pesadas
- Se limitará el peso de las cargas en caso de desplazamiento manual
- Se evitarán los sobreesfuerzos o los esfuerzos repetitivos
- Se evitarán las posturas inadecuadas o forzadas en el levantamiento o desplazamiento de cargas

1.6.6. Incendios

- No se fumará en presencia de materiales fungibles ni en caso de existir riesgo de incendio

1.6.7. Intoxicación por emanaciones

- Los locales y las zonas de trabajo dispondrán de ventilación suficiente
- Se utilizarán mascarillas y filtros apropiados

1.7. Relación de los riesgos laborales que no pueden eliminarse

Estos riesgos son los que se producen por causas inesperadas (como caídas de objetos y desprendimientos, entre otras). No obstante, pueden reducirse con el adecuado uso de las protecciones individuales y colectivas, así como cumpliendo estrictamente la normativa en materia de seguridad y salud, y las normas de la buena construcción.

1.7.1. Caída de objetos

Las medidas preventivas y protecciones colectivas son:

- Se montarán marquesinas en los accesos
- La zona de trabajo permanecerá ordenada, libre de obstáculos, limpia y bien iluminada
- Se evitará el amontonamiento de materiales u objetos sobre los andamios
- No se lanzarán cascotes ni restos de materiales desde los andamios

Los equipos de protección individual son:

- Casco de seguridad homologado
- Guantes y botas de seguridad
- Uso de bolsa portaherramientas

1.7.2. Dermatitis

Las medidas preventivas y protecciones colectivas son:

- Se evitará la generación de polvo de cemento

Los equipos de protección individual son:

- Guantes y ropa de trabajo adecuada

1.7.3. Electrocutaciones

Las medidas preventivas y protecciones colectivas son:

- Se revisará periódicamente la instalación eléctrica
- El tendido eléctrico quedará fijado a los paramentos verticales
- Los alargadores portátiles tendrán mango aislante
- La maquinaria portátil dispondrá de protección con doble aislamiento
- Toda la maquinaria eléctrica estará provista de toma de tierra

Los equipos de protección individual son:

- Guantes dieléctricos
- Calzado aislante para electricistas
- Banquetas aislantes de la electricidad

1.7.4. Quemaduras

Las medidas preventivas y protecciones colectivas son:

- La zona de trabajo permanecerá ordenada, libre de obstáculos, limpia y bien iluminada

Los equipos de protección individual son:

- Guantes, polainas y mandiles de cuero

1.7.5. Golpes y cortes en extremidades

Las medidas preventivas y protecciones colectivas son:

- La zona de trabajo permanecerá ordenada, libre de obstáculos, limpia y bien iluminada

Los equipos de protección individual son:

- Guantes y botas de seguridad

1.8. Condiciones de seguridad y salud en trabajos posteriores de reparación y de mantenimiento

Este apartado contiene la información útil para poder realizar, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los futuros trabajos de conservación, reparación y mantenimiento del edificio construido que entrañan mayores riesgos.

1.8.1. Trabajos en cerramientos exteriores y cubiertas

Para los trabajos en cerramientos, aleros de cubierta, revestimientos de paramentos exteriores o cualquier otro que se efectúe con riesgo de caída en

altura, han de utilizarse andamios que cumplan las condiciones especificadas en el presente EBSS.

Durante los trabajos que puedan afectar a la vía pública, se colocará una visera de protección a la altura de la primera planta, que protegerá a los transeúntes y a los vehículos de las posibles caídas de objetos.

1.8.2. Trabajos en instalaciones

En lo referente a los trabajos de las instalaciones de fontanería, eléctrica y gas, deberán realizarse por personal cualificado, cumpliendo las especificaciones establecidas en su correspondiente Plan de Seguridad y Salud, así como en la normativa vigente en cada materia.

Antes de ejecutar cualquier trabajo de reparación o mantenimiento de los ascensores y montacargas, deberá elaborarse un Plan de Seguridad suscrito por un técnico competente en la materia.

1.8.3. Trabajos con pintura y barnices

Los trabajos que se lleven a cabo con pinturas, u otros materiales cuya inhalación pueda resultar tóxica, deberán realizarse con ventilación suficiente, adoptando los elementos de protección adecuados.

1.9. Trabajos que implican riesgos especiales

En la obra del presente EBSS concurren los riesgos especiales referidos en los puntos 1, 2 y 10 incluidos en el Anexo II. "Relación no exhaustiva de los trabajos que implican riesgos especiales para la seguridad y la salud de los trabajadores" del R.D. 1627/97 de 24 de Octubre.

Estos riesgos especiales suelen tener lugar en la ejecución de la estructura, cerramientos y cubiertas, y en el propio montaje de las medidas de seguridad y de protección. Deben destacarse:

- Montaje de forjado, especialmente en los bordes perimetrales
- Ejecución de cerramientos exteriores
- Formación de los antepechos de cubierta
- Colocación de horcas y redes de protección
- Los huecos horizontales y los bordes de los forjados se protegerán mediante barandillas y redes homologadas
- Disposición de plataformas voladas

- Elevación y acople de los módulos de andamiaje para la ejecución de las fachadas

1.10. Medidas en caso de emergencia

El contratista deberá dejar constancia en el correspondiente Plan de Seguridad y Salud de las posibles situaciones de emergencia, estableciendo las medidas oportunas en caso de primeros auxilios y designando para ello a personal con formación, que se hará cargo de tomar dichas medidas.

Los trabajadores responsables de estas medidas tienen derecho a la paralización de su actividad para estar garantizada la adecuada administración de los primeros auxilios y, cuando la situación lo requiera, el rápido traslado del operario a un centro de asistencia médica.

1.11. Presencia de los recursos preventivos del contratista

Teniendo en cuenta las características de la obra y los riesgos previstos en el presente EBSS, cada contratista deberá asignar la presencia de sus recursos preventivos en la obra, según se establece en la legislación vigente en la materia.

Por lo tanto, el contratista deberá concretar los recursos preventivos asignados a la obra con capacitación suficiente, que deberán disponer de los medios necesarios para vigilar el cumplimiento de las medidas incluidas en el correspondiente plan de seguridad y salud.

Dicha vigilancia incluirá la comprobación de la eficacia de las actividades preventivas previstas en dicho Plan, así como la adecuación de tales actividades a los riesgos que pretenden prevenirse o a la aparición de riesgos no previstos y derivados de la situación que determina la necesidad de la presencia de los recursos preventivos.

Si, como resultado de la vigilancia, se observa un deficiente cumplimiento de las actividades preventivas, las personas que tengan asignada la presencia harán las indicaciones necesarias para el correcto e inmediato cumplimiento de las actividades preventivas, debiendo poner tales circunstancias en conocimiento del empresario para que éste adopte las medidas oportunas para corregir las deficiencias observadas.

2. NORMATIVA Y LEGISLACIÓN APLICABLES

2.1. Seguridad y salud

Ley de Prevención de Riesgos Laborales

Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de la Jefatura del Estado.

B.O.E.: 10 de noviembre de 1995

Completada por:

Protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.

Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 24 de mayo de 1997

Modificada por:

Ley de Medidas Fiscales, Administrativas y del Orden Social.

Ley 50/1998, de 30 de diciembre, de la Jefatura del Estado.

Modificación de los artículos 45, 47, 48 y 49 de la Ley 31/1995.

B.O.E.: 31 de diciembre de 1998

Completada por:

Disposiciones mínimas de seguridad y salud en el trabajo en el ámbito de las empresas de trabajo temporal.

Real Decreto 216/1999, de 5 de febrero, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

B.O.E.: 24 de febrero de 1999

Completada por:

Protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.

Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 1 de mayo de 2001

Completada por:

Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 21 de junio de 2001

Completada por:

Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo.

Real Decreto 681/2003, de 12 de junio, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 18 de junio de 2003

Modificada por:

Ley de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.

Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de la Jefatura del Estado.

B.O.E.: 13 de diciembre de 2003

Desarrollada por:

Desarrollo del artículo 24 de la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.

Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

B.O.E.: 31 de enero de 2004

Completada por:

Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.

Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

B.O.E.: 5 de noviembre de 2005

Completada por:

Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.

Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 11 de marzo de 2006

Completada por:

Disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto.

Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 11 de abril de 2006

Modificada por:

Modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio.

Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de la Jefatura del Estado.

B.O.E.: 23 de diciembre de 2009

Reglamento de los Servicios de Prevención

Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

B.O.E.: 31 de enero de 1997

Completado por:

Protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.

Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 24 de mayo de 1997

Modificado por:

Modificación del Reglamento de los Servicios de Prevención.

Real Decreto 780/1998, de 30 de abril, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

B.O.E.: 1 de mayo de 1998

Completado por:

Protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.

Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 1 de mayo de 2001

Completado por:

Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 21 de junio de 2001

Completado por:

Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.

Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

B.O.E.: 5 de noviembre de 2005

Completado por:

Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.

Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 11 de marzo de 2006

Completado por:

Disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto.

Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 11 de abril de 2006

Modificado por:

Modificación del Reglamento de los Servicios de Prevención y de las Disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.

Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

B.O.E.: 29 de mayo de 2006

Modificado por:

Modificación del Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.

Real Decreto 337/2010, de 19 de marzo, del Ministerio de Trabajo e Inmigración. B.O.E.: 23 de marzo de 2010

Seguridad y Salud en los lugares de trabajo

Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

B.O.E.: 23 de abril de 1997

Manipulación de cargas

Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

B.O.E.: 23 de abril de 1997

Protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo

Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 24 de mayo de 1997

Modificado por:

Modificación del Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo y ampliación de su ámbito de aplicación a los agentes mutágenos.

Real Decreto 349/2003, de 21 de marzo, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 5 de abril de 2003

Completado por:

Disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto.

Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 11 de abril de 2006

Utilización de equipos de trabajo

Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

B.O.E.: 7 de agosto de 1997

Modificado por:

Modificación del Real Decreto 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, en materia de trabajos temporales en altura.

Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, del Ministerio de la Presidencia. B.O.E.: 13 de noviembre de 2004

Disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción

Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, del Ministerio de la Presidencia. B.O.E.: 25 de octubre de 1997

Completado por:

Disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto.

Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo, del Ministerio de la Presidencia. B.O.E.: 11 de abril de 2006

Modificado por:

Modificación del Reglamento de los Servicios de Prevención y de las Disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.

Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. B.O.E.: 29 de mayo de 2006

Modificado por:

Desarrollo de la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción.

Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

Disposición final tercera. Modificación de los artículos 13 y 18 del Real Decreto 1627/1997.

B.O.E.: 25 de agosto de 2007 Corrección de errores.

B.O.E.: 12 de septiembre de 2007

2.1.1. Sistemas de protección colectiva

[Protección contra incendios](#)

Disposiciones de aplicación de la Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo, 97/23/CE, relativa a los equipos de presión y se modifica el Real Decreto 1244/1979, de 4 de abril, que aprobó el Reglamento de aparatos a presión.

Real Decreto 769/1999, de 7 de mayo, del Ministerio de Industria y Energía.

B.O.E.: 31 de mayo de 1999

Completado por:

Publicación de la relación de normas armonizadas en el ámbito del Real Decreto 769/1999, de 7 de mayo, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo, 97/23/CE, relativa a los equipos a presión.

Resolución de 28 de octubre de 2002, de la Dirección General de Política Tecnológica del Ministerio de Ciencia y Tecnología.

B.O.E.: 4 de diciembre de 2002

Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias

Real Decreto 2060/2008, de 12 de diciembre, del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

B.O.E.: 5 de febrero de 2009

Corrección de errores:

Corrección de errores del Real Decreto 2060/2008, de 12 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.

B.O.E.: 28 de octubre de 2009

Modificado por:

Real Decreto por el que se modifican diversas normas reglamentarias en materia de seguridad industrial para adecuarlas a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y a la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio.

Real Decreto 560/2010, de 7 de mayo, del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

B.O.E.: 22 de mayo de 2010

Señalización de seguridad y salud en el trabajo

Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

B.O.E.: 23 de abril de 1997

Completado por:

Protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.

Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 1 de mayo de 2001

Completado por:

Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.

Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 11 de marzo de 2006

2.1.2. Equipos de protección individual

Real Decreto por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual

Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, del Ministerio de Relaciones con la Cortes y de la Secretaría del Gobierno.

B.O.E.: 28 de diciembre de 1992

Modificado por:

Modificación del Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual.

Real Decreto 159/1995, de 3 de febrero, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 8 de marzo de 1995

Corrección de errores:

Corrección de erratas del Real Decreto 159/1995, de 3 de febrero, por el que se modifica el Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual.

B.O.E.: 22 de marzo de 1995

Completado por:

Resolución por la que se publica, a título informativo, información complementaria establecida por el Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual.

Resolución de 25 de abril de 1996 de la Dirección General de Calidad y Seguridad Industrial, del Ministerio de Industria y Energía.

B.O.E.: 28 de mayo de 1996

Modificado por:

Modificación del anexo del Real Decreto 159/1995, de 3 de febrero, que modificó a su vez el Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, relativo a las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual.

Orden de 20 de febrero de 1997, del Ministerio de Industria y Energía.

B.O.E.: 6 de marzo de 1997

Completado por:

Resolución por la que se actualiza el anexo IV de la Resolución de 18 de marzo de 1998, de la Dirección General de Tecnología y Seguridad Industrial.

Resolución de 29 de abril de 1999 del Ministerio de Industria y Energía.

B.O.E.: 29 de junio de 1999

Utilización de equipos de protección individual

Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

B.O.E.: 12 de junio de 1997

Corrección de errores:

Corrección de erratas del Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 18 de julio de 1997

Completado por:

Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.

Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 11 de marzo de 2006

Completado por:

Disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto.

Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 11 de abril de 2006

2.1.3. Medicina preventiva y primeros auxilios

Material médico

Orden por la que se establece el suministro a las empresas de botiquines con material de primeros auxilios en caso de accidente de trabajo, como parte de la acción protectora del sistema de la Seguridad Social.

Orden TAS/2947/2007, de 8 de octubre, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

B.O.E.: 11 de octubre de 2007

2.1.4. Instalaciones provisionales de higiene y bienestar

DB HS Salubridad

Código Técnico de la Edificación (CTE). Documento Básico HS.

Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, del Ministerio de Vivienda.

B.O.E.: 28 de marzo de 2006

Modificado por:

Real Decreto 1371/2007, de 19 de octubre, del Ministerio de Vivienda.

B.O.E.: 23 de octubre de 2007

Corrección de errores:

B.O.E.: 25 de enero de 2008

Modificado por:

Modificación de determinados documentos básicos del Código Técnico de la Edificación aprobados por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, y el Real Decreto 1371/2007, de 19 de octubre.

Orden VIV/984/2009, de 15 de abril, del Ministerio de Vivienda.

B.O.E.: 23 de abril de 2009

Criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano

Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 21 de febrero de 2003

Criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis

Real Decreto 865/2003, de 4 de julio, del Ministerio de Sanidad y Consumo.

B.O.E.: 18 de julio de 2003

Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Complementarias (ITC) BT 01 a BT 51.

Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, del Ministerio de Ciencia y Tecnología.

B.O.E.: Suplemento al nº 224, de 18 de septiembre de 2002

Modificado por:

Anulado el inciso 4.2.C.2 de la ITC-BT-03.

Sentencia de 17 de febrero de 2004 de la Sala Tercera del Tribunal Supremo.

B.O.E.: 5 de abril de 2004

Completado por:

Autorización para el empleo de sistemas de instalaciones con conductores aislados bajo canales protectores de material plástico.

Resolución de 18 de enero de 1988, de la Dirección General de

Innovación Industrial.

B.O.E.: 19 de febrero de 1988

Modificado por:

Real Decreto por el que se modifican diversas normas reglamentarias en materia de seguridad industrial para adecuarlas a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y a la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio.

Real Decreto 560/2010, de 7 de mayo, del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

B.O.E.: 22 de mayo de 2010

Reglamento regulador de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones para el acceso a los servicios de telecomunicación en el interior de las edificaciones

Real Decreto 346/2011, de 11 de marzo, del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

B.O.E.: 1 de abril de 2011

Desarrollado por:

Orden por la que se desarrolla el Reglamento regulador de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones para el acceso a los servicios de telecomunicación en el interior de las edificaciones, aprobado por el Real Decreto 346/2011, de 11 de marzo.

Orden ITC/1644/2011, de 10 de junio, del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

B.O.E.: 16 de junio de 2011

2.1.5. Señalización provisional de las obras

Balizamiento

Instrucción 8.3-IC Señalización de obras

Orden de 31 de agosto de 1987, del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo.

B.O.E.: 18 de septiembre de 1987

Señalización de seguridad y salud en el trabajo

Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

B.O.E.: 23 de abril de 1997

Completado por:

Protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.

Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 1 de mayo de 2001

Completado por:

Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.

Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 11 de marzo de 2006

[Señalización horizontal](#)

Instrucción 8.3-IC Señalización de obras

Orden de 31 de agosto de 1987, del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo.

B.O.E.: 18 de septiembre de 1987

[Señalización vertical](#)

Instrucción 8.3-IC Señalización de obras

Orden de 31 de agosto de 1987, del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo.

B.O.E.: 18 de septiembre de 1987

[Señalización manual](#)

Instrucción 8.3-IC Señalización de obras

Orden de 31 de agosto de 1987, del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo.

B.O.E.: 18 de septiembre de 1987

[Señalización de seguridad y salud](#)

Señalización de seguridad y salud en el trabajo

Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

B.O.E.: 23 de abril de 1997

Completado por:

Protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.

Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 1 de mayo de 2001

Completado por:

Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.

Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 11 de marzo de 2006

Madrid, septiembre de 2025.

La autora del proyecto:

Almudena Baldazo Sanz

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, stylized 'A' followed by the letters 'BS'.

ANEJO X

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA,
ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS

Índice de contenido

1.	CONTROL DE CALIDAD Y ENSAYOS.....	2
2.	MOVIMIENTO DE TIERRAS.....	3
3.	CIMENTACIONES.....	4
4.	ESTRUCTURAS.....	5
4.1.	Metálicas.....	5
4.2.	Hormigón armado.....	6
5.	CUBIERTAS Y SOLADOS.....	7
6.	CERRAMIENTOS Y AISLAMIENTOS.....	9
7.	INSTALACIÓN RED DE RIEGO	10
7.1.	Tuberías.....	10
7.3.	Cabezal de riego	11
8.	INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	13
8.1.	Cables conductores.....	13
8.2.	Seguridad	14
8.4.	Cuadro y puesta a tierra	16
9.	AUTOMATISMOS DEL INVERNADERO	18
10.	PREPARACION DEL SUELO PARA EL CULTIVO	20
11.	PLANTAS.....	21
12.	SEGURIDAD Y SALUD.....	22

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
1. CONTROL DE CALIDAD Y ENSAYOS				
1.1	XUX010b	Ud	Conjunto de pruebas y ensayos, realizados por un laboratorio acreditado en el área técnica correspondiente, necesarios para el cumplimiento de la normativa vigente.	
			Sin descomposición	2.000,000
		3,000 %	Costes indirectos	60,00
			Precio total redondeado por Ud	2.060,00
1.2	PRY01	Ud	Proyectista	
			Sin descomposición	7.000,000
		3,000 %	Costes indirectos	210,00
			Precio total redondeado por Ud	7.210,00
1.3	LDE03	Ud	Licencias de ejecución del proyecto.	
			Sin descomposición	1.216,000
		3,000 %	Costes indirectos	36,48
			Precio total redondeado por Ud	1.252,48

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
2. MOVIMIENTO DE TIERRAS				
2.1	ADL005	m²	Desbroce y limpieza del terreno, hasta una profundidad mínima de 25 cm, con medios mecánicos, retirada de los materiales excavados y carga a camión, sin incluir transporte a vertedero autorizado.	
	mq01pan010a	0,014 h	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 kW/1,9 m³.	0,51
	mo105	0,005 h	Peón ordinario construcción.	0,07
	%	2,000 %	Medios auxiliares	0,01
		3,000 %	Costes indirectos	0,02
	Precio total redondeado por m²			0,61
2.2	ADE010	m³	Excavación en pozos para cimentaciones en suelo de arena semidensa, con medios mecánicos, retirada de los materiales excavados y carga a camión.	
	mq01ret020b	0,217 h	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.	7,12
	mo105	0,136 h	Peón ordinario construcción.	1,96
	%	2,000 %	Medios auxiliares	0,18
		3,000 %	Costes indirectos	0,28
	Precio total redondeado por m³			9,54
2.3	ADE001	m³	Excavación a cielo abierto en suelo de arena semidensa, con medios manuales, retirada de los materiales excavados y carga a camión.	
	mo105	0,917 h	Peón ordinario construcción.	13,24
	%	2,000 %	Medios auxiliares	0,26
		3,000 %	Costes indirectos	0,41
	Precio total redondeado por m³			13,91
2.4	ADR010	m³	Relleno principal de zanjas para instalaciones, con tierra de la propia excavación, y compactación al 95% del Proctor Modificado con bandeja vibrante de guiado manual.	
	mt01var010	1,100 m	Cinta plastificada.	0,13
	mq04dua020b	0,094 h	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga útil.	0,80
	mq02rod010d	0,143 h	Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 kg, anchura de trabajo 70 cm, reversible.	0,85
	mq02cia020j	0,010 h	Camión cisterna de 8 m³ de capacidad.	0,37
	mq04cab010c	0,014 h	Camión basculante de 12 t de carga, de 162 CV.	0,52
	mo105	0,165 h	Peón ordinario construcción.	2,38
	%	2,000 %	Medios auxiliares	0,10
		3,000 %	Costes indirectos	0,15
	Precio total redondeado por m³			5,30
2.5	GTB010	m³	Transporte de tierras con camión a vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos, situado a una distancia máxima de 10 km.	
	mq04cab010c	0,090 h	Camión basculante de 12 t de carga, de 162 CV.	3,32
	%	2,000 %	Medios auxiliares	0,07
		3,000 %	Costes indirectos	0,10
	Precio total redondeado por m³			3,49

Nº	Código	Ud	Descripción	Total

3. CIMENTACIONES

3.1 CMP010	m³	Pozo de cimentación de hormigón ciclópeo, realizado con hormigón HM-15/P/40/I fabricado en central y vertido desde camión, (60% de volumen) y bolos de piedra entre 80 y 150 mm de diámetro (40% de volumen).			
mt10hmf010Ly	0,660 m³	Hormigón HM-15/P/40/I, fabricado en central.	50,090	33,06	
mt01are040	0,400 m³	Bolos de piedra de 80 a 150 mm de diámetro.	17,110	6,84	
mo041	0,238 h	Oficial 1ª estructurista.	16,340	3,89	
mo084	0,238 h	Ayudante estructurista.	15,880	3,78	
mo105	0,679 h	Peón ordinario construcción.	14,440	9,80	
%	2,000 %	Medios auxiliares	57,370	1,15	
	3,000 %	Costes indirectos	58,520	1,76	
Precio total redondeado por m³				60,28	
3.2 AMC010	m³	Relleno a cielo abierto con zahorra artificial caliza, y compactación al 95% del Proctor Modificado con compactador tándem autopropulsado, en tongadas de 30 cm de espesor, hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 95% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado, para mejora de las propiedades resistentes del terreno de apoyo de la cimentación.			
mt01zah010c	2,200 t	Zahorra de machaqueo o artificial, cantera caliza.	8,310	18,28	
mq04dua020b	0,094 h	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga útil.	8,510	0,80	
mq02rot030b	0,095 h	Compactador tándem autopropulsado, de 63 kW, de 9,65 t, anchura de trabajo 168 cm.	38,210	3,63	
mq02cia020j	0,010 h	Camión cisterna de 8 m³ de capacidad.	37,350	0,37	
mo105	0,025 h	Peón ordinario construcción.	14,440	0,36	
%	2,000 %	Medios auxiliares	23,440	0,47	
	3,000 %	Costes indirectos	23,910	0,72	
Precio total redondeado por m³				24,63	
3.3 CRL010	m²	Capa de hormigón de limpieza HL-150/B/20, fabricado en central y vertido desde camión, de 10 cm de espesor.			
mt10hmf011bb	0,105 m³	Hormigón de limpieza HL-150/B/20, fabricado en central.	52,830	5,55	
mo041	0,051 h	Oficial 1ª estructurista.	16,340	0,83	
mo084	0,051 h	Ayudante estructurista.	15,880	0,81	
%	2,000 %	Medios auxiliares	7,190	0,14	
	3,000 %	Costes indirectos	7,330	0,22	
Precio total redondeado por m²				7,55	

4. ESTRUCTURAS

4.1. Metálicas

4.1.1 EAM010	m²	Estructura metálica realizada con pórticos de acero laminado S275JR, con una cuantía de acero de 32,8 kg/m², L < 10 m, separación de 5 m entre pórticos.			
mt07ala010l	32,800 kg	Acero laminado UNE-EN 10025 S275JR, en perfiles laminados en caliente, pórticos de naves, para aplicaciones estructurales.	0,388	12,73	
mt27pfi010	0,312 l	Imprimación de secado rápido, formulada con resinas alquídicas modificadas y fosfato de zinc.	3,490	1,09	
mq08sol010	0,009 h	Equipo de oxicorte, con acetileno como combustible y oxígeno como comburente.	6,770	0,06	
mq08sol020	0,014 h	Equipo y elementos auxiliares para soldadura eléctrica.	2,850	0,04	
mq07ple010c	0,009 Ud	Alquiler diario de cesta elevadora de brazo articulado de 16 m de altura máxima de trabajo, incluso mantenimiento y seguro de responsabilidad civil.	35,875	0,32	
mq07gte010a	0,009 h	Grúa autopropulsada de brazo telescópico con una capacidad de elevación de 12 t y 20 m de altura máxima de trabajo.	15,686	0,14	
mo043	0,081 h	Oficial 1ª montador de estructura metálica.	16,340	1,32	
mo086	0,082 h	Ayudante montador de estructura metálica.	15,880	1,30	
%	2,000 %	Medios auxiliares	17,000	0,34	
	3,000 %	Costes indirectos	17,340	0,52	
Precio total redondeado por m²				17,86	
4.1.2 EAF010	m²	Forjado metálico, canto 25 = 20+5 cm, hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido con cubilote, volumen 0,08 m³/m²; acero UNE-EN 10080 B 500 S, cuantía 1,8 kg/m³; vigueta metálica IPE 100, S275JR; bovedilla de hormigón, 60x20x20 cm malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080, en capa de compresión.			
mt08evm010	0,100 m²	Sistema de encofrado parcial de madera, recuperable, para ejecución de macizados de apoyos en forjados de viguetas metálicas y bovedillas, debidamente apuntalado, amortizable en 50 usos, hasta 4,5 m de altura.	22,450	2,25	
mt07bho010b	7,500 Ud	Bovedilla de hormigón, 60x20x20 cm, incluso p/p de piezas especiales.	0,520	3,90	
mt07ala010h	13,365 kg	Acero laminado UNE-EN 10025 S275JR, en perfiles laminados en caliente, piezas simples, para aplicaciones estructurales.	0,870	11,63	
mt27pfi010	0,127 l	Imprimación de secado rápido, formulada con resinas alquídicas modificadas y fosfato de zinc.	3,490	0,44	
mt07aco010c	1,800 kg	Acero en barras corrugadas, UNE-EN 10080 B 500 S, elaborado en taller industrial, diámetros varios.	0,880	1,58	
mt07ame010d	1,100 m²	Malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080.	1,340	1,47	
mt10haf010nea	0,080 m³	Hormigón HA-25/B/20/IIa, fabricado en central.	63,190	5,06	
mq08sol010	0,009 h	Equipo de oxicorte, con acetileno como combustible y oxígeno como comburente.	6,770	0,06	
mq08sol020	0,014 h	Equipo y elementos auxiliares para soldadura eléctrica.	2,850	0,04	
mo043	0,204 h	Oficial 1ª montador de estructura metálica.	16,340	3,33	
mo086	0,204 h	Ayudante montador de estructura metálica.	15,880	3,24	
mo041	0,148 h	Oficial 1ª estructurista.	16,340	2,42	
mo084	0,148 h	Ayudante estructurista.	15,880	2,35	
%	2,000 %	Medios auxiliares	37,770	0,76	
	3,000 %	Costes indirectos	38,530	1,16	

Precio total redondeado por m² 39,69

4.2. Hormigón armado

4.2.1 EHM010

m³ Muro de hormigón armado 2C, H≤3 m, espesor 30 cm, realizado con

hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, 50 kg/m³; montaje y desmontaje del sistema de encofrado metálico, con acabado tipo industrial para revestir.

mt07aco020d	8,000 Ud	Separador homologado para muros.	0,050	0,40
mt07aco010c	50,000 kg	Acero en barras corrugadas, UNE-EN 10080 B 500 S, elaborado en taller industrial, diámetros varios.	0,880	44,00
mt08eme030c	6,660 m ²	Sistema de encofrado a dos caras, para muros, formado por paneles metálicos modulares, hasta 3 m de altura, incluso p/p de elementos para paso de instalaciones.	19,140	127,47
mt10haf010nea	1,050 m ³	Hormigón HA-25/B/20/IIa, fabricado en central.	63,190	66,35
mo041	0,340 h	Oficial 1ª estructurista.	16,340	5,56
mo084	0,340 h	Ayudante estructurista.	15,880	5,40
%	2,000 %	Medios auxiliares	249,180	4,98
	3,000 %	Costes indirectos	254,160	7,62
Precio total redondeado por m ³				261,78

Nº	Código	Ud	Descripción		Total
5. CUBIERTAS Y SOLADOS					
5.1	ANS010	m²	Solera de hormigón en masa de 20 cm de espesor, realizada con hormigón HM-10/B/20/I fabricado en central y vertido desde camión, extendido y vibrado manual, con acabado superficial mediante fratasadora mecánica.		
	mt10hmf010Km	0,210 m³	Hormigón HM-10/B/20/I, fabricado en central.	52,830	11,09
	mt16pea020b	0,050 m²	Panel rígido de poliestireno expandido, según UNE-EN 13163, mecanizado lateral recto, de 20 mm de espesor, resistencia térmica 0,55 m²K/W, conductividad térmica 0,036 W/(mK), para junta de dilatación.	1,110	0,06
	mt14sja020	0,800 m	Masilla bicomponente, resistente a hidrocarburos y aceites, para sellado de juntas de retracción en soleras de hormigón.	0,920	0,74
	mq04dua020b	0,036 h	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga útil.	8,510	0,31
	mq06vib020	0,086 h	Regla vibrante de 3 m.	4,350	0,37
	mq06fra010	0,535 h	Fratasadora mecánica de hormigón.	4,730	2,53
	mq06cor020	0,097 h	Equipo para corte de juntas en soleras de hormigón.	12,400	1,20
	mo019	0,119 h	Oficial 1ª construcción.	15,560	1,85
	mo072	0,119 h	Ayudante construcción.	15,120	1,80
	mo105	0,059 h	Peón ordinario construcción.	14,440	0,85
	%	2,000 %	Medios auxiliares	20,800	0,42
		3,000 %	Costes indirectos	21,220	0,64
			Precio total redondeado por m²		21,86
5.2	QTF030	m²	Cubierta inclinada de placas de fibrocemento sin amianto, color natural, perfil granonda, con una pendiente mayor del 10%.		
	mt13pfg010a	1,200 m²	Placa de fibrocemento sin amianto, color natural, perfil granonda. Según UNE-EN 494.	7,770	9,32
	mt13lpo040a	0,100 m	Pieza de cumbrera, color negro, para cubiertas de placas.	5,630	0,56
	mt13lpo020a	0,100 m	Pieza de remate perimetral para cubiertas de placas.	4,710	0,47
	mt13lpo070a	0,020 Ud	Aireador de 86x47 cm, para cubiertas de placas.	72,780	1,46
	mo047	0,077 h	Oficial 1ª montador de cerramientos industriales.	16,080	1,24
	mo090	0,077 h	Ayudante montador de cerramientos industriales.	15,120	1,16
	%	2,000 %	Medios auxiliares	14,210	0,28
		3,000 %	Costes indirectos	14,490	0,43
			Precio total redondeado por m²		14,92
5.3	RSB005	m²	Base para pavimento de gravilla de machaqueo de 5 a 10 mm de diámetro, en capa de 2 cm de espesor.		
	mt01arp032b	0,020 m³	Gravilla caliza de machaqueo de 5 a 10 mm de diámetro.	21,500	0,43
	mo105	0,042 h	Peón ordinario construcción.	14,440	0,61
	%	2,000 %	Medios auxiliares	1,040	0,02
		3,000 %	Costes indirectos	1,060	0,03
			Precio total redondeado por m²		1,09

Nº	Código	Ud	Descripción		Total
5.4	IPT011	ud	Instalación de plástico de cubierta		
	qpe111	8.085,000 m2	Plástico tricapa de 800 galgas	0,600	4.851,00
	mo019	0,360 h	Oficial 1ª construcción.	15,560	5,60
	mo105	0,360 h	Peón ordinario construcción.	14,440	5,20
		3,000 %	Costes indirectos	4.861,800	145,85
			Precio total redondeado por ud.....		5.007,65
5.5	IMT012	Ud	Instalación de malla de sombreo		
	imtb11	6.000,000 m2	Instalación de malla de sombreo	3,000	18.000,00
	mo019	2,000 h	Oficial 1ª construcción.	15,560	31,12
	mo072	2,000 h	Ayudante construcción.	15,120	30,24
	%	3,000 %	Medios auxiliares	18.061,360	541,84
		3,000 %	Costes indirectos	18.603,200	558,10
			Precio total redondeado por Ud		19.161,30

Nº	Código	Ud	Descripción	Total

6. CERRAMIENTOS Y AISLAMIENTOS

6.1 NIG200

m² Impermeabilización de cubierta inclinada, realizada mediante revestimiento continuo elástico impermeabilizante a base de polímeros acrílicos en emulsión acuosa, Revetón Antigoteras "REKETÓN", color gris, con un rendimiento de 1,5 l/m², y resolución de puntos singulares mediante geotextil no tejido de fibras de poliéster, Texnón 90 "REKETÓN", sobre imprimación de resinas sintéticas, "REKETÓN", previamente aplicada sobre la superficie soporte (no incluida en este precio).

mt15rer010a	0,200 l	Imprimación de resinas sintéticas, "REKETÓN", incolora.	11,780	2,36
mt15rer500b	0,100 m ²	Geotextil no tejido de fibras de poliéster, Texnón 90 "REKETÓN", de 90 g/m ² de masa superficial.	5,660	0,57
mt15rer105d	1,500 l	Revestimiento continuo elástico impermeabilizante a base de polímeros acrílicos en emulsión acuosa, Revetón Antigoteras "REKETÓN", color gris.	6,350	9,53
mo031	0,171 h	Oficial 1ª aplicador de productos impermeabilizantes.	15,560	2,66
mo065	0,171 h	Ayudante aplicador de productos impermeabilizantes.	15,120	2,59
%	2,000 %	Medios auxiliares	17,710	0,35
	3,000 %	Costes indirectos	18,060	0,54
Precio total redondeado por m²				18,60

6.2 PPI111

Ud Puerta doble hoja para invernadero

ppiy102	2,000 Ud	Puerta doble hoja para invernadero	800,000	1.600,00
mo019	0,171 h	Oficial 1ª construcción.	15,560	2,66
mo072	0,171 h	Ayudante construcción.	15,120	2,59
%	2,000 %	Medios auxiliares	1.605,250	32,11
	3,000 %	Costes indirectos	1.637,360	49,12
Precio total redondeado por Ud				1.686,48

Nº	Código	Ud	Descripción	Total

7. INSTALACIÓN RED DE RIEGO

7.1. Tuberías

7.1.1 URD021	m	Tubería de abastecimiento y distribución de agua de riego formada por tubo de PVC 0,6 kg/cm2 de color negro con bandas		
mt043apa1	1,000 m	Tubo de PVC 0,6 kg/m2 de color negro con bandas azules.	7,848	7,85
mt01ara010	1,000 m³	Arena de 0 a 5 mm de diámetro.	10,550	10,55
mo040	0,233 h	Oficial 1ª construcción de obra civil.	15,560	3,63
mo082	0,233 h	Ayudante construcción de obra civil.	15,120	3,52
%	3,000 %	Medios auxiliares	25,550	0,77
	3,000 %	Costes indirectos	26,320	0,79
Precio total redondeado por m				27,11

7.1.2 URD010c	m	Tuberías terciarias y secundarias de abastecimiento y distribución de agua de riego formadas por tubo de polietileno PE color negro con bandas azules, enterradas.		
mt01ara010	0,102 m³	Arena de 0 a 5 mm de diámetro.	10,550	1,08
mt37tpa040cfb	1,000 m	Tubo de polietileno PE de color negro con bandas azules, con el precio incrementado el 5% en concepto de accesorios y piezas especiales.	4,110	4,11
mo040	0,054 h	Oficial 1ª construcción de obra civil.	15,560	0,84
mo082	0,054 h	Ayudante construcción de obra civil.	15,120	0,82
%	2,000 %	Medios auxiliares	6,850	0,14
	3,000 %	Costes indirectos	6,990	0,21
Precio total redondeado por m				7,20

7.1.3 URD020	m	Tubería de riego por goteo formada por tubo de polietileno, color negro, de 16 mm de diámetro exterior, con goteros integrados, situados cada 20 cm.		
mt48tpg020bc	1,000 m	Tubo de polietileno, color negro, de 16 mm de diámetro exterior, con goteros integrados, situados cada 20 cm, suministrado en rollos, con el precio incrementado el 10% en concepto de accesorios y piezas especiales.	0,650	0,65
mo007	0,009 h	Oficial 1ª fontanero.	16,080	0,14
mo099	0,044 h	Ayudante fontanero.	15,100	0,66
%	2,000 %	Medios auxiliares	1,450	0,03
	3,000 %	Costes indirectos	1,480	0,04
Precio total redondeado por m				1,52

7.2. Elementos red de riego

7.2.1 URM001	Ud	Electroválvula para riego por goteo, cuerpo de plástico, conexiones roscadas.		
mt48ele010a	1,000 1	Electroválvula para riego, cuerpo de PVC y polipropileno, conexiones roscadas.	27,780	27,78
mo007	0,500 h	Oficial 1ª fontanero.	16,080	8,04
mo099	0,500 h	Ayudante fontanero.	15,100	7,55
%	3,000 %	Medios auxiliares	43,370	1,30
	3,000 %	Costes indirectos	44,670	1,34
Precio total redondeado por Ud				46,01

Nº	Código	Ud	Descripción		Total
7.2.2	ACR010b	Ud	Se incluyen reguladores de presión, filtros de anillas, llaves de corte de bola y manómetros para el correcto funcionamiento de la instalación		
	ACCR01	1,000 Ud	Accesorios red de riego	1.500,000	1.500,00
	mo007	1,200 h	Oficial 1ª fontanero.	16,080	19,30
	mo099	1,200 h	Ayudante fontanero.	15,100	18,12
	%	3,000 %	Costes indirectos	1.537,420	46,12
			Precio total redondeado por Ud		1.583,54
7.2.3	ACC1	Ud	Se incluyen codos, T, enlaces etc		
	ACC2	1,000 Ud	Elementos de unión entre tuberías	830,000	830,00
	mo007	0,600 h	Oficial 1ª fontanero.	16,080	9,65
	mo099	0,600 h	Ayudante fontanero.	15,100	9,06
	%	3,000 %	Medios auxiliares	848,710	25,46
		3,000 %	Costes indirectos	874,170	26,23
			Precio total redondeado por Ud		900,40
7.2.4	HCI1	Ud	Filtro hidrociclón para eliminación de arenas o partículas más pesadas que el agua por centrifugación y decantación. Uso en cabezales de riego. Disponible desde 3/4" a 4".		
	HCI02	1,000 Ud	Filtro hidrociclón	280,000	280,00
	mo007	0,450 h	Oficial 1ª fontanero.	16,080	7,24
	mo099	0,450 h	Ayudante fontanero.	15,100	6,80
	%	3,000 %	Medios auxiliares	294,040	8,82
		3,000 %	Costes indirectos	302,860	9,09
			Precio total redondeado por Ud		311,95
7.2.5	URM030	Ud	Programador electrónico para riego automático, para 6 estaciones, con 3 programas y 4 arranques diarios por programa, montaje mural interior, con transformador 220/24 V exterior, modelo EC-601i-E "HUNTER".		
	mt48hun600ic	1,000 Ud	Programador electrónico para riego automático, para 6 estaciones, con 3 programas y 4 arranques diarios por programa, montaje mural interior, con transformador 220/24 V exterior, modelo EC-601i-E "HUNTER", programación no volátil, tiempo de riego de 1 min a 4 h en incrementos de 1 min, con conexiones para sensores de lluvia, humedad, temperatura o viento.	68,050	68,05
	mo002	0,875 h	Oficial 1ª electricista.	16,080	14,07
	mo094	0,875 h	Ayudante electricista.	15,100	13,21
	%	2,000 %	Medios auxiliares	95,330	1,91
		3,000 %	Costes indirectos	97,240	2,92
			Precio total redondeado por Ud		100,16

7.3. Cabezal de riego

Nº	Código	Ud	Descripción		Total
7.3.1	URC010	Ud	Preinstalación de contador de riego, colocado en hornacina, con dos llaves de corte de compuerta.		
	mt37svc010a	2,000 Ud	Válvula de compuerta de latón fundido, para roscar.	4,240	8,48
	mt37sgl010a	1,000 Ud	Grifo de purga de 15 mm.	3,920	3,92
	mt37svr010a	1,000 Ud	Válvula de retención de latón para roscar.	2,080	2,08
	mt37aar010a	1,000 Ud	Marco y tapa de fundición dúctil de 30x30 cm, según Compañía Suministradora.	8,620	8,62
	mt37www010	1,000 Ud	Material auxiliar para instalaciones de fontanería.	1,020	1,02
	mo007	0,700 h	Oficial 1ª fontanero.	16,080	11,26
	mo099	0,350 h	Ayudante fontanero.	15,100	5,29
	%	4,000 %	Medios auxiliares	40,670	1,63
		3,000 %	Costes indirectos	42,300	1,27
			Precio total redondeado por Ud		43,57
7.3.2	ACR01	Ud	Elementos para el correcto funcionamiento del cabezal de riego		
	mt021ptlv	1,000 Ud	Accesorios cabezal de riego	740,000	740,00
	mo007	1,000 h	Oficial 1ª fontanero.	16,080	16,08
	mo099	1,000 h	Ayudante fontanero.	15,100	15,10
	%	3,000 %	Medios auxiliares	771,180	23,14
		3,000 %	Costes indirectos	794,320	23,83
			Precio total redondeado por Ud		818,15
7.3.3	ACR02	Ud	Equipo de fertirrigación		
	mt02eta	1,000 Ud	Equipo de fertirrigación	4.000,000	4.000,00
	mo007	0,800 h	Oficial 1ª fontanero.	16,080	12,86
	mo099	0,800 h	Ayudante fontanero.	15,100	12,08
	%	3,000 %	Medios auxiliares	4.024,940	120,75
		3,000 %	Costes indirectos	4.145,690	124,37
			Precio total redondeado por Ud		4.270,06
7.3.4	ELB0m	Ud	Instalación de bomba de riego, alimentación de 400 V trifásica, con potencia nominal de 5 kW		
	mt0ElbO10	1,000 Ud	Bomba de riego trifásica de 5 kW	1.153,320	1.153,32
	mo007	0,600 h	Oficial 1ª fontanero.	16,080	9,65
	mo099	0,660 h	Ayudante fontanero.	15,100	9,97
	%	3,000 %	Medios auxiliares	1.172,940	35,19
		3,000 %	Costes indirectos	1.208,130	36,24
			Precio total redondeado por Ud		1.244,37

Nº	Código	Ud	Descripción	Total

8. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

8.1. Cables conductores

8.1.1 IEH010	m	Cable unipolar SZ1-K (AS+), resistente al fuego según UNE-EN 50200, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 1,5 mm² de sección, con aislamiento de compuesto termoestable especial ignífugo y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1) de color naranja.		
mt35cun050a	1,000 m	Cable unipolar SZ1-K (AS+), resistente al fuego según UNE-EN 50200, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 1,5 mm ² de sección, con aislamiento de compuesto termoestable especial ignífugo y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1) de color naranja, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV. Según UNE 21123-4.	0,410	0,41
mo002	0,014 h	Oficial 1ª electricista.	16,080	0,23
mo094	0,014 h	Ayudante electricista.	15,100	0,21
%	2,000 %	Medios auxiliares	0,850	0,02
	3,000 %	Costes indirectos	0,870	0,03
		Precio total redondeado por m		0,90
8.1.2 IEH010b	m	Cable multipolar RZ1-K (AS+), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 2x1,5 mm² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de poliolefina termoplástica libre de halógenos (Z1).		
mt35cun050b	1,000 m	Cable unipolar RZ1-K (AS+), no propagador de la llama , con conductor de cobre clase 5 (-K) de 2x1,5 mm ² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de poliolefina termoplástica libre de halógenos (Z1)	0,570	0,57
mo002	0,014 h	Oficial 1ª electricista.	16,080	0,23
mo094	0,014 h	Ayudante electricista.	15,100	0,21
%	2,000 %	Medios auxiliares	1,010	0,02
	3,000 %	Costes indirectos	1,030	0,03
		Precio total redondeado por m		1,06

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
8.1.3	IEH010e	m	Cable multipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 2x95 mm² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de poliolefina termoplástica libre de halógenos (Z1).	
	mt35cun010t1	1,000 m	Cable multipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 2x95 mm² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de poliolefina termoplástica libre de halógenos (Z1).	13,96
	mo002	0,014 h	Oficial 1ª electricista.	0,23
	mo094	0,014 h	Ayudante electricista.	0,21
	%	2,000 %	Medios auxiliares	0,29
		3,000 %	Costes indirectos	0,44
			Precio total redondeado por m	15,13
8.1.4	IEH010f	m	Cable multipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 2x4 mm² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de poliolefina termoplástica libre de halógenos (Z1).	
	mt35cun010u1	1,000 m	Cable multipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 2x4 mm² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de poliolefina termoplástica libre de halógenos (Z1).	1,00
	mo002	0,014 h	Oficial 1ª electricista.	0,23
	mo094	0,014 h	Ayudante electricista.	0,21
	%	2,000 %	Medios auxiliares	0,03
		3,000 %	Costes indirectos	0,04
			Precio total redondeado por m	1,51
8.1.5	IEH010g	m	Cable multipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 2x16 mm² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de poliolefina termoplástica libre de halógenos (Z1).	
	mt35cun010w1	1,000 m	Cable multipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 2x16 mm² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de poliolefina termoplástica libre de halógenos (Z1).	3,21
	mo002	0,036 h	Oficial 1ª electricista.	0,58
	mo094	0,036 h	Ayudante electricista.	0,54
	%	2,000 %	Medios auxiliares	0,09
		3,000 %	Costes indirectos	0,13
			Precio total redondeado por m	5,36

8.2. Seguridad

Nº	Código	Ud	Descripción		Total
8.2.1	IEL010	m	Línea general de alimentación enterrada formada por cables unipolares con conductores de cobre, RZ1-K (AS) 4G16+1x70 mm², bajo tubo protector de polietileno de doble pared.		
	mt01ara010	0,092 m³	Arena de 0 a 5 mm de diámetro.	10,550	0,97
	mt35aia080ad	1,000 m	Tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color naranja, para canalización enterrada.	1,930	1,93
	mt35cun010g1	4,000 m	Cable unipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 16 mm² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de poliolefina termoplástica libre de halógenos (Z1).	1,620	6,48
	mt35cun010f1	1,000 m	Cable unipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 10 mm² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de poliolefina termoplástica libre de halógenos (Z1).	1,100	1,10
	mt35www010	0,200 Ud	Material auxiliar para instalaciones eléctricas.	1,080	0,22
	mq04dua020b	0,009 h	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga útil.	8,510	0,08
	mq02rop020	0,066 h	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, con placa de 30x30 cm, tipo rana.	3,260	0,22
	mq02cia020j	0,001 h	Camión cisterna de 8 m³ de capacidad.	37,350	0,04
	mo019	0,052 h	Oficial 1ª construcción.	15,560	0,81
	mo105	0,052 h	Peón ordinario construcción.	14,440	0,75
	mo002	0,068 h	Oficial 1ª electricista.	16,080	1,09
	mo094	0,063 h	Ayudante electricista.	15,100	0,95
	%	2,000 %	Medios auxiliares	14,640	0,29
		3,000 %	Costes indirectos	14,930	0,45
			Precio total redondeado por m		15,38
8.2.2	IEX050	Ud	Protección MCCB ComPacT NSX250 TMD, curva D, ≥15 kA		
	mt35cgm021bbbab	1,000 Ud	Protección MCCB ComPacT, NSX250 TMD, curva D, ≥15 kA	691,500	691,500
	mo002	0,226 h	Oficial 1ª electricista.	16,080	3,63
	%	2,000 %	Medios auxiliares	695,13	13,90
		3,000 %	Costes indirectos	709,030	21,27
			Precio total redondeado por Ud		730,30

Nº	Código	Ud	Descripción		Total
8.2.3	IEX050b	Ud	Conjunto de protecciones MCB Acti9 iC60N y MCCB ComPacT NSX250, de distintas curvas		
	mt35cgm021bbbad	1,000 Ud	Protecciones MCB Acti9 iC60N y MCCB ComPacT NSX250	2.000,000	2.000,00
	mo002	1,000 h	Oficial 1ª electricista.	16,080	16,08
	%	2,000 %	Medios auxiliares	2.016,080	40,32
		3,000 %	Costes indirectos	2.056,400	61,69
			Precio total redondeado por Ud		2.118,09

8.3. Luminarias

8.3.1	III130	Ud	Luminaria, tubo LED, 1,20 m de largo, de 40 W .		
	mt34ode540gb	1,000 Ud	Luminaria, tubo LED de 40 W, con flujo luminoso de 3.300 lúmenes y de 1,20 m de largo	24,950	24,95
	mt34www011	1,000 Ud	Material auxiliar para instalación de aparatos de iluminación.	0,027	0,03
	mo002	0,011 h	Oficial 1ª electricista.	16,080	0,18
	mo094	0,011 h	Ayudante electricista.	15,100	0,17
	%	2,000 %	Medios auxiliares	25,330	0,51
		3,000 %	Costes indirectos	25,840	0,78
			Precio total redondeado por Ud		26,62

8.4. Cuadro y puesta a tierra

Nº	Código	Ud	Descripción		Total
8.4.1	IEP021	Ud	Toma de tierra con una pica de acero cobreado de 2 m de longitud.		
	mt35tte010b	1,000 Ud	Electrodo para red de toma de tierra cobreado con 300 µm, fabricado en acero, de 15 mm de diámetro y 2 m de longitud.	13,100	13,10
	mt35ttc010b	0,250 m	Conductor de cobre desnudo.	2,050	0,51
	mt35tta040	1,000 Ud	Grapa abarcón para conexión de pica.	0,730	0,73
	mt35tta010	1,000 Ud	Arqueta de polipropileno para toma de tierra, de 300x300 mm, con tapa de registro.	53,870	53,87
	mt35tta030	1,000 Ud	Puente para comprobación de puesta a tierra de la instalación eléctrica.	33,490	33,49
	mt01art020a	0,018 m³	Tierra de la propia excavación.	0,530	0,01
	mt35tta060	0,333 Ud	Saco de 5 kg de sales minerales para la mejora de la conductividad de puestas a tierra.	2,550	0,85
	mt35www020	1,000 Ud	Material auxiliar para instalaciones de toma de tierra.	0,840	0,84
	mq01ret020b	0,003 h	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.	32,790	0,10
	mo002	0,225 h	Oficial 1ª electricista.	16,080	3,62
	mo094	0,225 h	Ayudante electricista.	15,100	3,40
	mo105	0,001 h	Peón ordinario construcción.	14,440	0,01
	%	2,000 %	Medios auxiliares	110,530	2,21
		3,000 %	Costes indirectos	112,740	3,38
			Precio total redondeado por Ud		116,12
8.4.2	IEP011	Ud	Cuadro eléctrico de 60 módulos, prefabricado, con puerta abisagrada y cierre con llave, autoventilado IP43 para favorecer la ventilación, evitar el sobrecalentamiento y la condensación de la humedad. Estanqueidad IP55.		
	mt50spe10c	1,000 Ud	Cuadro eléctrico de 60 módulos	140,000	140,00
	mo002	0,840 h	Oficial 1ª electricista.	16,080	13,51
	mo094	0,840 h	Ayudante electricista.	15,100	12,68
	%	2,000 %	Medios auxiliares	166,190	3,32
		3,000 %	Costes indirectos	169,510	5,09
			Precio total redondeado por Ud		174,60
8.5. Otros consumibles eléctricos					
8.5.1	IEX140	Ud	Interruptor horario programable.		
	mt35cgm090a	1,000 Ud	Interruptor horario programable.	107,340	107,34
	mo002	0,226 h	Oficial 1ª electricista.	16,080	3,63
	%	2,000 %	Medios auxiliares	110,970	2,22
		3,000 %	Costes indirectos	113,190	3,40
			Precio total redondeado por Ud		116,59
8.5.2	OCE010x	Ud	Se incluyen, entre otros, interruptores, enchufes y otros accesorios como clemas, bridas, cinta aislante etc.		
			Sin descomposición		230,000
		3,000 %	Costes indirectos	230,000	6,90
			Precio total redondeado por Ud		236,90

Nº	Código	Ud	Descripción	Total	
9. AUTOMATISMOS DEL INVERNADERO					
9.1	EUM211	Ud	Motor cenital trifásico de 0,25 kW, hasta 90 m		
	mt032e	1,000 Ud	Motor cenital trifásico 0,25 kW	543,500	543,50
	mo019	1,238 h	Oficial 1ª construcción.	15,560	19,26
	mo105	1,236 h	Peón ordinario construcción.	14,440	17,85
	%	2,000 %	Medios auxiliares	278,330	5,57
		3,000 %	Costes indirectos	283,900	8,52
			Precio total redondeado por Ud		594,70
9.2	IBC010	Ud	Bomba de calor trifásica, de 35 kW de potencia.		
	mt42bc215a	1,000 Ud	Bomba de calor trifásica, de 35 kW de potencia	12.000,000	12.000,00
	mt42bc900a	1,000 Ud	Accesorios y elementos de fijación de bomba de calor.	17,370	17,37
	mo010	3,672 h	Oficial 1ª montador.	16,080	59,05
	mo075	3,672 h	Ayudante montador.	15,120	55,52
	%	2,000 %	Medios auxiliares	12.131,940	42,64
		3,000 %	Costes indirectos	12.173,580	365,21
			Precio total redondeado por Ud		12.539,79
9.3	URM020	Ud	Estación meteorológica con sensor de lluvia ajustable entre 3 y 25 mm y sensor de viento ajustable.		
			Sin descomposición		1.163,864
		3,000 %	Costes indirectos	1.163,864	34,92
			Precio total redondeado por Ud		1.198,78

Nº	Código	Ud	Descripción	Total

10.PREPARACION DEL SUELO PARA EL CULTIVO

10.1 UJA060	m²	Abonado de fondo con abono mineral sólido, extendido con medios mecánicos, mediante tractor agrícola equipado con abonadora.			
mt08aaa010a	0,005 m³	Agua.	1,030	0,01	
mt48tif030b	0,050 kg	Abono mineral sólido.	5,180	0,26	
mq09tra040	0,001 h	Tractor agrícola, de 50 a 70 CV de potencia, equipado con abonadora.	27,960	0,03	
mo081	0,001 h	Ayudante jardinero.	15,120	0,02	
%	2,000 %	Medios auxiliares	0,320	0,01	
	3,000 %	Costes indirectos	0,330	0,01	
Precio total redondeado por m²				0,34	

Nº	Código	Ud	Descripción		Total
11.PLANTAS					
11.1	plaros01	Ud	Rosales var. SAMOURAI® Meikatana (rojos).		
	mt0ros01	3.570,000 Ud	Rosal var. SAMOURAI® Meikatana	3,000	10.710,00
	mo107	0,500 h	Peón jardinero.	14,440	7,22
		3,000 %	Costes indirectos	10.717,22	321,52
			Precio total redondeado por Ud		11.038,74
11.2	plaros02	Ud	Rosales var. DONATELLA® - Meideliste (rosas).		
	mt0ros02	3.570,000 Ud	Rosal var. DONATELLA® - Meideliste	3,000	10.710,00
	mo107	0,500 h	Peón jardinero.	14,440	7,22
		3,000 %	Costes indirectos	10.717,22	321,52
			Precio total redondeado por Ud		11.038,74
11.3	plaros03	Ud	Rosales var. BINGO® White Meilotrie (blancos).		
	mt0ros03	2.040,000 Ud	Rosal var. BINGO® White Meilotrie	3,000	6.120,00
	mo107	0,500 h	Peón jardinero.	14,440	7,22
		3,000 %	Costes indirectos	6.127,22	183,82
			Precio total redondeado por Ud		6.311,04
11.4	plaros04	Ud	Rosales var. Cherie FOLIES® Meizafare (rojos).		
	mt0ros04	3.570,000 Ud	Rosal var. Cherie FOLIES® Meizafare	3,000	10.710,00
	mo107	0,400 h	Peón jardinero.	14,440	5,78
		3,000 %	Costes indirectos	10.717,22	321,52
			Precio total redondeado por Ud		11.038,74
11.5	plarsi05	Ud	Rosales var. SHAKIRA® 2020 Meiochieng (rosas).		
	mt0ros05	3.570,0 Ud	Rosal var. SHAKIRA® 2020 Meiochieng	3,000	10.710,00
	mo107	0,400 h	Peón jardinero.	14,440	5,78
		3,000 %	Costes indirectos	10.717,22	321,52
			Precio total redondeado por Ud		11.038,74
11.6	plaros06	Ud	Rosales var. Blanche ELEGANCE® Meiwhichic (blancos).		
	mt0ros06	1.530,0 Ud	Rosal var. Blanche ELEGANCE® Meiwhichic	3,000	4.590,00
	mo107	0,400 h	Peón jardinero.	14,440	5,78
		3,000 %	Costes indirectos	4.595,78	137,87
			Precio total redondeado por Ud		4.733,65

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
12.SEGURIDAD Y SALUD				
12.1	YSX010	Ud	Conjunto de elementos de balizamiento y señalización provisional de obras, necesarios para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo.	
			Sin descomposición	100,000
		3,000 %	Costes indirectos	3,00
			Precio total redondeado por Ud	103,00

Madrid, septiembre de 2025.

La autora del proyecto:

Almudena Baldazo Sanz

A handwritten signature in black ink. It features a large, stylized capital letter 'A' on the left, followed by the initials 'BS' in a more compact, cursive style. A horizontal line extends from the right side of the initials.

ANEJO XI

EVALUACIÓN FINANCIERA

GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA,
ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS

Índice de contenido

1. INTRODUCCIÓN.....	3
1.1. Parámetros para definir la inversión.....	3
1.2. Métodos de análisis.....	3
1.3. Rentabilidad	4
2. INVERSIÓN	4
2.1. Vida útil	5
2.2. Hipótesis de financiación.....	5
3. ANÁLISIS DE PAGOS	6
3.1. Pagos anuales.....	6
3.1.1. Pagos ordinarios	6
3.1.2. Pagos extraordinarios	7
4. ANÁLISIS DE COBROS	8
4.1. Cobros anuales	8
4.1.1. Cobros ordinarios.....	8
4.1.2. Cobros extraordinarios	8
5. ESTUDIO ECONÓMICO	9
5.1. Financiación propia	9
5.2. Financiación por cuenta ajena.....	10
6. CONCLUSIONES.....	11
6.1. Rentabilidad del Proyecto	11
6.2. Comparativa entre Financiación Propia y Financiación Ajena	11
6.2.1. Financiación Propia.....	11
6.2.2. Financiación Ajena	12
6.3. Recomendación Estratégica	12

Índice de tablas

Tabla 1. Desglose de la inversión inicial en los años 0, 1 y 2. Elaboración propia	4
Tabla 2. Vida útil y valor de desecho de los distintos elementos. Elaboración propia.....	5
Tabla 3. Pagos extraordinarios. Elaboración propia	7
Tabla 4. Cobros extraordinarios. Elaboración propia	8
Tabla 5. Flujos de caja por la hipótesis de financiación propia. Elaboración propia	9
Tabla 6. VAN y ratio B/I con distinta tasa de descuento en financiación propia. Elaboración propia	10
Tabla 7. VAN y ratio B/I con distinta tasa de descuento en financiación por cuenta ajena. Elaboración propia	11

1. INTRODUCCIÓN

En este anejo se procede a estudiar la rentabilidad de la inversión de un proyecto de instalación de un invernadero de 6.000 m² en San Isidro de Níjar (Almería) para producir flor cortada.

Los datos utilizados en el análisis se han obtenido, entre otras fuentes, a partir de índices de precios pagados por el agricultor publicados en el MAPA. Los cobros se deben interpretar como una aproximación, ya que dependen de muchas variables.

1.1. Parámetros para definir la inversión

Los parámetros que van a definir la inversión son los siguientes:

- Vida útil (n): periodo de tiempo desde que inicia una inversión hasta que los flujos de caja dejan de ser los previstos.
- Pago de la inversión (K): pago inicial que se realiza para adquirir los elementos del activo fijo sumados a los pagos por adquirir los elementos del activo circulante.
- Flujos de caja (Ri): término financiero calculado a partir de los datos obtenidos de cobros y pagos.

1.2. Métodos de análisis

Para evaluar y seleccionar las inversiones, se analizarán tres métodos dinámicos con el objetivo de ver el impacto de estos en los flujos monetarios al pasar el tiempo.

- Valor Actual Neto (VAN): valor actualizado de los rendimientos financieros de la inversión. Expresa la rentabilidad a los precios actuales.

Cuando sea positivo, la inversión empezará a ser rentable, mientras que si es igual a cero será indiferente. Se puede calcular con la siguiente fórmula, donde r es el tipo de actualización:

$$VAN = \sum_{i=0}^n \frac{Ri}{(1+r)^i} - \sum_{i=0}^m \frac{Ki}{(1+r)^i}$$

- Tasa Interna de Rendimiento (TIR): tasa de actualización (r) para la que el valor del VAN es igual a cero. Define la rentabilidad real de una inversión,

dato que siempre que el TIR sea superior a la inversión inicial (K), la inversión será rentable. La expresión será la misma que para el VAN pero igualando a cero.

$$\sum_{i=0}^n \frac{R_i}{(1+r)^i} - \sum_{i=0}^m \frac{K_i}{(1+r)^i} = 0$$

1.3. Rentabilidad

Para analizar la sensibilidad en la evaluación de inversiones, se determinará la rentabilidad mediante la relación entre beneficios e inversión. A través de este valor se obtendrá la ganancia neta generada por cada euro invertido.

Por ello, la expresión de cálculo será:

$$B/I = \frac{VAN}{K}$$

2. INVERSIÓN

En el documento correspondiente, se ha realizado el presupuesto total de la explotación, teniendo en cuenta todos los gastos iniciales del proyecto.

Por lo tanto, el total del pago de la inversión inicial (K) asciende a 974.174,96 €, siendo el desglose de este valor el que se muestra a continuación:

TABLA 1. DESGLOSE DE LA INVERSIÓN INICIAL EN LOS AÑOS 0, 1 Y 2. ELABORACIÓN PROPIA

Año 0

Elaboración del proyecto	Coste (€)
Proyectista	7.210,00
Licencias de ejecución	1.252,48
Control de calidad y ensayos	2.060,00
Balizamiento y señalización	103,00
TOTAL	10.625,48

Año 1

Estructura y automatismos	Coste (€)
Movimiento de tierras	4.170,35
Cimentaciones	4.825,03
Estructuras	651.739,81
Cubiertas y solados	25.235,37

Cerramientos y aislamientos	2.709,48
Instalación red de riego	24.759,13
Instalación eléctrica	8.593,11
Automatismos del invernadero	196.432,03
Corrección del suelo	
Preparación del suelo para el cultivo	408,00
TOTAL	918.872,31

Año 2

Cultivo	Coste (€)
Rosales (2 variedades rojas, 2 rosas y 2 blancas)	55.199,65
TOTAL	55.199,65

2.1. Vida útil

Puesto que hay distintos elementos con diferente duración, se estudia cada uno por separado, para estimar la vida útil media del proyecto.

En la siguiente tabla se recogen los elementos presentes en la elaboración del proyecto, así como la vida útil y el valor de desecho:

TABLA 2. VIDA ÚTIL Y VALOR DE DESECHO DE LOS DISTINTOS ELEMENTOS. ELABORACIÓN PROPIA

Elementos	Vida útil (años)	Valor de desecho
Infraestructuras y construcciones	30	20 %
Invernadero	25	20 %
Automatismos del invernadero	15	10 %
Red de riego	10	10 %
Accesorios de cultivo y útiles	5	10 %

Teniendo en cuenta estos valores, se estimarán 25 años de vida útil para este proyecto.

2.2. Hipótesis de financiación

Se plantean dos hipótesis para financiar este proyecto:

- Financiación propia: realizada por aportes internos de la empresa o de las empresas relacionadas. Pueden provenir de capital social o de los socios que la componen.

- Financiación ajena: aquella realizada cuando los recursos propios no son suficientes para financiar el proyecto completo. Normalmente se consigue mediante entidades de crédito, ayudas públicas o subvenciones.

3. ANÁLISIS DE PAGOS

3.1. Pagos anuales

3.1.1. Pagos ordinarios

Los pagos ordinarios son aquellos necesarios para llevar a cabo la actividad productiva.

- Pagos por suministros: los referentes al mantenimiento del cultivo, tales como agua, electricidad, productos fitosanitarios, fertilizantes y mallas de entutorado, así como la mano de obra y las propias plantas.

Se van a analizar los gastos con la misma cifra para las 6 variedades de rosa del proyecto: en el caso de la rosa para flor cortada, se estima que la cifra puede ser de 45 €/m², lo que supone 270.000 €/año.

- Pagos por personal: se tienen en cuenta los empleados fijos y los eventuales necesarios en el corte de la flor. Se suponen dos empleados cada mes, cuyos salarios ascienden a 43.087 €.

€/operario	16.572
Nº operarios	2
Seguridad Social	30%
TOTAL (€)	43.087

- Pagos por mantenimiento de las instalaciones: van a ser siempre una estimación debido a posibles imprevistos que sucedan en los próximos años. Se estimarán como un 0,5% de la inversión total, haciendo un total de 4.870,87 €.
- Pagos por alquiler de maquinaria: se alquilará un tractor en vez de comprarlo, pues solo se usará para la recogida de la flor. Los gastos de maquinaria son la suma de los alquileres del tractor, remolque, carros de transporte para la flor y demás utensilios necesarios para la recolección de la flor. El precio de alquiler se espera que sea 74 €/día, y se va a alquilar 22 días en un año, lo que supone un gasto de 1.628 €.

En total, se esperan 319.585,87 € al año de pagos ordinarios.

Además, hay que contar con el coste de oportunidad generado por las rentas que se van a dejar de percibir por tener estos cultivos en el terreno en vez de otros. El cultivar rosas en vez de gladiolos, por ejemplo, implica una mayor fuente de ingresos.

3.1.2. Pagos extraordinarios

No serán gastos que se den todos los años, dado que se deben a la sustitución de los equipos cuya vida útil es inferior a la del proyecto.

Estos elementos son los automatismos del invernadero con una vida útil de 15 años, la instalación de la red de riego 10 años, los accesorios de cultivo (tutores, mallas de sombreado, herramientas de poda...) cada 5 años y el cambio de plástico del invernadero que se hará también cada 5 años. Los años que se dan estos pagos se muestran a continuación:

TABLA 3. PAGOS EXTRAORDINARIOS. ELABORACIÓN PROPIA

Elemento	Precio (€)
Año 6	
Plástico invernadero	7.037,04
Accesorios de cultivo y útiles	240,00
Año 11	
Red de riego	24.759,13
Plástico invernadero	7.037,04
Accesorios de cultivo y útiles	240,00
Año 16	
Plástico invernadero	7.037,04
Accesorios de cultivo y útiles	240,00
Automatismos	196.432,00
Año 21	
Red de riego	24.759,13
Plástico invernadero	7.037,04
Accesorios de cultivo y útiles	240,00

4. ANÁLISIS DE COBROS

4.1. Cobros anuales

4.1.1. Cobros ordinarios

Para calcularlos se estudiarán los precios de venta y se hará una estimación porcentual de la calidad de las flores obtenidas, ya que no todas las flores producidas tendrán la máxima calidad.

Las variedades de rosal seleccionadas tienen un rendimiento medio aproximado de 170 tallos/m² al año. Se estima que de toda la producción, un 5% no florecerá, un 70% de calidad extra, un 10% de primera, un 10% de segunda y un 5% de tercera.

Cada vara floral, de media, se espera comercializarla por 2,50 €.

Teniendo en cuenta que en los 6.000 m² del cultivo se van a conseguir un total de 1.020.000 tallos anuales, los cobros ordinarios ascenderán a unos 2.550.000 €.

4.1.2. Cobros extraordinarios

Hacen referencia al valor residual de los elementos del proyecto una vez termina su vida útil.

TABLA 4. COBROS EXTRAORDINARIOS. ELABORACIÓN PROPIA

Elemento	Valor de desecho	Precio (€)
Año 6		
Plástico invernadero	2%	141
Accesorios de cultivo y útiles	1%	2
Año 11		
Red de riego	10%	2.476
Plástico invernadero	2%	141
Accesorios de cultivo y útiles	1%	2
Año 16		
Plástico invernadero	2%	141
Accesorios de cultivo y útiles	1%	2
Automatismos del invernadero	10%	19.643
Año 21		
Red de riego	10%	2.476
Plástico invernadero	2%	141
Accesorios de cultivo y útiles	1%	2
Año 25		
Invernadero	20%	180.546

Red de riego	10%	2.476
Automatismos del invernadero	10%	19.643
Plástico invernadero	2%	141
Accesorios de cultivo y útiles	1%	2

5. ESTUDIO ECONÓMICO

5.1. Financiación propia

A continuación se pueden observar los flujos de caja por la hipótesis de la financiación propia.

TABLA 5. FLUJOS DE CAJA POR LA HIPÓTESIS DE FINANCIACIÓN PROPIA. ELABORACIÓN PROPIA

Año	Inversión	Pagos		Cobros		Flujos de caja
		Ordinarios	Extraordinarios	Ordinarios	Extraordinarios	
0	10.625					-10.625
1	974.175					-974.175
2		319.585		2.550.000		2.230.415
3		319.585		2.550.000		2.230.415
4		319.585		2.550.000		2.230.415
5		319.585		2.550.000		2.230.415
6		319.585	7.277	2.550.000	143	2.223.281
7		319.585		2.550.000		2.230.415
8		319.585		2.550.000		2.230.415
9		319.585		2.550.000		2.230.415
10		319.585		2.550.000		2.230.415
11		319.585	32.036	2.550.000	2.619	2.200.998
12		319.585		2.550.000		2.230.415
13		319.585		2.550.000		2.230.415
14		319.585		2.550.000		2.230.415
15		319.585		2.550.000		2.230.415
16		319.585	203.709	2.550.000	19.786	2.046.492
17		319.585		2.550.000		2.230.415
18		319.585		2.550.000		2.230.415
19		319.585		2.550.000		2.230.415
20		319.585		2.550.000		2.230.415
21		319.585	32.036	2.550.000	2.619	2.200.998
22		319.585		2.550.000		2.230.415
23		319.585		2.550.000		2.230.415

24		319.585		2.550.000		2.230.415
25		319.585		2.550.000	202.808	2.433.223

Con los datos anteriores y variando la tasa de descuento con valores desde 2 % a 25 % se han obtenido los siguientes valores de VAN y ratio beneficio/inversión:

TABLA 6. VAN Y RATIO B/I CON DISTINTA TASA DE DESCUENTO EN FINANCIACIÓN PROPIA. ELABORACIÓN PROPIA

r	VAN	B/I
2%	42.571.218,23	44,70
5%	30.461.158,15	32,27
8%	22.834.996,69	24,44
11%	17.809.803,34	19,28
14%	14.355.299,51	15,74
17%	11.886.913,96	13,20
20%	10.060.993,04	11,33
25%	7.913.776,49	9,12

5.2. Financiación por cuenta ajena

Se va a considerar la financiación por medio de un préstamo, recibéndose 30.000 euros en el año 1, a un plazo de devolución de 12 años y con un interés del 1,10%. Las anualidades de la amortización del crédito se calculan mediante la siguiente expresión:

$$a = C \frac{(1+i)^n \times i}{(1+i)^n - 1}$$

Donde:

- a = anualidad del préstamo
- C = cantidad total del préstamo i = tipo de interés del préstamo
- n = número de años de devolución de crédito

En este caso, el valor de a es el que queremos conocer, siendo C = 30.000 €, i = 0,010 y n = 12 años. Por lo que:

$$a = 2.665 \text{ €}$$

Una vez calculadas las anualidades y los flujos de caja, los valores de VAN, B/I y TIR en este caso resultan:

TABLA 7. VAN Y RATIO B/I CON DISTINTA TASA DE DESCUENTO EN FINANCIACIÓN POR CUENTA AJENA.

ELABORACIÓN PROPIA

r	VAN (€)	B/I
2%	42.543.407,83	44,67
5%	30.438.516,05	32,25
8%	22.816.279,76	24,42
11%	17.794.114,45	19,27
14%	14.341.981,27	15,72
17%	11.875.477,61	13,19
20%	10.051.070,15	11,32
25%	7.905.782,88	9,12

6. CONCLUSIONES

6.1. Rentabilidad del Proyecto

El proyecto del invernadero para flor cortada posee una buena rentabilidad:

- El VAN es muy positivo en todos los escenarios de tasas de descuento (desde el 2% hasta el 25%), lo que indica que el proyecto genera valor por encima del coste de capital.
- El B/I supera ampliamente el valor de 1 en todos los casos, lo que significa que cada euro invertido genera múltiples euros de retorno.
- La TIR es superior al 30%, lo que confirma que el proyecto tiene una rentabilidad muy alta, incluso frente a tasas de interés elevadas.

6.2. Comparativa entre Financiación Propia y Financiación Ajena

6.2.1. Financiación Propia

Ventajas:

- Mayor rentabilidad neta (ligeramente superior en VAN y B/I).
- No se incurre en costes financieros ni compromisos de pago.
- Mayor autonomía y control sobre el proyecto.

Inconvenientes:

- Requiere una alta disponibilidad de capital inicial (más de 974.000 €).
- Puede limitar la liquidez de la empresa para otros proyectos o contingencias.

6.2.2. Financiación Ajena

Ventajas:

- Permite diversificar el riesgo financiero y conservar liquidez.
- El préstamo considerado (30.000 € al 1,10%) tiene condiciones muy favorables.
- El impacto en la rentabilidad es mínimo: el VAN y B/I apenas se reducen.

Inconvenientes:

- Introduce una obligación de pago anual (2.682 € durante 12 años).
- Puede implicar trámites administrativos y dependencia de entidades externas.

6.3. Recomendación Estratégica

Si la empresa dispone de capital suficiente, la financiación propia es preferible por su mayor rentabilidad y simplicidad operativa.

Si se desea preservar liquidez, aprovechar condiciones de crédito favorables o reducir el riesgo financiero, la financiación ajena es perfectamente viable y sigue siendo altamente rentable.

En ambos casos, el proyecto es financieramente sólido y aconsejable.

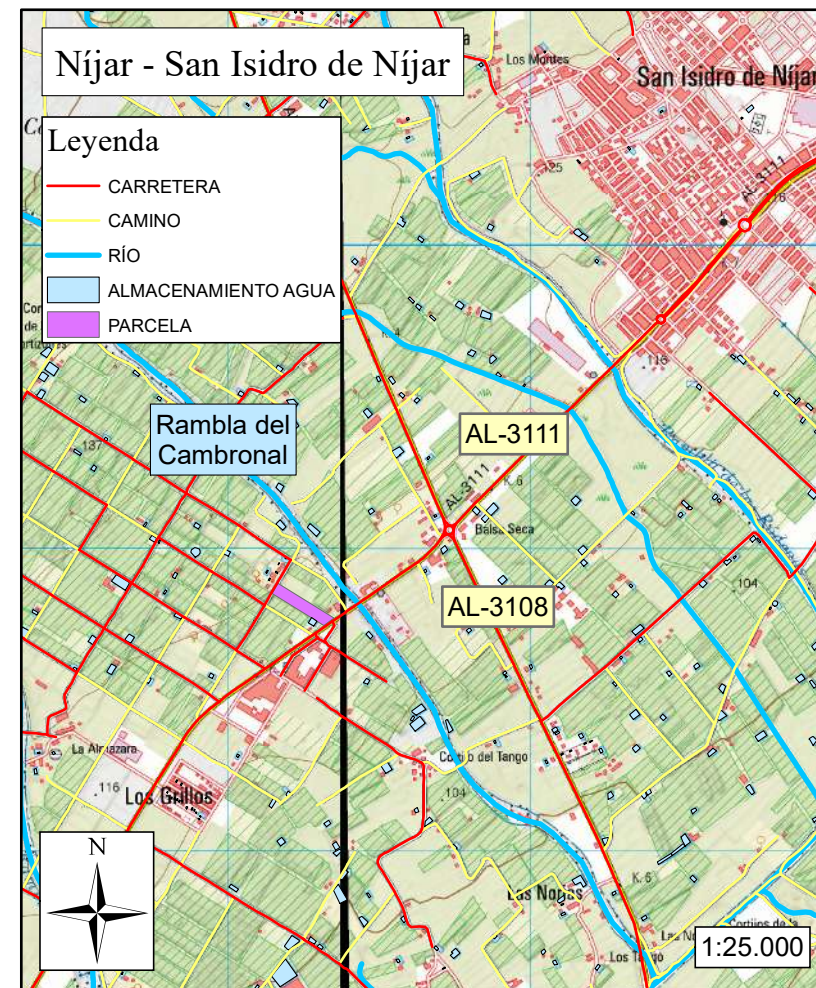
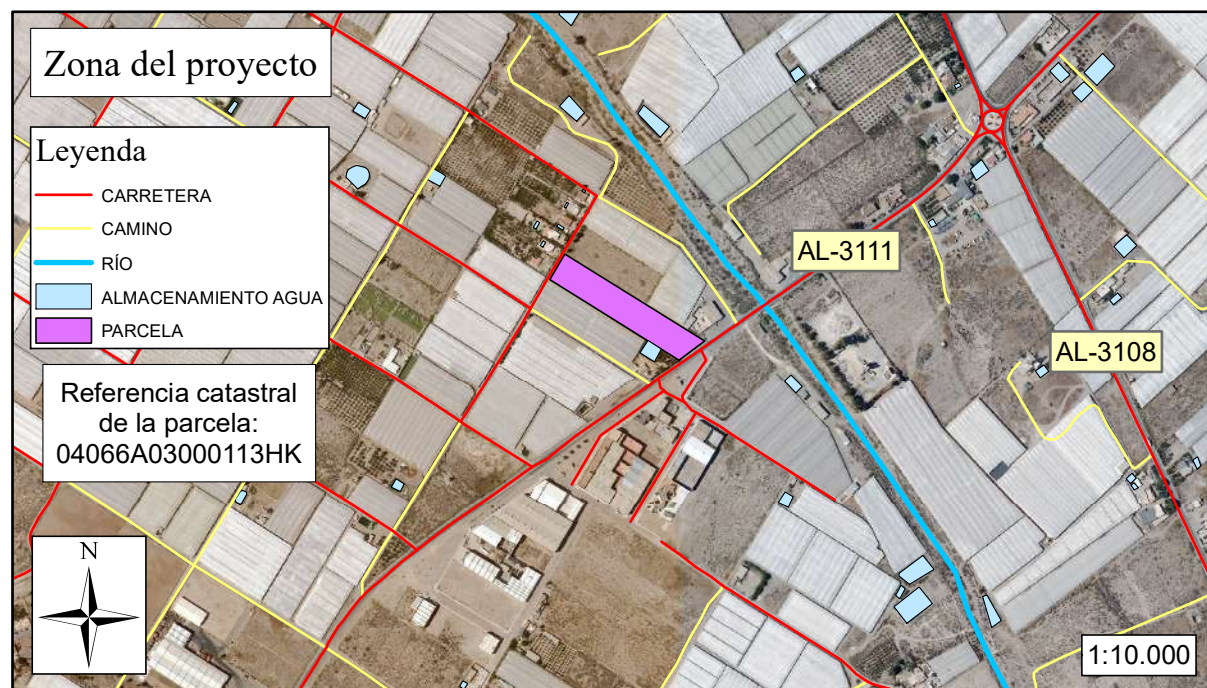
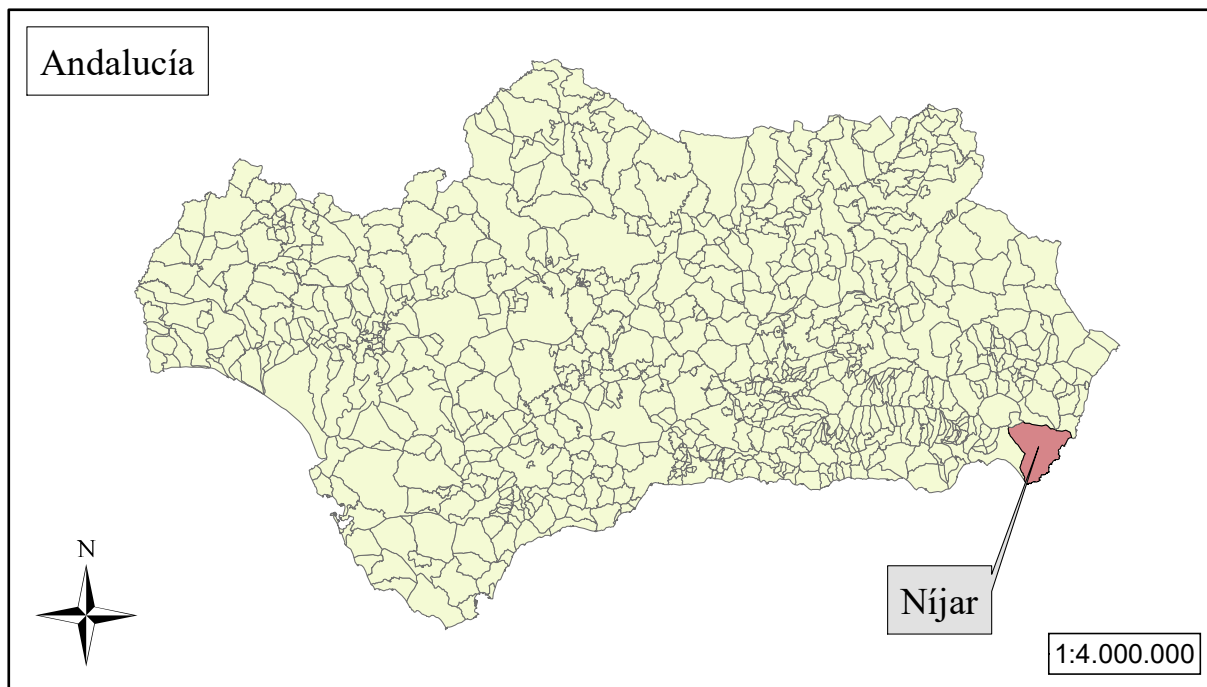
PLANOS

GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA,
ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS

ÍNDICE DE PLANOS

- PLANO Nº 1 - LOCALIZACIÓN
- PLANO Nº 2 - SITUACIÓN ACTUAL
- PLANO Nº 3 - SITUACIÓN FUTURA CON PROYECTO
- PLANO Nº 4.1 - FORJADO Y DETALLES DE LA CIMENTACIÓN DE LA CASETA DE MANIPULACIÓN DE FLORES
- PLANO Nº 4.2 - FORJADO Y DETALLES DE LA CIMENTACIÓN DE LA CASETA DE RIEGO
- PLANO Nº 5.1 - CUBIERTA Y VISTAS DE LA CASETA DE MANIPULACIÓN DE FLORES
- PLANO Nº 5.2 - CUBIERTA Y VISTAS DE LA CASETA DE MANIPULACIÓN DE FLORES
- PLANO Nº 6 - SECCIÓN TRANSVERSAL Y POZOS DE CIMENTACIÓN DEL INVERNADERO
- PLANO Nº 7 - PLANTA, ALZADO Y DETALLES DEL INVERNADERO
- PLANO Nº 8 - MARCO DE PLANTACIÓN (7 pl/m²) Y LÍNEAS DE CULTIVO POR CADA TÚNEL
- PLANO Nº 9.1 - ESQUEMA DEL SISTEMA DE RIEGO
- PLANO Nº 9.2 - ESQUEMA DE LOS DOS TIPOS DE SECTORES DE RIEGO
- PLANO Nº 9.3 - ESQUEMA DEL CABEZAL DE RIEGO
- PLANO Nº 10 - ESQUEMA DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA
- PLANO Nº 11 - ESQUEMA UNIFILAR



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID			
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA, ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS			
DEPARTAMENTO:		RODUCCIÓN AGRARIA	
PROYECTO DE:		TRABAJO DE FIN DE GRADO	
PLANO:		PLANO DE LOCALIZACIÓN	
ESCALA:		Nº: 1	
ALUMNO:		GRADO: Ingeniería Agrícola	
Fdo.: Almudena Baldazo Sanz		FECHA: septiembre 2025	



Extremo sureste de la parcela



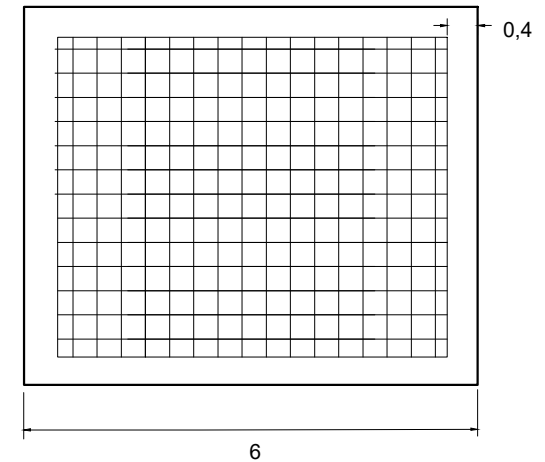
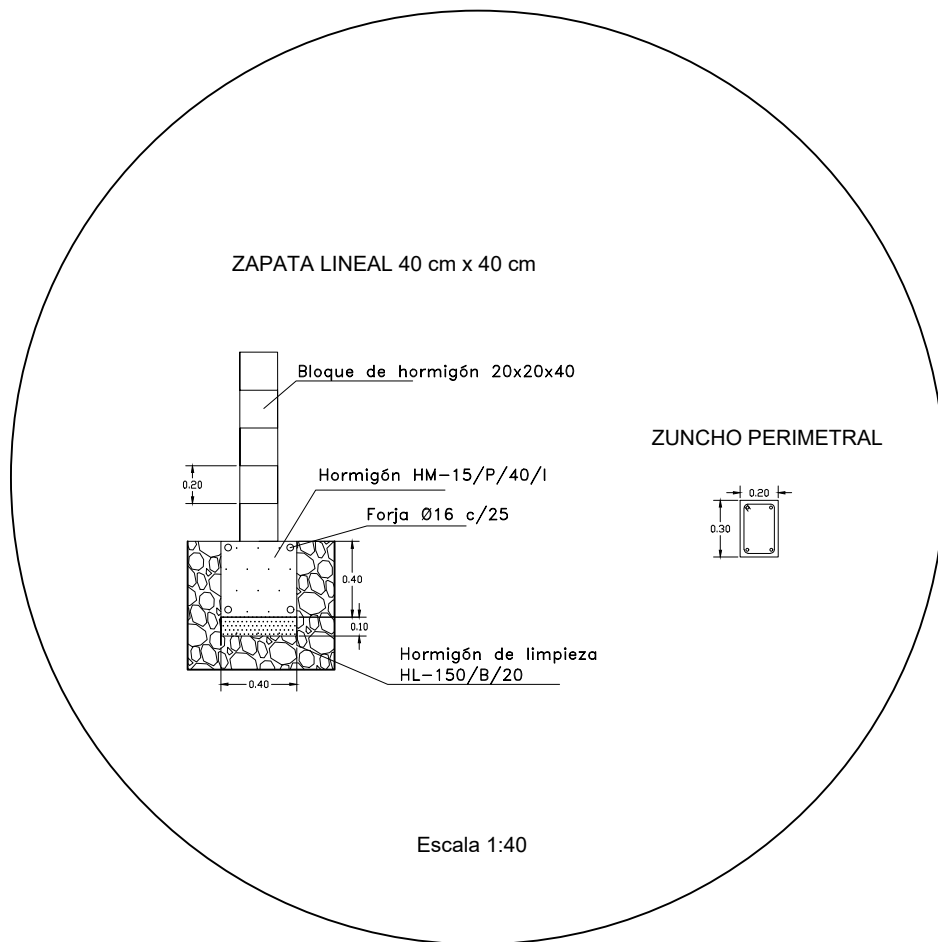
Extremo noroeste de la parcela (10 árboles junto a la calle)

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA, ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS			
DEPARTAMENTO:		TRABAJO DE FIN DE GRADO	
PRODUCCIÓN AGRARIA			
PROYECTO DE: Explotación de 6000 m ² para producción de flor cortada bajo invernadero en El Cambronal, Níjar (Almería)			
PLANO:			Nº:
PLANO DE SITUACIÓN ACTUAL			2
ESCALA:	ALUMNO:	GRADO:	
1:2.000 (Imprimir en A4)	Fdo.: Almudena Baldazo Sanz	Ingeniería Agrícola	
		FECHA:	
		septiembre 2025	



Leyenda	
●	PUNTO DE AGUA
▲	PUNTO DE ACOMETIDA
—	CARRETERA
—	CAMINO
	ALMACENAMIENTO AGUA
	Accesos
	Caseta de manipulación de flores
	Caseta de riego
	Invernadero
	Parcela

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA, ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS			
DEPARTAMENTO:		PRODUCCIÓN AGRARIA	
		TRABAJO DE FIN DE GRADO	
PROYECTO DE:		Explotación de 6000 m ² para producción de flor cortada bajo invernadero en El Cambronal, Níjar (Almería)	
PLANO:		PLANO DE SITUACIÓN FUTURA CON PROYECTO	Nº: 3
ESCALA:		ALUMNO:	
1:1.500 (Imprimir en A4)		Fdo.: Almudena Baldazo Sanz	
		GRADO:	Ingeniería Agrícola
		FECHA:	septiembre 2025

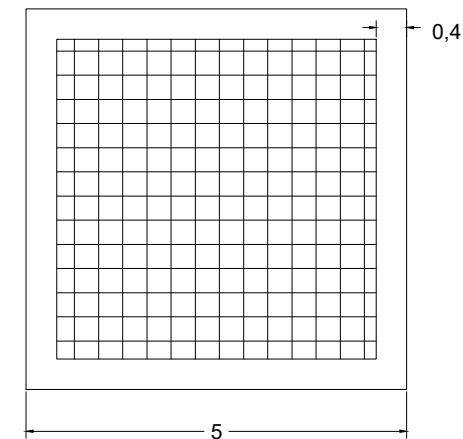
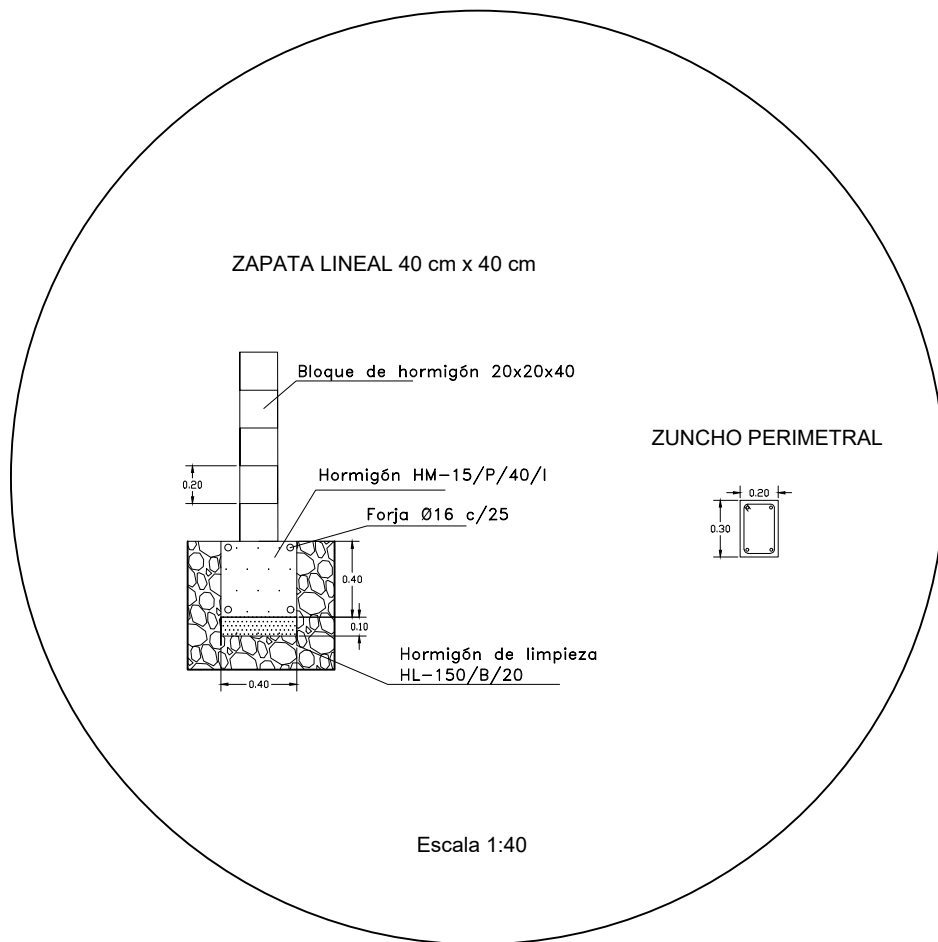


Escala 1:100

(Cotas en m)

ZAPATAS 40 cm x 40 cm
ARMADO SUPERIOR 6 mm
ARMADO INFERIOR 6 mm

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA, ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS			
DEPARTAMENTO:		TRABAJO DE FIN DE GRADO	
PRODUCCIÓN AGRARIA			
PROYECTO DE: Explotación de 6000 m ² para producción de flor cortada bajo invernadero en El Cambronal, Nijar (Almería)			
PLANO:			Nº:
FORJADO Y DETALLES DE LA CIMENTACIÓN DE LA CASETA DE M.FLORES			4.1
ESCALA:	ALUMNO:	GRADO:	
VARIAS		Ingeniería Agrícola	
Imprimir en A4	Fdo.: Almudena Baldazo Sanz	FECHA:	septiembre 2025

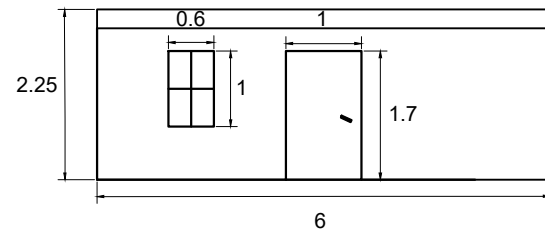


Escala 1:100
(Cotas en m)

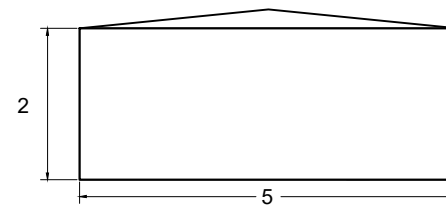
ZAPATAS 40 cm x 40 cm
ARMADO SUPERIOR 6 mm
ARMADO INFERIOR 6 mm

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA, ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS			
DEPARTAMENTO:		TRABAJO DE FIN DE GRADO	
PRODUCCIÓN AGRARIA			
PROYECTO DE: Explotación de 6000 m ² para producción de flor cortada bajo invernadero en El Cambronal, Níjar (Almería)			
PLANO:			Nº:
FORJADO Y DETALLES DE LA CIMENTACIÓN DE LA CASETA DE RIEGO			4.2
ESCALA:	ALUMNO:	GRADO:	
VARIAS		Ingeniería Agrícola	
Imprimir en A4	Fdo.: Almudena Baldazo Sanz	FECHA:	septiembre 2025

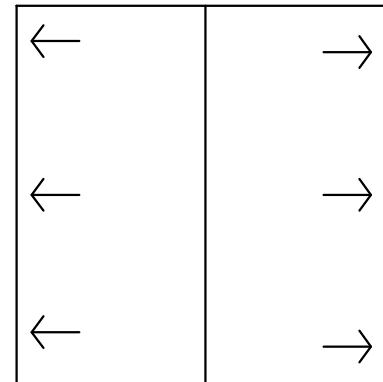
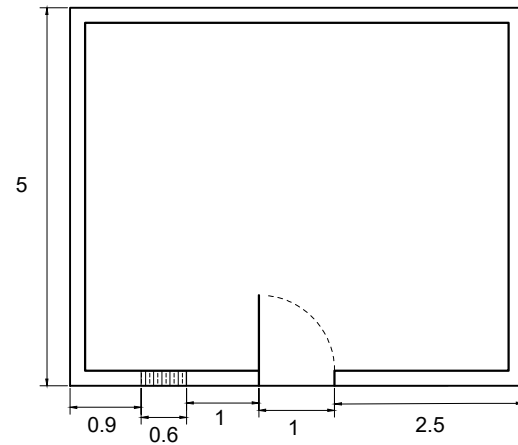
ALZADO



PERFIL



PLANTA



CUBIERTA

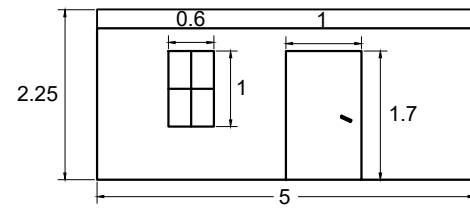
PENDIENTE: 10 %

(Cotas en m)

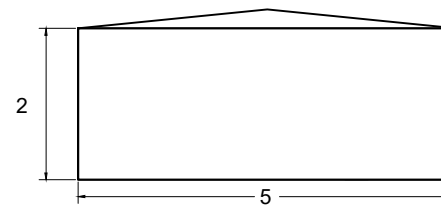
SUPERFICIE TOTAL: 30 m²

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA, ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS			
DEPARTAMENTO:		TRABAJO DE FIN DE GRADO	
PRODUCCIÓN AGRARIA			
PROYECTO DE: Explotación de 6000 m ² para producción de flor cortada bajo invernadero en El Cambronal, Níjar (Almería)			
PLANO:			Nº:
CUBIERTA Y VISTAS DE LA CASETA DE MANIPULACIÓN DE FLORES			5.1
ESCALA:	ALUMNO:	GRADO:	
1:100		Ingeniería Agrícola	
Imprimir en A4	Fdo.: Almudena Baldazo Sanz	FECHA:	septiembre 2025

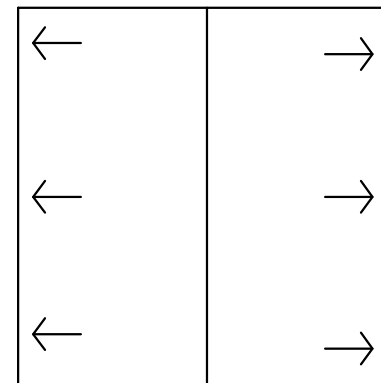
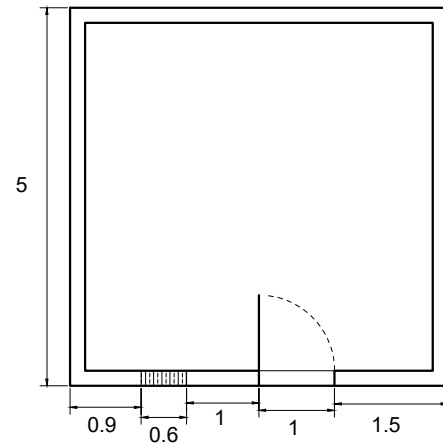
ALZADO



PERFIL



PLANTA



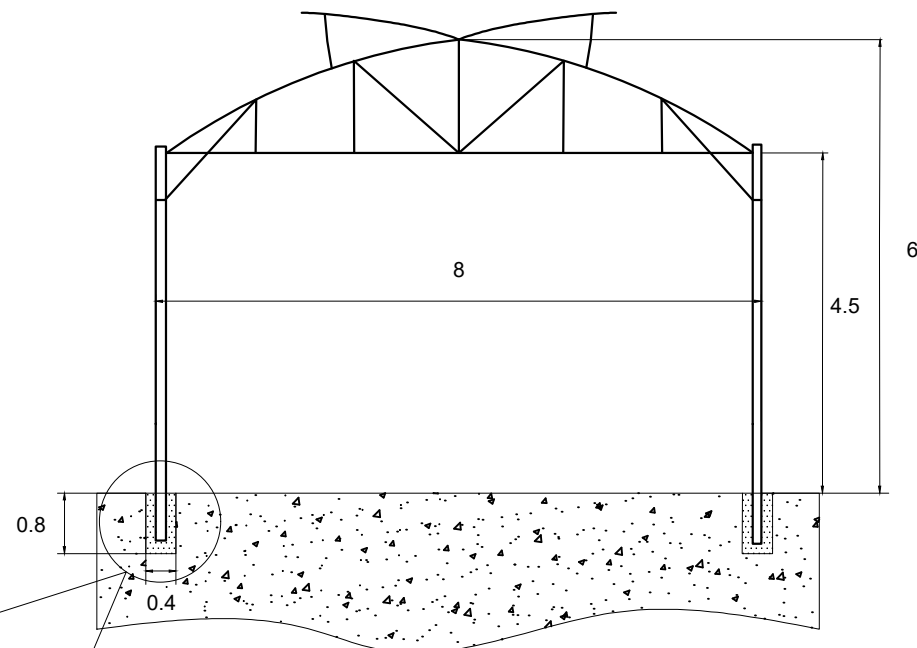
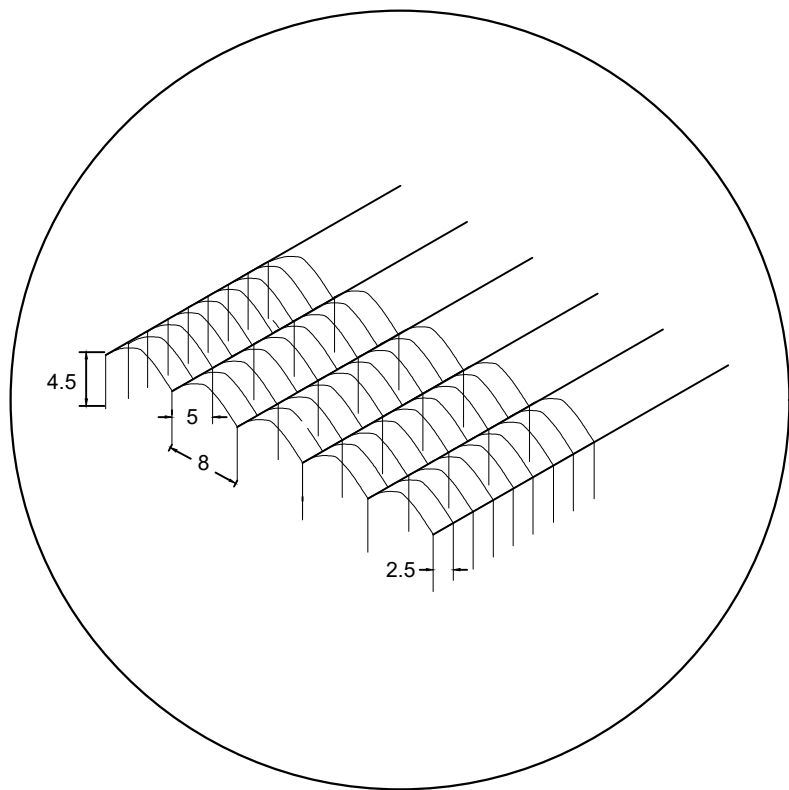
PENDIENTE: 10 %

CUBIERTA

(Cotas en m)

SUPERFICIE TOTAL: 25 m²
 SUPERFICIE ÚTIL: 20.4 m²

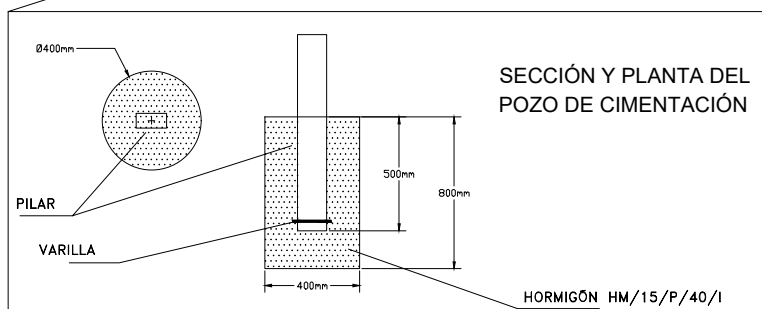
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA, ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS			
DEPARTAMENTO:		TRABAJO DE FIN DE GRADO	
PRODUCCIÓN AGRARIA			
PROYECTO DE: Explotación de 6000 m ² para producción de flor cortada bajo invernadero en El Cambronal, Níjar (Almería)			
PLANO:			Nº:
CUBIERTA Y VISTAS DE LA CASETA DE RIEGO			5.2
ESCALA:	ALUMNO:	GRADO:	Ingeniería Agrícola
1:100			
Imprimir en A4	Fdo.: Almudena Baldazo Sanz	FECHA:	septiembre 2025



Escala 1:100

CIMENTACIÓN Y SECCIÓN TRANSVERSAL DEL INVERNADERO

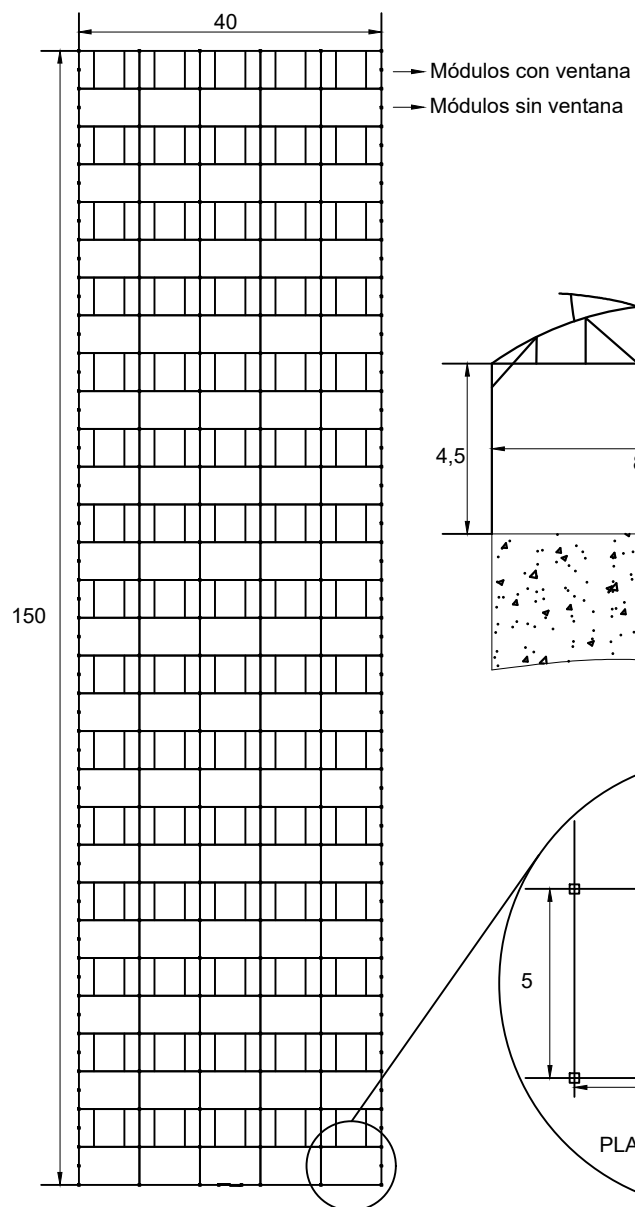
(Cotas en m)



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA, ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS			
DEPARTAMENTO:		TRABAJO DE FIN DE GRADO	
PRODUCCIÓN AGRARIA			
PROYECTO DE: Explotación de 6000 m ² para producción de flor cortada bajo invernadero en El Cambronal, Níjar (Almería)			
PLANO:			Nº:
SECCIÓN TRANSVERSAL Y POZOS DE CIMENTACIÓN DEL INVERNADERO			6
ESCALA:	ALUMNO:	GRADO:	
VARIAS		Ingeniería Agrícola	
Imprimir en A4	Fdo.: Almudena Baldazo Sanz	FECHA:	septiembre 2025

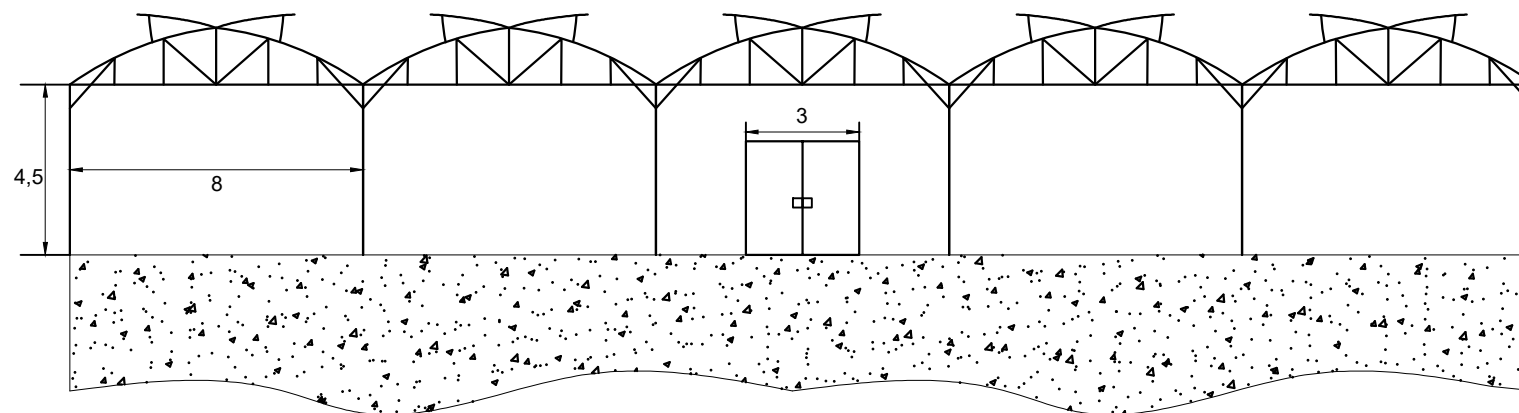
PLANTA DEL INVERNADERO

Escala 1:1000

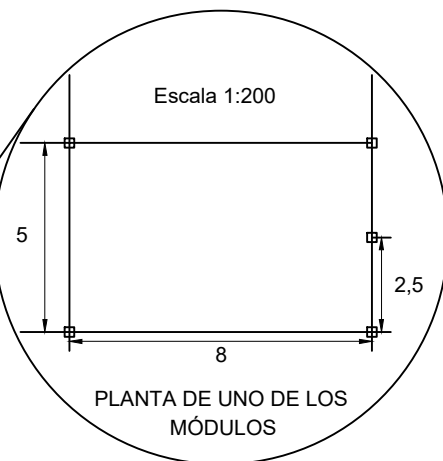


ALZADO DEL INVERNADERO DE 5 TÚNELES

Escala 1:200



Escala 1:200



PLANTA DE UNO DE LOS
MÓDULOS

(Cotas en m)

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA,
ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS

DEPARTAMENTO:

PRODUCCIÓN AGRARIA

TRABAJO DE FIN DE GRADO

PROYECTO DE:

Explotación de 6000 m² para producción de flor cortada
bajo invernadero en El Cambronal, Níjar (Almería)

PLANO:

PLANTA, ALZADO Y DETALLES DEL INVERNADERO

Nº:

7

ESCALA:

VARIAS

Imprimir en A4

ALUMNO:

Fdo.: Almudena Baldazo Sanz

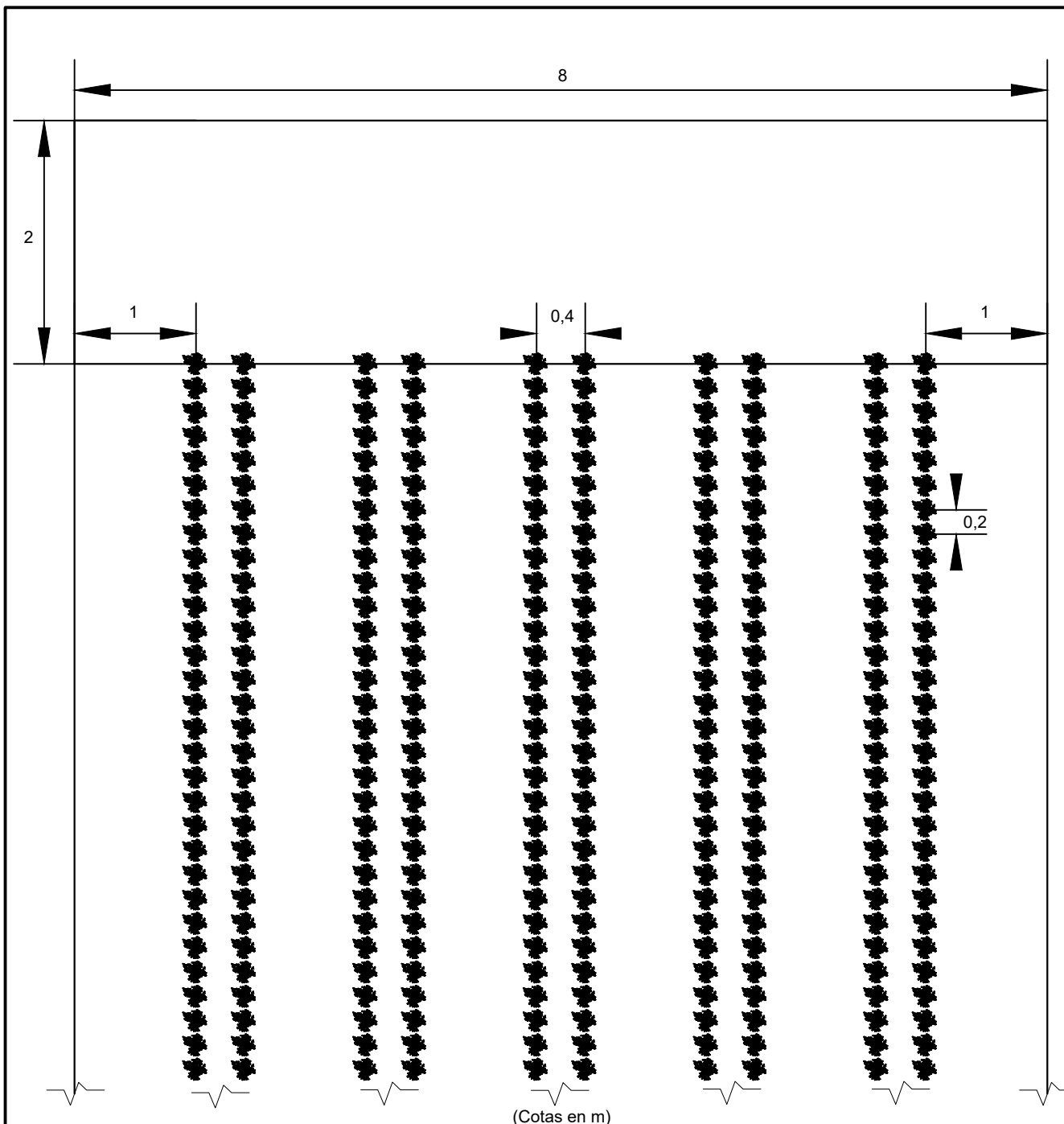
GRADO:

Ingeniería Agrícola

FECHA:

septiembre 2025

Handwritten signature



(Cotas en m)

LEYENDA

 Rosal para cultivo de flor cortada

Ancho de pasillos: 1 m
 Distancia entre líneas: 0,4 m
 Distancia entre plantas: 0,2 m
 Ancho de pasillos al final y al principio del túnel: 2 m

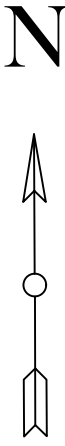
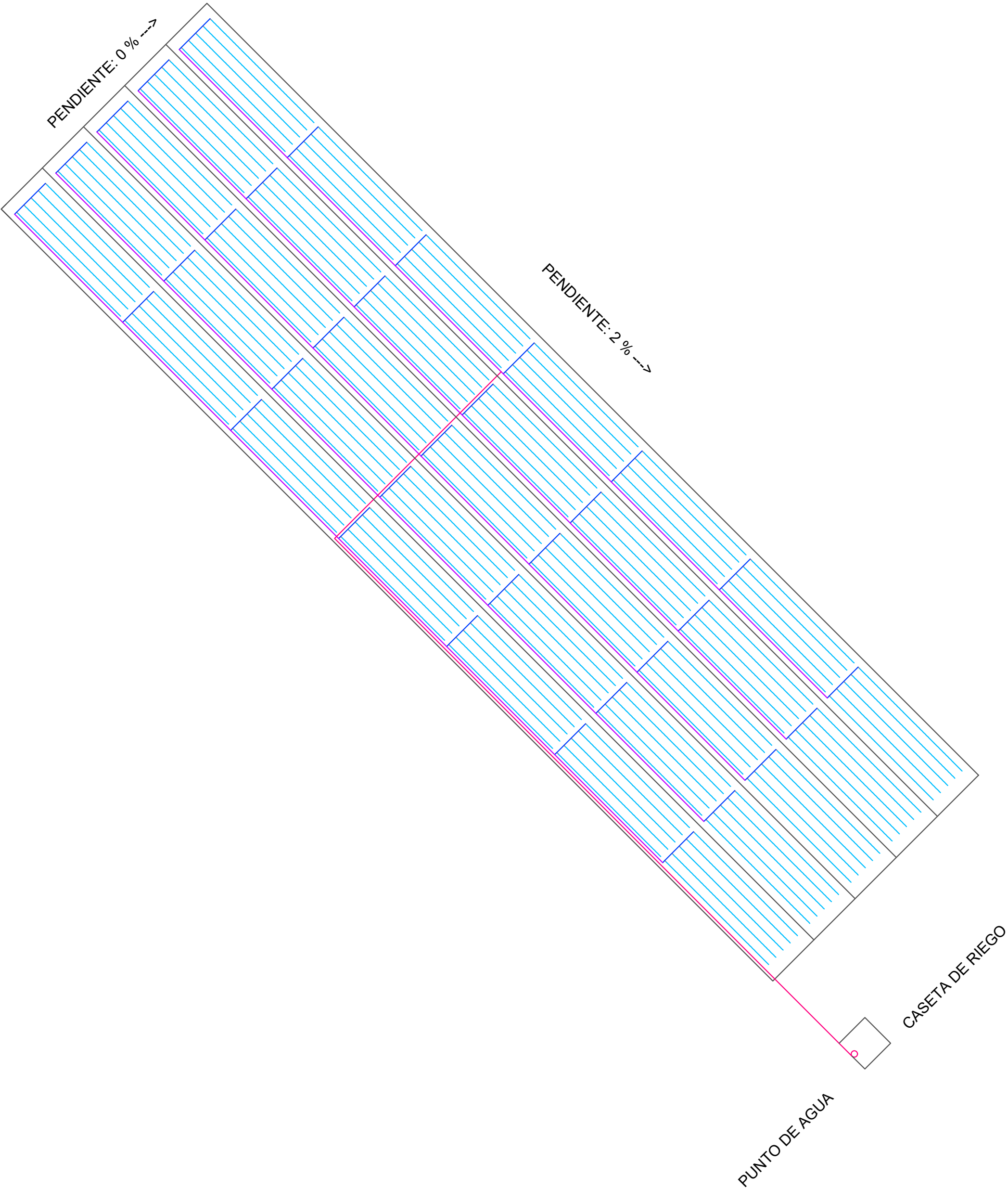
En cada túnel:

- 7 bloques de 20 m de líneas dobles a lo largo
- Cada bloque de 20 m x 0,4 m tiene 102 plantas
- Pasillos de 1 m entre bloques a lo ancho y a lo largo
- 5 columnas de líneas dobles a lo ancho
- Cada túnel tiene 3570 plantas

En total, 5 túneles:

- 2 túneles para las dos variedades rojas (40%)
- 2 túneles para las dos variedades rosas (40%)
- 1 túnel para las dos variedades blancas (20%)

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID			
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA, ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS			
DEPARTAMENTO: PRODUCCIÓN AGRARIA		TRABAJO DE FIN DE GRADO	
PROYECTO DE: Explotación de 6000 m ² para producción de flor cortada bajo invernadero en El Cambronal, Níjar (Almería)			
PLANO: MARCO DE PLANTACIÓN (7 pl/m ²) Y LÍNEAS DE CULTIVO POR CADA TÚNEL			Nº.: 8
ESCALA: 1:50	ALUMNO: Fdo.: Almudena Baldazo Sanz	GRADO: Ingeniería Agrícola	
Imprimir en A4		FECHA: septiembre 2025	

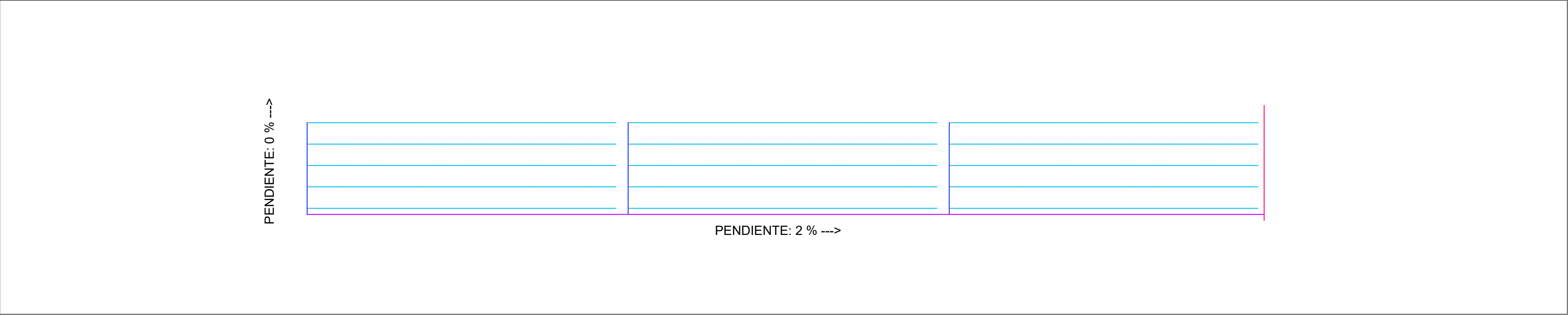


- L_{TOTAL} de la T.Primeria = 133 m
- L de las T.Secundarias con 3 subunidades = 62,60 m
- L de las T.Secundarias con 4 subunidades = 63,40 m
- L de las T.Terciarias = 6 m
- L de los ramales / laterales de riego = 20,20 m
- Separación entre ramales / laterales de riego = 1,40 m
- Distancia al primer emisor = 0,20 m
- Distancia entre emisores = 0,20 m

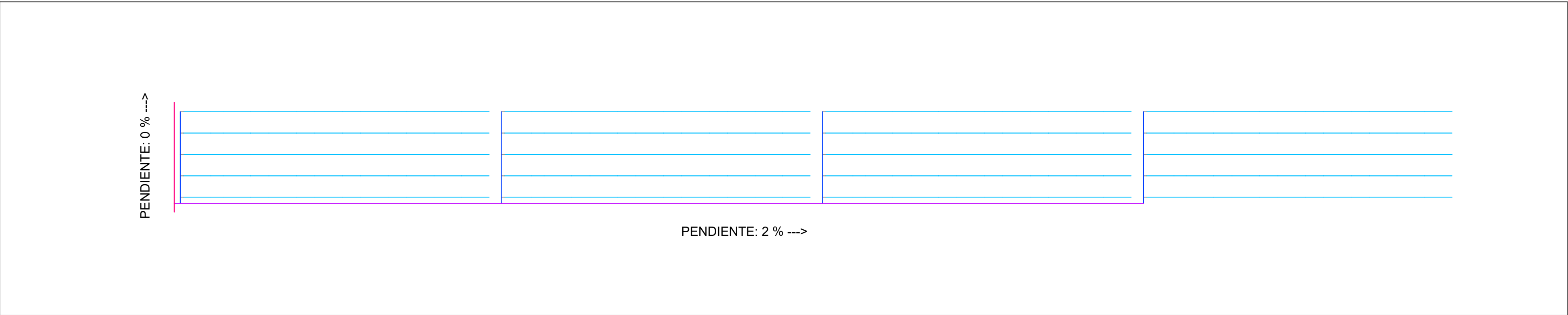
LEYENDA

- Tubería Primaria
- Tubería Secundaria
- Tubería Terciaria
- Ramal / Lateral de riego

ESQUEMA DE UN SECTOR CON 3 SUBUNIDADES

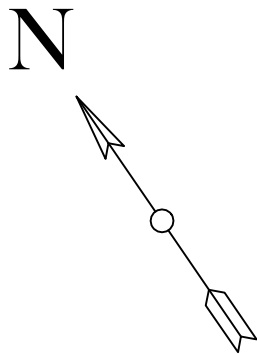


ESQUEMA DE UN SECTOR CON 4 SUBUNIDADES

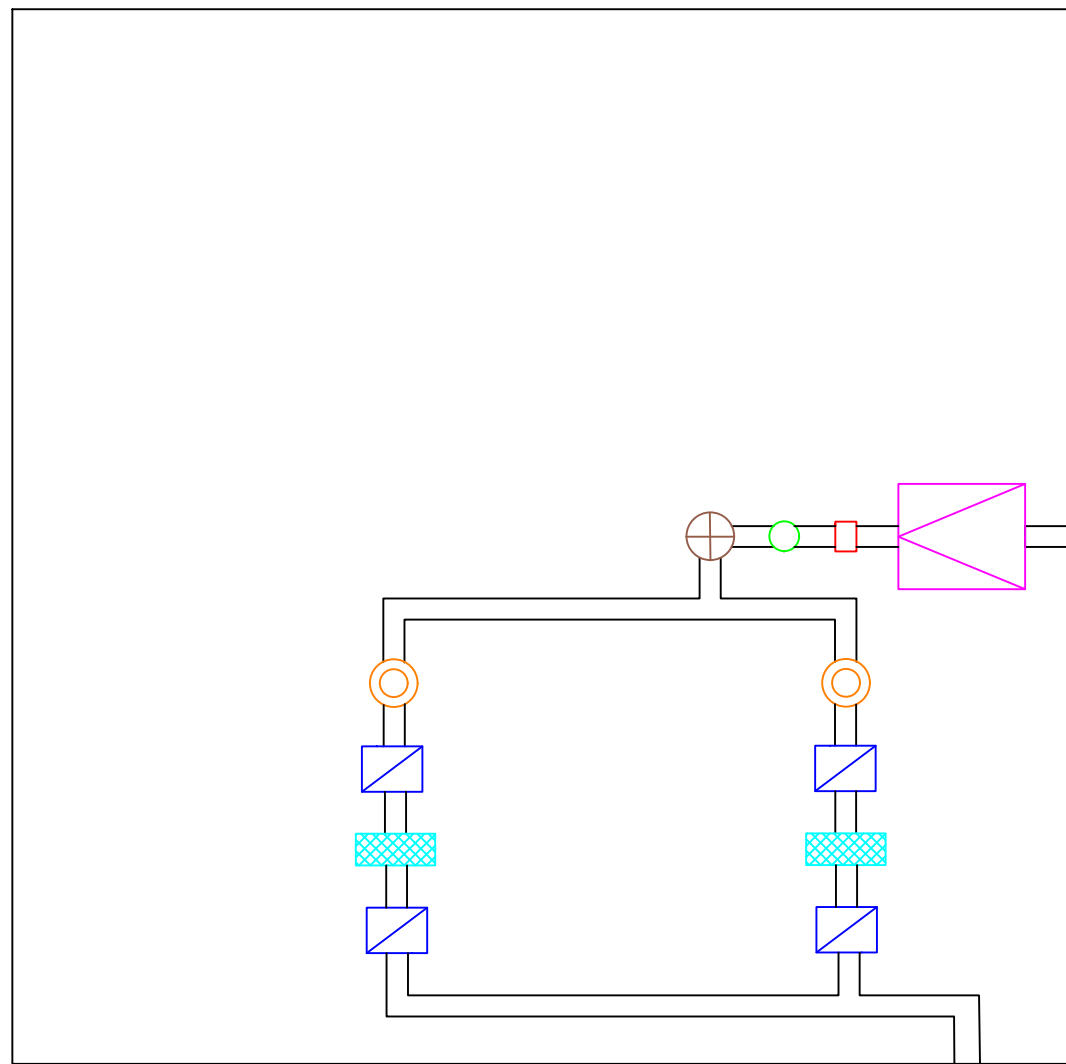


- LEYENDA
- Tubería Primaria
 - Tubería Secundaria
 - Tubería Terciaria
 - Ramal / Lateral de riego

- L de las T.Secundarias con 3 subunidades = 62,60 m
- L de las T.Secundarias con 4 subunidades = 63,40 m
- L de las T.Terciarias = 6 m
- L de los ramales / laterales de riego = 20,20 m
- Separación entre ramales / laterales de riego = 1,40 m
- Distancia al primer emisor = 0,20 m
- Distancia entre emisores = 0,20 m



----- Carretera AL-3111 -----



LEYENDA

-  Bomba eléctrica trifásica
-  Válvula volumétrica
-  Válvula antiretroceso
-  Filtro hidrociclónico
-  Filtro de arena
-  Manómetro
-  Filtro de malla

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

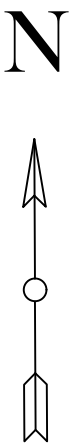
DEPARTAMENTO: PRODUCCIÓN AGRARIA TRABAJO DE FIN DE GRADO

PROYECTO DE: Explotación de 6000 m² para producción de flor cortada
bajo invernadero en El Cambronal, Níjar (Almería)

PLANO: ESQUEMA CABEZAL DE RIEGO Nº: 9.3

ESCALA: N/S	ALUMNO: Fdo.: Almudena Baldazo Sanz	GRADO: Ingeniería Agrícola
Imprimir en A4		FECHA: septiembre 2025

Escala 1:500



LEYENDA

- Toma de corriente
- Bomba de calor
- Luminaria
- Centro de Transformación
- Cuadro General y Subcuadro
- Motores para ventanas y mallas de sombreo
- Líneas de luminarias
- Líneas de tomas de corriente
- Líneas de bomba de riego
- Líneas de motores de ventanas y mallas
- Líneas de bombas de calor
- Línea del CG al Subcuadro y línea del CG al CT

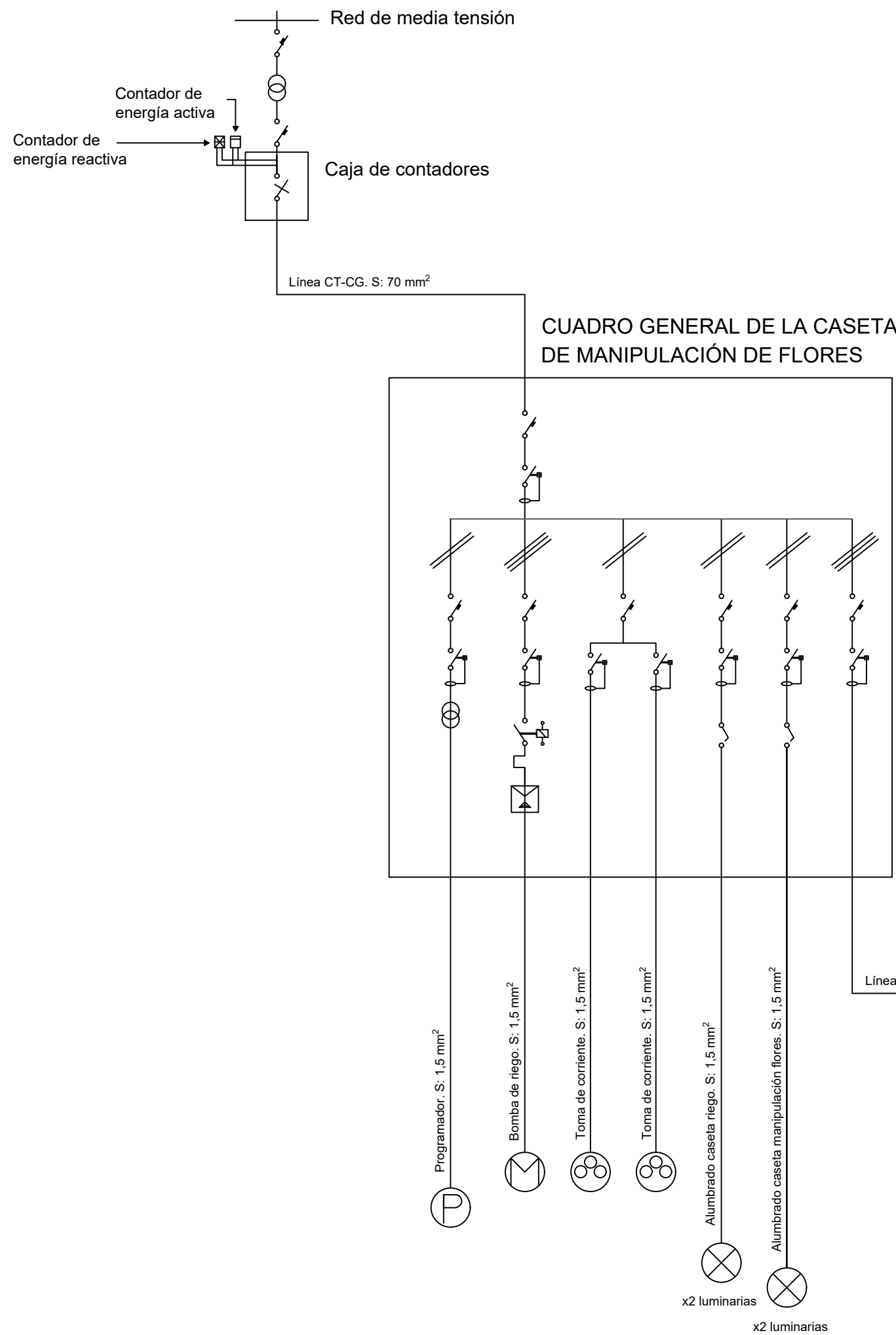
- Línea de tomas de corriente = 9,5 m
- Línea de luminarias de la c. m. de flores = 5 m
- Línea de luminarias de la c. de riego = 37,5 m
- Línea de luminarias del invernadero = 22 m
- Línea de bomba de riego = 39 m
- Línea de bombas de calor = 235 m
- Línea de motores para ventanas y mallas = 240 m
- Línea Subcuadro-Cuadro General = 20 m
- Línea Cuadro General-CT = 100 m

Escala 1:50

CASETA DE MANIPULACIÓN DE FLORES

Escala 1:50

CASETA DE RIEGO

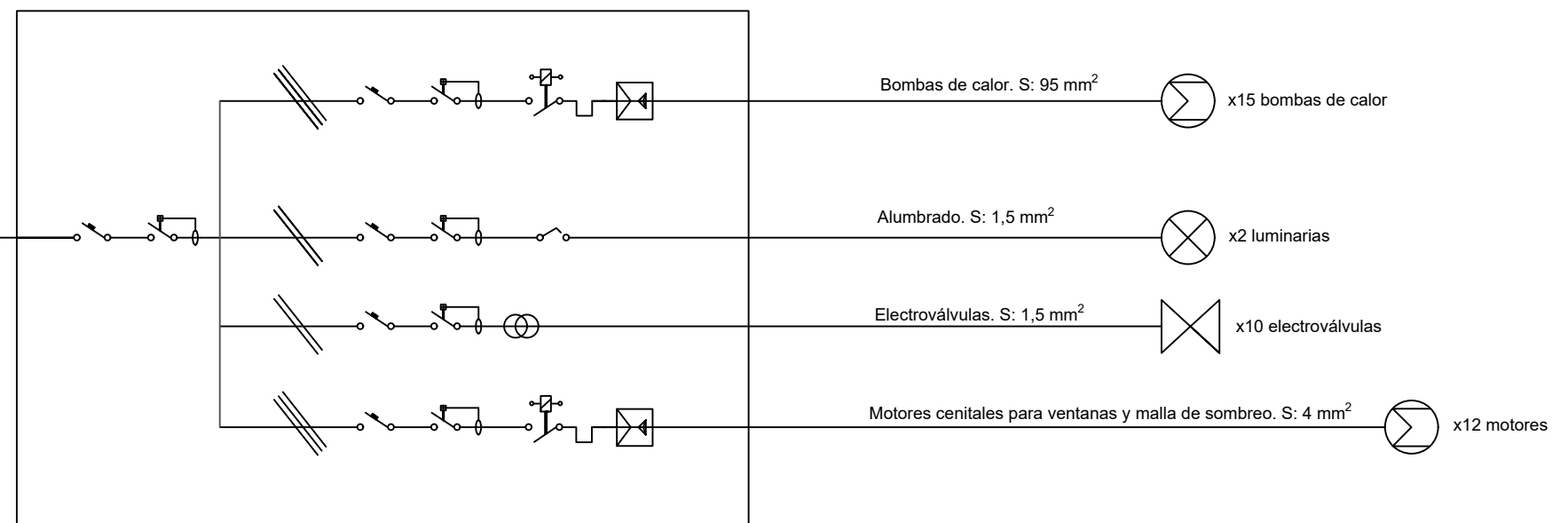


- Línea de tomas de corriente = 9,5 m
- Línea de luminarias de la c. m. de flores = 5 m
- Línea de luminarias de la c. de riego = 37,5 m
- Línea de luminarias del invernadero = 22 m
- Línea de bomba de riego = 39 m
- Línea de bombas de calor = 235 m
- Línea de motores para ventanas y mallas = 240 m
- Línea Subcuadro-Cuadro General = 20 m
- Línea Cuadro General-CT = 100 m

LEYENDA

	Interruptor de control de potencia		Contactor
	Seccionador con fusible		Interruptor luminarias
	Arrancador estrella triángulo		Toma de corriente
	Relé		Luminaria
	Transformador		Motor
	Interruptor automático magnetotérmico		Electroválvula
	Interruptor diferencial		Programador

CUADRO SECUNDARIO CASETA



PLIEGO DE CONDICIONES

GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA,
ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS

Índice de contenido

1.	PLIEGO DE CLAUSULAS ADMINISTRATIVAS	3
1.1.	Disposiciones generales	3
1.2.	Disposiciones facultativas	4
1.2.1.	Delimitación general de funciones técnicas	4
1.2.2.	Obligaciones y derechos del contratista o constructor	9
1.2.3.	Responsabilidad civil de los agentes que intervienen en el proceso de la edificación 13	
1.2.4.	Trabajos, materiales y medios auxiliares	15
1.2.5.	Recepción de edificios y hojas anejas	20
1.3.	Disposiciones económicas	24
1.3.1.	Precios	25
1.3.2.	Obras por administración	27
1.3.3.	Valoración y abono de los trabajos	30
1.3.4.	Indemnizaciones mutuas	34
1.3.5.	Varios	34
2.	PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES	37
2.1.	Preinscripciones sobre los materiales	37
2.1.1.	Condiciones generales	37
2.2.	Prescripciones en cuanto a la ejecución por unidades de obra y prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado	50
3.	ANEXOS	79
3.1.	EHE Instrucción de hormigón estructural	79
3.1.1.	Cemento	79
3.1.2.	Agua de amasado	80
3.1.3.	Áridos	80
3.2.	DB-HE Ahorro de energía	80
3.2.1.	Condiciones técnicas exigibles a los materiales aislantes	80
3.2.2.	Control, recepción y ensayos de materiales aislantes	81
3.2.3.	Ejecución	81
3.2.4.	Obligaciones del constructor	81
3.2.5.	Obligaciones de la dirección facultativa	81
3.3.	NBE-CA-88 Condiciones acústicas de los edificios	81

3.3.1.	Características básicas exigibles a los materiales	81
3.3.2.	Características básicas exigibles a las soluciones constructivas	82
3.3.3.	Presentación, medidas y tolerancias	82
3.3.4.	Garantía de las características	82
3.3.5.	Control, recepción y ensayo de los materiales	82
3.4.	DB-SI Seguridad en caso de incendio	84
3.4.1.	Condiciones técnicas exigibles a los materiales.....	84
3.4.2.	Condiciones técnicas exigibles a los elementos constructivos.....	84
3.4.3.	Instalaciones	86
3.4.4.	Condiciones de mantenimiento y uso	87

1. PLIEGO DE CLAUSULAS ADMINISTRATIVAS

1.1. Disposiciones generales

Artículo 1. Naturaleza y objeto del pliego general

El pliego general de condiciones aquí presente reemplaza el de condiciones particulares del proyecto en cuestión. Ambos regulan la ejecución de las obras al fijar los niveles técnicos y de calidad exigibles, especificando las intervenciones necesarias, según el contrato y según la legislación aplicable, al promotor o dueño de la obra, al contratista o constructor de esta, sus técnicos y encargados, al proyectista y a los laboratorios y entidades de control de calidad, así como sus relaciones y correspondientes obligaciones para cumplir el contrato de obra.

Artículo 2. Documentos del contrato de obra

Forman el contrato los siguientes documentos relacionados por orden de prelación con relación al valor de sus especificaciones en supuesto de omisión o aparente contradicción:

1. Condiciones establecidas en el documento de contrato de empresa o arrendamiento de obra, en caso de su existencia.
2. Pliego de condiciones particulares.
3. Presente pliego general de condiciones.
4. Resto de documentos del proyecto (memoria, planos, mediciones y presupuesto).

En las obras que lo requieran, también se incluirá el estudio de seguridad y salud y el proyecto de control de calidad de la edificación.

En él deben constar las condiciones y la delimitación de los campos de actuación de laboratorios y entidades de control de calidad, si la obra lo precisa.

Las instrucciones y órdenes de la dirección facultativa se añaden al proyecto como interpretación, complemento o precisión de sus determinaciones.

En cada uno de los documentos, las especificaciones literales tienen prioridad sobre las gráficas y, en los planos, la cota se prioriza frente a la medida a escala.

1.2. Disposiciones facultativas

1.2.1. Delimitación general de funciones técnicas

Artículo 3. Promotor

Cualquier persona, física o jurídica, pública o privada, que, individual o colectivamente decida, impulse, programe o financie, mediante recursos propios o ajenos, las obras de edificación para sí o para su posterior enajenación, entrega o cesión a terceros bajo cualquier título. Sus obligaciones son:

- Ostentar sobre el solar la titularidad de un derecho que le faculte para construir en él.
- Facilitar la documentación e información previa para redactar el proyecto y autorizar al director de obra las posteriores modificaciones del mismo.
- Gestionar y obtener las preceptivas licencias y autorizaciones administrativas, además de suscribir el acta de recepción de la obra.
- Nombrar al coordinador de seguridad y salud.
- 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. Projectista

Sus obligaciones son:

- Poseer la titulación académica y profesional habilitante de ingeniero o ingeniero técnico, según corresponda, además de cumplir las exigencias para ejercer la profesión. En caso de personas jurídicas, designar al técnico redactor del proyecto que tenga la titulación.
- Realizar el proyecto siguiendo la normativa vigente y lo establecido en el contrato y entregarlo, con los visados que se requieran.
- Acordar, si es necesario, con el promotor la contratación de colaboraciones parciales.

Artículo 5. Constructor

Sus obligaciones son:

- Ejecutar la obra siguiendo el proyecto, la legislación aplicable y las instrucciones del director de obra y del director de la ejecución de la obra, para alcanzar la calidad exigida en el proyecto.
- Poseer la titulación o capacitación profesional que habilita para cumplir las condiciones exigibles para el puesto.
- Designar al jefe de obra, como su representación técnica en la obra y que por su titulación o experiencia deberá estar capacitado de acuerdo con las características y la complejidad de la obra.
- Asignar a la obra los medios humanos y materiales necesarios.
- Organizar los trabajos de construcción, redactando los planes de obra necesarios y proyectando o autorizando las instalaciones provisionales y medios auxiliares de la obra.
- Diseñar 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 según la normativa vigente en la materia.
- Seguir las indicaciones e instrucciones del coordinador en materia de seguridad y salud durante la obra y, en su caso, de la dirección facultativa.
- Formalizar las subcontrataciones de ciertas partes o instalaciones de la obra, siguiendo límites establecidos en el contrato.
- Firmar el acta de replanteo o de comienzo y la de recepción de la obra.
- Ordenar y dirigir la ejecución material siguiendo el proyecto, las normas técnicas y las reglas de la buena construcción. Coordina las intervenciones de los subcontratistas.
- Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos constructivos a utilizar, comprobando los preparados en obra y rechazando, por iniciativa propia o por prescripción de agentes cualificados, los suministros o prefabricados que no cumplan con las garantías o documentos de idoneidad precisados por las normas de aplicación.
- Custodiar los libros de órdenes y seguimiento de la obra, los de seguridad y salud y el del control de calidad, en caso de haberlos, y dar el enterado a las anotaciones que en ellos se practiquen.
- Facilitar al técnico competente y con la anterioridad adecuada, los materiales precisos para cumplir el cometido.

- Preparar las certificaciones parciales de obra y la propuesta de liquidación final.
- Suscribir con el promotor las actas de recepción provisional y definitiva.
- Acordar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra.
- Proporcionar al director de obra los datos requeridos para elaborar la documentación de la obra ejecutada.
- Permitir el acceso a la obra de los laboratorios y entidades de control de calidad contratados y homologados para realizar sus funciones.
- Comprometerse con las garantías por daños materiales ocasionados por vicios y defectos de la construcción previstas en el artículo 19 de la LOE.

Artículo 6. Director de obra

Sus obligaciones son:

- Poseer 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 que la cimentación y la estructura proyectada se adecúan a las características geotécnicas del terreno.
- Dirigir la obra coordinándola con el proyecto de ejecución, facilitando su interpretación técnica, económica y estética.
- Acudir a las obras, según su naturaleza y complejidad lo precisen, con la finalidad de resolver las contingencias y consignar en el libro de órdenes y asistencias las instrucciones precisas para interpretar correctamente el proyecto.
- Elaborar, por requerimiento o con la conformidad del promotor, modificaciones eventuales del proyecto que sean necesarias por la marcha de la obra, siempre que estas se adapten a las disposiciones normativas contempladas y observadas en la redacción del proyecto.
- Coordinar, junto al proyectista, el programa de desarrollo 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 de los laboratorios y/o entidades de control de calidad.

- Coordinar la intervención en obra de otros técnicos que, en su caso, colaboren en la dirección en aspectos de su especialidad.
- Otorgar la 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.
- Aportar asesoramiento al promotor durante la construcción y, especialmente, durante la recepción.
- Disponer con el contratista la documentación gráfica y escrita del proyecto definitivamente ejecutado para proporcionárselo al promotor.
- A esta documentación se adjuntará, como mínimo, el acta de recepción, la relación identificativa de los agentes intervinientes durante la edificación, además de la relativa a las instrucciones de uso y mantenimiento del edificio y sus instalaciones, siguiendo la normativa aplicable. Esta documentación, en conjunto, formará el libro del edificio y se entregará a sus usuarios finales.

Artículo 7. Director de la ejecución de obra

Corresponde al técnico competente que, formando parte de la dirección facultativa, asume la función técnica de dirigir la ejecución material de la obra y controlar cualitativa y cuantitativamente la construcción y la calidad de lo edificado. Sus funciones específicas son:

- Poseer 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 posea la titulación profesional habilitante.
- Generar el documento de estudio y análisis del proyecto para realizar los programas de organización y desarrollo de la obra.
- Organizar, teniendo en cuenta el proyecto técnico, el contrato y la normativa técnica de aplicación, el control de calidad y económico de las obras.
- Redactar, cuando sea necesario, el estudio de los sistemas adecuados a los riesgos del trabajo al realizar la obra y aprobar el estudio de seguridad y

salud para su aplicación. También el proyecto de control de calidad de la edificación, desarrollando lo comentado en el proyecto de ejecución.

- Realizar el replanteo de la obra y el acta correspondiente, suscribiéndola en unión del técnico proyectista y del constructor.
- Llevar a cabo una comprobación de las instalaciones provisionales, medios auxiliares y medidas de seguridad y salud en el trabajo, controlando que se han ejecutado correctamente.
- Hacer las pruebas y ensayos de materiales, instalaciones y demás unidades de obra siguiendo las frecuencias de muestreo establecidas en el plan de control, a la vez que efectuar el resto de comprobaciones necesarias para asegurar la calidad constructiva según el proyecto y la normativa técnica aplicable. Informará puntualmente sobre los resultados al constructor, dándole, en su caso, las órdenes correspondientes; de no resolverse la contingencia, tomará las medidas pertinentes, dando cuenta al ingeniero o técnico proyectista.
- Efectuar las mediciones de obra ejecutada y dar conformidad, según lo establecido, a las certificaciones valoradas y la liquidación final de la obra.
- Confirmar la recepción en obra de los elementos constructivos, consignando la realización de ensayos y pruebas precisas.
- Dirigir la ejecución material de la obra comprobando los replanteos, los materiales, la deseable ejecución y disposición de los elementos constructivos y de las instalaciones, siguiendo el proyecto y las instrucciones del director de obra.
- Consignar en el libro de órdenes y asistencias las instrucciones necesarias.
- Suscribir el acta de replanteo o de comienzo de obra y el certificado final de obra, además de realizar y suscribir las certificaciones parciales y la liquidación final de las unidades de obra ejecutadas.
- Contribuir con el resto de agentes en la realización de los documentos de la obra ejecutada, aportando los resultados del control llevado a cabo.

Artículo 8. Coordinador de seguridad y salud

Durante la ejecución de la obra, desarrollará las siguientes funciones:

- Coordinar el empleo de los principios generales de prevención y seguridad.
- Coordinar las actividades para que los contratistas y, en su caso, los subcontratistas y los trabajadores autónomos apliquen coherente y

responsablemente los principios de la acción preventiva recogidos en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra.

- Dar el visto bueno al plan de seguridad y salud realizado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en él.
- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación acertada de los métodos de trabajo.
- Tomar las medidas necesarias para que, únicamente, personal autorizado pueda acceder a la obra. La dirección facultativa asumirá esta función si 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 dan asistencia técnica para la verificación de la calidad del proyecto, los materiales y la ejecución de la obra y sus instalaciones, según el proyecto y la normativa aplicable.

Los laboratorios de ensayos para el control de calidad de la edificación aportan asistencia técnica, realizando ensayos o pruebas de servicio de los materiales, sistemas o instalaciones de una obra de edificación.

Sus obligaciones son:

- Aportar asistencia técnica y otorgar 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 efectuar convenientemente los trabajos contratados, en su caso, mediante la correspondiente acreditación oficial dada por las CC.AA. 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 iniciar la obra, el constructor dejará constancia por escrito de que la documentación es suficiente para la comprensión de toda la obra contratada o, en caso contrario, pedirá las aclaraciones pertinentes.

Artículo 11. Plan de seguridad y salud

El constructor, si el proyecto de ejecución requiere estudio de seguridad y salud, presentará el plan de seguridad y salud de la obra, para su aprobación por parte del ingeniero o técnico competente de la dirección facultativa.

Artículo 12. Proyecto de control de calidad

El constructor podrá disponer del proyecto de control de calidad, en caso de ser necesario para la obra. En él se especificarán las características y requisitos a cumplir por los materiales y unidades de obra, además de los criterios para la recepción de los materiales, en caso de estar avalados o no por sellos de calidad; ensayos, análisis y pruebas a realizar, determinación de lotes y otros parámetros determinados 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 con una mesa o tablero adecuado, donde extender y consultar los planos. En la oficina el contratista tendrá 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, en caso de haberlo.
- El proyecto de control de calidad y su libro de registro, en caso de haberlo.
- 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 debe comunicar a la propiedad la persona designada como su delegado en la obra, que será el jefe de obra de la misma, con dedicación plena y facultades para representarle y tomar en todo momento las decisiones que competan a la contrata.

Sus funciones serán las del constructor, según lo especificado en el artículo 5.

Si las obras lo requieren y así se determina en el pliego de condiciones particulares de índole facultativa, el delegado del contratista pasará a ser un facultativo de grado superior o grado medio, según la situación.

El pliego de condiciones particulares establecerá el personal facultativo o especialista que el constructor deba mantener en la obra como mínimo, y el tiempo de dedicación comprometido.

No cumplir esta obligación o, en general, la falta de cualificación suficiente del personal para los trabajos facultará al técnico competente para dar lugar a la paralización de las obras, sin derecho a reclamación, hasta que se subsane la deficiencia.

Artículo 15. Presencia del constructor en la obra

El propio jefe de obra, o mediante sus técnicos, o encargados estará presente en la jornada legal de trabajo, acompañando al ingeniero o técnico proyectista competente, en las visitas que hagan a las obras, estando disponible para la práctica de los reconocimientos que se precisen y aportando los datos necesarios para la comprobación de mediciones y liquidaciones.

Artículo 16. Trabajos no estipulados expresamente

Es obligación de la contrata el ejecutar cuando sea menester para la buena construcción y aspecto de las obras, aun en el caso de que no se halle expresamente determinado por escrito en el proyecto, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el técnico competente siguiendo los límites de posibilidades que los presupuestos habiliten para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

Si no se especifica 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 por encima del 20% del total y del presupuesto en más de un 10%.

Artículo 17. Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de documentos del proyecto

El constructor podrá exigir al ingeniero o técnico proyectista, las instrucciones o aclaraciones que necesite para la buena interpretación y ejecución del proyecto.

En cuestiones de aclarar, interpretar o modificar preceptos de los pliegos de condiciones o indicaciones de los planos o croquis, las órdenes e instrucciones se comunicarán precisamente por escrito al constructor, el cuál está obligado a su vez a devolver los originales o las copias suscribiendo con su firma el enterado, que constará al pie de todas las órdenes, avisos o instrucciones que reciba el técnico competente.

Cualquier reclamación que considere hacer el constructor en contra de las disposiciones tomadas por éstos, la dirigirá, en un plazo de 3 días, a quién la hubiere dictado, el cual dará al constructor el pertinente recibo, si este lo solicitase.

Artículo 18. Reclamaciones contra las órdenes de la dirección facultativa

Las reclamaciones que considere el contratista frente a las órdenes o instrucciones de la dirección facultativa, sólo podrá presentarlas, a través del ingeniero o técnico competente, ante la propiedad, si son de índole económica y de acuerdo con las condiciones establecidas en los pliegos de condiciones correspondientes.

Contra disposiciones de índole técnica del ingeniero o técnico proyectista, no se admitirán reclamaciones, pudiendo el contratista salvar su responsabilidad, si lo considera, exponiendo razonadamente 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 casos de desobediencia a sus instrucciones, manifiesta incompetencia o negligencia grave que comprometan o perturben la realización de los trabajos, podrá exigir al contratista que retire de la obra a los dependientes u operarios causantes de la perturbación.

Artículo 20. Subcontratas

El contratista tendrá la posibilidad de subcontratar capítulos o unidades de obra a otros contratistas e industriales, con sujeción en su caso, a lo establecido 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 forman parte del 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 cumpliendo 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 generen el incumplimiento de los requisitos de la LOE.

El constructor también se responsabilizará 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 podrá exigirse de forma personal e individualizada, tanto por actos u omisiones de propios, como de personas por las que se deba responder.

Sin embargo, cuando se pueda individualizar la causa de los daños materiales o quede correctamente probada la concurrencia de culpas sin que pueda especificarse el grado de intervención de cada agente en el daño producido, la responsabilidad se exigirá solidariamente. En todo caso, el promotor ha de responder solidariamente con los demás agentes intervinientes 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 establecida 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 se haya contratado en conjunto con más de un proyectista, estos responderán solidariamente.

Los proyectistas que contraten los cálculos, estudios, dictámenes o informes de otros profesionales, serán de forma directa responsables de los daños derivados de su insuficiencia, incorrección o inexactitud, sin perjuicio de la repetición que pudieran ejercer contra sus autores.

El constructor responderá de forma directa de los daños materiales causados en el edificio por vicios o defectos derivados de la impericia, ausencia de capacidad profesional o técnica, negligencia o incumplimiento de las obligaciones del jefe de obra y el resto de las personas físicas o jurídicas que dependan de él.

Cuando el constructor subcontrate con otras personas físicas o jurídicas la ejecución de ciertas partes de la obra, será responsable de forma directa 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 se harán responsables de la veracidad y exactitud de dicho documento.

Quien acepte la dirección de una obra en la que el proyecto no haya elaborado por él mismo, deberá asumir las responsabilidades derivadas de las omisiones, deficiencias o imperfecciones del proyecto, sin perjuicio de la repetición que pudiera corresponderle frente al proyectista.

Cuando la dirección de obra sea contratada como conjunto de más de un técnico, estos responderán solidariamente sin perjuicio de la distribución que les corresponda.

No se exigirán responsabilidades por daños a los agentes que intervengan en el proceso de la edificación, si es probado que se deben a un caso fortuito, fuerza mayor, acto de tercero o por el propio perjudicado por el daño.

Las responsabilidades de 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 por ambas partes, 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 los accesos a la obra, el cerramiento o el vallado y su mantenimiento mientras se ejecute la obra y el técnico competente podrá exigir su modificación o mejora.

Artículo 24. Replanteo

El constructor comenzará las obras con el replanteo en el terreno, señalando las principales referencias que mantendrá como base de posteriores replanteos parciales. Estos trabajos estarán a cargo del contratista e incluidos en su oferta.

El replanteo será sometido a la aprobación del ingeniero o técnico competente y, una vez dada la conformidad, realizará un acta con un plano que deberá aprobar 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 iniciará las obras en el plazo indicado en el pliego de condiciones particulares, desarrollándolas lo menester para que dentro del período parcial señalado se hayan ejecutado los trabajos correspondientes y, en consecuencia, la ejecución total esté dentro del plazo exigido en el contrato.

De forma obligatoria y por escrito, el contratista dará cuenta al técnico competente del inicio de los trabajos con al menos una antelación de 3 días.

Artículo 26. Orden de los trabajos

Por lo general, determinar el orden de los trabajos corresponde a la contrata, salvo cuando, por circunstancias de orden técnico, estime conveniente su variación la dirección facultativa.

Artículo 27. Facilidades para otros contratistas

Según lo requerido por la dirección facultativa, el contratista general deberá dar todas las facilidades razonables para poder llevar a cabo los trabajos que le sean adjudicados a todos los demás contratistas de la obra. Ello sin perjuicio de las compensaciones económicas a que haya lugar entre contratistas por uso de medios auxiliares o suministros de energía u otros conceptos.

En situación de litigio, ambos contratistas responderán a lo que determine la dirección facultativa.

Artículo 28. Ampliación del proyecto por causas imprevistas

En el caso de ser necesario, por un imprevisto o cualquier accidente, ampliar el proyecto, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones dadas por el técnico competente o tramitando el proyecto reformado.

El constructor tiene la obligación de realizar con su personal y sus materiales cuanto la dirección de las obras disponga para apeos, apuntalamientos, derribos, recalzos o cualquier obra de carácter urgente, anticipando de momento este servicio, del cual el importe le será consignado en un presupuesto adicional o abonado de forma directa, según lo acordado.

Artículo 29. Prórroga por causa de fuerza mayor

En situación de causa de fuerza mayor o independiente de la voluntad del constructor, si no pudiese comenzar las obras, o tuviese que suspenderlas, o no le fuera posible finalizarlas en los plazos prefijados, se le concederá una prórroga proporcionada para cumplir la contrata, previo informe favorable del técnico competente. Para ello, el constructor hará constar, en un escrito dirigido al técnico competente, la causa que dificulta la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que tendría lugar en los plazos acordados, razonando adecuadamente 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 al no cumplir los plazos de obras estipulados, alegando como motivo la carencia de planos u órdenes de la dirección facultativa, a excepción de haberlo solicitado por escrito y no habérselo proporcionado.

Artículo 31. Condiciones generales de ejecución de los trabajos

Todos los trabajos serán realizados siguiendo estrictamente el proyecto, sus modificaciones previamente aprobadas y las órdenes e instrucciones que bajo su responsabilidad y por escrito entreguen el técnico competente, dentro de las limitaciones presupuestarias y conforme a lo especificado en el artículo 16.

Artículo 32. Documentación de obras ocultas

De todos los trabajos y unidades de obra que deban quedar ocultos a la terminación del edificio, se harán los planos precisos para que queden perfectamente definidos; estos documentos se triplicarán. Estos planos, debidamente acotados, serán considerados documentos indispensables e irrecusables para realizar las mediciones.

Artículo 33. Trabajos defectuosos

El constructor debe utilizar los materiales que cumplan las condiciones requeridas en las condiciones generales y particulares técnicas del pliego de condiciones y hará todos los trabajos contratados de acuerdo con lo establecido en dicho documento.

Por ello, y hasta la recepción definitiva del edificio, es responsable de la ejecución de los trabajos contratados y de las faltas y defectos que puedan existir por su mala ejecución o por la falta de calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que le exonere de responsabilidad el control del técnico competente, ni tampoco el que estos trabajos hayan sido valorados en las certificaciones parciales de obra, que siempre se entenderán extendidas y abonadas a buena cuenta.

Consecuentemente a lo anteriormente expresado, cuando el técnico competente encuentre vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales empleados o los aparatos colocados no cumplen las condiciones preceptuadas, ya sea durante la ejecución de los trabajos, o finalizados éstos, y previamente a verificarse la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas según lo contratado, y todo ello a expensas de la contrata. Si ésta no estimase justa la decisión y se negara a la demolición y reconstrucción ordenadas, se expondrá la cuestión ante el ingeniero o técnico competente de la obra, encargado de resolverla.

Artículo 34. Vicios ocultos

Si el técnico competente tuviera razones suficientes para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras realizadas, mandará efectuar en cualquier tiempo, y antes de la recepción definitiva, los ensayos, destructivos o no, que considere necesarios para reconocer los trabajos supuestamente defectuosos, dando cuenta de la circunstancia al técnico responsable.

Los gastos que tengan lugar serán de cuenta del constructor, siempre que los vicios sean ciertos, en caso contrario serán a cargo de la propiedad.

Artículo 35. Materiales y aparatos. Procedencia

El constructor es libre de proveerse de los materiales y aparatos de todo tipo en los puntos que le convengan, excepto que el pliego particular de condiciones técnicas preceptúe una procedencia determinada.

De forma obligatoria, y antes de su empleo o acopio, el constructor deberá entregar al técnico competente una lista completa de los materiales y aparatos que vaya a utilizar en la que estén 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 entregará las muestras de los materiales siempre con el tiempo de antelación previsto en el calendario de la obra.

Artículo 37. Materiales no utilizables

El constructor transportará y colocará, agrupando de forma ordenada y en el lugar correcto, los materiales de las excavaciones, derribos, etc., que no sean utilizables en la obra.

Serán retirados o llevados al vertedero, cuando así lo establezca el pliego de condiciones particulares vigente en la obra.

Si no se hubiese preceptuado nada sobre el particular, se quitarán de ella cuando sea ordenado por el técnico competente, pero acordando previamente con el

constructor su justa tasación, contando con el valor de dichos materiales y los gastos de su transporte.

Artículo 38. Materiales y aparatos defectuosos

En caso de que los materiales, elementos de instalaciones o aparatos no fueran de la calidad prescrita en este pliego, o no tuviesen la preparación en él exigida o, a falta de prescripciones formales de aquel, se reconociera o demostrara su no adecuación para su objeto, el técnico responsable, ordenará al constructor sustituirlos por otros que cumplan las condiciones o llenen el objeto.

Si a los 15 días el constructor no cumple la orden de retirar los materiales que no estén en condiciones, podrá hacerlo la propiedad cargando el gasto a la contrata.

En caso de que los materiales, elementos de instalaciones o aparatos fueran defectuosos, pero aceptables a juicio del ingeniero o técnico competente, serán recibidos con la rebaja del precio que aquel determine, salvo que el constructor prefiera sustituirlos por otros en condiciones.

Artículo 39. Gastos ocasionados por pruebas y ensayos

Todos aquellos gastos debidos a las pruebas y ensayos de materiales o elementos relacionados con la ejecución de las obras serán a cuenta de la contrata.

Todo aquel ensayo que no haya sido satisfactorio o que no aporte suficientes garantías podrá realizarse de nuevo a cargo del mismo.

Artículo 40. Limpieza de las obras

El constructor está obligado a mantener limpias las obras y sus alrededores de escombros y materiales sobrantes. También de hacer desaparecer las instalaciones provisionales innecesarias, así como adoptar las medidas y ejecutar todos los trabajos necesarios para el buen aspecto de la obra.

Artículo 41. Obras sin prescripciones

En la realización de trabajos de la construcción de las obras y para los cuales no haya prescripciones concretas en este pliego ni en el resto de documentos del proyecto, el constructor se atenderá, en primer lugar, a las instrucciones dictadas

por la dirección facultativa de las obras y, en segundo término, a las reglas y prácticas de la buena construcción.

1.2.5. Recepción de edificios y hojas anejas

Artículo 42. Acta de recepción

En la recepción de la obra, el constructor, una vez concluida, la entrega al promotor y éste la acepta. Puede realizarse con o sin reservas y debe abarcar toda la obra o fases completas y terminadas de esta, cuando así sea acordado.

Debe consignarse en un acta firmada, mínimamente, por el promotor y el constructor, y en ella constarán:

- Partes intervinientes.
- Fecha del certificado final de toda la obra o de la fase completa y terminada de la misma.
- Coste final de la ejecución material de la obra.
- Declaración de la recepción de la obra con o sin reservas, especificándolas, en su caso, objetivamente, y el plazo en el que subsanar los defectos encontrados. Una vez hecho, se hará constar en un acta aparte, suscrita por los firmantes de la recepción.
- Garantías en caso de que se exijan al constructor para asegurar sus responsabilidades.
- Adjuntado, 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 también los documentos justificativos del control de calidad efectuado.

Podrá rechazarse la recepción de la obra por el promotor si la considera no finalizada o no adecuada a las condiciones del contrato. Deberá hacerse por escrito en el acta, en la que será fijado el nuevo plazo para efectuar la recepción.

Salvo que se pacte lo contrario, la recepción será dentro de los 30 días siguientes a la fecha de su finalización, acreditada en el certificado final de obra, plazo que será contado a partir de la notificación por escrito al promotor. La recepción se dará tácitamente por realizada si a los 30 días el promotor no manifestara reservas o rechazo por escrito.

Artículo 43. Recepción provisional

Será realizada con la intervención de la propiedad, del constructor, del ingeniero o técnico competente. También con los restantes técnicos que hubieran participado en la dirección con función propia en aspectos parciales o unidades especializadas.

Al realizar un detenido reconocimiento de las obras, se desarrollará un acta con tantas copias como intervinientes y firmadas por todos. Desde esta comenzará el plazo de garantía, en caso de encontrarse las obras en estado de ser admitidas. A continuación, los técnicos de la dirección facultativa extenderán el correspondiente certificado de final de obra.

Cuando se encuentren en estado de no ser recibidas, deberá constar en el acta y el constructor recibirá las instrucciones necesarias para remediar los defectos observados, fijando un plazo para arreglarlo, expirado el cual, se hará un nuevo reconocimiento con la finalidad de proceder a la recepción provisional de la obra.

En caso de que el constructor no cumpla, podrá darse por resuelto el contrato con pérdida de la fianza.

Artículo 44. Documentación final

El técnico competente, junto al contratista y los técnicos intervinientes en la obra, desarrollarán los documentos finales de las obras, que se facilitarán a la propiedad. Estos se adjuntarán al acta de recepción con la relación identificativa de los agentes intervinientes durante la edificación, al igual que la referente a las instrucciones de uso y mantenimiento del edificio y sus instalaciones, siguiendo la normativa aplicable. Estos documentos formarán el libro del edificio, siendo encargado por el promotor y entregado a los usuarios finales del edificio.

Esta documentación se divide en:

- Documentación de seguimiento de obra. Dicha documentación según el CTE se compone de:
 - Libro de órdenes y asistencias, según lo indicado 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 pertinentemente autorizadas por el director de la obra.
- Licencia de obras, de apertura del centro de trabajo y, en caso de ser necesario, de otras autorizaciones administrativas.

Esta será depositada por el director de la obra en su colegio.

– Documentación de control de obra:

Su recopilación es responsabilidad del director de ejecución de obra y se compone de:

- Documentación de control, que debe cumplir lo establecido en el proyecto, más sus anejos y modificaciones.
- Documentación, instrucciones de uso y mantenimiento, garantías de los materiales y suministros, que debe proporcionarlas el constructor, siendo recomendable recordárselo fehacientemente. Si es necesaria, documentación de calidad de las unidades de obra, dispuesta por el constructor y autorizada por el director de ejecución en su correspondiente colegio profesional.

– Certificado final de obra:

Deberá seguir el modelo publicado en el Decreto 462/1971, de 11 de marzo, en donde el director de la ejecución de la obra certificará su dirección de la ejecución material de las obras y haber controlado cuantitativa y cualitativamente la construcción y la calidad de lo edificado según el proyecto, la documentación técnica que lo desarrolla y las normas de buena construcción.

El director de la obra certificará que la edificación se ha hecho bajo su dirección, según el proyecto objeto de la licencia y la documentación técnica complementaria, hallándose disponible para su adecuada utilización con arreglo a las instrucciones de uso y mantenimiento. Al certificado final de obra se le añadirán como anejos los siguientes documentos:

- Descripción de las modificaciones que, de acuerdo con el promotor, se hubieran realizado durante la obra, dejando constancia de su compatibilidad con las condiciones de la licencia.
- Relación de los controles hechos.

Artículo 45. Medición definitiva de los trabajos y liquidación provisional de la obra

Al recibirse provisionalmente las obras, se procederá de inmediato por el técnico competente a su medición definitiva, con la precisa asistencia del constructor o de su representante. Se extenderá la oportuna certificación por triplicado que, al aprobarse por el técnico competente con su firma, servirá para el abono por la propiedad del saldo que resulte salvo la cantidad retenida en concepto de fianza (según lo estipulado en la LOE).

Artículo 46. Plazo de garantía

Ha de estipularse en el pliego de condiciones particulares y nunca deberá estar por debajo de los 9 meses (1 año en contratos con las administraciones públicas).

Artículo 47. Conservación de las obras recibidas provisionalmente

Los gastos de conservación durante la garantía entre las recepciones provisional y definitiva estarán a cargo del contratista.

En caso de que el edificio sea ocupado o utilizado antes de la recepción definitiva, la guardería, limpieza y reparaciones causadas por el uso irán a cargo del propietario y las reparaciones por vicios de obra o defectos en las instalaciones, estarán a cargo de la contrata.

Artículo 48. Recepción definitiva

Será verificada una vez pase el plazo de garantía de la misma forma y con las formalidades análogas que la provisional, a partir de cuya fecha terminará la obligación del constructor de reparar a su cargo los desperfectos inherentes a la normal conservación de los edificios y permanecerán sólo subsistentes todas las responsabilidades que pudieran involucrarle por vicios de la construcción.

Artículo 49. Prórroga del plazo de garantía

Si al realizar el reconocimiento para la recepción definitiva, no se encontrara en las condiciones pertinentes, se atrasará dicha recepción y el técnico competente indicará al constructor los plazos y formas en que tendrán que realizarse las obras necesarias y, de no cumplirlos, podrá resolverse el contrato perdiéndose la fianza.

Artículo 50. Recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida

Si se da el caso de resolución del contrato, el contratista deberá retirar, en el plazo que indique el pliego de condiciones particulares, la maquinaria, medios auxiliares, instalaciones, etc., resolver los subcontratos que tuviese concertados y cesar la obra en unas condiciones con las que pueda reanudarla otra empresa.

Las obras y trabajos finalizados por completo serán recibidos de forma provisional siguiendo los trámites descritos en este pliego de condiciones. Tras el plazo de garantía, se recibirán definitivamente según lo dicho en este pliego.

Para obras y trabajos no determinados, pero en estado aceptable según el técnico competente director, se realizará la única y definitiva recepción.

1.3. Disposiciones económicas

Artículo 51. Principio general

Todos los intervinientes en la construcción tienen derecho a percibir puntualmente las cantidades devengadas por su correcta actuación, siguiendo las condiciones contractualmente establecidas.

La propiedad, el contratista y, si es el caso, los técnicos, pueden reclamarse 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 misma proporción.

El porcentaje de aplicación para el depósito o la retención será fijado en el pliego de condiciones particulares.

Artículo 53. Ejecución de los trabajos con cargo a la fianza

En caso de negarse el contratista a hacer por su propia cuenta los trabajos precisos para terminar la obra según lo contratado, el técnico competente director, en

nombre y representando al propietario, los ordenará realizar a un tercero, o, podrá ejecutarlos 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 fuera suficiente para cubrir los gastos realizados en las unidades de obra que no fuesen de recibo.

Artículo 54. Devolución de fianzas

La fianza retenida se devolverá al contratista en un plazo no mayor a 30 días una vez se firme el acta de recepción definitiva de la obra. La propiedad podrá exigir que el contratista le acredite la liquidación y finiquito de sus deudas debidas a 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 aceptase hacer recepciones parciales, estando el técnico competente director de acuerdo, tendrá derecho el contratista a que le sea devuelta la parte proporcional de la fianza.

1.3.1. Precios

Artículo 56. Composición de los precios unitarios

Los precios de las distintas unidades de obra se calculan sumando los costes directos, indirectos, gastos generales y beneficio industrial.

- Costes directos:
 - Mano de obra, con sus pluses, cargas y seguros sociales, interviniente en la ejecución de la unidad de obra.
 - Materiales con los precios a pie de obra, que se integren en la unidad correspondiente o que sean necesarios para su ejecución.
 - Equipos y sistemas técnicos de seguridad y salud para prevenir y proteger de accidentes y enfermedades profesionales.
 - Gastos de personal, combustible, energía, etc., por el accionamiento o funcionamiento de máquinas e instalaciones en la ejecución de la unidad de obra.
 - Gastos de amortización y conservación de la maquinaria, instalaciones, sistemas y equipos citados previamente.
- Costes indirectos:

Instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorios, seguros, etc., personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos. Se establecerán en un porcentaje de los directos.

- Gastos generales:

De empresa, financieros, cargas fiscales y tasas de la administración, legalmente establecidas. Se establecerán como un porcentaje de la suma de costes directos e indirectos.

- Beneficio industrial:

Del contratista, está establecido en el 6% sobre la suma de las anteriores partidas en obras para la administración.

- Precio de ejecución material:

Resultado de la suma de estos conceptos menos el beneficio industrial.

Artículo 57. Precio de contrata

Si los trabajos a realizar en un edificio u obra aneja se contratasen a riesgo y ventura, se entiende por precio de contrata el coste total de la unidad de obra, es decir, el precio de ejecución material, además del porcentaje sobre este último precio en concepto de beneficio industrial del contratista. El beneficio suele ser del 6%, salvo que conste otro en las condiciones particulares.

Artículo 58. Precios contradictorios

Se producirán sólo si la propiedad por medio del técnico competente decide introducir unidades o cambios de calidad, o cuando sea menester afrontar alguna circunstancia imprevista.

El contratista estará obligado a efectuar los cambios.

Si no se llega a un acuerdo, el precio será resuelto contradictoriamente entre el técnico competente y el contratista con anterioridad a empezar la ejecución de los trabajos y en el plazo estipulado en el pliego de condiciones particulares. Si se mantiene la diferencia, se acudirá primero al concepto más análogo dentro del cuadro de precios del proyecto, y después al banco de precios más frecuente en la localidad. Los contradictorios que haya se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del contrato.

Artículo 59. Reclamación de aumento de precios

Si el contratista, antes de firmar el contrato, no reclama ni hace la observación oportuna, no podrá en caso de error u omisión reclamar un aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que haga de base para la ejecución de las obras.

Artículo 60. Formas tradicionales de medir y aplicar los precios

Nunca 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 obra ejecutadas, se estará a lo previsto, primero, al pliego general de condiciones técnicas y, después, 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.

En caso de haber variaciones en alza superiores a este porcentaje, se hará la pertinente revisión siguiendo la fórmula del 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 está obligado a ejecutar los acopios de materiales o aparatos de obra que la propiedad haya requerido por escrito.

Los materiales acopiados, una vez abonados por el propietario, son de su exclusiva propiedad. De su guarda y conservación será responsable el contratista.

1.3.2. Obras por administración*Artículo 63. Administración*

Las obras por administración son aquellas en las que las gestiones necesarias para hacerlas las lleva directamente el propietario, él mismo, un representante suyo o bien por mediación de un constructor.

– Obras por administración directa:

En ellas, el propietario por sí mismo o mediante un representante suyo, que puede ser el propio técnico director, expresamente autorizado a estos efectos, lleve directamente las gestiones necesarias para ejecutar la obra, adquiriendo los materiales, contratando su transporte e interviniendo directamente en todas las operaciones necesarias para que el personal y los obreros contratados por él puedan hacerla; en estas obras el constructor, en caso de haberlo, o el encargado de su realización, es dependiente del propietario, como su empleado 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:

Aquella en la que convienen un propietario y un constructor para que éste, por cuenta de aquel y como su delegado, desempeñe las gestiones y los trabajos necesarios y convenientes.

Por lo tanto, sus características peculiares son las siguientes:

- Por parte del propietario, está obligado a abonar directamente, o mediante el constructor, todos los gastos inherentes a la realizar los trabajos convenidos, reservándose el propietario la facultad de poder ordenar, él mismo o mediante el técnico director en su representación, el orden y la marcha de los trabajos, la elección de los materiales y aparatos que deben emplearse y todos los elementos que considere para regular la realización de los trabajos.
- Por parte del constructor, está obligado a llevar la gestión práctica de los trabajos, con sus conocimientos constructivos, los medios auxiliares precisos y todo lo que sea necesario para ejecutar los trabajos, percibiendo 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 liquidar los trabajos ejecutados por administración delegada o indirecta, se seguirán las normas al respecto establecidas en las condiciones particulares referentes a lo económico vigentes en la obra; en ausencia 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 realizados por el técnico competente:

- Facturas originales de los materiales obtenidos para los trabajos y el documento que justifique el depósito o el empleo de dichos materiales.
- Nóminas de los jornales abonados, ajustadas a la legislación vigente, concretando 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 participado en la obra durante el plazo a que correspondan las nóminas presentadas.
- Facturas originales de los transportes de materiales utilizados en la obra o de retirada de escombros.
- Recibos de licencias, impuestos y el resto de cargas inherentes a la obra que haya pagado o en cuya gestión haya formado parte el constructor, ya que su abono es de cuenta del propietario.

A todos los gastos de la obra en cuya gestión o pago haya intervenido el constructor se le aplicará, salvo existencia de un convenio especial, un 15%, entendiéndose que en él 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 que se pacte de forma distinta, los abonos al constructor de las cuentas de administración delegada los hará el propietario cada mes según las partes de trabajos hechos aprobados por el propietario o por su delegado representante.

De forma independiente, el técnico competente, con la misma periodicidad, la medición de la obra realizada, valorándola con arreglo al presupuesto aprobado.

Estas valoraciones no afectarán a los abonos al constructor, salvo que se pactase.

Artículo 66. Normas para la adquisición de los materiales

Si al constructor se le autoriza para gestionar y adquirir materiales y aparatos, deberá presentar al propietario, o el técnico competente representándole, los precios y muestras de los ofrecidos, necesitando ser aprobados para adquirirlos.

Artículo 67. Rendimiento de los obreros

Si de los partes mensuales de obra ejecutada que ha de presentar el constructor al ingeniero o técnico director, éste notase que los rendimientos de la mano de obra fuesen notablemente inferiores a los normales, por lo general admitidos para unidades de obra iguales o similares, se lo hará saber por escrito al constructor, con la finalidad de que haga las gestiones necesarias para subir la producción en la cuantía señalada por el ingeniero o técnico director.

Si al notificar al constructor, en los meses siguientes, los rendimientos no alcanzasen los normales, el propietario queda facultado para resarcirse de la diferencia, bajando su importe del 15% que por lo previamente expresado correspondería abonarle al constructor en las liquidaciones quincenales que preceptivamente deben efectuársele. Si no llegaran ambas partes a un acuerdo sobre los rendimientos de la mano de obra, se someterá a arbitraje.

Artículo 68. Responsabilidad del constructor

En los trabajos de obras por administración delegada, el constructor será únicamente responsable de los defectos constructivos de 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 tomar las medidas pertinentes que en las disposiciones legales vigentes se establecen. En cambio, y salvo lo mencionado en el artículo 67, no será su responsabilidad el mal resultado que pudiesen dar los materiales y aparatos elegidos con arreglo a las normas establecidas en dicho artículo.

Según lo dicho anteriormente, el constructor tiene la obligación de reparar por su cuenta los trabajos defectuosos y responder de los accidentes o perjuicios mencionados en el párrafo previo.

*1.3.3. Valoración y abono de los trabajos**Artículo 69. Formas de abono de las obras*

Según el modo que se elija para contratar las obras, y excepto que en el pliego particular de condiciones económicas se establezca algo distinto, el abono de los trabajos se realizará así:

- Tipo fijo o tanto alzado total: se abonará la cifra que se haya fijado previamente como base de la adjudicación, disminuida en su caso en el importe de la baja realizada por el adjudicatario.
- Tipo fijo o tanto alzado por unidad de obra: este es invariable y está fijado de antemano, pudiendo variar solo el número de unidades ejecutadas.

Midiendo previamente y aplicando al total de todas las unidades de obra realizadas, del precio invariable establecido de antemano para cada una de ellas, se abonará al contratista el importe de las englobadas en los trabajos hechos y ultimados con arreglo y sujeción a la documentación que constituye el proyecto, la que servirá de base para la medición y valoración de las unidades.

- Tanto variable por unidad de obra. Dependiendo de las condiciones en que se realice y los materiales diversos utilizados en su ejecución siguiendo las órdenes del técnico director.
- Se abonará al contratista en las mismas condiciones que el caso anterior.
- Por listas de jornales y recibos de materiales, autorizados en la forma que este pliego general de condiciones económicas establece.
- Por horas de trabajo, realizado en las condiciones contratadas.

Artículo 70. Relaciones valoradas y certificaciones

En cada época o fecha que se fije en el contrato o en los pliegos de condiciones particulares de la obra, hará el contratista una relación valorada de las obras realizadas 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 que corresponda para cada unidad de obra, los precios indicados en el presupuesto para cada una, teniendo en cuenta también lo establecido en este pliego general de condiciones económicas con relación a mejoras o sustituciones de material y a las obras accesorias y especiales, etc.

Al contratista, que podrá estar presente en las mediciones que hagan falta para extender dicha relación, el técnico le facilitará los datos de la relación valorada, junto con una nota de envío, con el objetivo de que, en el plazo de 10 días desde la fecha del recibo de dicha nota, pueda el contratista examinarlos y devolverlos firmados dando su conformidad o haciendo las observaciones o reclamaciones que estime oportunas.

En los 10 días tras su recibo, el técnico director aceptará o rechazará las reclamaciones del contratista en caso de haberlas, haciéndole saber su resolución, pudiendo éste, en el segundo caso, acudir al propietario contra la resolución del técnico director en la forma establecida en los pliegos generales de condiciones facultativas y legales.

Teniendo de base la relación valorada del párrafo previo, expedirá el técnico director la certificación de las obras ejecutadas. De su importe se deducirá el % que para la construcción de la fianza se haya preestablecido.

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 consten en la documentación del proyecto, sin afectarlos del % de contrata.

Las certificaciones serán remitidas al propietario, en el mes siguiente al período referido, y tendrán el carácter de documento y entregas a buena cuenta, sujetas a las rectificaciones y variaciones derivadas de la liquidación final, no suponiendo tampoco dichas certificaciones aprobación ni recepción de las respectivas obras.

Las relaciones valoradas contendrán únicamente la obra ejecutada en el plazo referido en la valoración. Si el técnico director lo exigiera, las certificaciones se extenderán al origen.

Artículo 71. Mejoras de obras libremente ejecutadas

Si el contratista, aun con autorización del técnico director, empleara materiales de más esmerada preparación o mayor tamaño que el del proyecto o sustituyese una clase de fábrica con otra de mayor precio o ejecutara con mayores dimensiones cualquier parte de la obra, o, en general, hiciera en ella y sin pedírsela, cualquier otra modificación beneficiosa a juicio del técnico director, no

tendrá derecho más que al abono de lo correspondiente a si hubiese construido siguiendo lo estrictamente proyectado y contratado.

Artículo 72. Abono de los trabajos presupuestados con partidaalzada

Salvo lo establecido en el pliego de condiciones particulares económicas, vigente en la obra, el abono de los trabajos presupuestados en partidaalzada se hará siguiendo el procedimiento correspondiente de los siguientes:

- Si hay precios contratados para unidades de obras idénticas, las presupuestadas mediante partidaalzada, se abonarán previa medición y aplicación del precio establecido.
- Si hay precios contratados para unidades de obra parecidas, se establecerán precios contradictorios para las unidades con partidaalzada, deducidos de los contratados parecidos.
- Si no hay precios contratados para unidades de obra idénticas o parecidas, la partidaalzada se abonará íntegramente al contratista, a excepción de que en el presupuesto de la obra conste que el importe de la partida debe justificarse, en cuyo caso el técnico director expresará al contratista y con anterioridad a su ejecución, el procedimiento a seguir para llevar dicha cuenta, que realmente será de administración, valorándose los materiales y jornales a los precios que consten en el presupuesto aprobado o, en su defecto, a los que antes de la ejecución convengan las dos partes, aumentando su importe total con el % que se establezca 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

Si fuese necesario hacer agotamientos, inyecciones y otros trabajos de cualquier índole especial y ordinaria que, al no estar contratados no sean de cuenta del contratista, y si no se contratasen con tercera persona, el contratista estará obligado a realizarlos y satisfacer todos los gastos que ocasionen, los cuales abonará el propietario por separado de la contrata.

Aparte de reintegrar de forma mensual estos gastos al contratista, se le abonará juntamente con ellos el % del importe total que, en su caso, sea especificado en el pliego de condiciones particulares.

Artículo 74. Pagos

Los pagos los hará el propietario en los plazos anteriormente establecidos, y su importe será el 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

Realizada la recepción provisional y si durante el tiempo de garantía se hubieran realizado trabajos cualesquiera, para su abono se procederá de esta manera:

- Si los trabajos a realizar vinieran concretados en el proyecto, y sin justificación no se hubieran hecho por el contratista a su debido tiempo; y el técnico director exigiera hacerlos durante el plazo de garantía, serán valorados a los precios que consten en el presupuesto y abonados siguiendo lo establecido en los pliegos particulares o en su defecto en los generales, si dichos precios fueran menores a los de la época de su realización; en caso contrario, se aplicarán estos últimos.
- Si se han hecho trabajos precisos para reparar desperfectos por el uso del edificio, por haberlo utilizado durante el plazo el propietario, se valorarán y abonarán a los precios del día, anteriormente acordados.
- Si se han hecho trabajos para reparar desperfectos ocasionados por deficiencia de la construcción o de la calidad de los materiales, no abonarán nada 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 dispondrá en un tanto por mil del importe total de los trabajos contratados, por cada día natural que haya de retraso, contando desde el día de terminación del calendario de obra, salvo lo establecido en el pliego particular de este 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 hiciera el pago de las obras ejecutadas, en el mes siguiente al correspondiente en el plazo convenido, el contratista contará además con el

derecho de percibir el abono de un 5% anual (o lo definido en el pliego particular), como intereses de demora, durante el tiempo del retraso y sobre el importe de la mencionada certificación.

Si pasaran 2 meses tras terminar el plazo de 1 mes sin hacerse dicho pago, el contratista tendrá derecho a la resolución del contrato, pasando a la liquidación de las obras realizadas y de los materiales acopiados, siempre que reúnan las condiciones preestablecidas y que su cantidad no supere la necesaria para la finalización de la obra contratada o adjudicada.

No obstante, de lo antes expuesto, será rechazada toda solicitud de resolución del contrato fundada en dicha demora de pagos, cuando el contratista no justifique que en la fecha de la solicitud ha invertido en obra o en materiales acopiados admisibles la parte de presupuesto que corresponde al plazo de ejecución del contrato.

Artículo 78. Mejoras aumentos y/o reducción de obra

No serán admitidas mejoras de obra, salvo en el caso de que el técnico director haya exigido por escrito la realización de trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos contratados.

No se admitirán aumentos de obra en las unidades del contrato, a excepción de error en las mediciones del proyecto salvo que el arquitecto director exija, también por escrito, la ampliación de las contratadas.

En todos estos casos será imprescindible 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 impliquen sobre el importe de las unidades contratadas.

Será seguido el mismo criterio y procedimiento, cuando el técnico director introduzca innovaciones que conlleven una bajada apreciable en los importes de las unidades de obra contratadas.

Artículo 79. Unidades de obra defectuosas, pero aceptables

Si fuera menester valorar una obra defectuosa, pero aceptable a juicio del técnico director de las obras, éste decidirá el precio o partida de abono tras escuchar al contratista, que deberá conformarse con la resolución, salvo que, estando dentro del plazo de ejecución, tenga preferencia por demolerla y rehacerla con arreglo a condiciones, sin sobrepasar dicho plazo.

Artículo 80. Seguro de las obras

El contratista deberá asegurar la obra contratada el tiempo que dure su ejecución hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidirá con el valor que tengan por contrata los objetos asegurados en cada momento.

El importe abonado por la sociedad aseguradora, si hay 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 se vaya haciendo.

El reintegro de dicha cantidad al contratista se hará por certificaciones, como los demás trabajos de la construcción. En ningún caso, salvo que el contratista esté conforme, hecho en documento público, el propietario podrá usar dicho importe para menesteres que no sean el de reconstrucción de la parte siniestrada.

Infringir lo previamente dicho será suficiente para que el contratista pueda resolver el contrato, con devolución de fianza, abono completo de gastos, materiales acopiados, etc., y una indemnización que equivalga al importe de los daños causados al contratista por el siniestro y que no se le hubiesen abonado, pero sólo en proporción equivalente a la indemnización abonada por la compañía aseguradora, respecto al importe de los daños debidos al siniestro, que serán tasados a estos efectos por el técnico director.

En obras de reforma o reparación, se establecerá con anterioridad la parte de edificio que debe asegurarse y su cuantía, y si nada se prevé, se entenderá que el seguro ha de abarcar toda la porción del edificio afectada por la obra.

Los riesgos asegurados y las condiciones que consten en la póliza o pólizas de seguros, los pondrá el contratista, antes de contratarlos, en conocimiento del propietario, para recabar su previa conformidad o reparos.

Además, se deben 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 no atiende a su obligación de la conservación de la obra durante la garantía, si el edificio no ha sido ocupado por el propietario antes de la recepción definitiva, el técnico director, representando al propietario, podrá disponer todo lo menester para que se atienda a la guardería, limpieza y todo lo necesario para su buena conservación, abonándose por cuenta de la contrata.

Al abandonar el contratista el edificio, por buena terminación de las obras o por resolución del contrato, debe dejarlo desocupado y limpio en el plazo que el técnico director establezca.

Tras la recepción provisional del edificio y si la conservación del edificio corre a cargo del contratista, no deberá haber en él más herramientas, útiles, materiales, muebles, etc., que los necesarios para su guardería, limpieza y los trabajos que hubiera que ejecutar.

Ocupado o no el edificio, el contratista debe revisar y reparar la obra, durante el plazo establecido, procediendo según lo previsto en este pliego de condiciones económicas.

Artículo 82. Pagos de arbitrios

El pago de impuestos y arbitrios en general, municipales o de distinto origen, sobre vallas, alumbrado, etc., que debe abonarse durante la ejecución de las obras y por conceptos inherentes a los propios trabajos que se llevan a cabo, irán a cargo de la contrata, siempre que en las condiciones particulares del proyecto no conste lo contrario.

2. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES

2.1. Preinscripciones sobre los materiales

2.1.1. Condiciones generales

Artículo 1. Calidad de los materiales

Todos y cada uno de los materiales a utilizar en la obra serán de primera calidad y cumplirán las condiciones exigidas vigentes con relación a materiales y prototipos de construcción.

Artículo 2. Pruebas y ensayos de materiales

Todos los materiales a los que hace referencia este capítulo podrán someterse a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, que se estimen oportunos para acreditar su calidad. Cualquier otro que se haya especificado, y sea necesario utilizar, deberá aprobarse por la dirección de las obras, contando con 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 ocasionaran precios contradictorios reunirán las condiciones de bondad imprescindibles, a juicio de la dirección facultativa, sin tener el contratista derecho a reclamar por estas condiciones exigidas.

Artículo 4. Condiciones generales de ejecución

Todos los trabajos que engloba este proyecto se ejecutarán rigurosamente, siguiendo las buenas prácticas de la construcción y cumpliendo cuidadosamente las instrucciones dadas por la dirección facultativa, sin poder 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 deben cumplirse 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 aquellos que permitan garantizar la adecuada resistencia y durabilidad del hormigón, así como las restantes características que se le requieran a éste en el pliego de prescripciones técnicas particulares.

Como áridos para hacer hormigones pueden usarse arenas y gravas existentes en yacimientos naturales, machacados u otros productos cuyo empleo esté sancionado por la práctica o resulte aconsejable como consecuencia de estudios

hechos en un laboratorio oficial. En todo caso, cumplirá las condiciones de la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE).

Cuando no haya antecedentes sobre el uso de los áridos disponibles, o se vayan a utilizar para otras aplicaciones diferentes de las ya sancionadas por la práctica, se harán ensayos de identificación por análisis mineralógicos, petrográficos, físicos o químicos, según sea conveniente a cada caso.

Si se usaran escorias siderúrgicas como árido, se comprobará antes que son estables, es decir, que no contienen silicatos inestables ni compuestos ferrosos.

La comprobación se realizará con arreglo al método de ensayo UNE 7243. Está prohibido el uso de áridos con sulfuros oxidables.

Es “arena” o “árido fino” el árido fracción del mismo que puede pasar por un tamiz de 5 mm de luz de malla (tamiz 5 UNE 7050); es “grava” o “árido grueso” el que se detiene por dicho tamiz; y es “árido total” (o simplemente “árido”, cuando no hay lugar a confusiones), aquel que, de por sí o por mezcla, tiene las proporciones de arena y grava apropiadas para hacer el hormigón necesario en el caso particular que se considere.

5.1.2 Limitación de tamaño

Cumplirá las condiciones indicadas en la EHE.

5.2 Agua para amasado

Se deberán 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

Son aditivos a emplear en hormigones y morteros los productos sólidos o líquidos, a excepción del cemento, áridos o agua, que al mezclarse durante el amasado cambian o mejoran las características del mortero u hormigón, especialmente en lo referente al fraguado, endurecimiento, plasticidad e inclusión de aire.

Los límites son los siguientes:

- Si es usado cloruro cálcico como acelerador, su dosificación será igual o menor del 2% del peso del cemento y si es para hormigonar con temperaturas muy bajas, del 3,5% del peso del cemento.
- Si son utilizados aireantes para hormigones normales, su proporción será tal que la bajada de la resistencia a compresión producida por la inclusión del aireante sea menor al 20%. En ningún caso la proporción de aireante será superior al 4% del peso del cemento.

Si se usan colorantes, la proporción será menor del 10% del peso del cemento. No se utilizarán colorantes orgánicos.

Cualquier otro que se derive de la aplicación de la EHE.

5.4. Cemento

Aglomerante hidráulico que responda a alguna de las definiciones de la Instrucción para la recepción de cementos (RC-03).

Podrá ser almacenado 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. En caso de almacenarse a granel, no se pueden mezclar en el mismo lugar cementos de diferentes calidades y procedencias.

Le será exigido al contratista que realice ensayos que demuestren satisfactoriamente que los cementos cumplen las condiciones requeridas. Las partidas de cemento defectuoso se retirarán de la obra en 8 días como máximo. Los métodos de ensayo serán los descritos en la RC-03 y se harán en laboratorios homologados.

Se contará prioritariamente con las determinaciones de la EHE.

Artículo 6. Acero

6.1. Acero de alta adherencia para armaduras

Serán aceptados aceros de alta adherencia con el sello de conformidad CIETSID. Estos vendrán marcados de fábrica con marcas indelebles para no dar lugar a confusiones en su uso. No tendrán ovalaciones, grietas, sopladuras, ni mermas de sección por encima del 5%.

Su módulo de elasticidad será igual o superior a 2.100.000 kg/cm².

Entendiendo como límite elástico la mínima tensión capaz de generar una deformación permanente de 0,2%, se prevé el acero de límite elástico 4.200 kg/cm², cuya carga de rotura no será menor de 5.250 kg/cm². Esta tensión de rotura es el valor de la ordenada máxima del diagrama tensión-deformación.

Se contará prioritariamente con las determinaciones de la EHE.

6.2. Acero laminado

El acero utilizado en los perfiles de acero laminado será de los tipos fijados en la norma UNE EN 10025, también se podrán usarse los aceros fijados por las normas UNE EN 10210-1:1994 y UNE EN 10219-1:1998.

En todo caso, se contará con lo especificado en el artículo 4.2 del DB SE-A Seguridad Estructural Acero del CTE.

Los perfiles vendrán con su identificación de fábrica, con marcas indelebles para no dar lugar a confusiones. No tendrán grietas, ovalizaciones, sopladuras ni mermas de sección por encima del 5%.

Artículo 7. Materiales auxiliares de hormigones

7.1. Productos para curado de hormigones

Aquellos que, empleados como pintura pulverizada, dejan una película impermeable sobre la superficie del hormigón para que no haya pérdida de agua por evaporación.

El color de la capa protectora será claro, preferentemente blanco, para no absorber el calor solar. Esta ha de ser capaz de seguir intacta durante 7 como mínimo después de una aplicación.

7.2. Desencofrantes

Son aquellos productos que, empleados como pintura a los encofrados, bajan la adherencia entre éstos y el hormigón, facilitando el desmoldeo. Usar estos productos ha de ser expresamente autorizado, sin lo cual no se podrán utilizar.

Artículo 8. Encofrados y cimbras

8.1. Productos para curado de hormigones

8.2. Desencofrantes

Artículo 9. Aglomerantes, excluido cemento

9.1. Cal hidráulica

Debe cumplir las siguientes condiciones:

- Peso específico entre dos enteros y cinco décimas y dos enteros y ocho décimas.
- Densidad aparente por encima de ocho décimas.
- Pérdida de peso por calcinación al rojo blanco por debajo del 12%.
- Fraguado comprendido entre 9 y 30 h.
- Residuo de tamiz 4900 mallas por debajo del 6%.
- Resistencia a la tracción de pasta pura a los 7 días por encima de 8 kg/cm². Curado de la probeta 1 día al aire y los otros 6 días en agua.
- Resistencia a la tracción del mortero normal a los 7 días superior a 4 kg/cm². Curado por la probeta 1 día al aire y los otros 6 en agua.
- Resistencia a la tracción de pasta pura a los 28 días por encima de 8 kg/cm² y también superior en 2 kg/cm² a la alcanzada al 7º día.

9.2. Yeso negro

Deberá cumplir las siguientes condiciones:

- El contenido en sulfato cálcico semihidratado (SO₄Ca/2H₂O) 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/cm². 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 m². 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 zinc

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

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, desechando y sustituyendo por otras las que tengan defectos visibles, siempre que el número de desechadas 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. 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 zinc, 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.

18.3. 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

Los conductores de los cables serán de cobre (Cu), aislamiento de PVC, la forma de instalación será en tubo y habrá un circuito por tubo. Las secciones serán de 1,5 mm², 4 mm², 16 mm², 70 mm² y 95 mm² dependiendo de la línea en cuestión.

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.

19.3. Aparatos de alumbrado interior

Las luminarias serán tubos LED de 40 W, con un flujo luminoso de 3.300 lúmenes y de 1,20 m de largo, debido a su bajo consumo y a su larga durabilidad.

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. Instalaciones 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 efectuarán 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 rellenarán con material análogo al existente, compactándose hasta que su superficie se ajuste al nivel pedido.

La ejecución de estos trabajos se realizará produciendo las menores molestias posibles a las zonas habitadas próximas al terreno desbrozado.

21.1.2. Ejecución de las obras

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 enérgica 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 arpilleras, 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 0º 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.

23.3. 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 m³, 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 rectificadas y limpiadas.

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 tabloncillos/durmientes.

Si la altura es excesiva para los puntales, se realizarán planos intermedios con tabloncillos 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: Fieltreros 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: Fieltros:

- 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 rellenados 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 aisle 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 m² 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 m² 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 una línea seguida en todos los sentidos, sin quebrantos ni desplomes.

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

Artículo 31. Carpintería de taller

31.1. Condiciones térmicas

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 picero irá sin cantear y permitirá un ajuste de 20 mm. Las hojas sin cantear permitirán un ajuste de 20 mm repartidos por igual en picero 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 m² 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 raspado 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 m² 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 en PVC, 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.

35.4. 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.

35.5. 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 realizarán 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.

35.6. Aparatos de mando y maniobra

Son los interruptores y conmutadores, 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 65º 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.

35.7. 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 omipolar, 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 omipolar. Podrán ser “puros”, cuando cada uno de los circuitos vaya alojado 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 contruidos 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

3.1. EHE Instrucción de hormigón estructural

3.1.1. 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: pérdida al fuego, residuo insoluble, principio y fin de fraguado, resistencia a compresión y estabilidad de volumen, según RC-03.

3.1.2. 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.

3.1.3. Áridos

Antes de comenzar la obra si no se tienen antecedentes de estos, 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.

3.2. DB-HE Ahorro de energía

3.2.1. 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.

3.2.2. 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.

3.2.3. 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.

3.2.4. Obligaciones del constructor

El constructor realizará y comprobará los pedidos de los materiales aislantes de acuerdo con las especificaciones del presente proyecto.

3.2.5. 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.

3.3. NBE-CA-88 Condiciones acústicas de los edificios

3.3.1. 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.

3.3.2. 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.

3.3.3. 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 garanticen 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 estos.

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.

3.3.4. 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.

3.3.5. Control, recepción y ensayo de los materiales

- 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.

- 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.

- 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.

- 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.

- 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.

- 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.

3.4. DB-SI Seguridad en caso de incendio

3.4.1. 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.

3.4.2. 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 anejo 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 anejo 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 anejo 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 anejo 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.

3.4.3. Instalaciones

- 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.

- 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 de este.

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.

3.4.4. 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, septiembre de 2025.

La autora del proyecto:

Almudena Baldazo Sanz

A handwritten signature in black ink, consisting of a stylized 'A' followed by 'B S' and a horizontal line.

PRESUPUESTO

GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA,
ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS

Índice de contenido

PRESUPUESTO PARCIAL	2
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL (PEM)	17
RESUMEN DEL PRESUPUESTO	18

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
1.1	Ud	Conjunto de pruebas y ensayos, realizados por un laboratorio acreditado en el área técnica correspondiente, necesarios para el cumplimiento de la normativa vigente.			
		Total Ud:	1,000	2.060,00	2.060,00
1.2	Ud	Proyectista			
		Total Ud:	1,000	7.210,00	7.210,00
1.3	Ud	Licencias de ejecución del proyecto.			
		Total Ud:	1,000	1.252,48	1.252,48
Total presupuesto parcial nº 1 CONTROL DE CALIDAD Y ENSAYOS :					10.522,48

Presupuesto parcial nº 2 MOVIMIENTO DE TIERRAS

Nº	Ud	Descripción	Medición		Precio	Importe
2.1	M² Desbroce y limpieza del terreno, hasta una profundidad mínima de 25 cm, con medios mecánicos, retirada de los materiales excavados y carga a camión, sin incluir transporte a vertedero autorizado.					
	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		170,000	40,000	0,250	1.700,000	
					1.700,000	1.700,000
		Total m²		1.700,000	0,61	1.037,00
2.2	M³ Excavación en pozos para cimentaciones en suelo de arena semidensa, con medios mecánicos, retirada de los materiales excavados y carga a camión.					
	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	246	0,400	0,400	0,800	31,488	
					31,488	31,488
		Total m³		31,488	9,54	300,40
2.3	M³ Excavación a cielo abierto en suelo de arena semidensa, con medios manuales, retirada de los materiales excavados y carga a camión.					
	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Zanja para introducción de cableado y tubería de riego	1	60,000	1,000	0,800	48,000	
Zanja perimetral para fijación de plástico de cubierta	1	380,000	0,500	0,400	76,000	
					124,000	124,000
		Total m³		124,000	13,91	1.724,84
2.4	M³ Relleno principal de zanjas para instalaciones, con tierra de la propia excavación, y compactación al 95% del Proctor Modificado con bandeja vibrante de guiado manual.					
	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Relleno para zanja de cableado y tubería de riego	1	60,000	1,000	0,800	48,000	
Relleno de zanja para plástico de cubierta	1	380,000	0,500	0,400	76,000	
					124,000	124,000
		Total m³		124,000	5,30	657,20
2.5	M³ Transporte de tierras con camión a vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos, situado a una distancia máxima de 10 km.					
	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	1	170,000	40,000	0,019	129,200	
					129,200	129,200
		Total m³		129,200	3,49	450,91
Total presupuesto parcial nº 2 MOVIMIENTO DE TIERRAS :						4.170,35

Presupuesto parcial nº 3 CIMENTACIONES

Nº	Ud	Descripción			Medición	Precio	Importe
3.1	M³ Pozo de cimentación de hormigón ciclópeo, realizado con hormigón HM-15/P/40/I fabricado en central y vertido desde camión, (60% de volumen) y bolos de piedra entre 80 y 150 mm de diámetro (40% de volumen).						
	Uds.	Largo	Ancho	Alto		Parcial	Subtotal
Pozos de cimentación del invernadero	246	0,400	0,400	0,800		31,488	
						31,488	31,488
	Total m³:				31,488	60,28	1.898,10
3.2	M³ Relleno a cielo abierto con zahorra artificial caliza, y compactación al 95% del Proctor Modificado con compactador tándem autopropulsado, en tongadas de 30 cm de espesor, hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 95% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado, para mejora de las propiedades resistentes del terreno de apoyo de la cimentación.						
	Uds.	Largo	Ancho	Alto		Parcial	Subtotal
Caminos de la parcela	1	82,000	3,000	0,150		36,900	
Caseta de riego	1	5,000	5,000	0,150		3,750	
Caseta de m.flores	1	6,000	5,000	0,150		4,500	
Explanada	1	40,000	12,000	0,150		72,000	
						117,150	117,150
	Total m³:				117,150	24,63	2.885,40
3.3	M² Capa de hormigón de limpieza HL-150/B/20, fabricado en central y vertido desde camión, de 10 cm de espesor.						
	Uds.	Largo	Ancho	Alto		Parcial	Subtotal
Relleno con hormigón de limpieza caseta de riego	1	5,000	5,000	0,100		2,500	
Relleno con hormigón de limpieza caseta de m.flores	1	6,000	5,000	0,100		3,000	
						5,500	5,500
	Total m²:				5,500	7,55	41,53
Total presupuesto parcial nº 3 CIMENTACIONES :							4.825,03

Presupuesto parcial nº 4 ESTRUCTURAS

Nº	Ud	Descripción	Medición			Precio	Importe	
4.1.- METÁLICAS								
4.1.1	M²	Estructura metálica realizada con pórticos de acero laminado S275JR, con una cuantía de acero de 32,8 kg/m², L < 10 m, separación de 5 m entre pórticos.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1	150,000	40,000	6,000	36.000,000	
							36.000,000	36.000,000
			Total m²			36.000,000	17,86	642.960,00
4.1.2	M²	Forjado metálico, canto 25 = 20+5 cm, hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido con cubilote, volumen 0,08 m³/m²; acero UNE-EN 10080 B 500 S, cuantía 1,8 kg/m³; vigueta metálica IPE 100, S275JR; bovedilla de hormigón, 60x20x20 cm malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080, en capa de compresión.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Forja caseta riego		5,000	5,000		25,000	
		Forja caseta m.flores		6,000	5,000		30,000	
							55,000	55,000
			Total m²			55,000	39,69	2.182,95
			Total subcapítulo 4.1.- METÁLICAS:					645.142,95
4.2.- HORMIGÓN ARMADO								
4.2.1	M³	Muro de hormigón armado 2C, H<=3 m, espesor 30 cm, realizado con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, 50 kg/m³; montaje y desmontaje del sistema de encofrado metálico, con acabado tipo industrial para revestir.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			8	5,250	0,300	2,000	25,200	
							25,200	25,200
			Total m³			25,200	261,78	6.596,86
			Total subcapítulo 4.2.- HORMIGÓN ARMADO:					6.596,86
			Total presupuesto parcial nº 4 ESTRUCTURAS :					651.739,81

Presupuesto parcial nº 5 CUBIERTAS Y SOLADOS

Nº	Ud	Descripción	Medición				Precio	Importe
5.1	M²	Solera de hormigón en masa de 20 cm de espesor, realizada con hormigón HM-10/B/20/I fabricado en central y vertido desde camión, extendido y vibrado manual, con acabado superficial mediante fratasadora mecánica.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Soleras caseta riego	1	5,000	5,000	0,200	5,000	
		Solera caseta m.flores	1	6,000	5,000	0,200	6,000	
							11,000	11,000
		Total m²			11,000		21,86	240,46
5.2	M²	Cubierta inclinada de placas de fibrocemento sin amianto, color natural, perfil granonda, con una pendiente mayor o igual a 10%.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Caseta de riego		5,000	5,000		25,000	
		Caseta de m.flores		6,000	5,000		30,000	
							55,000	55,000
		Total m²			55,000		14,92	820,60
5.3	M²	Base para pavimento de gravilla de machaqueo de 5 a 10 mm de diámetro, en capa de 2 cm de espesor.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Recubrimiento camino de la parcela		82,000	3,000	0,020	4,920	
							4,920	4,920
		Total m²			4,920		1,09	5,36
5.4	Ud	Instalación de plástico de cubierta						
		Total ud			1,000		7.037,04	5.007,65
5.5	Ud	Instalación de malla de sombreo						
		Total Ud			1,000		31.892,10	19.161,30
Total presupuesto parcial nº 5 CUBIERTAS Y SOLADOS :								25.235,37

Presupuesto parcial nº 6 CERRAMIENTOS Y AISLAMIENTOS

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe		
6.1	M²	Impermeabilización de cubierta inclinada, realizada mediante revestimiento continuo elástico impermeabilizante a base de polímeros acrílicos en emulsión acuosa, Revetón Antigoteras "REVETÓN", color gris, con un rendimiento de 1,5 l/m², y resolución de puntos singulares mediante geotextil no tejido de fibras de poliéster, Texnón 90 "REVETÓN", sobre imprimación de resinas sintéticas, "REVETÓN", previamente aplicada sobre la superficie soporte (no incluida en este precio).					
		Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Caseta de riego	5,000	5,000		25,000	
		Caseta de m.flores	6,000	5,000		30,000	
						55,000	55,000
				Total m²	55,000	18,60	1.023,00
6.2	Ud	Puerta doble hoja para invernadero					
				Total Ud	1,000	1.686,48	1.686,48
Total presupuesto parcial nº 6 CERRAMIENTOS Y AISLAMIENTOS :							2.709,48

Presupuesto parcial nº 7 INSTALACIÓN RED DE RIEGO

Presupuesto parcial N° 7 INSTALACION RED DE RIEGO			Medición	Precio	Importe	
N°	Ud	Descripción				
7.1.- TUBERÍAS						
7.1.1	M	Tubería de abastecimiento y distribución de agua de riego formada por tubo de PVC 0,6 kg/cm2de color negro con bandas				
		Uds.	Largo	Ancho	Alto	
			133,000			
				Parcial	Subtotal	
				133,000		
				133,000	133,000	
			Total m	133,000	27,11	
					3.605,63	
7.1.2	M	Tuberías terciarias y secundarias de abastecimiento y distribución de agua de riego formadas por tubo de polietileno PE color negro con bandas azules, enterradas.				
		Uds.	Largo	Ancho	Alto	
			840,000			
				Parcial	Subtotal	
				840,000		
				840,000	840,000	
			Total m	840,000	7,20	
					6.048,00	
7.1.2	M	Tubería de riego por goteo formada por tubo de polietileno, color negro, de 16 mm de diámetro exterior, con goteros integrados, situados cada 20 cm.				
		Uds.	Largo	Ancho	Alto	
			3.535,000			
				Parcial	Subtotal	
				3.535,000		
				3.535,000	3.535,000	
			Total m	3.535,000	1,52	
					5.373,20	
			Total subcapítulo 7.1.- TUBERÍAS:			15.026,83

7.2.- ELEMENTOS RED DE RIEGO

7.2.1	Ud	Electroválvula para riego por goteo, cuerpo de plástico, conexiones roscadas, alimentación del solenoide a 24 Vca.	Total Ud:		10,000		46,01	460,10
7.2.2	Ud	Se incluyen reguladores de presión, filtros de anillas, llaves de corte de bola y manómetros para el correcto funcionamiento de la instalación	Total Ud:		1,000		1.583,54	1.583,54
7.2.3	Ud	Se incluyen codos, T, enlaces etc	Total Ud:		1,000		900,40	900,40
7.2.4	Ud	Filtro hidrociclón para eliminación de arenas o partículas más pesadas que el agua por centrifugación y decantación. Uso en cabezales de riego. Disponible desde 3/4" a 4".	Total Ud:		1,000		311,95	311,95
7.2.5	Ud	Programador electrónico para riego automático, para 6 estaciones, con 3 programas y 4 arranques diarios por programa, montaje mural interior, con transformador 220/24 V exterior, modelo EC-601i-E "HUNTER".	Total Ud:		1,000		100,16	100,16
			Total subcapítulo 7.2.- ELEMENTOS RED DE RIEGO:					3.356,15

Presupuesto parcial nº 7 INSTALACIÓN RED DE RIEGO**7.3.- CABEZAL DE RIEGO**

7.3.1	Ud	Preinstalación de contador de riego, colocado en hornacina, con dos llaves de corte de compuerta.				
			Total Ud	1,000	43,57	43,57
7.3.2	Ud	Elementos para el correcto funcionamiento del cabezal de riego				
			Total Ud	1,000	818,15	818,15
7.3.3	Ud	Equipo de fertirrigación				
			Total Ud	1,000	4.270,06	4.270,06
7.3.4	Ud	Instalación de bomba de riego, alimentación de 400 V trifásica, con potencia nominal de 5 kW.				
			Total Ud	1,000	1.244,37	1.244,37
Total subcapítulo 7.3.- CABEZAL DE RIEGO:						6.376,15
Total presupuesto parcial nº 7 INSTALACIÓN RED DE RIEGO :						24.759,13

Presupuesto parcial nº 8 INSTALACIÓN ELÉCTRICA
Nº Ud Descripción

Medición

Precio

Importe

8.1.- CABLES CONDUCTORES

- 8.1.1 M Cable unipolar SZ1-K (AS+), resistente al fuego según UNE-EN 50200, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 1,5 mm² de sección, con aislamiento de compuesto termoestable especial ignífugo y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1) de color naranja.**

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	74,000			74,000	
				74,000	74,000
Total m:				74,000	0,90
					66,60

- 8.1.2 M Cable multipolar RZ1-K (AS+), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 2x1,5 mm² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de poliolefina termoplástica libre de halógenos (Z1).**

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	39,000			39,000	
				39,000	39,000
Total m:				39,000	1,06
					41,34

- 8.1.3 M Cable multipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 2x95 mm² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de poliolefina termoplástica libre de halógenos (Z1).**

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	235,000			235,000	
				235,000	235,000
Total m:				235,000	15,13
					3.555,55

- 8.1.4 M Cable multipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 2x4 mm² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de poliolefina termoplástica libre de halógenos (Z1).**

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	240,000			240,000	
				240,000	240,000
Total m:				240,000	1,51
					362,40

- 8.1.5 M Cable multipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 2x16 mm² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de poliolefina termoplástica libre de halógenos (Z1).**

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	20,000			20,000	
				20,000	20,000
Total m:				20,000	5,36
					107,20

Total subcapítulo 8.1.- CABLES CONDUCTORES: 4.133,09

8.2.- SEGURIDAD

- 8.2.1 M Línea general de alimentación enterrada formada por cables unipolares con conductores de cobre, RZ1-K (AS) 4G16+1x70 mm², bajo tubo protector de polietileno de doble pared.**

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	100,000			100,000	
				100,000	100,000
Total m:				100,000	15,38
					1.538,00

Presupuesto parcial nº 8 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
8.2.2	Ud	Conjunto de protecciones MCB Acti9 iC60N y MCCB ComPacT NSX250, de distintas curvas			
		Total Ud:	1,000	2.118,09	2.118,09
Total subcapítulo 8.2.- SEGURIDAD:					3.656,09

8.3.- LUMINARIAS

8.3.1	Ud	Luminaria, tubo LED, 1,20 m de largo, de 40 W.			
		Uds.	Largo	Ancho	Alto
		6			
					Parcial
					6,000
					6,000
					Subtotal
					6,000
		Total Ud:	6,000	26,62	159,72

8.4.- CUADRO Y PUESTA A TIERRA

8.4.1	Ud	Toma de tierra con una pica de acero cobreado de 2 m de longitud.			
		Total Ud:	1,000	116,12	116,12
8.4.2	Ud	Cuadro eléctrico de 60 módulos, prefabricado, con puerta abisagrada y cierre con llave, autoventilado IP43 para favorecer la ventilación, evitar el sobrecalentamiento y la condensación de la humedad. Estanqueidad IP55.			
		Total Ud:	1,000	174,60	174,60
Total subcapítulo 8.4.- CUADRO Y PUESTA A TIERRA:					290,72

8.5.- OTROS CONSUMIBLES ELÉCTRICOS

8.5.1	Ud	Interruptor horario programable.			
		Total Ud:	1,000	116,59	116,59
8.5.2	Ud	Se incluyen, entre otros, interruptores, enchufes y otros accesorios como clemas, bridas, cinta aislante etc.			
		Total Ud:	1,000	236,90	236,90
Total subcapítulo 8.5.- OTROS CONSUMIBLES ELÉCTRICOS:					353,49

Presupuesto parcial nº 8 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Nº	Ud	Descripción

Medición

Precio

Importe

Total presupuesto parcial nº 8 INSTALACIÓN ELÉCTRICA :			8.593,11

Presupuesto parcial nº 9 AUTOMATISMOS DEL INVERNADERO

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
9.1	Ud	Motor cenital trifásico de 0,25 kW, hasta 90 m			
		Total Ud:	12,000	594,70	7.136,40
9.2	Ud	Bomba de calor trifásica, de 35 kW de potencia.			
		Total Ud:	15,000	12.539,79	188.096,85
9.3	Ud	Estación meteorológica con sensor de lluvia ajustable entre 3 y 25 mm y sensor de viento.			
		Total Ud:	1,000	1.198,78	1.198,78
Total presupuesto parcial nº 9 AUTOMATISMOS DEL INVERNADERO :					196.432,03

Presupuesto parcial nº 10 PREPARACION DEL SUELO PARA EL CULTIVO								
Nº	Ud	Descripción	Medición			Precio	Importe	
10.1	M²	Abonado de fondo con abono mineral sólido, extendido con medios mecánicos, mediante tractor agrícola equipado con abonadora.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
				150,000	40,000	0,200	1.200,000	
							1.200,000	1.200,000
			Total m²:			1.200,000	0,34	408,00
Total presupuesto parcial nº 10 PREPARACION DEL SUELO PARA EL CULTIVO :								408,00

Presupuesto parcial nº 11 PLANTAS

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
11.1	Ud	Rosales var. SAMOURAI® Meikatana (rojos)			
		Total Ud:	1,000	11.038,74	11.038,74
11.2	Ud	Rosales var. DONATELLA® - Meideliste (rosas)			
		Total Ud:	1,000	11.038,74	11.038,74
11.3	Ud	Rosales var. BINGO® White Meilotrie (blancos)			
		Total Ud:	1,000	6.311,04	6.311,04
11.4	Ud	Rosales var. Cherie FOLIES® Meizafare (rojos)			
		Total Ud:	1,000	11.038,74	11.038,74
11.5	Ud	Rosales var. SHAKIRA® 2020 Meiochieng (rosas)			
		Total Ud:	1,000	11.038,74	11.038,74
11.6	Ud	Rosales var. Blanche ELEGANCE® Meiwhichic (blancos)			
		Total Ud:	1,000	4.733,65	4.733,65
Total presupuesto parcial nº 11 PLANTAS :					55.199,65

Presupuesto parcial nº 12 SEGURIDAD Y SALUD

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
12.1	Ud	Conjunto de elementos de balizamiento y señalización provisional de obras, necesarios para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo.			
Total Ud:			1,000	103,00	103,00
Total presupuesto parcial nº 12 SEGURIDAD Y SALUD :					103,00

Presupuesto de Ejecución Material

1 CONTROL DE CALIDAD Y ENSAYOS	10.522,48
2 MOVIMIENTO DE TIERRAS	4.170,35
3 CIMENTACIONES	4.825,03
4 ESTRUCTURAS	651.739,81
4.1.- METÁLICAS	645.142,95
4.2.- HORMIGÓN ARMADO	6.596,86
5 CUBIERTAS Y SOLADOS	25.235,37
6 CERRAMIENTOS Y AISLAMIENTOS	2.709,48
7 INSTALACIÓN RED DE RIEGO	24.759,13
7.1.- TUBERÍAS	15.026,83
7.2.- ELEMENTOS RED DE RIEGO	3.356,15
7.3.- CABEZAL DE RIEGO	6.376,15
8 INSTALACIÓN ELÉCTRICA	8.593,11
8.1.- CABLES CONDUCTORES	4.133,09
8.2.- SEGURIDAD	3.656,09
8.3.- LUMINARIAS	159,72
8.4.- CUADRO Y PUESTA A TIERRA	290,72
8.5.- OTROS CONSUMIBLES ELÉCTRICOS	353,49
9 AUTOMATISMOS DEL INVERNADERO	196.432,03
10 PREPARACION DEL SUELO PARA EL CULTIVO	408,00
11 PLÁNTAS	55.199,65
12 SEGURIDAD Y SALUD	103,00
Total:	974.174,96

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de NOVECIENTOS SETENTA Y CUATRO MIL CIENTO SETENTA Y CUATRO EUROS CON NOVENTA Y SEIS CÉNTIMOS.

Resumen de presupuesto

Capítulo	Importe (€)
1 CONTROL DE CALIDAD Y ENSAYOS	10.522,48
2 MOVIMIENTO DE TIERRAS	4.170,35
3 CIMENTACIONES	4.825,03
4 ESTRUCTURAS	
4.1 METÁLICAS	645.142,95
4.2 HORMIGÓN ARMADO	6.596,86
Total 4 ESTRUCTURAS	651.739,81
5 CUBIERTAS Y SOLADOS	25.235,37
6 CERRAMIENTOS Y AISLAMIENTOS	2.709,48
7 INSTALACIÓN RED DE RIEGO	
7.1 TUBERÍAS	15.026,83
7.2 ELEMENTOS RED DE RIEGO	3.356,15
7.3 CABEZAL DE RIEGO	6.376,15
Total 7 INSTALACIÓN RED DE RIEGO	24.759,13
8 INSTALACIÓN ELÉCTRICA	
8.1 CABLES CONDUCTORES	4.133,09
8.2 SEGURIDAD	3.656,09
8.3 LUMINARIAS	159,72
8.4 CUADRO Y PUESTA A TIERRA	290,72
8.5 OTROS CONSUMIBLES ELÉCTRICOS	353,49
Total 8 INSTALACIÓN ELÉCTRICA	8.593,11
9 AUTOMATISMOS DEL INVERNADERO	196.432,03
10 PREPARACION DEL SUELO PARA EL CULTIVO	408,00
11 PLÁNTAS	55.199,65
12 SEGURIDAD Y SALUD	103,00
Presupuesto de ejecución material (PEM)	974.174,96
0% de gastos generales	0,00
0% de beneficio industrial	0,00
Presupuesto de ejecución por contrata (PEC = PEM + GG + BI)	974.174,96

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata a la expresada cantidad de NOVECIENTOS SETENTA Y CUATRO MIL CIENTO SETENTA Y CUATRO EUROS CON NOVENTA Y SEIS CÉNTIMOS.

Madrid, septiembre de 2025.

La autora del proyecto:

Almudena Baldazo Sanz

A handwritten signature in black ink. It features a large, stylized capital 'A' on the left, followed by the letters 'B' and 'S' in a more compact, cursive style. A horizontal line extends from the 'S' to the right.