



## Trabajo Fin de Grado

GRADO EN INGENIERÍA  
AGROALIMENTARIA Y DEL MEDIO  
RURAL  
HORTOFRUTICULTURA Y JARDINERÍA

Proyecto de Producción Integrada de tomate fresco en  
invernadero en el municipio de Murillo de Gállego  
para consumo hostelero

Integrated production project of fresh tomatoes in  
greenhouses in the municipality of Murillo de Gállego  
for hotel and catering consumption

Autor

Javier Nuño Belloc

Director

Antonio Boné Garasa

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR

Año 2025

## **AGRADECIMIENTOS**

Antonio Boné Garasa

Marie Moreau

Mercedes Galindo Molina

Jorge Nuño Belloc

RIB-Spain por prestarme un PRESTO

Las trabajadoras y trabajadores de limpieza, mantenimiento, reprografía, administración, secretaría, laboratorio, invernadero y docencia de la Escuela Politécnica Superior de Huesca.

## OBJETIVOS

Diseñar un proyecto rentable de producción hortícola bajo invernadero donde prime la calidad del producto adaptado a las exigencias del sector hostelero en el Municipio de Murillo de Gállego.

Demostrar los beneficios de la Producción Integrada de tomate fresco en invernadero y la adaptabilidad de la misma frente a la competencia del mercado actual.

## RESUMEN

El proyecto detalla la construcción de dos invernaderos para la producción hortícola de tomate fresco en el Municipio de Murillo de Gállego de forma sostenible bajo el modelo de producción integrada, optimizando recursos sin depender inicialmente de electricidad y con un enfoque de gestión individual por parte del hortelano.

Se usarán estufas de parafina contra heladas, ventilación manual y riego por goteo, cumpliendo normas de certificación para acceder a mercados de mayor valor.

El diseño incluye la estructura, sistemas adaptados y prácticas ecoeficientes, con un presupuesto de 17.616 €. La documentación abarca memoria técnica, planos y pliego de condiciones para garantizar una ejecución segura y sostenible, tanto ambiental como económicamente.

## ABSTRACT

The project details the construction of two greenhouses for the sustainable horticultural production of fresh tomatoes in the municipality of Murillo de Gállego under an integrated production model, optimizing resources without initially relying on electricity and with an individual management approach by the gardener.

Paraffin heaters will be used to prevent frost, along with manual ventilation and drip irrigation, complying with certification standards to access higher-value markets.

The design includes the structure, adapted systems, and eco-efficient practices, with a budget of €17,616. The documentation includes a technical report, plans, and specifications to ensure safe and sustainable execution, both environmentally and economically.

# **DOCUMENTOS DEL PROYECTO**

## **DOCUMENTO Nº1: MEMORIA**

- ANEJO 1: NORMATIVA DE PRODUCCIÓN INTEGRADA
- ANEJO 2: ANÁLISIS DE AGUA
- ANEJO 3: ANÁLISIS EDAFOLÓGICO
- ANEJO 4: CARACTERÍSTICAS DEL TOMATE
- ANEJO 5: PLAGAS Y ENFERMEDADES
- ANEJO 6: MANEJO DE LA PLANTACIÓN
- ANEJO 7: CLIMATIZACIÓN
- ANEJO 8: ESTUDIO ECONÓMICO
- ANEJO 9: ESTRUCTURA
- ANEJO 10: DISEÑO HIDRÁULICO

## **DOCUMENTO Nº2: PLANOS**

- PLANO 1: EMPLAZAMIENTO
- PLANO 2: ALZADO
- PLANO 3: PLANTA
- PLANO 4: PERFIL
- PLANO 5: INSTALACIÓN DE RIEGO
- PLANO 6: ESTRUCTURA

## **DOCUMENTO Nº3: PLIEGO DE CONDICIONES**

## **DOCUMENTO Nº4: PRESUPUESTO**

## **DOCUMENTO Nº5: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**



**Universidad**  
Zaragoza

# Trabajo Fin de Grado

GRADO EN INGENIERÍA  
AGROALIMENTARIA Y DEL MEDIO  
RURAL  
HORTOFRUTICULTURA Y JARDINERÍA

## Documento 1: MEMORIA

Autor

Javier Nuño Belloc

Director

Antonio Boné Garasa

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR

Año 2025

# Índice

INTRODUCCIÓN .....	7
1. ANTECEDENTES Y OBJETO DE PROYECTO .....	8
2. JUSTIFICACIÓN PRODUCCIÓN INTEGRADA.....	9
3. EMPLAZAMIENTO.....	11
4. ESTUDIO CLIMÁTICO .....	13
5. DISEÑO AGRONÓMICO .....	15
5.1 NECESIDADES DEL CULTIVO.....	16
5.1.1 FERTILIZACIÓN.....	16
5.1.2 NECESIDADES HIDRÍCAS .....	18
5.2 MARCO DE PLANTACIÓN.....	19
5.2.1 GESTIÓN DE TEMPERATURA Y CLIMATIZACIÓN.....	20
5.2.2 MANEJO Y DESARROLLO DEL CULTIVO.....	22
5.3 PRODUCTIVIDAD .....	22
6. RESUMEN DEL PRESUPUESTO.....	23
7. VIABILIDAD ECONÓMICA.....	24
Bibliografía .....	25

Javier Nuño Belloc es el autor legítimo del Trabajo de Fin de Grado presentado para su exposición y defensa, todas las fuentes utilizadas para su realización han sido debidamente citadas en el mismo.

## INTRODUCCIÓN

El presente proyecto tiene como objetivo la construcción de un invernadero para la producción hortícola integrada, un sistema productivo orientado a la maximización de la rentabilidad mediante la aplicación de prácticas agrícolas sostenibles y responsables. Este invernadero, diseñado para operar en un entorno aislado, no contará con suministro eléctrico en sus primeras fases de ejecución. Debido a ello, se han considerado alternativas energéticas no convencionales, como el uso de estufas de parafina para el control de las heladas y un sistema de ventilación manual basado en la apertura de puertas y ventanas, adaptado a las necesidades de la producción.

El sistema de riego será gestionado mediante un sistema de mangueras de goteo, buscando optimizar el uso del agua, recurso fundamental en la producción hortícola. Los cultivos se gestionarán bajo los principios de la agricultura integrada, garantizando el cumplimiento de la normativa vigente para obtener productos certificados, con el fin de acceder a mercados de mayor valor agregado y calidad.

El proyecto incluye el diseño y dimensionamiento de la estructura del invernadero, así como las instalaciones necesarias para su funcionamiento, tales como el sistema de riego, ventilación y control de heladas, ajustados a las condiciones específicas del entorno de la explotación.

El sistema productivo implementará prácticas de agricultura integrada, garantizando que se cumplan los estándares para la certificación de productos con alta demanda en el mercado. Además, se dará especial importancia a los estudios de seguridad y salud laboral, calidad de los productos, gestión de residuos y viabilidad económica del proyecto, con el objetivo de asegurar la sostenibilidad tanto ambiental como económica.

Este documento incluye una memoria técnica detallada que describe las diferentes acciones y etapas del proceso productivo, los cálculos para el dimensionamiento adecuado de las instalaciones y las medidas adoptadas para garantizar la seguridad y eficiencia operativa. El presupuesto de ejecución refleja un

costo total estimado de 17.616 euros para la realización de las obras necesarias para la construcción de ambos invernaderos

La documentación también incluye los planos que ilustran las diferentes vistas del proyecto, para facilitar su interpretación, así como el pliego de condiciones, que define los aspectos técnicos y contractuales de la ejecución de las obras. El cumplimiento de estas condiciones es esencial para garantizar la correcta construcción y operación del invernadero.

## 1. ANTECEDENTES Y OBJETO DE PROYECTO

El cultivo de tomate enfrenta retos significativos debido a la creciente demanda de productos frescos de alta calidad, especialmente en el mercado hostelero, que requiere tomates con características organolépticas específicas durante la temporada turística. Sin embargo, los tomates disponibles a menudo no cumplen con estas expectativas. Este proyecto busca mejorar la producción de tomate fresco en el Noroeste de la Comarca de La Hoya de Huesca, particularmente en la Comarca Natural de La Galliguera, para satisfacer esta demanda insatisfecha.

El tomate, aunque ampliamente cultivado, requiere condiciones óptimas de clima, suelo, agua y manejo agronómico para un buen desarrollo (Victoria, 2011). Sin embargo, la globalización ha priorizado la durabilidad y el transporte sobre el sabor y la calidad organoléptica del tomate, lo que ha llevado a los consumidores a exigir un “tomate que sepa a tomate” (Victoria, 2011). El tomate rosa, por ejemplo, se ha destacado por su sabor y textura excepcionales (GrupoAN, 2023)

El aumento de la población mundial y la necesidad de alimentos de calidad han impulsado la innovación en el sector agrícola (Saath, 2018). En este contexto, el cultivo en invernadero ofrece una solución al permitir un control ambiental más preciso, lo que favorece el rendimiento y la calidad de la producción (Zermenio-Gonzalez, 2021). Además, la investigación ha mostrado que variables como la firmeza y el peso del fruto son claves para el rendimiento en invernaderos (Monge-Perez, 2019 ).

El tomate es una fuente importante de antioxidantes como el licopeno, los fenoles y la vitamina C, con beneficios nutricionales reconocidos (Toor, 2006). La producción mundial de tomate alcanzó los 255 millones de toneladas en 2022 (FAOSTAT, 2024), lo que resalta su relevancia económica y nutricional. Mejorar la calidad del tomate, a nivel local, no solo satisface la demanda del mercado, sino que también promueve una dieta más saludable.

La implementación de un invernadero en La Galliguera mitigará los desafíos climáticos, como heladas y temperaturas extremas, que dificultan el cultivo al aire libre (Allende, 2017) (Gobierno de Aragón, 2024). Este entorno controlado permitirá mejorar tanto el rendimiento como las características organolépticas del tomate, garantizando una producción continua durante casi todo el año y cumpliendo con las expectativas del mercado hostelero y otros sectores demandantes.

El cultivo en invernadero también facilita el cumplimiento de las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), que aseguran la calidad y seguridad del producto (Escobar, 2010). Estas prácticas son clave para cumplir con las exigencias del mercado de productos más seguros y sostenibles. En resumen, el proyecto de invernadero busca mejorar la producción de tomate en La Galliguera, superando los desafíos climáticos y aumentando tanto la cantidad como la calidad del producto, alineándose con las demandas del mercado y las normativas vigentes.

## 2. JUSTIFICACIÓN PRODUCCIÓN INTEGRADA

La normativa de producción integrada busca asegurar una producción agrícola sostenible y de alta calidad, respetuosa con el medio ambiente. Inspirada en las directrices de la Organización Internacional de la Lucha Biológica (OILB), la producción integrada permite obtener productos agrícolas que no solo son de alta calidad, sino también seguros para el consumidor y rentables para el productor (Gobierno de Aragón, 2024).

Este sistema de producción agraria está basado en un enfoque que balancea la protección del medio ambiente y la rentabilidad de las explotaciones agrícolas. A través de un conjunto de técnicas que incluyen métodos biológicos, químicos y técnicos, la producción integrada mejora la fertilidad del suelo y promueve la biodiversidad,

garantizando una agricultura respetuosa con el entorno (Gobierno de Aragón, 2024). En este sentido, el uso de prácticas de cultivo más sostenibles y el control adecuado de plagas y enfermedades, combinados con la utilización responsable de productos químicos, permiten maximizar los recursos naturales mientras se asegura una rentabilidad adecuada para la producción de tomate.

Además, la normativa de producción integrada responde a las exigencias sociales y ambientales actuales. Los consumidores demandan alimentos que no solo sean saludables y seguros, sino que también respeten principios de sostenibilidad. Este enfoque asegura que la producción agrícola pueda mantenerse a largo plazo, minimizando el impacto ambiental y fomentando prácticas que favorezcan la conservación del ecosistema (Gobierno de Aragón, 2024). Así, el uso de la normativa de producción integrada en la producción de tomates bajo invernadero se justifica como una manera eficaz de cumplir con estas expectativas, garantizando productos de calidad, protegiendo el medio ambiente y manteniendo la viabilidad económica de la explotación agrícola con enfoque al futuro.



FIGURA 1: DISTINTIVO PRODUCCIÓN INTEGRADA ARAGÓN

### 3. EMPLAZAMIENTO

Para el diseño de este proyecto de dos invernaderos tipo túnel se ha seleccionado una parcela situada en las pedanías del Municipio de Murillo de Gállego, debido a la cercanía con la carretera nacional A-132, cuya información catastral es:

PARCELA CATASTRAL 50186A00300013

Polígono 3 Parcela 13

PLAN DE CHARGAS. MURILLO DE GALLEG (ZARAGOZA)

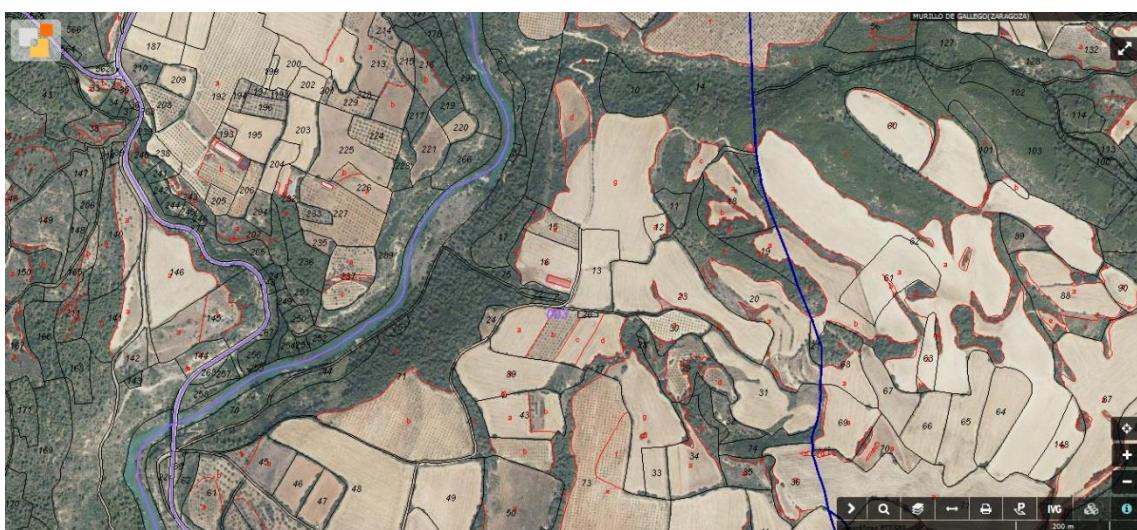


FIGURA 2: SITUACIÓN DE LA PARCELA SEGÚN CATASTRO

La parcela seleccionada abarca 13.372,00 m<sup>2</sup>, donde, como observamos en fotos de satélite actuales, se divide en dos parcelas delimitadas según le conviene al propietario actual.



FIGURA 3: IMAGEN SATELITAL DE LA PARCELA

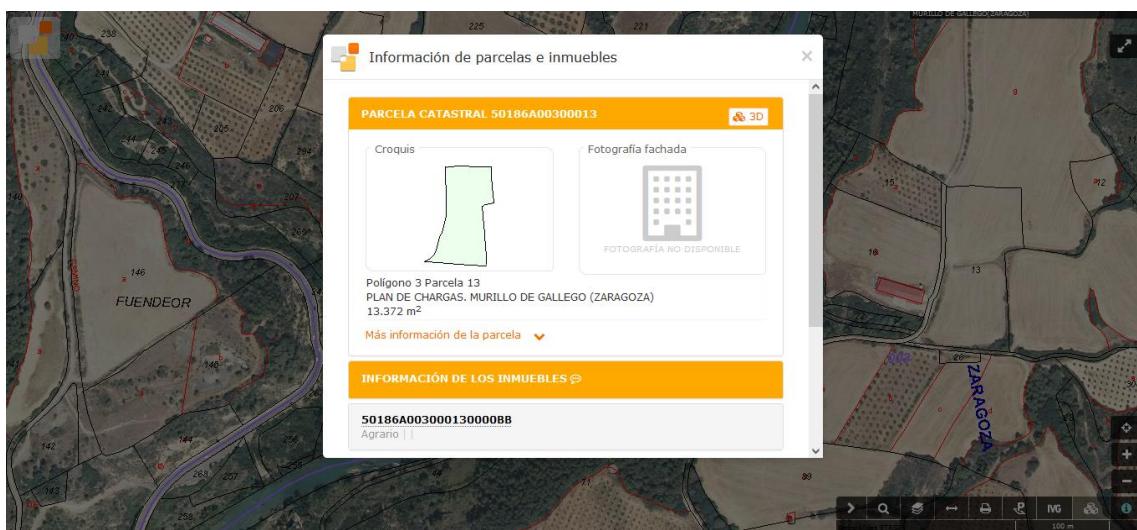


FIGURA 4: INFORMACIÓN DE LA PARCELA SEGÚN CATASTRO

TABLA 1: INFORMACIÓN DE LA PARCELA SEGÚN CATASTRO 1

Subparcela	Cultivo/Aprovechamiento	Intensidad Productiva	Superficie m <sup>2</sup>
0	C- Labor o Labradío secano	03	13.372,00



**FIGURA 5: ÁREA ÚTIL DE LA PARCELA SELECCIONADA**

En el marco del proyecto actual, sólo se utilizará la mitad inferior de la parcela seleccionada, lo que proporcionará suficiente superficie útil para los dos invernaderos.

#### **4. ESTUDIO CLIMÁTICO**

Para llevar a cabo un proyecto agronómico es necesario analizar los datos climáticos de la zona, para ello se ha tomado de referencia el estudio edafológico que se realizó en una parcela próxima a la seleccionada para realizar el proyecto, se trata del estudio edafológico denominado: "S217, Perfil GALLEG0 Ta Murillo de Gállego. Huesca" donde incluyen un pequeño análisis de los datos climáticos de la zona proporcionados por el Instituto Nacional de Meteorología.

- PP precipitación media anual: 593,00 mm
- PC número de meses y meses con actividad vegetativa o período de crecimiento: secano 10: 9- 6, regadío 12: 1-12

La precipitación se concentra principalmente en primavera y otoño, con un período seco en verano. En cultivo bajo invernadero, la lluvia no afecta directamente al riego, pero puede influir en la humedad ambiental y en el lavado de nutrientes en suelos abiertos.

- GE grado de erosión: nulo
- DR drenaje: bien drenado
- AA almacenamiento de agua: CRAD 44,80 mm
- Reserva máxima 156,30 mm
- ES espesor efectivo: 70 cm
- PE permeabilidad: moderadamente rápida

El suelo tiene buen drenaje ideal para evitar encharcamientos en raíces, la capacidad de retención es moderada, lo que exige riegos frecuentes pero no excesivos.

- pH: 8,1
- MO materia orgánica: 2,50%
- CC capacidad de intercambio catiónico: 29,50 cmol/kg
- CA carbonatos: 12%

El suelo es ligeramente alcalino, puede limitar la disponibilidad de micronutrientes (Fe, Mn, Zn). Se considerará la aplicación de quelatos y materia orgánica, aunque tenga un nivel aceptable, aplicaremos compost para aumentar la actividad microbiana. El suelo con buena capacidad de intercambio catiónico, pero riesgo de bloqueo de fósforo en pH alto.

- FR fragmentos rocosos: 40%
- PG pedregosidad: 0%
- PN pendiente: 1%.

Como podemos observar, en el resultado del estudio, la tierra representada por este perfil es adecuada para uso agrícola; nos indica que es una tierra de laboreo convencional donde no observamos ningún indicador limitante.

## 5. DISEÑO AGRONÓMICO

Para realizar el diseño agronómico del proyecto, tomo un análisis edafológico, presente en el Anejo 3; de donde se extraen los siguientes datos indicadores que permiten realizar un diseño personalizado al establecimiento de los invernaderos

Analizando el terreno escogido, la orientación y las distancias máximas aprovechables, se opta por el establecimiento de un par de invernaderos, cuyas medidas estructurales son 40m x 6m, dando un área productiva intensiva de trabajo bajo invernadero de 480 m<sup>2</sup>, más que suficiente para la carga laboral de un solo trabajador.



FIGURA 6: DISTANCIAS MÁXIMAS SEGÚN DATOS DEL IGN



FIGURA 7: CROQUIS PROPIO ORIENTATIVO DE LAS ESTRUCTURAS

## 5.1 NECESIDADES DEL CULTIVO

### 5.1.1 FERTILIZACIÓN

Es necesario disponer de un conocimiento a largo plazo de las prácticas agronómicas desarrolladas en una misma parcela de cultivo

Para elaborar el plan de fertilización, para la producción de tomates en suelo bajo invernadero, es necesario ajustar las dosis de los fertilizantes a las características del suelo y las necesidades de la planta.

Los datos del estudio edafológico los obtenemos en el Anejo 3.

- K: 0,5 cmol/kg
- Ca: 28,0 cmol/kg
- Mg: 0,8 cmol/kg
- NH<sub>4</sub>OAc: 29,0 cmol/kg

#### Necesidades nutricionales estimadas (por hectárea):

- Nitrógeno (N): 100–120 kg/ha
- Fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>): 20–30 kg/ha
- Potasio (K<sub>2</sub>O): 150–180 kg/ha

**TABLA 2: NIVELES ÓPTIMOS DE FERTILIZACIÓN EN EL SUSTRATO PARA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE TOMATE PPM O MG·l<sup>-1</sup> SEGÚN C. MONTANER (UNIZAR 2020)**

pH	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Cu	Zn	Mn	B	Mo
5,8-6,5	100-120	20-30	150-180	60-100	30-60	80-120	3,5	2,3	0,7	2,5	0,4	0,2

## PLAN DE APLICACIÓN

### a) Preparación del suelo (Antes del trasplante)

- **Dosis total:** 1.2 t (600 kg por invernadero).
- **Método:**
  - Extender uniformemente y mezclar con los 20–30 cm superficiales.
  - El fósforo está en exceso. Reducimos la dosis a **0.8 t total** (400 kg/invernadero).

## b) Abonado de Cobertura (Durante el Cultivo)

Para compensar la posible falta de potasio (K):

### Floración (30–40 días):

- Aplicar **estiércol líquido fermentado** (rico en K):
  - Preparación: 1 kg estiércol fresco en 10 L agua, fermentar 7 días, diluir 1:10.
  - Aplicación: 5 L/m<sup>2</sup> (regar al suelo, no foliar).

### Fructificación (60–80 días):

- Si hay síntomas de carencia de K (hojas bordes quemados), añadir **ceniza de madera** (aporte rápido de K):
  - Dosis: 100 g/planta, incorporada superficialmente.

Este plan de fertilización, según las necesidades y los datos del análisis edafológico está diseñado para optimizar el desarrollo de los tomates bajo invernadero, garantizando que los nutrientes estén disponibles en las cantidades y momentos adecuados para un rendimiento óptimo y de forma sostenible.

En las últimas tres décadas, se han propuesto varias innovaciones tecnológicas para mejorar la sostenibilidad de los sistemas de producción agrícola, mediante una reducción significativa de agroquímicos sintéticos como pesticidas y fertilizantes (Rouphael & Colla, 2020). Por lo cual, es muy importante desarrollar nuevas estrategias de manejo, basadas en la aplicación de productos naturales, para incrementar la eficiencia de los rendimientos y garantizar la seguridad y sostenibilidad de los cultivos (Sader, 2023).

Los bioestimulantes son una nueva alternativa sustentable para promover el crecimiento y desarrollo de plántulas vigorosas en invernadero y satisfacer las necesidades de los productores de hortalizas (Jasso-de Rodríguez, 2024).

*Trichoderma* spp. posee varios mecanismos para ayudar con la promoción del crecimiento de las plantas: síntesis de fitohormonas, producción de vitaminas, solubilización de nutrientes, aumento de la captación y translocación de nutrientes, mayor desarrollo de la raíz y aumentos en la tasa metabólica.

Para asegurar que el uso de *Trichoderma* spp. aporta al desarrollo un valor rentable a este cultivo, se contactará con el invernadero que proporciona la planta, para hacer un ensayo comparando ambos invernaderos, medio invernadero con uso de *Trichoderma* spp. y otro control.

## 5.1.2 NECESIDADES HIDRICAS

El tomate tiene altos requerimientos de agua tanto en cantidad como en la frecuencia de suministro. Las necesidades hídricas del tomate dependen de la variedad, el estado de desarrollo del cultivo, el tipo de suelo, la topografía y las condiciones climáticas.

La rutina de riego comienza inmediatamente se trasplantan las plántulas. Desde el trasplante hasta el inicio de la floración, los riegos deben ser cortos y frecuentes, de modo que pueda mantenerse la humedad en los primeros 15 cm de suelo, zona en donde se están desarrollando las raíces (Escobar, 2010).

Parámetros clave:

- Duración de cada riego: 5 minutos por sesión.
- Horario de riego: Desde 3 horas después del amanecer hasta 3 horas antes del atardecer.
- Dosis máxima diaria (alta radiación): 160 L/día

**TABLA 3: PARÁMETROS CLAVE PARA LA PRODUCCIÓN DE TOMATE**

Etapa	Frecuencia de riego	Duración por sesión	Volumen estimado/día	Horario de riego	Consideraciones
<b>Floración</b>	Cada 2–3 horas	5 minutos	80–100 L/día	9:00–18:00 (ejemplo)	Ajustar según humedad del sustrato.
<b>Cuajado frutos</b>	Cada 1,5–2 horas	5 minutos	120–140 L/día	8:30–19:00 (verano)	Incrementar frecuencia si alta carga.
<b>Maduración</b>	Cada 2–3 horas	5 minutos	100–160 L/día	9:00–17:00 (evitar estrés)	Reducir riego cerca de cosecha.

Realizar un manejo correcto del riego permite evitar el estrés hídrico, sin provocar encharcamientos (pudrición radicular). No se generarán fluctuaciones bruscas, previniendo el rajado de frutos o caída de flores. La periodicidad de un manejo controlado no generará un déficit hídrico excesivo que podría causar podredumbres apicales por falta de asimilación de calcio.

**TABLA 4: COMPONENTES DEL DISEÑO DE RIEGO**

Componente	Especificación
Tubería principal	Ø 32 mm (PVC)
Tuberías secundarias	Ø 16 mm (12 ramales)
Filtro	120 mesh (3 mca pérdida)

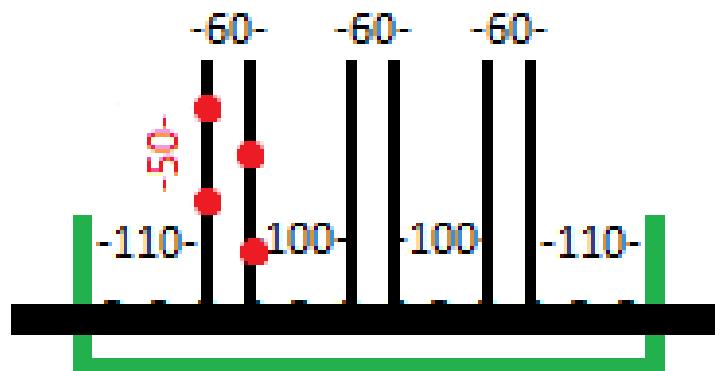
## 5.2 MARCO DE PLANTACIÓN

Una adecuada densidad y disposición de las plantas, que maximice la intercepción de radiación, permitirá incrementar la fotosíntesis para, con posterioridad y mediante técnicas de cultivo adecuadas, derivar la distribución de asimilados, en lo posible, al fruto o aquellas partes de la planta destinadas a cosecha comercial.

Una densidad adecuada permite el flujo de aire, mejorando la ventilación del cultivo en el invernadero; así se reducirá la presión de podredumbres, provocadas principalmente por hongos como *Botritis*, y reduciendo por tanto el uso de productos fitosanitarios.

En cada túnel de invernadero se dispondrá de tres conjuntos de parejas de mangueras de goteo y la distancia de los pasillos laterales dispondrán de 110 cm, debido a la reducción progresiva de la altura del techo y que no resulte agobiante a la hora de realizar manejos a diferencia de los 100 cm de distancia entre las parejas de mangueras de goteo, como podemos ver en la Figura 8.

Los goteros irán dispuestos a tres bolillos, para aumentar la superficie y evitar que las raíces de las tomateras se solapen. Se facilitarán los manejos, como la poda o la movilidad de las perchas donde cuelgan las plantas, consiguiendo así también una mayor ventilación.



**FIGURA 8: CROQUIS PROPRIO DEL MARCO DE PLANTACIÓN**

### 5.2.1 GESTIÓN DE TEMPERATURA Y CLIMATIZACIÓN

La temperatura del aire afecta la velocidad de crecimiento, disminuye el peso del tomate (Hurd & Graves, 1985) y el tiempo en que el tomate madura. Pearce y Grange determinaron incrementos de  $5 \mu\text{m h}^{-1}\text{C}^{-1}$  en el diámetro de los tomates producidos entre 10 y 30 °C (Pearce & Grange, 1993). Los tomates maduraron 65 y 42 días después del florecimiento de las plantas bajo ambientes controlados a 18 y 26°C, respectivamente (Adams, Cockshull, & Cave, 2001).

Altas temperaturas del aire y fuertes radiaciones causan una maduración dispareja (Mulholland, Edmondson, Fussell, Basham, & Ho, 2003). Esta alta insolación puede prevenirse con el uso de cortinas de sombreo, las cuales reducen la productividad del cultivo (Cockhull, Graves, & Cave, 1992). Se valorará el uso de cortinas de sombreo según la incidencia de radiación solar para próximos ciclos de cultivo. La temperatura de los frutos llega a disminuir hasta 2,5°C cuando se usan las mallas, reduciendo problemas fisiológicos en el tomate, tal como el agrietamiento (Cabrera, López, Baeza, & Pérez-Parra, 2006).

Las tasas de inicio del desarrollo de las hojas y de los frutos disminuyen linealmente con la reducción de la temperatura, aunque estas tasas pueden ser diferentes según el tipo de cultivo, su respuesta a la temperatura es la misma. La temperatura óptima del tomate durante la noche es 13-16°C y durante el día 22-26°C, encontrándose la temperatura mínima biológica entre 8 y 10°C como podemos ver en la Tabla 4, y la temperatura mínima letal entre -2 y 0°C (Tesi, 2001).

Se gestionará la temperatura mediante la revisión constante de las herramientas de medición y predicciones meteorológicas oficiales atendiendo a la Tabla 5 de datos históricos de promedio en la Comarca de la Hoya de Huesca entre 2013 y 2023, para el cultivo de tomate Rosa de Barbastro y Corazón de Buey considerando las condiciones de temperatura, horas de luz y riesgos climáticos.

**TABLA 5: CULTIVO IDEAL ESTIMADO BASADA EN LA FUENTE DE DATOS CLIMÁTICOS  
AEMET (AGENCIA ESTATAL DE METEOROLOGÍA)**

Mes	T° Ext. Mín/Máx (°C)	T° Invernadero (Sin/Con Calef.)	Horas Luz	Etapa Ideal	Riesgos Climáticos	Acciones Recomendadas
Marzo	2 / 15	8 / 25 → 12 / 28	11–12	Siembra	Heladas tardías	Calefacción nocturna (≥10°C)
Abril	5 / 18	10 / 30 → 14 / 32	13	Trasplante	Vientos fuertes	Cierre de las 2 puertas + Uso de manta térmica en noches frías
Mayo	8 / 22	14 / 35 → 16 / 38	14	Crecimiento vegetativo	Golpes de calor diurnos	Aperturas de puertas + Ventilación + sombreo al 30%
Junio	12 / 28	18 / 40 → 20 / 42	15	Floración / Cuajado	Estrés hídrico	Control de humedad
Julio	15 / 32	20 / 45 → 22 / 48	14–15	Maduración frutos	Araña roja (alta T°)	Prevención hongos + Control de humedad
Agosto	14 / 30	18 / 42 → 20 / 45	13	Cosecha (Rosa de Barbastro)	Botritis (noches húmedas)	Ventilación + evitar mojar hojas
Septiembre	10 / 25	14 / 35 → 16 / 38	12	Cosecha (Corazón de Buey tardío)	Lluvias repentinas	Reducir riego + Prevención de hongos

Se gestionará de forma manual, utilizando la ventilación mediante la apertura de puertas o ventanas. Se valorará, a medio plazo, la automatización de puertas y ventanas; como se describe en el Anejo 7.

## 5.2.2 MANEJO Y DESARROLLO DEL CULTIVO

La construcción previa del invernadero será realizada por un total de 3 personas, según las instrucciones dadas por la marca comercial. La puesta en marcha del proyecto y el resto de las actividades serán a cargo del propietario.

La explotación de estos invernaderos se llevará, de forma individual, por parte de un hortelano, en este caso el propietario. Se encargará de la supervisión diaria de la plantación, según las observaciones particulares de las plantas, su estado de desarrollo y la predicción climática. Gracias a esta supervisión, se determinará el riego, la ventilación y el manejo necesario, así como los tratamientos y podas definidos en el Anejo 6.

## 5.3 PRODUCTIVIDAD

Con el sello de Producción Integrada, el cultivo bajo invernadero alcanzará las siguientes producciones según los cálculos realizados en el Anejo 6:

- Rosa de Barbastro: 3.3 T (13.8 kg/m<sup>2</sup>).
- Corazón de Buey: 2.4 T (9.9 kg/m<sup>2</sup>).

La diferencia en venta del producto se compensa con el mayor valor comercial del Corazón de Buey.

## 6. RESUMEN DEL PRESUPUESTO

En el documento presupuesto está separado lo relativo a la ejecución material del proyecto de lo que son gastos generales para empezar la actividad. Aquí podemos observar el resumen de ambos presupuestos, con un gasto total para la implantación del proyecto de 17.616€ (I.V.A incluido).

### RESUMEN DE PRESUPUESTO

#### Construcción de invernaderos

CAPÍTULO	RESUMEN	IMPORTE	%
Estructura A		3.175,32	32,56
Estructura B		3.175,32	32,56
Riego		225,04	2,31
Almacenamiento		3.178,00	32,58
	PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	9.753,68	
	21% IVA .....	2.048,27	
	PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN	11.801,95	

Asciende el presupuesto a la expresada cantidad de ONCE MIL OCHOCIENTOS UN EUROS con NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS

, 1 de enero 2025.

### RESUMEN DE PRESUPUESTO

#### Herramientas y materiales de la puesta en marcha

CAPÍTULO	RESUMEN	IMPORTE	%
Herramientas		2.959,00	61,58
EPIs		505,00	10,51
Insumos		1.341,00	27,91
	PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	4.805,00	
	21% IVA .....	1.009,05	
	PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN	5.814,05	

Asciende el presupuesto a la expresada cantidad de CINCO MIL OCHOCIENTOS CATORCE EUROS con CINCO CÉNTIMOS

, 1 de enero 2025.

## 7. VIABILIDAD ECONÓMICA

El análisis económico es uno de los aspectos más importantes a considerar cuando se empieza un proyecto productivo. El éxito de toda iniciativa productiva está sujeto a la aceptación del mercado. Este proceso se da en la medida en que las necesidades sean satisfechas gracias al beneficio que genera el producto o servicio ofrecido (Escobar, 2010).

En el caso de este proyecto, se ha realizado un estudio de viabilidad económica por el cual el propietario tiene un salario. En el Anejo 8, se determina la rentabilidad del proyecto bajo tres posibles escenarios de mercado.

**TABLA 6: RESULTADO FINAL DEL ESTUDIO ECONÓMICO**

Escenario	VAN (5%)	TIR	Conclusión
<b>Base (Moderado)</b>	+18.000 €	9%	Rentable
<b>Optimista</b>	+45.000 €	14%	Muy rentable
<b>Pesimista</b>	-5.000 €	2%	No viable
<b>Diversificación</b>	+25.000 €	11%	Rentable con resiliencia

Teniendo en cuenta los resultados de la Tabla 6 podemos afirmar que el proyecto será rentable permitiendo que el propietario y hortelano gane un salario durante los meses que dura la explotación del cultivo, siendo un producto sensible al mercado, pero a la vez un proyecto con gran capacidad adaptativa mediante la mecanización o la rotación de cultivos y con posibilidad de ampliar terreno cultivable en ésta misma parcela según convenga.

## Bibliografía

(s.f.).

- Acta Biológica Colombiana. (2014). Acción combinada de feromona sexual y de avispas Apanteles gelechiidivoris para el control de Tuta absoluta en cultivos de tomate bajo invernadero : Combined action of sex pheromone and wasp Apanteles gelechiidivoris in greenhouse Tomato Crops. *Acta Biológica Colombiana*, págs. 19(.2) 175-184  
<https://doi.org/10.15446/abc.v19n2.38202>.
- Adams, S., Cockshull, K., & Cave, C. (2001). Effect of Temperature on the Growth and Development of Tomato Fruits. *Annals of Botany* 88, 869-877.
- AEMET. (junio de 2025). *Agencia Estatal de Meteorología*. Obtenido de AEMET: <https://www.aemet.es/fr/portada>
- Allende, M. (2017). N/A. Obtenido de Manual del cultivo de tomate al aire libre: <https://biblioteca.inia.cl>.
- Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2017). The Adaptation and Mitigation Potential of Traditional Agriculture in a Changing Climate. *Climatic Change*, 140,, págs. 33-45.
- Anton. (enero de 2025). *Planet Calc*. Obtenido de Longitud de una sombra: <https://es.planetcalc.com/1875/>
- Cabrera, F., López, J., Baeza, E., & Pérez-Parra. (2006). Efficiency of Anti-Insect Screens Placed in the Vents of Almería Greenhouses. *Acta Horticulturae* 719, 605-614.
- Castro, L. F. (2011). Efecto del vermicompost y quitina sobre el control de Meloidogyne incognita en tomate a nivel de invernadero. *Agronomía Costarricense: Revista de Ciencias Agrícolas*, págs. 35(. 2), 21–32.
- Cockshull, K., Graves, C., & Cave, C. (1992). The influence of shading on yield of glass house tomatoes. *Journal of Horticultural Scienc*, 67: 11-24.
- Doran, G. (30 de Mayo de 2024). *Doran Greenhouse*. Obtenido de Cálculo de carga de la estructura de construcción del invernadero: <https://es.dorangreenhouse.com/load-calculation-of-greenhouse-construction-structure-es.html>
- Escobar, H. (2010). *Manual de producción de tomate bajo invernadero*. . Editorial Tadeo Lozano.
- FAOSTAT. (2024). *Cultivos y productos de ganadería*. Obtenido de FAOSTAT: <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL>
- Fertri, I. (31 de Agosto de 2023). *Fertri Invernaderos*. Obtenido de ¿Cómo debe ser la estructura de un invernadero?: <https://fertri.com/2023/08/estructura-de-un-invernadero/>
- Gobierno de Aragón. (2 de octubre de 2024). *Producción integrada*. Obtenido de <https://www.aragon.es/-/produccion-integrada>
- GrupoAN. (28 de Junio de 2023). *El tomate rosa, a pleno rendimiento*. Obtenido de GrupoAN: <https://www.grupoan.com/el-tomate-rosa-a-pleno-rendimiento/>
- Hurd, R., & Graves, C. (1985). Some effects of air and root temperatures on the yield and quality of glasshouse tomatoes. *Journal of Horticultural Science* 60, 359-371.

- INTA. (2017). *Aromáticas, su importancia en la huerta orgánica*. . Obtenido de INTA: <https://inta.gob.ar/noticias/aromaticas-su-importancia-en-la-huerta-organica>
- Jasso-de Rodríguez, D. (2024). *Bioestimulantes de plantas del semidesierto en el crecimiento radicular y aéreo de plántulas de tomate. Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 11(3). Obtenido de <https://doi.org/10.19136/era.a11n3.4145>.
- Martí, C., Cuchí, J., & Badía, D. (enero de 2025). *Plan hidrológico del río Gállego*. Obtenido de Portal CHEbro: <https://www.chebro.es>
- Monge-Perez, J. & -C. (2019). *Tecnología En Marcha*, 32(3)., Obtenido de Tomate (Solanum lycopersicum L.) cultivado bajo invernadero: correlaciones entre variables. : <https://doi.org/10.18845/tm.v32i3.4478>.
- Mulholland, B., Edmondson, R., Fussell, M., Basham, J., & Ho, L. (2003). Effects of high temperature on tomato summer fruit quality. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 78: 365-374.
- Novagric. (24 de Julio de 2024). *Novagric*. Obtenido de Seguridad y Legislación en el Montaje de Invernaderos: <https://novagric.com/seguridad-y-legislacion-en-el-montaje-de-invernaderos/>
- Pearce, B., & Grange, R. H. (1993). The growth of young tomato fruit. Effects of temperature and irradiance on fruit grown in controlled environments. *Journal of Horticultural Science* 68, 68:.
- Pérez M., D. E. (2011). Dispersion de Encarsia formosa (Hymenoptera: Aphelinidae) parasitando Trialeurodes vaporariorum (Hemiptera: Aleyrodidae) en tomate bajo invernadero. . *Revista Colombiana de Entomología*,, págs. 1(4), 455-467.
- Phytoma España. (2023). Avances recientes en el control biológico de plagas en cultivos de invernadero : el cultivo del tomate como caso práctico. *Phytoma España: La Revista Profesional de Sanidad Vegetal*, , págs. 353, 37–41.
- Rouphael, Y., & Colla, G. (2020). *Biostimulants in agriculture*. Obtenido de Frontiers in Plant Science, págs. 11: 1-7.: <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00040>.
- Saath, K. C. (2018). Crescimento da demanda mundial de alimentos e restrições do fator terra no Brasil. *Revista de Economia e Sociologia Rural* 56(2), 195-212.
- Sader. (2023). *Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural*. Obtenido de Chile, cebolla y jitomate, el tricolor de las fiestas patrias: Agricultura.: <https://www.gob.mx/agricultura/prensa/chile-cebolla-y-jitomate-el-tricolor-de-las-fiestas-patrias-agricultura>
- Scotta, R. R. (2014). DETERMINACIÓN DE LAS PÉRDIDAS CAUSADAS POR LA MOSCA BLANCA DE LOS INVERNADEROS (Trialeurodes vaporariorum) EN CULTIVOS DE TOMATE BAJO INVERNADERO. *FAVE: Sección Ciencias Agrarias*,, 13( 1-2), 55–60 <https://doi.org/10.14409/fa.v13i1/2.4962>.
- Tesi, R. (2001). Medios de protección para la hortofruticultura y el viverismo. *Mundi-Prensa*, 288 pp.

Toor, R. S. (3 de marzo de 2006). *Journal of Food Composition and Analysis*. Obtenido de Influence of different types of fertilizers on the major antioxidant components of tomatoes.: <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2005.03.003>

Vavrina, C. (2022). *An Introduction to the Production of Containerized Vegetable Transplant*. HS849. Horticultural Sciences Department. Florida Cooperative Extension Service. Florida, Estados Unidos: Institute of Food and Agricultural Sciences.

Victoria, N. V. (2011). Horticultura Protegida Mexicana: Producción y mercado de horticultura protegida mexicana descrita y analizada (No. 1126). *Wageningen UR Horticultura en invernadero / LEI*.

Zermenó-González, A. (2021). Greenhouse Cover Comparison on Tomato Growth and Yield. AGROCIENCIA, 55(6). <https://doi.org/10.47163/agrociencia.v55i5.255>, 523–538.



**Universidad**  
Zaragoza

## Trabajo Fin de Grado

# GRADO EN INGENIERÍA AGROALIMENTARIA Y DEL MEDIO RURAL HORTOFRUTICULTURA Y JARDINERÍA

## ANEJOS A LA MEMORIA

Autor

Javier Nuño Belloc

Director

Antonio Boné Garasa

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR

Año 2025

# Índice

<b>ANEJO 1: NORMATIVA DE PRODUCCIÓN INTEGRADA .....</b>	30
<b>ANEJO 2: ANALISIS DE AGUA .....</b>	51
<b>ANEJO 3: ANALISIS EDAFOLOGICO .....</b>	53
<b>ANEJO 4: CARACTERISTICAS DEL TOMATE.....</b>	59
<b>ANEJO 5: PLAGAS Y ENFERMEDADES.....</b>	64
<b>ANEJO 6: MANEJO DE LA PLANTACIÓN .....</b>	70
<b>ANEJO 7: NECESIDADES ENERGÉTICAS Y CLIMATIZACION .....</b>	82
<b>ANEJO 8: ESTUDIO ECONÓMICO .....</b>	89
<b>ANEJO 9: ESTRUCTURA.....</b>	100
<b>ANEJO 10: DISEÑO HIDRÁULICO.....</b>	118

**ANEJO 1:**  
**NORMATIVA DE PRODUCCIÓN INTEGRADA**

## ANEJO 1: NORMATIVA DE PRODUCCIÓN INTEGRADA

En el Municipio de Murillo de Gállego, Zaragoza, Aragón, el cultivo de tomate en invernadero bajo el sello de Producción Integrada debe cumplir con la normativa autonómica, nacional y europea aplicable.

La Producción Integrada en Aragón está regulada por:

- Decreto 73/2014, de 13 de mayo, del Gobierno de Aragón, por el que se establece el marco normativo de la Producción Integrada y se crea el Consejo Aragonés de Producción Integrada.
- Orden APA/1474/2007, de 24 de mayo, que establece la norma técnica específica para el cultivo de tomate en producción integrada (aunque ha sido actualizada por normativas autonómicas posteriores).

Las normativas Fitosanitarias son:

- Real Decreto 1311/2012, de 14 de septiembre, sobre uso sostenible de productos fitosanitarios.
- Gestión Integrada de Plagas (GIP).
- Uso preferente de productos de bajo riesgo y técnicas no químicas.
- Registro de Productores, Operadores y Asesores (ROPO) en Aragón.
- Directiva 2009/128/CE (uso sostenible de plaguicidas).
- Registro de Productos Fitosanitarios del MAPA
- Guías de Producción Integrada de Aragón para tomate.

Las normativas de Invernaderos y Medio Ambiente son:

- Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados: impacto en gestión de plásticos y residuos agrícolas.
- Ley 10/2018, de 5 de diciembre, de Cambio Climático de Aragón: control de emisiones y eficiencia energética en invernaderos.
- Normativa local de Murillo de Gállego sobre uso de agua

Las etapas de certificación y Sellos de Calidad son:

- Solicitar la certificación ante el Comité Aragonés de Producción Integrada.
- Cumplir con los controles y auditorías establecidos.
- Utilizar el etiquetado regulado (indicando "Producción Integrada – Aragón").

# ÍNDICE DE LA NORMA TÉCNICA ESPECÍFICA PARA LA PRODUCCIÓN INTEGRADA DE TOMATE.

## CAPÍTULO I: INSTALACIONES, EQUIPOS Y PROTECCIÓN DE LA SEGURIDAD Y SALUD DE LOS TRABAJADORES.

- En campo.
- En central o industria de transformación.

## CAPÍTULO II: ASPECTOS PROPIOS DEL CULTIVO.

- 2.1. Aspectos agronómicos generales.
- 2.2. Suelo, preparación del terreno y laboreo.
- 2.3. Siembra/plantación.
- 2.4. Fertilización y enmiendas.
- 2.5. Riego.
- 2.6. Control integrado.
- 2.7. Recolección.

## CAPÍTULO III: ASPECTOS PROPIOS DE LA CENTRAL/ALMACEN.

- 3.1. Recepción.
- 3.2. Tratamientos post-recolección.
  - Conservación y almacenamiento.
  - Proceso de transformación y elaboración del producto vegetal.
  - Envasado. Cuadros anexos
  - Norma técnica específica para la producción integrada de tomate.

## CAPÍTULO I: INSTALACIONES, EQUIPOS Y PROTECCIÓN DE LA SEGURIDAD Y SALUD DE LOS TRABAJADORES.

Ídem Norma General.

## **CAPÍTULO II. ASPECTOS PROPIOS DEL CULTIVO.**

### **2.1. —Aspectos agronómicos generales.**

#### ***Práctica obligatoria***

Establecer un plan anual de rotación de cultivos que comprenda, al menos, 2 campañas; salvo informe agronómico de justificación de otra opción, elaborado por el técnico en producción integrada.

#### ***Práctica recomendada***

No cultivar tomate tras solanáceas.

### **2.2. —Suelo, preparación del terreno y laboreo.**

#### **Prácticas obligatorias**

Se realizará una caracterización edáfica de las cualidades permanentes de las Unidades Homogéneas de Cultivo (en adelante UHC). Para ello, se procederá a la apertura de catas, a la toma de muestras de éstas y a la ejecución de las determinaciones analíticas necesarias. Estas operaciones se realizarán según lo descrito en el Anexo Nº 1. Dichas UHC contarán con una delimitación geográfica sobre planos.

Las malas hierbas y restos vegetales de cultivos anteriores se eliminarán en la forma adecuada y con la suficiente antelación. La eliminación se realizará preferentemente por medios mecánicos. La utilización de medios químicos será autorizada por el técnico de producción integrada. Sólo podrán ser utilizadas las materias activas que se incluyen en el Cuadro Nº 3 y respetando las restricciones que las afectan.

En terrenos con pendientes, en los que se pueda producir erosión, las líneas de cultivo seguirán las curvas de nivel.

#### **Prácticas recomendadas**

Usar suelos con una profundidad útil mayor de 70 cm, bien drenados, con pH entre 6 y 8,5, de textura gruesa y conductividad eléctrica en el extracto de pasta saturada menor de 4 dS/m (no salinos o ligeramente salinos).

El uso de solarización, biofumigación u otras técnicas naturales de desinfección de suelo.

Desfonde con aplicación de materia orgánica hasta alcanzar un nivel mínimo de 1% de materia orgánica en los primeros 20 cm del perfil, e incorporación al terreno.

## **2.3. —Siembra/plantación.**

### **Prácticas obligatorias**

Utilizar material vegetal (planta o semilla) procedente de entidades inscritas en el Registro Oficial de Productores, Comerciantes e Importadores de vegetales, de la Comunidad Autónoma de Aragón, o en el correspondiente registro oficial de proveedores de otra Comunidad Autónoma o país de la Unión europea.

Además, se deberá exigir y conservar el pasaporte fitosanitario al viverista que proporcione la planta. En el caso de que la planta se produzca en la propia explotación la semilla deberá cumplir el apartado anterior.

En caso de utilizar acolchado con plástico no biodegradable, retirarlo en un plazo máximo de dos meses tras la recolección.

En caso de utilizar acolchado plástico biodegradable, este deberá ser envuelto en plazo de dos meses tras la recolección.

### **Prácticas recomendadas**

Utilizar las variedades adaptadas a la zona de cultivo, o recomendadas oficialmente.

Emplear sembradoras neumáticas.

Utilizar dosis de semilla mínimas entre 60.000 y 70.000 uds/ha.

La utilización de mesas de cultivo. La distancia entre líneas vendrá dada por las características de la maquinaria a utilizar en todo el proceso de cultivo, especialmente la de recolección. Separación entre mesas, para recolección mecanizada, de 1,50 a 1,60 metros.

La distancia entre plantas podrá variar según el tipo de tomate y la forma de plantación (a una o dos líneas por mesa, a una o dos plantas por cepellón), pero siempre manteniendo las siguientes densidades:

Recolección escalonada. Densidad de 2,0 a 2,5 plantas/m<sup>2</sup> (a 1 planta/cepellón):

- Separación entre líneas: de 1,30 a 1,50 m.

- Separación entre plantas: de 0,30 a 0,35 m.

Recolección única. Densidad de 3,0 a 4,0 plantas/m<sup>2</sup>:

- A 1 planta/cepellón, utilizar 3-4 cepellones/m<sup>2</sup>.
- A 2 plantas/cepellón, utilizar 1,6-2 cepellones/m<sup>2</sup>.

Utilizar cubiertas biodegradables.

## 2.4. —Fertilización y enmiendas.

### Prácticas obligatorias

La explotación dispondrá de un plan de abonado anual para el cultivo presente en cada UHC. El plan de abonado contemplará al menos tipo de fertilizante, la cantidad y época de aplicación.

Análisis químico de fertilidad del suelo el primer año de acogerse a producción integrada y posteriormente cada 5 años. El número de análisis de fertilidad de suelo a efectuar en cada UHC será como mínimo de uno, y según criterio del técnico de producción integrada. En cada muestra se efectuarán las siguientes determinaciones: materia orgánica, prueba previa de salinidad, fósforo, potasio y magnesio asimilables. La toma de muestra de suelo para estos análisis se realizará siguiendo las normas de muestreo que se establecen en el Anexo Nº 2.

Considerando las aportaciones de las diferentes entradas (agua, abono mineral, estiércoles, etc.), se establece un máximo de aportaciones nitrogenadas de 150 UF de N/ha y año en recolección única y 160-180 UF de N/ha y año en recolección escalonada.

### Práctica prohibida

El empleo de abonos foliares y otros correctores. No obstante, su posible uso se limitará a las situaciones en las que las carencias sean importantes, y siempre con informe de justificación agronómica del técnico de producción integrada.

### Prácticas recomendadas

Aplicar, como máximo, con la mayor antelación posible a la implantación del cultivo:

- Estiércol maduro: 40-50 T/ha

- Purines: 40 m<sup>3</sup>/ha

En la fertilización fosfopotásica (procedente de abonos minerales), aportar como máximo las siguientes dosis en función de los niveles de contenido en el suelo de fósforo y potasio que se indican en el Cuadro Nº 1.

**TABLA 1: DESCRIPCIÓN DE TIPO DE SUELO**

<b>Tipo de suelo</b>	<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	<b>K<sub>2</sub>O</b>
Suelos pobres	180	250
Suelos medios	140	250
Suelos ricos	100	150

## 2.5 - Riego

### ***Prácticas obligatorias***

En caso de usar aguas residuales depuradas, disponer de análisis químico y bacteriológico anual.

Realizar nivelaciones adecuadas en caso de riegos por inundación.

En el caso de utilizar riego localizado, retirar el material en el plazo máximo de dos meses tras la recolección.

### ***Prácticas recomendadas***

No regar con aguas con conductividad eléctrica mayor de 3,0 dS/m.

Riego por goteo.

En riego por goteo, la frecuencia será igual o inferior a 3 días, especialmente en la época de floración y cuajado.

Evitar períodos de fuerte estrés hídrico seguidos de riegos muy abundantes.

El corte de riego en el momento adecuado para favorecer la maduración agrupada y la calidad del fruto.

- Control integrado.

### ***Prácticas obligatorias***

La utilización de productos fitosanitarios sólo se permitirá cuando se superen los niveles de tolerancia que figuran en el Cuadro Nº 2, quedando descritos en este mismo cuadro los métodos de estimación del riesgo y el tamaño mínimo de las muestras.

En el caso de ser necesaria una intervención química, sólo podrán ser utilizadas las materias activas que se incluyen en el Cuadro Nº 3. El uso de estas materias activas deberá ajustarse a las autorizaciones y condiciones de uso contempladas en el Registro Oficial de productos fitosanitarios.

El control de malas hierbas se realizará preferentemente por medios mecánicos, pudiéndose utilizar, cuando sea necesario previo informe agronómico del técnico competente, los herbicidas relacionados en el Cuadro Nº 3.

## **2.6 - Recolección**

### ***Prácticas recomendadas***

Cuando se efectúe la recolección:

En tomate de recolección escalonada, realizar al menos dos pasos, recolectando el primero cuando alcancen la madurez el 50-65% de los frutos y el segundo, cuando maduren el resto. En tomate de recolección única, se realizará de una sola pasada, bien sea a mano, sacudiendo, o con cosechadora. El momento adecuado se determina según el tipo de tomate:

- Para pelado: cuando el porcentaje de fruto rojo esté entre el 80 y 85%.
- Para otros usos: cuando el porcentaje de fruto rojo esté alrededor del 90%.

## **CAPITULO III. ASPECTOS PROPIOS DE LA CENTRAL/ALMACEN**

- Recepción. Ídem Norma General.
- Tratamientos post-recolección. Ídem Norma General.
- Conservación y almacenamiento. Ídem Norma General.
- Proceso de transformación y elaboración del producto vegetal.

### ***Práctica obligatoria***

Todos los productos vegetales que se utilicen en la elaboración del producto transformado deberán haber cumplido las condiciones de la presente Norma Técnica de producción integrada.

- Envasado. Ídem Norma General.

**Cuadro Nº 1. Niveles de contenido en suelo de fósforo y potasio.**

Para el caso de que se utilicen los métodos de determinación Olsen y sobre Acetato Amónico para la cuantificación del fósforo y potasio respectivamente, se utilizará el cuadro interpretativo siguiente:

**TABLA 2: NIVELES DE CONTENIDO EN SUELO DE FÓSFORO Y POTASIO**

Suelo	Fósforo (ppm)		Potasio (ppm)	
	P	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K	K <sub>2</sub> O
Pobres	Menor de 20	Menor de 46	Menor de 200	Menor de 240
Medios	Entre 20 y 35	Entre 46 y 80	Entre 200 y 300	Entre 240 y 360
Ricos	Mayor de 35	Mayor de 80	Mayor de 300	Mayor de 360

**Cuadro Nº 2. Épocas de control, tamaño de las muestras y niveles de tolerancia.**

Los niveles de población de cada fitoparásito se estimarán mediante controles visuales de daños o de presencia de parásitos a nivel de parcela o unidad de control no superior a 10 hectáreas. El tamaño mínimo de la muestra será de 100 plantas por unidad de control, distribuidas en distintos puntos de la unidad de control. Se recomienda que los muestreos se realicen semanalmente y siempre con anterioridad a cualquier intervención fitosanitaria.

**TABLA 3: FITOPARÁSITOS Y NIVELES DE TOLERANCIA**

PLAGAS	FITOPARÁSITO	NIVEL DE TOLERANCIA
Plagas de suelo	Gusanos de suelo ( <i>Agriotes</i> )	Presencia, bien en el cultivo anterior o por capturas en trampas alimenticias.
	Gusanos grises ( <i>Agrotis</i> )	Presencia de plantas atacadas.
Plagas de vegetación	Pulgones ( <i>Aphis gossypii</i> , <i>Myzus persicae</i> ,...)	Más de un 10% de plantas atacadas, sobre la muestra.
	Trips ( <i>Frankliniella occidentalis</i> )	Presencia de la plaga y daños del virus del bronceado (TSWV). Aviso de la presencia del virus al Centro de Protección Vegetal.
	Araña amarilla ( <i>Tetranychus urticae</i> y <i>Tetranychus turkestanii</i> )	Presencia de focos o rodales de ataque.
	Vasates ( <i>Aculops lycopersici</i> )	Presencia de la plaga.

	Moscas blancas ( <i>Trialeurodes vaporariorum</i> , <i>Bemisia tabaci</i> )	Presencia de focos o rodales de ataque.
	Orugas Heliotis ( <i>Helicoverpa armigera</i> ) y otras.	Intervención recomendada por el técnico de producción integrada o presencia de daños en fruto.
	Otras plagas	Intervención en función de la recomendación del técnico de producción integrada.

**TABLA 4: ENFERMEDADES Y NIVELES DE TOLERANCIA**

CATEGORÍA	PATÓGENO	NIVEL DE TOLERANCIA
<b>Hongos de cuello/suelo</b>	<i>Fusarium sp</i> , <i>Phytophthora sp.</i> , <i>Pythium sp.</i> , <i>Rhizoctonia solani</i> , <i>Sclerotinia</i> , ...	Presencia de daños
<b>Enfermedades de vegetación</b>	Oidiópsis ( <i>Levellula taurica</i> )	Más de un 10% de plantas atacadas, sobre la muestra
<b>Enfermedades de vegetación y/o fruto</b>	Alternaria	Se permiten tratamientos preventivos, recomendados por el técnico de producción integrada, cuando se dé alguna de las siguientes condiciones de riesgo: - Lluvias continuadas - Rocíos y T <sup>a</sup> de 6 a 31°C
	Mildiu ( <i>Phytophthora infestans</i> )	Se permiten tratamientos preventivos, recomendados por el técnico de producción integrada, cuando se dé alguna de las siguientes condiciones de riesgo: - Tormentas - Humedad relativa alta y T <sup>a</sup> de 18 a 25°C
	Bacteriosis ( <i>Pseudomonas syringae</i> )	- Presencia de daños. - Se permiten tratamientos preventivos, recomendados por el técnico de producción integrada, cuando se dé alguna de las siguientes condiciones de riesgo: - Lluvias y T <sup>a</sup> inferior a 20°C - Granizo
	Heridas por granizo	Se permiten tratamientos curativos, recomendados por el técnico de producción integrada, después de este accidente meteorológico.

	Botritis ( <i>Botrytis cinerea</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Presencia de daños.</li> </ul> <p><b>PRERRECOLECCIÓN:</b> Se permiten tratamientos preventivos pre-recolección, recomendados por el técnico de producción integrada, siempre y cuando se cumpla el plazo de seguridad indicado para la materia activa elegida.</p>
<b>Enfermedades de fruto</b>	Podredumbres de fruto ( <i>Geotrichum sp.</i> , <i>Colletotrichum sp.</i> , ...)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Presencia de daños.</li> </ul> <p><b>PRERRECOLECCIÓN:</b> Se permiten tratamientos preventivos pre-recolección, recomendados por el técnico de producción integrada, siempre y cuando se cumpla el plazo de seguridad indicado para la materia activa elegida.</p>
	Otras enfermedades	Intervención en función de la recomendación del técnico de producción integrada.
<b>Virosis</b>	TSWV. Bronceado (Tomato Spotted Wilt Virus)	Si se detectan plantas con síntomas, aviso al Centro de Protección Vegetal.
	CMV. Mosaico del pepino (Cucumber Mosaic Virus)	Determinación del agente causal y eliminación de plantas con síntomas.
	Otros virus	Determinación del agente causal y eliminación de plantas con síntomas.

#### Cuadro N° 3. Materias activas admitidas para cada fitoparásito.

##### Plagas

**TABLA 5: MATERIAS ACTIVAS ADMITIDAS PARA CADA FITOPARÁSITO, PLAGAS.**

<b>FITOPARÁSITO</b>	<b>MATERIA ACTIVA</b>	<b>PLAZO DE SEGURIDAD (días)</b>
<b>Gusanos de suelo</b>	cadusafos-10 clorpirifos-5 teflutrin-0,5	NP NP NP
<b>Gusanos grises</b>	CEBO: clorpirifos-Varias  PULVERIZACIÓN: azadiractin-3,2 clorpirifos-Varias	'7/15  3 '7/15

	deltametrin-2,5 l-chialotrin-Varias	3 3
<b>Pulgones</b>	aceite de verano-Varias acetamiprid-20	NP 3
	alfacipermetrin-Varias azadiractin-3,2 bifentrin-10 deltametrin-2,5 esfenvalerato-Varias imidacloprid-Varias l-chialotrin-Varias metil-pirimifos-Varias pimetrocina-25 pirimicarb-50 taufluvalinato-Varias tiacloprid-48 tiametoxan-25 zetaclipermetrin-Varias	2 3 3 3 3 3 3 7 3 3 7 3 3 2
	aceite de verano-Varias acrinatrin-7,5 azadiractin-Varias deltametrin-2,5 formetanato-50 metil-clorpirifos-22,4 metiocarb-50 spinosad-48 tau-fluvalinato-Varias	NP 3 3 3 3 5 7 3 7
<b>Trips</b>	abamectina-Varias aceite de verano-Varias acrinatrin-7,5 azadiractin-3,2 azufre-Varias bifentrin-10 dicofol-Varias dicofol-16 + tetradifon-6 fenbutaestan-55 fenpiroximato-5 flufenoxuron-10 piridaben-20 propargita-Varias tebufenpirad-20 tetradifon-7,5	3 NP 3 3 3/5 3 15 15 7 3 7 3 7 15
<b>Araña amarilla</b>	aceite de verano-Varias	NP
<b>Vasates (<i>Aculops</i></b>		

<i>Lycopersici)</i>	abamectina-1,8 azadiractin-3,2 azufre-Varias bifentrin-10 bromopropilato-50 tetradifon-7,5	3 3 3 3 7 15
<b>Mosca blanca</b>	aceite de verano-Varias acetamiprid-20 alfacipermetrin-Varias azadiractin-Varias Beauveria bassiana-Varias bifentrin-10 buprofezin-25 imidacloprid-Varias l-chlalotrin-Varias pimetrocina-25 piridaben-20 piriproxifen-10 taufluvalinato-Varias teflubenzuron-15 tiacloprid-48tiametoxan-25 zeta cipermetrin-Varias	NP 3 2 3 NP 3 7 3 3 3 3 3 3 7 3 3 2
<b>Orugas (<i>Heliotis</i>) y otras</b>	alfacipermetrin-Varias azadiractin-3,2 Bacillus thuringiensis-Varios betaciflutrín-2,5 bifentrin-10 ciflutrín cipermetrin clorpirifos-Varias esfenvalerato-Varias etofenprox-30 flufenoxuron-10 indoxacarb-30	2 3 NP 3 3 3 3 3 3 3 3 3 7 1 3 5 3 7 3 2

<b>Otras plagas</b>	Las autorizadas para el cultivo en el Registro Oficial de Fitosanitarios y recomendadas por el Técnico de Producción Integrada.	--
---------------------	---	----

### Enfermedades

**TABLA 6: MATERIAS ACTIVAS ADMITIDAS PARA CADA FITOPARÁSITO, ENFERMEDADES**

<b>FITOPARÁSITO</b>	<b>MATERIA ACTIVA</b>	<b>PLAZO DE SEGURIDAD (días)</b>
<b>Hongos de cuello/suelo</b> ( <i>Fusarium sp</i> , <i>Phytophthora sp.</i> , <i>Pythium sp.</i> , <i>Rhizoctonia solani</i> , <i>Sclerotinia</i> ,...)	ditianona-75 ( <i>Fusarium</i> ) etridiazol-48 himexazol-36 metil-tolclofos-50 ( <i>Rhizoctonia</i> y <i>Sclerotinia</i> ) procymidona-Varias ( <i>Sclerotinia</i> ) procloraz-45 ( <i>Fusarium</i> ) propamocarb-60,5 propineb-15+oxicloruro cobre-20 tebuconazol-25 ( <i>Sclerotinia</i> )	14 3 NP 90 5 15 14 3 3
<b>Oídio</b> ( <i>Oidiopsis</i> )	azoxystrobin-25 azufre-Varias bupirimato-25 ciproconazol-Varias dinocap-Varias fenarimol-12 kresoxim-metil-50 miclobutanol-Varias tetraconazol-10 triadimenol-Varias	3 3/5 3 3 3 7 3 3 3 3
<b>Alternaria</b>	benalaxil-6 + cimoxanilo-3,2 + mancozeb-40 benalaxil-4 + oxicloruro cuprocálcico-33 captan-Varias cimoxanilo-3 + sulfato cuprocálcico-22,5 cimoxanilo-3 + oxicloruro de cobre-14 + sulfato cuprocálcico-14 cimoxanilo-30 + 3	15 15 7/10 15 15 + 3

	famoxadona-22,5	
	cimoxanilo-4 + folpet-25 +	15
	fosetyl-Al-50	
	clortalonil-Varias	3
	compuestos cúpricos-Varias	3
	difenoconazol-25	
	folpet-Varias	10
	folpet + compuestos	10
	cúpricos-Varias	
	fosetyl-Al-35 + mancozeb-35	15
	mancozeb-Varias	3/15
	maneb-Varias	3
	metalaxil-M-3,9 +	14
	mancozeb-64	
	metiram-80	3
	propineb-70	3
<b>Mildiu</b>	azoxistrobin-25	3
	benalaxil-8 + mancozeb-65	15
	benalaxil-6 + cimoxanilo-3,2	15
	+ mancozeb-40	
	benalaxil-4 + oxiduro	15
	cuprocálcico-33	
	captan-Varias	7/10
	ciazofamida-40	3
	cimoxanilo-3 + sulfato	15
	cuprocálcico-22,5	
	cimoxanilo-3 + oxiduro de	
	cobre-14 + sulfato	15
	cuprocálcico-14	
	cimoxanilo-30 +	3
	famoxadona-22,5	
	cimoxanilo-4 + folpet-40	10
	cimoxanilo-4 + folpet-25 +	15
	fosetyl-Al-50	
	cimoxanilo-4 + mancozeb-40	15
	clortalonil-Varias	3
	compuestos cúpricos-Varias	3
	dimetomorf-7,5 + mancozeb-66,7	14
	fenamidona-10 + mancozeb-50	7
	folpet-Varias	10
	folpet + compuestos	10
	cúpricos-Varias	
	fosetyl-Al-35 + mancozeb-35	15
	mancozeb-Varias	3/15
	mancozeb-62,5 +	3
	famoxadona-6,25	

	maneb-Varias metalaxil-M-3,9 mancozeb-64 metalaxil-M-2,4 + oxidoruro de cobre-40 metiram-80 oxidoruro cobre-30 + mancozeb-20 propineb-70 propineb-15 + oxidoruro cuprocálcico-20	3 + 14 3 3 3 3 3 3 3 3
<b>Bacteriosis</b>	hidróxido cúprico-Varias oxidoruro de cobre-Varias óxido cuproso-Varias sulfato cuprocálcico-Varias sulfato cuprocálcico-20 + mancozeb-8	3 3 3 3 3 3
<b>Heridas por granizo</b>	captan-Varias folpet-Varias mancozeb-Varias	7/10 10 3/15
<b>Botritis</b>	captan-Varias carbendazima-50 cimoxanilo-4 + folpet-40 ciprodinil-37,5 + fluidioxinil- 25 dietfencarb-15 folpet-Varias iprodiona-50 mepanipyrim-50 metil tiofanato-Varias pirimetanil-40 procymidona-Varias tebuconazol-25 tiram-10	7/10 15 10 3 15 10 7 3 14 3 5 3 14
<b>Podredumbres de fruto</b>	clortalonil-Varias dietfencarb-25 iprodiona-50 procymidona-Varias tebuconazol-25	3 15 7 5 3
<b>Otras enfermedades</b>	Las autorizadas para el cultivo en el Registro Oficial de Fitosanitarios y recomendadas por el técnico de producción integrada.	--

**Notas:**

Los plazos con formato "7/10" indican diferentes periodos según formulación

--" indica que no aplica plazo de seguridad específico

Se ha estandarizado el formato de "Varias" para mantener consistencia en la tabla

### **Malas hierbas**

**TABLA 7: MATERIAS ACTIVAS ADMITIDAS PARA CADA FITOPARÁSITO, MALAS HIERBAS**

<b>ESTADO DEL CULTIVO</b>	<b>ESTADO DE LAS MALAS HIERBAS</b>	<b>MATERIA ACTIVA</b>
<b>Pre-siembra y/o pre-plantación</b>	Nacidas Hoja ancha y estrecha	glifosato-Varias glufosinato-Varias
<b>Post-siembra y Pre-emergencia</b>	Sin nacer Hoja ancha y estrecha	metribuzin-70 napropamida-45
<b>Pre-plantación</b>	Sin nacer Hoja ancha y estrecha	etalfluralina-33 metribuzin-70 napropamida-45 oxifluorfen-Varias pendimetalina-33
<b>Post-emergencia, a partir de 2 hojas</b>	Nacidas o sin nacer Hoja ancha y estrecha	rimsulfuron-25
<b>Post-plantación con el cultivo bien enraizado</b>	Nacidas Tratamiento dirigido Hoja ancha y estrecha	glifosato-Varias glufosinato-Varias
	Hoja ancha y estrecha	metribuzin-70 rimsulfuron-25

	Hoja estrecha	cletodim-12 fluazifop-p-butil-12,5 propaguizafop-10 quizalofop-p-etil-5 quizalofop-p-etil-10
<b>Diversos</b>	Varios	Las autorizadas para el cultivo en el Registro Oficial de Fitosanitarios y recomendadas por el técnico de producción integrada.

## **Caracterización de las cualidades permanentes del suelo en cada Unidad Homogénea de Cultivo.**

Con el fin del adecuado conocimiento de las cualidades del perfil del suelo que será explorado por las raíces, cada UHC deberá quedar caracterizada con relación a las *cualidades permanentes* del suelo. A efectos de la presente Orden, se entenderán como *cualidades permanentes* del suelo aquellas que son difícilmente variables a corto plazo, y entre las que se encuentran: profundidad de suelo, drenaje general del perfil (presencia de manchas redox), existencia y profundidad de la capa freática, textura, carbonato cálcico, pH, prueba previa de salinidad (y en caso necesario, análisis de sales solubles), así como pedregosidad y elementos gruesos del perfil.

Para ello, deberá elegirse como mínimo y para cada UHC, un perfil de suelo considerado representativo de la misma. Para asegurar la condición de representatividad, podrán efectuarse sondeos manuales de verificación. Una vez elegido el punto de suelo representativo de la unidad homogénea de cultivo, se efectuará la apertura de una calicata hasta una profundidad mínima de 1,5 metros o contacto lítico o de otro tipo que impida el paso de los sistemas radiculares a una mayor profundidad. La calicata deberá realizarse en un punto centrado de la parcela elegida (no en los márgenes, cabeceras o puntos que presenten alguna singularidad).

En el corte de suelo efectuado en la calicata, se verán capas de suelo que presentan un aspecto diferente (color, textura, humedad, etc.). Cada una de ellas denominadas “horizonte” será muestreada por separado. Este muestreo debe efectuarse de abajo a arriba, es decir, comenzando por la capa “horizonte” más profundo (es importante tomar una muestra del material que aparezca en el fondo de la calicata) para finalizar por el más superficial. Se tomará una cantidad de suelo de aproximadamente 1 kg de cada uno de los “horizontes” o capas diferenciadas en el suelo.

Se anotará la profundidad desde la superficie de los diferentes horizontes muestreados (límite superior e inferior) así como la aparición de factores limitantes para el desarrollo de las raíces (capa freática, roca impenetrable, manchas redox que indiquen fluctuaciones freáticas, pedregosidad y elementos gruesos) y la profundidad a que se observan.

Para el muestreo del perfil, se tomará preferentemente una muestra por horizonte identificado o capa diferenciada, o al menos cada 30 cm, hasta los 90 cm. Las determinaciones analíticas mínimas a efectuar sobre cada horizonte serán las siguientes: textura, carbonato cálcico, pH, y prueba previa de salinidad. Además de éstas, sobre el horizonte superficial se determinará la materia orgánica.

Para la elaboración de este tipo de caracterización de las cualidades permanentes de las UHC, cada Agrupación de Producción Integrada en Agricultura (APRIA) elaborará un plan de muestreo continuo que permita que, transcurridos 3 años desde la publicación de la presente Orden, disponga de los datos descriptivos y analíticos de todas sus unidades homogéneas de cultivo delimitadas. El objeto del referido plan de muestreo es el de facilitar la capacidad de absorción de las muestras, de modo paulatino durante 3 años, por los correspondientes laboratorios. Durante el referido periodo, aquellas unidades homogéneas pendientes de analizar al respecto de este Anejo 1, deberán hallarse como mínimo geográficamente delimitadas sobre planos.

#### **Normas de muestreo para análisis de fertilidad del suelo.**

En cada UHC se determinarán como mínimo 5 puntos individuales de muestreo distribuidas al azar en un itinerario preestablecido en zig-zag. En cada uno de estos puntos se tomarán dos muestras, una entre 0 y 30 cm y otra entre 30 cm y 60 cm de profundidad. En cada una de las 10 tomas individuales se recogerá igual cantidad de suelo.

Las tomas individuales se depositarán en recipientes perfectamente limpios diferentes para cada profundidad muestreada. Finalmente, todo el volumen de suelo obtenido en cada uno de estos recipientes correspondientes a cada una de las dos profundidades muestreadas (0-30 cm y 30-60 cm), se mezcla perfectamente y se toma aproximadamente 1 kg que constituirá finalmente la muestra compuesta de cada profundidad.

Si se practica el aporte de fertilizantes a través del riego por goteo deberá muestrearse exclusivamente en el interior de los bulbos.

**ANEJO 2:**  
**ANALISIS DE AGUA**

## ANEJO 2: ANALISIS DE AGUA

En los análisis de agua del río Gállego en Anzánigo, nos indica que las aguas de su tramo alto y medio tienen un carácter poco salino de 260 mg/L y son aguas con una predominancia del contenido en bicarbonatos y calcio, justificado por la importante presencia de calizas en las litologías de esta cuenca. El contenido de nitratos en esta zona muestra valores entre 2 y 4 mg/L (Martí, Cuchi, & Badía, 2025).

Con cierta periodicidad anual se deberían consultar nuevos análisis del agua de riego para ajustar los insumos, como la fertilización, para evitar la fitotoxicidad del cultivo, debido a un exceso de concentración de alguno de los nutrientes que aporta el agua de riego.

**TABLA 1: PARÁMETROS DEL AGUA DE BOCA EN MURILLO DE GALLEGO**

Parámetros	Valor (Fuente SINAC)
Calcio	53 mg/L
Dureza total (CaCO <sub>3</sub> )	199 mg/L
Magnesio	16 mg/L
Potasio	1 mg/L

Según estos datos, se puede asegurar que la salinidad es baja, por lo que son condiciones óptimas para el riego. El alto valor de calcio va a ayudar a prevenir la podredumbre apical, con tal se mantenga un suelo completo y estructurado que permita su fácil absorción. El valor del calcio y la dureza total del agua se deberá considerar para la vigilancia de posibles obstrucciones del gotero. Habrá que valorar el realizar lavados y mantenimiento a la red de goteo de forma anual, mediante el uso de ácidos como el nítrico o el fosfórico.

La cantidad de Magnesio es adecuada, pero el potasio es muy baja por lo que se vigilará la posible cadencia en la planta, debido a la importancia en el desarrollo del tomate.

**ANEJO 3:**  
**ANALISIS EDAFOLOGICO**

### ANEJO 3: ANALISIS EDAFOLOGICO

Se obtiene el análisis de suelo del S217, Perfil GÁLLEGO Ta Murillo de Gállego. Huesca. Extraído de los Itinerarios edáficos realizados en el Alto Aragón por (MARTÍ, CUCHÍ, & BADÍA, 2025)

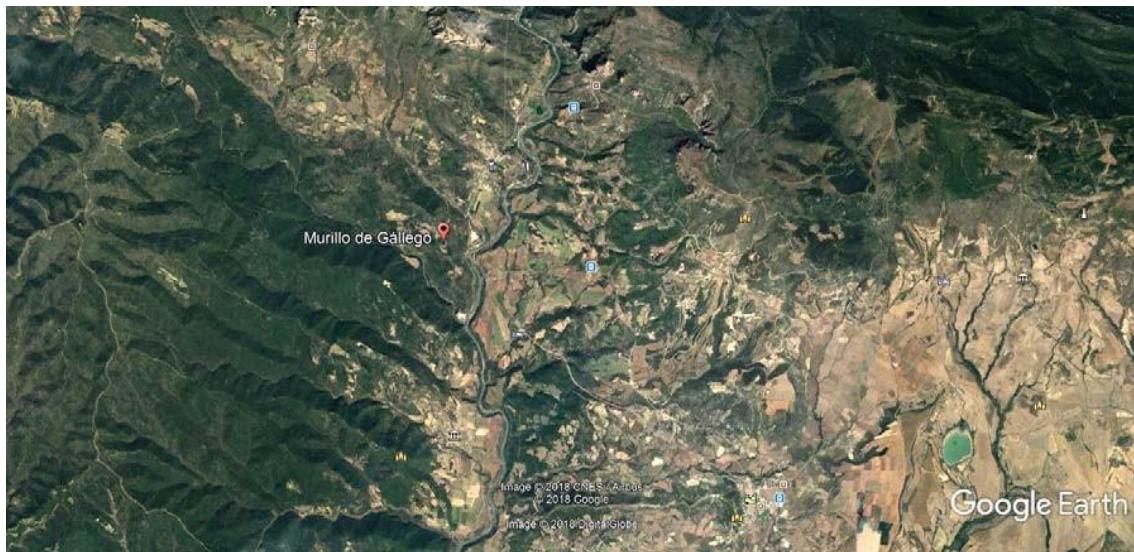


FIGURA 1: SITUACIÓN DE PARCELA ANÁLISIS DE SUELO



FIGURA 2: SITUACIÓN DE PARCELA ANÁLISIS DE SUELO

Localización: terraza del Gállego. Reino de Los Mallos. Murillo de Gállego. (Martí, Cuchí, & Badía, 2025), Huesca Fecha: 2008

- Coordenadas: 42°19'16''N – 0°44'35''W
- Hoja Geológica: 247 Ayerbe. Unidad cartográfica 22
- Altitud: 525 m
- Forma del terreno: llano
- Posición fisiográfica: terraza aluvial Exposición: sur
- Vegetación: cereal en secano y viñedo en regadío
- Material originario: detrítico grueso (cantos, gravas y bloques con matriz arenosa).
- Régimen de humedad del suelo: xeric
- Régimen térmico del suelo: thermic
- Grado de erosión: nula
- Drenaje: bien drenado
- Inundación: no
- Zona enraizada: 0-70 cm
- Espesor efectivo del suelo: 70 cm
- Fragmentos rocosos en la capa superficial (% > 2 cm): 30% Pedregosidad superficial (% superficie cubierta con >25cm<sup>2</sup> ó >38cm lado mayor): 0%
- Pendiente general del terreno: 1%



FIGURA 3: MUESTRA DE HORIZONTES DEL SUELO

**TABLA 1: DESCRIPCIÓN DE HORIZONTES**

Ap	0-25cm	5YR3/4 húmedo y 5YR4/6 seco; abundantes elementos gruesos poligénicos, de tamaño grava fina a gruesa; textura franco arcillo arenosa; estructura fuerte, granular mediana; poco compacto; abundantes galerías de lombrices llenas; abundantes raíces finas y muy finas; algunos cutanes de arcilla; límite neto y plano.
Btk	25-50cm	5YR4/6 húmedo y 5YR5/6 seco; abundantes elementos gruesos, poligénicos y de tamaño grava fina a cantos; textura franco arcillo arenosa; estructura fuerte, bloques angulares medianos; moderadamente compacto; abundantes galerías de lombrices tanto llenas como vacías; abundantes raíces finas y muy finas; ligera reacción al HCl; abundante cemento geopetal en la base de los cantos, de 3 a 5 mm de grosor; frecuentes cutanes de arcilla; límite abrupto y ondulado.
Bck	50-70cm	7.5YR4/3 húmedo y 7.5YR5/3 seco; muy abundantes elementos gruesos: granitos alterados y calizas y calcarenitas con superficies corroidas; textura franca; estructura fuerte, granular gruesa; ; compacto; abundantes galerías de lombrices llenas; abundantes raíces finas y muy finas, formando un fielte orgánico en el contacto con el petrocálcico; fuerte reacción al HCl; abundante cemento geopetal calizo de 8-10 mm de grosor; límite abrupto y plano.
Ckm	70-250cm	Costra caliza fuertemente cementada

**TABLA 2: DATOS ANALÍTICOS DE LOS HORIZONTES 1/3**

Horiz.	Espesor cm	Grava %	Granulometría (USDA) %					
			Arena	Limo	Arcilla	Ar mf.	Limo g.	Limo f.
Ap	0-25 cm	44,6	53,0	19,1	27,9	10,0	7,1	12,0
Btk	25-50 cm	47,1	44,5	20,7	34,8	8,9	8,0	12,7
Bck	50-70 cm	88,6	45,4	33,9	20,7	16,6	8,8	25,1

Cursiva y subrayado indican que el dato ha sido estimado; Grava 20-2mm; Arena 2-0,05mm; limo 0,05-0,002 mm; Arcilla < 0.002 mm; Arena muy fina 0,1-0,05mm; Limo grueso 0,05-0,02mm; Limo fino 0,02-0,002mm.

**TABLA 3: DATOS ANALÍTICOS DE LOS HORIZONTES 2/3**

Horizonte	Ph (H <sub>2</sub> O)	MO (%)	C/N	CaCO <sub>3</sub> (%)
Ap	7,6	2,6	9,4	0,0
Btk	7,8	2,3	9,3	2,9
Bck	8,1	1,6	8,0	38,5

**TABLA 4: DATOS ANALÍTICOS DE LOS HORIZONTES 3/3**

Horizonte	Bases de cambio NH <sub>4</sub> OAc [cmol/kg]				CIC [cmol/kg]		Sat. bases (%)	ESP
	Ca	Mg	K	Na	Suma cat.	NH <sub>4</sub> OAc		
Ap	27,2	0,8	0,5	0,1		28,7	100	0,3
Btk	28,5	0,8	0,4	0,1		29,5	100	0,3
Bck	34,4	0,3	0,1	0,1		25,8	100	0,4

**TABLA 5: CLASIFICACIÓN DEL SUELO 1/2**

World Reference Base for Soil Resources 2006	
Diagnostic horizons	Cambic (25-50 cm) Calcic (502-710 cm) Petrocalcic (70-150 cm)
Reference soil group	Petric Calcisol

**TABLA 6: CLASIFICACIÓN DEL SUELO 2/2**

Soil Taxonomy. Eleventh edition 2010	
Diagnostic surface horizon	Ochric (0-25 cm)
Diagnostic subsurface horizon	Cambic (25-50 cm) Calcic (50-70 cm) Petrocalcic (70-150 cm)
Taxonomic class of soil	Calcic Haploxerept

**ANEJO 4:**  
**CARACTERISTICAS DEL TOMATE**

#### ANEJO 4: CARACTERISTICAS DEL TOMATE

Las características del tomate han sido extraídas de los conocimientos dotados durante el periodo universitario y publicaciones del Ministerio de Agricultura.

El origen del tomate se localiza en la región andina, que se extiende desde el sur de Colombia al norte de Chile, pero fue domesticado en México.

#### DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

- Nombre científico: *Lycopersicon lycopersicum L.*
- Familia: *Solanaceae*
- Planta: perenne de porte arbustivo que se cultiva como anual. Puede desarrollarse de forma rastrera, semierecta o erecta.

**Sistema radicular:** raíz principal (corta y débil), raíces secundarias (numerosas y potentes) y raíces adventicias. Seccionando transversalmente la raíz principal y de fuera hacia dentro encontramos: epidermis, donde se ubican los pelos absorbentes especializados en tomar agua y nutrientes, cortex y cilindro central, donde se sitúa el xilema (conjunto de vasos especializados en el transporte de los nutrientes). En siembra directa: raíz pivotante En trasplante: a raíz desnuda algo pivotante, en cepellón: superficial

**Tallo principal:** eje con un grosor que oscila entre 2 y 4 cm en su base, sobre el que se van desarrollando hojas, tallos secundarios e inflorescencias.

**Su estructura**, de fuera hacia dentro, consta de: epidermis, de la que parten hacia el exterior los pelos glandulares, corteza o cortex, cilindro vascular y tejido medular. En la parte distal se encuentra el meristemo apical, donde se inician los nuevos primordios foliares y florales.

**Hoja:** compuesta e imparipinnada, con foliolos peciolados, lobulados y con borde dentado, en número de 7 a 9 y recubiertos de pelos glandulares.

**Flor:** es perfecta, con 5 o más sépalos, 5 pétalos de color amarillo, 5 estambres soldados que se alternan con los pétalos y forman un cono estaminal que envuelve al gineceo, y vario bi o plurilocular. Las flores se agrupan en inflorescencias de tipo racemoso. Las inflorescencias se desarrollan cada 2-3 hojas en las axilas de las hojas

Polinización autógama.

**Fruto:** baya blanda o plurilocular, entre unos pocos miligramos y 600 gramos. Está constituido por el pericarpio, el tejido placentario y las semillas. Puede ser liso o acostillado, de color rojo, violeta o amarillo y de piel amarilla o transparente.

El tomate según las variedades se denomina de crecimiento limitado (determinadas) y otras de crecimiento ilimitado (indeterminadas).

- Desarrollo determinado: El tallo principal produce varios pisos de inflorescencias (1 cada 2 hojas) y cesa de crecer en una inflorescencia terminal. Son generalmente para industria por ser más fácil de mecanizar la recolección.
- Desarrollo indeterminado: En su ápice siempre hay un meristemo de crecimiento, las inflorescencias son laterales (cada 3 hojas). Necesita entutorado y la mayor parte es para consumo en fresco. Trabajamos bajo este tipo.

### Variedades de tomate

- **Tipo Beef.** Plantas vigorosas hasta el 6º-7º ramillete, a partir del cual pierde bastante vigor coincidiendo con el engorde de los primeros ramales. Frutos de gran tamaño y poca consistencia. Producción precoz y agrupada. Cierre pistilar irregular.
- **Tipo Marmande.** Plantas poco vigorosas que emiten de 4 a 6 ramales aprovechables. El fruto se caracteriza por su buen sabor y su forma acostillada, achatada y multilocular, que puede variar en función de la época de cultivo.
- **Tipo Vemone.** Plantas finas y de hoja estrecha, de porte indeterminado y marco de plantación muy denso. Frutos de calibre G que presentan un elevado grado de acidez y azúcar, inducido por el agricultor al someterlo a estrés hídrico. Su recolección se realiza en verde pintón marcando bien los hombros. Son variedades con pocas resistencias a enfermedades que se cultivan con gran éxito en Cerdeña (Italia).
- **Tipo Moneymaker.** Plantas de porte generalmente indeterminado. Frutos de calibres M y MM, lisos, redondos y con buena formación en ramillete.
- **Tipo Cocktail.** Plantas muy finas de crecimiento indeterminado. Frutos de peso comprendido entre 30 y 50 gramos, redondos, generalmente con 2 lóculos, sensibles al rajado y usados principalmente como adorno de platos.
- También existen **frutos aperados** que presentan las características de un tomate de industria debido a su consistencia, contenido en sólidos solubles y acidez, aunque su consumo se realiza principalmente en fresco. Debe suprimirse la

aplicación de fungicidas que manchen el fruto para impedir su depreciación comercial.

- **Tipo Cereza (Cherry).** Plantas vigorosas de crecimiento indeterminado. Frutos de pequeño tamaño y de piel fina con tendencia al rajado, que se agrupan en ramales de 15 a más de 50 frutos. Sabor dulce y agradable. Existen cultivares que presentan frutos rojos y amarillos. El objetivo de este producto es tener una producción que complete el ciclo anual con cantidades homogéneas. En cualquier caso se persigue un tomate resistente a virosis y al rajado, ya que es muy sensible a los cambios bruscos de temperatura.
- **Tipo Larga Vida.** Tipo mayoritariamente cultivado en la provincia de Almería. La introducción de los genes Nor y Rin es la responsable de su larga vida, confiriéndole mayor consistencia y gran conservación de los frutos de cara a su comercialización, en detrimento del sabor. Generalmente se buscan frutos de calibres G, M o MM de superficie lisa y coloración uniforme anaranjada o roja.
- **Tipo Liso.** Variedades cultivadas para mercado interior e Italia comercializadas en pintón y de menor vigor que las de tipo Larga vida.
- **Tipo Ramillete.** Cada vez más presente en los mercados, resulta difícil definir qué tipo de tomate es ideal para ramillete, aunque generalmente se buscan las siguientes características: frutos de calibre M, de color rojo vivo, insertos en ramales en forma de raspa de pescado, etc.

Para conservar los frutos producidos en los invernaderos tendremos en cuenta el tiempo de almacenamiento máximo que nos podemos permitir según las condiciones ambientales de la cosecha y la habitación de almacenaje hasta venta.

**TABLA 1: TIEMPO DE ALMACENAMIENTO MÁXIMO**

Especie	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Tiempo de almacenamiento (días)
Tomate verde maduro	12,5-15	90-95	14-21
Tomate rojo maduro	8-10	90-95	8-10

Teniendo en cuenta los datos de almacenaje observamos que la temperatura al no disponer de cámara frigorífica es limitante, por lo que se procurará el reparto de la cosecha en el mismo día de la recolección o al día siguiente según tengamos apalabrada la venta en restauración, venta en mercado o directa a tienda.

**ANEJO 5:**  
**PLAGAS Y ENFERMEDADES**

## ANEJO 5: PLAGAS Y ENFERMEDADES

Este Anejo lo compone parte del manual de Buenas Prácticas Agrícolas, enfoque oficial de control de plagas y enfermedades.

La mayoría de las recomendaciones para el control fitosanitario del cultivo descritas en este manual están enfocadas dentro del manejo integrado de plagas con énfasis en el control biológico y todas aquellas acciones destinadas a evitar o mantener bajos niveles de las plagas y enfermedades buscando prescindir o disminuir al máximo el uso del control químico.

Es así como en todos los cultivos agrícolas alimenticios, especialmente en el tomate, es totalmente pertinente, urgente y necesario que además de que la investigación continúe produciendo esquemas que contribuyan a incrementar la productividad y rentabilidad de éstos, propicie trayectorias tecnológicas que se ocupen de la inocuidad del producto, para lo cual se requiere la implementación de innovaciones en las llamadas "Buenas Prácticas Agrícolas" que aseguren alimentos inocuos y sanos.

A lo largo de la historia de la humanidad, las plagas y enfermedades de los cultivos, así como la búsqueda de estrategias apropiadas para su manejo han sido objeto de preocupación constante. El término "plaga" es un concepto relativo y circunstancial, lo que refleja que un organismo en ciertas circunstancias no es visto como molestia o como benéfico, pero si afecta directamente al ser humano, en cultivos, animales o propiedades, se convierte en plaga y requiere intervención. En términos agrícolas, una plaga es una población de seres vivos que causa daño a un cultivo o a los animales domésticos.

El cultivo del tomate está amenazado por una amplia variedad de fitófagos y enfermedades. Los actuales protocolos de manejo integrado de plagas se basan en el control biológico y en el uso de plaguicidas que respeten la fauna útil. La mayoría de las plagas pueden ser controladas mediante una gestión efectiva de míridos depredadores (Phytoma España, 2023).

## **PLAGAS DEL TOMATE** (Escobar, 2010)

MOSCA BLANCA (*Trialeurodes vaporariorum* y *Bemisia tabaci*):

Daños

- Directos: debilitamiento de la planta
- Indirectos: Melaza y negrilla: Baja asimilación de nutrientes  
Transmisión de virus: TYLCV, TMOV...

La mosca blanca de los invernaderos produce daños al afectar el crecimiento, es capaz de transmitir virus que provocan enfermedades y favorece el desarrollo de fumagina (Scotta, 2014).

Control

- Culturales y preventivos: limpieza
- Biológicos: Encarsia formosa
- Químicos

Los porcentajes de parasitismo sobre ninfas de tercer instar de *T.vaporariorum* cercanos al 40% y evaluados 35 días después de la primera liberación, demuestran que *E. formosa* es capaz de controlar los focos de la plaga y permanecer en los mismos durante su periodo como adulto (Pérez M., 2011).

PULGONES (*Myzus persicae*, *Aphis spp.*, *Macrosiphum euphorbiae* ...):

Daños

- Directos: debilitamiento de la planta
- Indirectos: Melaza y negrilla: Baja asimilación de nutrientes  
Transmisión de virosis: CMV

Control

- Culturales y preventivos: limpieza
- Biológicos: *Coccinella septempunctata*, *Aphidius colemani*, *Aphidoletes aphidimyza* (himenópteros afidos – avispas), *Hippodamia*, ...
- Químicos

TRIPS (*Thrips tabaci* y *frankliniella*):

Daños

- Directos: debilitamiento y decoloración
- Indirectos: Transmisión del virus del bronceado del tomate, TSWV

#### Control

- Culturales y preventivos: limpieza
- Biológicos: *Macrolophus caliginosus*, *Orius spp.*, *Eretmocerus spp.*
- Químicos: insecticidas volátiles

#### ÁCAROS (*Aculops lycopersici*, *Polyphagotarsonemus latus* y *Tetranychus urticae*):

#### Daños

- Directos: debilitamiento y decoloración

#### Control

- Culturales y preventivos: limpieza
- Biológicos: *Phytoseiulus persimilis*, *Noseiulus spp* y *Amblisius degenerans*
- Químicos: acaricidas (resistencias)

#### LEPIDOPTEROS *Helicoverpa armigera* (sin. *Heliothis armigera*) (Tutta absoluta):

El minador *T. absoluta* es la mayor amenaza para la producción de tomate en todo el mundo, tanto en zonas endémicas como en las de reciente invasión. Las limitadas herramientas disponibles para predecir la progresión de la plaga en los cultivos, y la toma de decisiones para su manejo, generan el uso excesivo de moléculas de síntesis química para su control, y consecuentemente la aparición de múltiples casos de resistencia a insecticidas. El desarrollo de modelos poblacionales, basados en el potencial reproductivo de la especie bajo condiciones de campo, podría refinar el cálculo de los umbrales de acción y los programas de manejo integrado, para las diferentes regiones o sistemas productivos (Acta Biológica Colombiana, 2014).

#### NEMÁTODOS (*Meloidogyne spp.*):

Los nemátodos son los organismos multicelulares más numerosos de la tierra; la mayoría son de vida libre, otros son parásitos de plantas y pueden cobrar importancia económica en la producción agrícola, en algunos casos con pérdidas superiores al 80% en zonas con alta infestación (Castro, 2011)

*Meloidogyne incognita* es un nemátodo endoparásito sedentario, de penetración total y formador de nódulos radicales; tiene una amplia distribución geográfica y causa pérdidas agrícolas importantes.

#### Daños

- Directos: debilitamiento y poco desarrollo
- Raíz: agallas y nódulos

#### Control

- Culturales y preventivos: viveros
- Solarización y biofumigación
- Inundación
- Biológicos: *Phytoseiulus persimilis*, *Noseiulus spp* y *Amblyseius degenerans*.
- Químicos: nematicidas, Metham Na/K
- Variedades resistentes

### **ENFERMEDADES DEL TOMATE** (Escobar, 2010)

#### BACTERIOSIS:

*Clavibacter michiganensis* ssp *michiganensis*, *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*, *Pseudomonas syringae* pv. *Tomato*

#### ENF. VASCULARES:

*Fusarium* spp, *Verticillium dahliae*

#### PODREDUMBRE DE FRUTOS:

*Colletotrichum* *Alternaria*, *Phytophtora*, *Cladosporium*, *Botrytis*

#### VIROSIS:

Virus del bronceado del tomate TSWV; CMV, ToMV, TYLCV (virus de la cuchara)

### **FISIOPATÍAS EN TOMATE** (Escobar, 2010)

- Asfixia radicular
- Salinidad
- Podredumbre apical
- Rajado de frutos
- Hay variedades con el ápice muy abierto, sin cerrar.

- Deficiencia de Ca en tomate. Ocasiona una necrosis en la zona apical.

En los últimos años, el control biológico de plagas ha experimentado un crecimiento exponencial en los cultivos hortícolas de invernadero. En la actualidad, prácticamente todas las plagas tienen a su disposición un enemigo natural para su control. Sin embargo, surgen preguntas sobre la conveniencia de mantener el enfoque reduccionista que utiliza enemigos naturales específicos para cada plaga o de explorar enfoques holísticos y sostenibles que simplifiquen las complejas redes tróficas. Esta cuestión adquiere una relevancia particular debido a los desafíos actuales, como el cambio climático y la aparición de plagas exóticas.

En el contexto del cambio climático global, la preocupación apremiante del calentamiento global se alza como una amenaza significativa para los sistemas agrícolas. Esta problemática trasciende las fronteras geográficas y conlleva profundas implicaciones para la seguridad alimentaria y la sostenibilidad de los sistemas de cultivo en todo el mundo. Su influencia se extiende a través de diversos ámbitos agrícolas, incluyendo los cultivos protegidos de invernadero. A medida que las temperaturas continúan aumentando, los requerimientos de agua para los cultivos de tomate aumentan debido al incremento de la evapotranspiración, exacerbando la escasez de agua. En este escenario, los cultivos se ven inesperadamente afectados por una creciente diversidad de plagas y enfermedades. El camino a seguir implica, entre otras estrategias, la adopción de prácticas agrícolas sostenibles, la implementación de una gestión innovadora de los cultivos y la selección de variedades resistentes al clima, con el fin de proteger los sistemas de cultivo de los impactos de un mundo en constante calentamiento (Altieri & Nicholls, 2017)

Las plantas repelentes tienen una especial función dentro de un cultivo debido a que producen olores, generando un clima químico variado y diverso, todo ello contribuye a la biodiversidad y fundamentalmente, al control biológico de plagas insectiles (INTA, 2017).

**ANEJO 6:**  
**MANEJO DE LA PLANTACIÓN**

## ANEJO 6: MANEJO DE LA PLANTACIÓN

Las variedades seleccionadas para la implantación del cultivo son Tomate Rosa de Barbastro y Tomate Corazón de Buey, cada variedad en un invernadero diferente para facilitar los manejos de la plantación.

Para gestionar la producción de la forma más eficaz posible, es importante conocer los datos climáticos medios de la zona de producción.

Para maximizar la temporada de cosecha, propongo a continuación tres ciclos de cultivo escalonados por invernadero, ajustándome al clima de Murillo de Gállego y a las necesidades térmicas de cada variedad.

### **Invernadero A: Tomate Rosa de Barbastro**

Ciclo corto: 90–100 días desde trasplante.

**TABLA 2: CICLOS DEL INVERNADERO A CON TOMATE ROSA DE BARBASTRO**

Ciclo	Fecha Siembra	Fecha Trasplante	Cosecha	Clave
1	Febrero (semillero con calor)	Marzo (invernadero con calefacción)	Junio – Julio	- Uso de estufas hasta Abril. - Ventilación desde Mayo.
2	Abril	Mayo	Agosto – Septiembre	- Aprovecha calor diurno. - Control exceso de T <sup>a</sup>
3	Julio	Agosto	Octubre – Noviembre	- Uso ocasional de estufas desde Octubre

### **Invernadero B: Tomate Corazón de Buey**

Ciclo largo: 110–120 días desde trasplante.

**TABLA 3: CICLOS DEL INVERNADERO B CON TOMATE CORAZÓN DE BUEY**

Ciclo	Fecha Siembra	Fecha Trasplante	Cosecha	Clave
1	Enero (semillero con calor)	Marzo (invernadero con calefacción)	Julio–Agosto	- Calefacción hasta Mayo. - Poda temprana.
2	Abril	Junio	Septiembre–Octubre	- Riesgo de botritis en otoño - Ventilación
3	Junio	Agosto	Noviembre–Diciembre	- Invernadero cerrado. - Estufas desde Noviembre.

Las ventajas de este sistema de producción por ciclos escalonados serían las siguientes teniendo en cuenta el buen manejo de la plantación por parte del encargado de la misma:

1. Amplía la ventana de cosecha y venta:
  - o Rosa de Barbastro: Desde Junio hasta Noviembre.
  - o Corazón de Buey: Desde Julio hasta Diciembre.
2. Optimiza recursos:
  - o Las estufas de parafina se usan intensivamente solo en invierno (ciclo 1 de cada variedad).
  - o En verano, el invernadero y la ventilación pasiva reducen costes.
3. Mitiga riesgos climáticos:
  - o Evita pérdidas por heladas y golpes de calor.

## **MARCO DE PLANTACIÓN**

Distribución de la plantación a lo ancho, 6 m total, en el invernadero:

- Distancia desde paredes laterales: 1,10 m a cada lado,
- 3 parejas de mangueras, separadas 60 cm entre sí dentro de cada pareja,
- 2 pasillos de 100 cm cada uno entre parejas de mangueras,

Cálculo de posiciones, desde el borde izquierdo del invernadero:

- Pasillo lateral izquierdo: 1,0 m.
- Primera pareja: Manguera 1: 1,1 m.  
Manguera 2:  $1,1\text{ m} + 0,6\text{ m} = 1,7\text{ m.}$
- Pasillo 1:  $1,7\text{ m} + 1,0\text{ m} = 2,7\text{ m.}$
- Segunda pareja: Manguera 3: 2,7 m.  
Manguera 4:  $2,7\text{ m} + 0,6\text{ m} = 3,3\text{ m.}$
- Pasillo 2:  $3,3\text{ m} + 1,0\text{ m} = 4,3\text{ m.}$
- Tercera pareja: Manguera 5: 4,3 m.  
Manguera 6:  $4,3\text{ m} + 0,6\text{ m} = 4,9\text{ m.}$
- Pasillo Lateral Derecho:  $4,9\text{ m} + 1,1\text{ m} = 6,0\text{ m.}$

Plantas por manguera:

- Espaciado entre goteo: 50 cm.
- Plantas por manguera:  $\frac{39 \text{ m}}{0.5 \text{ m}} = 79 \text{ plantas/manguera}$

Densidad Total:

- Total plantas:  $6 \times 79 = 474 \text{ plantas/invernadero}$
- Densidad:  $\frac{\text{numero de plantas}}{\text{superficie}} = \frac{474}{240} = 1,98 \text{ plantas/m}^2 = 19.800 \text{ plantas/ha}$

**TABLA 4: RESUMEN DEL MARCO DE PLANTACIÓN**

Parámetro	Valor
Total plantas	948 plantas
Densidad	19.800 plantas/ha
Marco de plantación	50 cm (largo) x 60 cm (ancho manguera)

## FERTILIZACIÓN

Para iniciar una producción más respetuosa con el medio ambiente y reduciendo los costes de inversión, se comenzará con una base de abonado de cobertura mediante el uso de estiércol vacuno.

El estiércol es una fuente importante de materia orgánica y nutrientes, especialmente nitrógeno, fósforo y potasio.

Según los datos de referencia, el suelo tiene un contenido de 2,5% de materia orgánica, lo que está dentro de un rango aceptable; pero para mejorar la estructura del suelo, aumentar la retención de agua y nutrir el microbiota del suelo, es recomendable añadir más materia orgánica.

Cálculo de nutrientes aportados por 1 tonelada de estiércol según apuntes.

- Nitrógeno (N): 0,5-1% de N → 5-10 kg de N por tonelada de estiércol.
- Fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>): 0,3-0,5% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> → 3-5 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> por tonelada de estiércol.
- Potasio (K<sub>2</sub>O): 0,5-1% de K<sub>2</sub>O → 5-10 kg de K<sub>2</sub>O por tonelada de estiércol.

Estiércol necesario para cubrir las necesidades de N, P y K:

- **Nitrógeno:** El estiércol aporta entre 5 y 10 kg de N por tonelada, se necesitarán entre 10 y 12 toneladas de estiércol para cubrir las necesidades de nitrógeno (100-120 kg/ha).
- **Fósforo:** El estiércol aporta entre 3 y 5 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> por tonelada, se necesitarán entre 4 y 10 toneladas de estiércol para cubrir las necesidades de fósforo (20-30 kg/ha).
- **Potasio:** El estiércol aporta entre 5 y 10 kg de K<sub>2</sub>O por tonelada, se necesitarán entre 15 y 36 toneladas de estiércol para cubrir las necesidades de potasio (150-180 kg/ha).

Para garantizar que el estiércol cubra de manera eficiente las necesidades de nutrientes, se aplicará una dosis de 25 toneladas de estiércol por hectárea; por lo cual en cada invernadero, al ser de 240 m<sup>2</sup>, se distribuirán 0,6T de estiércol de vaca. Será un total de 1,2T al iniciar el proyecto.

### CÁLCULO DE APORTE NUTRICIONAL POR ESTIÉRCOL

Dosis aplicada: 1.2 toneladas (0.6 T por invernadero).

**TABLA 5: RESUMEN DE APORTE NUTRICIONAL POR ESTIÉRCOL**

Nutriente	Rango (kg/t)	Total aportado (kg/480 m <sup>2</sup> )
N	5–10	6–12 kg
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	3–5	3.6–6 kg
K <sub>2</sub> O	5–10	6–12 kg

- **N requerido:** 4.8–5.76 kg (vs 6–12 kg aportados → **suficiente**).
- **P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> requerido:** 0.96–1.44 kg (vs 3.6–6 kg aportados → **exceso**).
- **K<sub>2</sub>O requerido:** 7.2–8.64 kg (vs 6–12 kg aportados → **ajustar**).

Dependiendo de los resultados de los análisis de suelo regulares, se asegurará mantener un buen nivel de materia orgánica en el suelo, mediante la incorporación de estiércol o compost de forma periódica.

Es importante también tener en cuenta que el estiércol debe estar bien descompuesto, para evitar la quema de las plantas por el exceso de amoníaco y asegurar que los nutrientes estén disponibles para la planta de manera eficiente.

**Microelementos (Fe, Cu, Zn, Mn, B, Mo):** El estiércol aporta una pequeña pero significativa cantidad de estos micronutrientes, esenciales para el crecimiento y la salud

de las plantas. Asegura que el cultivo tenga un desarrollo saludable y que la planta reciba las cantidades necesarias para la fotosíntesis y otras funciones metabólicas.

## PRODUCTIVIDAD

Se procede a realizar un ensayo de la productividad esperada para el cultivo de tomate Rosa de Barbastro y tomate Corazón de Buey con una densidad de 1,98 plantas/m<sup>2</sup> y considerando el sello de Producción Integrada, las estimaciones de rendimiento para cada variedad son las siguientes:

### **Tomate Rosa de Barbastro**

- Ciclo de cultivo: 90–100 días desde trasplante.
- Rango de producción esperado: 6–8 kg/planta, según MAPAMA y Grupo AN.
- Producción total por invernadero (240 m<sup>2</sup>):

$$474 \text{ plantas} \times 7 \text{ kg/planta} = 3.318 \text{ kg} (\approx 3.3 \text{ T})$$

- Rendimiento por m<sup>2</sup>:

$$\frac{\text{Producción total}}{\text{Superficie}} = \frac{3.318 \text{ kg}}{240 \text{ m}^2} = 13,8 \text{ kg/m}^2$$

### **Tomate Corazón de Buey**

- Ciclo de cultivo: 110–120 días desde trasplante.
- Rango de producción esperado: 4–6 kg/planta, según Asociación de Variedades Locales.
- Producción total por invernadero (240 m<sup>2</sup>):

$$474 \text{ plantas} \times 5 \text{ kg/planta} = 2.370 \text{ kg} (\approx 2,4 \text{ T})$$

- **Rendimiento por m<sup>2</sup>:**

$$\frac{\text{Producción total}}{\text{Superficie}} = \frac{2.370 \text{ kg}}{240 \text{ m}^2} = 9,9 \text{ kg/m}^2$$

Se realizará una rotación sin ánimo de lucro con abonos verdes entre ciclos para evitar agotamiento, concretamente de noviembre a febrero, cultivando un ciclo corto de habas que nos ayuden a mantener el suelo y al arrancar obtendremos material vegetal orgánico para compostar.

La producción de plántulas es una de las primeras etapas en la producción de tomate bajo invernadero. Dicha etapa incluye la selección y propagación del material vegetal. Una buena plántula para trasplante debe ser vigorosa, verde, libre de plagas y enfermedades, y con buen desarrollo radicular. Una vez trasplantada, debe tolerar los cambios ambientales y de manejo para lograr un óptimo desarrollo (Vavrina, 2022)

El manejo de la plantación se realizará mediante las recomendaciones del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación donde encontramos una serie de Labores Específicas del Cultivo del Tomate. Al realizar el manejo bajo el sello de Producción Integrada iremos corroborando la información facilitada por la normativa vigente.

## **PODAS (Escobar, 2010)**

Las podas las podemos clasificar en función del órgano que estemos eliminando, tallos, hojas, flores o frutos.

### **Poda de Formación:**

Es una práctica imprescindible para las variedades de crecimiento indeterminado, que son las cultivadas mayoritariamente en invernadero. Se realiza a los 15-20 días del trasplante con la aparición de los primeros tallos laterales, que serán eliminados, al igual que las hojas más viejas, mejorando así la aireación del cuello y facilitando la realización del aporcado. Así mismo, en este momento se determinará el número de tallo a dejar por planta, normalmente se deja un tallo principal para conseguir un mayor tamaño de fruto, pero en ciertas ocasiones se dejan dos, como cuando se emplea portainjertos o con cultivos de elevada densidad.

En ocasiones cuando se realiza un cielo largo, al llegar al alambre de entutorar (enero- febrero) un porcentaje importante de agricultores dejan un segundo tallo, con ello consiguen aumentar la producción, pero disminuye notablemente el calibre de los frutos. Lo que si es una práctica habitual, es dejar un segundo tallo a la planta contigua cuando una planta es atacada por virus o enfermedad para compensar esa pérdida.

## **DESTALLADOS (Escobar, 2010)**

Consiste en eliminar los brotes axilares permitiendo un mejor desarrollo del tallo principal. Debe realizarse con la mayor frecuencia posible (semanalmente en verano-otoño y cada 10-15 días en invierno) para evitar la pérdida de biomasa fotosintéticamente activa y la realización desgarres en la epidermis que podrían ser la entrada de

enfermedades. La frecuencia y la forma de realizar el corte son las claves del éxito de un buen destallado, estos cortes deben realizarse de forma limpia, sin magulladuras y eliminando completamente el brote desde la base de la hoja, para evitar infecciones fúngicas o bacterianas.

Si la eliminación del brote se realiza cuando éste es muy pequeño no se necesita ninguna herramienta para cortarlo, lo cual agiliza la operación y asegura que la herida producida sea muy leve y cicatrizará rápidamente. En cambio, si el grosor del brote es mayor, tendremos que utilizar alguna herramienta, preferiblemente un cuchillo en vez de tijeras, pero aun así, si las condiciones ambientales son las propicias para el desarrollo de enfermedades criptogámicas, sobre todo de *Botrytis cinerea*, aparecerá irremediablemente esta enfermedad. Por lo que se recomienda dar un tratamiento preventivo con un cicatrizante con efectos fúngicos y bactericidas.

## **DESHOJADOS (Escobar, 2010)**

Es una operación orientada a mejorar la aireación de la planta, eliminar las hojas con alguna enfermedad y favorecer la maduración de los frutos. En primavera apenas se realiza esta operación porque se necesita proteger los frutos de la radiación directa y tener la máxima área foliar para refrigerar el ambiente del invernadero. En cambio cuando las plantas tienen un vigor excesivo, es recomendable realizar un «entresaque de hojas», sobre todo si éstas se solapan demasiado unas con otras y ocultan completamente los frutos.

Como norma general, se quitará la hoja que hay sobre el ramo para mejorar la aireación y favorecer que llegue la luz a los frutos, a no ser que el ramillete superior descance sobre ésta, y a ser posible se eliminará la hoja orientada hacia el norte o el este. Es muy importante no quitar la hoja que se sitúa enfrente del ramo, porque es la que más fotoasimilados aportará a ese ramo. Cuando en el ramillete floral los frutos inician el viraje a rojo, se procederá a la eliminación de todas las hojas por debajo de su nivel. Normalmente los ramales ya recolectados deben ser eliminados para evitar posteriores desarrollos florales que producen frutos de baja calidad. También se suelen eliminar las hojas senescentes periódicamente, de hecho, en los entutorados con perchas esta operación es de obligado cumplimiento para poder bajar las plantas y evitar que se produzca acumulación de hojas que provoque ataques importantes de *Botrytis*. No es recomendable quitar más de tres hojas por planta de una sola vez, para no descompensar demasiado la carga de frutos y el área foliar de la planta. Es fundamental realizar el corte con cuchillo en bisel a ras de tronco por la base del pecíolo, evitando así

dejar tocan. Además es aconsejable no deshojar cuando hay condiciones elevada humedad ambiental.

### **DESPUNTE DE INFLORESCENCIAS (Escobar, 2010)**

Hasta que se introdujo el tomate en ramo no se eliminaban las flores terminales de los ramales, solamente se quitaban los frutos deformes o con algún tipo de problema que pudiera impedir su comercialización. Así era frecuente ver como algunas variedades presentaban la primera flor del ramillete con un tamaño excesivo, que daban lugar a frutos con problemas de “Catface”, y ni aun así, se quitaban de forma sistemática estas flores. En cambio en la actualidad, es rentable hacer aclareo de flores y frutos para aumentar la calidad de sus producciones.

### **DESPUNTE DE PLANTAS (Escobar, 2010)**

Consiste en eliminar el brote apical, con lo que al frenar el desarrollo vegetativo se induce un cambio en los repartos de asimilados que son destinados ahora a los frutos, aumentando el calibre de los mismos. El momento del despunte depende de las condiciones ambientales, sabiendo que un fruto recién cuajado tarda de 1,5 (verano) a 3 (invierno) meses en recolectarse, y suele programarse para que transcurrido este tiempo finalice el cultivo. Se recomienda dejar una o dos hojas por encima de la última inflorescencia para que esas hojas alimenten y sombrean a ese último ramo

### **ENTUTORADO (Escobar, 2010)**

Es una práctica imprescindible para mantener la planta erguida y evitar que las hojas y sobre todo los frutos toquen el suelo, mejorando así la aireación general de la planta y favoreciendo el aprovechamiento de la radiación y la realización de las labores culturales (destallados, recolección, etc.). Todo ello repercutirá en la producción final, la calidad del fruto y el control de las enfermedades.

La sujetación suele realizarse con hilo de polipropileno sujeto de un extremo a la zona basal de la planta (liado, anudado o sujeto mediante anillas) y de otro a un alambre situado a determinada altura por encima de la planta, normalmente de 2-2,4 m sobre el suelo.

Conforme la planta va creciendo se va liando o sujetando al hilo tutor mediante anillas, hasta que la planta alcance el alambre. A partir de este momento existen dos opciones:

Sistema de descuelgue con perchas o sistema de gancho holandés desplazado: Consiste en colocar las perchas con hilo enrollado alrededor de ellas para ir desplazando paulatinamente dejándolo caer conforme la planta va creciendo, sujetándola al hilo mediante clips. El descuelgue se debe producir antes de que la altura del cultivo supere la del emparrillado. Para que el descuelgue sea efectuado adecuadamente ha de trabajarse con tacto con el hilo, evitando brusquedades y rotura de ramos, hasta que el último racimo esté lo más próximo al suelo y persiguiendo un ángulo obtuso en la curvatura que se produce en la base de la planta. Suele bajarse cada planta unos 75-80 cm, lo cual equivale a tres ramos. La cadencia entre descuelgues es dependiente del ritmo de recolección, y puede estimarse en 4 semanas, pero es recomendable aumentar la frecuencia, es decir bajar cada 30-40 cm, para que así la poda de hoja basal que se realice sea menos brusca. Por otro lado, en este sistema de cultivo no se precisa del entresacado de hojas, sino que la eliminación de éstas tiene un carácter localizado en la parte basal.

El deshojado, que debe ser previo al descuelgue, suele dejar al descubierto una vez realizado el descuelgue los 75-80 últimos cm, quedando los racimos más expuestos a la luz y permitiéndose por tanto una mayor velocidad en la maduración. Tras los cortes, y a modo de prevención, un tratamiento fungicida cicatrizante localizado y con escaso volumen, inmediatamente después, previene la incidencia de desórdenes fitopatológicos. Como complemento a los ganchos, es conveniente utilizar pinzas rígidas (clips) que ayudan a la sujeción de la planta a los tutores permitiendo una distribución lo más uniforme posible de la carga a lo largo de la planta y consiguiendo la mayor velocidad posible.

Para trabajar con este sistema de descuelgue es imprescindible trabajar con líneas pareadas de cultivo, formando un carrusel con las dos líneas, es decir, una línea se conducirá, en un sentido y la otra, al contrario. También es necesario situar en los extremos de las líneas alguna estructura, normalmente un simple hierro, que permita sujetar las plantas cuando se pasan de una línea a otra. En algunos casos se llegan a poner unos soportes de alambre cada metro aproximadamente, donde descansan las plantas al descolgarlas. Bajar la planta, descolgando el hilo, conlleva un coste adicional en mano de obra muy importante, y requiere una estructura adaptada para tal fin (invernaderos más altos con el emparrillado a 3,5 m. La mayor densidad, en comparación

con otros sistemas tradicionales de conducción, se justifica en base a una mayor disponibilidad de radiación, debido a que el sistema de cultivo con ganchos y descuelgue permite un aprovechamiento más eficaz de dicho factor de producción con su reflejo directo en el índice de cosecha, sin que se afecte de forma negativa el calibre de los frutos.

El sistema de gancho y descuelgue permite alargar el ciclo de cultivo hasta 10 meses después del trasplante, teniendo que cumplir una serie de condiciones como son:

- Resistencia a la carga generada por la planta, ya que, en algunas ocasiones y modelos, el peso provoca un descuelgue inadecuado, que suele terminar con pérdidas de plantas a consecuencia de las heridas que se producen en la caída, incluso afectando a plantas próximas.
- Facilidad para el desplazamiento e inmovilidad del sistema planta-gancho una vez emplazado en su posición deseada.
- Que abarque suficiente cantidad de rafia, al efecto de evitar quedarse cortos y verse obligado a hacer empalmes que, además de engorrosos, suponen una elevada pérdida de tiempo; a tal efecto, si se trata de ganchos para varias campañas, se aconseja entre 9 y 10 m por campaña, ya que una planta puesta en agosto y arrancada en junio puede llegar a superar los 7,5 m de longitud.
- Durabilidad a través del mantenimiento de sus propiedades físicas de resistencia a lo largo del tiempo, incluso para reducir los efectos negativos de la radiación sobre dichos elementos se recomienda sacarlos fuera del invernadero durante los períodos de no cultivo y finalmente, lo más importante, su economía.

## ESCARDAS

Consiste en la eliminación de las malas hierbas presentes en el suelo y resulta fundamental para impedir que los insectos vectores de virus se alojen en ellas. En los cultivos enarenados suele haber menos problemas que en el suelo desnudo, por lo que en estos últimos se suele recurrir al acolchado del suelo.

Las escardas químicas no son muy recomendables en invernadero, porque estos productos pueden ser sistémicos y/o se suelen volatilizar, pudiendo causar problemas a las plantas, por lo que en la medida de lo posible se recomienda la escarda manual.

Hay algunos herbicidas que se pueden usar post trasplante para evitar el desarrollo de malas hierbas, pero hay que tener mucho cuidado con las dosis. Es mejor usar revienta semillas de preemergencia.

## **BLANQUEO**

Cuando las temperaturas superan los 26°C en el túnel durante varios días, es importante blanquear el túnel o colocar una red sobre él para reducir la radiación que llega al invernadero y disminuir así las altas temperaturas que se alcanzan dentro del túnel. De este modo también se evitan las quemaduras solares en los frutos y, en consecuencia, la pérdida de rendimiento,

Para realizar esta tarea, es común el uso de carbonato cálcico, cuya dosis de aplicación dependerá de la fecha, tipo de invernadero e incluso de las variedades a cultivar, pero una dosis aproximada será la siguiente: 1 saco de blanco de España en 200 litros de agua para el techo y 1 saco de blanco de España en 150 litros de agua para los laterales y frontales del invernadero.

**ANEJO 7:**  
**NECESIDADES ENERGÉTICAS Y CLIMATIZACION**

## ANEJO 7: NECESIDADES ENERGÉTICAS Y CLIMATIZACION

### CÁLCULO DE NECESIDADES ENERGÉTICAS PARA EL INVERNADERO

#### Pérdidas de Calor y Balance Térmico

Ecuación básica para calefacción:

$$Q = U \times A \times \Delta T$$

Dónde:

- $Q$  = Energía necesaria (kcal/h o W).
- $U$  = Coeficiente global de transmisión térmica (4,5 W/m<sup>2</sup>·K para plástico térmico multicapa).
- $A$  = Superficie del invernadero (240 m<sup>2</sup>).
- $\Delta T$  = Diferencia entre temperatura interior deseada y exterior.

#### Requerimientos por Ciclo de Cultivo

Basado en los 3 ciclos de producción escalonados propuestos en el Anejo 6:

**TABLA 1: REQUERIMIENTOS POR CICLO DE CULTIVO**

Ciclo	Meses	T. externa (°C) (Noche)	T. interna (°C) (Objetivo)	ΔT (°C)	Energía necesaria mensual máxima
1	Marzo – Mayo	-2 a 5	12	7 – 14	12 – 18 kWh/m <sup>2</sup>
2	Mayo – Septiembre	8 a 15	16	1 – 8	Sin calefacción
3	Sept – Noviembre	0 a 10	14	4 – 14	6 – 10 kWh/m <sup>2</sup>

**Cálculo para el ciclo más exigente (Ciclo 1, ΔT=14°C):**

$$Q = 4,5$$

$$\text{Energía diaria} = 16,2 \text{ kW} \times 12 \text{ h} = 194,4 \text{ kWh/día}$$

## CLIMATIZACIÓN FUENTE DE ENERGÍA: ESTUFAS DE PARAFINA

Para lograr defender al cultivo en periodos de heladas y altas temperaturas se van a implantar varios métodos de control de la temperatura interior de los invernaderos.

En el caso de la época invernal se ha optado por el tradicional método de las estufas de parafina debido a la facilidad de manejo, el precio y su gran poder calorífico. La principal desventaja es el control manual de su encendido, por lo que se intentarán buscar métodos automáticos efectivos y rentables a largo plazo una vez llevado el proyecto a cabo informándose de las nuevas tecnologías.

Debido al reducido tamaño de los invernaderos se opta por adquirir dos estufas por invernadero y 100L de parafina suficientes para las primeras heladas a controlar una vez implementado el proyecto.

Para combatir el exceso de temperaturas en los meses más cálidos del año, Julio y Agosto se opta por la gestión de la ventilación mediante el uso de puertas y ventanas de la propia estructura del invernadero. En Aragón la ventilación de los invernaderos suele dar buen resultado pero observando el aumento de las temperaturas debido al Cambio Climático cada vez hay mayores pérdidas hortícolas. Por lo que una vez viendo el resultado de la ventilación manual del primer año de producción se analizará si merece la pena la instalación de un sistema de automatización de la ventilación tanto en las ventanas como en las propias puertas. Este plan permite una adaptación flexible al clima de Murillo de Gállego optimizando costes y mejorando la eficiencia térmica en cada campaña.

Otra opción es la instalación de mallas de sombreo, unas herramientas de manejo muy útil para reducir las quemaduras por exceso de insolación y la temperatura a la que se encuentran las plantas. Para la instalación de mallas de sombreo haría falta un conjunto de poleas y cuerdas o alambres por encima de la altura máxima a la que permitiremos crecer a nuestro cultivo. Incluso ésta práctica se podría automatizar mediante un termostato y un sistema de recogida de mantas.

Para las opciones de automatización aquí descritas haría falta una instalación eléctrica por lo que es un proyecto valorable a futuro, evaluando también la implantación de un sistema de energía renovable fotovoltaico encima de la caseta de obra.

Se evaluará a futuro si es necesaria la monitorización remota de la instalación debido a los gastos que supone

Para calcular el número de estufas de parafina necesarias para calentar un invernadero de 240 m<sup>2</sup> (6 m de ancho x 40 m de largo) en Murillo de Gállego para el cultivo de tomate rosa de Barbastro, seguimos estos pasos:

### 1. Requerimientos térmicos del tomate rosa de Barbastro

Temperatura mínima recomendada: 8-10°C, para evitar daños por frío y asegurar un crecimiento adecuado.

Zona de Murillo de Gállego: Inviernos fríos, con temperaturas que pueden bajar de 0 °C, especialmente de noche, unos diez días al año, principalmente en enero y febrero

Las temperaturas inferiores a 8-10°C se concentran principalmente en los meses de noviembre a marzo, a veces abril.

Las temperaturas medias diarias son (AEMET, 2025) :

- En noviembre: de 8 a 12°C, a veces entre 0 y 10°C,
- En diciembre: en torno a 8 °C,
- En enero y febrero: entre 5 °C y 7 °C,
- En Marzo: alrededor de 10 °C, con riesgo de heladas matinales
- En Abril: riesgo de heladas matinales.

### 2. Cálculo de potencia necesaria (en kcal/h)

Se estima que, en climas fríos, se necesitan 50–70 kcal/h por m<sup>2</sup> para mantener la temperatura superior a 12°C

Superficie del invernadero: 240 m<sup>2</sup>

Potencia requerida: 240 m<sup>2</sup> x 60 kcal/h.m<sup>2</sup>

60 kcal/h.m<sup>2</sup>: valor medio por las bajas temperaturas de la zona.

### 3. Selección de estufas de parafina

Las estufas de parafina comerciales tienen potencias variables:

Estufa estándar para invernaderos: 4.000–5.000 kcal/h

Número de estufas necesarias:

$$\frac{\text{Superficie} \times \text{potencia requerida}}{\text{potencia de estufa}} = \frac{14.400 \text{ kcal/h}}{4.500 \text{ kcal/h}} = 3,2 \text{ estufas}$$

Se necesitan 4 estufas para cada uno de los invernaderos

#### 4. Distribución en el invernadero

4 estufas de 4.500 kcal/h cada una, colocadas uniformemente a lo largo del túnel para evitar puntos fríos.

Ubicación: Separadas cada 10 metros entre estufas y a 5 metros de la puerta de entrada y salida para un reparto homogéneo de la temperatura.

Realizar una correcta ventilación debido al consumo de oxígeno de la combustión de la parafina.

Combustible (parafina):

Consumo aproximado por estufa: 0,5–0,7 L/h.

Consumo total por noche (12h):  $2 \times 4 \text{ estufas} \times 0,6 \text{ L/h} \times 12 \text{ h} = 28,8 \text{ L/noche}$  (teniendo en cuenta que las heladas más agresivas se producen generalmente entre las 4 y las 7 de la mañana, es decir, durante 3 horas).

#### Conclusión

Para mantener una temperatura adecuada en un invernadero de 240 m<sup>2</sup> en Murillo de Gállego, se recomiendan:

4 estufas de parafina de 4.500–5.000 kcal/h, distribuidas uniformemente en cada invernadero.

Para calcular la diferencia de temperatura ( $\Delta T$ ) que puede alcanzarse dentro del invernadero utilizando un plástico de 800 galgas (0,20 mm) térmico, difuso y multicapa con alta resistencia al azufre (3000 ppm), debemos considerar los siguientes factores:

### 1. Efecto del plástico térmico en la retención de calor

Un plástico de 800 galgas (0,20 mm) multicapa y térmico tiene las siguientes propiedades:

Transmisión de luz difusa: Mejora la distribución de la luz y reduce sombras.

Barrera infrarroja (IR): Reduce la pérdida de calor por radiación nocturna.

Factor de conservación de calor (F):

- Plástico estándar (sin tratamiento IR):  $F \approx 0,6-0,7$  ( pierde 30–40% del calor).
- Plástico térmico multicapa (800 gg + IR):  $F \approx 0,75-0,85$  (retención mejorada).

### 2. Cálculo teórico de la diferencia de temperatura ( $\Delta T$ )

La fórmula simplificada para estimar el calentamiento pasivo en un invernadero es:

$$\Delta T = \frac{Q_{ganancia}}{Q_{perdida}}$$

Donde:

$Q_{ganancia}$  = Energía solar captada durante el día

- Radiación solar en invierno en Murillo de Gállego: 2–3 kWh/m<sup>2</sup>/día ( $\approx$  200–300 W/m<sup>2</sup> en horas pico).
- Efecto invernadero: 50–70% de retención (dependiendo de la cubierta).

$Q_{perdida}$  = Pérdidas por conducción, convección y radiación

- Coeficiente global de pérdidas (U):

Plástico simple:  $U \approx 6-8 \text{ W/m}^2\text{-K}$

Plástico térmico multicapa (800 gg):  $U \approx 4-5 \text{ W/m}^2\text{-K}$

Ejemplo:

Temperatura exterior mínima (Murillo de Gállego en invierno): -2 °C (noche).

Energía aportada por las estufas (4 × 4.500 kcal/h): 18.000 kcal/h  $\approx$  20,9 kW.

Superficie del invernadero: 240 m<sup>2</sup>.

Pérdidas de calor con plástico térmico ( $U \approx 4,5 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ ):

$$Q_{\text{perdida}} = U \times A \times \Delta T = 4,5 \times 240 \times \Delta T [\text{W}]$$

Balance energético (calor aportado = calor perdido):

$$20.900 \text{ W} = 4,5 \times 240 \times \Delta T$$

$$\Delta T = \frac{20.900}{1.080} = 19,4^\circ\text{C}$$

Temperatura interior estimada:

$$T_{\text{interior}} = T_{\text{exterior}} + \Delta T = -2^\circ\text{C} + 19,4^\circ\text{C} \approx 17,4^\circ\text{C}$$

(Esto coincide con el rango óptimo para tomate rosa de Barbastro: 12–18 °C).

### 3. Efecto del plástico difuso y resistencia al azufre

Difusividad de la luz: Reduce estrés por exceso de radiación directa y mejora la distribución del calo.

Resistencia a 3000 ppm de azufre: Evita degradación por quemadores de azufre (control del oido)

### 4. Factores que pueden afectar la $\Delta T$ real

Humedad relativa alta: Aumenta pérdidas por condensación.

Infiltraciones de aire: Si el invernadero no está bien sellado,  $\Delta T$  puede reducirse en 3–5 °C.

Viento fuerte: Incrementa pérdidas por convección.

## Conclusión

Con 4 estufas de parafina, 4.500 kcal/h cada una, y un plástico térmico multicapa de 800 galgas:

- Diferencia de temperatura alcanzable ( $\Delta T$ ): 15–20 °C respecto al exterior.
- Temperatura interior estimada en noches frías (-2 °C): 13–18 °C (óptimo para tomate rosa de Barbastro).
- El plástico térmico reduce pérdidas de calor en ≈30% frente a uno convencional.

**ANEJO 8:**  
**ESTUDIO ECONÓMICO**

## ANEJO 8: ESTUDIO ECONÓMICO

Para realizar el estudio económico primero debemos calcular cuáles son los potenciales ingresos de la explotación hortícola.

### Comparativa de rentabilidad

**TABLA 1: COMPARATIVA DE RENTABILIDAD**

Variable	Rosa de Barbastro	Corazón de Buey
Producción total	3,3 T	2,4 T
Rendimiento (kg/m <sup>2</sup> )	13,8	9,9
Precio de mercado (€/kg)	2,5–3,5	3,0–4,5
Ingreso potencial	8.250–11.550 €	7.200–10.800 €

Precios orientativos, 2024, para tomate ecológico/PI en canales especializados (Mercados Centrales, venta directa).

## ESTUDIO DE MERCADO PARA VENTA DIRECTA

### CONTEXTO GEOGRÁFICO Y DEMOGRÁFICO

- Ámbito de estudio: Radio de 30 km alrededor de Murillo de Gállego, Hoya de Huesca, Aragón.
- Población flotante en verano: Aumento del 200-300% por turismo de aventura (rafting, senderismo) y pernoctaciones en campings/alojamientos rurales.
- Perfil del consumidor:
  - Turistas: Buscan productos locales y gourmet (disposición a pagar +20-30% por calidad diferenciada).
  - Hostelería: Restaurantes y alojamientos con filosofía "kilómetro cero".
  - Residentes: Consumidores habituales en mercados municipales (Sabiñánigo, Ayerbe por ejemplo).

## ANÁLISIS DE DEMANDA

### A. Segmentos Clave

**TABLA 2: SEGMENTOS CLAVES DE LA VENTA DE TOMATE**

Segmento	Potencial de Compra	Preferencias
<b>Turistas</b>	Alto (Junio - Septiembre)	- por unidad - Ecológico/PI con storytelling ( "Tomate de montaña" por ejemplo)
<b>Restaurantes</b>	Constante (mayor volumen)	- Calibre uniforme (ensaladas premium) - Entregas semanales programadas
<b>Mercados locales</b>	Moderado (población envejecida)	- Precios competitivos

### B. Estacionalidad

- Alta demanda: Julio-agosto (coincide con cosecha de ambas variedades).
- Oportunidad: Extender temporada con ciclos escalonados (hasta noviembre).

## COMPETENCIA Y OFERTA LOCAL

**TABLA 3: ANÁLISIS SWOT DE LA COMPETENCIA Y OFERTA LOCAL DE TOMATE**

Fortalezas	Debilidades
- Variedades autóctonas con valor identitario - Sello PI, diferenciación	Escasa infraestructura postcosecha (Almacenamiento no refrigerado)
Oportunidades	Amenazas
- Turismo gastronómico en auge - Colaboración con empresas de turismo activo	Competencia de tomate gallego/andaluz en supermercados

### Competidores directos:

- Otros productores Producción Integrada en Aragón: Volúmenes altos, pero menos enfoque en venta directa.
- Mercados de Huesca: Oferta de tomate convencional a menor precio.

## CANALES DE COMERCIALIZACIÓN

### A. Venta Directa (Óptimo para mayor margen de beneficios)

- Puntos de venta propios:
  - Stand en mercados turísticos: por ejemplo, Mercado de Broto o Ferias de Ayerbe.
  - Venta en finca: Carteles en rutas de senderismo como el Camino de San Victorián.
- E-commerce: Plataforma local con recogida en puntos estratégicos.

### B. Hostelería y Restauración

- Clientes potenciales:
  - Restaurantes con estrella Michelin
  - Ecoturismos y albergues como el Albergue de Murillo de Gállego.

### C. Colaboraciones con Turismo Activo

- Pack "Experiencia Tomate": Visitas guiadas al invernadero y cata en colaboración con empresas de rafting.
- Promoción: Degustaciones en eventos turísticos.

## PRECIOS Y RENTABILIDAD

**TABLA 4: PRECIO DEL TOMATE POR TIPO DE CLIENTE**

Variedad	Precio Venta Directa (€/kg)	Precio a Hostelería (€/kg)
Rosa de Barbastro	3,0–3,5	2,2–2,6
Corazón de Buey	4,0–4,5	3,0–3,4

## ACCIONES PRIORITARIAS:

- Contactar con 5 restaurantes locales para acuerdos de suministro.
- Participar en 2 mercados semanales desde Junio.

Se selecciona ambas variedades debido a su presencia actual en el mercado, se valorará anualmente el cambio de variedades y hortalizas según las necesidades del mercado.

El estudio se basa en los flujos de caja, diferencia entre cobros y pagos durante la vida útil del proyecto. El año es considerado el periodo básico de todos los movimientos de caja. La vida útil del proyecto será de 12 años y con un interés anual del 5%.

El objetivo es estudiar la tasa interna de rentabilidad. Para que la explotación sea rentable, este índice económico debe ser mayor que la rentabilidad que daría el dinero invertido en una cuenta bancaria.

## **FINANCIACIÓN**

Al ser un joven agricultor de nueva incorporación agraria le corresponde una subvención a fondo perdido de 30.000,00 €, que se recibirán el año cero.

## **PAGOS**

Entre los pagos se va a diferenciar entre:

- los que se realizan en el año cero, que serán los pagos de inversión,
- los realizados cada año para mantener la explotación en funcionamiento, que serán los pagos ordinarios,
- los pagos extraordinarios, en este caso cada tres y cuatro años,
- el pago financiero, generado por la amortización del préstamo.

## **PAGOS DE INVERSIÓN**

Para la ejecución del proyecto es necesaria una inversión inicial, año 0, de 17.616€ (I.V.A incluido).

## **PAGOS ORDINARIOS**

- Mano de obra:

- Propietario: 7 pagas de 1.184 € + cotización a la seguridad social que es un 31,75% de lo anterior. Total = 10.919,44 €/año.
- 200 horas de peones contratados en empresas de servicios agrícolas de la zona, con un coste medio (retenciones incluidas) de 8 €/hora. Total = 1.600,00 €/año.

Total mano de obra: 12.519,44 €/año

- Fertilizantes: Se estima un gasto en fertilizantes en 1.000 €/ha con 600€ de abono de fondo, 300€ de abono adicional y análisis del agua y del suelo. Entonces, estimamos por este proyecto un gasto de 50 €/año.
- Protección de los cultivos: Se estima un gasto de 1.000 €/ha/año. Entonces, estimamos por este proyecto un gasto de 100 €/año. Con la experiencia, este gasto debería reducirse.
- Agua: El consumo de agua está derivado del consumo de los cultivos mayoritariamente pudiéndose despreciar el consumo humano. El gasto de agua por parte del cultivo es de unos 30 L/kg producido, por lo que obtenemos unos 165 L/año. Que junto a los cánones anuales de servicio y mantenimiento de 0,20 €/m<sup>3</sup> da un total anual de 33 €/año.
- Combustible: El gasto en gasóleo para el transporte del producto a minoristas es de 1.000 L/año a 0,65€/l resultan 650 €/año.
- Semillas y plantas de vivero: Se estima un gasto de 80 €/año.
- Energía eléctrica: Gastos despreciables
- Gastos generales: Se estima unos gastos generales (higiene, seguros, imprevistos, tutores, consumibles, ...) de 1.250 €/año

## PAGOS EXTRAORDINARIOS

Por otro lado cada 4 años se procederá al cambio del plástico de los invernaderos por desgaste. El coste de este es de 1 €/m<sup>2</sup>, por lo que al tener una superficie de cobertura de 675 m<sup>2</sup>, cada invernadero el coste será de 1.350 €. Cambio de plástico de los invernaderos cada 10 años 135 €/año.

## VIABILIDAD ECONÓMICA

Se van a realizar dos tipos de análisis de inversiones para estudiar la rentabilidad del esfuerzo inversor para una vida útil del proyecto de 12 años y un tipo de interés anual de 5%. Se utilizará un indicador de rentabilidad absoluta (VAN), y un indicador de

rentabilidad relativa (TIR). Para cada escenario, calcularemos los flujos de caja netos (cobros menos pagos) y luego aplicaremos los métodos de VAN y TIR.

**Costes ordinarios anuales:** 16.082,44 €.

**Costes extraordinarios (años 4 y 8):** 1.350 € (cambio de plástico).

### Escenario Base (Moderado)

#### Supuestos:

- Venta directa (40% producción) + hostelería (60%).
- Precios medios:
  - Rosa: 3,2 €/kg (directa), 2,4 €/kg (hostelería).
  - Corazón: 4,2 €/kg (directa), 3,2 €/kg (hostelería).

#### Ingresos anuales:

- Venta directa:  $(1.320 \text{ kg Rosa} \times 3,2 \text{ €}) + (960 \text{ kg Corazón} \times 4,2 \text{ €}) = 8.736 \text{ €}$ .
- Hostelería:  $(1.980 \text{ kg Rosa} \times 2,4 \text{ €}) + (1.440 \text{ kg Corazón} \times 3,2 \text{ €}) = 9.936 \text{ €}$ .

**Total ingresos:** 18.672 €.

**TABLA 5: CALCULO DE FLUJOS, ESCENARIO BASE**

Año	Ingresos (€)	Costes Ordinarios (€)	Costes Extraordinarios (€)	Flujo de Caja (€)	Flujo Acumulado (€)
0	30.000 (subv.)	-17.616 (inversión)	0	+12.384	+12.384
1	18.672	-16.082,44	0	+2.589,56	+14.973,56
2	18.672	-16.082,44	0	+2.589,56	+17.563,12
3	18.672	-16.082,44	0	+2.589,56	+20.152,68
4	18.672	-16.082,44	-1.350	+1.239,56	+21.392,24
5	18.672	-16.082,44	0	+2.589,56	+23.981,80
6	18.672	-16.082,44	0	+2.589,56	+26.571,36
7	18.672	-16.082,44	0	+2.589,56	+29.160,92

8	18.672	-16.082,44	-1.350	+1.239,56	+30.400,48
9	18.672	-16.082,44	0	+2.589,56	+32.990,04
10	18.672	-16.082,44	0	+2.589,56	+35.579,60
11	18.672	-16.082,44	0	+2.589,56	+38.169,16
12	18.672	-16.082,44	0	+2.589,56	+40.758,72

#### Cálculo VAN (5%):

- Flujos descontados: Suma de [Flujo año x n / (1,05)<sup>n</sup>].
- **VAN ≈ +18.000 €** (rentable).

**TIR: 9%** (supera el 5% bancario).

#### Escenario Optimista (Alta demanda + Precios Premium)

##### Supuestos:

- Venta directa (50% producción) a precios altos:
  - Rosa: 3,5 €/kg; Corazón: 4,5 €/kg.
- Hostelería (50%) a precios altos:
  - Rosa: 2,6 €/kg; Corazón: 3,4 €/kg.

##### Ingresos anuales:

- Venta directa:  $(1.650 \text{ kg Rosa} \times 3,5 \text{ €}) + (1.200 \text{ kg Corazón} \times 4,5 \text{ €}) = 12.975 \text{ €}$ .
- Hostelería:  $(1.650 \text{ kg Rosa} \times 2,6 \text{ €}) + (1.200 \text{ kg Corazón} \times 3,4 \text{ €}) = 9.990 \text{ €}$ .

**Total ingresos:** 22.965 €.

**TABLA 6: CALCULO DE FLUJOS, ESCENARIO OPTIMISTA**

Año	Ingresos (€)	Costes Ordinarios (€)	Costes Extraordinarios (€)	Flujo de Caja (€)
0	+30.000	-17.616	0	+12.384
1-3	22.965	-16.082,44	0	+6.882,56
4	22.965	-16.082,44	-1.350	+5.532,56
5-7	22.965	-16.082,44	0	+6.882,56
8	22.965	-16.082,44	-1.350	+5.532,56
9-12	22.965	-16.082,44	0	+6.882,56

VAN (5%):  $\approx +45.000 \text{ €}$ .

TIR: 14%.

### Escenario Pesimista (Baja demanda + Solo Hostelería)

#### Supuestos:

- Solo venta a hostelería (70% producción) a precios bajos:
  - Rosa: 2,2 €/kg; Corazón: 3,0 €/kg.
- Venta directa residual (30% producción).

#### Ingresos anuales:

- Hostelería:  $(2.310 \text{ kg Rosa} \times 2,2 \text{ €}) + (1.680 \text{ kg Corazón} \times 3,0 \text{ €}) = 10.122 \text{ €}$ .
- Venta directa:  $(990 \text{ kg Rosa} \times 3,0 \text{ €}) + (720 \text{ kg Corazón} \times 4,0 \text{ €}) = 5.490 \text{ €}$ .

**Total ingresos:** 15.612 €.

**TABLA 7: CALCULO DE FLUJOS, ESCENARIO PESIMISTA**

Año	Ingresos (€)	Costes Ordinarios (€)	Costes Extraordinarios (€)	Flujo de Caja (€)
0	+30.000	-17.616	0	+12.384
1-3	15.612	-16.082,44	0	-470,44
4	15.612	-16.082,44	-1.350	-1.820,44
5-7	15.612	-16.082,44	0	-470,44
8	15.612	-16.082,44	-1.350	-1.820,44
9-12	15.612	-16.082,44	0	-470,44

VAN (5%):  $\approx -5.000 \text{ €}$  (no rentable).

TIR: 2%

## Escenario con Diversificación (Turismo + E-commerce)

### Supuestos:

- Inversión adicional en turismo: 3.000 €/año (a partir del año 1).
- Ingresos extras:
  - Turismo: +2.000 €/año.
  - E-commerce: +1.500 €/año.

### Ingresos anuales:

- Venta tradicional: 18.672 € (como escenario base).
- Turismo + E-commerce: +3.500 €.

**Total ingresos:** 22.172 €.

**Costes adicionales:** 3.000 €/año (inversión en turismo).

**TABLA 8: CALCULO DE FLUJOS, ESCENARIO DIVERSIFICACIÓN**

Año	Ingresos (€)	Costes Ordinarios (€)	Costes Extraordinarios (€)	Flujo de Caja (€)
0	+30.000	-17.616	0	+12.384
1-3	22.172	-19.082,44*	0	+3.089,56
4	22.172	-19.082,44	-1.350	+1.739,56
5-7	22.172	-19.082,44	0	+3.089,56
8	22.172	-19.082,44	-1.350	+1.739,56
9-12	22.172	-19.082,44	0	+3.089,56

\*Incluye 3.000 €/año de costes de turismo.

VAN (5%):  $\approx +25.000 \text{ €}$ .

TIR: 11%.

## RESUMEN DE RENTABILIDAD

**TABLA 9: RESUMEN DE RENTABILIDAD**

Escenario	VAN (5%)	TIR	Conclusión
<b>Base (Moderado)</b>	+18.000 €	9%	Rentable
<b>Optimista</b>	+45.000 €	14%	Muy rentable
<b>Pesimista</b>	-5.000 €	2%	No viable
<b>Diversificación</b>	+25.000 €	11%	Rentable con resiliencia

**ANEJO 9:**  
**ESTRUCTURA**

## ANEJO 9: ESTRUCTURA

### Cargas y Consideraciones Estructurales en la Construcción de Invernaderos

La construcción de un invernadero implica el análisis de diversas cargas y factores estructurales para garantizar su solidez y funcionalidad.

#### CARGAS PRINCIPALES

Carga muerta: Peso permanente de la estructura y materiales fijos. Su cálculo puede basarse en tablas estándar.

Carga de cultivo: Peso generado por los cultivos suspendidos ( $\approx 150 \text{ N/m}^2$ ). Incluye fuerzas horizontales en los puntos de fijación, ya que el espacio limitado impide métodos tradicionales como postes de caña.

Carga de nieve: Presión vertical sobre el techo, influenciada por la pendiente y curvatura del diseño. Techos más inclinados reducen la acumulación.

Carga de viento: Depende de la velocidad y altura sobre el terreno. Se calcula usando velocidades promedio y considera variaciones temporales.

#### Combinación de cargas

El diseño debe evaluar combinaciones críticas, como:

Carga muerta + nieve/viento.

Carga muerta + peso de cultivo o cargas vivas (ej. mantenimiento)

La estructura debe resistir las condiciones más desfavorables para asegurar estabilidad.

#### MATERIALES Y FACTORES CLIMÁTICOS

Cubiertas translúcidas (vidrio, plástico) permiten iluminación, pero facilitan la transferencia de calor, ayudando a derretir nieve en invernaderos climatizados (temperaturas  $\geq 12^\circ\text{C}$ ). En ausencia de calefacción, la remoción manual es esencial.

Forma del techo: Optimizada para minimizar acumulación de nieve y maximizar deslizamiento natural.

#### CÁLCULOS TÉRMICOS Y ENERGÉTICOS

Carga de calefacción: Determina la eficiencia del sistema y su costo operativo.

Balance energético: Incluye pérdidas por ventilación, radiación, intercambio con el suelo y calor generado por equipos.

Transferencia de calor: Calculada a través de las superficies del cerramiento ( $Q_1 = \Sigma q_1$ ).

Penetración de aire frío: Gasto energético para calentar aire exterior que entra por grietas, influenciado por diferencias de presión.

Un diseño adecuado combina el análisis de cargas, selección de materiales y cálculos térmicos para asegurar un invernadero funcional, seguro y eficiente. La solidez estructural, junto con la adaptación al entorno y necesidades agrícolas, es fundamental para evitar colapsos y maximizar la productividad

Las características principales que debe tener la estructura de un invernadero se pueden dividir en las siguientes partes.

## ESTRUCTURA DE UN INVERNADERO

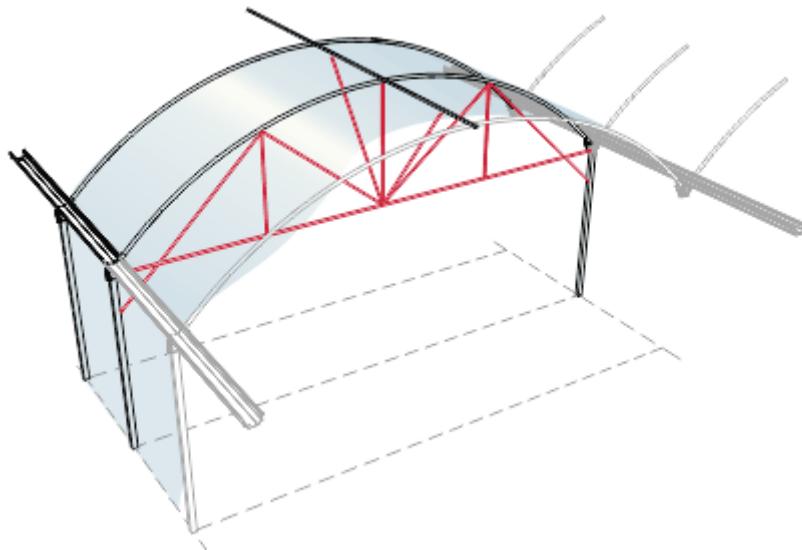
El armazón, uno de los principales elementos del invernadero, debe soportar todos los demás elementos que lo componen, como, por ejemplo, la cubierta.

## ARCOS SUPERIORES DEL INVERNADERO

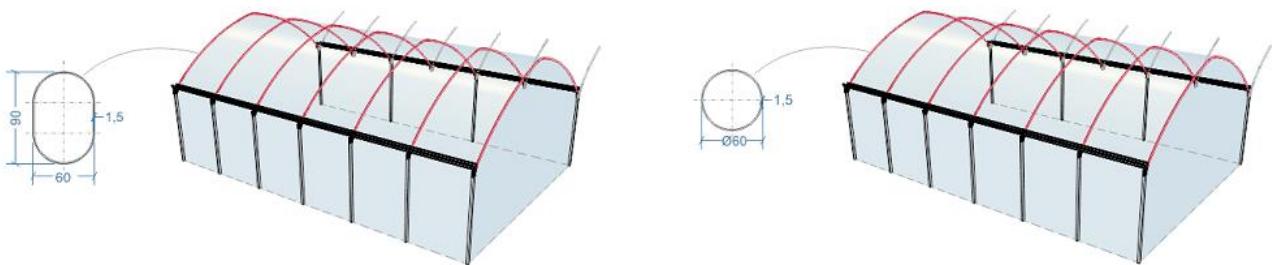
Se trata de toda la parte de arriba del invernadero. Hay estructuras con el techo diseñado en rectas lo que ofrece una mayor resistencia a las corrientes de aire.

Por otro lado, las estructuras de los techos y paredes curvas son aerodinámicas y permiten quitar más eficientemente el viento que incide sobre los invernaderos.

Estas partes se unen por la parte superior con otras como largueros o correas, en general fabricados del mismo material que otros elementos como puentes o pilares.



**FIGURA 1: BARRAS DE CULTIVO**



**FIGURA 2: ARCOS DEL INVERNADERO**

Los materiales que se utilizan en la estructura del invernadero incluyen una lista amplia de elementos que van desde el armazón (compuesto por pilares, vigas, correas, etc.) hasta la cubierta.

Los materiales que en general se utilizan para la estructura de un invernadero son:

- Correas y vigas: pueden fabricarse en acero galvanizado y aluminio.
- Pilares, elementos de apoyo y refuerzos: se hacen de acero galvanizado.
- Arcos: son construidos en acero galvanizado.

- Sujeción de la cubierta: perfiles de acero galvanizado o aluminio, según el tipo de invernadero.
- Soportes o bases de cimentación: se construyen en hormigón para la sujeción de los pilares.
- Emparrado: se realizan en acero galvanizado y alambre galvanizado.

En cuanto a los materiales que se utilizan en la cubierta, también son importantes ya que dependen de esto para su resistencia ante el clima, además de definir cómo es la transmisión de la radiación solar, la transparencia a la radiación infrarroja o térmica y la transmisión de calor de los materiales que la componen. (Fertri, 2023) He decidido por su comodidad y manejo optar por un film plástico de polietileno

La estructura del Tunelkit es una evolución del túnel tradicional, pero debido a sus reducidas dimensiones y peculiar concepción es un excelente producto para el pequeño hortelano. El Tunelkit ha sido concebido como un producto pensado para la huerta, pero que aporta a sus compradores la calidad de los invernaderos utilizados en las grandes explotaciones.

Diseñado como una estructura de fácil ensamblaje que no requiere cimentación. Se envía al comprador en un paquete compacto que no ocupa más de un palé y que puede ser fácilmente montado por el propio destinatario, con el consiguiente ahorro en gastos de montaje.



**FIGURA 3: VISTA GENERAL DEL MODELO COMERCIAL**

MODELO	IMA4R	IMA5R	IMA6C
TIPO DE PATA	Recta	Recta	Curva
ANCHO DEL TÚNEL	4 m	5 m	6 m
ALTURA LIBRE BAJO TIRANTE	2,15 m	2,15 m	2,15 m
ALTURA A LA CUMBRERA	2,85 m	3,1 m	3,1 m
PUERTA CORREDERA	1	1	1
DIMENSIONES PUERTAS	1,5x2 m	2x2 m	2x2 m
VENTILACIÓN	2 ABATIBLES	2 ABATIBLES	2 ABATIBLES
DIMENSIONES VENTILACIÓN	1,5x0,45 m	2x0,65 m	2x0,65 m
CUBIERTA	TÉRMICO 800 gg 3C	TÉRMICO 800 gg 3C	TÉRMICO 800 gg 3C

**TABLA 1: COMPARATIVA COMERCIAL MODELOS DE INVERNADEROS TÚNEL KIT**

## CALIDAD DEL ACERO

Los diferentes elementos estructurales están fabricados en acero galvanizado (en caliente o sendzimir) evitando cualquier proceso de corrosión. El galvanizado en caliente consiste en la inmersión en un baño de zinc a una temperatura específica y constante durante todo el proceso, con un decapado previo, con lo que se consigue una auténtica fusión entre el acero y el zinc.

En el galvanizado sendzimir, el galvanizado de la chapa laminada se realiza en frío preparada para el galvanizado con un decapado previo, con lo que se consigue una auténtica fusión entre el acero y el zinc.

## ELEMENTOS ESTRUCTURALES

- Arcos de tubo de Ø40 mm colocados cada 2 m. Anclados sobre piquetas clavadas directamente al suelo, no requiere cimentación. Los arcos se amarran entre sí mediante 5 correas longitudinales de tubo de Ø32 mm, éstas trabajan a tracción y contracción para la correcta sujeción de la estructura.
- Un tirante por arco asegura el correcto arriostramiento del TunelKit al tiempo que sirve como soporte de cultivo. Se ha dotado al tirante de un refuerzo vertical, el pendolón, que evita el desplazamiento del plano recto del tirante. Fabricados en tubo redondo de Ø32 mm.

- Refuerzos frontales de arco a arco en cada extremo completan el arriostramiento del túnel.



**FIGURA 4: ELEMENTOS ESTRUCTURALES, ARCOS DE TUBO**

## PUERTAS Y VENTANAS

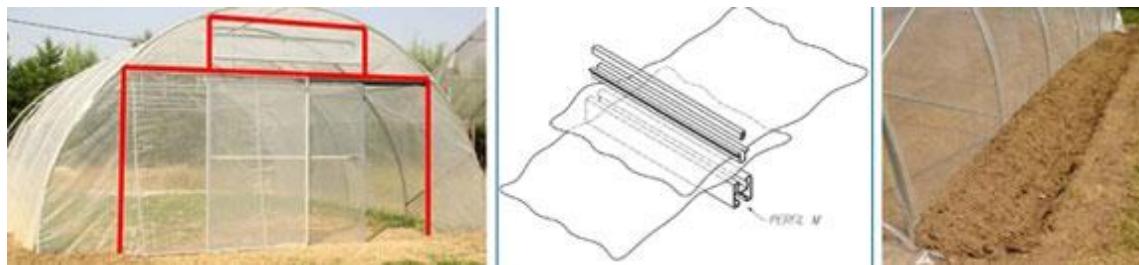
- Puerta Corredera en frontal delantero, dimensiones de 2 x 2m, dispone de un paño fijo que se puede cubrir con plástico o con malla para mejorar la ventilación.
- Se coloca una segunda puerta en el frontal trasero favoreciendo así la ventilación en el centro del mismo como se muestra en la Figura 18.
- Ventanas abatibles en ambos frontales de 2x0,60m. Ubicadas en la media luna del túnel. Incorporan pestillo para un cierre adecuado.



**FIGURA 5: ELEMENTOS ESTRUCTURALES, PUERTAS Y VENTANAS**

## SISTEMAS DE SUJECIÓN DE LA CUBIERTA

La sujeción en los frontales se realiza mediante el taqueo del film a los perfiles m que conforman los marcos de la ventana y la puerta



**FIGURA 6: ELEMENTOS ESTRUCTURALES, SISTEMAS DE SUJECIÓN DE LA CUBIERTA**

El plástico enterrado en 2 zanjas paralelas al invernadero y cubierto de tierra sujetá fuertemente la estructura al suelo.

En el sentido longitudinal la cubierta es enterrada en dos zanjas paralelas al túnel y cubierta de tierra, la tierra atrapada en el plástico hace el efecto de cimiento y sujetá fuertemente la estructura al suelo. Para mantener la tensión de la cubierta 12 líneas de monofilamento sujetas en los extremos mantienen el plástico tenso evitando la formación de bolsas de agua



**FIGURA 7: ELEMENTOS ESTRUCTURALES, SISTEMAS DE SUJECIÓN DE LA CUBIERTA**

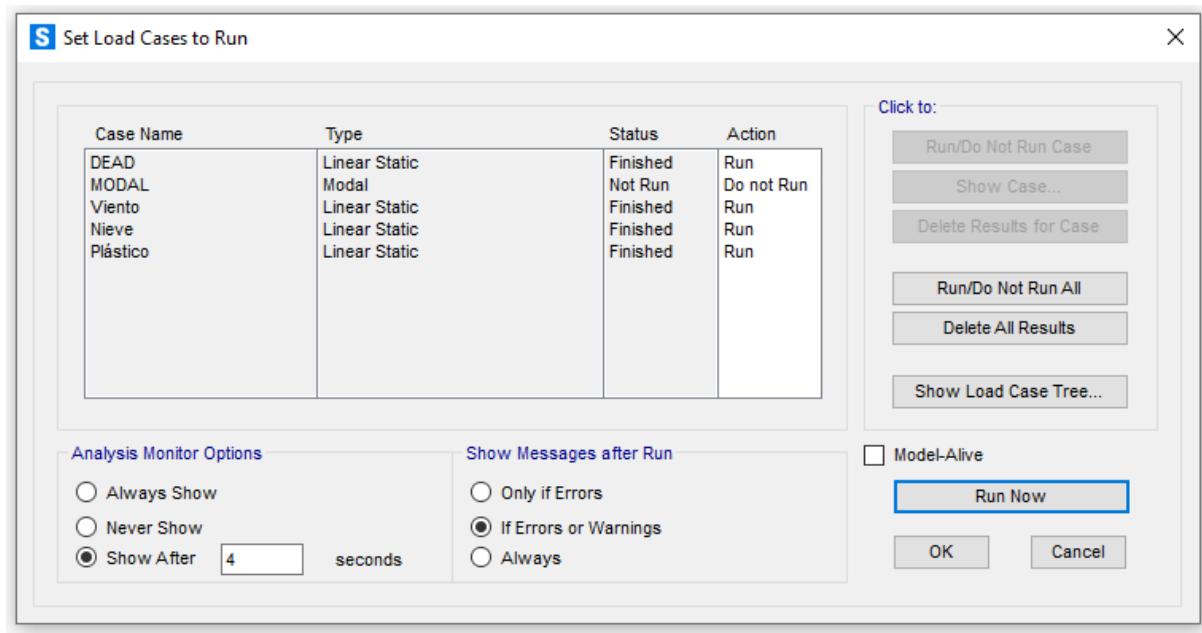


**FIGURA 8: ELEMENTOS ESTRUCTURALES**

### **CALCULO DE LA ESTRUCTURA**

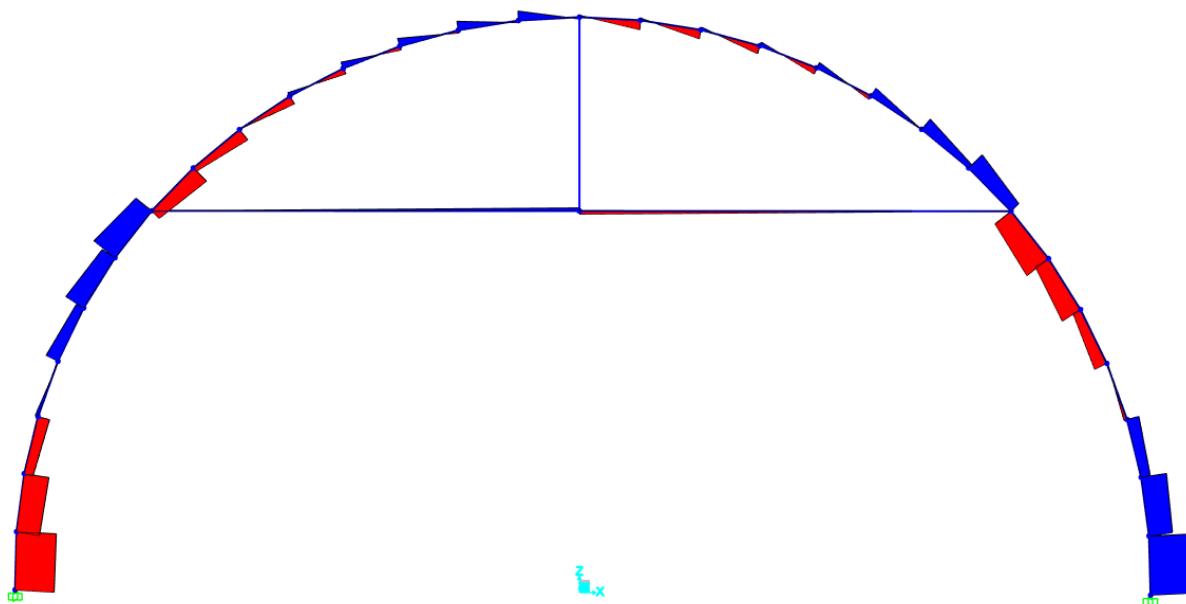
Se realizan los cálculos base de la estructura según el programa online Builder-Calc, dado que no es exactamente el invernadero seleccionado para este proyecto tomaremos los datos como orientativos para el resto de los cálculos.

- Área del invernadero: 240,00 m<sup>2</sup>
- Volumen del invernadero: 695,07 m<sup>3</sup>
- Perímetro: 92,00 m
- Área del techo y paredes laterales: 437,20 m<sup>2</sup>
- Área de las fachadas: 34,75 m<sup>2</sup> (2 x 17,38)
- Área total: 471,95 m<sup>2</sup>
- Perímetro de la sección (longitud del arco): 10,93 m (21 piezas(y))
- Longitud de los materiales del marco (incluyendo la puerta): 477,71 m



**FIGURA 9: DEMOSTRACIÓN DE VIABILIDAD ESTRUCTURAL SAP2000**

Mediante el uso del programa “SAP 2000” realizamos el estudio de la viabilidad de los arcos estructurales.



**FIGURA 10: DIAGRAMA DE ESFUERZOS (SAP 2000)**

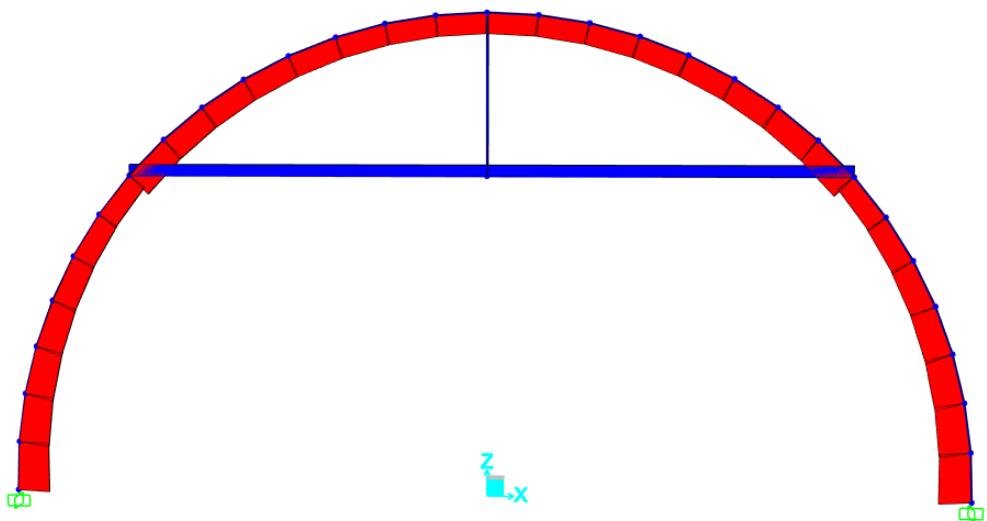


FIGURA 11: DIAGRAMA DE FUERZAS AXIALES (SAP 2000)

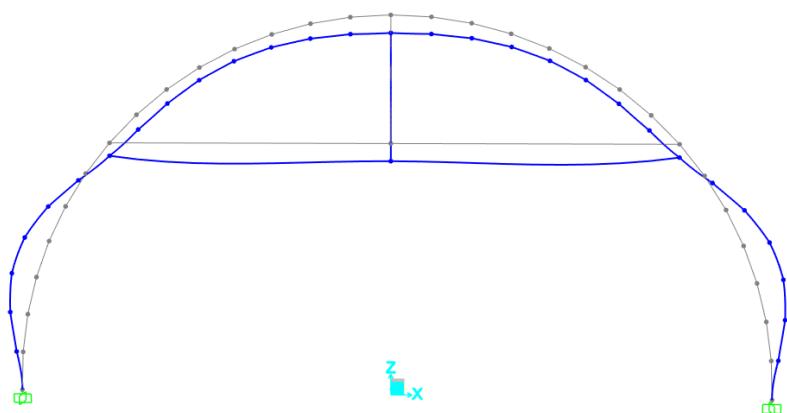


FIGURA 12: EXAGERACIÓN DE DEFORMACIONES ESTRUCTURALES

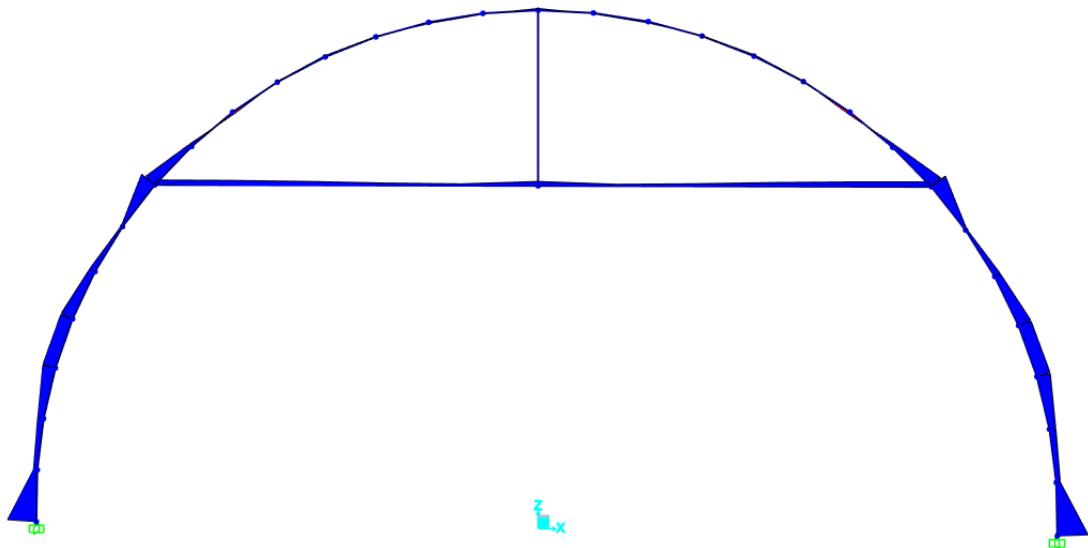


FIGURA 13: DIAGRAMA MÁXIMO DE ESTRÉS (SAP 2000)

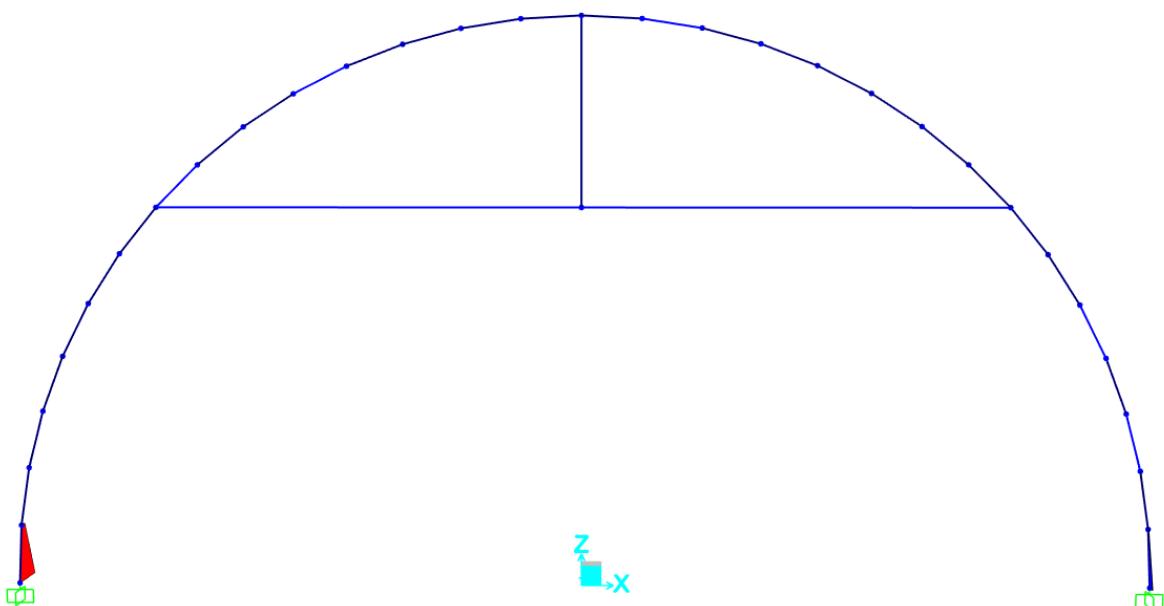


FIGURA 14: DIAGRAMA DE MOMENTOS 2-2 (SAP 2000)

Se ha determinado la separación de los dos invernaderos teniendo en cuenta que la sombra generada por uno no solape la superficie donde se encuentra el segundo. Para calcular la sombra máxima he optado por un calculador online que mediante la situación de la parcela y la fecha seleccionada, en mi caso he dado prioridad al Solsticio de Invierno donde la sombra será mayor debido a que el Sol se encontrará lo más bajo posible

Para este proyecto dado que la sombra máxima proyectada por la altura máxima del invernadero seleccionado redondearemos a una distancia entre invernaderos de 8m de forma paralela orientación Norte-Sur



**FIGURA 15: CALCULO ONLINE DE SOMBRA MÁXIMA (ANTON, 2025)**

Carga de nieve según la web dlubal.com que proporciona datos de elementos climáticos para el cálculo de cargas según la norma CTE DB SE-AE. En el caso de la localización de los invernaderos nos encontramos con:

Zona de carga de nieve 2:  $s_k = 0,69 \text{ kN/m}^2$

Velocidad básica de viento:  $v_b = 29,0 \text{ m/s}$

Presión de la velocidad básica del viento:  $q_b = 0,53 \text{ kN/m}^2$

Plástico para cubiertas de invernadero. Térmico, difuso, multicapa con alta resistencia al azufre y a pesticidas (3000ppm azufre). La difusión de la luz reduce las sombras de la estructura y permite que las plantas reciban una distribución de la luz más uniforme durante el día.

Mediante la eliminación de sombras se reparte la luz disponible de manera más uniforme sobre la superficie de la hoja, hay menos tensión en la copa superior de la planta y más fotosíntesis en la zona inferior de la planta.

El film tiene propiedades térmicas, que previenen el escape de calor durante la noche, manteniendo la temperatura dentro del invernadero y aumentando la protección contra bajas temperaturas. Datos comerciales obtenidos de la web modoagro.com

Garantía: 3 años (Consultar condiciones de uso)

Espesor: 800 gg (0,20 mm)

Resistencia al azufre: 3000 ppm

Resistencia al cloro: 200 ppm

Resistencia al hierro: 50 ppm

Color: Transparente

Propiedades: Térmico, difuso, alta resistencia al azufre

Peso del plástico que debe soportar la estructura:  $46 \times 9,42 = 433,32 \text{ m}^2$

Con la densidad del plástico de 200 g/m<sup>2</sup> según valores comerciales obtenemos un peso total del área superficial de la cubierta que apoya sobre la estructura de acero galvanizado de 86,66 kg de plástico.

Sabiendo que colocamos 21 arcos, la carga de plástico por arco es de unos 4,12 kg de peso.

Una carga distribuida a lo largo del arco de 0,44 kg/m.

A continuación, se detallan datos a tener en cuenta proporcionados por webs comerciales de venta y construcción de invernaderos como modoagro.com

La carga muerta de la construcción de un invernadero se refiere a cierto peso causado por el peso muerto de la estructura fija. La carga muerta generalmente puede basarse en el tamaño o simplemente consultar la tabla. En la fabricación real, muchos materiales se desarrollan y utilizan recientemente y no tienen registros y necesitan ser probados.

La carga de cultivo de la construcción del invernadero requiere colgar varios cultivos durante el proceso de construcción del invernadero, y el espacio en el invernadero es limitado, por lo que no es posible simplemente instalar postes de bambú como en el campo abierto. Esta carga es mayor que la carga de cultivo. Se calcula aproximadamente como 150 N por m<sup>2</sup>, es decir, el área del lecho es de 1 m<sup>2</sup> y la carga de cultivo es de 150 N. Cuando la línea horizontal se tira primero del marco y luego se cuelga, se produce tensión T en el punto fijo de la línea horizontal. Por lo tanto, durante el diseño también se debe considerar la fuerza horizontal en el punto de fijación.

La carga de nieve producida por el invernadero es la carga vertical sobre el tejado. El grado de acumulación de nieve no sólo está relacionado con la cantidad de nieve que

cae, sino también con la forma y la pendiente del tejado. Cuanto mayor sea la pendiente y la curvatura del tejado, menor será la acumulación de nieve y menor será la presión de la nieve.

La carga de viento de la construcción del invernadero y la presión que ejerce el viento sobre el edificio dependen de la velocidad del viento. La velocidad del viento cambia de vez en cuando y se puede expresar mediante dos métodos: velocidad promedio del viento y velocidad del viento instantánea dentro de un cierto período de tiempo. El primero se utiliza a menudo en los cálculos de diseño. La velocidad del viento también está relacionada con la altura desde la tierra. Cuanto mayor es la distancia a la tierra, mayor es la velocidad del viento.

En la estructura de construcción de un invernadero, a menudo se ven afectadas al mismo tiempo varias cargas de diferente naturaleza. Se deben considerar sus beneficios y desventajas generales para la estructura. Ésta es la cuestión de la combinación de cargas de construcción de invernaderos. Las combinaciones de carga de diseño de invernaderos y cobertizos de plástico tienen las siguientes condiciones, y se deben utilizar las condiciones desfavorables para el diseño: carga muerta + carga de nieve; carga muerta + carga de viento; carga muerta + carga viva (peso de elevación durante la construcción o reparación del edificio); carga muerta + peso de elevación del cultivo.

Aunque la forma del techo de los edificios de protección terrestre es similar a la estructura de los edificios industriales y civiles, los materiales que los cubren son muy diferentes de los de los edificios industriales y civiles. Para garantizar los requisitos de iluminación para el crecimiento de cultivos en interiores, se utiliza vidrio, película plástica, etc. como cobertura.

El material de cobertura es fino y translúcido, por lo que el calor interior se puede transferir fácilmente a la nieve a través del material de cobertura. Además, la forma del tejado facilita que la nieve se derrita y se deslice fácilmente. En los invernaderos utilizados para la producción invernal, la temperatura ambiente debe mantenerse generalmente por encima de los 12°C. De este modo, la nieve generalmente puede deslizarse automáticamente hacia abajo. Los invernaderos de plástico rara vez se utilizan en invierno. Si es necesario calentarlos, la temperatura ambiente no debe ser inferior a 5 °C y, por lo general, la nieve puede deslizarse. Cuando los invernaderos utilizados a principios de primavera y finales de otoño no tienen calefacción, la nieve no se deslizará fácilmente, pero la remoción de nieve debe realizarse a tiempo para satisfacer las necesidades de luz.

Cálculo de la carga de calefacción grande en la construcción de invernaderos: La carga de calefacción grande es el dato básico del diseño de calefacción y su tamaño afecta directamente la economía de toda la instalación.

### **Promedio energético de la producción de invernaderos**

Un sistema completo de balance energético incluye la energía solar y su transmisión a través de los materiales de cobertura, la transferencia de calor por ventilación, la pérdida de calor por penetración del viento frío, el intercambio de calor con la tierra, la conversión de la energía fisiológica y bioquímica de los cultivos, la radiación de onda larga y el calor generado por el personal y equipo. Y calefacción del sistema de calefacción, etc. La carga de calefacción máxima de un invernadero se puede simplificar como el requisito de energía para promediar la pérdida de calor de la instalación a través del diseño del recinto y la penetración de aire frío.

Consumo de transferencia de calor en el diseño del cerramiento del invernadero. La cantidad de transferencia de calor del invernadero a través de sus superficies expuestas se puede calcular mediante la siguiente fórmula: la cantidad de transferencia de calor  $Q_1$  de toda la estructura del cerramiento de la instalación es la suma de la cantidad básica de transferencia de calor  $q_1$  de cada parte de su estructura del cerramiento.

Bajo la influencia de la diferencia de presión entre el interior y el exterior causada por la presión del viento y la presión del calor, el aire frío del exterior penetra en la habitación a través de las grietas del invernadero, se calienta y sale. El calor consumido para calentar esta parte del aire frío desde la temperatura exterior hasta la temperatura interior se denomina consumo de calor de penetración de aire frío. (Doran, 2024)

La estructura del invernadero es una de sus partes más importantes, ya que determina en gran medida su resistencia a los agentes externos. En este sentido, debe estar construida con materiales de gran resistencia que permitan sostener la cubierta y aportar la duración necesaria.

Pero para ser más específicos todavía, en las siguientes líneas vamos a introducirnos en cómo debe ser la estructura de un invernadero, todas sus características, los materiales con los que se construyen y por qué la solidez es el principal valor que ofrecemos en Fertri (Fertri, 2023) en la fabricación de la estructura de los invernaderos.

La estructura de un invernadero es el elemento constructivo y más importante del mismo. De hecho, un invernadero debe tener la solidez necesaria para soportar las adversidades climáticas y geográficas mientras cumple con su función.

Debe dedicarse un tiempo importante a estudiar el diseño de la estructura del invernadero, para poder lograr una construcción sólida, según los determinados tipos de invernaderos, el cultivo con el que se va a trabajar y el lugar donde se instalará.

En los invernaderos es clave tener presente la sobrecarga que generan los factores ambientales sobre la estructura. Calcular esto es muy importante para la solidez del invernadero, ya que evitará complicaciones como los vientos y lluvias fuertes. Esto otorga la seguridad de que las columnas no se derrumbarán y el invernadero no colapsará.

### **CASETA DE ALMACENAMIENTO**

El módulo escogido es la oficina con aseo de 6 metros es la unidad adecuada para el manejo de ésta explotación.

- **Tipo:** Oficina con aseo
- **Medidas:** 6,00 x 2,40 x 2,60 m.



**FIGURA 16: CASETA DE ALMACENAMIENTO**

El montaje de este modelo de caseta de obra es rápido y sencillo. La caseta de obra en kit se entrega con todos sus componentes y no se requieren muchas herramientas para montarla. La estructura se monta con tuercas y tornillos por lo que solo le será necesaria una llave inglesa.

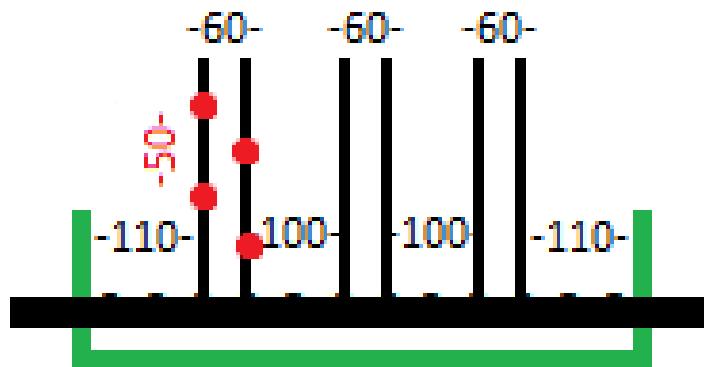
En el exterior dispone de una caja eléctrica para la toma de corriente y en el interior tiene un interruptor para la luz y enchufes de corriente que no utilizaremos. Como detalle especial dispone de un anclaje para instalar una toma de tierra.

**ANEJO 10:**  
**DISEÑO HIDRÁULICO**

## ANEJO 10: DISEÑO HIDRÁULICO

Realizar un diseño hidráulico para un proyecto de invernadero es un proceso que involucra varios pasos, desde el análisis de las necesidades hídricas de los cultivos hasta la implementación de un sistema de riego eficiente.

El diseño hidráulico de un invernadero es una tarea integral que requiere de un enfoque multidisciplinario para garantizar el suministro adecuado de agua a los cultivos y la eficiencia del sistema.

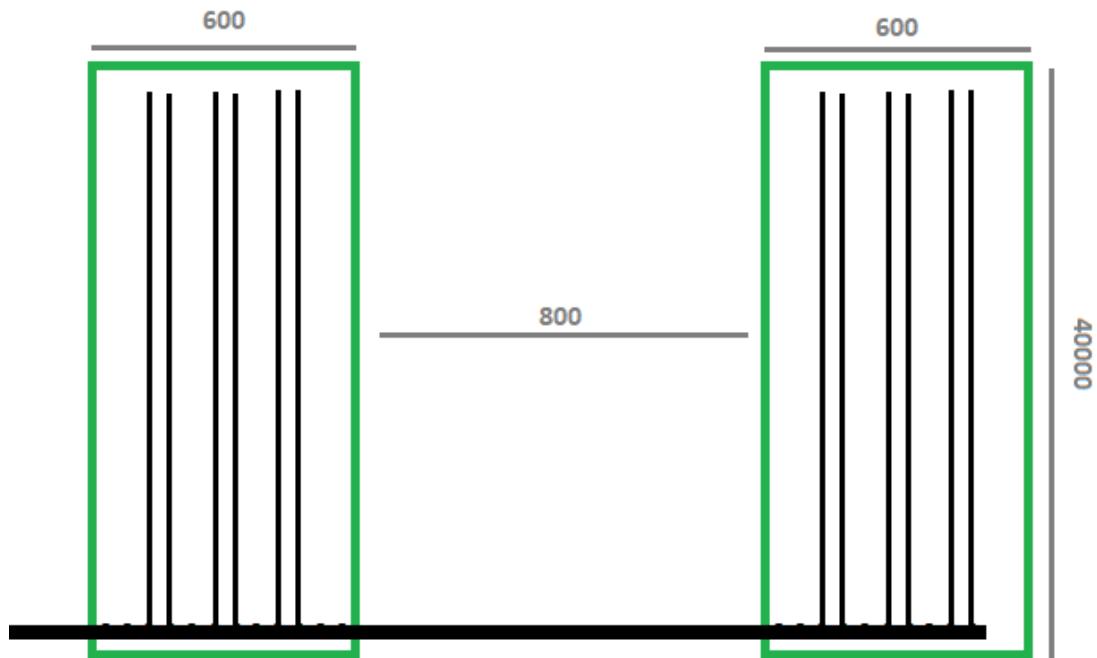


**FIGURA 1: CROQUIS PROPIO DEL DISEÑO DE RIEGO POR GOTEO**

Con el diseño hidráulico se determinan los componentes, dimensiones de la red y funcionamiento de la instalación de riego, de tal manera que se puedan aplicar las necesidades de agua al cultivo en el tiempo que se haya establecido, teniendo en cuenta el diseño agronómico previamente realizado.

Para el diseño de una subunidad de riego, cualquiera que sea el procedimiento de dibujo de la red de riego, los cálculos hidráulicos consisten en determinar en primer lugar los caudales en laterales y terciarias y a continuación, teniendo en cuenta la tolerancia de presiones (obtenida a partir de la tolerancia de caudales), calcular para las mismas tuberías los diámetros y el régimen de presiones. Esta es la fase más complicada del cálculo hidráulico y con ella acaba el diseño de la subunidad.

Debido a la cercanía con una nave de almacenamiento en la parcela continua y con el objeto de poner facilidades en el emprendimiento de éste proyecto vamos a suponer que nuestra parcela cuenta con una caseta de riego donde se instala la bomba y filtros correspondientes a la instalación que posteriormente vamos a desarrollar, ésta se encuentra al inicio de nuestro sistema de tuberías de riego.



**FIGURA 2: CROQUIS PROPRIO DEL DISEÑO DE TUBERÍAS**

### **FILTRO DE MALLA**

La filtración se verifica en la superficie de una o más mallas concéntricas, fabricadas con material no corrosivo (acero o material plástico). Un modelo de filtro de malla y su funcionamiento se representa en la figura de la derecha.

El agua proveniente de la tubería penetra en el interior del cartucho de malla y se filtra a través de sus paredes, pasando a la periferia del filtro y posteriormente a la conducción de salida. Las partículas filtradas quedan en la cara interior del cartucho de malla.

El filtro de malla se colmata con rapidez, por cuya razón se utilizan para retener partículas inorgánicas de aguas que no están muy contaminadas.

Cuando existen algas en el agua hay que instalar aguas arriba un filtro de arena que las retenga, pues de otra forma colmatarían rápidamente la malla.

La calidad del filtrado viene en función de la apertura de la malla. Se llama número de mesh (o número de tamiz o número de malla) al número de orificios por pulgada lineal (2,54mm).

•El grosor de los hilos de la malla es distinto, según que esta sea de acero o de plástico (son más finos los de acero que los de plástico) → los orificios de malla de acero son mayores que los de malla de plástico.

•En la tabla siguiente se indica la relación entre el número de mesh y el tamaño de los orificios de la malla de acero inoxidable

TABLA 1: RELACIÓN ENTRE EL NÚMERO DE MESH Y EL TAMAÑO DE LOS ORIFICIOS DE LA MALLA DE ACERO INOXIDABLE

Número de mesh	Tamaño de orificio ( $\mu\text{m}$ )
60	250
80	180
100	150
120	130
150	106
170	90
200	75
250	63

En mallas de plásticos cada fabricante debe suministrar la información correspondiente a su producto.

Se admite que el tamaño de los orificios de la malla debe ser 1/7 del tamaño del orificio del gotero.

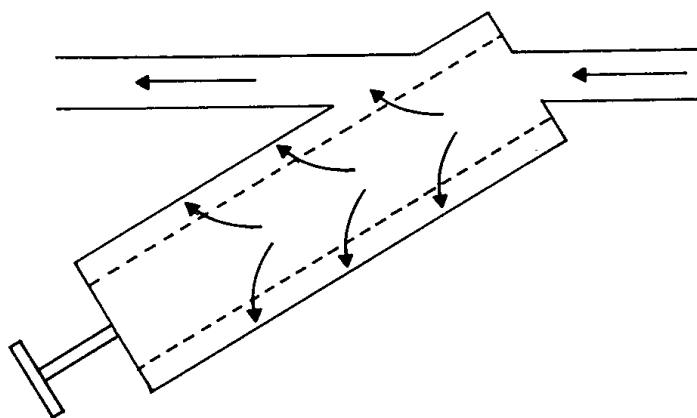
Las mallas más utilizadas para riego por goteo son las de 120, 150 y 200 mesh, aunque, por lo general, no es recomendable utilizar mallas con tamaño inferior a 200 mesh, porque se obstruyen continuamente.

La capacidad de filtrado viene dada por el caudal del agua que atraviesa la unidad de superficie filtrante (expresando en  $\text{m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$ ), o lo que es igual, por la velocidad del

agua al atravesar la superficie filtrante (expresado en m/h). La velocidad que se recomienda en filtros de malla es de 0,4-0,6 m/s (1,440 – 2,160 m/h). •

La superficie filtrante efectiva es un porcentaje de la superficie total del filtro, cuyo dato debe suministrar el fabricante.

La limpieza manual de los filtros se realiza sacando el cartucho y lavándolo con un cepillo y agua a presión. Al final de la temporada se realiza una limpieza más esmerada, para lo cual se sumerge el cartucho durante unos minutos en una disolución de ácido nítrico de 5-10%, lavándolo posteriormente con agua a presión. También se puede hacer esta limpieza sumergiendo el cartucho durante 12 horas en un baño de vinagre, lavándolo posteriormente con agua a presión y cepillo.



**FIGURA 3: FILTRO DE MALLA**

En riego localizado de alta frecuencia se adopta el siguiente coeficiente de uniformidad para una subunidad de riego:

$$CU = \frac{q_{25}}{q_a}$$

Donde:

$q_a$ = Caudal medio de todos los emisores

$q_{25}$ = Caudal medio de todos los emisores que constituyen el 25% de más bajo caudal.

Este coeficiente de uniformidad es más estricto que el Christiansen (tiene en mayor consideración las plantas que reciben menos agua). Válido para sistemas en funcionamiento, no para diseño, por lo que no lo tendremos en cuenta hasta que el proyecto se lleve a cabo

La falta de uniformidad en los emisores se debe, fundamentalmente, al proceso de fabricación de los mismos y a que la presión no es la misma en todos ellos. Considerando ambos efectos, se define el siguiente coeficiente de uniformidad:

$$CU = \left(1 - \frac{1,27 \times CV}{\sqrt{e}}\right) \times \frac{q_m}{q_a}$$

$CV$  = coeficiente de variación de fabricación del emisor (en tanto por uno).

$e$  = número de emisores por planta

$q_m$  = caudal del emisor de mínimo caudal (de presión mínima), en litros/hora

$q_a$  = caudal medio de todos los emisores, en litros/hora.

Las necesidades netas de nuestro cultivo al no ser a cielo abierto no tendremos en cuenta la precipitación efectiva por lo que

$Nn = ET$  (cultivo)

La eficiencia de aplicación de un riego localizado por goteo ronda el 0,75-0,90 según datos comerciales por lo que optaremos por un 0,85 dada la tecnología actual y la poca superficie total con la que trabajamos.

La dosis de riego es la cantidad de agua que se aplica en cada riego por unidad de superficie. Cabe diferencia entre dosis neta ( $Dn$ ) y dosis bruta o total ( $Dt$ ).

La dosis neta corresponde a la reserva fácilmente disponible, y viene dada por la fórmula:

$$Dn = 100 \times H \times Da \times (CC-PMP) \times f$$

Dónde:

$Dn$  = dosis neta, expresada en  $m^3/ha$ .

$H$  = profundidad de las raíces, en m.

$Da$  = densidad aparente del suelo.

$CC$  = capacidad de campo, expresada en porcentaje en peso de suelo seco.

$PMP$  = punto de marchitamiento, expresado en porcentaje en peso de suelo seco.

$f$  = fracción de agotamiento del agua disponible, expresado en tanto por uno.

Al no conocer con exactitud los datos de capacidad de campo ni el punto de marchitamiento según el peso de suelo seco optaremos por calcular La dosis total como:

$$Dt = \frac{Dn}{Ea} \text{ siendo Ea la eficiencia de aplicación}$$

Se debe regar cuando las extracciones de las plantas agoten la reserva fácilmente disponible. Por consiguiente, el intervalo (i) en días será:

$$i = \frac{\text{reserva fácilmente disponible}}{\text{necesidades netas diarias}} = \frac{Dn}{Nn \text{ diarias}} = \frac{Dn}{E_t \text{ (cultivo)}}$$

Dn y las Nn diarias se han de expresar en las mismas unidades (m<sup>3</sup>/ha o mm de altura de agua)

El caudal de agua necesaria viene dado por la expresión

$$Q = 10 \times \frac{S \times Dt}{ir \times T}$$

Dónde:

Q = caudal necesario, en m<sup>3</sup>/h.

S = superficie regada, en ha.

Dt = dosis total, en mm de altura de agua.

ir = número de días empleados en regar, dentro del intervalo de riego.

T = tiempo de riego, en h/día

### Medición de la temperatura del cultivo

La temperatura del cultivo está regulada por procesos transpiratorios que dependen del grado de humedad. A medida que se reduce la transpiración (por falta de humedad), se incrementa la temperatura.

Existen diferentes métodos para programar el riego en función de la temperatura del cultivo. El más utilizado es el CWSI, que viene definido por la fórmula:

$$CWSI = (\Delta T - \Delta T_{\min}) \times (\Delta T_{\max} - \Delta T_{\min})$$

$\Delta T$  = diferencia de temperatura entre cultivo y el aire

$\Delta T$  máx = Valor máximo de la diferencia de temperatura entre cultivo y el aire. Corresponde a una porción del cultivo en donde la transpiración sea nula, para lo cual se trata un rodal con herbicida.

$\Delta T$  mín = Valor mínimo de la diferencia de temperatura entre cultivo y el aire. Corresponde a una porción de cultivo en donde la transpiración es máxima, para lo cual se mantiene un rodal regado en exceso.

Cuando  $CWSI = 0$  no existe falta de agua, mientras que cuando  $CWSI = 1$ , el estrés originado por la falta agua es máximo. En general se riega con valores de  $CWSI$  en torno a 0,2.

Podríamos calcular la dosis de riego según la valoración del balance hídrico pero como los cultivos dentro de invernaderos sufren muchas variaciones térmicas y de una vigilancia diaria controlada optaremos por la gestión de un riego según las variaciones de temperatura cultivo-atmósfera de nuestro sistema dentro del invernadero.

Cuando el agua se aplica en toda la superficie a regar, las necesidades netas vienen dadas por la ecuación:

$$Nn = ETc - \text{Precipitación efectiva} - \text{Aporte capilar} - \text{Variación almacenamiento}$$

A efectos de diseño, las aportaciones por precipitación efectiva no se consideran, ya que dada la gran frecuencia de riego (diaria, por lo general) resulta prácticamente imposible que llueva siempre entre dos intervalos de riego. Tampoco se consideran los aportes capilares, salvo casos especiales, ni las variaciones de almacenamiento. Por tanto:

$$Nn = \text{Necesidades netas.}$$

$$ETc = \text{Evapotranspiración de cultivo.}$$

### **Dosis, intervalo entre riegos y duración del riego**

La cantidad de agua aplicada en cada riego o dosis de riego será

$$Dt = n \times q \times t$$

$Dt$  = Dosis total, en litros

$n$  = Número de emisores

$q$  = Caudal de cada emisor, en L/h

$$Dt = Nt \times I$$

$t$  = Tiempo de duración del riego, en horas

$$Nt = \text{Necesidades totales, en L/día}$$

*I* = Intervalo entre riesgos, en días

Por lo que el tiempo de riego vendrá dado por

$$t = \frac{Nt \times I}{n \times q}$$

La distancia entre goteros es de 50 cm escogidos bajo recomendaciones previamente descritas.

### **Cálculo de laterales**

Los laterales o porta emisores son las tuberías que distribuyen el agua a las plantas por medio de los emisores acoplados a ellas.

La aportación de agua por los emisores deberá ser lo más uniforme posible. Para lograr una buena uniformidad será necesario dos condiciones de diseño: Que todos los emisores de la instalación sean de buena calidad, garantizados por el fabricante y que cumplan las normas de calidad.

Que la presión del agua en todos los emisores sea lo más parecida posible, para lo que habrá que dimensionar la red correctamente.

Para conseguir que la presión del agua en todos los emisores sea lo más parecida posible hay que aplicar un criterio de cálculo llamado criterio de Christiansen también llamado genéricamente criterio hidráulico.

El criterio hidráulico empleado dice que en una subunidad de riego se admite una variación máxima de caudal entre los distintos emisores del 10% del caudal medio. Con esta condición, las variaciones admisibles de presión vienen dadas por la fórmula:

$$Dh = \frac{0,1}{x} \times H$$

Dónde:

*dH* = Variación máxima de la presión.

*H* = Presión de trabajo del emisor.

*X* = Exponente de descarga del emisor.



**FIGURA 4: CROQUIS DE TUBERÍAS**

Tubería 16mm riego por goteo a 50 cm, caudal 2,5 L/h cada 50 cm. Tubería de alta calidad polietileno agrícola 16mm en color negro. Fabricada en España.

#### **DATOS DE TUBERÍA**

Longitud de lateral: 38 m.

Separación de goteros: 50 cm.

Distancia del primer gotero al origen del lateral: 0,5 m.

Caudal de los goteros: 2,5 L/h.

Presión de trabajo de los goteros: 10 mca.

Exponente de descarga: 0,70.

Longitud equivalente de conexión del gotero: 0,20 m.

Dicho filtro ha de ser de 120 mesh – 130 micrones.

Presión: 0,59 a 4,14 bar.

Temperatura del agua: hasta 38º C

Temperatura ambiente: Hasta 52º C

Caudal en el origen del lateral:

$$Q = \text{Número de goteros} \times \text{Caudal de cada gotero} = 40 \times 4 = 160 \text{ L/h}$$

Longitud ficticia de lateral:

$$Lf = \text{Longitud real} + \text{Longitud equivalente} = 40 + 40 \times 0.2 = 48 \text{ m}$$

Se elige una tubería de polietileno de baja densidad y se comprueba si la pérdida de carga está dentro de los límites admisibles. Elegimos la tubería normalizada de diámetro exterior 16mm (diámetro interior 13,2 mm y presión 2,5 atmósferas).

Para el cálculo de  $J$  se usa el ábaco. Para un caudal de  $0,16 \text{ m}^3/\text{h}$ , la tubería 16 (13,2) tiene una pérdida de carga de  $1,6 \text{ mca}/100\text{m}$ . Por tanto,  $J = 0,016 \text{ mca}/\text{m}$ .

Factor de Christiansen  $F = 0,376$  [para  $lo = l$ ,  $\beta = 1,75$  (Blasius, Cruciani-Margaritora) y  $n = 40$ ].

Sustituyendo valores:  $h = J \times F \times Lf = 0,016 \times 0,376 \times 48 = 0,28 \text{ mca}$

Pérdidas de carga admisibles en el lateral:

$$Ha = \frac{0,055}{x} \times H = \frac{0,055 \times 10}{0,7} = 0,78 \text{ mca}$$

La pérdida de carga ( $0,28 \text{ mca}$ ) es inferior a la admisible ( $0,78 \text{ mca}$ ), luego la tubería elegida es válida.

Nota: Ensayando la tubería de diámetro exterior  $12 \text{ mm}$  (diámetro interior  $10,3 \text{ mm}$  y presión  $2,5$  atmósferas) se comprobaría que no es válida.

### ***Presión en el origen del lateral***

La presión necesaria en el origen del lateral portagotero viene dada por las fórmulas:

$Po = Pm + 0,73h$  al reducir la pendiente del terreno a 0 debido a que es ridículamente irrelevante

$Po$  = presión en el origen del lateral

$Pm$  = pérdida de trabajo del gotero

$H$  = pérdida de carga del lateral

### ***Cálculo de tuberías terciarias o porta laterales***

Las pérdidas de carga producidas en un lateral son menores del 55% de las producidas en la subunidad, debido a que se toma un diámetro comercial que, por lo general, tiene una pérdida de carga inferior a la admitida. Por tanto, la pérdida de carga admisible en la terciaria será igual a la pérdida admisible en la subunidad menos la pérdida real producida en un lateral, y viene dada por la fórmula:

$$h'a = \frac{0,1}{x} \times H - h$$

$h'a$  = pérdidas de carga admisibles en la terciaria

$x$  = exponente de descarga del emisor

$H$  = presión de trabajo del emisor

$h$  = pérdida de carga real en el lateral

Este valor admisible de la pérdida de carga debe ser, como máximo, igual a la pérdida de carga que se produce en la terciaria:

$$h' = J \times F \times L_f$$

$h'$  = Pérdidas de carga en terciaria, en mca

$F$  = Factor de Christiansen

$J$  = Pérdidas de carga unitaria, en mca/m lineal

$L_f$  = Longitud ficticia, en m

La presión en el origen de la terciaria viene dado por la fórmula:

$$P'o = P_o + 0,73 h' \pm Hg/2$$

$P'o$  = presión en el origen de la terciaria

$P_o$  = presión en el origen del lateral

$h'$  = pérdida de carga en la terciaria

$Hg$  = desnivel geométrico entre los extremos de la terciaria (con signo + cuando es ascendente y con signo - cuando es descendente)

Caudal en el origen de la terciaria:

$$Q = \text{Número de laterales} \times \text{Caudal de cada lateral} = 30 \times 160 = 4.800 \text{ L/ha}$$

$$\text{Longitud real de la terciaria} = 29 \times 4 + 2 = 118 \text{ m}$$

Longitud ficticia: A falta de otros datos consideramos la longitud ficticia = 1,20 longitud real, es decir

$$L_f = 1,20 \times 118 = 141,60 \text{ m}$$

Se elige una tubería de polietileno de baja densidad y se comprueba si la pérdida de carga esta dentro de los límites admisibles → Elegimos la tubería de 50 mm de diámetro exterior (43,8 mm de diámetro interior y 4 atmósferas de presión).

Pérdida de carga:  $h' = J \times F \times L_f$

Para el cálculo de  $J$  se utiliza el diagrama de pérdida de carga. Para un caudal de  $4,8 \text{ m}^3/\text{h}$ , la tubería 50 (43,8) tiene una pérdida de carga de  $2,1 \text{ mca}/100\text{m}$ . Por tanto:  $J = 0,021 \text{ mca/m}$ .

Factor de Christiansen  $F=0,370$  [para  $l_0=1/2$ ,  $\beta=1,75$  (Blasius, Cruciani-Margaritora) y  $n = 30$ ]

Sustituyendo valores:

$$h' = J \times F \times Lf = 0,021 \times 0,370 \times 141,6 = 1,10 \text{ mca}$$

Pérdida de carga admisible en la terciaria:

$$h'a = 0,1 \times H - h = 0,1 \times 0,710 - 0,28 = 1,15 \text{ mca}$$

La pérdida de carga es inferior a la admisible → la tubería elegida es válida.

Presión en el origen de la terciaria:

$$P'o = Po + 0,73 h' + Hg/2 = 10,80 + 0,73 \times 1,10 + 2/2 = 12,64 \text{ mca}$$

## DATOS DE NUESTRO SISTEMA

Superficie total:  $2 \text{ invernaderos} \times 240 \text{ m}^2 = 480 \text{ m}^2$ .

Hileras de riego por invernadero: 6 → Total hileras = 12.

Longitud de cada hilera: 40 m.

Goteros por hilera: 80 (separados 0.5 m).

Caudal por gotero: 2,5 L/h.

Presión de trabajo del gotero: 1 bar (10 mca).

Tubería secundaria (ramales):  $\varnothing 16 \text{ mm}$ .

Demanda máxima diaria:  $3.840 \text{ L/día}$  ( $8 \text{ L/m}^2/\text{día}$ ).

Horario de riego: 8:00 - 21:00 (13 horas).

Frecuencia de riego: 5 min cada 30 min → 26 riegos/día ( $13 \text{ h} \times 2$ ).

Cálculo del Caudal Total Requerido (Q):

Caudal por hilera:

$$Q_{\text{hilera}} = 80 \text{ goteros} \times 2,5 \text{ L/h} = 200 \text{ L/h}$$

Caudal total para 12 hileras:

$$Q_{\text{total}} = 12 \times 200 \text{ L/h} = 2.400 \text{ L/h}$$

Dimensionamiento de la Tubería Principal:

Se usará PVC (pérdida de carga  $\approx 1-2\%$  por cada 100 m).

Longitud de la tubería principal:

Desde la bomba hasta el primer invernadero: 8 m (separación entre invernaderos).

Dentro de cada invernadero: 6 m (ancho del invernadero).

Total  $\approx 14$  m.

Criterio de Velocidad Máxima (1,5 m/s):

$$Q = 0,67 \text{ L/s} = 0,00067 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V = QA \Rightarrow A = QV = 0,00067 \times 1,5 = 0,00045 \text{ m}^2$$

$$D = 4A\pi = 4 \times 0,00045 \times 3,14 = 0,024 \text{ m} = 24 \text{ mm}$$

Se elige  $\varnothing 32$  mm (mayor que el mínimo para reducir pérdidas).

Pérdidas de Carga:

a) Pérdidas en Tubería Principal (Hazen-Williams, C = 150):

$$hf = 10,67 \times (QC) \times 1,852 \times LD \times 4,87$$

$$Q = 0,67 \text{ L/s}$$

$$L = 14 \text{ m},$$

$$D = 32 \text{ mm} = 0,032 \text{ m}$$

b) Pérdidas en Filtro (120 mesh):

Pérdida típica: 3 mca (1 bar  $\approx 10$  mca, pero para filtro limpio  $\approx 0,3$  bar  $\rightarrow 3$  mca).

c) Pérdidas en Ramales (12 hileras de  $\varnothing 16$  mm):

Longitud por ramal: 40 m.

$$Q_{\text{ramal}} = 200 \text{ L/h} = 0,056 \text{ L/s}$$

Pérdida por ramal  $\approx 1,5$  mca (según tablas de PVC para  $\varnothing 16$  mm).

Total pérdidas:

$$H_{\text{total}} = h_{\text{principal}} + h_{\text{filtro}} + h_{\text{ramal}} = 0,15 + 3 + 1,5 = 4,65 \text{ mca}$$

Presión Total Requerida:

$$P_{\text{total}} = P_{\text{gotero}} + h_{\text{total}} + h_{\text{elevación}}$$

$$P_{\text{gotero}} = 10 \text{ mca}$$

$$H_{\text{total}} = 4,65 \text{ mca}$$

$$H_{\text{elevación}} = 0 \text{ m} \text{ (asumido a nivel del suelo).}$$

$$P_{\text{total}} = 10 + 4,65 = 14,65 \text{ mca o } 1,47$$

Potencia de la Bomba:

$$P = Q \times H_{75} \times \eta P = 75 \times \eta Q \times H$$

$$Q = 0,67 \text{ L/s} = 2,4 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$H = 14,65 \text{ mca}$$

$$H = 0,7 \text{ (eficiencia típica).}$$

Se elige una bomba de 1 HP (próxima comercial).

### Resumen Final

**TABLA 2: RESUMEN FINAL DEL DISEÑO HIDRÁULICO**

Componente	Especificación
Tubería principal	$\varnothing 32$ mm (PVC)
Tuberías secundarias	$\varnothing 16$ mm (12 ramales)
Bomba	1 HP, 2,4 m <sup>3</sup> /h, 1,5 bar
Filtro	120 mesh (3 mca pérdida)

Este diseño garantiza un riego uniforme con presión suficiente para los goteros y considera pérdidas de carga en el filtro y tuberías.



**Universidad**  
Zaragoza

## Trabajo Fin de Grado

# GRADO EN INGENIERÍA AGROALIMENTARIA Y DEL MEDIO RURAL HORTOFRUTICULTURA Y JARDINERÍA

## DOCUMENTO 2: PLANOS

Autor

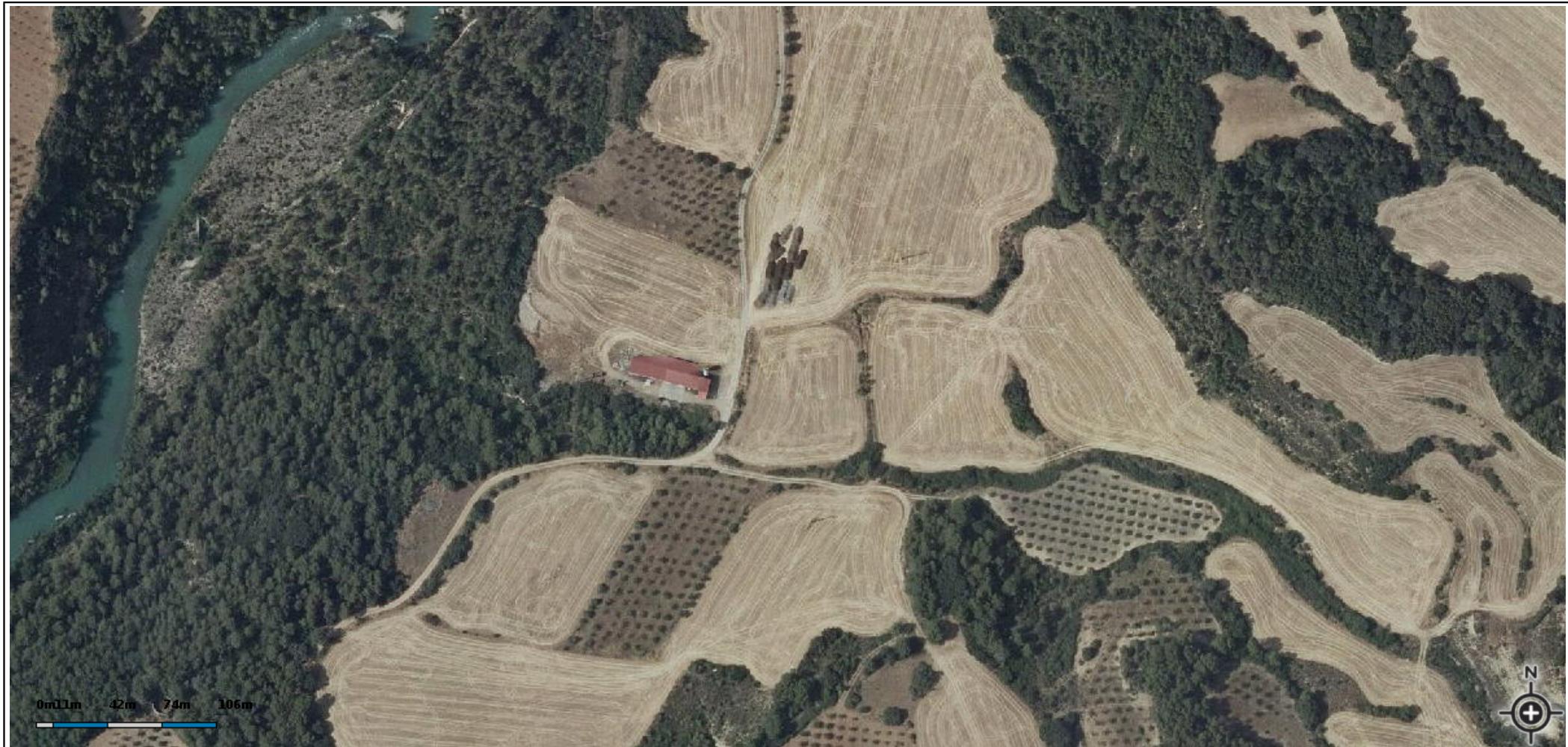
Javier Nuño Belloc (717856)

Director

Antonio Boné Garasa

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR

Año 2025

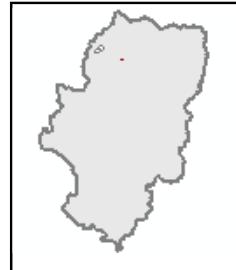


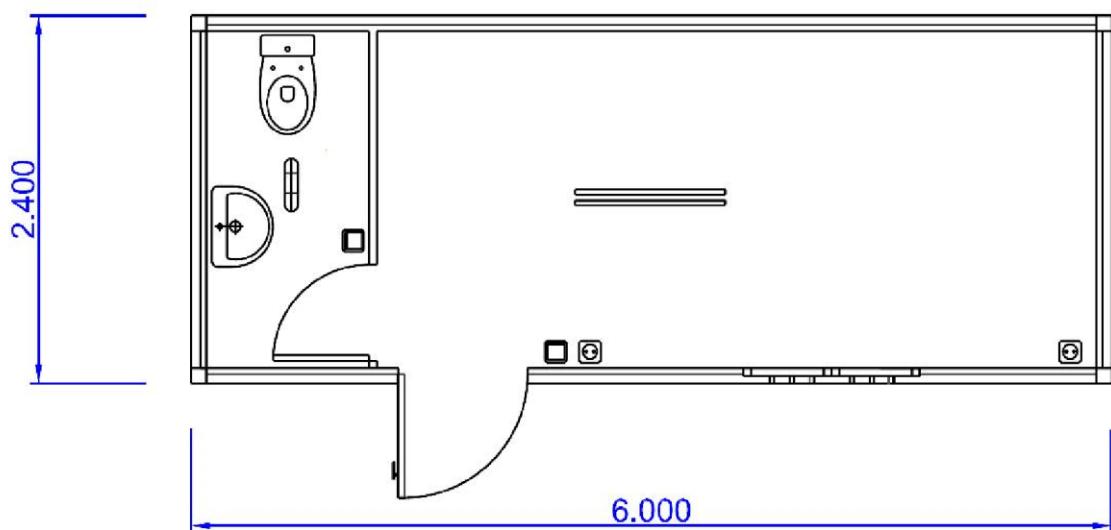
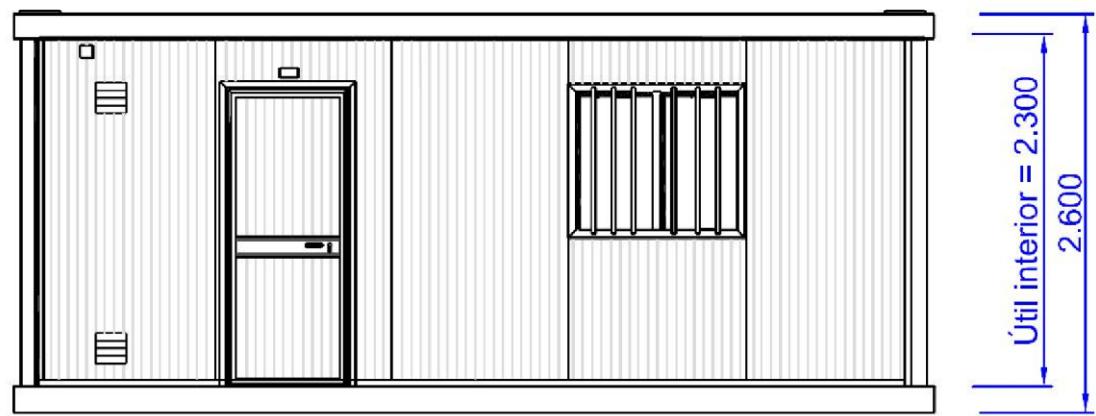
#### Observaciones

Proyección cartográfica: ETRS89 H30

Fuente de información: IDEAragon

Fecha de impresión: 30/5/2025





Cliente:

**PLANO N°**

**OFI-66  
DESMONTABLE**

Fecha	Dibujado	Dina	Escala
10-02-16	Daniel Valverde	4	1:100

**OFICINA MODULAR DE  
5,85 x 2,30 MTS.**

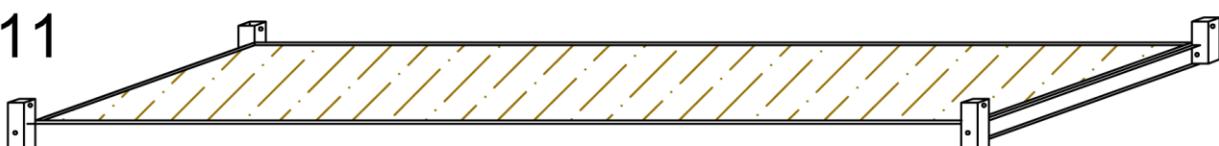
**A**

X 1



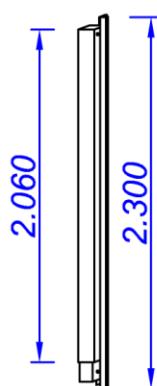
**B**

X 11



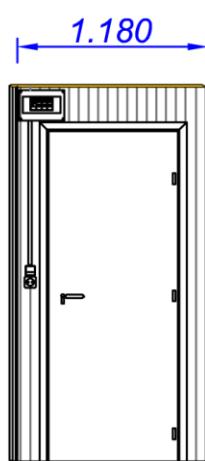
**C**

X 4



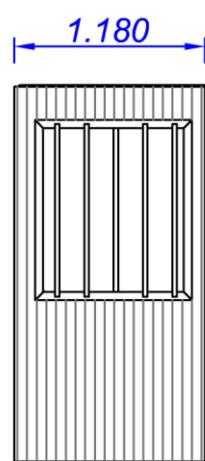
**D**

X 1



**E**

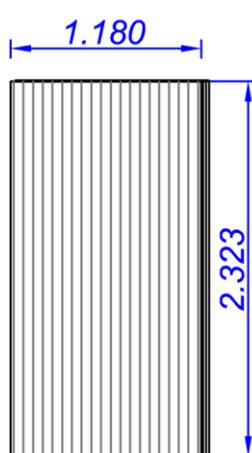
X 1



Vista interior

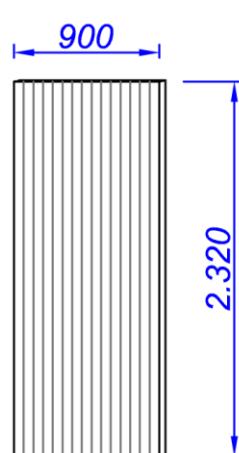
**F**

X 8



**G**

X 4



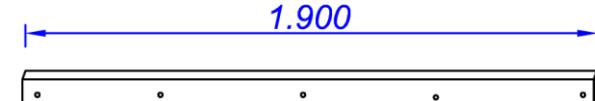
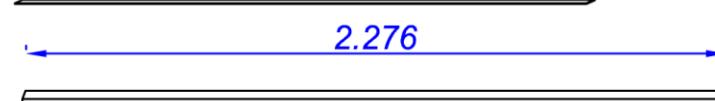
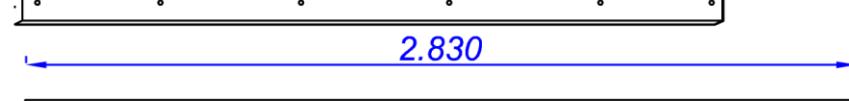
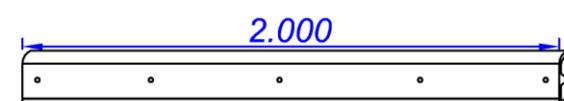
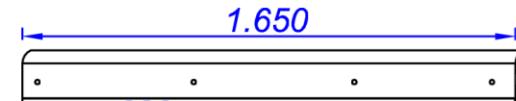
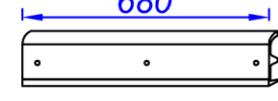
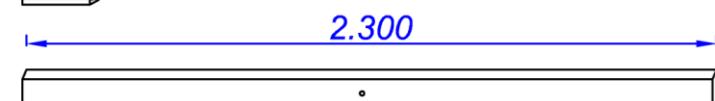
Cliente:

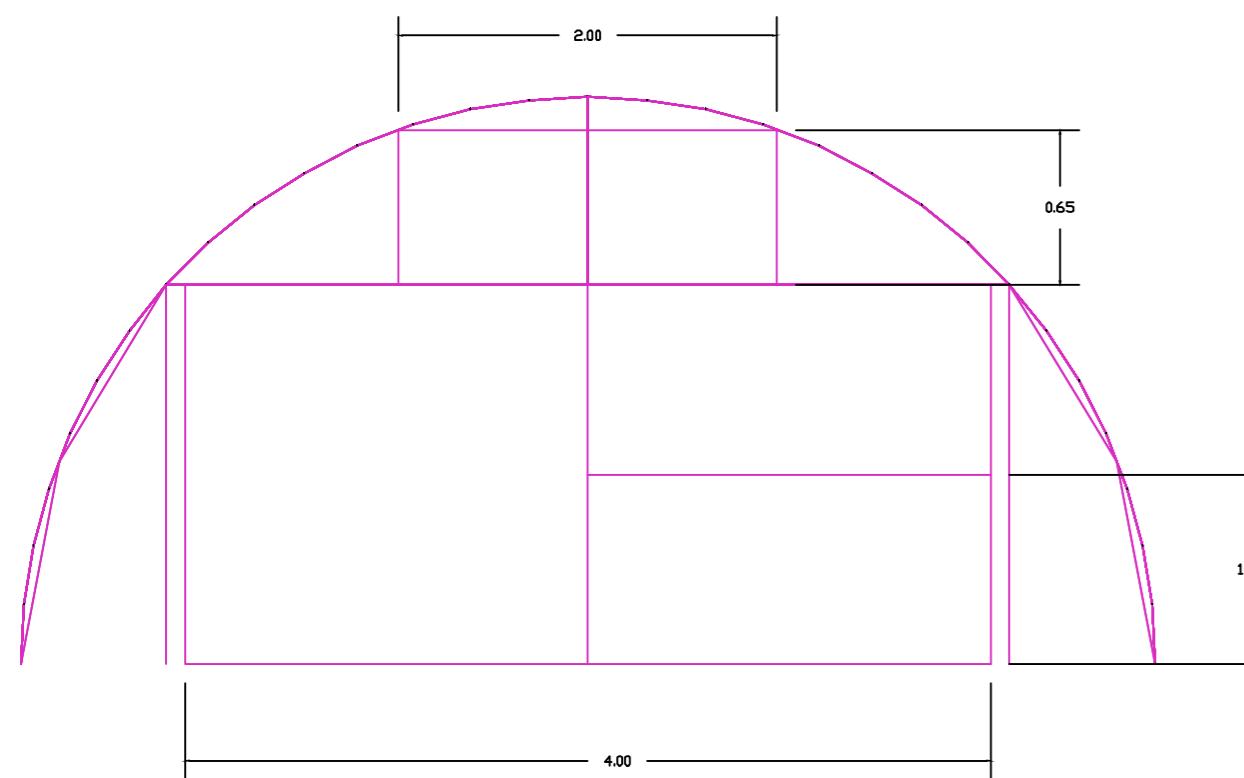
**PLANO N°**

OFI-66  
DESMONTABLE

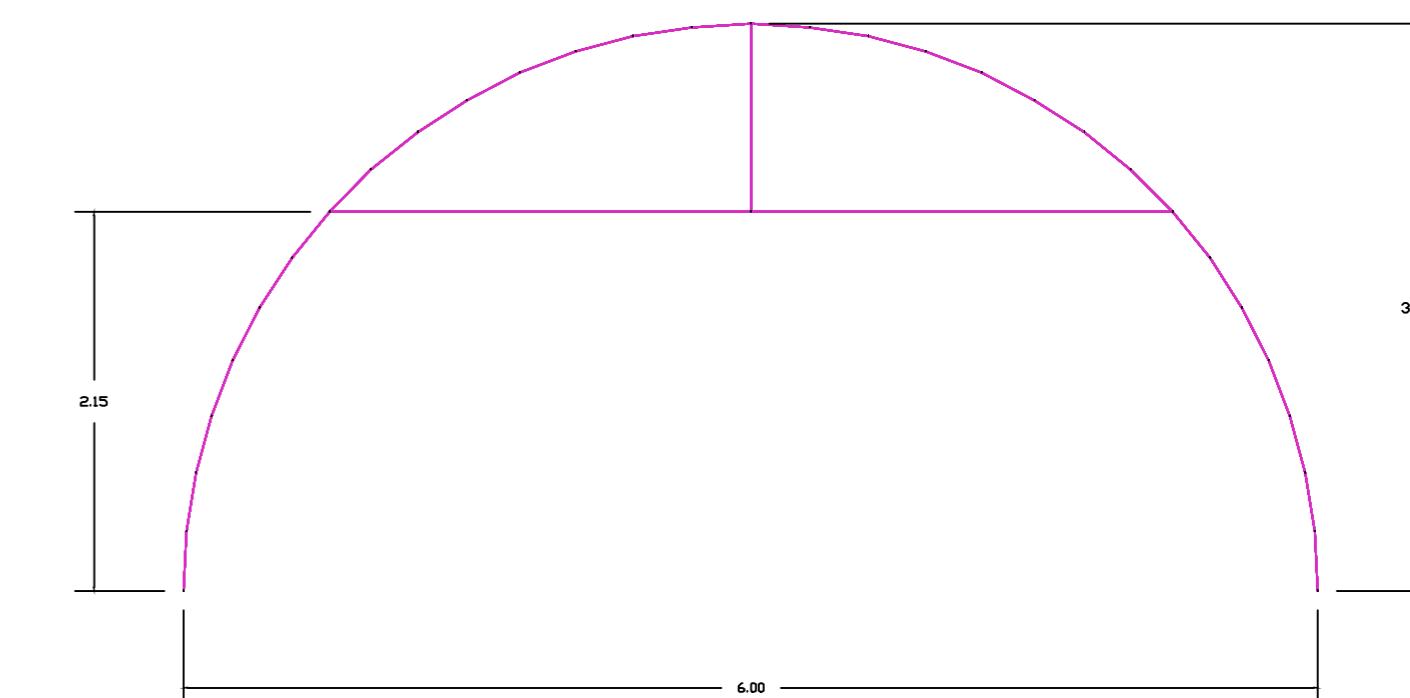
Fecha	Dibujado	Dina	Escala
10-02-16	Daniel Valverde	4	1:50

OFICINA MODULAR DE  
5,85 x 2,30 MTS.

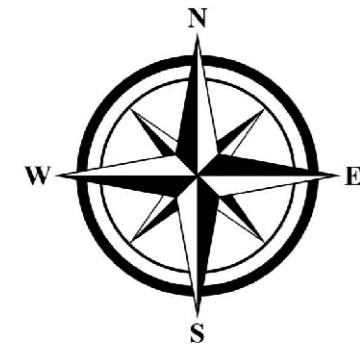
- (H) X 1  90
- (I) X 18  120
- (J) X 2  1.900
- (K) X 2  2.276
- (L) X 2  2.830
- (M) X 12  2.000
- (N) X 2  1.650
- (O) X 2  680
- (P) X 4  142
- (Q) X 4  2.300
- (R) X 46  Tornillo autoperforante con cabeza redonda blanca de 4,2X19 mm.
- (S) X 80  Tornillo autoperforante con cabeza redonda ZN de 4,2X19 mm.
- (T) X 82  Tornillo negro cabeza cónica de 3,5X35 mm.
- (U) X 12  Conjunto tornillo métrico 14x120 mm. y tuerca de 14.
- (V) X 32  Tornillo autoperforante cabeza hexagonal de 6,3x63 mm.

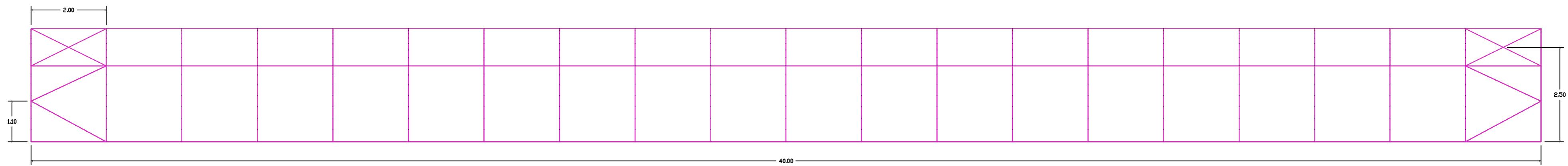


ENTRADA FRONTEL

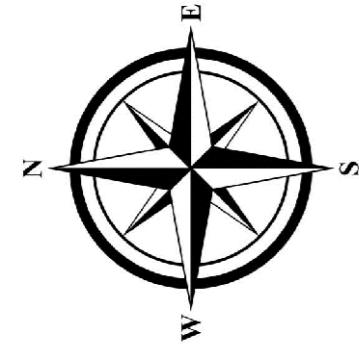


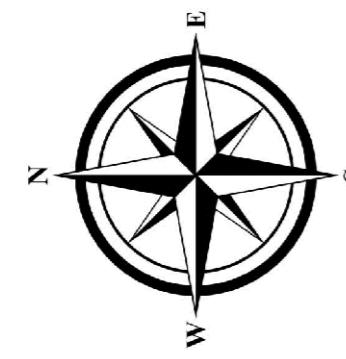
ARCOS CENTRALES





LATERAL IZQUIERDO





PLANTA



Escuela Politécnica  
Superior - Huesca  
Universidad Zaragoza

TRABAJO FIN DE GRADO  
GRADO EN INGENIERÍA  
AGROALIMENTARIA Y  
DEL MEDIO RURAL

Nombre del alumno/a  
Javier  
Nuño Belloc

Firma

Fecha  
02/05/2025

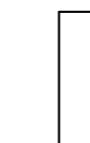
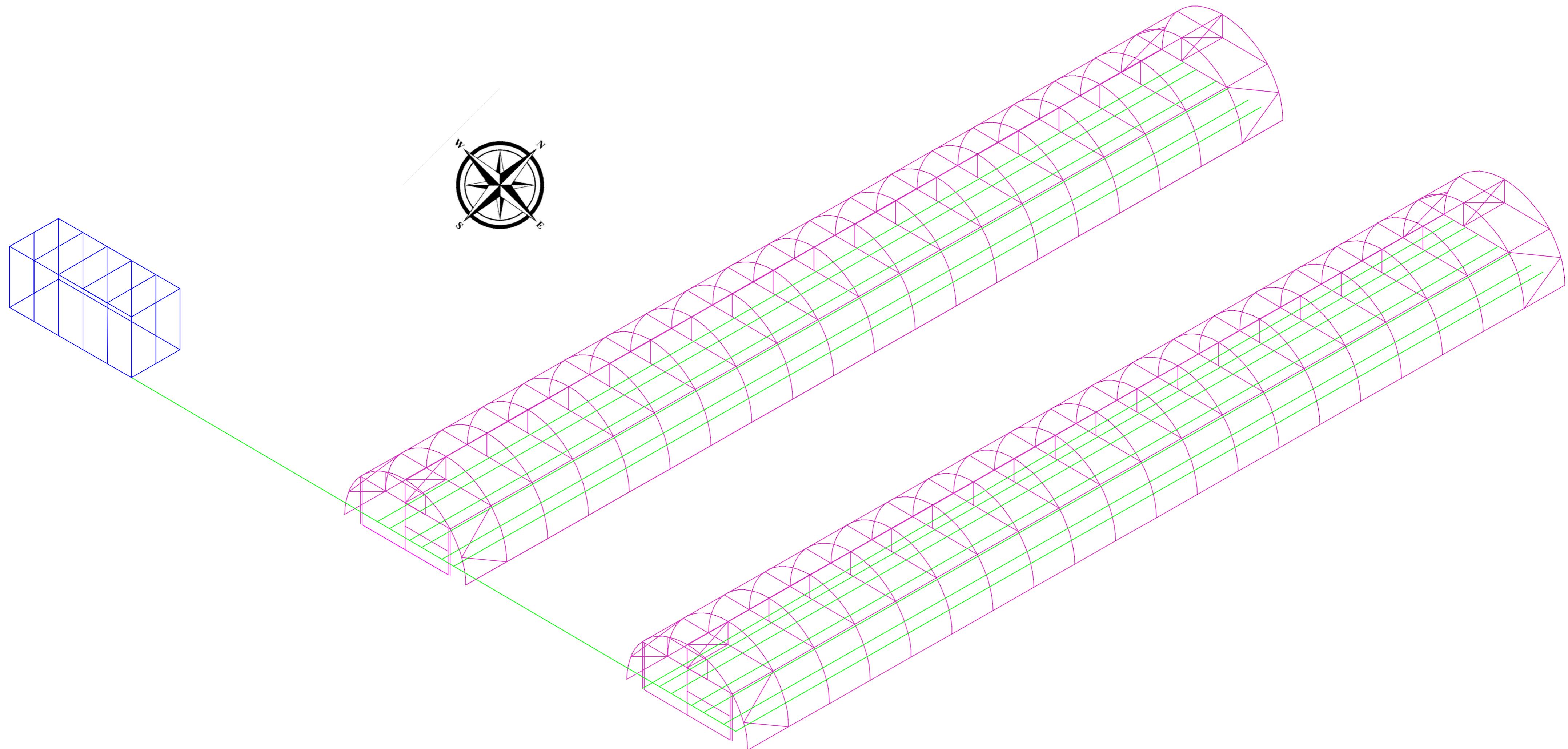
Nº proyecto  
01

Título del proyecto  
PRODUCCIÓN INTEGRADA DE TOMATE FRESCO EN  
INVERNADERO EN EL MUNICIPIO DE MURILLO DE GÁLLEG  
PARA CONSUMO HOSTELERO

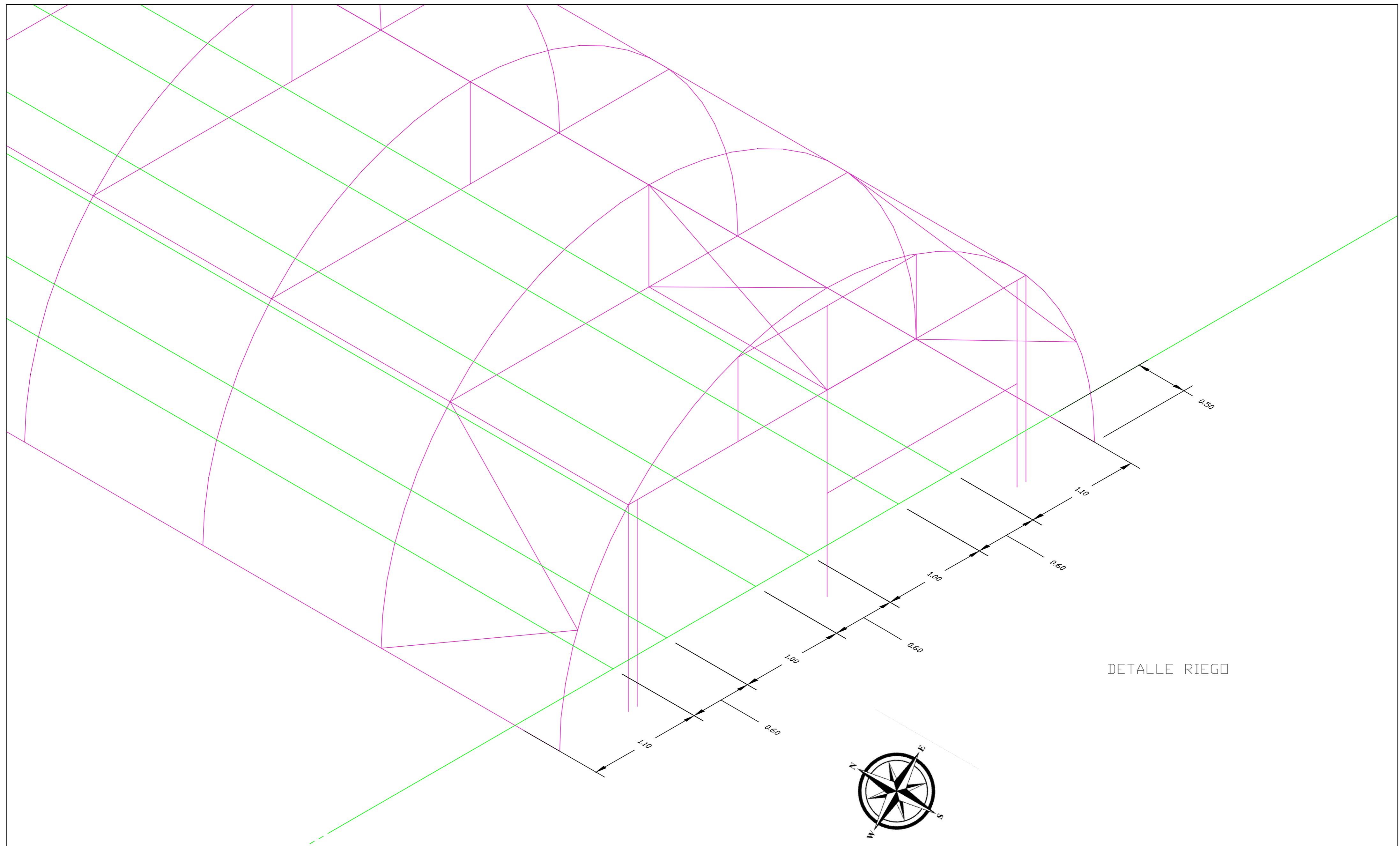
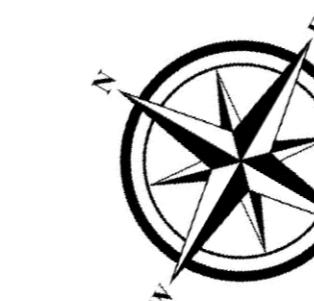
Denominación del plano  
**VISTA PLANTA**

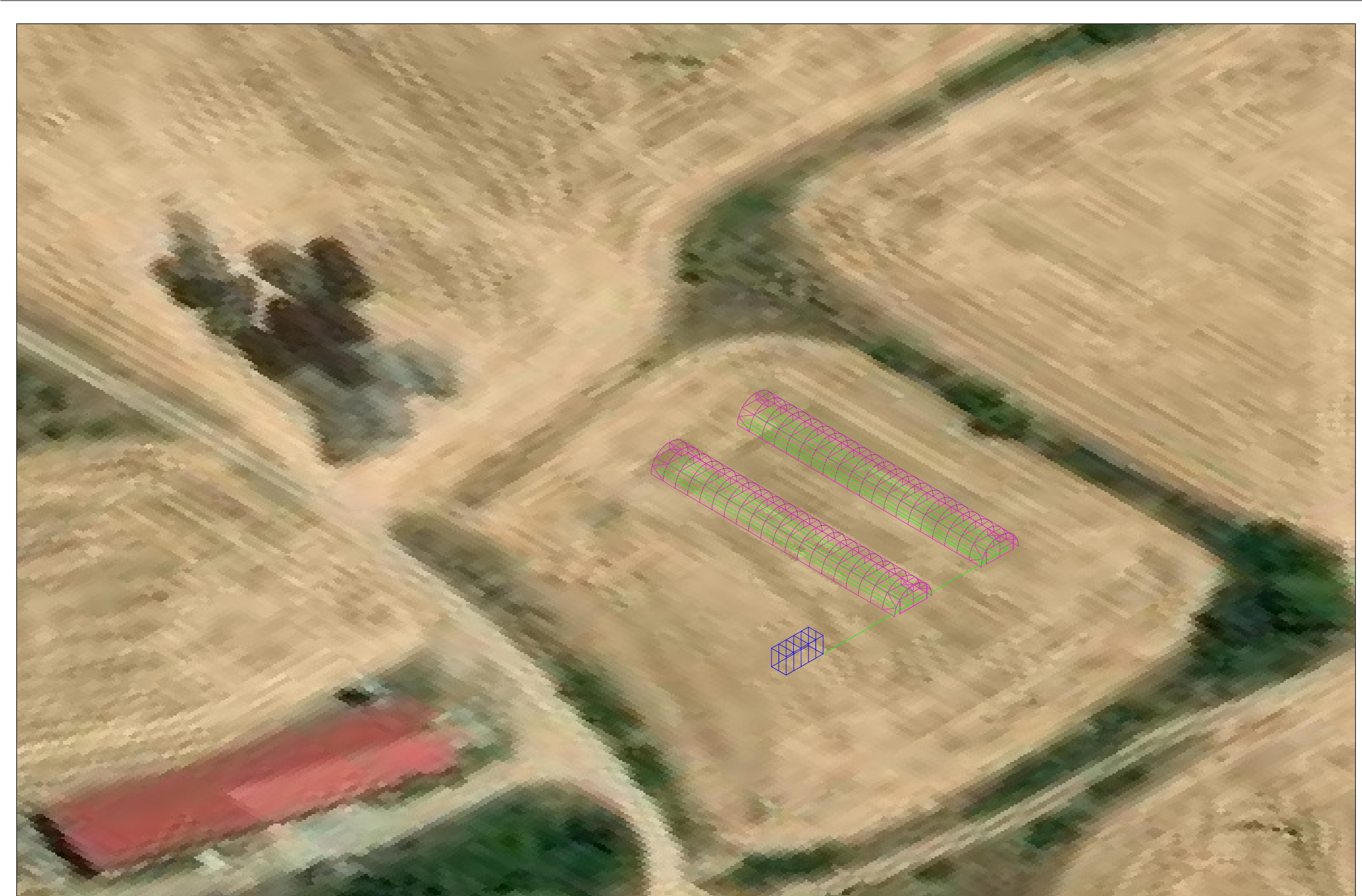
Escala  
**1/80**

Nº plano  
**03**



DETALLE RIEGO







## Trabajo Fin de Grado

# GRADO EN INGENIERÍA AGROALIMENTARIA Y DEL MEDIO RURAL HORTOFRUTICULTURA Y JARDINERÍA

## Documento 3: PLIEGO DE CONDICIONES

Autor

Javier Nuño Belloc

Director

Antonio Boné Garasa

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR

Año 2025

Se procede a elaborar un Pliego de Condiciones basándose en el estudio previamente realizado por Mercedes Galindo Molina. Si durante la realización del Proyecto se reforma la legislación se actualizará la normativa según la vigencia actual.

La construcción de invernaderos para la producción integrada de tomates en Murillo de Gállego, provincia de Zaragoza, requiere cumplir con diversas normativas a nivel autonómico, nacional y de la Unión Europea.

### **1. \*Diseño de Proyecto\***

- \*Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación (LOE)\*: Regula las bases para la construcción de edificaciones en España, incluyendo las condiciones de seguridad y habitabilidad de las estructuras.

- \*Reglamento de la Ley de Ordenación de la Edificación (Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo)\*: Establece el Código Técnico de la Edificación (CTE), que regula aspectos técnicos del diseño y construcción, como la resistencia estructural y la seguridad.

- \*Ley 7/2018, de 9 de julio, de Cambio Climático y Transición Energética\*: Puede influir en el diseño de los invernaderos en cuanto a la sostenibilidad energética, el uso eficiente de recursos y la reducción de emisiones de CO2, aplicable en la fase de diseño de invernaderos ecológicos o sostenibles.

### **2. \*Construcción del Invernadero (Códigos Técnicos, Seguridad, Riesgos, Salud e Higiene)\***

- \*Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción\*: Regula las medidas de seguridad y salud durante la construcción de cualquier obra, que incluye la construcción de invernaderos. Debe contemplar aspectos como la prevención de riesgos laborales en la fase de construcción.

- \*Código Técnico de la Edificación (CTE) - Real Decreto 314/2006\*: Abarca los requisitos técnicos para la construcción de edificios, y aunque está más orientado a la edificación general, algunos aspectos pueden aplicarse a la construcción de invernaderos, sobre todo en lo relacionado con la seguridad estructural y la resistencia de materiales.

- \*Normativa UNE-EN 13031-1:2012 (Invernaderos - Parte 1: Terminología y diseño)\*: Especifica los requisitos mínimos para el diseño y la construcción de

invernaderos, abarcando aspectos técnicos y estructurales necesarios para su construcción segura.

- \*Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales\*: Regula las medidas que deben adoptarse en cualquier tipo de obra de construcción, con el fin de minimizar riesgos laborales y garantizar la seguridad y la salud de los trabajadores durante la construcción del invernadero.

- \*Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, sobre los ambientes laborales y la protección de la salud de los trabajadores\*: Establece las condiciones que deben cumplir los lugares de trabajo, incluyendo la protección frente a riesgos en entornos laborales de construcción, como puede ser el caso de los invernaderos.

### **3. \*Legislación Laboral (Seguridad, Riesgos, Salud e Higiene)\***

- \*Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales\*: Regula las condiciones de seguridad y salud en el trabajo, estableciendo las responsabilidades del empleador en cuanto a la protección de la salud y seguridad de los trabajadores durante las fases de construcción y operación del invernadero.

- \*Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, sobre los servicios de prevención\*: Establece las normas para la organización de los servicios de prevención de riesgos laborales en las empresas, asegurando que las actividades realizadas en el invernadero estén protegidas frente a riesgos laborales.

- \*Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre los equipos de trabajo y su uso en condiciones de seguridad\*: Regula la seguridad en el uso de maquinaria y equipos durante la construcción de los invernaderos y la posterior operación de los mismos.

- \*Normativa sobre Seguridad e Higiene en el Trabajo con Productos Fitosanitarios (Real Decreto 1311/2012)\*: Regula el uso seguro de productos fitosanitarios en la agricultura, garantizando que se tomen las precauciones necesarias en la manipulación y aplicación de estos productos dentro del invernadero.

- \*Ley 9/2006, de 30 de noviembre, de Calidad Alimentaria en Aragón\*: Esta ley regula las buenas prácticas agrarias en la comunidad autónoma, promoviendo la producción integrada, y también establece normas de seguridad alimentaria que deben observarse en la producción dentro del invernadero, cubriendo aspectos sanitarios y de higiene.

#### **4. \*Legislación Relacionada con la Producción Integrada\***

- \*Decreto 223/2002, de 25 de junio, del Gobierno de Aragón, sobre Producción Integrada\*: Establece los requisitos y condiciones para la producción integrada en la comunidad autónoma de Aragón. Esto incluye las prácticas agrícolas necesarias para garantizar la calidad, seguridad alimentaria y sostenibilidad del cultivo de tomates bajo el sistema de producción integrada.

- \*Reglamento (CE) 834/2007 del Consejo, sobre producción y etiquetado de productos ecológicos\*: Aunque está más enfocado en la agricultura ecológica, algunos de sus principios son aplicables a la producción integrada, especialmente en lo relacionado con la trazabilidad de los productos y el cumplimiento de estándares de calidad.

Para llevar a cabo la construcción de los invernaderos de tomates en el municipio de Murillo de Gállego, es esencial seguir todas las leyes y normativas mencionadas, tanto en lo relativo al diseño del proyecto, como a la seguridad y salud laboral durante su construcción, y la normativa aplicable a la producción integrada de tomates.

# Índice

A. PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES.....	150
CAPÍTULO 1. DISPOSICIONES GENERALES.....	150
1.1. OBRAS OBJETO DEL PRESENTE PROYECTO .....	150
1.2. OBRAS ACCESORIAS NO ESPECIFICADAS EN EL PLIEGO.....	150
1.3. DOCUMENTOS QUE DEFINEN LAS OBRAS.....	150
1.4. COMPATIBILIDAD Y RELACIÓN ENTRE LOS DOCUMENTOS.....	151
1.5. EL DIRECTOR DE OBRA.....	151
1.6. CLAUSULAS MEDIOAMBIENTALES.....	151
DISPOSICIONES A TENER EN CUENTA.....	156
CAPÍTULO 2. CONDICIONES DE ÍDOLE FACULTATIVA .....	158
2.1. OBLIGACIONES Y DERECHOS DEL CONTRATISTA .....	158
2.2. TRABAJOS, MATERIAL Y MEDIOS AUXILIARES .....	163
2.3. RECEPCIÓN Y LIQUIDACIÓN .....	167
2.4. FACULTADES DE LA DIRECCIÓN DE OBRAS.....	172
CAPÍTULO 3. DISPOSICIONES ECONÓMICAS.....	173
3.1. PRINCIPIO GENERAL .....	173
3.2. GARANTÍAS, CUMPLIMIENTO Y FIANZAS .....	173
3.3. PRECIOS Y REVISIONES .....	174
3.4. VALORACIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS .....	177
3.5. VARIOS.....	179
B. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES.....	181
CAPÍTULO 4. PRESCRIPCIONES SOBRE LOS MATERIALES.....	181
4.1. CONDICIONES GENERALES.....	181
4.2. CONDICIONES QUE HAN DE CUMPLIR LOS MATERIALES .....	183
4.3. PRUEBAS FINALES.....	183
4.4. DOCUMENTACIÓN A ENTREGAR POR EL CONTRATISTA .....	183

CAPÍTULO 5. CONDICIONES DE ÍDOLE LEGAL.....	187
5.1. JURISDICCIÓN .....	187
5.2. ACCIDENTES DE TRABAJO Y DAÑOS A TERCEROS .....	187
5.3. PAGOS DE ARBITRIOS.....	188
5.4. CAUSAS DE RESCISIÓN DEL CONTRATO.....	188

## **A. PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES.**

### **CAPÍTULO 1. DISPOSICIONES GENERALES.**

#### **1.1. OBRAS OBJETO DEL PRESENTE PROYECTO.**

Se considerarán sujetas a las condiciones de este Pliego, todas las obras cuyas características, planos y presupuestos, se adjuntan en las partes correspondientes de este Proyecto, así como todas las obras necesarias para dejar completamente ambos invernaderos a los planos y documentos adjuntos.

Se entiende por obras accesorias, aquellas que, por su naturaleza, no pueden ser previstas en todos sus detalles, sino a medida que avanza la ejecución de los trabajos.

Las obras accesorias, se construirán a medida que se vaya conociendo su necesidad. Cuando su importancia lo exija se construirán en base a los proyectos adicionales que se redacten. En los casos de menor importancia se llevarán a cabo conforme a la propuesta que formule el Ingeniero Director de la Obra.

#### **1.2. OBRAS ACCESORIAS NO ESPECIFICADAS EN EL PLIEGO.**

Si en el transcurso de los trabajos se hiciese necesario ejecutar cualquier clase de obras o instalaciones que no se encuentren descritas dentro de este Pliego de Condiciones, el adjudicario estará obligado a realizarlas con estricta sujeción a las órdenes que, al efecto, reciba del Ingeniero Director de Obra y, en cualquier caso, con arreglo a las reglas del buen arte constructivo.

El Ingeniero Director de Obra tendrá plenas atribuciones para sancionar la idoneidad de los sistemas empleados, los cuales estarán expuestos para su aprobación de forma que, a su juicio, las obras o instalaciones que resulten defectuosas total o parcialmente, deberán ser demolidas, desmontadas o recibidas en su totalidad o en parte, sin que ello de derecho a ningún tipo de reclamación por parte del Adjudicatario.

#### **1.3. DOCUMENTOS QUE DEFINEN LAS OBRAS.**

Los documentos que definen las obras y que la propiedad entregue al Contratista, pueden tener carácter contractual o meramente informativo.

Son documentos contractuales los Planos, Pliego de Condiciones, Cuadros de Precios y Presupuestos Parcial y Total, que se incluyen en el presente Proyecto.

Los datos incluidos en la Memoria y Anejos, así como la justificación de precios tienen carácter meramente informativo.

Cualquier cambio en el planteamiento de la Obra que implique un cambio sustancial respecto de lo proyectado deberá ponerse en conocimiento de la Dirección Técnica para que lo apruebe, y si procede, redacte el oportuno proyecto reformado.

#### **1.4. COMPATIBILIDAD Y RELACIÓN ENTRE LOS DOCUMENTOS.**

En caso de contradicción entre los planos y el Pliego de Condiciones, prevalecerá lo prescrito en este último documento. Lo mencionado en los planos y omitido en el Pliego de Condiciones o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviera expuesto en ambos documentos.

#### **1.5. EL DIRECTOR DE OBRA.**

La propiedad nombrará en su representación a un Ingeniero Agrónomo Superior, Ingeniero Técnico Agrícola o Ingeniero Industrial, en quien recaerán las labores de dirección, control y vigilancia de las obras del presente Proyecto. El Contratista proporcionará toda clase de facilidades para que el Ingeniero Director, o sus subalternos, puedan llevar a cabo su trabajo con el máximo de eficacia.

No será responsable ante la propiedad de la tardanza de los Organismos competentes en la tramitación del presente Proyecto. La tramitación es ajena al Ingeniero o Director, quien una vez conseguidos todos los permisos, dará orden de comenzar la obra.

#### **1.6. CLAUSULAS MEDIOAMBIENTALES.**

##### **1.6.1. GENERAL**

- La empresa cumplirá los requisitos, criterios, normas y sugerencias, que sobre los aspectos medioambientales de esta actividad contemple la normativa vigente.

- La propiedad y la empresa adjudicataria, se comprometen a colaborar en la mejora del medio ambiente en las instalaciones y a la búsqueda de soluciones adecuadas a los problemas comunes.
- La empresa adjudicataria está obligada a que todo su personal conozca todas las normas establecidas, y en ningún caso se podrá alegar ignorancia o desconocimiento de las mismas.
- La empresa adjudicataria contemplará un estricto cumplimiento de los requisitos medioambientales legales que en cada momento se establezcan en los distintos ámbitos: europeo, estatal, autonómico y municipal. En todo caso la empresa adjudicataria será responsable de cualquier incumplimiento legal que se pueda derivar de la mala gestión ambiental.
- Todas las medidas y demás obligaciones contempladas en las cláusulas que se insertan a continuación serán a costa del adjudicatario, contratista o concesionario, en adelante la empresa, salvo que disponga otra cosa en las mismas.
- Si lo considera conveniente el Director de Obra, la empresa deberá suscribir un seguro de responsabilidad civil que cubra cualquiera de los daños que pudiera ocasionar al Medio Ambiente en el desarrollo de la actividad contratada.
- La empresa adjudicataria establecerá junto con el Ingeniero Director las líneas de comunicación con la propiedad, con objeto de solicitar y comunicar toda la información en materia medioambiental necesaria: requisitos ambientales, consultas, datos, aclaraciones, incidentes o medidas adoptadas, informes, etc., antes, durante o previa finalización de sus actividades.
- Si lo considera conveniente el Ingeniero Director, la empresa adjudicataria elaborará y presentará un Plan de Vigilancia Ambiental para el control de las actividades con repercusión medioambiental, previa consulta no vinculante, con el compromiso de actualización y adecuación constante a la normativa y requisitos ambientales vigentes. En este documento se contemplarán las actuaciones a desarrollar por la empresa para realizar el seguimiento, control, medición y gestión de residuos, vertidos y emisiones de ruido o de gases a la atmósfera, o cualquier otra incidencia ambiental que pudieran generar sus actividades. La empresa asumirá los posibles costes derivados de la aplicación del Plan de Vigilancia Medioambiental.
- En caso de incumplimientos de la normativa legal o requisitos medioambientales por parte de la empresa adjudicataria, la propiedad ostenta el derecho de adoptar

las medidas adecuadas para resolver dicha situación, incluida la resolución del contrato, en función de la reiteración o gravedad de la infracción, a cuyo efecto un incumplimiento de la normativa legal o requisitos medioambientales o de las cláusulas medioambientales del presente contrato serán consideradas como infracción grave. La comisión de otra falta grave en el plazo de duración el contrato será considerada como falta muy grave, pudiendo dar lugar a resolución del contrato con pérdida de fianza, dependiendo de la naturaleza del perjuicio causado, todo de acuerdo con la cláusula correspondiente de este contrato sobre incumplimientos. La empresa adjudicataria estará obligada a asumir los costes derivados de las acciones de control, medición, gestión, prevención y corrección, originados por los citados incumplimientos.

- Si lo considera conveniente el Ingeniero Director, a requerimiento de la propiedad, la empresa adjudicataria asumirá la obligación y el coste de la reposición del medio a la situación previa al suceso o actividad no conforme a requisitos medioambientales. Al margen del posible coste de reposición. La propiedad se reserva el derecho de solicitar resarcimientos y compensaciones a la empresa en caso de incumplimientos que generen costes económicos adicionales, degradación ambiental, sanciones o denuncias de las administraciones competentes o el deterioro de la imagen pública.
- La empresa adjudicataria informará al Ingeniero Director de todos los incidentes con repercusión medioambiental que tengan lugar en el desarrollo de las actividades.
- Si lo considera conveniente el Director de Obra, la propiedad podrá efectuar inspecciones sobre los aspectos medioambientales de las actividades a realizar, al inicio de los trabajos, al finalizar y con carácter discrecional durante el desarrollo de los mismos, debiendo la empresa adjudicataria facilitar el acceso a sus instalaciones al personal designado.
- Si lo considera conveniente el Ingeniero Director, la empresa adjudicataria se asegurará que las instalaciones utilizadas en el desarrollo del objeto del contrato como: oficinas, aparcamiento de coches y maquinaria, almacenes y acopio de materiales; estén dispuestas de forma ordenada y exentas de basuras.
- La empresa procurará que la percepción visual de las instalaciones provisionales de las obras, sea la menor posible.

- Si lo considera conveniente el Ingeniero Director, la empresa adjudicataria es responsable, de que cuando los trabajos finalicen, se restituyan y restauren los terrenos de los caminos interrumpidos o construidos como consecuencia de las obras.

#### **1.6.2. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y CORRECCIÓN.**

- Si lo considera conveniente el Ingeniero Director, la empresa adjudicataria estará obligada a realizar correctamente el almacenamiento, retirada y gestión de residuos especiales, asimilables a Residuos Tóxicos y Peligrosos, (RTP) derivados de sus actividades, de acuerdo con la normativa y requisitos medioambientales aplicables y con las directrices que, en su caso, establezca el Ingeniero Director.
- Si lo considera conveniente el Ingeniero Director, la empresa adjudicataria deberá asegurar la adecuada identificación, almacenamiento y gestión de residuos, así como todos los productos y sustancias peligrosas que emplee, disponiendo y dando información a requerimiento de la propiedad. Los materiales y productos, que se empleen, así como los RTP, se almacenarán conforme a lo establecido por la legislación correspondiente.
- Si lo considera conveniente el Ingeniero Director, la empresa adjudicataria se comprometerá, en todo momento, a minimizar las molestias sobre su entorno, como: generación de ruido, emisión de polvo, olores, etc. Para lo cual aportará los medios necesarios para ello.
- Si lo considera conveniente el Ingeniero Director, cuando se vaya a efectuar un trabajo, que lleve consigo el riesgo de vertido o derrame o salpicaduras, o cuando se trabaje con RTP, se tomarán las medidas precisas para impedir su incorporación al medio o a la red de drenajes.
- Si lo considera conveniente el Ingeniero Director, deberá asegurarse de que todas las áreas utilizadas durante el desarrollo de los trabajos contratados queden en condiciones de orden y limpieza. En especial, durante la realización de los trabajos, se tomarán las medidas oportunas para evitar la contaminación de suelos y aguas.
- Si lo considera conveniente el Ingeniero Director, el acopio de materiales se realizará de modo que en todo momento estén controladas las molestias a la población, así como el arrastre al medio hídrico. Se seleccionarán siempre que sea posible materiales inertes o inocuos para el ambiente.

- Si lo considera conveniente el Director de Obra, la empresa adjudicataria ubicará su maquinaria, en un lugar o lugares habilitados para ello, efectuando el tratamiento o medidas adecuadas que serán aprobadas por la propiedad para evitar las posibles filtraciones al terreno.
- Si lo considera conveniente el Ingeniero Director, la empresa adjudicataria lavará y limpiará su maquinaria y otros equipos o componentes en instalaciones que la propia empresa habilite para dicha actividad.
- Si lo considera conveniente el Ingeniero Director, las operaciones de mantenimiento: engrase, cambios de aceite de vehículos, sustitución de elementos de equipos, etc., se realizarán en los lugares que la propia empresa adjudicataria a su costa habilite a tal efecto y con especial celo, evitando en lo posible la generación de residuos, emisiones o efluentes.
- Queda prohibido el abandono de residuos o el vertido en lugares no habilitados para hacerlo. En los lugares de evacuación de residuos, la empresa adjudicataria dispondrá de los contenedores necesarios según los tipos y la segregación prevista, debiendo estar perfectamente identificados y señalizados los contenedores para evitar equivocaciones del personal, llegando a instalar carteles orientativos con advertencias o instrucciones especiales junto a los mismos si fuera necesario.

#### **1.6.3. RESIDUOS, VERTIDOS Y EMISIONES.**

- Está totalmente prohibido realizar cualquier vertido de residuos sólidos o líquidos en las redes de drenaje, así como en los terrenos del mismo o medio hídrico.
- Si lo considera conveniente el Ingeniero Director, la empresa adjudicataria estará obligada a la recogida y gestión de sus RTP. Queda terminante prohibida la mezcla entre RTP de distinta naturaleza y la dilución de residuos líquidos calificados como RTP con agua o con cualquier otro efluente para su vertido.
- Si lo considera conveniente el Ingeniero Director, en caso de fuga o vertido accidental de productos calificados como RTP o vertidos líquidos contaminados, durante la actividad objeto del contrato, la empresa adjudicataria está obligada a notificar de inmediato dicha situación a la propiedad, y a realizar las acciones correctoras de descontaminación y retirada adecuadas.

- Si lo considera conveniente el Ingeniero Director, la empresa adjudicataria dotará a las oficinas y almacenes de obra, de los servicios de recogida selectiva de residuos sólidos y red de saneamiento.
- Si lo considera conveniente el Ingeniero Director, la propiedad ostenta el derecho a realizar acciones de verificación de las emisiones, vertidos, residuos y/o afecciones en el ámbito medioambiental efectuadas por la empresa adjudicataria, bien con medios propios o a través de empresas competentes en la materia.
- La empresa adjudicataria será responsable también de la retirada y gestión del resto de sus residuos convencionales asimilables, a urbanos, (RSU).
- Si lo considera conveniente el Ingeniero Director, las máquinas, vehículos y equipos que utilicen motores diesel o de gasolina, deberán ser revisadas y puestas a punto periódicamente, con objeto de mejorar la eficacia de la combustión y evitar quemados incorrectos, que generen emisiones locales llamativas o inadmisibles. Se utilizarán exclusivamente combustibles homologados.
- Si lo considera conveniente el Ingeniero Director, la empresa adjudicataria será responsable de tomar las medidas que sean necesarias para evitar el polvo, especialmente durante los períodos de climatología adversa.

### **DISPOSICIONES A TENER EN CUENTA.**

En la redacción del proyecto se han tenido en cuenta las siguientes normas y reglamentos:

- RD 314/2006 por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- RD 842/2002 por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Ley 30/2007 de 30 de octubre de Contratos del Sector Público.
- Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.
- RD 1627/1997 de disposiciones mínimas de seguridad y salud laboral en obras de construcción.

- RD 485/1997 de disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- RD 614/2001 por el que se establecen las disposiciones mínimas de protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- RD 661/2007, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- Real Decreto 1578/2008 de 26 de septiembre, de retribución de la actividad de producción de energía eléctrica mediante tecnología solar fotovoltaica.
- Reglamento de protección contra incendios. RD 1942 de 5 de noviembre de 1993.
- Se deberán cumplir también las disposiciones de carácter estatal o autonómico en vigor a la redacción del presente proyecto.

## **CAPÍTULO 2. CONDICIONES DE ÍDOLE FACULTATIVA.**

### **2.1. OBLIGACIONES Y DERECHOS DEL CONTRATISTA.**

#### **2.1.1. REMISIÓN DE SOLICITUD DE OFERTAS.**

Por la Dirección Técnica se solicitarán ofertas a las Empresas especializadas del sector, para la realización de las instalaciones específicas en el presente Proyecto para lo cual se pondrá a disposición de los ofertantes un ejemplar del citado Proyecto o un extracto con los datos suficientes. En el caso de que el ofertante lo estime de su interés deberá presentar además de la mencionada copia, la o las soluciones que recomiende para resolver la instalación.

El plazo máximo fijado para la recepción de ofertas será de un mes.

#### **2.1.2. VERIFICACIÓN DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO.**

Antes de dar comienzo a las obras, el Constructor consignará por escrito que la documentación aportada le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada, o en caso contrario, solicitará las aclaraciones pertinentes.

#### **2.1.3. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD.**

El Constructor, a la vista del Proyecto de Ejecución contenido, en su caso, el Estudio de Seguridad e Higiene, presentará el Plan de Seguridad e Higiene de la obra a la aprobación del Ingeniero Técnico o Coordinador de seguridad y salud de la dirección facultativa.

#### **2.1.4. RESIDENCIA DEL CONTRATISTA**

Desde que se dé principio a las obras, hasta su recepción definitiva, el Contratista o un representante suyo autorizado deberá residir en un punto próximo al de ejecución de los trabajos y no podrá ausentarse de él sin previo conocimiento del Ingeniero Director y notificándole expresamente, la persona que, durante su ausencia le ha de representar en todas sus funciones.

Cuando se falte a lo anteriormente prescrito, se considerarán válidas las notificaciones que se efectúen al individuo más caracterizado o de mayor categoría técnica de los empleados y operarios de cualquier ramo que, como dependientes de

la contrata, intervengan en las obras y, en ausencia de ellos, las depositadas en la residencia, designada como oficial de la Contrata en los documentos del presente proyecto, aún en ausencia o negativa de recibo por parte de los dependientes de la Contrata.

#### **2.1.5. OFICINA EN LA OBRA.**

El Constructor habilitará en la obra una oficina en la que existirá una mesa o tablero adecuado, en el que puedan extenderse y consultarse los planos. En dicha oficina tendrá siempre el Contratista a disposición de la Dirección Facultativa:

El Proyecto de Ejecución completo, incluidos los complementos que en su caso redacte el Ingeniero.

La Licencia de Obras.

El Libro de Órdenes y Asistencia.

El Plan de Seguridad y Salud y su Libro de Incidencias, si hay para la obra.

El Proyecto de Control de Calidad y su Libro de registro, si hay para la obra.

El Reglamento y Ordenanza de Seguridad y Salud en el Trabajo.

La documentación de los seguros suscritos por el Constructor.

Dispondrá además el Constructor una oficina para la Dirección facultativa, convenientemente acondicionada para que en ella se pueda trabajar con normalidad a cualquier hora de la jornada.

#### **INTERPRETACIONES, ACLARACIONES Y MODIFICACIONES DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO.**

El Constructor podrá requerir del Ingeniero o Ingeniero Técnico, según sus respectivos cometidos, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de lo proyectado.

Cuando se trate de aclarar, interpretar o modificar preceptos de los Pliegos de Condiciones o indicaciones de los planos o croquis, las órdenes e instrucciones correspondientes se comunicarán precisamente por escrito al Constructor, estando éste obligado a su vez a devolver los originales o las copias suscribiendo con su firma el enterado, que figurará al pie de todas las órdenes, avisos o instrucciones que reciba del ingeniero.

Cualquier reclamación que en contra de las disposiciones tomadas por éstos crea oportuno hacer el Constructor, habrá de dirigirla, dentro precisamente del plazo de tres días, a quién la hubiere dictado, el cual dará al Constructor el correspondiente recibo, si éste lo solicitase.

#### **2.1.6. RECLAMACIONES CONTRA LAS ÓRDENES DE DIRECCIÓN**

Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes emanadas del Ingeniero Director, solo podrán presentarlas a través del mismo ante la propiedad, si ellas son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los Pliegos de Condiciones correspondientes; contra disposiciones de orden técnico o facultativo del Ingeniero Director, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno mediante exposición razonada, dirigida al Ingeniero Director, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo que, en todo caso, será obligatorio para este tipo de reclamaciones.

#### **2.1.7. DESPIDO POR INSUBORDINACIÓN, INCAPACIDAD Y MALA FE.**

Por falta del cumplimiento de las instrucciones del Ingeniero Director o sus subalternos de cualquier clase, encargados de la vigilancia de las obras; por manifiesta incapacidad o por actos que comprometan y perturben la marcha de los trabajos, el Contratista tendrá la obligación de sustituir a sus dependientes y operarios, cuanto el Ingeniero Director lo reclame.

#### **2.1.8. COPIA DE LOS DOCUMENTOS.**

El Contratista tiene derecho a sacar copias a su costa, de los Pliegos de condiciones, presupuestos y demás documentos de la contrata. El Ingeniero Director de la Obra, si el Contratista solicita estos, autorizará las copias después de contratadas las obras.

#### **2.1.9. SUBCONTRATAS.**

El contratista deberá cumplir lo establecido en la ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción. En concreto, se tendrán en cuenta los siguientes puntos:

- Con carácter general, el régimen de la subcontratación en el sector de la construcción será el siguiente:
  - A. El promotor podrá contratar directamente con cuantos contratistas estime oportuno ya sean personas físicas o jurídicas.
  - B. El contratista podrá contratar con las empresas subcontratistas o trabajadores autónomos la ejecución de los trabajos que hubiera contratado con el promotor.
  - C. El primer y segundo subcontratistas podrán subcontratar la ejecución de los trabajos que, respectivamente, tengan contratados, salvo en los supuestos previstos en la letra f del presente apartado.
  - D. El tercer subcontratista no podrá subcontratar los trabajos que hubiera contratado con otro subcontratista o trabajador autónomo.
  - E. El trabajador autónomo no podrá subcontratar los trabajos a él encomendados ni a otras empresas subcontratistas ni a otros trabajadores autónomos.
  - F. Asimismo, tampoco podrán subcontratar los subcontratistas, cuya organización productiva puesta en uso en la obra consista fundamentalmente en la aportación de mano de obra, entendiéndose por tal la que para la realización de la actividad contratada no utiliza más equipos de trabajo propios que las herramientas manuales, incluidas las motorizadas portátiles, aunque cuenten con el apoyo de otros equipos de trabajo distintos de los señalados, siempre que éstos pertenezcan a otras empresas, contratistas o subcontratistas, de la obra.
- No obstante lo dispuesto en el apartado anterior, cuando en casos fortuitos debidamente justificados, por exigencias de especialización de los trabajos, complicaciones técnicas de la producción o circunstancias de fuerza mayor por las que puedan atravesar los agentes que intervienen en la obra, fuera necesario, a juicio de la dirección facultativa, la contratación de alguna parte de la obra con terceros, excepcionalmente se podrá extender la subcontratación establecida en el apartado anterior en un nivel adicional, siempre que se haga constar por la dirección facultativa su aprobación previa y la causa o causas motivadoras de la misma en el Libro de Subcontratación al que se refiere el artículo 7 de esta Ley.
- El contratista deberá poner en conocimiento del coordinador de seguridad y salud y de los representantes de los trabajadores de las diferentes empresas incluidas en el

ámbito de ejecución de su contrato que figuren relacionados en el Libro de Subcontratación la subcontratación excepcional prevista en el apartado anterior.

Asimismo, deberá poner en conocimiento de la autoridad laboral competente la indicada subcontratación excepcional mediante la remisión, en el plazo de los cinco días hábiles siguientes a su aprobación, de un informe en el que se indiquen las circunstancias de su necesidad y de una copia de la anotación efectuada en el Libro de Subcontratación.

Por otro lado, se tendrán en cuenta también las siguientes disposiciones:

- En toda obra de construcción, incluida en el ámbito de aplicación de esta Ley, cada contratista deberá disponer de un Libro de Subcontratación.

En dicho libro, que deberá permanecer en todo momento en la obra, se deberán reflejar, por orden cronológico desde el comienzo de los trabajos, todas y cada una de las subcontrataciones realizadas en una determinada obra con empresas subcontratistas y trabajadores autónomos, su nivel de subcontratación y empresa comitente, el objeto de su contrato, la identificación de la persona que ejerce las facultades de organización y dirección de cada subcontratista y, en su caso, de los representantes legales de los trabajadores de la misma, las respectivas fechas de entrega de la parte del plan de seguridad y salud que afecte a cada empresa subcontratista y trabajador autónomo, así como las instrucciones elaboradas por el coordinador de seguridad y salud para marcar la dinámica y desarrollo del procedimiento de coordinación establecido, y las anotaciones efectuadas por la dirección facultativa sobre su aprobación de cada subcontratación excepcional de las previstas en el artículo 5.3 de esta Ley.

Al Libro de Subcontratación tendrán acceso el promotor, la dirección facultativa, el coordinador de seguridad y salud en fase de ejecución de la obra, las empresas y trabajadores autónomos intervenientes en la obra, los técnicos de prevención, los delegados de prevención, la autoridad laboral y los representantes de los trabajadores de las diferentes empresas que intervengan en la ejecución de la obra.

- Asimismo, cada empresa deberá disponer de la documentación o título que acredite la posesión de la maquinaria que utiliza, y de cuanta documentación sea exigida por las disposiciones legales vigentes.

- Reglamentariamente se determinarán las condiciones del Libro de Subcontratación al que se refiere el apartado 1, en cuanto a su régimen de habilitación, por la autoridad laboral autonómica competente, así como el contenido y obligaciones y derechos derivados del mismo, al tiempo que se procederá a una revisión de las distintas obligaciones documentales aplicables a las obras de construcción con objeto de lograr su unificación y simplificación.

## **2.2. TRABAJOS, MATERIAL Y MEDIOS AUXILIARES.**

### **2.2.1. LIBRO DE ÓRDENES.**

En la casilla y oficina de la obra, tendrá el Contratista el Libro de Órdenes, en el que se anotarán las que el Ingeniero Director de Obra precise dar en el transcurso de la obra.

El cumplimiento de las órdenes expresadas en dicho Libro es tan obligatorio para el Contratista como las que figuran en el Pliego de Condiciones.

### **2.2.2. COMIENZO DE LOS TRABAJOS Y PLAZO DE EJECUCIÓN**

Obligatoriamente y por escrito, deberá el Contratista dar cuenta al Ingeniero Director del comienzo de los trabajos, al menos 3 días antes de su iniciación.

El adjudicatario comenzará las obras dentro del plazo de 15 días desde la fecha de adjudicación. Dará cuenta el Ingeniero Director, mediante oficio, del día que se propone iniciar los trabajos, debiendo éste dar acuse de recibo.

Las obras quedarán terminadas dentro de los meses establecidos para instalación definida.

El Contratista está obligado al cumplimiento de todo cuanto se dispone en el Reglamento Oficial del Trabajo.

### **2.2.3. AMPLIACIÓN DEL PROYECTO POR CAUSAS IMPREVISTAS O DE FUERZA MAYOR**

Cuando sea preciso por motivo imprevisto o por cualquier accidente, ampliar el Proyecto, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones dadas por el Ingeniero en tanto se formula o se tramita el Proyecto Reformado.

El Constructor está obligado a realizar con su personal y sus materiales cuanto la Dirección de las obras disponga para apeos, apuntalamientos, derribos, recalzos o cualquier otra obra de carácter urgente, anticipando de momento este servicio, cuyo importe le será consignado en un presupuesto adicional o abonado directamente, de acuerdo con lo que se convenga.

#### **2.2.4. PRÓRROGA POR CAUSA DE FUERZA MAYOR**

Si por causa de fuerza mayor o independiente de la voluntad del Constructor, éste no pudiese comenzar las obras, o tuviese que suspenderlas, o no le fuera posible terminarlas en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para el cumplimiento de la contrata, previo informe favorable del Ingeniero. Para ello, el Constructor expondrá, en escrito dirigido al ingeniero, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originaría en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

#### **2.2.5. RESPONSABILIDAD DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA EN EL RETRASO DE LA OBRA**

El Contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obras estipulados, alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la Dirección Facultativa, a excepción del caso en que habiéndolo solicitado por escrito no se le hubiesen proporcionado.

#### **2.2.6. CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS.**

Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al Proyecto, a las modificaciones del mismo que previamente hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que bajo su responsabilidad y por escrito entreguen el Ingeniero o Ingeniero Técnico al Constructor, dentro de las limitaciones presupuestarias y de conformidad con lo especificado en el artículo 15 de la LOE.

#### **2.2.7. DOCUMENTACIÓN DE OBRAS OCULTAS.**

De todos los trabajos y unidades de obra que hayan de quedar ocultos a la terminación de la obra, se levantarán los planos precisos para que queden

perfectamente definidos. Dichos planos, que deberán ir suficientemente acotados, se considerarán documentos indispensables e irrecusables para efectuar las mediciones.

#### **2.2.8. TRABAJOS DEFECTUOSOS**

El Constructor debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en las "Condiciones generales y particulares de índole Técnica" del Pliego de Condiciones y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva de la obra, es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en éstos puedan existir por su mala ejecución o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que le exonere de responsabilidad el control que compete al Ingeniero o Ingeniero Técnico, ni tampoco el hecho de que estos trabajos hayan sido valorados en las certificaciones parciales de obra, que siempre se entenderán extendidas y abonadas a buena cuenta.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Ingeniero Director o su representante en la obra adviertan vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o en los materiales empleados, o los aparatos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados éstos y antes de verificar la recepción definitiva de la obra, podrán disponer que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado y todo ello a expensas de la contrata.

#### **2.2.9. OBRAS Y VICIOS OCULTOS**

Si el Ingeniero Director tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier tiempo y antes de la recepción definitiva, las demoliciones que crea necesarias para reconocer los trabajos que suponga defectuosos.

Los gastos de la demolición y de la reconstrucción que se ocasionen, serán de cuenta del Contratista, siempre que los vicios existan realmente; en caso contrario correrán a cargo del propietario.

### **DE LOS MATERIALES Y DE LOS APARATOS. SU PROCEDENCIA**

El Constructor tiene libertad de proveerse de los materiales y aparatos de todas clases en los puntos que le parezca conveniente, excepto en los casos en que el Pliego Particular de Condiciones Técnicas preceptúe una procedencia determinada.

Obligatoriamente, y antes de proceder a su empleo o acopio, el Constructor deberá presentar al Ingeniero Director una lista completa de los materiales y aparatos que vaya a utilizar en la que se especifiquen todas las indicaciones sobre marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

#### **2.2.10. PRESENTACIÓN DE MUESTRAS**

A petición del Ingeniero Directo, el Constructor le presentará las muestras de los materiales siempre con la antelación prevista en el Calendario de la Obra.

#### **2.2.11. MATERIALES NO UTILIZABLES O DEFECTUOSOS**

No se procederá al empleo y colocación de los materiales y de los apartados sin que antes sean examinados y aceptados por el Ingeniero Director, en los términos que prescriben los Pliegos de Condiciones, depositando al efecto el Contratista, las muestras y modelos necesarios, previamente contraseñados, para efectuar con ellos comprobaciones, ensayos o pruebas preceptuadas en el Pliego de condiciones, vigente en la obra.

Los gastos que ocasionen los ensayos, análisis, pruebas, etc. antes indicados serán a cargo del Contratista.

Cuando los materiales o aparatos no fueran de la calidad requerida o no estuviesen perfectamente preparados, el Ingeniero Director dará orden al Contratista para que los reemplace por otros que se ajusten a las condiciones requeridas en los Pliegos o, a falta de estos, a las órdenes del Ingeniero Director.

#### **2.2.12. GASTOS OCASIONADOS POR PRUEBAS Y ENSAYOS**

Todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras, serán de cuenta de la contrata.

Todo ensayo que no haya resultado satisfactorio o que no ofrezca las suficientes garantías podrá comenzarse de nuevo a cargo del mismo.

## **2.2.13. LIMPIEZA DE LAS OBRAS**

Es obligación del Constructor mantener limpias las obras y sus alrededores, tanto de escombros como de materiales sobrantes, hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como adoptar las medidas y ejecutar todos los trabajos que sean necesarios para que la obra ofrezca buen aspecto.

## **2.2.14. MEDIOS AUXILIARES**

Es obligación de la contrata el ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras aún cuando no se halle expresamente estipulado en los Pliegos de condiciones, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el Ingeniero Director y dentro de los límites de posibilidad que los presupuestos determinen para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

Serán de cuenta y riesgo del Contratista, los andamios, cimbras, máquinas y demás medios auxiliares que para la debida marcha de la ejecución de los trabajos se necesiten, no cabiendo por tanto, al Propietario responsabilidad alguna por cualquier avería o accidente personal que pueda ocurrir en las obras por insuficiencia de dichos medios auxiliares.

Serán asimismo de cuenta del Contratista, los medios auxiliares de protección y señalización de la obra, tales como vallado, elementos de protección provisionales, señales de tráfico adecuadas, señales luminosas nocturnas, etc. y todas las necesarias para evitar accidentes previsibles en función del estado de la obra y de acuerdo con la legislación vigente.

## **2.3. RECEPCIÓN Y LIQUIDACIÓN.**

### **2.3.1. ACTA DE RECEPCIÓN.**

La recepción de la obra es el acto por el cual el constructor una vez concluida ésta, hace entrega de la misma al promotor y es aceptada por éste. Podrá realizarse con o sin reservas y deberá abarcar la totalidad de la obra o fases completas y terminadas de la misma, cuando así se acuerde por las partes.

La recepción deberá consignarse en un acta firmada, al menos, por el promotor y el constructor, y en la misma se hará constar:

- Las partes que intervienen.
- La fecha del certificado final de la totalidad de la obra o de la fase completa y terminada de la misma.
- El coste final de la ejecución material de la obra.
- La declaración de la recepción de la obra con o sin reservas, especificando, en su caso, éstas de manera objetiva, y el plazo en que deberán quedar subsanados los defectos observados. Una vez subsanados los mismos, se hará constar en un acta aparte, suscrita por los firmantes de la recepción.
- Las garantías que, en su caso, se exijan al constructor para asegurar sus responsabilidades.

Se adjuntará el certificado final de obra suscrito por el director de obra y el director de la ejecución de la obra y la documentación justificativa del control de calidad realizado.

El promotor podrá rechazar la recepción de la obra por considerar que la misma no está terminada o que no se adecua a las condiciones contractuales. En todo caso, el rechazo deberá ser motivado por escrito en el acta, en la que se fijará el nuevo plazo para efectuar la recepción.

Salvo pacto expreso en contrario, la recepción de la obra tendrá lugar dentro de los treinta días siguientes a la fecha de su terminación, acreditada en el certificado final de obra, plazo que se contará a partir de la notificación efectuada por escrito al promotor. La recepción se entenderá tácitamente producida si transcurridos treinta días desde la fecha indicada el promotor no hubiera puesto de manifiesto reservas o rechazo motivado por escrito.

### **2.3.2. RECEPCIONES PROVISIONALES.**

Para proceder a la recepción provisional de las obras será necesaria la asistencia del Propietario, del Ingeniero Director de la Obra y del Contratista o su representante debidamente autorizado.

Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas, se hará constar en el acta y se especificarán en la misma las precisas y detalladas instrucciones que el Ingeniero Director debe señalar al Contratista para remediar los defectos observados,

fijándose un plazo para subsanarlos, expirado el cual se efectuará un nuevo reconocimiento en idénticas condiciones, a fin de proceder a la recepción provisional de la obra.

Después de realizar un escrupuloso reconocimiento y si la obra estuviese conforme con las condiciones de este Pliego, se levantará un acta por duplicado, a la que acompañarán los documentos justificantes de la liquidación final. Una de las actas quedará en poder de la propiedad y la otra se entregará al Contratista.

### **2.3.3. DOCUMENTACIÓN FINAL**

El Ingeniero Director, asistido por el Contratista y los técnicos que hubieren intervenido en la obra, redactarán la documentación final de las obras, que se facilitará a la Propiedad. Dicha documentación se adjuntará, al acta de recepción, con la relación identificativa de los agentes que han intervenido durante el proceso de edificación, así como la relativa a las instrucciones de uso y mantenimiento del edificio y sus instalaciones, de conformidad con la normativa que le sea de aplicación. Esta documentación constituirá el Libro del Edificio, que ha ser encargada por el promotor, será entregada a los usuarios finales del edificio.

A su vez dicha documentación se divide en:

#### **a.- DOCUMENTACIÓN DE SEGUIMIENTO DE OBRA**

Dicha documentación según el Código Técnico de la Edificación se compone de:

- Libro de órdenes y asistencias de acuerdo con lo previsto en el Decreto 461/1971 de 11 de marzo.
- Libro de incidencias en materia de seguridad y salud, según el Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre.
- Proyecto con sus anejos y modificaciones debidamente autorizadas por el director de la obra.
- Licencia de obras, de apertura del centro de trabajo y, en su caso, de otras autorizaciones administrativas.

La documentación de seguimiento será depositada por el director de la obra en el correspondiente colegio oficial.

#### **b.- DOCUMENTACIÓN DE CONTROL DE OBRA**

Su contenido cuya recopilación es responsabilidad del director de ejecución de obra, se compone de:

- Documentación de control, que debe corresponder a lo establecido en el proyecto, más sus anejos y modificaciones.

- Documentación, instrucciones de uso y mantenimiento, así como garantías de los materiales y suministros que debe ser proporcionada por el constructor, siendo conveniente recordárselo fehacientemente.

- En su caso, documentación de calidad de las unidades de obra, preparada por el constructor y autorizada por el director de ejecución en su colegio profesional.

#### c.- CERTIFICADO FINAL DE OBRA.

Este se ajustará al modelo publicado en el Decreto 462/1971 de 11 de marzo, del Ministerio de Vivienda, en donde el director de la ejecución de la obra certificará haber dirigido la ejecución material de las obras y controlado cuantitativa y cualitativamente la construcción y la calidad de lo edificado de acuerdo con el proyecto, la documentación técnica que lo desarrolla y las normas de buena construcción.

El director de la obra certificará que la edificación ha sido realizada bajo su dirección, de conformidad con el proyecto objeto de la licencia y la documentación técnica que lo complementa, hallándose dispuesta para su adecuada utilización con arreglo a las instrucciones de uso y mantenimiento.

Al certificado final de obra se le unirán como anejos los siguientes documentos:

- Descripción de las modificaciones que, con la conformidad del promotor, se hubiesen introducido durante la obra haciendo constar su compatibilidad con las condiciones de la licencia.
- Relación de los controles realizados.

#### **2.3.4. MEDICIÓN DEFINITIVA DE LOS TRABAJOS Y LIQUIDACIÓN PROVISIONAL DE LA OBRA**

Recibidas provisionalmente las obras, se procederá inmediatamente por el Ingeniero o Ingeniero Técnico a su medición definitiva, con precisa asistencia del Constructor o de su representante. Se extenderá la oportuna certificación por triplicado que, aprobada por el Ingeniero con su firma, servirá para el abono por la

Propiedad del saldo resultante salvo la cantidad retenida en concepto de fianza (según lo estipulado en el Art. 6 de la L.O.E.)

#### **2.3.5. PLAZO DE GARANTIA**

Desde la fecha en que la recepción provisional quede hecha, comienza a contarse el plazo de garantía que será de un año. Durante este periodo, el Contratista se hará cargo de todas aquellas reparaciones de desperfectos imputables a defectos y vicios ocultos.

#### **2.3.6. RECEPCIÓN DEFINITIVA**

Terminado el plazo de garantía, se verificará la recepción definitiva con las mismas condiciones que la provisional, y si las obras están bien conservadas y en perfectas condiciones, el Contratista quedará relevado de toda responsabilidad económica; en caso contrario se retrasará la recepción definitiva hasta que, a juicio del Ingeniero Director de Obra, y dentro del plazo que se marque, queden las obras del modo y forma que se determinen en este Pliego.

Si en nuevo reconocimiento resultase que el Contratista no hubiese cumplido, se declarará rescindida la contrata con pérdida de la fianza, a no ser que la propiedad crea conveniente conceder un nuevo plazo.

#### **2.3.7. LIQUIDACIÓN FINAL**

Terminadas las obras, se procederá a la liquidación fijada, que incluirá el importe de las unidades de obra realizadas y las que constituyen modificaciones del presente Proyecto, siempre y cuando hayan sido previamente aprobadas por la Dirección Técnica con sus precios. De ninguna manera tendrá derecho el Contratista a formular reclamaciones por aumentos de obra que no estuviesen autorizados por escrito a la Entidad propietaria con el visto bueno del Ingeniero Director.

#### **2.3.8. LIQUIDACIÓN EN CASO DE RESCISIÓN**

En este caso, la liquidación se hará mediante un contrato liquidatorio, que se redactará de acuerdo por ambas partes. Incluirá el importe de las unidades de obra realizadas hasta la fecha de la rescisión.

## **2.4. FACULTADES DE LA DIRECCIÓN DE OBRAS.**

### **2.4.1. FACULTADES DE LA DIRECCIÓN DE OBRAS.**

Además de todas las facultades particulares, que corresponden al Ingeniero Director, expresadas en los artículos precedentes, es misión específica suya la dirección y vigilancia de los trabajos que en las obras se realicen bien por sí o por medio de sus representantes técnicos y ello con autoridad técnica legal, completa e indiscutible, sobre las personas y cosas situadas en la obra y en relación con los trabajos que para la ejecución de las diferentes instalaciones y obras anexas se lleven a cabo, pudiendo incluso, pero con causa justificada, recusar al Contratista, si considera que el adoptar esta resolución es útil y necesaria para la debida marcha de la obra.

## **CAPÍTULO 3. DISPOSICIONES ECONÓMICAS.**

### **3.1. PRINCIPIO GENERAL.**

Todos los que intervienen en el proceso de construcción tienen derecho a percibir puntualmente las cantidades devengadas por su correcta actuación con arreglo a las condiciones contractualmente establecidas.

La propiedad, el contratista y, en su caso, los técnicos pueden exigirse recíprocamente las garantías adecuadas al cumplimiento puntual de sus obligaciones de pago.

### **3.2. GARANTÍAS, CUMPLIMIENTO Y FIANZAS .**

#### **3.2.1. GARANTÍAS**

El Ingeniero Director podrá exigir al Contratista la presentación de referencias bancarias o de otras entidades o personas, al objeto de cerciorarse de si éste reúne las condiciones requeridas para el exacto cumplimiento del contrato; dichas referencias, si le son pedidas, las presentará el Contratista antes de la firma del contrato.

#### **3.2.2. 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 por 100 y el 10 por 100 del precio total de contrata.
- Mediante retención en las certificaciones parciales o pagos a cuenta en igual proporción.

El porcentaje de aplicación para el depósito o la retención se fijará en el Pliego de Condiciones Particulares.

#### **3.2.3. EJECUCIÓN DE TRABAJOS CON CARGO A LA FIANZA**

Si el Contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para ultimar la obra en las condiciones contratadas. el Ingeniero Director, en nombre y representación del propietario, los ordenará ejecutar a un tercero, o, podrá realizarlos

directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones a que tenga derecho el Propietario, en el caso de que el importe de la fianza no bastare para cubrir el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fuesen de recibo.

### **3.2.4. DEVOLUCIÓN DE FIANZAS**

La fianza retenida será devuelta al Contratista en un plazo que no excederá de treinta (30) días una vez firmada el Acta de Recepción Definitiva de la obra. La propiedad podrá exigir que el Contratista le acredite la liquidación y finiquito de sus deudas causadas por la ejecución de la obra, tales como salarios, suministros, subcontratos...

### **3.2.5. DEVOLUCIÓN DE LA FIANZA EN EL CASO DE EFECTUARSE RECEPCIONES PARCIALES**

Si la propiedad, con la conformidad del Ingeniero Director, accediera a hacer recepciones parciales, tendrá derecho el Contratista a que se le devuelva la parte proporcional de la fianza

## **3.3. PRECIOS Y REVISIONES.**

### **3.3.1. PRECIOS CONTRADICTORIOS.**

Se producirán precios contradictorios sólo cuando la Propiedad por medio del Ingeniero decida introducir unidades o cambios de calidad en alguna de las previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista.

El Contratista estará obligado a efectuar los cambios.

A falta de acuerdo, el precio se resolverá contradictoriamente entre el Ingeniero y el Contratista antes de comenzar la ejecución de los trabajos y en el plazo que determine el Pliego de Condiciones Particulares. Si subsiste la diferencia se acudirá, en primer lugar, al concepto más análogo dentro del cuadro de precios del proyecto, y en segundo lugar al banco de precios de uso más frecuente en la localidad.

Los contradictorios que hubiere se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del contrato.

### **3.3.2. RECLAMACIONES DE AUMENTO DE PRECIOS.**

Si el Contratista, antes de la firma del contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error y omisión, reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirve de base para la ejecución de las obras.

Tampoco se le admitirá reclamación de ninguna especie fundada en indicaciones que, sobre las obras, se hagan en la Memoria, por no servir este documento de base a la contrata. Las equivocaciones materiales o errores aritméticos en las unidades de obra o en su importe, se corregirán en cualquier época que se observen, pero no se tendrán en cuenta a los efectos de rescisión del contrato, señalados en los documentos relativos a las "Condiciones Generales o Particulares de Índole Facultativa", sino en el caso de que el Ingeniero Director o el Contratista los hubieran hecho notar dentro del plazo de cuatro meses contados desde la fecha de adjudicación. Las equivocaciones materiales no alterarán la baja proporcional hecha en la Contrata, respecto del importe del presupuesto que ha de servir de base a la misma, pues esta baja se fijará siempre por la relación entre las cifras de dicho presupuesto, antes de las correcciones y la cantidad ofrecida.

### **3.3.3. REVISIÓN DE PRECIOS.**

Contratándose las obras a riesgo y ventura, es natural por ello, que no se debe admitir la revisión de los precios contratados. No obstante y dada la variabilidad continua de los precios de los jornales y sus cargas sociales, así como la de los materiales y transportes, que es característica de determinadas épocas anormales, se admite, durante ellas, la revisión de los precios contratados, bien en alza o en baja y en anomalía con las oscilaciones de los precios en el mercado.

Por ello y en los casos de revisión en alza, el Contratista puede solicitarla del Propietario, en cuanto se produzca cualquier alteración de precio, que repercuta, aumentando los contratos.

Ambas partes convendrán el nuevo precio unitario antes de comenzar o de continuar la ejecución de la unidad de obra en que intervenga el elemento cuyo precio en el mercado, y por causa justificada, especificándose y acordándose, también, previamente, la fecha a partir de la cual se aplicará el precio revisado y elevado, para lo cual se tendrá en cuenta y cuando así proceda, el acopio de materiales de obra, en el caso de que estuviesen total o parcialmente abonados por el propietario.

Si el propietario o el Ingeniero Director, en su representación, no estuviese conforme con los nuevos precios de los materiales, transporte, etc., que el Contratista desea percibir como normales en el mercado, aquel tiene la facultad de proponer al Contratista, y éste la obligación de aceptarlos, los materiales, transportes, etc., a precios inferiores a los pedidos por el Contratista, en cuyo caso lógico y natural, se tendrán en cuenta para la revisión, los precios de los materiales, transporte, etc., adquiridos por el Contratista merced a la nueva información del propietario.

Cuando el propietario o el Ingeniero Director, en su representación, no estuviese conforme a los nuevos precios de los materiales, transporte, etc., concertará entre las dos partes la baja a realizar en los precios unitarios vigentes en la obra, en equidad por la experimentada por cualquiera de los elementos constitutivos de la unidad de obra y fecha en que empezarán a regir los precios revisados.

Cuando, entre los documentos aprobados por ambas partes, figurase el relativo a los precios unitarios contratados descompuestos, se seguirá un procedimiento similar al preceptuado en los casos de revisión por alza de precios.

### **3.3.4. ELEMENTOS COMPRENDIDOS EN EL PRESUPUESTO.**

Al fijar los precios de las diferentes unidades de obra en el presupuesto, se ha tenido en cuenta el importe de andamios, vallas, elevación y transporte de material, es decir, todos los correspondientes a medios auxiliares de la construcción, así como toda suerte de indemnizaciones, impuestos, multas o pagos que tengan que hacerse por cualquier concepto, con los que se hallen gravados o se graven los materiales o las obras por el Estado, Provincia o Municipio.

Por esta razón no se abonará al Contratista cantidad alguna por dichos conceptos.

En el precio de cada unidad también van comprendidos los materiales accesorios y operaciones necesarias para dejar la obra completamente y en disposición de recibirse.

### **3.4. VALORACIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS.**

#### **3.4.1. FORMAS DE ABONO DE LAS OBRAS.**

La medición de la obra concluida se hará por el tipo de unidad fijada en el correspondiente presupuesto.

La valoración deberá obtenerse aplicando a las diversas unidades de obra, el precio que tuviese asignado en el Presupuesto, añadiendo a este importe el de los tantos por ciento que correspondan al beneficio industrial y descontando el tanto por ciento que corresponda a la baja en la subasta hecha por el Contratista.

#### **3.4.2. RELACIONES VALORADAS Y CERTIFICACIONES.**

En cada una de las épocas o fechas que se fijen en el contrato (por defecto cada mes), formará el Contratista una relación valorada de las obras ejecutadas durante los plazos previstos, según la medición que habrá practicado el Ingeniero.

Lo ejecutado por el Contratista en las condiciones preestablecidas, se valorará aplicando al resultado de la medición general, cúbica, superficial, lineal, ponderada o numeral correspondiente para cada unidad de obra, los precios señalados en el presupuesto para cada una de ellas.

Al Contratista, que podrá presenciar las mediciones necesarias para extender dicha relación se le facilitarán por el Ingeniero los datos correspondientes de la relación valorada, acompañándolos de una nota de envío, al objeto de que, dentro del plazo de diez (10) días a partir de la fecha del recibo de dicha nota, pueda el Contratista examinarlos y devolverlos firmados con su conformidad o hacer, en caso contrario, las observaciones o reclamaciones que considere oportunas.

Dentro de los diez (10) días siguientes a su recibo, el Ingeniero-Director aceptará o rechazará las reclamaciones del Contratista si las hubiere, dando cuenta al mismo de su resolución, pudiendo éste, en el segundo caso, acudir ante el Propietario contra la resolución del Ingeniero-Director en la forma referida en los "Pliegos Generales de Condiciones Facultativas y Legales".

Tomando como base la relación valorada indicada en el párrafo anterior, expedirá el Ingeniero-Director la certificación de las obras ejecutadas. De su importe se deducirá el tanto por ciento que para la construcción de la fianza se haya preestablecido.

El material acopiado a pie de obra por indicación expresa y por escrito del Propietario, podrá certificarse hasta el noventa por ciento (90 por 100) de su importe, a los precios que figuren en los documentos del Proyecto, sin afectarlos del tanto por ciento de contrata.

Las certificaciones se remitirán al Propietario, dentro del mes siguiente al período a que se refieren, y tendrán el carácter de documento y entregas a buena cuenta, sujetas a las rectificaciones y variaciones que se deriven de la liquidación final, no suponiendo tampoco dichas certificaciones aprobación ni recepción de las obras que comprenden.

Las relaciones valoradas contendrán solamente la obra ejecutada en el plazo a que la valoración se refiere. En el caso de que el Ingeniero-Director lo exigiera, las certificaciones se extenderán al origen.

#### **3.4.3. EQUIVOCACIONES EN EL PRESUPUESTO.**

Se supone que el Contratista ha hecho detenido estudio de los documentos que componen el presente Proyecto, y por tanto al no haber hecho ninguna observación sobre posibles errores o equivocaciones en el mismo, se entiende que no hay lugar a disposición alguna en cuanto afecta a medidas o precios de tal suerte, que la obra ejecutada con arreglo al Proyecto contiene mayor número de unidades de las previstas, no tiene derecho a reclamación alguna. Si por el contrario, el número de unidades fuera inferior, se descontará del presupuesto.

#### **3.4.4. PAGOS.**

Los pagos se efectuarán por el Propietario en los plazos previamente establecidos y su importe corresponderá precisamente, al de las Certificaciones de obra expedidas por el Ingeniero Director, en virtud de las cuales se verifican aquellos.

#### **3.4.5. SUSPENSIÓN POR RETRASO DE PAGOS**

Si el propietario no efectuase el pago de las obras ejecutadas, dentro del mes siguiente al que corresponde el plazo convenido el Contratista tendrá además el derecho de percibir el abono de un cinco por ciento (5%) anual, en concepto de intereses de demora, durante el espacio de tiempo del retraso y sobre el importe de la mencionada certificación.

Si aún transcurrieran dos meses a partir del término de dicho plazo de un mes sin realizarse dicho pago, tendrá derecho el Contratista a la resolución del contrato, procediéndose a la liquidación correspondiente de las obras ejecutadas y de los materiales acopiados, siempre que éstos reúnan las condiciones preestablecidas y que su cantidad no exceda de la necesaria para la terminación de la obra contratada o adjudicada.

No obstante lo anteriormente expuesto, se rechazará toda solicitud de resolución del contrato fundada en dicha demora de pagos, cuando el Contratista no justifique que en la fecha de dicha solicitud ha invertido en obra o en materiales acopiados admisibles la parte de presupuesto correspondiente al plazo de ejecución que tenga señalado en el contrato.

#### **3.4.6. INDEMNIZACIÓN POR RETRASO DE LOS TRABAJOS.**

La indemnización por retraso en la terminación se establecerá en un tanto por mil del importe total de los trabajos contratados, por cada día natural de retraso, contados a partir del día de terminación fijado en el Calendario de obra.

Las sumas resultantes se descontarán y retendrán con cargo a la fianza.

El importe de la indemnización que debe abonar el Contratista por causas de retraso no justificado, en el plazo de terminación de las obras contratadas, será el importe de la suma de perjuicios materiales causados.

### **3.5. VARIOS.**

#### **3.5.1. MEJORAS DE OBRAS LIBREMENTE EJECUTADAS.**

Cuando el Contratista, incluso con autorización del Ingeniero-Director, emplease materiales de más esmerada preparación o de mayor tamaño que el señalado en el Proyecto o sustituyese una clase de fábrica con otra que tuviese asignado mayor precio o ejecutase con mayores dimensiones cualquiera parte de la obra, o, en general, introdujese en ésta y sin pedírsela, cualquiera otra modificación que sea beneficiosa a juicio del Ingeniero-Director, no tendrá derecho, sin embargo, más que al abono de lo que pudiera corresponder en el caso de que hubiese construido la obra con estricta sujeción a la proyectada y contratada o adjudicada.

### **3.5.2. SEGURO DE LAS OBRAS.**

El Contratista estará obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidirá en cada momento con el valor que tengan por contrata los objetos asegurados.

El importe abonado por la Sociedad Aseguradora, en el caso de siniestro, se ingresará en cuenta a nombre del Propietario, para que con cargo a ella se abone la obra que se construya, y a medida que ésta se vaya realizando.

El reintegro de dicha cantidad al Contratista se efectuará por certificaciones, como el resto de los trabajos de la construcción. En ningún caso, salvo conformidad expresa del Contratista, hecho en documento público, el Propietario podrá disponer de dicho importe para menesteres distintos del de reconstrucción de la parte siniestrada.

La infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el Contratista pueda resolver el contrato, con devolución de fianza, abono completo de gastos, materiales acopiados, etc., y una indemnización equivalente al importe de los daños causados al Contratista por el siniestro y que no se le hubiesen abonado, pero sólo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la Compañía Aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por el Ingeniero-Director.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuren en la póliza o pólizas de Seguros, los pondrá el Contratista, antes de contratarlos, en conocimiento del Propietario, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos.

Además se han de establecer garantías por daños materiales ocasionados por vicios y defectos de la construcción, según se describe en el Art. 81, en base al Art. 19 de la L.O.E.

## **B. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES.**

### **CAPÍTULO 4. PRESCRIPCIONES SOBRE LOS MATERIALES.**

#### **4.1. CONDICIONES GENERALES.**

##### **4.1.1. CALIDAD DE LOS MATERIALES.**

Todos los materiales a emplear en la presente obra serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

Todos los materiales que hayan de emplearse en la ejecución de las obras deberán reunir las características indicadas en este pliego y en los cuadros de precios y merecer la conformidad del Director de Obras, aún cuando su procedencia esté fijada en el proyecto.

El Director de obras tiene la facultad de rechazar en cualquier momento aquellos materiales que considere no responden a las condiciones del Pliego o que sean inadecuadas para el buen resultado de los trabajos.

Los materiales rechazados deberán eliminarse de la obra dentro del plazo que señale su Director.

El Contratista notificará con suficiente antelación al Director de Obras la procedencia de los materiales aportando las muestras y datos necesarios para determinar la posibilidad de su aceptación.

La aceptación de una procedencia o cantera no anula el derecho del Director de Obras a rechazar aquellos materiales que a su juicio, no respondan a las condiciones del Pliego, aún en el caso de que tales materiales estuvieran ya puestos en obra.

##### **4.1.2. PRUEBAS Y ENSAYOS DE LOS MATERIALES.**

Todos los materiales a que este capítulo se refiere podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, que se crean necesarios para acreditar su calidad. Cualquier otro que haya sido especificado y sea necesario emplear deberá ser aprobado por la Dirección de las obras, bien entendido que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la construcción.

En relación con cuanto se prescribe en este Pliego acerca de las características de los materiales, el Contratista está obligado a presenciar o admitir en todo momento, aquellos ensayos o análisis que el Director de Obra juzgue necesario realizar para comprobar la calidad, resistencia y restantes características de los materiales empleados o que hayan de emplearse.

La elección de los laboratorios y el enjuiciamiento e interpretación de dichos análisis serán de la exclusiva competencia del Director de obra.

A la vista de los resultados obtenidos, rechazará aquellos materiales que considere no responden a las condiciones del presente Pliego.

#### **4.1.3. MATERIALES NO CONSIGNADOS EN PROYECTO.**

Los materiales no consignados en proyecto que dieran lugar a precios contradictorios reunirán las condiciones de bondad necesarias, a juicio de la Dirección Facultativa no teniendo el contratista derecho a reclamación alguna por estas condiciones exigidas.

#### **4.1.4. OBRAS O INSTALACIONES NO ESPECIFICADAS.**

Si en el transcurso de los trabajos fuera necesario ejecutar alguna clase de obra no regulada en el presente Pliego de Condiciones, el Contratista queda obligado a ejecutarla con arreglo a las instrucciones que reciba del Ingeniero Director quien, a su vez, cumplirá la normativa vigente sobre el particular. El Contratista no tendrá derecho a reclamación alguna.

#### **4.1.5. CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN.**

Todos los trabajos, incluidos en el presente proyecto se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de la construcción, de acuerdo con las condiciones establecidas en el Pliego de Condiciones, y cumpliendo estrictamente las instrucciones recibidas por la Dirección Facultativa, no pudiendo por tanto servir de pretexto al contratista la baja subasta, para variar esa esmerada ejecución ni la primerísima calidad de las instalaciones proyectadas en cuanto a sus materiales y mano de obra, ni pretender proyectos adicionales.

#### **4.1.6. EQUIPOS MECÁNICOS**

La Empresa constructora deberá disponer de los medios mecánicos precisos con el personal idóneo para la ejecución de los trabajos incluidos en este Proyecto.

La maquinaria y demás elementos de trabajo deberán estar en todo momento en perfectas condiciones de funcionamiento y quedarán adscritos a la obra durante el curso de ejecución de las unidades en que deben utilizarse no pudiendo retirarlas sin el consentimiento del Director.

#### **4.2. CONDICIONES QUE HAN DE CUMPLIR LOS MATERIALES.**

El cumplimiento de las condiciones debe ser acorde a la normativa Europea correspondiente, al realizar la compra del invernadero modular a una empresa externa la garantía del producto corresponde a dicho productor de su cumplimiento, el montaje será realizado de forma ordenada y siguiendo las indicaciones del manual de instrucciones evitando daños al material.

#### **4.3. PRUEBAS FINALES.**

Se determinarán las pruebas finales una vez realizado el montaje de la estructura del invernadero haciendo hincapié a la tensión del plástico de la cubierta y al correcto funcionamiento de la instalación de riego por goteo con motivo de corrección fugas de agua.

#### **4.4. DOCUMENTACIÓN A ENTREGAR POR EL CONTRATISTA.**

El Contratista en un plazo máximo de un (1) mes a partir de la fecha de la recepción provisional de la obra, entregará al director de la obra la documentación que se detalla a continuación.

La Documentación Final de Obra, se irá entregando durante la ejecución, según se vayan acabando unidades de obra, y nunca rebasarán la fecha final de la obra en un mes.

La fecha de finalización de la obra es la establecida en el contrato, o bien la resultante de modificar ésta última en función de las prórrogas que se autoricen.

En su oferta, las empresas licitadoras deberán expresar explícitamente su disposición y capacidad para proporcionar la documentación requerida.

Proyecto “As-Built” es el resultado integrado final y acumulado de la Ingeniería Detallada de Construcción.

El proyecto “As-Built” debe:

- Reflejar el estado final construido de la obra, con las tolerancias admisibles para este tipo de proyecto.
- Integrar, cumpliendo las normativas de aplicación, toda la ingeniería que soporta técnicamente el estado final de la obra.
- Documentación relativa a las pruebas finales. Esta documentación debe incluir los procedimientos aplicables, instrucciones, protocolos, certificados de calibraciones de equipos o de instrumentos utilizados en las pruebas. Los protocolos de las pruebas realizadas deben contener la información necesaria para poder identificar el equipo o instalación probado, el procedimiento utilizado, el tipo de prueba realizada, los medios empleados, así como la fecha de la prueba y el nombre y firma del responsable de la misma.
- Certificados de las Administraciones Públicas de legalización y autorización de puesta en marcha y funcionamiento de las diferentes instalaciones y obras construidas, libres de cargas e impuestos; así como homologaciones y, en general, documentación requerida por cualquier Organismo de la Administración del Estado, Autonómica o Local o empresas suministradoras para su puesta en uso.
- Manuales de funcionamiento operación y mantenimiento de los equipos, maquinarias y/o sistemas para el correcto funcionamiento y mantenimiento de las instalaciones. Serán completos y describirán todos los componentes. Dichos manuales incluirán lo siguiente:
  - \* Teoría de operación
  - \* Diagramas de cableado y control
  - \* Operación general
  - \* Instrucciones de instalación
  - \* Mantenimiento preventivo
  - \* Lista de componentes
  - \* Lista de los repuestos que el instalador considere conveniente que Aena mantenga en el Aeropuerto para su uso futuro.
  - \* Resolución de averías

- Propuesta de periodos de autorización de los equipos

Esta documentación será entregada en correcto castellano. En el caso de que parte de la documentación esté originalmente en idioma inglés, se adjuntarán dichas documentaciones originales, así como su correspondiente traducción al español.

- Certificados de garantías de todos los equipos que lo requieran.
- Documentación fotográfica.
- Contratos de mantenimiento de las instalaciones exigidos contractualmente.
- Cursos de formación y entrenamiento necesarios para poder llevar a cabo los trabajos con el conocimiento preciso del funcionamiento de todas las instalaciones. La formación deberá ser impartida por el contratista fabricante de los equipos, por el instalador de los mismos o por personal contratado para ello, con la experiencia suficiente en los nuevos equipos e instalaciones. Cada curso, se impartirá con una antelación de quince (15) días a la fecha de finalización de la unidad de obra, independiente a cada equipo en cuestión, y será de la extensión y duración necesarias para la adecuada formación del personal. El programa, extensión y personal que impartirá los cursos, deberá contar con la aprobación del Director de Obra.

Todos los documentos que entregue la Empresa Adjudicataria, tanto durante su desarrollo como documentos finales, se presentará, en correcto castellano.

La documentación citada se comenzará a preparar por el contratista tan pronto se inicie el periodo de ejecución de las obras e instalaciones, manteniéndose constantemente actualizada. Esta documentación estará disponible diariamente en la obra para inspección y consulta por el personal que sea autorizado por la Dirección de Obra.

Durante la ejecución de las obras, el contratista entregará a la Dirección de Obra, con periodicidad trimestral, un informe en el que pondrá de manifiesto la documentación susceptible de poder ser entregada para su revisión y aceptación parcial por la Dirección de la Obra (asimismo, podrán ser recepcionados parcialmente los certificados, manuales o cualquier otra documentación).

Esta documentación parcial podrá ser posteriormente aceptada como documentación final, caso de no haber sufrido modificación durante el desarrollo de las obras e instalaciones.

De toda la documentación final de obra se entregarán TRES (3) EJEMPLARES en soporte papel, así como TRES (3) COPIAS en soporte CD-ROM. También se entregarán DOS (2) COPIAS en soporte CD-ROM y formato PDF de la documentación final de obra.

Todos los documentos se entregarán en el soporte y formato correspondientes a las siguientes especificaciones.

#### Soporte.

El soporte normal en que se recepcionarán todos los documentos definitivos será de dos tipos: en CD-ROM y en papel.

En lo referente a soporte CD-ROM, se incluirá un índice de los archivos que lo componen haciendo referencia a la parte que se corresponde con el soporte papel.

Dichos CD-ROM deberán incluir una portada con el nombre completo del Proyecto y la indicación de su contenido. En la contraportada podrán figurar todas las referencias y logotipos que se deseen. Igualmente, se deberá escribir en la cara del CD algún texto que lo identifique, al objeto de no confundirlo una vez extraído de su caja.

El contenido del soporte informático debe coincidir obviamente con el del soporte de papel, debiéndose corregir, inmediatamente, cualquier diferencia que entre ellos se advierta tanto a su entrega como posteriormente.

En cuanto al soporte papel, todos los documentos se entregarán en tamaño DIN-A4; las tablas que por su tamaño no quepan en DIN-A4, se entregarán en tamaño no superior al DIN-A3. Los planos se entregarán en tamaño DIN-A0 y/o DIN-A1.

#### Formatos.

Como norma general, todos los documentos, serán entregados en formato MS-Office, con las salvedades siguientes:

#### **Planos**

Se deberán entregar en formato DWG y PDF.

#### **Formatos especiales**

Las mediciones, precios y presupuesto, así como aquellos subdocumentos que tengan su origen en aplicaciones específicas, se podrán entregar en formato PRESTO.

#### **Imágenes, dibujos, gráficos y fotografías**

Se entregarán en fichero aparte en formato JPG o TIFF, o ADOBE ACROBAT READER.

## **CAPÍTULO 5. CONDICIONES DE ÍDOLE LEGAL.**

### **5.1. JURISDICCIÓN**

Para cuantas cuestiones, litigios o diferencias pudieran surgir durante o después de los trabajos, las partes se someterán a juicio de amigables componedores nombrados en número igual por ellas y presidido por el Ingeniero Director de la Obra y, en último término, a los Tribunales de Justicia del lugar en que radique la propiedad, con expresa renuncia del fuero domiciliario.

El Contratista es responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el Contrato y en los documentos que componen el presente Proyecto.

El Contratista se obliga a lo establecido en la Ley de contratos de Trabajo y además a lo dispuesto por la de Accidentes de Trabajo, Subsidio Familiar y Seguros Sociales.

Serán de cargo y cuenta del Contratista el vallado, cuidando de la conservación de sus líneas de lindeo y vigilando que, por los poseedores de las fincas contiguas, si las hubiese, no se realicen durante las obras actos que mermen o modifiquen la propiedad.

Toda observación referente a este punto será puesta inmediatamente en conocimiento del Ingeniero Director.

### **5.2. ACCIDENTES DE TRABAJO Y DAÑOS A TERCEROS**

En caso de accidentes ocurridos con motivo y en el ejercicio de los trabajos para la ejecución de las obras, el Contratista se atendrá a lo dispuesto a estos respectos, en la legislación vigente, y siendo, en todo caso, único responsable de su cumplimiento y sin que por ningún concepto, pueda quedar afectada la Propiedad por responsabilidades en cualquier aspecto.

El Contratista está obligado a adoptar todas las medidas de seguridad que las disposiciones vigentes preceptúan para evitar, en lo posible, accidentes a los trabajadores, en todos los lugares peligrosos de la obra.

De los accidentes o perjuicios de todo género que, por no cumplir el Contratista lo legislado sobre la materia, pudieran acaecer o sobrevenir, será este el único responsable, o sus representantes en la obra, ya que se considera que en los

precios contratados están incluidos todos los gastos precisos para cumplimentar debidamente dichas disposiciones legales.

El Contratista será responsable de todos los accidentes que, por inexperiencia o descuido, sobrevinieran tanto en la construcción donde se efectúen las obras como en las contiguas. Serán por tanto de su cuenta el abono de las indemnizaciones a quien corresponda y cuando a ello hubiera lugar, de todos los daños y perjuicios que puedan causarse en las operaciones de ejecución de las obras.

El Contratista cumplirá los requisitos que prescriben las disposiciones vigentes sobre la materia, debiendo exhibir, cuando ello fuera requerido, el justificante de tal cumplimiento.

### **5.3. PAGOS DE ARBITRIOS.**

El pago de impuestos y arbitrios en general, municipales o de otro origen, sobre vallas, alumbrado, etc., cuyo abono debe hacerse durante el tiempo de ejecución de las obras por concepto inherente a los propios trabajos que se realizan correrá a cargo de la Contrata, siempre que en las condiciones particulares del presente Proyecto no se estipule lo contrario. No obstante, el Contratista deberá ser reintegrado del importe de todos aquellos conceptos que el Ingeniero Director considere justo hacerlo.

### **5.4. CAUSAS DE RESCISIÓN DEL CONTRATO**

Se considerarán causas suficientes de rescisión las que a continuación se señalan:

1.- La muerte o incapacidad del Contratista.

2.- La quiebra del Contratista.

En los casos anteriores, si los herederos o síndicos se ofrecieran llevar a cabo las obras, bajo las mismas condiciones estipuladas en el Contrato, el Propietario puede admitir o rechazar el ofrecimiento, sin que en este último caso tengan aquello derecho a indemnización alguna.

3.- Las alteraciones del Contrato por las causas siguientes:

a).- La modificación del presente Proyecto en forma tal que presente alteraciones fundamentales del mismo, a juicio del Ingeniero Director y, en

cualquier caso, siempre que la variación del presupuesto de ejecución, como consecuencia de estas modificaciones, represente en más o menos, el 40 por 100 como mínimo en algunas unidades del presente Proyecto modificadas.

b).- La modificación de unidades de obra, siempre que estas modificaciones representen variaciones en más o en menos, del 40 por 100, como mínimo de las unidades del Proyecto modificadas.

4.- La suspensión de la obra comenzada y, en todo caso, siempre que, causas ajena a la Contrata, no se dé comienzo a la obra adjudicada dentro del plazo de quince días, a partir de la adjudicación, en este caso, la devolución de la fianza será automática.

5.- La suspensión de obra comenzada, siempre que el plazo de suspensión haya excedido un año.

6.- El no dar comienzo la Contrata a los trabajos dentro del plazo señalado en las condiciones particulares del presente Proyecto.

7.- El incumplimiento de las condiciones del Contrato, cuando implique descuido o mala fe, con perjuicio de los intereses de la obra.

8.- La terminación del plazo de ejecución de la obra, sin haberse llegado a ésta.

9.- El abandono de la obra sin causa justificada.

10.- La mala fe en la ejecución de los trabajos.

Huesca, ENERO DE 2025

Fdo. Javier Nuño Belloc

Estudiante de Grado de Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural  
Especialidad Hortofruticultura y Jardinería



## Trabajo Fin de Grado

### GRADO EN INGENIERÍA AGROALIMENTARIA Y DEL MEDIO RURAL

HORTOFRUTICULTURA Y JARDINERÍA

#### Documento 4: PRESUPUESTO

Autor

Javier Nuño Belloc

Director

Antonio Boné Garasa

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR

Año 2025

## PRESUPUESTO ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS Y MEDICIONES

Construcción de invernaderos

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>Estructura A</b>				
Acero galvanizado Ø40mm	m Tubos de acero galvanizado que forman parte de la estructura principal del invernadero			
	Descomposición			
O.1	h Peón ordinario	0,010	8,00	0,08
T.1	m Tubos Ø40mm	1,000	3,50	3,50
	Total cantidades alzadas	294,00		
Acero galvanizado Ø32mm	m Tubos de acero galvanizado que forman parte de los tirantes laterales, las ventanas y la puerta de la estructura del invernadero	294,00	3,58	1.052,52
	Descomposición			
O.1	h Peón ordinario	0,010	8,00	0,08
T.2	u Tubos Ø32mm	1,000	3,00	3,00
	Total cantidades alzadas	285,00		
Kit de ensamblado	u Kit de ensamblado y piquetas para las uniones de los tubos y estructuras	285,00	3,08	877,80
	Descomposición			
O.1	h Peón ordinario	2,000	8,00	16,00
K.E	u Kit ensamblado	1,000	500,00	500,00
	Total cantidades alzadas	1,00		
Plástico	m2 Plástico coverto de 13,50m x 50m del invernadero que permite la impermeabilización del mismo	1,00	516,00	516,00
	Descomposición			
O.1	h Peón ordinario	0,010	8,00	0,08
P.1	u Plástico 800gg	1,000	1,00	1,00
	Total cantidades alzadas	675,00		
	<b>TOTAL Estructura A</b>	675,00	1,08	729,00
				<b>3.175,32</b>

## PRESUPUESTO ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS Y MEDICIONES

Construcción de invernaderos

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>Estructura B</b>				
Acero galvanizado Ø40mm	m Tubos de acero galvanizado que forman parte de la estructura principal del invernadero			
	Descomposición			
O.1	h Peón ordinario	0,010	8,00	0,08
T.1	m Tubos Ø40mm	1,000	3,50	3,50
	Total cantidades alzadas	294,00		
		294,00	3,58	1.052,52
Acero galvanizado Ø32mm	m Tubos de acero galvanizado que forman parte de los tirantes laterales, las ventanas y la puerta de la estructura del invernadero			
	Descomposición			
O.1	h Peón ordinario	0,010	8,00	0,08
T.2	u Tubos Ø32mm	1,000	3,00	3,00
	Total cantidades alzadas	285,00		
		285,00	3,08	877,80
Kit de ensamblado	u Kit de ensamblado y piquetas para las uniones de los tubos y estructuras			
	Descomposición			
O.1	h Peón ordinario	2,000	8,00	16,00
K.E	u Kit ensamblado	1,000	500,00	500,00
	Total cantidades alzadas	1,00		
		1,00	516,00	516,00
Plástico	m2 Plástico covertor de 13,50m x 50m del invernadero que permite la impermeabilización del mismo			
	Descomposición			
O.1	h Peón ordinario	0,010	8,00	0,08
P.1	u Plástico 800gg	1,000	1,00	1,00
	Total cantidades alzadas	675,00		
		675,00	1,08	729,00
<b>TOTAL Estructura B.</b>				<b>3.175,32</b>

## PRESUPUESTO ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS Y MEDICIONES

Construcción de invernaderos

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>Riego</b>				
Tubería principal m Tubería principal de Ø32mm que conecta la cometida con las líneas laterales				
	Descomposición			
O.2	h Operario de riego	0,010	8,00	0,08
T.R.1	m Tubería PE Ø32mm	1,000	0,32	0,32
	Total cantidades alzadas	25,00		
Tubería lateral goteo m Tubería Ø16mm riego por goteo integrado a 50cm, caudal 2,5 l/h. 12 líneas de 38m		25,00	0,40	10,00
	Descomposición			
O.2	h Operario de riego	0,005	8,00	0,04
T.R.2	m Tubería PE Ø16mm	1,000	0,25	0,25
	Total cantidades alzadas	456,00		
Ensamblado tuberías u Conjunto de codos y terminaciones del sistema hidráulico		456,00	0,29	132,24
	Descomposición			
O.2	h Operario de riego	1,500	8,00	12,00
K.R.	u Material kit	1,000	50,00	50,00
	Total cantidades alzadas	1,00		
Filtro de mallas u Filtro de mallas de 120 mesh		1,00	62,00	62,00
	Descomposición			
O.2	h Operario de riego	0,100	8,00	0,80
F.M.	u Filtro de malla	1,000	20,00	20,00
	Total cantidades alzadas	1,00		
<b>TOTAL Riego .....</b>		<b>1,00</b>	<b>20,80</b>	<b>20,80</b>
				<b>225,04</b>

## PRESUPUESTO ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS Y MEDICIONES

Construcción de invernaderos

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>Almacenamiento</b>				
Casetas de obra u Instalación de caseta de obra con depósito de agua de 50L con lavadero y baño químico				
	Descomposición			
Transporte km		65,000	2,00	130,00
0,1 h	Peón ordinario	6,000	8,00	48,00
Casetas u		1,000	3.000,00	3.000,00
prefabricada				
Total cantidades alzadas		1,00		
		1,00	3.178,00	3.178,00
<b>TOTAL Almacenamiento .....</b>				<b>3.178,00</b>
<b>TOTAL .....</b>				<b>9.753,68</b>

## RESUMEN DE PRESUPUESTO

Construcción de invernaderos

CAPÍTULO	RESUMEN	IMPORTE	%
Estructura A		3.175,32	32,56
Estructura B		3.175,32	32,56
Riego		225,04	2,31
Almacenamiento		3.178,00	32,58
	PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	9.753,68	
	21% IVA .....	2.048,27	
	PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN	11.801,95	

Asciende el presupuesto a la expresada cantidad de ONCE MIL OCHOCIENTOS UN EUROS con NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS

, 1 de enero 2025.

## PRESUPUESTO Y MEDICIONES

### Herramientas y materiales de la puesta en marcha

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>Herramientas</b>								
Motoazada	u Vehículo autopropulsado a gasolina que nos permite realizar labores superficiales					1,00	250,00	250,00
Asurcador	u Apero adaptable a la motazada					1,00	40,00	40,00
Alambre	m Alambre de 3mm para atar la cuerda de los entutorados					480,00	3,30	1.584,00
Cuerda	m Cuerda agrícola de rafia para entutorar tomates					1.000,00	0,20	200,00
Pulverizador	u Pulverizador manual para aplicar los fitosanitarios					1,00	50,00	50,00
Estufa parafina	u Calentador de parafina de 41 cm de altura - 4,5 litros - 1 quemador					8,00	50,00	400,00
Tijera poda	u Tijeras de poda					3,00	20,00	60,00
Navaja injertos	u Navaja para realizar cortes e injertos					2,00	15,00	30,00
Jadico	u Herramienta manual para mover la tierra					1,00	15,00	15,00
Jada	u Herramienta manual para mover la tierra					1,00	20,00	20,00
Jadón	u Herramienta manual para mover la tierra					1,00	30,00	30,00
Rastrillo	Rastrillo agrícola para eliminar restos de poda y acomodar la tierra					1,00	20,00	20,00
Barquillas	u Barquillas de transporte de vegetales hasta 20kg					20,00	7,00	140,00
Luminaria	u Focos portables recargables que permiten trabajar en condiciones de poca visibilidad					4,00	30,00	120,00
<b>TOTAL Herramientas .....</b>								<b>2.959,00</b>

## PRESUPUESTO Y MEDICIONES

Herramientas y materiales de la puesta en marcha

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>EPIs</b>								
Guantes de látex	u Guantes de látex para aplicación de fitosanitarios					3,00	1,00	3,00
Guantes de piel	u Guantes de piel para trabajo					5,00	5,00	25,00
Botas de agua	u Botas de trabajo en condiciones de suelo encharcado					2,00	10,00	20,00
Botas de trabajo	u Botas de trabajo					3,00	30,00	90,00
Traje impermeable	u Ropa apta para aplicación de fitosanitarios					1,00	35,00	35,00
Chaleco reflectante	u Chaleco de obras reflectante					3,00	5,00	15,00
Mono de trabajo	u Ropa de trabajo apta para invernadero					3,00	30,00	90,00
Sombrero	u Sombrero que reduzca la insolación en días soleados					5,00	5,00	25,00
Gafas impacto	u Gafas contra impactos					3,00	7,00	21,00
Gafas antipolvo	u Gafas aptas para aplicación de fitosanitarios					3,00	7,00	21,00
Máscara	u Máscara para aplicaciones de fitosanitarios					5,00	5,00	25,00
Extintor	u Extintor apagafuegos					1,00	30,00	30,00
Manta ignífuga	u Manta ignífuga en caso de incendio					1,00	10,00	10,00
Botiquín	u Botiquín de primeros auxilios					1,00	30,00	30,00
Casco	u Casco de seguridad					3,00	15,00	45,00
Faja lumbar	u Protección para el transporte de material					2,00	10,00	20,00
<b>TOTAL EPIs .....</b>								<b>505,00</b>

## PRESUPUESTO Y MEDICIONES

Herramientas y materiales de la puesta en marcha

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>Insumos</b>								
Abono de fondo	kg Abono 6-9-22 + 2MgO + 21SO3					19,20	5,00	96,00
Hummus lombriz	kg Hummus de lombriz con la intención de mejorar la textura del suelo					500,00	0,35	175,00
Estiércol caballo	kg Estiércol de caballo 3kg por m2 para aumentar MO y liberación de nutrientes					1.500,00	0,10	150,00
Calcio	kg Corrector					10,00	2,00	20,00
Cobre	kg Fungicida					10,00	10,00	100,00
Jabón potásico	l Insecticida					20,00	3,00	60,00
Azufre	kg Fungicida y acarizida					25,00	2,00	50,00
Control Biológico	u Conjunto de suelta de huevos y larvas de insectos controladores de plagas anual					1,00	150,00	150,00
Plantero	u Plantas para el invernadero					200,00	0,25	50,00
Semillas	u Semillas de variedades de tomates para realizar el semillero					1.000,00	0,03	30,00
Lejía	l Lejía para desinfectar superficies y herramientas					25,00	1,00	25,00
Jabón	l Jabón para higiene personal y limpieza					5,00	7,00	35,00
Parafina	l Parafina para la estufa calentadora					200,00	2,00	400,00
<b>TOTAL Insumos</b>								<b>1.341,00</b>
<b>TOTAL</b>								<b>4.805,00</b>

## RESUMEN DE PRESUPUESTO

Herramientas y materiales de la puesta en marcha

CAPÍTULO	RESUMEN	IMPORTE	%
Herramientas		2.959,00	61,58
EPIs		505,00	10,51
Insumos		1.341,00	27,91
<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL</b>		<b>4.805,00</b>	
21% IVA .....		1.009,05	
<b>PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN</b>		<b>5.814,05</b>	

Asciende el presupuesto a la expresada cantidad de CINCO MIL OCHOCIENTOS CATORCE EUROS con CINCO CÉNTIMOS

, 1 de enero 2025.



**Universidad**  
Zaragoza

## Trabajo Fin de Grado

# GRADO EN INGENIERÍA AGROALIMENTARIA Y DEL MEDIO RURAL HORTOFRUTICULTURA Y JARDINERÍA

## Documento 5: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

Autor

Javier Nuño Belloc

Director

Antonio Boné Garasa

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR

Año 2025

Los agricultores, prefieren cada vez más, que las empresas constructoras de sus invernaderos estén cualificadas y cumplan con la normativa en materia de seguridad, dándose cuenta de que no todas las empresas constructoras aplican las medidas de seguridad laboral necesarias para evitar los accidentes (Novagric, 2024).

### **Ley de Prevención de Riesgos Laborales**

Este cambio en el procedimiento constructivo viene a dar cumplimiento a la recomendación efectuada por la Ley de Prevención de Riesgos Laborales (Ley 31/95), la cual apuesta claramente por la eliminación de los riesgos, y no por la protección frente a ellos. Esta eliminación, en muchos casos, supone una modificación del proceso de construcción de las unidades, aunque para ello haya que cambiar las costumbres, las tradiciones y las formas de hacer. (Novagric, 2024)

En este sentido, el Real Decreto Legislativo 5/2000, de 4 de agosto, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley sobre Infracciones y Sanciones en el Orden Social, posteriormente modificada por la Ley 54/2003, indica en su 2º artículo, apartado 8, que los empresarios titulares de centros de trabajo, los promotores y propietarios de obra que incumplan las obligaciones que se deriven de la normativa de prevención de riesgos laborales, serán responsables de la infracción (Novagric, 2024)

En el caso que nos ocupa, implica que los agricultores y empresarios agrícolas, en su calidad de promotores de la construcción de invernaderos en sus fincas, deben asumir obligaciones en materia de seguridad laboral en el ámbito del Real Decreto 1627/97 sobre disposiciones mínimas en materia de Seguridad y Salud en obras de construcción (Novagric, 2024)

### **Infracciones Graves y Precio de las Multas**

La misma legislación (Ley 5/2000) determina que se considerarán infracciones muy graves, sancionadas por la Inspección de Trabajo con multas que oscilan entre 30.000 y 600.000 €, aquellas que surjan por no adoptar el promotor o el empresario titular del centro de trabajo, las medidas necesarias para garantizar que aquellos otros que desarrollen actividades en el mismo reciban la información y las instrucciones adecuadas, en la forma y con el contenido y alcance establecidos en la normativa de prevención de riesgos laborales, sobre los riesgos y las medidas de protección. (Novagric, 2024)

También, se considera una infracción muy grave la falta de presencia de recursos preventivos cuando ello sea preceptivo o el incumplimiento de las obligaciones derivadas de su presencia (Novagric, 2024)

Se procede a elaborar un Estudio básico de Seguridad y Salud basándose en el estudio previamente realizado por Mercedes Galindo Molina. Si durante la realización del Proyecto se reforma la legislación se actualizará la normativa según la vigencia actual.

# Índice

1. DATOS BÁSICOS.....	205
1.1. Obligatoriedad del estudio de seguridad y salud .....	206
1.2. Interferencias y servicios afectados.....	207
1.3. Accesos.....	207
1.4. RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS AL INICIO DE LAS OBRAS....	207
1.4.1. Medidas de emergencia.....	207
1.4.2. Actuación en caso de emergencia.....	208
1.4.3. Aviso en caso de accidente. Centro asistencial más próximo.....	208
2. Unidades constructivas que componen la obra.....	209
3. RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS DE LAS UNIDADES DE OBRA.	
209	
3.1. Implantación.....	210
3.2. Instalaciones.....	211
3.3. Puesta en marcha .....	213
4. RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS DE LOS MEDIOS AUXILIARES.	
214	
4.1. Andamios en general.....	214
4.2. Escaleras de mano.....	216
5. RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS DE LA MAQUINARIA.....	219
5.1. Camión de transporte.....	219
5.2. Camión grúa.....	221
6. RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS DE LAS MAQUINAS HERRAMIENTAS.....	224
6.1. Sierra circular.....	224
6.2. Pistola fija-clavos.....	225
6.3. Taladro portátil.....	227

6.4. Rozadora eléctrica.....	229
6.5. Soldadura con aire caliente. ....	231
7. INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS.....	232
8. SUSTANCIAS PELIGROSAS .....	235
9. PROTECCIONES COLECTIVAS .....	237
9.1. En la señalización general.....	237
9.2. En instalaciones eléctricas.....	237
9.3. En maquinaria.....	238
9.4. Protección contra incendios.....	238
9.5. Barandillas.....	238
9.6. Redes de seguridad.....	239
10. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPI'S) .....	240
11. FORMACIÓN E información.....	241
12. INSTALACIONES DE HIGIENE Y SERVICIOS COMUNES. ....	242
12.1. Dotación de vestuarios y aseos. ....	242
12.2. Dotación del comedor.....	242
12.3. Normas generales de conservación y limpieza. ....	242
13. DOCUMENTACIÓN OBLIGATORIA. ....	243
13.1. Plan de seguridad y salud.....	243
13.2. AVISO PREVIO .....	244
13.3. Libro de incidencias .....	244
13.4. Comunicación de apertura de centro de trabajo. ....	245

## **1. DATOS BÁSICOS**

El presente Estudio de Seguridad y Salud forma parte del “Proyecto de Producción Integrada de tomate fresco en invernadero en el municipio de Murillo de Gállego para consumo hostelero”

Este Estudio de Seguridad y Salud tiene por objeto establecer las previsiones respecto a prevención de riesgos de accidentes durante la construcción de los invernaderos, así como de los derivados de los trabajos de reparación, conservación, entretenimiento y mantenimiento. Se contemplan también las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar de los trabajadores.

En él se dan unas directrices básicas a la empresa constructora / instaladora para llevar a cabo sus obligaciones en el campo de la prevención de riesgos laborales, facilitando su desarrollo, bajo el control del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra y de la Dirección Facultativa.

### **Datos de encargo.**

La redacción del presente Estudio de Seguridad se realiza por encargo del horticultor a cargo del proyecto.

### **Plazo de ejecución.**

El plazo de ejecución fijado para las obras definidas en el presente Proyecto será de UNA SEMANA (1 SEMANA) a partir de la fecha de inicio de las obras, y deberá contar, en cualquier caso, con la redacción de un plan de seguridad y salud de la obra y la aprobación del Ingeniero Director y / o Coordinador de Obra.

### **Número de trabajadores durante el desarrollo de la obra.**

La máxima concurrencia de trabajadores en la fase punta de la obra se estima en unos 4 operarios trabajando simultáneamente.

### **Climatología.**

Las condiciones meteorológicas esperadas durante la ejecución de las obras corresponden al tipo mediterráneo. Los inviernos son suaves y cortos, y los veranos largos y calurosos. La radiación solar sobrepasa las 2.756 horas de sol anuales.

Si los trabajos se realizan en época de verano, se facilitará a los trabajadores cremas solares para evitar quemaduras en la piel, así como gafas de protección solar y gorras de protección para la cabeza. Se facilitará una fuente de agua potable y se realizarán los correspondientes descansos en zona de sombra.

Si, por el contrario, los trabajos se llevan a cabo en invierno, se facilitará ropa de abrigo y de protección contra la lluvia.

Se suspenderán los trabajos en caso de vientos superiores a 60Km/h.

## **1.1. OBLIGATORIEDAD DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**

Según se especifica en el artículo 4 del capítulo II, del R.D. 1627/97, de 24 de Octubre “Obligatoriedad del Estudio de Seguridad y Salud o del Estudio Básico de Seguridad y Salud en las obras”.

1.- El promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio de seguridad y salud en los proyectos de obras en que se den alguno de los supuestos siguientes:

- a) Que el presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto sea igual o superior a 75 millones de pesetas ( 450.759,08 Euros).
- b) Que la duración estimada sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- c) Que el volumen de mano de obra estimada, entendiendo por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, sea superior a 500.
- d) Las obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.

2.- En los proyectos de obras no incluidos en ninguno de los supuestos previstos en el apartado anterior, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio básico de seguridad y salud.

Por tanto, procede elaborar el ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD en fase de redacción de proyecto.

## **1.2. INTERFERENCIAS Y SERVICIOS AFECTADOS.**

No se observan interferencias con obras cercanas.

## **1.3. ACCESOS.**

El acceso a la obra por parte de los trabajadores y de los transportes de material a la misma se prevé realizarlo desde el acceso general de la obra.

## **1.4. RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS AL INICIO DE LAS OBRAS.**

### **1.4.1. Medidas de emergencia.**

Medidas preventivas y de seguridad para accidentes:

- Al inicio de las obras, se facilitará planos de situación de la obra, indicando los accesos a la obra, a Bomberos, Compañía de Ambulancias,....
- Se nombrará a personas encargadas de llamar a los servicios de emergencia en caso de emergencias. Dispondrán de toda la información de teléfonos y personas de contacto.

#### **1.4.2. Actuación en caso de emergencia.**

Actuación en caso de incendio:

El aviso de fuego deberá comunicarse al encargado de obra, director de obra, técnico, capataz o cualquier persona con posibilidades de utilizar radiocomunicación o telecomunicación.

El aviso se hará llegar a:

Guardia Civil.

Telf.: 062

Policía Nacional.

Telf.: 091

Se deberá comunicar si es posible la siguiente información:

- Tipo de combustible.
- Fuerza y dirección del viento.
- Marcha del fuego.
- Causas que han motivado el fuego.

Así mismo, se pedirá información acerca del comportamiento a seguir por el personal y equipo.

#### **1.4.3. Aviso en caso de accidente. Centro asistencial más próximo.**

Aviso en caso de accidente:

- Teléfono de emergencias.

Telf.: 112

- Servicio de ambulancias

Telf.: 061

Los centros asistenciales más próximos y servicios de urgencia se encuentran en:

Ctra.Tarragona-san sebastián, s/n 22808, Murillo de Gállego (Zaragoza)

## 2. UNIDADES CONSTRUCTIVAS QUE COMPONEN LA OBRA.

Las unidades constructivas que componen la obra son las siguientes:

### **General:**

- 1º. Implantación, acopio de materiales...etc.

### **Zona Caseta de obra:**

- 1º. Instalación de caseta de obra
- 2º. Conexionado y puesta en marcha.

### **Zona Invernaderos:**

- 1º. Instalación de estructura
- 2º. Instalación de plástico
- 3º. Instalación de riego
- 4º. Conexionado y puesta en marcha.

## 3. RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS DE LAS UNIDADES DE OBRA.

Se opta por la metodología de identificar en cada fase del proceso de construcción, los riesgos específicos, las medidas de prevención y protección a tomar, así como las conductas que deberán observarse en esa fase de obra.

La especificación de riesgos, medidas de protección y las conductas o normas, se reiteran en muchas de las fases de obra. Esto se debe a que esta información deberá llegar a los trabajadores de forma fraccionada y por especialidades, para su información-formación, acusando recibo del documento que se les entrega.

## **GENERAL:**

### **3.1. Implantación.**

#### **a).- Riesgos más frecuentes:**

- Caídas de personas al mismo nivel.
- Atropellos y golpes contra objetos.
- Caídas de materiales.
- Incendios.
- Riesgo de contacto eléctrico.
- Derrumbamiento de acopios.

#### **b).- Normas preventivas:**

- Se procederá a la colocación del vallado perimetral de las zonas donde se va a trabajar.
- Se colocaran las casetas de oficinas, aseos, vestuarios y comedores.
- Se realizarán las instalaciones provisionales de obra como: electricidad, agua, y saneamiento.
- Se señalizarán las vías de circulación interna o externa de la obra.
- Se señalizarán los lugares de acopio y cuanta señalización informativa sea necesaria.
- Se montará toda la instalación eléctrica teniendo en cuenta la carga de energía que debe soportar, así como los elementos de protección necesarios para cada circunstancia (diferenciales, fusibles, etc.).
- Se instalarán los diferentes agentes extintores necesarios.
- En el acopio de medios y materiales se harán teniendo en cuenta los pesos y formas de cada uno de ellos. Se apilarán de mayor a menor, permaneciendo los más pesados o voluminosos en las zonas bajas.

#### **c).- Protecciones individuales:**

- Todos los equipos de protección individual deben disponer de la marca CE.
- Casco de seguridad.
- Guantes de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- Traje de agua para tiempo lluvioso.

### **3.2. Instalaciones.**

a).- Riesgos más frecuentes:

- Caída de personas y/u objetos al mismo nivel.
- Caída de personas y/u objetos a distinto nivel.
- Caída de personas y/u objetos al vacío.
- Sobreesfuerzos por posturas inadecuadas.
- Los derivados del trabajo en condiciones meteorológicas adversas.
- Los derivados de trabajos sobre superficies mojadas.
- Aplastamientos durante las operaciones de carga y descarga de sacos de tierra.
- Tropiezos y torceduras al caminar sobre la tierra.
- Caídas desde altura.
- Golpes por caída o giro descontrolado de la carga suspendida.
- Otros.

b).- Normas preventivas:

En todo momento se mantendrán limpias y ordenadas las superficies de trabajo y las de interconexión interna de obra.

Caída de personas u objetos al vacío o distinto nivel: se colocarán barandillas en todo el perímetro o hueco que suponga un riesgo de caída en altura. Cada trabajador se colocará un arnés en los casos de trabajo cerca de los pretils de cubierta.

Sobreesfuerzos por posturas inadecuadas: se impartirá formación sobre manipulación de cargas, se utilizará ropa adecuada, y se establecerán los períodos de descanso necesarios.

Condiciones meteorológicas adversas: En caso de lluvia o vientos de más de 60 km/h se suspenderán los trabajos en cubierta. Bajo sol fuerte, se utilizarán cremas protectoras y se dispondrá agua en la zona. Se establecerán periodos de descanso necesarios.

Trabajos sobre superficies mojadas: Se entregará calzado apropiado y se señalizará la zona.

Golpes en las manos durante la colocación: Se utilizarán los elementos de protección individual apropiados (guantes).

Aplastamiento durante las operaciones de carga y descarga de tierra: Se utilizará una grúa autopropulsada conforme a lo establecido en el anexo abajo indicado. El personal dispondrá de formación específica. Se señalizará y balizará la zona de trabajo.

Golpes por caída o giro descontrolado de la carga: Se dispondrá de material de soporte de sacos apropiado (cuerdas, eslingas, mosquetones...etc). Se cumplirá con lo establecido en el anexo abajo indicado para grúas autopropulsadas.

c).- Protecciones individuales:

- Todos los equipos de protección individual deben disponer de la marca CE.
- Casco de seguridad.
- Guantes de P.V.C.
- Mascarilla buconasal con filtro mecánico o químico según las necesidades y en ambos casos recambiables.
- Gafas de protección.

d).- Protecciones colectivas:

- Plataformas de trabajo con barandilla de 0,90m. de altura, con listón superior, listón intermedio y rodapié para los trabajos en altura.
- Redes en los huecos abiertos o sin protección.
- Utilización de eslingas cuerdas y mosquetones en perfecto estado de uso.

### 3.3. Puesta en marcha

#### a).- Riesgos mas frecuentes:

- Caída de personas y/u objetos al mismo nivel.
- Caída de personas y/u objetos a distinto nivel.
- Caída de personas y/u objetos al vacío.
- Sobreesfuerzos por posturas repetitivas.
- Los derivados del trabajo en condiciones meteorológicas adversas.
- Los derivados de trabajos sobre superficies mojadas.
- Tropiezos y torceduras al caminar sobre la tierra.
- Otros.

#### b).- Normas preventivas:

- Caída de personas u objetos al mismo nivel: mantendremos orden y limpieza en la obra.
- Caída de personas u objetos al vacío o distinto nivel: se colocarán barandillas en todo el perímetro o hueco que suponga un riesgo de caída en altura. Cada trabajador se colocará un arnés en los casos de trabajo cerca de los pretilles de cubierta.
- Sobreesfuerzos por posturas inadecuadas: se impartirá formación sobre manipulación de cargas, se utilizará ropa adecuada, y se establecerán los periodos de descanso necesarios.
- Condiciones meteorológicas adversas: En caso de lluvia o vientos de más de 60 km/h se suspenderán los trabajos en cubierta. Bajo sol fuerte, se utilizarán cremas protectoras y se dispondrá agua en la zona. Se establecerán periodos de descanso necesarios.
- Trabajos sobre superficies mojadas: Se entregará calzado apropiado y se señalizará la zona.
- Golpes en las manos durante la colocación: Se utilizarán los elementos de protección individual apropiados (guantes).

#### c).- Protecciones individuales:

- Todos los equipos de protección individual deben disponer de la marca CE.

- Casco de seguridad.
- Guantes de P.V.C.
- Mascarilla buconasal con filtro mecánico o químico según las necesidades y en ambos casos recambiables.
- Gafas de protección.

d).- Protecciones colectivas:

- Plataformas de trabajo con barandilla de 0,90m. de altura, con listón superior, listón intermedio y rodapié para los trabajos en altura.
- Redes en los huecos abiertos o sin protección.

## **4. RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS DE LOS MEDIOS AUXILIARES.**

### **4.1. Andamios en general.**

a).- Riesgos más frecuentes:

- Caídas a distinto nivel (al entrar o salir del andamio)
- Caídas al vacío
- Caídas al mismo nivel
- Atrapamientos durante el montaje
- Contacto con la energía eléctrica
- Desplome del andamio
- Caída de objetos
- Golpes por objetos o herramientas

b).- Normas preventivas:

- No se depositarán pesos violentamente sobre los andamios.
- No se acumulará demasiada carga, ni demasiadas personas en un mismo punto.

- Las andamiadas estarán libre de obstáculos, y no se realizarán movimientos violentos sobre ellas.
- Los andamios se arriostrarán para evitar movimientos que puedan hacer perder el equilibrio a los trabajadores.
- Antes de subir a los andamios deberá revisarse la estabilidad de la estructura.
- Los elementos verticales o pies derechos de los andamios se apoyarán sobre tablones de reparto de cargas.
- Los pies derechos de los andamios en las zonas de terreno inclinado, se suplementarán mediante tacos o porciones de tablón, trabadas entre sí y recibidas al durmiente de reparto.
- Las plataformas de trabajo tendrán un mínimo de 60 cm de anchura (equivalente a tres tablones) y estarán firmemente ancladas a sus apoyos para evitar deslizamientos o vuelco.
- Las plataformas de trabajo ubicadas a 2 o más metros de altura estarán protegidas mediante barandilla perimetral reglamentaria de 90 cm de altura, o bien mediante red vertical tensa que cubra toda la altura de la zona donde se trabaja.
- Si la plataforma de trabajo está formada por tablones de madera, éstos carecerán de defectos visibles y de nudos que mermen su resistencia. Además estarán limpios, de forma que puedan apreciarse los posibles defectos por uso.
- Se prohíbe abandonar sobre las plataformas objetos o herramientas para evitar tropiezos y/o que caigan sobre las personas.
- Se prohíbe arrojar escombros desde los andamios. Los escombros se recogerán y descargará de planta en planta, o bien se verterán a través de trompas de vertido.
- Se prohíbe fabricar morteros o similares directamente sobre las plataformas de los andamios.
- La distancia de separación entre un andamio y el paramento vertical de trabajo no será superior a 30 cm. en prevención de caídas.
- Se establecerán a lo largo y ancho de los paramentos verticales puntos fuertes de seguridad en los que arriostrar los andamios.
- Los andamios se inspeccionarán diariamente por el Encargado, el Capataz o el Vigilante de Seguridad, antes del inicio de los trabajos para prevenir fallos o faltas de medidas de seguridad.

- Se tenderán cables de seguridad anclados a puntos fijos de la estructura en los que amarrar el fiador del cinturón de seguridad, necesario para la permanencia o paso por los andamios.

**c).- Protecciones individuales:**

- Todos los equipos de protección individual deben disponer de la marca CE.
- Mono de trabajo.
- Casco de seguridad.
- Zapatos con suela antideslizante.
- Cinturón de seguridad clase A o C (en andamios con peligro de caída en altura)
- Trajes para ambientes lluviosos.
- Botas de seguridad (según los casos).
- Guantes de cuero (montajes de los elementos auxiliares).
- Las propias de cada trabajo específico a realizar desde, o con ayuda de, los medios auxiliares.

**4.2. Escaleras de mano.**

Escaleras de mano, serán de dos tipos: metálicas y de madera, para trabajos en alturas pequeñas y de poco tiempo, o para acceder a algún lugar elevado sobre el nivel del suelo.

**a).- Riesgos mas frecuentes:**

- Caída a distinto nivel, debidas a la mala colocación de las mismas, rotura de alguno de los peldaños, deslizamiento de la base por excesiva inclinación o incorrecto apoyo, vuelco lateral por apoyo irregular.
- Golpes con la escalera al manejarla de forma incorrecta.
- Los derivados de los usos inadecuados o de los montajes peligrosos (empalme de escaleras, escaleras cortas para la altura a salvar, etc).
- Sobreesfuerzos.

b).- Normas preventivas:

b.1).- De aplicación al uso de escaleras de madera:

- Las escaleras de madera a utilizar, tendrán los largueros de una sola pieza, sin defectos ni nudos que puedan mermar su seguridad.
- Los peldaños (travesaños) de madera estarán ensamblados.
- Se prohíbe la utilización de escaleras de madera pintadas, por la dificultad que ello supone para la detección de sus posibles defectos. Las escaleras de madera estarán protegidas de la intemperie mediante barnices transparentes.
- Las escaleras de madera se guardarán a cubierto. A ser posible se utilizarán preferentemente para usos internos de la obra.

b.2).- De aplicación al uso de escaleras metálicas:

- Los largueros serán de una sola pieza y estarán sin deformaciones o abolladuras que puedan mermar su seguridad.
- Las escaleras metálicas estarán pintadas con pinturas antioxidantes que las preserven de las agresiones de la intemperie.
- Las escaleras metálicas a utilizar en esta obra no estarán suplementadas con uniones soldadas.
- El empalme de escaleras metálicas se realizará mediante la instalación de los dispositivos industriales fabricados para tal fin.

b.3).- De aplicación al uso de escaleras de tijera:

- Las escaleras de tijera a utilizar en esta obra estarán dotadas en su articulación superior de topes de seguridad de apertura.
- Las escaleras de tijera estarán dotadas de dispositivos de seguridad que impidan su apertura al ser utilizadas.
- Las escaleras de tijera se utilizarán siempre como tales y en su posición de uso estarán montadas con los largueros en posición de máxima apertura para no mermar su seguridad.
- Las escaleras de tijera nunca se utilizarán a modo de borriquetas para sustentar las plataformas de trabajo.

- Las escaleras de tijera se utilizarán montadas siempre sobre pavimentos horizontales (o sobre superficies provisionales horizontales).

b.4).- Para el uso de escaleras de mano, independientemente de los materiales que las constituyen:

b.4.1).- Las escaleras de mano se utilizarán de la forma y con las limitaciones establecidas por el fabricante.

- No se emplearán escaleras de mano y, en particular, escaleras de más de 5 metros de longitud, de cuya resistencia no se tengan garantías. Pudiendo aquellas que están reforzadas en su centro alcanzar los 7 metros.
- Queda prohibido el uso de escaleras de mano de construcción improvisada.

b.4.2).- Antes de utilizar una escalera de mano deberá asegurarse su estabilidad. La base de la escalera deberá quedar sólidamente asentada, y estarán dotadas en su extremo inferior de zapatas antideslizantes de seguridad.

- En caso de escaleras de mano simples, la parte superior se sujetará, si es necesario, al paramento sobre el que se apoya y cuando éste no permita el apoyo estable se sujetará al mismo mediante abrazadera u otros dispositivos equivalentes.

b.4.3).- Las escaleras de mano simples se colocarán, en la medida posible, formando un ángulo aproximado de 75 grados con la horizontal.

- Cuando se utilicen para acceder a lugares elevados, sus largueros deberán prolongarse al menos 1 m. por encima de ésta.

b.4.4).- El ascenso, descenso y los trabajos desde las escaleras se efectuarán de frente a las mismas, es decir, mirando directamente hacia los peldaños que se están utilizando.

- Los trabajos a más de 3,5 metros de altura, desde el punto de operación al suelo, que requieran movimientos o esfuerzos peligrosos para la estabilidad del trabajador, sólo se efectuarán si se utiliza cinturón de seguridad o se adoptan otras medidas de protección alternativas.

- Se prohíbe el transporte y manipulación de cargas por o desde escaleras de mano cuando por su peso o dimensiones puedan comprometer la seguridad del trabajador.
- Se prohíbe transportar pesos a mano (o a hombro) iguales o superiores a 25 kg. sobre las escaleras de mano.
- Las escaleras de mano no se utilizarán por dos o más personas simultáneamente.

b.4.5).- Las escaleras de mano se revisarán periódicamente.

- Las prendas serán las adecuadas al oficio que se está realizando y utilice estos medios auxiliares.

c).- Protecciones individuales:

- Todos los equipos de protección individual deben disponer de la marca CE.
- Mono de trabajo.
- Casco de seguridad.
- Zapatos con suela antideslizante.

d).- Protecciones colectivas:

- Se delimitará la zona de trabajo de las escaleras evitando el paso del personal por debajo de éstos, así como que éste coincida con zonas de acopio de materiales.
- 

## 5. RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS DE LA MAQUINARIA.

### 5.1. Camión de transporte.

a).- Riesgos más frecuentes:

- Los derivados del tráfico durante el transporte.
- Vuelco del camión.
- Atrapamientos.
- Caída de personas a distinto nivel.
- Atropello de personas (entrada, circulación interna y salida).

- Choque o golpe contra objetos u otros vehículos.
- Sobreesfuerzos (mantenimiento).

b).- Normas preventivas:

b.1).- Normas o medidas preventivas tipo:

- Antes de iniciar las maniobras de carga y descarga del material, además de haber instalado el freno de mano de la cabina del camión, se instalarán calzos inmovilizadores en las cuatro ruedas, en prevención de accidentes por fallo mecánico.
- Todas las maniobras de carga y descarga serán dirigidas, en caso necesario, por un especialista conocedor del proceder más adecuado.
- Antes de iniciar cada turno de trabajo, compruebe que funcionen los mandos correctamente, así como la señalización acústica automática para la marcha atrás.
- El gancho de la grúa auxiliar, estará dotado de pestillos de seguridad.
- Las cargas se instalarán sobre la caja de forma uniforme compensando los pesos, de la manera más uniformemente repartida posible.
- El acceso y circulación interna de camiones en la obra se efectuará tal y como se describa en los planos del Plan de Seguridad.
- Las operaciones de carga y de descarga de los camiones, se efectuarán en los lugares señalados en planos para tal efecto.
- Todos los camiones dedicados al transporte de materiales para esta obra estarán en perfectas condiciones de mantenimiento y conservación.
- Las maniobras de posición correcta (aparcamiento) y expedición, (salida), del camión serán dirigidas por un señalista, en caso necesario.
- El colmo máximo permitido para materiales sueltos no superará la pendiente ideal del 5% y se cubrirá con una lona, en previsión de desplomes.
- A las cuadrillas encargadas de la carga y descarga de los camiones, se les hará entrega de la normativa de seguridad, guardando constancia escrita de ello.

b.2).- Normas de seguridad para los trabajos de carga y descarga de camiones:

- Pida antes de proceder a su tarea, que le doten de guantes y manoplas de cuero.

- Utilice siempre el calzado de seguridad.
- Siga siempre las instrucciones del jefe del equipo.
- Si debe guiar las cargas en suspensión, hágalo mediante "cabos de gobierno" atados a ellas. Evite empujarlas directamente con las manos.
- No salte al suelo desde la carga o desde la caja si no es para evitar un riesgo grave.
- A los conductores de los camiones se les entregará la normativa de seguridad. De la entrega quedará constancia por escrito.

c).- Protecciones individuales:

- Todos los equipos de protección individual deben disponer de la marca CE.
- Casco de seguridad para los desplazamientos fuera de la cabina.
- Guantes de seguridad para las labores de mantenimiento.
- Calzado de seguridad con suela antideslizante.
- Cinturón antivibratorio y de seguridad en el camión.

**5.2. Camión grúa.**

a).- Riesgos más frecuentes:

- Los derivados del tráfico durante el transporte.
- Vuelco del camión.
- Atrapamiento.
- Caída a distinto nivel.
- Atropello.
- Caída de materiales (desplome de la carga).
- Golpes por o contra objetos, materiales o máquinas.

b).- Normas preventivas:

b.1).- Normas o medidas preventivas tipo:

- Antes de iniciar las maniobras de carga se instalarán calzos inmovilizadores en las cuatro ruedas y los gatos estabilizadores.

- Las maniobras de carga y descarga serán dirigidas por un especialista en prevención de los riesgos por maniobras incorrectas.
- Antes de iniciar cada turno de trabajo, compruebe que funcionen los mandos correctamente, así como la señalización acústica automática para la marcha atrás.
- Los ganchos de cuelgue estarán dotados de pestillos de seguridad.
- Se prohíbe expresamente sobrepasar la carga máxima admisible fijada por el fabricante del camión en función de la extensión del brazo-grúa.
- El gruista tendrá en todo momento a la vista la carga suspendida. Si esto no fuera posible, las maniobras serán expresamente dirigidas por un señalista, en previsión de los riesgos por maniobras incorrectas.
- Se prohíbe realizar suspensión de cargas de forma lateral cuando la superficie de apoyo del camión esté inclinada hacia el lado de la carga, para evitar el vuelco.
- Se prohíbe estacionar o circular con el camión grúa a distancias que puedan afectar a la estabilidad de las tierras por riesgo de desprendimiento.
- Se prohíbe realizar tirones sesgados de la carga.
- Se prohíbe arrastrar cargas con el camión grúa (el remolcado se efectuará según características del camión).
- Las cargas en suspensión, para evitar golpes y balanceos se guiarán mediante cabos de gobierno.
- Se prohíbe la permanencia de personas en torno al camión grúa a distancias inferiores a 5 metros.
- Se prohíbe la permanencia bajo las cargas en suspensión.
- El conductor del camión grúa estará en posesión del certificado que lo capacite para realizar estas operaciones.
- Al personal encargado del manejo del camión grúa se le hará entrega de la siguiente normativa de seguridad. De su recepción quedará constancia por escrito.

**b.2).- Normas preventivas para los operadores del camión grúa:**

- Mantenga la máquina alejada de terrenos inseguros, propensos a hundimientos.
- Evite pasar el brazo de la grúa, con carga o sin ella sobre el personal.

- No dé marcha atrás sin la ayuda de un señalista. Tras la máquina puede haber operarios y objetos que usted desconoce al iniciar la maniobra.
- Suba y baje del camión grúa por los lugares previstos para ello.
- No salte nunca directamente al suelo desde la máquina si no es por un inminente riesgo.
- Si entra en contacto con una línea eléctrica, pida auxilio con la bocina y espere recibir instrucciones. No intente abandonar la cabina aunque el contacto con la energía eléctrica haya cesado. Sobre todo, no permita que nadie toque el camión grúa.
- No haga por sí mismo maniobras en espacios angostos. Pida la ayuda de un señalista.
- Antes de cruzar un "puente provisional de obra" cerciórese de que tiene la resistencia necesaria para soportar el peso de la máquina.
- Asegúrese la inmovilidad del brazo de la grúa antes de iniciar ningún desplazamiento. Póngalo en la posición de viaje.
- No permita que nadie se encarame sobre la carga.
- No realice nunca arrastres de carga o tirones sesgados. La grúa puede volcar y en el mejor de los casos, la presión y esfuerzos realizados pueden dañar los sistemas hidráulicos del brazo.
- No intente sobrepasar la carga máxima autorizada para ser izada.
- Levante una sola carga cada vez. La carga de varios objetos distintos puede resultar problemática y difícil de gobernar.
- Asegúrese de que la máquina está estabilizada antes de levantar cargas. Ponga en servicio los gatos estabilizadores totalmente extendidos, es la posición más segura.
- No abandone la máquina con una carga suspendida.
- No permita que haya operarios bajo las cargas suspendidas.
- Antes de izar una carga, compruebe en la tabla de cargas de la cabina la distancia de extensión máxima del brazo. No sobrepasar el límite marcado en ella.
- Respete siempre las tablas, rótulos y señales adheridas a la máquina y haga que las respete el resto del personal.
- Evite el contacto con el brazo telescópico en servicio, puede sufrir atrapamientos.
- Antes de poner en servicio la máquina, compruebe todos los dispositivos de frenado.

- No permita que el resto del personal acceda a la cabina o maneje los mandos.
- No consienta que se utilicen aparejos, balancines, eslingas o estribos defectuosos o dañados.
- Asegúrese de que todos los ganchos de los aparejos, balancines, eslingas o estribos posean el pestillo de seguridad que evite el desenganche fortuito.
- Utilice siempre las prendas de protección que se le indiquen en la obra.
- Al acceder a la obra, se le hará entrega al conductor del camión grúa, de la siguiente normativa de seguridad. De ello quedará constancia escrita.

c).- Protecciones individuales:

- Todos los equipos de protección individual deben disponer de la marca CE.
- Casco de seguridad.
- Guantes de seguridad.
- Calzado de seguridad con suela antideslizante.
- Botas de goma o P.V.C.

## 6. RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS DE LAS MAQUINAS HERRAMIENTAS.

### 6.1. Sierra circular.

a).- Riesgos más frecuentes:

- Cortes y amputaciones en extremidades superiores.
- Descargas eléctricas.
- Rotura del disco.
- Proyección de partículas.
- Incendios.

b).- Normas preventivas:

- El disco estará dotado de carcasa protectora y resguardos que impidan los atrapamientos para los órganos móviles.
- Se controlará el estado de los dientes del disco, así como la estructura de éste.
- La zona de trabajo estará limpia de serrín y virutas, en evitación de incendios.
- Se evitará la presencia de clavos al cortar.

c).- Protecciones individuales:

- Todos los equipos de protección individual deben disponer de la marca CE.
- Casco de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Gafas de protección contra la proyección de partículas de madera.
- Calzado con plantilla anticollos.

d).- Protecciones colectivas:

- Zona de trabajo claramente definida.
- Correcta conservación de la alimentación eléctrica.

## 6.2. Pistola fija-clavos.

Máquina herramienta que se utiliza para construcción de anclajes de una determinada resistencia.

Puede ser utilizada para la construcción de “puntos fuertes” para amarre de algún elemento de seguridad previo cálculo de la solicitud requerida.

a).- Riesgos más frecuentes:

- Los derivados del alto nivel sonoro del disparo para el que la maneja y para el personal de su entorno próximo.
- Disparo inopinado y/o accidental sobre las personas o las cosas.
- Disparos a terceros por total cruce del clavo del elemento a recibir el disparo.
- Los derivados de la manipulación de los cartuchos de impulsión.
- Partículas proyectadas.

b).- Normas preventivas:

- El personal dedicado al uso de la pistola fija-clavos será conocedor del manejo correcto de la herramienta, para evitar los accidentes por impericia.
- El personal dedicado al manejo de la pistola fija-clavos estará en posesión del permiso expreso de la jefatura de obra para dicha actividad.
- Normas preventivas para el operario que maneja la pistola fija-clavos
- Elija siempre el cartucho impulsor y el clavo adecuado para el material y el espesor en el que hincarlo.
- No intente disparar sobre superficies irregulares. Puede perder el control de la pistola y sufrir accidentes.
- No intente realizar disparos inclinados. Puede perder el control de la pistola y accidentarse.
- Antes de dar un disparo, cerciórese de que no hay nadie al otro lado del objeto sobre el que dispara, podría producir lesiones.
- Cerciórese que está en posición correcta el protector antes de disparar, evitará accidentes.
- No intente realizar disparos en lugares próximos a las aristas de un objeto. Pueden desprenderse fragmentos de forma descontrolada y lesionarle.
- No dispare en lugares cerrados. Cerciórese de que el lugar está bien ventilado.

Instale el "adaptador para disparos sobre superficies curvas", antes de dar el tiro. Evitará el descontrol del clavo y de la pistola.

- No intente clavar sobre fábricas del ladrillo, tabiques, tabiques hueco doble, y en general, sobre aquellas hechas con ladrillos huecos, lo más probable es que se traspase la fábrica inútilmente.
- No intente clavar sobre bloques de hormigón ni sobre hormigones aligerados, lo taladrará inútilmente.
- Cerciórese del buen equilibrio de su persona antes de efectuar el disparo. Tenga presente que de lo contrario puede caer.
- Si debe disparar desde plataformas y andamios colgantes, cerciórese de que están inmovilizados. Podría usted caer al vacío.

- No dispare apoyado sobre objetos inestables (cajas, pilas de materiales, etc.), puede caer.
- Cuando se vaya a iniciar un tajo con disparo de pistola fija-clavos, se acordonará la zona (zona "X" de la obra), en prevención de daños a otros operarios.

c).- Protecciones individuales:

- Todos los equipos de protección individual deben disponer de la marca CE.
- Casco de seguridad.
- Gafas de seguridad antiproyecciones.
- Casco de protección auditiva independiente.
- Ropa de trabajo.
- Traje impermeable.
- Guantes de cuero.
- Muñequera de cuero o manguitos.
- Mandil de cuero.

**6.3. Taladro portátil.**

a).- Riesgos más frecuentes:

- Contacto con la energía eléctrica.
- Atrapamientos.
- Erosiones en las manos.
- Cortes
- Golpes por fragmentos en el cuerpo.
- Los derivados de la rotura de la broca.
- Los derivados del mal montaje de la broca.

b).- Normas preventivas:

- Compruebe que el aparato no carece de alguna de las piezas constituyentes en su carcasa de protección (o la tiene deteriorada). En caso afirmativo, comuníquelo para que sea reparada la anomalía y no lo utilice.

- Compruebe que el estado del cable de la clavija de conexión, rechace el aparato si aparece con repelones que dejen al descubierto hilos de cobre, o si tiene empalmes rudimentarios cubiertos con cinta aislante, etc., evitará los contactos con la energía eléctrica.
- Elija siempre la broca adecuada para el material a taladrar. Considere que hay brocas para cada tipo de material, no las intercambie, en el mejor de los casos, las estropeará sin obtener buenos resultados y se expondrá a riesgos innecesarios.
- No intente realizar taladros inclinados "a pulso", puede fracturarse la broca y producirle lesiones.
- No intente agrandar el orificio oscilando en rededor la broca, puede fracturarse y producirse lesiones, si desea agrandar el agujero utilice brocas de mayor sección.
- El desmontaje y montaje de brocas no lo haga el mandril aún en movimiento, directamente con la mano. Utilice la llave.
- No intente realizar un taladro en una sola maniobra. Primero marque el punto a horadar con un puntero, segundo aplique la broca y emboquille, ya que puede seguir taladrando, evitará accidentes.
- No intente reparar el taladro ni lo desmonte. Pida que se lo reparen.
- No presione el aparato excesivamente, por ello no terminará el agujero antes. La broca puede romperse y causarle lesiones.
- Las piezas de tamaño reducido talárelas sobre banco, amordazadas en tornillo sin fin, evitará accidentes.
- Las labores sobre banco ejecútelas ubicando la máquina sobre el soporte adecuado para ello. Taladrará con mayor precisión y evitará el accidente.
- Evite recalentar las brocas, girarán inútilmente y además pueden fracturarse y causarle daños.
- Evite posicionar el taladro aún en movimiento en el suelo, es una posición insegura.
- Desconecte el taladro de la red eléctrica antes de iniciar las manipulaciones por el cambio de la broca.
  - Los taladros portátiles serán utilizados, en esta obra por personal especializado.
  - Se comprobará diariamente el buen estado de los taladros portátiles, retirando del servicio aquellas máquinas que ofrezcan deterioros que impliquen riesgos para los operarios.

- La conexión o suministro eléctrico a los taladros portátiles, se realizará mediante manguera antihumedad a partir del cuadro de planta, dotada con clavijas macho-hembra estancas.
- Se prohíbe expresamente depositar en el suelo o dejar abandonado el taladro portátil conectado a la red eléctrica.

c).- Protecciones individuales:

- Todos los equipos de protección individual deben disponer de la marca CE.
- Casco de seguridad
- Gafas de seguridad antiproyecciones.
- Ropa de trabajo.
- Guantes de cuero.
- Calzado con suela antideslizante (trabajos de acabado)
- Botas de seguridad.

**6.4. Rozadora eléctrica.**

a).- Riesgos más frecuentes:

- Contacto con la energía eléctrica.
- Erosiones en las manos.
- Cortes.
- Golpes por fragmentos en el cuerpo.
- Los derivados de la rotura del disco.
- Los derivados de los trabajos con polvo ambiental.
- Pisadas sobre materiales (torceduras, cortes).
- Los derivados del trabajo con producción de ruido.

b).- Normas preventivas:

- Compruebe que el aparato no carece de alguna de las piezas constituyentes de su carcasa de protección. En caso afirmativo entréguelo para que sea repasado y no lo utilice. Evitará el accidente.

- Compruebe el estado del cable de la clavija de conexión; rechace el aparato si presenta repelones que dejen al descubierto hilos de cobre o si tiene empalmes rudimentarios cubiertos con cinta aislante, evitará lesiones.
- Elija siempre el disco adecuado para el material a rozar. Considere que hay un disco para cada menester; no lo intercambie, en el mejor de los casos, los estropeará sin obtener buenos resultados y correrá riesgos innecesarios.
- No intente "rozar" en zonas poco accesibles en posición inclinada lateralmente; el disco puede fracturarse y producirle lesiones.
- Evite recalentar los discos, podría ser origen de accidentes.
- Sustituya inmediatamente los discos gastados o agrietados.
- Evite depositar la rozadora aún en movimiento directamente en el suelo, en una posición insegura.
- No desmonte nunca la protección normalizada de disco ni corte sin ella. Puede sufrir accidentes serios.
- Desconéctelo de la red eléctrica antes de iniciar las manipulaciones de cambio de disco.
- Moje la zona a cortar previamente, disminuirá la formación de polvo. Use siempre la mascarilla con filtro mecánico antipolvo, evitará lesiones pulmonares.
- Las rozadoras a utilizar en esta obra estarán protegidas mediante doble aislamiento eléctrico.
- Se revisará diariamente los discos de corte, cerciorándose de que se cambian inmediatamente los deteriorados.
- Las rozadoras a utilizar en esta obra serán reparadas por personal especializado.
- Se comprobará diariamente el buen funcionamiento de la conexión a tierra de las rozadoras a través del cable eléctrico de alimentación, retirando del servicio aquellas máquinas que la tengan anulada.
- Se prohíbe dejar en el suelo o dejar abandonada conectada a la red eléctrica la rozadora, en una posición insegura.
- El suministro eléctrico a la rozadora se efectuará mediante manguera antihumedad a partir del cuadro general (o de distribución), dotada con clavijas macho-hembras estancas.

d).- Protecciones individuales:

- Todos los equipos de protección individual deben disponer de la marca CE.
- Casco de seguridad
- Gafas de seguridad antiproyecciones.
- Ropa de trabajo.
- Guantes de cuero.
- Mandil y manguitos de cuero.
- Botas de seguridad.
- Mascarilla de seguridad antipolvo con filtro mecánico recambiable.

**6.5. Soldadura con aire caliente.**

a).- Riesgos más frecuentes:

- Proyección de fragmento o partículas
- Contacto térmicos
- Gafas y guantes de protección.

b).- Normas preventivas:

- Las masas de cada aparato o herramienta manual estarán dotadas de puesta a tierra.
- Se revisará periódicamente el estado de todas las herramientas, eliminando las que se encuentren agrietadas exteriormente.
- Se comprobará si todos los materiales inflamables están alejados de compuestos explosivos.
- Para evitar accidentes y proyecciones de partículas las superficies a soldar deberán estar secas, limpias y sin polvo.
- Se utilizarán guantes y ropa de protección para evitar accidentes por contacto térmicos.
- Se dispondrá de la ficha de seguridad de todos los productos peligrosos. Todo envase que contenga un producto o sustancia peligrosa, estará etiquetado de manera legible e indeleble, de tal forma que cualquier persona tenga la información precisa que le permita conocer su peligrosidad, las precauciones a seguir en su manejo y las actuaciones en caso de intoxicación o accidente.

c).- Protecciones individuales:

- Todos los equipos de protección personal llevarán el marcado CE
- Calzado de seguridad, con puntera reforzada en acero
- Gafas y guantes de protección.

## 7. INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS.

Las causas que pueden propiciar la aparición de un incendio son la existencia de una fuente de ignición (hogueras, braseros, energía solar, trabajos de soldadura, conexiones eléctricas, cigarrillos, etc.) junto a una sustancia combustible (encofrados de madera, carburante para la maquinaria, pinturas y barnices, etc.), puesto que el comburente (oxígeno), está presente en todos los casos.

Por todo ello, se realizará una revisión y comprobación periódica de la instalación eléctrica provisional, así como el correcto acopio de sustancias combustibles con los envases perfectamente cerrados e identificados a lo largo de la ejecución de la obra, situando este acopio en planta baja, almacenado en las plantas superiores los materiales de cerámica, sanitarios, etc.

Los medios de extinción serán extintores portátiles de polvo seco, de dióxido de carbono, y de agua.

Asimismo consideramos que deben tenerse en cuenta otros medios de extinción, tales como el agua, la arena, herramientas de uso común (palas, rastrillos, picos, etc.).

Los caminos de evacuación estarán libres de obstáculos de aquí la importancia del orden y limpieza en todos los tajos y fundamentalmente en las escaleras del edificio; el personal que esté trabajando se dirigirá hacia la zona abierta del patio de manzana en caso de emergencia. Existirá la adecuada señalización, indicando los lugares de prohibición de fumar (acopio de líquidos combustibles), situación del extintor, camino de evacuación, etc.

Asimismo, los caminos de evacuación deberán estar suficientemente iluminados debiendo disponerse de alumbrado de emergencia.

Normas básicas de seguridad y medidas preventivas para la prevención de incendios en la obra:

- Orden y limpieza en general: se evitarán los escombros heterogéneos. Las escombreras de material combustible. Se evitará en lo posible el desorden en el amontonado del material combustible para su transporte al vertedero.
- Vigilancia y detección de las existencias de posibles focos de incendio.
- Los aparatos extintores a utilizar deben llevar el marcado CE.
- Habrá extintores de incendios junto a las puertas de los almacenes que contengan productos inflamables. Dichos extintores serán de polvo polivalente por adaptarse a los tipos de fuego A, B y C.
- Habrá montones de arena junto a las fogatas para apagarlas de inmediato si presentan riesgo de incendio. En los montones de arena, hincada en vertical, se mantendrá una pala cuyo astil estará pintado en color rojo.
- Queda prohibido fumar ante los siguientes supuestos:
  - Ante elementos inflamables: disolventes, combustibles, lacas, barnices, pegamentos, mantas asfálticas.
  - Durante las operaciones de:
    - Abastecimiento de combustibles a las máquinas.
    - En el tajo de soldadura.
- Sobre la puerta de los almacenes de productos inflamables se adherirán las siguientes señales:
  - Prohibido fumar (señal normalizada)
  - Indicación de la posición del extintor de incendios (señal normalizada)
  - Peligro de incendio (señal normalizada)
- Sobre la puerta de los almacenes de productos explosivos y polvorines se adherirán las siguientes señales:
  - Peligro de explosión (señal normalizada)
  - Prohibido fumar (señal normalizada)

Advertencia: cuando se produzca fuego cerca de equipos eléctricos no se debe emplear agua ni agentes extintores que contengan agua. Se deberán emplear extintores de polvo polivalente o de anhídrico carbónico.

- Los combustibles líquidos se almacenarán de forma aislada y serán ubicados en cassetas independientes suficientemente ventiladas, utilizándose a su vez recipientes de seguridad.
- Los materiales combustibles sólidos (maderas, elementos de madera, productos plásticos, textiles impermeabilizantes, etc) han de almacenarse o acopiararse sin mezclar maderas con elementos textiles o productos bituminosos.
- Los acopios de materiales deben estar situados lejos de instalaciones de corriente eléctrica y debe evitarse el uso de fuentes de calor en su proximidad.
- Los acopios de materiales situados en las plantas ya forjadas deberán protegerse con lonas cuando se esté empleando soldadura en esas plantas o en las superiores.
- Existirá siempre un extintor a mano en los lugares donde se realicen trabajos con empleo de llama abierta (Impermeabilización con lámina asfáltica por ejemplo).
- La maquinaria, tanto fija como móvil, accionada por energía eléctrica, ha de tener las conexiones de corriente bien realizadas, y en los emplazamientos fijos ha de proveérsela de aislamiento a tierra. Todos los desechos, virutas y desperdicios que se produzcan por el trabajo han de ser apartados con regularidad, dejando limpios diariamente los alrededores de las máquinas.
- En el caso de grandes cantidades de acopio, almacenamiento o concentración de embalajes o desechos, han de completarse los medios de protección con mangueras de riego que proporcione agua abundante.
- No podrán efectuarse trabajos de corte y soldadura en lugares donde haya explosivos, vapores inflamables, o donde pese a todas las medidas posibles de precaución no pueda garantizarse la seguridad ante un eventual incendio.
- En los trabajos de soldadura y corte se deben proteger de la proyección de materias incandescentes los objetos que sean susceptibles de combustión y que no hayan de ser cambiados de su emplazamiento, cubriéndolos con lonas, a ser posible mojadas.
- En la red de distribución de agua a obra se instalará por planta una toma de 3/4 a una pulgada para manguera, garantizando un aprovisionamiento de agua y presión suficientes para producir un chorro que alcance 7 u 8 metros.
- Las mangueras se verificarán periódicamente.

## 8. SUSTANCIAS PELIGROSAS

Identificación de sustancias peligrosas:

- Un punto clave para una actuación preventiva ante las sustancias químicas radica en que toda persona que pueda verse expuesta a la acción peligrosa de éstas, tenga la información precisa que le permita conocer su peligrosidad y las precauciones a seguir en su manejo.
- Dos son las formas fundamentales que facilitan disponer de dicha información:
  - \* El correcto etiquetado de los envases contenedores de sustancias peligrosas
  - \* Las fichas informativas de los productos.

### a).- Etiquetado.

Todo envase que contenga un producto o sustancia peligrosa, estará etiquetado de manera legible e indeleble, al menos en la lengua oficial del Estado, conteniendo las indicaciones siguientes:

- La denominación o el nombre comercial del preparado.
- El nombre y dirección completa, incluido el número de teléfono del responsable de la comercialización, ya sea el fabricante, el importador o el distribuidor.
- El nombre químico de la o de las sustancias presentes en el preparado.
- Los pictogramas y las indicaciones de peligro de las sustancias y preparados
- Las frases tipo que indiquen los riesgos específicos derivados de los correspondientes pictogramas. Frases “R”.
- Las frases tipo que indiquen los consejos de prudencia referentes al empleo del preparado. Frases “S”.
- La cantidad nominal del contenido para los preparados en caso de ser vendidos al público en general.

### b).- Pictogramas.

Son los símbolos e indicaciones de peligro de las sustancias y preparados peligrosos.

Estos pictogramas representan los peligros:

Explosivo – Comburente - Fácilmente inflamable - Extremadamente inflamable – Tóxico - Muy tóxico – Corrosivo – Nocivo – Irritante - Peligroso para el medio ambiente.

**c).- Clasificación de la peligrosidad:**

Las sustancias y preparados definidos como peligrosos se clasifican en:

Explosivos: Representados por el pictograma “E”.

Comburentes: Representados por el pictograma “O”.

Fácilmente inflamables: Representados por el pictograma “F”.

Extremadamente inflamable: Representados por el pictograma “F+”.

Tóxicos: Representados por el pictograma “T”.

Muy tóxicos: Representados por el pictograma “T+”.

Nocivos: Representados por el pictograma “Xn”.

Corrosivos: Representados por el pictograma “C”.

Irritantes (piel, ojos y vías respiratorias): Representados por el pictograma “Xi”.

Carcinógenos: Representados por el pictograma “T” mas “Tóxico” o “Nocivo”.

Mutagénicos (alteraciones en el material genético de las células): Representados por el pictograma “T” mas “Tóxico” o “Nocivo”.

Tóxicos para la reproducción (lesiones en el feto en el desarrollo intrauterino): Representados por el pictograma “T” mas “Tóxico” o “Nocivo”.

Peligrosos para el medio ambiente: Representados por el pictograma “N”.

**d).- Indicaciones relativas a los riesgos específicos. Frases R:**

Las frases “R” establecen la naturaleza de los riesgos específicos atribuidos a las sustancias y preparados peligrosos.

**e).- Indicaciones de consejos de prudencia. Frases S:**

Las frases “S” son las frases tipo normalizadas que indican los consejos de prudencia que hay que adoptar para el empleo del preparado. Las indicaciones del tipo “no tóxico”, “no nocivo” o cualquier otra indicación tendente a demostrar el carácter no peligroso del producto, no podrán figurar en el envase o en el etiquetado de los preparados.

## 9. PROTECCIONES COLECTIVAS

### 9.1. En la señalización general.

- En general se instalarán todas las señales de seguridad de prohibición, indicadoras de riesgo, e informativas que sean necesarias.
- Se instalarán señales de “STOP”, “Peligro indefinido”, “Peligro salida de camiones”, en todas las salidas y a las distancias que marca el Código de Circulación.
- Se instalarán señales de uso obligatorio de casco, de cinturón de seguridad, de gafas, de mascarilla, de protectores auditivos, de botas y de guantes, etc .
- Señales de riesgo eléctrico, de caída de objetos, de caída a distinto nivel, de maquinaria pesada en movimiento, de cargas suspendidas, de incendio y de explosiones.
- Señalización de entrada y salida de vehículos.
- Señalización de prohibido el paso a toda persona ajena a la obra, de prohibido encender fuego, de prohibido fumar y de prohibido aparcar.
- Señal informativa de localización de botiquín y de extintor.
- Cinta de balizamiento
- Para advertir de los riesgos y medidas preventivas se colocarán carteles indicativos de riesgos y cordón de balizamiento.
- Para proteger los bordes de excavaciones se colocarán vallas autónomas metálicas de contención de peatones.
- Balizas reflectantes.
- Balizas luminosas.
- Panel de primeros auxilios.

### 9.2. En instalaciones eléctricas.

- Comprobar la correcta puesta a tierra de toda la instalación.
- Se instalará iluminación de emergencia.
- Interruptores diferenciales de 30 m. A de sensibilidad para alumbrado y de 300 m. A para fuerza.
- Protección del cuadro eléctrico contra riesgo de electrocución por contacto directo o indirecto.
- No se permitirá el tránsito de carretillas y personas sobre mangueras eléctricas.

- Se comprobará diariamente el buen estado de los elementos del cuadro eléctrico, al inicio de la jornada y al final del día, accionando el botón de test.
- Mantenga en buen estado (o sustituya ante el deterioro) todas las señales de "peligro electricidad" que se hayan previsto para la obra.
- Se realizará un buen mantenimiento periódico del estado de las mangueras, tomas de tierra, enchufes, cuadros distribuidores, etc.

### **9.3. En maquinaria.**

- En general, la maquinaria debe cumplir las normas de seguridad indicadas en los respectivos manuales de operación y mantenimiento.
- El uso de cada máquina estará limitado al personal cualificado debidamente autorizado por el jefe de la obra.
- Las máquinas tales como grupos electrógenos, compresores, etc., deben estar insonorizadas.
- Las sierras de disco llevarán visera para evitar la proyección de partículas.
- Los camiones y, en general, todos los vehículos empleados, deberán observar escrupulosamente la limitación de la velocidad que se imponga (en general 20 km/h) dentro de la hora. La carga no debe limitar la visión del maquinista y tendrán avisador acústico en todos los casos.

### **9.4. Protección contra incendios.**

- Se emplearán extintores portátiles con el marcado CE y de acuerdo al CTE.

### **9.5. Barandillas.**

Las barandillas en la obra cumplirán las siguientes condiciones:

- Las barandillas serán resistentes, tendrán una altura mínima de 90 cm. y dispondrán de un reborde de protección, un pasamanos y una protección intermedia que impidan el paso o deslizamiento de los trabajadores.
- Deberán ser rígidas; se prohíbe expresamente el uso de cables o cualquier material no rígido para la formación de barandillas.
- Resistencia igual o superior a 150 kg. por metro lineal.
- Dispondrán de los tres elementos: baranda superior, baranda intermedia y rodapié de 15 cm. mínimo.

- En los casos en que la altura de la barandilla deba ser mayor, deberá tener una baranda horizontal cada 30 cm. de separación como mínimo.
- Las redes de plástico sólo se podrán colocar como complemento de barandillas que cumplan las condiciones descritas anteriormente o como elemento únicamente de señalización.

#### **9.6. Redes de seguridad.**

- Las redes a utilizar en la obra deberán ser nuevas y el tiempo máximo de utilización será de 6 meses.
- Las redes de seguridad deberán ser de fibras de "Poliamida de Alta Tenacidad".

El fabricante deberá entregar un certificado del Centro Nacional de Medios de Protección de Sevilla o del Gabinete de Seguridad e Higiene en el Trabajo de Alicante, según la norma UNE 81.650.80 (Redes de Seguridad, características y ensayos) y las normas UNE 40.219.73 y 40.220.73 (Ensayos de mallas y trencillas de redes).

- Las trencillas de las redes sujetas a un soporte (marco) horizontal tendrán como mínimo 4,5 mm. de diámetro, y formarán malla de 7 x 7 cm.
- Se utilizará cuerda de poliamida  $\Phi$  10 mm. para el cosido entre paños de red, para la cuerda perimetral de las redes y para los cuelgues y sujetaciones de las redes.
- Los módulos de redes irán cosidos en toda su longitud.
- Las redes de protección tendrán suficiente superficie, cubriendo todos los huecos posibles de la zona a proteger, sin dejar espacios libres.
- Se deberán colocar ganchos  $\Phi$  10 mm. para anclaje de las redes horizontales.
- El almacenamiento de las redes en obra se hará en sitio fresco y bien ventilado, a cubierto de los agentes atmosféricos.
- Los objetos o materiales que hayan caído sobre las redes se retirarán de inmediato, comprobándose que las trencillas no hayan sido dañadas.
- Las redes que se observen deterioradas (trencillas rotas por ejemplo) o con signos de envejecimiento se sustituirán por otras nuevas.
- Las zonas donde se vayan a instalar las redes estarán despejadas y libres de obstáculos que puedan entorpecer las operaciones de colocación.

## 10. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPI'S)

Para el cálculo de los materiales de protección individual necesarios se tendrá en cuenta las unidades de obra a realizar, la maquinaria empleada, así como el número total de operarios, el número simultáneo de operarios, el número de meses de duración de la obra, etc.

Según las características de la obra o necesidades:

- El plazo de ejecución de la obra está fijado en 1 semana.

- El número de operarios total de la obra. = 4

- El número simultáneo de operarios en la obra. = 4

- Número de operarios que conducen maquinaria. = 1

- Número de técnicos, personal directivo, mandos intermedios, etc. = 2

Las protecciones individuales necesarias serán:

a).- EPI para la cabeza:

Sombreros parasones = 5

Cascos de Seguridad no metálico, categoría II = 3

Gafas contra impactos = 3

Gafas antipolvo = 3

Máscara = 5

b).- EPI para el cuerpo:

Mono de trabajo poliéster-algodón = 3

Traje impermeable = 1

Chaleco de obras reflectante = 3

c).- EPI para las manos:

Par de guantes piel conductor = 5

Par de guantes látex = 3

d).- EPI para los pies y piernas:

Par de botas altas de agua = 2

Par de botas de seguridad = 3

Las prendas de protección personal se almacenarán en obra en un número suficiente para asegurar la sustitución de cualquiera de ellas cuando por uso a desgaste así se requiera.

## **11. FORMACIÓN E INFORMACIÓN**

Todo el personal recibirá al ingresar en la obra formación e información de los métodos de trabajo a realizar y los riesgos que estos pudieran entrañar, conjuntamente con las medidas de seguridad y comportamiento que deban cumplir.

Se impartirá formación en materia de Seguridad y Salud al comenzar los nuevos tajos o cuando se produzca cualquier cambio en el sistema constructivo.

La formación de los trabajadores será responsabilidad de la empresa empleadora de cada trabajador, no obstante la empresa contratista principal exigirá a todas las empresas que subcontrate, que demuestren que los trabajadores han recibido información suficiente para los trabajos a desarrollar.

Cada contratista o subcontratista, está legalmente obligado a formar a todo el personal a su cargo, en el método de trabajo seguro; de tal forma, que todos los trabajadores de esta obra, deberán tener conocimiento de los riesgos propios de su actividad laboral, así como de las conductas a observar en determinadas maniobras, del uso correcto de las protecciones colectivas y del de los equipos de protección individual necesarios para su protección.

## **12. INSTALACIONES DE HIGIENE Y SERVICIOS COMUNES.**

Constarán al menos de las siguientes dependencias:

- Vestuario con aseo.
- Comedor

La caseta de obra tendrá varias dependencias cumpliendo con las necesidades de almacenamiento, higiene y descanso.

### **12.1. Dotación de vestuarios y aseos.**

Para la obtención de la superficie necesaria se estima una superficie mínima de 2 metros cuadrados por cada trabajador, para el caso en el que están trabajando simultáneamente el máximo número de trabajadores en la fase punta de la obra. Irán dotados como mínimo de:

- 3 taquillas metálicas provistas de llave.
- 1 banco de 5 asientos
- 1 inodoro químico con portarrollos de papel higiénico y perchas.
- 1 lavabo con grifo dotado de agua con un espejo, una jabonera industrial con existencia de jabón.

En el vestuario quedará instalado el botiquín de urgencia.

### **12.2. Dotación del comedor.**

La superficie mínima será la necesaria para contener la mesa, sillas o bancos y la pileta fregadero.

Para calcular su superficie, se considerará como mínimo 1,20 metros cuadrados por trabajador para el caso en el que está trabajando simultáneamente el máximo número de trabajadores en la fase punta de la obra. La dotación mínima del comedor será:

- 1 mesa de comedor de obra con capacidad para 4 personas.
- 1 fregadero con grifo cada una dotados de agua potable por gravedad
- 1 banco de 5 asientos.
- 1 depósito dotado de cierre, para el vertido de desperdicios.

### **12.3. Normas generales de conservación y limpieza.**

Los suelos, paredes y techos de los aseos, vestuarios y duchas, serán continuos, lisos e impermeables; enlucidos en tonos claros y con materiales que permitan el lavado con líquidos desinfectantes o antisépticos con la frecuencia necesaria; todos sus elementos, tales como grifos, desagües y alcachofas de duchas, estarán siempre en perfecto estado de funcionamiento y los armarios y bancos aptos para su utilización.

En la oficina de obra, en cuadro situado al exterior se colocará de forma bien visible, la dirección del centro asistencial de urgencia y los teléfonos del mismo.

Todas las estancias, estarán dotadas de luz y climatización a batería.

## **13. DOCUMENTACIÓN OBLIGATORIA.**

La documentación obligatoria que debe tener la obra es:

- Plan de seguridad y salud.
- Aviso previo.
- Libro de incidencias.
- Comunicación de apertura del centro de trabajo.

### **13.1. Plan de seguridad y salud**

El Contratista elaborará un Plan de Seguridad y Salud en el que se analicen, estudien, desarrollos y complementen las previsiones contenidas en el Estudio en función de su propio sistema de ejecución de la obra. En dicho plan se incluirán, en su caso las propuestas de medidas alternativas de prevención que el contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en el Estudio.

En el caso de planes de seguridad y salud elaborados en aplicación del estudio de seguridad y salud las propuestas de medidas alternativas de prevención incluirán la valoración económica de las mismas, que no podrá implicar disminución del importe total.

El Plan de Seguridad y Salud deberá ser aprobado, antes del inicio de la obra, por el Coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra.

En el caso de obras de las Administraciones públicas, el plan, con el correspondiente informe del coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra, se elevará para su aprobación a la Administración pública que haya adjudicado la obra.

El Plan de Seguridad y Salud podrá ser modificado por el Contratista en función del proceso de ejecución de la obra, de la evolución de los trabajos y de las posibles incidencias o modificaciones que puedan surgir a lo largo de la obra, pero siempre previa aprobación del Coordinador de Seguridad y Salud.

Quienes intervengan en la ejecución de la obra, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervenientes en la misma y los representantes de los trabajadores, podrán presentar, por escrito y de forma razonada, las sugerencias y alternativas que estimen oportunas. A tal efecto, el plan de seguridad y salud estará en la obra a disposición permanente de los mismos.

### **13.2. AVISO PREVIO**

Antes de empezar los trabajos, será presentada en la Delegación Provincial de Justicia, Interior, y Relaciones Laborales por el promotor de la obra.

### **13.3. Libro de incidencias**

En cada centro de trabajo existirá con fines de control y seguimiento del plan de seguridad y salud un libro de incidencias que constará de hojas por duplicado, habilitado al efecto.

El libro de incidencias será facilitado por el Colegio profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el plan de seguridad y salud o por la Oficina de Supervisión de Proyectos o órgano equivalente cuando se trate de obras de las Administraciones públicas.

El Libro de Incidencias, que deberá mantenerse siempre en la obra, y estará en poder del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

A dicho libro tendrán acceso la dirección facultativa de la obra, los contratistas y subcontratistas y los trabajadores autónomos, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervenientes en la obra, los representantes de los trabajadores y los técnicos de los órganos especializados en materia de seguridad y salud en el trabajo de las Administraciones públicas competentes, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo, relacionadas con el control y seguimiento del plan de seguridad y salud.

Efectuada una anotación en el libro de incidencias, el coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o, cuando no sea necesaria la designación del coordinador, la dirección facultativa, estarán obligados a remitir, en el plazo de veinticuatro horas, una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente deberán notificar las anotaciones en el libro al contratista afectado y a los representantes de los trabajadores de éste.

#### **13.4. Comunicación de apertura de centro de trabajo.**

Es una obligación del contratista informar a la autoridad laboral de la apertura del centro de trabajo, que deberá incluir el Plan de Seguridad y Salud de la obra.

Huesca, ENERO DE 2025

Fdo. Javier Nuño Belloc

Estudiante de Grado de Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural  
Especialidad Hortofruticultura y Jardinería