

Universidad Pública de Navarra

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS AGRÓNOMOS

Nafarroako Unibertsitate Publikoa

NEKAZARITZAKO INGENIARIEN
GOI MAILAKO ESKOLA TEKNIKOA

DISEÑO DE UN INVERNADERO MULTITUNEL Y SU SISTEMA DE RIEGO ANTE EL CAMBIO DE
ACTIVIDAD DE UNA PARCELA EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE HUARTE/UHARTE (NAVARRA)

Presentado por

XABIER BASTERRA MENDIOROZ

-ek aurkeztua

GRADO EN “INGENIERÍA AGROALIMENTARIA Y DEL MEDIO RURAL”
“NEKAZARITZAKO ELIKAGAIEN ETA LANDA INGURUNEAREN INGENIARITZAN” GRADUA

JUNIO 2014 -ko EKAINA

Título del Proyecto Fin de Grado:

DISEÑO DE UN INVERNADERO MULTITUNEL Y SU SISTEMA DE RIEGO ANTE EL CAMBIO DE ACTIVIDAD DE UNA PARCELA EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE HUARTE/UHARTE (NAVARRA).

Alumno:

XABIER BASTERRA MENDIOROZ

MEMORIA

El presente proyecto fin de carrera tiene como objetivo el diseño de un invernadero y su sistema de riego ante la decisión de cambio de actividad en una superficie de aproximadamente 2000 m² perteneciente a una parcela ubicada en el término municipal de Huarte/Uharte (Navarra).

En la actualidad dicha parcela está dedicada al cultivo de cereal, por lo que se realiza el diseño del invernadero y su sistema de riego capaz de proporcionar las condiciones adecuadas para la producción de los cultivos propuestos.

Conjuntamente, y con objeto de llevar a cabo la correcta realización del presente proyecto, se han realizado diversos estudios referentes a la climatología de la zona, geología, red de distribución y estudio de viabilidad económica.

Pamplona/Iruña, Junio de 2014

Xabier Basterra Mendioroz

ÍNDICE

DOCUMENTO Nº 1	5
MEMORIA	5
1. OBJETO DEL PROYECTO	7
2. LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN INICIAL	7
3. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA	7
4. DISEÑO DEL INVERNADERO	9
5. DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO	21
6. CULTIVO ECOLÓGICO Y ALTERNATIVA DE CULTIVO PROPUESTA	25
7. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	27
8. PRESUPUESTO	27
9. EVALUACIÓN ECONÓMICO-FINANCIERA	27
DOCUMENTO Nº 2	29
ANEJOS	29
ANEJO I	31
SITUACIÓN GEOGRÁFICA Y LOCALIZACIÓN	31
1. SITUACIÓN GEOGRÁFICA	33
2. PARCELA	33
3. LOCALIZACIÓN	33
ANEJO II	35
ESTUDIO CLIMÁTICO	35
1. INTRODUCCIÓN	37
2. CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA Y VALORES CLIMATOLÓGICOS	37
3. CONCLUSIONES	38
ANEJO III	39
ESTUDIO EDAFOLÓGICO	39
1. ANÁLISIS DE SUELO	41
2. DESCRIPCIÓN DE LOS HORIZONTES	41
3. CONCLUSIÓN	42
ANEJO IV	43
LIMITACIONES AGROCLIMÁTICAS DE LOS CULTIVOS	43
1. ALTERNATIVA DE CULTIVOS PROPUESTA	45
2. LIMITACIONES AGROCLIMÁTICAS DE LOS CULTIVOS	45
2.1 Cultivo de Tomate	45

3.2	Cultivo de Cebolla	47
3.3	Cultivo de Ajo	47
3.4	Cultivo de Borraja	48
3.5	Cultivo de Lechuga	49
3.6	Cultivo de Acelga	49
3.	CALENDARIO DE CULTIVO	50
	ANEJO V	51
	CÁLCULOS DE LA ESTRUCTURA	51
1.	CÁLCULO DE LAS ACCIONES DE VIENTO	53
1.1	Cálculo de la velocidad característica	53
1.1.1	Determinación de los coeficientes	54
1.2	Cálculo de la presión característica	56
1.3	Cálculo final de las acciones del viento	57
3.	JUSTIFICACIÓN DEL CÁLCULO	60
4.	CIMENTACIÓN	60
	ANEJO VI	63
	CÁLCULOS PÉRDIDAS DE CARGA	63
	CÁLCULO PÉRDIDAS DE CARGA	64
	ANEJO VII	69
	EVALUACIÓN ECONÓMICO-FINANCIERA	69
	DOCUMENTO Nº 3	76
	PLANOS	76
	PLANO GENERAL	78
	PLANTA/ FRONTAL/ PERFIL	79
	PLANO DETALLE	80
	DOCUMENTO Nº 4	81
	PLIEGO DE CONDICIONES	81
	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	81
	PRESUPUESTO	120
	DOCUMENTO Nº 5	121
	PRESUPUESTO	121
	MEDICIONES	123
	CUADRO DE PRECIOS	126
	PRESUPUESTO	129

DOCUMENTO Nº 1

MEMORIA

ÍNDICE/MEMORIA

ANEJO I	31
SITUACIÓN GEOGRÁFICA Y LOCALIZACIÓN	31
ANEJO II	35
ESTUDIO CLIMÁTICO	35
ANEJO III	39
ESTUDIO EDAFOLÓGICO	39
ANEJO IV	43
LIMITACIONES AGROCLIMÁTICAS DE LOS CULTIVOS	43
ANEJO V	51
CÁLCULOS DE LA ESTRUCTURA	51
ANEJO VI	63
CÁLCULOS PÉRDIDAS DE CARGA	63
ANEJO VII	69
EVALUACIÓN ECONÓMICO-FINANCIERA	69

1. OBJETO DEL PROYECTO

El objetivo del presente proyecto consiste en el cambio de actividad en una parcela destinada a cultivos de secano mediante el diseño y cálculo de la estructura de un invernadero (multitúnel) y su correspondiente sistema de riego. Conjuntamente a esto se plantea una rotación específica de cultivos encaminados al mercado ecológico para finalmente comprobar su viabilidad económica. El proyecto se plantea en una parcela arrendada del municipio de Huarte/Uharte, Comunidad Foral de Navarra.

2. LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN INICIAL

2.1 Situación geográfica

Huarte/Uharte se sitúa en la parte noroeste de la Cuenca de Pamplona la que a su vez se encuentra en el centro de la Comunidad Foral de Navarra. Su término municipal tiene una superficie de 3,7 km² y limita al norte con Esteribar y Ezcabarte, al este y al sur con Egüés, y al oeste con Villava/Atarrabia y Burlada.

El término municipal de Huarte/Uharte se extiende en la llanada de Pamplona, por lo que el terreno es ligeramente ondulado, excepto en la zona norte donde se levanta el cerro Oihana. El río Arga que cruza el término fertiliza las tierras de regadío existentes.

2.2 Parcela

La parcela cuenta aproximadamente con 2000 m² y se accede a la misma a través de la calle Dorraburu. Se encuentra en una zona en la que ya se encuentran otros invernaderos, facilitándonos de esta manera que la parcela disponga de una toma de agua y conexión eléctrica, necesarias para las infraestructuras que vamos a proponer. La finca actualmente se emplea para cultivos de secano. Se trata por tanto de un monocultivo cerealista.

2.3 Situación inicial

En la actualidad la superficie objeto de este proyecto se destina al cultivo de cereal mediante el arrendamiento a un tercero. Se trata por tanto, de una parcela de buen rendimiento pero que repercute en bajos ingresos para el propietario.

3. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA

A fin de comprobar la existencia de unas condiciones apropiadas para la transformación de la explotación objeto del proyecto, se han analizado diversos aspectos de interés tales como:

El conjunto de toda esta información queda recogida en el *Anejo I - "Situación geográfica y Localización"*.

3.1 Climatología

El estudio climático de la zona ha sido realizado a partir de los datos climáticos de la estación automática de Ilundain.

La zona objeto del proyecto posee un clima "de transición entre el clima netamente oceánico y el mediterráneo" con una precipitación media anual de 822,5 mm y una temperatura media anual aproximada de 12,4 °C. El mes más cálido es agosto con una temperatura media de 21,1°C y el mes más frío enero con una temperatura media de 4,6°C. Respecto a las precipitaciones, los meses más lluviosos corresponden a abril, octubre y noviembre, mientras que los menos lluviosos son los meses de julio y agosto. El periodo libre de heladas queda comprendido entre mediados de mayo a mediados de octubre.

Atendiendo a la clasificación climática de Papadakis, la zona en la que se encuentra la parcela posee un clima denominado "Mediterráneo templado", un régimen de humedad "Mediterráneo húmedo", un tipo de invierno av (Avena) y un tipo de verano M (Maíz), siendo por tanto la fórmula climática la siguiente: AvMME.

Los cultivos propuestos en la alternativa: tomate, lechuga, acelga, borraja y cebolla no presentan excesivas limitaciones agroclimáticas, adaptándose perfectamente a las condiciones climáticas existentes en la zona.

El conjunto de toda esta información queda recogida en el *Anejo II - "Estudio climático"*.

3.2 Edafología

Con objeto de asegurar la viabilidad del proyecto, se ha realizado un estudio edafológico referente a la zona objeto de la transformación. De este modo, se busca descartar la existencia de factores edáficos que resulten limitantes tanto para los cultivos propuestos en la alternativa como para la aptitud al riego de los mismos. Para ello se han utilizado datos provenientes de estudios realizados por el Gobierno de Navarra.

A partir del análisis granulométrico realizado, podemos concluir que nos encontramos ante un suelo cuya textura es arcillo limosa presentando asimismo una estructura de bloques angulares. En referencia a los diversos análisis realizados, el suelo a estudio ha quedado clasificado como: ligeramente alcalino, y medianamente salino.

Las características edafológicas de la parcela a estudio quedan expuesta con mayor detalle en el *Anejo III - "Estudio edafológico"*

4. DISEÑO DEL INVERNADERO

4.1 Descripción del invernadero

De entre todos los tipos de invernadero se ha elegido el multitunel puesto que es el que cubre mayor terreno, su altura es superior, presenta mayor capacidad de control de los factores climáticos, presenta gran resistencia ante los vientos fuertes y la reposición del plástico resulta sencilla. Su estructura prefabricada permite una instalación relativamente sencilla.

Las medidas del invernadero se han decidido teniendo en cuenta los tamaños comerciales que se encuentran en el mercado. Los invernaderos se venden por módulos, en nuestro caso el modulo será de 8 metros de ancho y 2,5 metros de largo. En este proyecto hemos considerado una largura total de 50 metros (20 módulos por cada capilla) y un total de 4 capillas. Se definen dos tipos de alturas: la altura al canalón (4 metros) y la altura a la cumbrera (5,3 metros). La inclinación inicial del arco será de 35º.

Como ya se ha mencionado la distancia entre apoyos es de 2,5 metros para los apoyos exteriores, aumentando a 5 metros para los interiores, facilitando el tránsito en el interior y reduciendo las sombras producidas.

Para la ventilación del invernadero se colocarán ventanas cenitales de medio arco, cubriendo desde el centro de la nave al canalón. El sistema de apertura está formado por motoredutores, eje de transmisión y conjunto de piñón y cremallera cada 2,5 metros. La longitud de la cremallera será de 50 metros.

Características generales:

- Número de naves: 4
- Ancho de cada nave: 8 m
- Longitud de las naves: 50 m
- Altura bajo canal: 4 m
- Altura al cenit: 5,3 m
- Tipo de pilar: 140 x 80 (cimentado)
- Recubrimiento en techos: Plástico
- Número de ventilaciones cenitales: 4 de tipo medio arco

4.2 Cálculo de la estructura

Para llevar a cabo el cálculo de la estructura hay que tener en cuenta la norma UNE-EN 13031-1 "Invernaderos. Proyectos y construcción. Parte 1: Invernaderos para producción comercial". Con esta norma se siguen las pautas para el cálculo, construcción, diseño, durabilidad, mantenimiento, producción y tolerancia de dimensión.

Primero se debe definir el periodo de vida útil del invernadero, para posteriormente clasificarlo entre Clase A o B:

- Clase A: el cerramiento no permite desplazamientos de la estructura como consecuencia de la acción de las cargas.
- Clase B: el cerramiento permite desplazamientos de la estructura como consecuencia de la acción de las cargas.

En nuestro caso la vida útil será de 15 años y el invernadero de clase A, dado que lo consideraremos como un invernadero hiperestático.

Una vez elegido el tipo de invernadero procedemos al cálculo de las cargas que afectan a la estructura. Según la norma UNE-EN 13031 estas serán:

- Acciones permanentes (G_{k1}): aquellas producidas por el peso propio de los componentes estructurales y no estructurales, excluyendo el de las instalaciones.
- Acciones permanentes de las instalaciones (G_{k2}): son las cargas debidas a las instalaciones de equipamiento permanente, tales como las de iluminación, sombra, regadío...
- Acciones de viento (Q_{k1}): son las cargas producidas por el viento sobre la estructura.
- Acciones de nieve (Q_{k2}): son las cargas producidas por la nieve sobre la estructura. Calculables en el Anexo C de la norma.
- Productos (Q_{k3}): son las cargas producidas por el propio peso de las plantas y que pasa a ser soportado por la estructura.

Hipótesis de carga

Todas las acciones que pudieran ocurrir al mismo tiempo, deben de considerarse simultáneamente. Se preverán los efectos más desfavorables de las combinaciones de las acciones con el objetivo de verificar el estado límite de servicio (ELS) y el estado limite último (ELU).

El Anexo E.11 de la norma UNE-EN 13031 explica que para el estado Español se tiene que tener en cuenta las siguientes combinaciones de acciones:

- a) Acciones permanentes + acciones permanentes de las instalaciones + acciones de viento + acciones de nieve + productos

$$1. \gamma_{G1} \cdot G_{k1} + \gamma_{G2} \cdot G_{k2} + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \Psi_{oQ3} \cdot \gamma_{Q3} \cdot Q_{k3}$$

$$2. \gamma_{G1} \cdot G_{k1} + \gamma_{G2} \cdot G_{k2} + \Psi_{oQ1} \cdot \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot Q_{k2} + \Psi_{oQ3} \cdot \gamma_{Q3} \cdot Q_{k3}$$

$$3. \gamma_{G1} \cdot G_{k1} + \gamma_{G2} \cdot G_{k2} + \Psi_{oQ1} \cdot \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \Psi_{oQ2} \cdot \gamma_{Q2} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot Q_{k3}$$

- b) Acciones permanentes + acciones de viento

$$1. \gamma_{G1} \cdot G_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot Q_{k2}$$

- c) Acciones permanentes + acciones permanentes de las instalaciones + productos + acciones verticales puntuales + acciones de las instalaciones presentes accidentalmente.

$$1. \gamma_{G1} \cdot G_{k1} + \gamma_{G2} \cdot G_{k2} + \Psi_{oQ3} \cdot \gamma_{Q3} \cdot Q_{k3} + \Psi_{oQ4} \cdot \gamma_{Q4} \cdot Q_{k4} + \Psi_{oQ5} \cdot \gamma_{Q5} \cdot Q_{k5}$$

$$2. \gamma_{G1} \cdot G_{k1} + \gamma_{G2} \cdot G_{k2} + \gamma_{Q5} \cdot Q_{k5}$$

En estas hipótesis de carga aparecen unos coeficientes que también se tendrán que calcular. La norma UNE 13031 los define y proporciona unas tablas en donde se puede consultar su valor que será diferente dependiendo de la hipótesis en la que estemos trabajando. Estos dos coeficientes son: el coeficiente parcial " γ " y el coeficiente de combinación " Ψ ".

Coefficientes parciales " γ ": están relacionados con la seguridad del invernadero. Este nivel de seguridad puede ser menor que el de estructuras de otro tipo, ya que solo pueden permanecer en las instalaciones personas autorizadas. El valor de este coeficiente para cada caso es:

Tabla1: Clasificación del estado límite. El valor mayor a utilizar cuando G1 actúa de forma desfavorable; el valor menor se toma cuando G1 actúa favorablemente.

Nombre	Símbolo	Estado límite de servicio	Estado limite último
Acción permanente	γ_{G1}	1,0	1,2/1,0
Acción permanente de la instalación	γ_{G2}	1,0	1,2/1,0
Acción del viento	γ_{Q1}	1,0	1,2
Acción de nieve	γ_{Q2}	1,0	1,2
Productos	γ_{Q3}	1,0	1,2
Acción vertical puntual	γ_{Q4}	1,0	1,2
Acción de las inst. No permanentes	γ_{Q5}	1,0	1,2

Para todas las acciones vamos a adoptar el valor del coeficiente $\gamma = 1,2$ ya que el tipo de invernadero en el que se va a trabajar es de clase A. Esto quiere decir que se trata de un invernadero hiperestático y ha sido diseñado considerando los Estados Límite de Servicio (ELS) y los Estados Límite Últimos (ELU). Por lo tanto se ha escogido como coeficiente de seguridad el coeficiente más alto, el que corresponde al ELU.

Coficiente de combinación “ Ψ ”: dependen de las combinaciones de acciones en invernaderos. Están determinados por regiones debido a la variación del viento, la nieve, el sismo y sus posibles apariciones simultáneas.

Tabla 2: Coeficientes de combinación Ψ

Combinación	Viento Ψ_{0Q1}	Nieve Ψ_{0Q2}	Productos Ψ_{0Q3}	Instalaciones no permanente Ψ_{0Q5}
A1(acciones A.1)	-	0,5	1,0	
A2(acciones A.2)	0,0	-	1,0	
A3(acciones A.3)	1,0	0,0	-	
C1(acciones C.1)			1,0	0,6

Los diferentes valores que adopta el coeficiente de combinación serán incluidos en las distintas hipótesis.

Elección de los valores de carga

Según la norma 13031 al construir el invernadero en el estado Español tendremos unas hipótesis de carga ya definidas. No se consideran ni las acciones sísmicas ni térmicas.

a) Acciones permanentes:

Son las producidas por el propio peso de los componentes estructurales y no estructurales, excluyendo el de las instalaciones.

El valor de las acciones es definido en el programa de cálculo de la estructura una vez que queda definido el material de las secciones, en este caso es acero en forma de perfiles huecos. Para los pilares perfiles huecos rectangulares o cuadrados, para los arcos, entutorados y refuerzos se utilizará perfiles huecos redondos.

b) Acciones permanentes de instalaciones:

En nuestro caso el invernadero consta solo de un sistema de riego automático. Se estima que el valor de la carga de acciones permanentes de la instalación a soportar por la estructura del invernadero sea de 20 N/m², equivalente a una carga de 2 kg/ m².

c) Acciones de viento:

Son las cargas producidas por el viento sobre la estructura del invernadero. Calcularemos las cargas a partir de la norma UNE 76209 "Acciones del viento en invernaderos comerciales".

Comenzamos averiguando la velocidad de referencia del viento prevista para la zona en la que se encuentra la parcela. Según el plano de la norma EN 1991-1-4 nos encontramos en una zona de viento Y, por tanto el valor del viento de referencia es de 28 m/s.

El siguiente paso es el de calcular la velocidad característica. La velocidad de referencia se modificará de acuerdo con unos coeficientes para poder calcular la velocidad la velocidad característica y así poder hallar la presión característica que ejerce el viento sobre la estructura del invernadero. Todos estos cálculos están incluidos en el anejo de Cálculos de este proyecto.

Los resultados obtenidos de la presión característica según los cálculos realizados son:

$$q_c = 1334,03 \text{ Pa}$$

Una vez halladas las presiones que produce el viento sobre la estructura del invernadero, se va a obtener el coeficiente de presión exterior c_{pe} . Según se establece en el Anexo B de la norma UNE 13031. Esta parte de la norma calcula este coeficiente dependiendo de la dirección del viento, el grado de inclinación de la cubierta y del tipo de invernadero que se quiere calcular.

En la nave se hace distinción dentro de esta clase de estructura dependiendo de si $h/s \geq 0,2$ o no, donde h es la altura al canalón y s es la anchura de cada nave. En nuestro caso :

$$h/s = 4/8 = 0,5 \geq 0,2$$

Una vez hallado este dato se puede consultar una tabla en la misma norma donde se pueden obtener los coeficientes de presión c_{pe} para cubiertas curvas de invernaderos multinares con canalón. Estos coeficientes dependen de la dirección del viento, del ángulo de inclinación de la cumbrera, de la zona en la que incida el viento y de la nave en la que se esté estudiando:

Tabla 3: Valores de los coeficientes de presión externa de viento, C_{pe} , para un multitunel (con canalón), con viento perpendicular (0°) y paralelo (90°). Ver zonificación en figuras 1a y b.

Dirección del viento	Nave	Angulo	A
0°	Primera	0° a 55°	+0,3
		55° a 70°	-1,0
		70° a 115°	-1,0
		115° a canalón	-0,4
	Segunda	De canalón hasta 80°	-0,2
		80° a 100°	-0,9
		100° hasta canalón	-0,3
	Tercera y siguientes	De canalón hasta 80° 80° a 100° 100° hasta canalón	$0,6 c_p$ de la segunda nave

Dirección del viento	h/w	K	L	M
0°	$\leq 0,4$	+0,6	-0,3	-0,3
	$\geq 0,6$	+0,6	-0,6	-0,4
Dirección viento	Ángulo	N	O	P
90°	Todos	-0,2	0,7	-0,3

Las zonas A, K, L, M, N, O y P se definen en un esquema que se presenta a continuación:

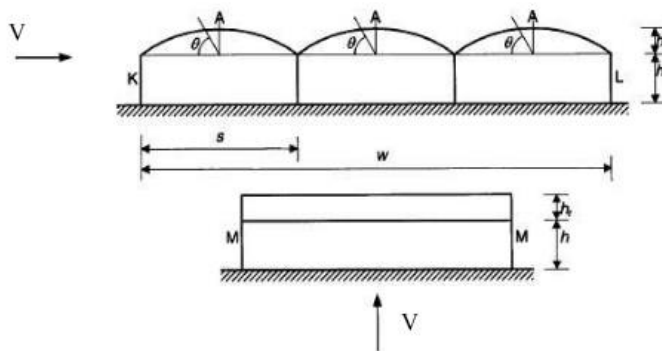


Figura 1a: Zonificación para paredes y cubiertas de un invernadero multinares, con canalón (viento perpendicular).

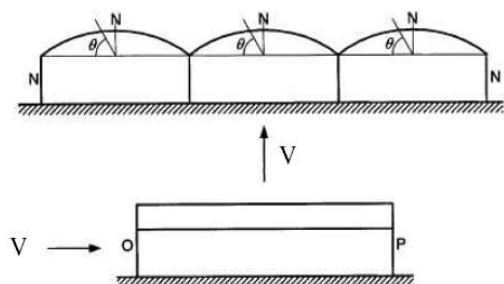


Figura 1b: Zonificación para paredes y cubiertas de un invernadero multinave, con canalón (viento paralelo).

Procedemos al cálculo de las acciones de viento para los dos casos de dirección del viento que propone la norma, dirección del viento 0° y 90° .

Viento perpendicular (0°):

Lateral K: 0,6. $p_c = 80,04 \text{ kg/m}^2$

Primera nave y lateral L: 0,3. $p_c = 40,02 \text{ kg/m}^2$

Segunda nave: 0,2. $p_c = 26,68 \text{ kg/m}^2$

Tercera nave y siguientes: 0,12. $p_c = 16 \text{ kg/m}^2$

Viento paralelo (90°):

O: 0,7. $p_c = 93,38 \text{ kg/m}^2$

P: 0,3. $p_c = 40,02 \text{ kg/m}^2$

d) Acciones de nieve:

Estas acciones están referidas a las cargas producidas por la nieve sobre la estructura.

En un supuesto caso de contar con un sistema de calefacción en el interior del invernadero ayudaría al derretimiento de la nieve de la cubierta, y por tanto a la disminución de la carga producida por ésta. A la hora de calcular la carga de la nieve se aplicaría un coeficiente que minorase el valor.

En nuestro caso, en principio no vamos a instalar ningún equipo de calefacción, por lo que calcularemos la acción de la nieve para el caso más desfavorable.

Para realizar el cálculo de las acciones de nieve se ha recurrido a la norma de edificación CTE-DB-A, en la cual aparece una tabla de sobrecarga de nieve sobre superficie horizontal:

Tabla 4: Datos de sobrecarga de nieve sobre superficie horizontal según la altitud topográfica de la zona.

Altitud topográfica h (m)	Sobrecarga de nieve (kg/m ²)
0 a 200	40
201 a 400	50
401 a 600	60
601 a 800	80
801 a 1000	100
1001 a 1200	120
>1200	h:10

La cubierta del invernadero no es una superficie horizontal sino que se trata de un arco el cual tiene un ángulo de inicio de 35º con la horizontal, dato que se tiene en cuenta.

Estos valores al estar sacados de una norma de edificación son unos valores muy elevados. Por tanto se van a multiplicar por un coeficiente que aparecen en el anexo C de la norma UNE 13031, de manera que el valor se acerque más a la realidad.

Interpolando la altitud a la que se encuentra la parcela conseguimos el valor de la carga de nieve y por tanto el valor de la sobrecarga:

$$Q_{k2}=33,48 \text{ kg/m}^2$$

e) Acciones de Productos:

Las acciones de los productos son las cargas producidas por los pesos de las plantas y productos que soporta la estructura. El valor mínimo característico de las cargas se debe tener en cuenta como uniformemente distribuida en planta y como acciones verticales.

Cuando las cargas de productos se transmiten a la estructura a través de cables horizontales, el efecto de estas fuerzas debe ser aplicado a la estructura en los soportes de los cables.

Dado que se prevé la necesidad de un entutorado para el crecimiento vertical de ciertos cultivos, añadiremos la carga de los productos a las acciones realizadas sobre la estructura del invernadero.

De entre los posibles cultivos que sostendrían su peso sobre la estructura del invernadero, el más pesado es la planta de Tomate, de manera que la tomaremos como referente para el cálculo. La norma UNE 13031 da una serie de valores mínimos de carga:

Cosecha de Tomate (Q_{k3}):

- 0,15 KN/m² Cultivo en suelo
- 0,2 KN/m² Cultivo hidropónico

Tomaremos el mayor de los valores para estar por el lado de la seguridad, aunque nuestro cultivo sea directamente en el suelo.

Cuadro resumen de acciones

Tabla 5: Cuadro resumen de acciones.

Viento P_c (kg/m ²)	Nieve Q_{k2} (kg/m ²)	Productos Q_{k3} (kg/m ²)	Instalaciones G_{k2} (kg/m ²)	TOTAL
133,4	33,48	20	2	188,88

Hipótesis de carga finales

Únicamente se van a considerar las tres hipótesis del apartado A. Esta medida se toma porque las hipótesis de ese apartado abarcan a las otras hipótesis de los apartados B y C. Para calcular la estructura nos ponemos en el caso más desfavorable, aunque puede que este caso nunca se dé. De manera que los perfiles que se obtienen estén preparados para soportar las condiciones más adversas. Por tanto el resultado que se obtendría de los resultados B y C siempre será inferior al obtenido en el apartado A, ya que actúan todas las acciones a la vez.

Sustituyendo los coeficientes por sus valores:

- a) Acciones permanentes + acciones permanentes de las instalaciones + acciones de viento + acciones de nieve + productos

$$1. 1,2. G_{k1} + 1,2. G_{k2} + 1,2. Q_{k1} + 0,5. 1,2. Q_{k2} + 1.1,2 Q_{k3}$$

$$2. 1,2. G_{k1} + 1,2. G_{k2} + 0.1,2. Q_{k1} + 1,2. Q_{k2} + 1.1,2 Q_{k3}$$

$$3. 1,2. G_{k1} + 1,2. G_{k2} + 1.1,2. Q_{k1} + 0. 1,2. Q_{k2} + 1,2 Q_{k3}$$

De manera que multiplicando los coeficientes las hipótesis finales son:

$$1. 1,2. G_{k1} + 1,2. G_{k2} + 1,2. Q_{k1} + 0,6. Q_{k2} + 1,2 Q_{k3}$$

$$2. 1,2. G_{k1} + 1,2. G_{k2} + 1,2. Q_{k2} + 1,2 Q_{k3}$$

$$3. 1,2. G_{k1} + 1,2. G_{k2} + 1,2. Q_{k1} + 1,2 Q_{k3}$$

La hipótesis 1 es la situación más desfavorable, para el invernadero ya que en ella la estructura tiene que soportar todas las acciones a la vez, por tanto únicamente calcularemos la estructura para la hipótesis 1.

4.3 Justificación del cálculo y descripción de la estructura

Para la realización de estos cálculos se ha utilizado tanto las hipótesis anteriormente citadas como las sobrecargas. Con todo ello se ha trabajado en un programa de cálculo estructural llamado CYPE

Los perfiles obtenidos en este programa cumplen con el CTE. Los resultados obtenidos son los siguientes:

Tabla 6: Determinación de los elementos estructurales.

Pilares	Arco	Entutorado	Refuerzos
PHR 140.80.5	PHO 125.4	PHO 90.5	PHO 45.2

4.4 Cimentación

Preparación del terreno

El cimiento es aquella parte de la estructura encargada de transmitir las cargas del edificio al terreno.

El terreno donde se construirá el invernadero es prácticamente plano, de todas formas son admisibles pendientes máximas del 3%(longitudinal) y 2%(transversal).

La pendiente longitudinal mínima admisible para la evacuación de aguas es de 0,5%.

Preparación de hoyos

Después de haber determinado el perímetro del invernadero y las alineaciones de las filas de pilares intermedios, se marcan las posiciones de los hoyos cada 2,5 metros en los laterales y a 5 metros en las centrales.

Las dimensiones de los hoyos deben de cumplir que la tensión máxima que soporta el terreno sea inferior a la tensión admisible del mismo. Para conocer la tensión admisible del terreno se utiliza la norma CTE-DB-SE-C, que describe la presión admisible en un terreno bajo cargas verticales dependiendo fundamentalmente de la naturaleza del terreno y las dimensiones de la zapata.

Tabla 7: Tensión admisible según la cohesión del tipo de terreno.

Naturaleza del terreno	Presión admisible en kg/cm ² , para profundidad de cimentación en m de:				
	0	0,5	1	2	≤3
Terrenos con cohesión:					
Arcillosos blandos	-	-	1	1	1
Arcillosos fluidos	-	-	0,5	0,5	0,5

El terreno en el que se levantará la construcción se considera un terreno con cohesión entre arcilloso blando y arcilloso fluido (tal y como se desprende del informe del suelo). La profundidad de cimentación se va a realizar de 0,5 metros por tanto los valores de la presión admisible será algo menor a 1kg/cm².

Para que el cálculo sea válido la tensión máxima que soporta el terreno tiene que ser inferior a la tensión admisible.

Según los cálculos:

$$\sigma_{max} = 0,08 \text{ kg/cm}^2 \leq \sigma_{adm}$$

La tensión producida por las cargas es muy inferior a la admisible.

Fabricación de los cimientos

Se aprovechará el propio hoyo para dar forma a la zapata. Para poder introducir el pilar en la zapata se va a colocar una pieza, de geometría igual a la del pilar y de dimensiones ligeramente mayores, durante el secado del hormigón de manera que el pilar pueda introducirse y sacarse sin ningún problema. La sujeción entre el pilar y esta pieza se realizará mediante un tornillo que trabajará a cortadura.

4.5 Materiales empleados

Materiales empleados en la estructura

La estructura es un armazón constituido por pies derechos, vigas, cabios, correas, etc., que soportan la cubierta, el viento, la lluvia, la nieve, las instalaciones, productos... Las estructuras de los invernaderos deben de reunir las siguientes condiciones:

- Deben ser ligeras y resistentes.
- De material económico y fácil conservación.
- Susceptibles de poder ser ampliadas.
- Adaptables y modificables a los materiales de cubierta.

La estructura será íntegramente metálica, se utilizará acero S 235 JR, cumpliendo la norma EAE (2011) en este caso con una capa protectora de galvanizado.

Descripción de los perfiles utilizados

Se utilizarán perfiles huecos, rectangulares para los pilares, redondos para los arcos y redondos también pero de diámetro menor para refuerzos.

El perfil hueco redondo tiene sección anular de diámetro exterior “d” y espesor “e” no mayor de 0,1d ni menor que 0,025d, los términos de sección se detallan en la tabla 2.A2.1 de la norma.

El perfil hueco cuadrado tiene sección cuadrada hueca, de lado a y espesor e no mayor que 0,1a ni menor que 0,025a con aristas redondeadas. Las dimensiones y los términos de sección se detallan en la tabla 2.A2.2 de la norma.

El perfil hueco rectangular tiene sección rectangular hueca de lados $a > b$ y de espesor e no mayor que 0,1b ni menor que 0,025a con aristas redondeadas. Las dimensiones y los términos de sección se detallan en la tabla 2.A2.3 de la norma.

a) Estructura:

- Pilar:

Tubo rectangular PHR galvanizado de 140 x 80 mm x 2mm de 4 metros bajo canal.

En líneas exteriores a 2,5 metros y en líneas interiores cada 5 metros.

- Arco:

Tubo redondo PHO de \varnothing 100 mm, situado entre sí a 2,5 metros.

- Refuerzos:

Refuerzos laterales y frontales de para placa de 30 x 30 mm.

- Entutorado:

Elementos tubulares espaciados cada 5 metros que rigidizan el conjunto arco-barra entutorado.

- Canalón:

Perfil de 5 m, 250 mm de ancho y 2 mm de espesor entre unión de naves (y 190 mm de ancho y 1,5 mm de espesor en canalones laterales) que permite un desagüe eficaz y acceso fácil a la parte superior del invernadero. En ambas aletas presenta orificios cada 33 cm para unión atornillada a perfil para plástico.

- Cabezal:

Elemento estructural que realiza la unión entre pilares, arcos, canalones y entutorados. Se presenta estampado en una única pieza de acero galvanizado de 2,5 mm de espesor.

- Refuerzos frontales:

Formado por dos pilares cierres fijos de tubo redondo de \varnothing 75 mm.

- Refuerzos longitudinales:

2 refuerzos "Cruz de San Andrés" de \varnothing 42 mm al principio y final de las líneas y cada 20 metros.

- Puertas:

Puerta frontal de dimensiones 3,5 x 3 m en perfil tubular, galvanizado y con recubrimiento de PVC. Se compone de 2 hojas independientes de 1,5 m de anchura y con sistema de corredera.

b) Aireaciones:

La ventilación escogida es de tipo cenital de medio arco. El número de ventilaciones cenitales que se van a colocar es de 4. Cada ventana, con punto de giro en el cénit, cubre desde el centro de la nave hasta el canalón. El sistema de apertura está formado por un motoreductor que transmite el movimiento mediante acoplamiento de cadena a un eje de transmisión y conjuntos de piñón cremallera cada 2,5 m.

Material para el lateral y la cumbrera

Para el lateral se ha escogido policarbonato celular, ya que es resistente a los impactos y tiene una elevada transmisión de luz.

Para la cumbrera se necesita un plástico flexible que se adapte a la curvatura del invernadero. Se ha elegido el copolímeroetil-acetato de vinilo (EVA). Los problemas que puede presentar son su excesiva plasticidad y su adherencia al polvo. De entre los films es el que presenta mayor resistencia a los rayos UV. Sujeción mediante un perfil metálico y dos perfiles de PVC.

Para estos materiales, ninguno de los dos influye en los cálculos de la resistencia de la estructura ya que se desprecia el peso total del plástico frente al resto de cargas que son muy superiores.

5. DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO

Se ha decidido instalar un sistema de riego que permita el aporte de agua tanto mediante microaspersores como por goteo debido a las distintas necesidades de los cultivos que se prevé implantar.

Para obtener la necesidad diaria para todo el invernadero se tiene en cuenta que el riego está dividido en sectores y no se riegan todas a la vez, sino de uno en uno por medio de unas válvulas con temporizador. Por tanto:

- Superficie: 400 m² por sector
- 2 ramales/sector
- 25 microaspersores/ramal
- Caudal de cada microaspersor: 128 l/h
- Caudal total/sector: 6400 l/h

5.1 Diseño y dimensionamiento de la red de tuberías

Introducción

La red de distribución va a comprender las conducciones por las que va a circular el agua y el sistema de fertirrigación que nos dará la opción de aportar abonos a través del circuito de riego.

La conducción del agua consiste en una tubería principal de 70 metros de longitud que parte de una arqueta situada en el exterior del invernadero donde se encuentra una toma de agua procedente de la red general. Una vez que la conducción general alcanza el interior del invernadero se hace discurrir por la parte superior de la estructura (a 2 metros de altura) atravesando la parte frontal del invernadero. De esta conducción principal parten cuatro tomas destinadas al riego por microaspersión y dos tomas más al el riego por goteo. Desde estas tomas se dispensa el agua a cada uno de los sectores a través de estas tuberías que he llamado “de inicio”, de donde parten las tuberías laterales portadoras de los microaspersores o goteros.

Al margen de las tuberías, hay otros elementos que deben tenerse en cuenta. Deberán colocarse “Tes” de derivación para las ramificaciones existentes a partir de la tubería principal. Se colocarán codos en aquellas curvas de la red que no puedan ejecutarse mediante tolerancia de giro de las juntas de las tuberías. Asimismo, se determinará la necesidad de colocar piezas de valvulería a lo largo de la red.

Situado junto a la toma de agua se dispondrá un inyector que nos permita, cuando sea necesario, el aporte de abonos a través del sistema de riego.

No se prevé la instalación de filtros puesto que se toma el agua directamente de la red general garantizando su limpieza y por tanto, siendo baja la probabilidad de obturaciones de las piezas del sistema de riego.

Trazado de la red

El trazado de la red de distribución se realiza en la medida de lo posible atendiendo a una serie de criterios que tienen por objeto minimizar el coste de instalación y mantenimiento de la red, al tiempo que tratan de garantizar su eficacia técnica. En primer lugar se atiende al trazado en planta, para posteriormente realizar el rasanteo.

Trazado de la red en planta

Los criterios que se han seguido para realizar este trazado son los expuestos a continuación:

- Minimizar la longitud de la tubería instalada.
- Procurar que la tubería transcurra por lugares accesibles para facilitar su reparación en caso de avería.
- Evitar un trazado excesivamente sinuoso con la consiguiente instalación de codos y anclajes. Así mismo, trazar las curvas mediante tolerancia de giro en las juntas de unión entre las tuberías.

El trazado en planta resultante queda representado en el plano nº 2

Rasanteo

El rasanteo se realiza atendiendo a los siguientes criterios:

- La profundidad mínima de enterramiento será de 30 cm desde la generatriz superior de la tubería hasta la superficie. De esta manera se evita cualquier tipo de daño por labor agrícola o aplastamiento.
- Ninguna de las zanjas alcanzará la profundidad de 50 cm para evitar el encarecimiento excesivo de la acción.
- Las tuberías van asentadas sobre una cama de arena de 10 cm de espesor.

5.2 Piezas especiales y valvulería

A continuación se detallan algunos elementos del sistema de distribución, tales como cados, reducciones y “tes” de derivación.

Codos

Se colocan en aquellos puntos de la red en los cuales hay un cambio de dirección que queda fuera de la tolerancia de giro que permiten las juntas de las tuberías. Dependiendo del giro que sea necesario, se coloca un codo de 90° o uno de 45°. En el caso que nos ocupa, los codos a colocar son todos de 90°.

“Tes” de derivación

En aquellos puntos de la red en los que produzcan bifurcaciones o derivaciones será necesaria la colocación de una “te” de derivación.

Válvulas de corte

Se colocan válvulas de corte con el objetivo que si se produce una avería en alguno de los ramales, pueda cerrarse y que el resto de la red siga en funcionamiento.

5.3 Sistema de fertirrigación

El equipo de fertirrigación se coloca directamente en la línea del suministro principal de agua, usando el agua que le entra desde la red como fuente de energía. Al entrar el agua dentro del dosificador succiona el concentrado de acuerdo a la proporción escogida. Esta proporción se mantiene constante a pesar de las variantes del caudal o de la presión que ocurran en la línea principal. Dentro del

dosificador, el concentrado se mezcla con el agua en la cámara interna de mezclado, de manera que la mezcla abandona el inyector por medio de la tubería de salida.

5.4 Materiales empleados

Tubería principal:

- Tubería PVC $\varnothing 63$ (10 atm) 70 m
- Te $\varnothing 63$ PVC 4+2
- R (reductor) PVC 63-50 4+4
- Electroválvulas 1 ½ 8
- Terminaciones 50-1 ½ 12

Tubería de inicio:

- Te 50-32 PVC 4
- Codo $\varnothing 50$ PVC 4
- R (reductor) 50-32 PVC 4
- Tubería $\varnothing 63$ PVC (10 atm) 10 m
- Term 32- 1 pulgada 8
- Vpr 1 pulgada 8

Tuberías laterales de microaspersión:

- PE $\varnothing 32$ A.D. (10 atm) 400 m
- Tapón o valv. Descarga 8

Ramales goteo:

- PE $\varnothing 50$ (empalme 4 atm) 32
- Tomas goteo $\varnothing 16$ (cada gotero a 30 cm) 1600 m

Microaspersores:

- Kit microaspersión 200
- Alambre 400 m
- Tensores 16
- Bridas nylon 125
- Bridas pequeñas 200

Cabezal conexión general:

- Inyector abonos $\varnothing 25$: Dosatrón DI-16 2%
- Programador 8 sectores

6. CULTIVO ECOLÓGICO Y ALTERNATIVA DE CULTIVO PROPUESTA

La producción ecológica en invernadero reúne una serie de requisitos de manejo y técnicas de cultivo que la convierten en una de las modalidades productivas donde más importancia adquiere el manejo integral de dicho invernadero. De la misma forma, el invernaderista debe saber conjugar todos los factores que influyen en la producción para aprovecharlos a su favor y conseguir una producción rentable, sostenible en el tiempo y de calidad.

De forma general, la producción ecológica está basada en diversos principios e ideas, recogidos en diversas normativas, y con variados fines. Entre otros podemos apuntar:

- Producir, en cantidad suficiente, alimentos y otros productos de gran calidad.
- Mantener y mejorar a largo plazo la fertilidad y la actividad biológica del suelo, utilizando métodos culturales, biológicos y mecánicos adaptados a las características locales de cada zona, evitando la dependencia de factores externos a la explotación.
- Mantener y fomentar la biodiversidad agrícola a través de la utilización de sistemas de producción sostenibles. Esto es, deben ser capaces de prolongarse en el tiempo y económicamente rentables.

6.1 Normativa y fundamentos legales

Para poder homologar las producciones obtenidas en todo el ámbito comunitario, la Unión Europea fijó las condiciones de empleo de la denominación Agricultura Ecológica para productos vegetales agrícolas. En ellas, se fijaron unas normas mínimas que sirvieran como un marco de referencia para que las autoridades u organismos de control desarrollasen, tomando en consideración las condiciones locales, sus propias normas nacionales o regionales.

La horticultura ecológica a la que vamos a hacer referencia es la realizada de acuerdo con estas normas de producción elaboradas por la Unión Europea en el Reglamento (CE) NO 834/2007 y las del Decreto Foral 617/1999.

Según queda definido en dichas normativas, el método de producción ecológica es un método específico de producción, e implica que para la producción de vegetales deben cumplirse varios principios en las explotaciones:

- 1- Mantenimiento e incremento de la fertilidad y actividad biológica del suelo. Esto se realizará mediante:
 - El cultivo de leguminosas como abonos verdes.
 - La incorporación al terreno de estiércoles y abonos orgánicos obtenidos de residuos procedentes de explotaciones agrícolas y/o ganaderas cuya producción se atenga también a las normas de producción ecológica.

- En la medida en que la nutrición adecuada de los cultivos o que el acondicionamiento del suelo no sea posible únicamente con los medios arriba mencionados, podrán realizarse incorporaciones de fertilizantes orgánicos o minerales expresamente autorizados.
- 2- La lucha contra los parásitos, enfermedades y malas hierbas deberá realizarse mediante la acción conjunta de las siguientes medidas:
- a) Selección de variedades y especies adecuadas (más resistentes).
 - b) Adecuado programa y selección de rotación de cultivos.
 - c) Medios mecánicos de cultivo.
 - d) Protección de los enemigos naturales de las plagas mediante medidas que los favorezcan (implantación de setos, diseminación de fauna auxiliar, cultivos intercalados,...)
 - e) Sólo en caso de que un peligro inmediato amenace el cultivo, podrá recurrirse al uso de los productos fitosanitarios autorizados.
- 3- En cuanto al material vegetal a utilizar, las normativas señalan que:
- a) Sólo se utilizarán semillas o material de reproducción vegetativa que se haya obtenido mediante el método de producción ecológico.
 - b) Los OGM (Organismos Genéticamente Modificados) y los productos obtenidos a partir de éstos, se consideran incompatibles con los métodos de producción ecológicos.
 - c) Las parcelas que vayan a ser cultivadas mediante este método habrán tenido un periodo de conversión de DOS años, durante los cuales, las prácticas que en ellas se realicen serán las propias de agricultura ecológica.

6.2 Alternativa de cultivos

Como ya ha sido mencionado, en la actualidad la parcela está destinada al cultivo de cereal. Con el cambio de actividad que se plantea se pretende lograr la producción de otro tipo de cultivos como son las hortalizas además de una intensificación de su producción mediante el regadío y la protección otorgada por el invernadero.

La alternativa propuesta en este estudio incluye un cultivo de Tomate en la totalidad del invernadero que permanezca de abril a septiembre, para posteriormente ser sustituido por cultivos de Acelga, Borraja, Lechuga, Ajo-Cebolla en cada una de las capillas.

Se describen las características de cada cultivo utilizado en la alternativa y los periodos de siembra/plantación y recolección de los mismos en el *Anejo IV "Evaluación Económico-Financiera"*.

7. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

La finalidad del “Estudio de Seguridad y Salud en el trabajo” es la definición de las medidas preceptivas de higiene y bienestar de los trabajadores y las medidas preventivas adecuadas a los riesgos de accidentes y enfermedades profesionales que comporta la realización de la obra y los trabajos de implantación, conservación y mantenimiento de las instalaciones. Asimismo se indican las características de las instalaciones para el bienestar e higiene de los trabajadores que se ubicarán en la obra. Otros aspectos como la formación de los trabajadores o la señalización de las obras serán también considerados en este estudio.

El presupuesto final del Estudio de Seguridad y Salud del presente proyecto asciende a la cantidad de: 1.180 euros.

La totalidad del estudio queda recogido en el “Documento nº 4 - Estudio de Seguridad y Salud”.

8. PRESUPUESTO

A continuación se expone el presupuesto del proyecto. El presupuesto completo que incluye mediciones, cuadro de precios y presupuesto general queda recogido en el *Documento VI “Presupuesto”*.

RESUMEN DE PRESUPUESTO

1- ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO	12.271 euros
2- CIMENTACIONES	7.797 euros
3- ESTRUCTURAS DE ACERO	51.475 euros
4- SISTEMA DE RIEGO	8.662 euros
5- SEGURIDAD Y SALUD	1.200 euros
6- OTROS	2.600 euros
TOTAL	83.987 euros

9. EVALUACIÓN ECONÓMICO-FINANCIERA

Previo a la realización de cualquier proyecto es imprescindible analizar la viabilidad económico-financiera del mismo. De esta forma en un proyecto de estas características que precisa de una inversión inicial importante, es de vital importancia estudiar la viabilidad de dicha inversión.

Por los motivos expuestos, se ha realizado un estudio de viabilidad económico considerando una serie de indicadores de rentabilidad. Estos son los valores reflejados por estos indicadores:

- Valor Actual Neto (V.A.N.):

V.A.N 7% = 131.563 euros

V.A.N 10% = 98.579 euros
- Tasa Interna de Rendimiento (T.I.R): 33,44%
- Plazo de recuperación de la inversión: 7 años

Atendiendo a lo mostrado en el *Anejo VI* "Evaluación económico-financiera", se observa como la totalidad de los indicadores estudiados ponen de manifiesto que el presente proyecto es económicamente viable, presentando un periodo de recuperación relativamente corto.

DOCUMENTO Nº 2

ANEJOS

ÍNDICE / ANEJOS

ANEJO I	31
SITUACIÓN GEOGRÁFICA Y LOCALIZACIÓN	31
ANEJO II	35
ESTUDIO CLIMÁTICO	35
ANEJO III	39
ESTUDIO EDAFOLÓGICO	39
ANEJO IV	43
LIMITACIONES AGROCLIMÁTICAS DE LOS CULTIVOS	43
ANEJO V	51
CÁLCULOS DE LA ESTRUCTURA	51
ANEJO VI	63
CÁLCULO PÉRDIDAS DE CARGA	64
ANEJO VII	69
EVALUACIÓN ECONÓMICO-FINANCIERA	69

ANEJO I

SITUACIÓN GEOGRÁFICA Y LOCALIZACIÓN

ÍNDICE / SITUACIÓN GEOGRÁFICA Y LOCALIZACIÓN:

1.SITUACIÓN GEOGRÁFICA	33
2.PARCELA	33
3.LOCALIZACIÓN	33

1. SITUACIÓN GEOGRÁFICA

Huarte/Uharte se sitúa en la parte noroeste de la Cuenca de Pamplona la que a su vez se encuentra en el centro de la Comunidad Foral de Navarra. Su término municipal tiene una superficie de 3,7 km² y limita al norte con Esteribar y Ezcabarte, al este y al sur con Egüés, y al oeste con Villava/Atarrabia y Burlada.

El término municipal de Huarte/Uharte se extiende en la llanada de Pamplona, por lo que el terreno es ligeramente ondulado, excepto en la zona norte donde se levanta el cerro Oihana. El río Arga que cruza el término fertiliza las tierras de regadío existentes.

2. PARCELA

La parcela cuenta aproximadamente con 2000 m² y se accede a la misma a través de la calle Dorraburu. Se encuentra en una zona en la que ya se encuentran otros invernaderos, facilitándonos de esta manera que la parcela disponga de una toma de agua y conexión eléctrica, necesarias para las infraestructuras que vamos a proponer. La finca actualmente se emplea para cultivos de secano. Se trata por tanto de un monocultivo cerealista.

3. LOCALIZACIÓN



Figura 2: Vista general de la zona en la que se localiza la finca en estudio.

Figura 1: Vista general del mapa de la Comunidad Foral de Navarra destacando el área ocupada por el municipio de Huarte/Uharte.

Figura 3: Vista general de la finca en estudio delimitando su extensión.

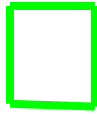


Figura 4: Demarcación de cotas en una vista general de la finca.

ANEJO II

ESTUDIO CLIMÁTICO

ÍNDICE / ESTUDIO CLIMÁTICO:

1.INTRODUCCIÓN	37
2.CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA Y VALORES CLIMATOLÓGICOS	37
3.CONCLUSIONES	38

1. INTRODUCCIÓN

A continuación se analiza el estado climatológico del área de interés mediante una tabla resumen con datos registrados en la estación meteorológica de Ilundain, a escasos kilómetros de nuestra parcela, entre los años 1979 y 2009, obtenida del servicio de climatología del Gobierno de Navarra.

2. CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA Y VALORES CLIMATOLÓGICOS


Ilundáin MAN


:: Estaciones ::

ESTACIÓN MANUAL

Latitud: 4736982 Longitud: 620014 Altitud: 555 m
Periodo Precipitación: 1979-2009 Periodo Temperatura: 1979-2009

Clasificaciones climáticas:

Köppen:  **Cf2b: Clima marítimo de costa occidental (oceánico).** 2 meses secos.
Clima templado de veranos frescos. Las lluvias están bien repartidas a lo largo de todo el año, por lo que no existe una estación seca. Aunque sí hay meses con $P < 2T$. Se trata de un clima de transición entre el clima netamente oceánico, sin meses secos, y el mediterráneo.

Papadakis:  Grupo climático: **Meth: Mediterráneo templado**
Tipo de invierno: De avena (Av)
Tipo de verano: De maíz (M)
Régimen hídrico: Mediterráneo húmedo (ME)
Fórmula climática: AvMME

Valores climatológicos normales:

Parámetro	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Año
Precipitación media (mm)	66.8	61.8	67.2	91.9	76.4	55.5	40.9	41.6	56.6	82.6	94.9	86.1	822.5
Precipitación máxima 24 horas (mm)	50.0	38.3	49.5	67.0	51.0	48.0	65.6	76.5	80.5	68.7	63.0	65.6	80.5
Días de lluvia	12.7	10.2	10.7	14.4	13.6	8.0	6.1	6.5	7.7	12.4	12.9	12.5	127.6
Días de nieve	1.8	2.0	1.6	0.9	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	1.6	8.6
Días de granizo	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6
Temperatura máxima absoluta (°C)	19.0	21.0	25.7	28.3	36.4	39.5	41.0	41.0	38.0	34.0	23.0	19.3	41.0
Temperatura media de máximas (°C)	8.1	10.1	13.4	15.1	19.6	24.6	28.1	28.1	24.0	18.3	11.9	8.7	17.5
Temperatura media (°C)	4.6	5.8	8.5	10.1	14.1	18.2	20.9	21.1	17.9	13.6	8.1	5.3	12.4
Temperatura media de mínimas (°C)	1.0	1.6	3.6	5.1	8.5	11.8	13.8	14.2	11.9	9.0	4.3	1.8	7.2
Temperatura media de mínimas absolutas (°C)	-5.7	-5.0	-2.4	-0.9	2.6	6.3	8.7	9.1	6.4	2.4	-2.5	-5.0	1.2
Temperatura mínima absoluta (°C)	-15.6	-13.5	-11.2	-4.0	-2.0	2.5	6.0	4.2	3.0	-2.0	-8.0	-10.4	-15.6
Días de helada	12.6	9.6	6.2	2.4	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	5.5	10.4	47.3
ETP: Evapotranspiración potencial, índice de Thornthwaite (mm)	9.9	13.9	29.4	40.2	71.6	102.7	126.2	118.7	82.8	51.9	21.9	11.7	680.9

3. CONCLUSIONES

- La zona objeto del proyecto posee un clima “de transición entre el clima netamente oceánico y el mediterráneo” con una precipitación media anual de 822,5 mm y una temperatura media anual aproximada de 12,4 °C. El mes más cálido es agosto con una temperatura media de 21,1°C y el mes más frío enero con una temperatura media de 4,6°C. Respecto a las precipitaciones, los meses más lluviosos corresponden a abril, octubre y noviembre, mientras que los menos lluviosos son los meses de julio y agosto. El periodo libre de heladas queda comprendido entre mediados de mayo a mediados de octubre.
- Atendiendo a la clasificación climática de Papadakis, la zona en la que se encuentra la parcela posee un clima denominado “Mediterráneo templado”, un régimen de humedad “Mediterráneo húmedo”, un tipo de invierno av (Avena) y un tipo de verano M (Maíz), siendo por tanto la fórmula climática la siguiente: AvMME.
- Algunos aspectos a destacar son los siguientes: Se registran heladas en seis de los doce meses del año. Puesto que no vamos a instalar ningún tipo de calefactor no podemos pensar que la estructura del multitunel por si misma puede proteger a cualquier cultivo de las bajas temperaturas que se registran, de manera que contemplaremos cultivos resistentes a esas bajas temperaturas durante los meses más fríos. Lo que el multitunel si nos permitirá será la protección ante las heladas débiles, permitiéndonos adelantar o retrasar los periodos de cultivo para obtener un mayor beneficio por el producto a la hora de su venta.
- Los cultivos propuestos en la alternativa: tomate, lechuga, acelga, borraja y cebolla no presentan excesivas limitaciones agroclimáticas, adaptándose perfectamente a las condiciones climáticas existentes en la zona.

ANEJO III

ESTUDIO EDAFOLÓGICO

ÍNDICE / ESTUDIO EDAFOLÓGICO:

1. ANÁLISIS DE SUELO	41
2. DESCRIPCIÓN DE LOS HORIZONTES	41
3. CONCLUSIÓN	42

1. ANÁLISIS DE SUELO

Datos generales

Clasificación:	FluventicHaploxerept familia arcillosa-fina, illítica (caliza) y profunda. Horizonte superficial: arcillo-limosa, caliza.
Geomorfología:	Llanura aluvial.
Vegetación natural:	Eliminada.
Aprovechamiento:	Cereal.
Material de partida:	Materiales finos aluviales.
Relieve:	Plano.
Pendiente:	< 1%. Llano
Altitud:	440 m.
Erosión:	Hídrica, laminar, ligera.
Drenaje superficial:	Bien drenado.
Permeabilidad:	Moderada.
Infiltración:	Moderada.
Capa de agua:	No.
Salinidad:	Libre.
Alcalinidad:	Libre

2. DESCRIPCIÓN DE LOS HORIZONTES

Horizonte/Profundidad

Ap/ 0-40 cm	Color: 10 YR 4,5/4. Pardo amarillento oscuro a pardo amarillento. Humedad: Capacidad de campo. Raíces: muchas finas y muy finas. Consistencia: Muy adherente y muy plástico. Estructura: En bloques angulares, moderada, media. Poros: muchos tubulares finos y muy finos e intersticiales. Elementos gruesos: 5% cantos rodados, con total recubrimiento de 2 cm. Textura: Arcillo limosa. Límite: Neto y plano.
-------------	---

Bwl/40-85 cm	Color: 10 YR 4,5/4. Pardo amarillento oscuro a pardo amarillento. Humedad: Poco húmedo a capacidad de campo. Raíces: Muchas finas y muy finas. Consistencia: Firme. Estructura: Prismática, débil, fina que se disgrega en bloques angulares, moderada, media. Poros: Muchos tubulares finos y muy finos; alguno medio. Intersticiales finos y muy finos. Elementos gruesos: 5% cantos rodados, con total recubrimiento, de 2 cm de diámetro. Textura: Arcillo limosa. Límite: Gradual y plano.
Bw2/85-120	Color: 10 YR 5/5 pardo amarillento. 5 Y 4/2 oliva oscuro (moteado). Humedad: capacidad de campo. Raíces: Muchas finas y muy finas. Consistencia: Adherente y muy plástico. Estructura: en bloques angulares, débil, gruesa. Poros: muchos tubulares finos y muy finos. Alguno medio. Elementos gruesos: 5% planos, de 2 cm de longitud, con total recubrimiento. Textura: franco arcillo limosa. Límite: Gradual y ondulado.
Cgl/120-180 cm	Color: 10 YR 5/3 pardo (50%). % Y 4/1 gris oscuro (50%). Humedad: Saturado. Raíces: Muchas finas y muy finas. Consistencia: Adherente y muy plástico. Estructura: Masiva. Poros: pocos tubulares finos y muy finos. Elementos gruesos: No. Textura: Franco arcillo limosa. Límite: Gradual y ondulado.
Cg2/180-	Color: 5 Y 4/1 gris oscuro (80%). 10YR 4,5/4 pardo amarillento oscuro a pardo amarillento (20%). Humedad: saturado. Raíces: Muchas finas y muy finas. Consistencia: adherente y muy plástico. Estructura: Masiva. Poros: Muchos tubulares y muy finos. Intersticiales muy finos. Elementos gruesos 70 % cantos rodados. Textura: esquelética franca.

3. CONCLUSIÓN

A partir del análisis granulométrico realizado, podemos concluir que nos encontramos ante un suelo cuya textura es arcillo limosa presentando asimismo una estructura de bloques angulares. En referencia a los diversos análisis realizados, el suelo a estudio ha quedado clasificado como: ligeramente alcalino y medianamente salino.

ANEJO IV

**LIMITACIONES
AGROCLIMÁTICAS DE LOS
CULTIVOS**

ÍNDICE / LIMITACIONES AGROCLIMÁTICAS DE LOS CULTIVOS:

1.ALTERNATIVA DE CULTIVOS PROPUESTA	45
2.LIMITACIONES AGROCLIMÁTICAS DE LOS CULTIVOS	45
Cultivo de Tomate	45
Cultivo de Cebolla	47
Cultivo de Ajo.....	47
Cultivo de Borraja	48
Cultivo de Lechuga.....	49
Cultivo de Acelga	49
3.CALENDARIO DE CULTIVO	50

1. ALTERNATIVA DE CULTIVOS PROPUESTA

Para el primer año se ha diseñado la siguiente rotación de cultivos:

- Primera capilla: Tomate, Cebolla/Ajo
- Segunda capilla: Tomate, Borraja
- Tercera capilla: Tomate, Lechuga(otoño, plantación octubre recolección diciembre Batavia)
- Cuarta capilla: Tomate, Acelga

Se plantea como cultivo principal el Tomate. Se trata de un producto muy apreciado por lo que tiene muy buena acogida entre el público. Es posible obtener un buen precio de venta si mediante su forzado, se consigue adelantar su producción de Tomate de exterior. La cercanía de la explotación a los puntos de venta locales permite recoger el producto con menor antelación, este hecho junto con el bajo riesgo de dañar el producto en el corto trayecto de transporte, agrega un grado de calidad al producto que puede facilitar su aceptación.

Como complemento al cultivo de Tomate se ha pensado en cultivos de Cebolla, Ajo, Borraja, Lechuga y Acelga. Se plantea la superficie de una capilla para cada uno de los cultivos ya que en principio no podemos asegurar la venta de grandes cantidades. Diversificando la cosecha nos aseguramos su venta con una mayor facilidad.

2. LIMITACIONES AGROCLIMÁTICAS DE LOS CULTIVOS

2.1 Cultivo de Tomate

Exigencias climáticas y lumínicas

Se hiela por debajo de 0°C.

Detiene su desarrollo (cero vegetativo): por debajo de los 11 a 12°C o por encima de los 32 a 35°C.

Temperaturas óptimas de crecimiento: 15 a 25°C.

H.R. óptima: 50-70%.

El factor que más afecta el desarrollo vegetativo, es la iluminación diaria total. El valor mínimo, para floración y cuajado, se sitúa en torno a los 235 Wh/m² de radiación total diaria.

La calidad de la luz y el fotoperiodo, son secundarios, aunque le afecta desfavorablemente que sea inferior a 12 horas (16 de octubre a 26 de febrero).

Exigencias de suelo

La planta de tomate no es muy exigente en cuanto a suelos, excepto en lo que se refiere al drenaje, aunque prefiere suelos sueltos de textura silíceo-arcillosa y ricos en materia orgánica.

Es muy importante una labor profunda de 40-50 cm para evitar suelas impermeables y falta de drenaje.

Al inicio del ciclo es buen momento para estercolar. Las aportaciones no deben sobrepasar los 3 -4 kg/m², siendo siempre más adecuado el estiércol bien compostado, aunque admita incluso, los estiércoles frescos.

Es un cultivo que agradece un nivel elevado de materia orgánica en el suelo, superior incluso al 3%.

En cuanto al pH, los suelos pueden ser desde ligeramente ácidos hasta ligeramente alcalinos cuando están enarenados. Es la especie cultivada en invernadero que mejor tolera las condiciones de salinidad tanto del suelo como del agua de riego.

Fechas de cultivo

El momento de plantación vendrá condicionado por la posibilidad de obtener las condiciones climáticas adecuadas para la correcta evolución del cultivo en sus diferentes fases de crecimiento vegetativo, floración, cuajado y maduración.

Para una estructura tipo capilla sin calefacción se establece una fecha cercana al 25 de marzo.

Datos del año

Estación: Ilundáin MAN

Seleccionar parámetro: Temperatura mínima

Año: 2013

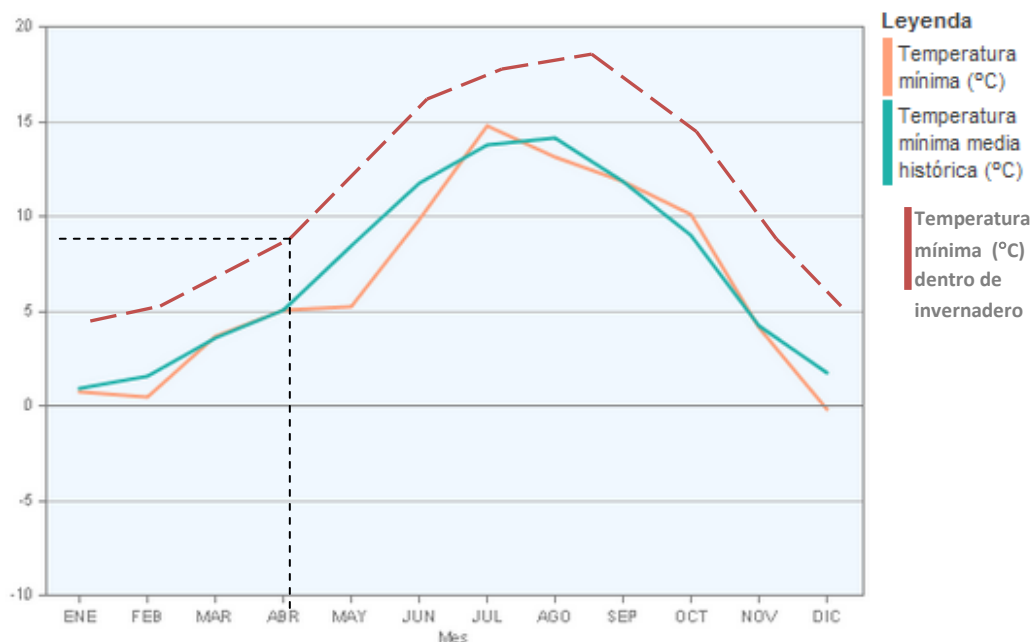


Figura1: Representación de la "Temperatura mínima", Temperatura mínima media" y Temperatura mínima en invernadero".

Variedad

Jack.

3.2 Cultivo de Cebolla

Exigencias climáticas

Es una planta de climas templados, aunque en las primeras fases de cultivo tolera temperaturas bajo cero, para la formación y maduración del bulbo, pero requiere temperaturas más altas y días largos, cumpliéndose en verano-otoño para las tardías.

Muy adaptable, temperatura óptima 15º-23º C.

Exigencias de suelo

Prefiere suelos sueltos, sanos, profundos, ricos en materia orgánica, de consistencia media y no calcárea. En terrenos pedregosos, poco profundos, mal labrados y en los arenosos pobres, los bulbos no se desarrollan bien y adquieren un sabor fuerte.

Para obtener bulbos grandes se necesitan tierras bien fertilizadas. En suelos poco fértiles se producen cebollas que se conservan mejor, pero su desarrollo es menor.

Fechas de cultivo

Esta variedad de cebolla tierna y dulce la plantaremos a principios del mes de octubre. Su recolección tendrá lugar a partir de enero conforme las plantas alcancen un tamaño adecuado.

Variedad

Dulce de fuentes.

3.3 Cultivo de Ajo

Exigencias climáticas

No es una planta muy exigente en clima. El cero vegetativo del ajo corresponde a 0ºC. A partir de esta temperatura se inicia el desarrollo vegetativo de la planta. Hasta que la planta tiene 2-3 hojas soporta bien las bajas temperaturas.

Exigencias de suelo

Se da tanto en tierras sueltas como fuertes. Crece bien en los suelos en los que crece la Cebolla, incluso tolerando mayores índices de arcilla.

Fechas de cultivo

La siembra debe realizarse en profundidad, entre 12 y 15 cm., en cabezas enteras para facilitar la nascencia.

Una siembra temprana, a primeros de septiembre, va a favorecer un desarrollo adecuado de tallos comerciales de una variedad precoz para mediados de diciembre, si la variedad es tardía, habrá que esperar un mes más para la recolección.

Variedad

Morado.

3.4 Cultivo de Borraja

Exigencias climáticas

Se hiela por debajo de -7°C.

Detiene su desarrollo (cero vegetativo) por debajo de los 8 a 10°C. por encima de los 30 a 35°C.

Temperaturas óptimas de crecimiento: 16 a 22°C.

H.R. óptima: 80%.

Exigencias de suelo

Como dijimos, la borraja no necesita grandes cuidados aunque crece mejor en los suelos arcillo-limosos, puede adaptarse a todo tipo de suelos.

Fechas de cultivo

En invernadero se realizará siempre plantación.

Las plantaciones realizadas entre finales de octubre y finales de enero, en invernadero, pueden florecer, lo que impide su comercialización.

Con ciclos de cultivo de 80 a 115 días, se pretende llegar a cultivar dos ciclos de Borraja.

Variedad

Movera.

3.5 Cultivo de Lechuga

Exigencias climáticas

Se hiela por debajo de -6°C.

Detiene su desarrollo (cero vegetativo): por debajo de los 5-6°C y por encima de los 30°C.

Temperaturas óptimas de crecimiento: 14 a 18°C de día y 5 a 8°C de noche.

En fase de acogollado las necesidades climáticas idóneas son:

10°-12°C durante el día y 3°-5°C durante la noche.

La humedad relativa, entre el 60% y el 80%.

Exigencias de suelo

Los suelos preferidos por la lechuga son los ligeros, arenoso-limosos, con buen drenaje, situando el pH óptimo entre 6,7 y 7,4. En los suelos humíferos, la lechuga vegeta bien, pero si son excesivamente ácidos será necesario encalar.

Fechas de cultivo

Duración del ciclo de 2 a 4 meses.

Se escalona la plantación para cubrir mayor espacio de tiempo durante la recolección. Se busca que la recolección se alargue hasta finales de febrero.

Variedad

Complice, Idoia, Crispilla.

3.6 Cultivo de Acelga

Exigencias climáticas y lumínicas

Se hiela por debajo de -6°C. Sufre fuertes daños por heladas sucesivas, aún cuando no sean tan profundas.

Detiene su desarrollo (cero vegetativo): por debajo de los 5-6 °C. Por encima de los 33°C.

Temperaturas óptimas de crecimiento: 16 a 25°C.

H.R. óptima: 60-80%.

Necesidad de luz: no muy intensa.

ANEJO V

CÁLCULOS DE LA ESTRUCTURA

ÍNDICE / CÁLCULOS

CÁLCULOS DE LA ESTRUCTURA	51
1.CÁLCULO DE LAS ACCIONES DE VIENTO	53
1.1 Cálculo de la velocidad característica	53
1.1.1 Determinación de los coeficientes	54
1.2 Cálculo de la presión característica	56
1.3 Cálculo final de las acciones del viento	57
3.JUSTIFICACIÓN DEL CÁLCULO	60
4.CIMENTACIÓN	60

1. CÁLCULO DE LAS ACCIONES DE VIENTO

Son las cargas producidas por el viento sobre la estructura del invernadero. Calcularemos las cargas a partir de la norma UNE 76209 “Acciones del viento en invernaderos comerciales”.

Como según el plano de la norma EN 1991-1-4 nos encontramos en una zona de viento Y el valor del viento de referencia es:

$$V_{ref} = 28 \text{ m/s}$$

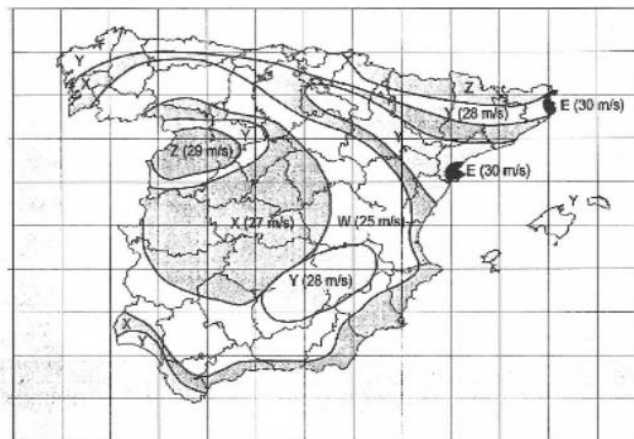


Figura 1: zonas eólicas.

1.1 Cálculo de la velocidad característica

De acuerdo con la norma UNE 76209, una vez que se ha obtenido la velocidad de referencia se modificará de acuerdo con unos coeficientes para poder calcular la velocidad característica y así poder hallar la presión característica que ejerce el viento sobre la estructura del invernadero.

La velocidad característica es la máxima velocidad que puede afectar a un invernadero de altura y ubicación determinadas, tanto en su conjunto como en alguna de sus partes. A partir de esta velocidad se podrán calcular las presiones sobre las distintas superficies, las fuerzas de presión y las fuerzas de rozamiento.

La velocidad característica v_c se obtiene mediante la expresión:

$$v_c = c_r \cdot c_t \cdot c_{raf} \cdot c_p \cdot v_{ref}$$

c_r = coeficiente de rugosidad y altura

c_t = coeficiente topográfico

c_{raf} = coeficiente de ráfaga

c_p = coeficiente de probabilidad de excedencia de acciones (vida útil)

1.1.1 Determinación de los coeficientes

A) Coefficiente de rugosidad y altura (c_r)

Se calcula en función de la altura de referencia (z) del invernadero y de la categoría del terreno donde se ubica.

$$c_r = k_T \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \quad \text{Si } z \geq z_{min}$$

$$c_r = k_T \cdot \ln\left(\frac{z_{min}}{z_0}\right) \quad \text{Si } z < z_{min}$$

El coeficiente k_t , la altura de la rugosidad, la altura de la rugosidad z_0 y la altura mínima a considerar z_{min} se obtienen según la categoría del terreno en la siguiente tabla proporcionada en la norma UNE-ENV 1991-2-4:

Tabla 1: proporcionada por la norma UNE-ENV 1991-2-4 en la que se obtienen el coeficiente K_T , la altura de la rugosidad z_0 y la altura mínima a considerar z_{min}

Categoría del terreno	K_T	z_0	z_{min}
Mar abierto, lagos de al menos 5 km en la dirección del viento, terreno llano sin obstáculos.	0,17	0,01	2
Granjas con setos, pequeñas estructuras agrarias ocasionales, casas o árboles.	0,19	0,05	4
Áreas suburbanas o industriales, bosques permanentes.	0,22	0,3	8
Áreas urbanas con al menos el 15% de su superficie cubierta con edificios de altura media mayor de 15 m.	0,24	1	16

Para este proyecto se ha decidido que la categoría del terreno sea: granjas con setos, pequeñas estructuras agrarias ocasionales casas o árboles.

La altura de referencia exterior (z_e) es la media entre la altura de la cumbre medida desde el suelo y la altura del canalón. Esta altura no será menor a $\frac{3}{4}$ de la altura de la cumbre.

En este caso el invernadero tiene una altura de cuatro metros al canalón y 5,3 m a al cumbre. Por lo tanto la altura de referencia es:

$$z_{ref} = \frac{(4 + 5,3)}{2} = 4,65 \text{ m}$$

Al escoger la segunda categoría de terreno el valor k_1 es 0,19, el valor de z_0 es 0,05 y el de z_{min} de 4. Como el valor de la altura de referencia es, mayor que la altura mínima, la expresión para hallar el coeficiente c_t es la siguiente:

$$c_t = k_t \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) = 0,19 \cdot \ln\left(\frac{4,65}{0,05}\right) = 0,86$$

B) Coeficiente topográfico

El coeficiente topográfico c_t tiene en cuenta el incremento de la velocidad del viento cuando el invernadero se encuentra sobre colinas o escarpaduras. Se pueden presentar otras situaciones tales como desfiladeros, valles cerrados u otras ubicaciones peligrosas donde pueda preverse el fenómeno de efecto embudo.

En este trabajo se ha considerado adoptar un coeficiente topográfico máximo, es decir, $c_t = 1,48$. Se coge este valor ya que lo que se hace es calcular la estructura como si estuviera en el peor de los casos posibles.

C) Coeficiente de ráfaga

Este coeficiente tiene en cuenta la duración de la ráfaga y la intensidad de la turbulencia, o viene dado por la expresión:

$$c_{raf} = \sqrt{1 + \frac{2 \cdot g \cdot k_t}{c_r \cdot c_t}}$$

Donde:

g es el factor de pico, dependiente de la duración de la ráfaga. (De acuerdo con la recomendación de la Norma UNE-ENV 1991-2-4, se toma $g=3,5$ correspondiente a una duración de la ráfaga de 3 segundos). De acuerdo con esto último el valor del coeficiente de ráfaga es:

$$c_{raf} = \sqrt{1 + \frac{2 \cdot 3,5 \cdot 0,19}{0,86 \cdot 1,48}} = \sqrt{1 + \frac{1,33}{1,273}} = 1,43$$

D) Coeficiente de probabilidad de excedencia de acciones:

$$c_p = \sqrt{\frac{1 - k_l \cdot \ln[-\ln(1-p)]}{1 - k_l \cdot \ln[-\ln 0,98]}}$$

Donde:

K_f es el 0,33 parámetro de forma;

$P=1/N$ siendo N el periodo mínimo de referencia que en invernaderos puede ser de 5, 10 o 15 años.

Los valores del coeficiente c_p se pueden obtener en la siguiente tabla:

Clase de invernadero:

Tabla 2: Valor del coeficiente de probabilidad según la clase de invernadero.

	A15 y B15	A10 y B 10	B5
Periodo mínimo de referencia para acciones	15 años	10 años	5 años
Valor de c_p	0,907	0,873	0,808

El periodo que se está planteando va a tener un periodo mínimo de vida útil teórica de la estructura de 15 años.

También se ha decidido que sea de Clase A ya que son aquellos en los que el cerramiento no permite desplazamientos de la estructura como resultado de la acción de cargas. Con estos datos se puede mirar en la tabla anterior y obtener que el valor del coeficiente c_p es de 0,907.

Por tanto la velocidad característica del viento para la ubicación de nuestro invernadero será de:

$$V_c = C_r \cdot C_t \cdot C_{rof} \cdot c_p \cdot v_{ref} = 0,86 \cdot 1,48 \cdot 1,43 \cdot 0,907 \cdot v_{ref} = 1,65 \cdot 28 = 46,2 \text{ m/s}$$

1.2 Cálculo de la presión característica

Según la norma UNE 76209, la presión característica q_c se obtiene mediante la expresión:

$$q_c = \left(\frac{\rho}{2}\right) \cdot v_c^2$$

Donde:

ρ es la densidad del aire (se toma el valor de 1,25 kg/m³)

Una vez obtenida en apartados anteriores la velocidad característica, la presión que ejerce el viento será:

$$q_c = \frac{1,25}{2} \cdot (47,85)^2 = 1334,03 \text{ Pa}$$

1.3 Cálculo final de las acciones del viento

Una vez calculada la presión característica, ésta se debe multiplicar por los coeficientes de presión exterior c_{pe} que vienen definidos en la norma UNE 13031. El esquema es el siguiente:

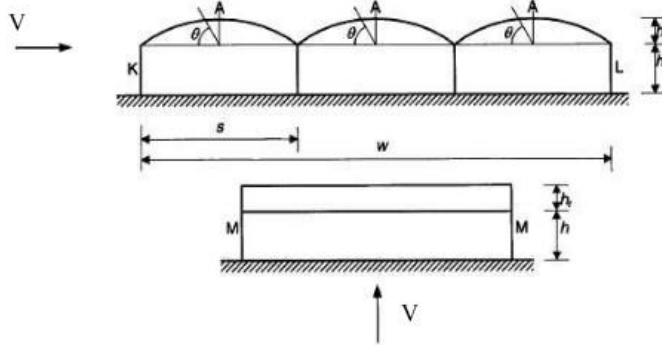


Figura 2a: Zonificación para paredes y cubiertas de un invernadero multinave, con canalón (viento perpendicular).

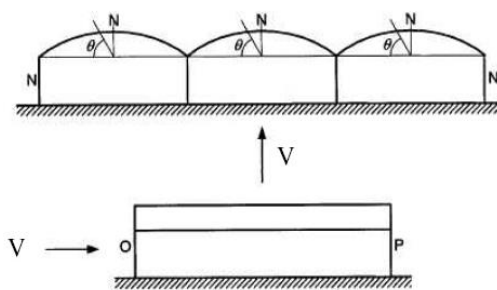


Figura 2b: Zonificación para paredes y cubiertas de un invernadero multinave, con canalón (viento paralelo).

Tabla 3: Valores de los coeficientes de presión externa de viento, C_{pe} , para un multitunnel (con canalón), con viento perpendicular (0°) y paralelo (90°). Ver zonificación en figuras 6a y b.

Dirección del viento	Nave	Angulo	A
0°	Primera	0° a 55°	+0,3
		55° a 70°	-1,0
		70° a 115°	-1,0
		115° a canalón	-0,4
	Segunda	De canalón hasta 80°	-0,2
		80° a 100°	-0,9
		100° hasta canalón	-0,3
	Tercera y siguientes	De canalón hasta 80° 80° a 100° 100° hasta canalón	$0,6 c_p$ de la segunda nave

Dirección del viento	h/w	K	L	M
0º	W 0,4	+0,6	-0,3	-0,3
	W 0,6	+0,6	-0,6	-0,4
Dirección viento	Ángulo	N	O	P
90º	Todos	-0,2	0,7	-0,3

Viento perpendicular (0º):

Debido a que el ángulo de inclinación inicial que en este invernadero es de 35º, el valor del coeficiente en el techo de la primera nave es de +0,3, en la segunda nave es de -0,2 y en la tercera y siguientes de -0,12.

Para los laterales el valor de los coeficientes depende de la relación de la altura entre el ancho total. Para este caso:

$$\frac{h}{w} = \frac{400 \text{ cm}}{2400 \text{ cm}} = 0,166 \leq 0,4$$

Por tanto, los coeficientes para los laterales son: para el lateral izquierdo el valor es +0,6, para el lateral derecho el valor es -0,3.

Viento paralelo (90º):

Para el frontal O, el valor del coeficiente es de +0,7 y para P es de -0,3.

La carga ejercida por el viento cuando sopla en paralelo es más fácil de soportar que cuando sopla en perpendicular. Esto es debido a que el efecto de la acción del viento cuando sopla de frente al invernadero puede soportarse introduciendo en la estructura unas cruces de San Andrés en los pilares interiores colocados cada quince metros. En el mismo módulo donde vayan ubicadas las cruces se colocarán unos arriostramientos que sujetan dos arcos contiguos de manera que la estructura tenga más estabilidad.

Una vez decididos los coeficientes queda por multiplicar por la presión característica.

$$P_c = 133,4 \text{ kg/m}^2$$

Viento perpendicular (0º):

Lateral K: 0,6. $p_c = 80,04 \text{ kg/m}^2$

Primera nave y lateral L: 0,3. $p_c = 40,02 \text{ kg/m}^2$

Segunda nave: 0,2. $p_c = 26,68 \text{ kg/m}^2$

Tercera nave y siguientes: 0,12. $p_c = 16 \text{ kg/m}^2$

Viento paralelo (90°):

O: 0,7. $p_c = 93,38 \text{ kg/m}^2$

P: 0,3. $p_c = 40,02 \text{ kg/m}^2$

2. CÁLCULO DE LAS ACCIONES DE NIEVE

Estas acciones son las cargas producidas por la nieve sobre la estructura.

En un supuesto caso de contar con un sistema de calefacción en el interior del invernadero ayudaría al derretimiento de la nieve de la cubierta, y por tanto a la disminución de la carga producida por ésta. A la hora de calcular la carga de la nieve se aplicaría un coeficiente que minorase el valor.

En nuestro caso, en principio no vamos a instalar ningún equipo de calefacción, por lo que calcularemos la acción de la nieve para el caso más desfavorable.

Para realizar el cálculo de las acciones de nieve se ha recurrido a la norma de edificación CTE-DB-A, en la cual aparece una tabla de sobrecarga de nieve sobre superficie horizontal:

Tabla 4: Datos de sobrecarga de nieve sobre superficie horizontal según la altitud topográfica de la zona.

Altitud topográfica h (m)	Sobrecarga de nieve (kg/m^2)
0 a 200	40
201 a 400	50
401 a 600	60
601 a 800	80
801 a 1000	100
1001 a 1200	120
>1200	h:10

La cubierta del invernadero no es una superficie horizontal sino que se trata de un arco el cual tiene un ángulo de inicio de 35° con la horizontal, la norma dice que para estos casos la sobrecarga de nieve tendrá el siguiente valor:

$$\alpha \leq 60^\circ \quad p \cos \alpha$$

$$\alpha > 60^\circ \quad \text{cero}$$

Siendo p el valor de la sobrecarga sobre superficie horizontal.

En nuestro caso como $35^\circ < 60^\circ$ el valor de la sobrecarga de nieve será de $p \cos 35$.

Estos valores al estar sacados de una norma de edificación son unos valores muy elevados. Por tanto se van a multiplicar por un coeficiente que aparecen en el anexo C de la norma UNE 13031, de manera que el valor se acerque más a la realidad:

- Coeficiente de forma μ_1 : El valor de este coeficiente para multinares curvas según la norma es 0,8.
- Como ya se a dicho antes, existe también un coeficiente denominado “térmico”, aplicable en caso de invernaderos con sistemas de calefacción. En todo caso, el cálculo se va a realizar para el peor de los casos, de manera que no se rebajará el valor de la carga ejercida por la nieve.

El valor de las acciones de nieve, Q_{K2} , quedará de la siguiente manera:

$$Q_{K2} = p \cdot \cos\alpha \cdot \mu_1 = p \cdot \cos 35 \cdot 0,8 = p \cdot 0,65$$

El valor de p a utilizar en este proyecto depende de la altitud del terreno, en nuestro caso al situarse a una altitud de 430 metros el valor correspondiente es de $51,5 \text{ kg/m}^2$ (interpolando los datos de la tabla). Por tanto el valor de la sobrecarga es:

$$\text{Cuando } p = 51,5 \text{ kg/m}^2 \quad Q_{K2} = 51,5 \cdot 0,65 = 33,48 \text{ kg/m}^2$$

3. JUSTIFICACIÓN DEL CÁLCULO

Para la realización de estos cálculos se ha utilizado tanto las hipótesis anteriormente citadas como las sobrecargas. Con todo ello se ha trabajado en un programa de cálculo estructural llamado CYPE

Los perfiles obtenidos en este programa cumplen con la norma NBE-EA-95. Los resultados obtenidos son los siguientes:

Tabla 5: Determinación de los elementos estructurales.

Pilares	Arco	Entutorado	Refuerzos
PHR 140.80.5	PHO 125.4	PHO 90.5	PHO 45.2

4. CIMENTACIÓN

Preparación del terreno

El cimiento es aquella parte de la estructura encargada de transmitir las cargas del edificio al terreno.

El terreno donde se construirá el invernadero es prácticamente plano, de todas formas son admisibles pendientes máximas del 3%(longitudinal) y 2%(transversal).

La pendiente longitudinal mínima admisible para la evacuación de aguas es de 0,5%.

Preparación de hoyos

Después de haber determinado el perímetro del invernadero y las alineaciones de las filas de pilares intermedios, se marcan las posiciones de los hoyos cada 2,5 metros en los laterales y a 5 metros en las centrales.

Las dimensiones de los hoyos deben de cumplir que la tensión máxima que soporta el terreno sea inferior a la tensión admisible del mismo. Para conocer la tensión admisible del terreno se utiliza la norma CTE-DB-SE-C, que describe la presión admisible en un terreno bajo cargas verticales dependiendo fundamentalmente de la naturaleza del terreno y las dimensiones de la zapata.

Tabla 6: Tensión admisible según la cohesión del tipo de terreno.

Naturaleza del terreno	Presión admisible en kg/cm ² , para profundidad de cimentación en m de:				
	0	0,5	1	2	≤3
Terrenos con cohesión:					
Arcillosos blandos	-	-	1	1	1
Arcillosos fluidos	-	-	0,5	0,5	0,5

El terreno en el que se levantará la construcción se considera un terreno con cohesión entre arcilloso blando y arcilloso fluido (tal y como se desprende del informe del suelo. La profundidad de cimentación se va a realizar de 0,5 metros por tanto los valores de la presión admisible será algo menor a 1kg/cm².

Para que el cálculo sea válido la tensión máxima que soporta el terreno tiene que ser inferior a la tensión admisible:

$$S_{max} = S_{adm}$$

Al considerarse la unión articulada la tensión máxima se calcula de la siguiente forma:

$$\sigma_{max} = \frac{N}{A} \cdot Y_s$$

N es la normal en el punto de apoyo entre el pilar y la zapata (kg/m²)

A es el área de la zapata (cm²)

Y_s es el coeficiente de seguridad del acero. Y_s= 1,5

Se va a utilizar una zapata de 0,4x0,4x0,5:

$$N = 188,88 \text{ kg/m}^2$$

$$\sigma_{max} = \frac{188,88}{166 \cdot 1,5} = 0,08 \text{ kg/cm}^2 \leq \sigma_{adm}$$

La tensión producida por las cargas es muy inferior a la admisible.

Fabricación de los cimientos:

Se aprovechará el propio hoyo para dar forma a la zapata. Para poder introducir el pilar en la zapata se va a colocar una pieza, de geometría igual a la del pilar y de dimensiones ligeramente mayores, durante el secado del hormigón de manera que el pilar pueda introducirse y sacarse sin ningún problema. La sujeción entre el pilar y esta pieza se realizará mediante un tornillo que trabajará a cortadura.

ANEJO VI

**CÁLCULOS PÉRDIDAS DE
CARGA**

CÁLCULO PÉRDIDAS DE CARGA

El sistema de riego a implementar va a consistir en el de microaspersión. Además se dejarán tomas para poder instalar en el futuro riego por goteo dentro de cada sector. Así se podrá utilizar un sistema u otro de forma alternativa. Por lo tanto aunque el sistema de riego va a constar tanto de riego por goteo como de microaspersión, las pérdidas de carga las calcularemos teniendo en cuenta el riego por microaspersión ya que las pérdidas serán mayores. El caso limitante que analizaremos será el del emisor que se encuentra más lejos de la toma de agua. Analizaremos los dos tramos en los que el diámetro de la tubería es diferente.

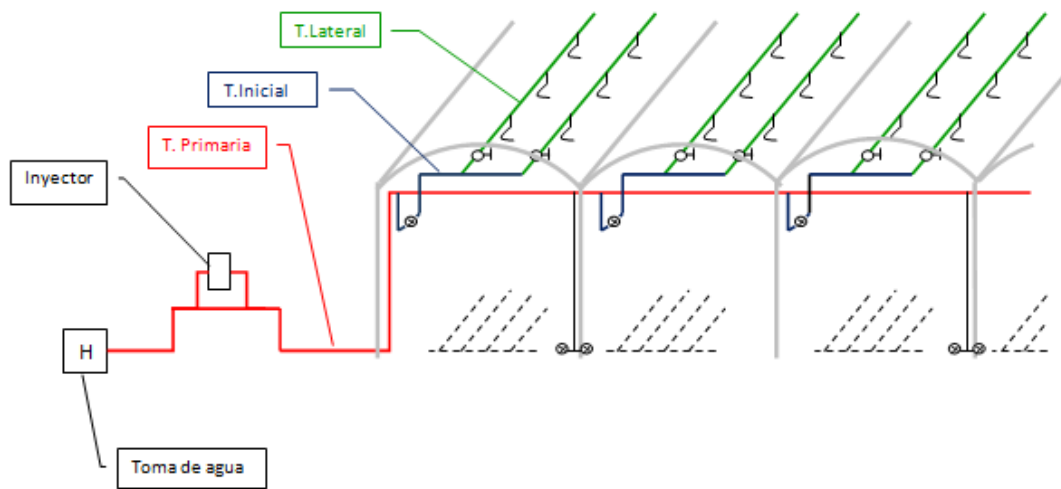


Figura 3: Esquema del sistema de riego.

La toma de agua se hace a partir de la red de la mancomunidad con una presión de 50 m.c.a.

Las características del tipo de microaspersor a utilizar son las siguientes:

- Presión nominal: 2 atm
- Caudal nominal: 128 l/h, 11 l/m²
- Número de microaspersores: 25 microaspersores por cada ramal, 50 microaspersores por cada sector.

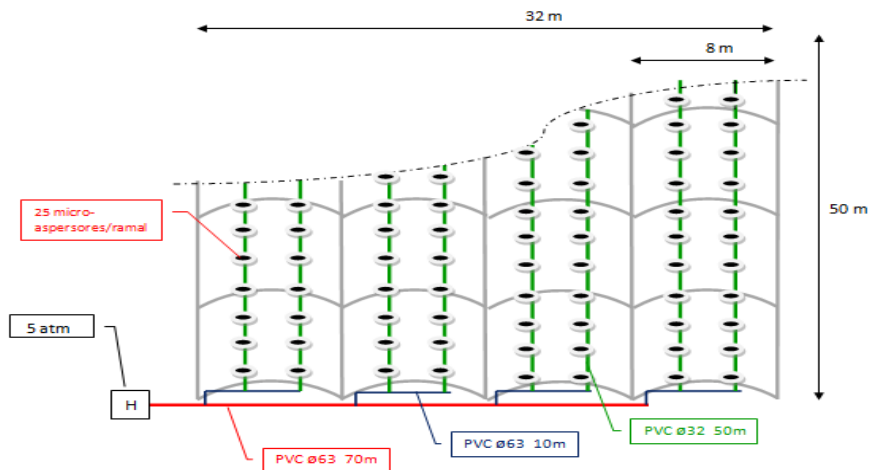


Figura 4: Esquema de las características de cada uno de los elementos que forman parte del sistema de riego.

Dimensionamiento de las tuberías de conducción

1- Tubería principal

Longitud: 70 m

Nº de salidas: 4

Caudal por salida: 25 micro-aspersores x 128 l/h micro-aspersor = 3200 l/h

Caudal total: 3200 l/h de cada ramal x 2 ramales = 6400 l/h

Desnivel: 0 m

Opción adoptada: Tubería de PVC 10 atm con Ø 63mm

Longitud equivalente para máxima pérdida de carga localizada:

$$L_e = 0,10 Q_1^{0,30} \cdot N^{0,26} = 0,10 \cdot 6400^{0,30} \cdot 4^{0,26} = 1,4 \text{ metros.}$$

La longitud de la tubería de inicio utilizada para el cálculo de las pérdidas de carga continuas es 70 + 1,4 = 71,4 metros; con esta longitud incluiremos las pérdidas de carga localizadas.

Máxima pérdida de carga admisible según Blassius:

Tubería de PVC 10 atm con Ø 63mm

Pérdida de carga continua y unitaria en la tubería

$$J = \alpha \cdot \frac{Q^{1,75}}{D^{4,75}} = 0,473 \cdot \frac{Q^{1,75}}{D^{4,75}} = 0,473 \cdot \frac{6400^{1,75}}{574,75} = 0,01$$

$$H = \alpha \cdot \frac{Q^{1,75}}{D^{4,75}} \cdot F_g \cdot L = 0,01 \cdot 0,29 \cdot 71,4 = 0,02 \text{ m.c.a}$$

α = Coeficiente función de la temperatura (tabulado) = 0,473

D = \varnothing interior de la tubería (mm)

Q = Caudal en cabeza de la tubería (m)

L = longitud de la tubería

Fg = Coeficiente de reducción generalizado

F = Factor de Christiansen = 0,497

2- Tubería de inicio y tubería lateral

La máxima pérdida de carga en cada sector será de:

$$0,1 \cdot 20 \text{ m.c.a} + 0 = 2 \text{ m.c.a}$$

Como vemos depende de la presión nominal del emisor elegido y desnivel del terreno entre el punto más alto y el más bajo. En nuestro caso el terreno está nivelado.

Una vez calculada la pérdida de carga en la subunidad, se repartirá entre las distintas tuberías de conducción, tradicionalmente se ha utilizado el criterio de KarmelliKeller, que repartía la pérdida de carga total de la subunidad de la siguiente manera:

- 45% en la tubería de inicio \longrightarrow 0,9 m.c.a
- 55% en la tubería lateral \longrightarrow 1,1 m.c.a

▪ Tubería de inicio

Longitud: 10 m

Nº de salidas: 2

Caudal por salida: 25 micro-aspersores x 128 l/h micro-aspersor = 3200 l/h

Caudal total: 3200 l/h de cada ramal x 2 ramales = 6400 l/h

Desnivel: 0 m

Opción adoptada: Tubería de PVC 10 atm con \varnothing 63 mm

Longitud equivalente para máxima pérdida de carga localizada:

Se debe a la conexión de los ramales en la terciaria, en el caso de separaciones de estos mayores de 5 metros pondríamos una pérdida de carga igual al 20% de las pérdidas de carga continuas, en nuestro caso utilizaremos la fórmula de T. Montalvo:

$$L_e = 0,10 Q_1^{0,30} \cdot N^{0,26} = 0,10 \cdot 6400^{0,30} \cdot 2^{0,26} = 1,66 \text{ metros.}$$

La longitud de la tubería de inicio utilizada para el cálculo de las pérdidas de carga continuas es $10 + 1,66 = 11,66$ metros; con esta longitud incluiremos las pérdidas de carga localizadas.

Máxima pérdida de carga admisible según Blassius:

Tubería de PVC 10 atm con \varnothing 63mm

Perdida de carga continua y unitaria en la tubería

$$J = \alpha \cdot \frac{Q^{1,75}}{D^{4,75}} = 0,473 \cdot \frac{Q^{1,75}}{D^{4,75}} = 0,473 \cdot \frac{6400^{1,75}}{60^{4,75}} = 0,0078$$

$$H = \alpha \cdot \frac{Q^{1,75}}{D^{4,75}} \cdot F_g \cdot L = 0,0078 \cdot 0,29 \cdot 11,66 = 0,026 \text{ m.c.a}$$

α = Coeficiente función de la temperatura (tabulado) = 0,473

D = \varnothing interior de la tubería (mm)

Q = Caudal en cabeza de la tubería (m)

L = longitud de la tubería

F_g = Coeficiente de reducción generalizado

F = Factor de Christiansen = 0,497

$$0,026 \leq 0,9 \text{ m.c.a}$$

Se tomará este dimensionamiento y esta pérdida de carga debido a que es admisible al ser menor que la pérdida máxima establecida para los ramales laterales de 0,9m.c.a

▪ Tubería lateral

Longitud: 50 m

Nº de salidas: 25

Caudal por salida: 128 l/h

Caudal total: 3200 l/h

Desnivel: 0 m

Opción adoptada: Tubería de PVC 10 atm con \varnothing 32 mm

Longitud equivalente para máxima pérdida de carga localizada:

$$L_e = 0,10 Q_1^{0,30} \cdot N^{0,26} = 0,10 \cdot 3200^{0,30} \cdot 25^{0,26} = 2,6 \text{ metros.}$$

La longitud de la tubería lateral utilizada para el cálculo de las pérdidas de carga continuas es $50 + 2,6 = 52,6$ metros; con esta longitud incluiremos las pérdidas de carga localizadas.

Máxima pérdida de carga admisible según Blassius:

Tubería de PVC 10 atm con \varnothing 32 mm

Perdida de carga continua y unitaria en la tubería

$$J = \alpha \cdot \frac{Q^{1,75}}{D^{4,75}} = 0,473 \cdot \frac{3200^{1,75}}{29,8^{4,75}} = 0,064$$

$$H = \alpha \cdot \frac{Q^{1,75}}{D^{4,75}} \cdot F_g \cdot L = 0,064 \cdot 0,29 \cdot 52,6 = 0,98 \text{ m.c.a}$$

α = Coeficiente función de la temperatura (tabulado) = 0,473

D = \emptyset interior de la tubería (mm)

Q = Caudal en cabeza de la tubería (m)

L = longitud de la tubería

F_g = Coeficiente de reducción generalizado

F = Factor de Christiansen = 0,497

$$0,98 \leq 1,1 \text{ m.c.a}$$

Se tomará este dimensionamiento y esta pérdida de carga debido a que es admisible al ser menor que la pérdida máxima establecida para los ramales laterales de 1,1m.c.a

La pérdida total de carga ocurrida desde la toma hasta el microaspersor más alejado es de:

$$H_T = 0,02 + 0,026 + 0,98 = \mathbf{1,026 \text{ m.c.a}}$$

ANEJO VII
EVALUACIÓN ECONÓMICO-
FINANCIERA

INTRODUCCIÓN

Previo a la realización de cualquier proyecto es imprescindible analizar la viabilidad económica del mismo. De esta forma, en un proyecto de estas características que precisa de una inversión inicial considerable, es de vital importancia el realizar un análisis que informe acerca de la viabilidad económico-financiera de dicha inversión.

Por los motivos anteriormente expuestos, se ha realizado un estudio de viabilidad económica considerando una serie de indicadores. En el caso del presente proyecto, se han utilizado los indicadores de rentabilidad que se muestran a continuación:

- Valor Actual Neto (VAN)
- Tasa Interna de Rendimiento (TIR)
- Plazo de recuperación de la inversión.

El cálculo de estos índices requiere el conocimiento previo de una serie de conceptos:

1. Pago de la inversión (K)

Ésta viene a ser la cantidad de dinero que el propietario debe de desembolsar para poner en marcha el proyecto. La cuantía de cada una de las partidas que justifican el total de la inversión queda definida en el documento “Presupuesto”.

Estos son los conceptos que forman este apartado:

Tabla 1: Cuantía de los conceptos que forman la inversión.

CONCEPTO	EUROS
Excavación, carga y transporte de tierras	471,02
Camino de acceso	2.300
Cercado de parcela	3.000
Toma de electricidad	3.500
Toma de agua	3.000
Cimentaciones	7.797,39
Estructuras de acero	51.475,76
Riego	8.662
Herramientas	1.600
Acondicionar invernadero	1.000
INVERSIÓN TOTAL	82.806,17

Todas las partidas que forman parte de la inversión se suman y quedan reducidas a una cantidad única fijada en el año “0”.

Una vez que sabemos la cuantía a la que asciende la inversión, debemos de tener en cuenta cuales serán las fuentes de financiación que utilizaremos para hacer frente al pago de la inversión. En nuestro caso, dada la envergadura de la inversión, se ha decidido recurrir a la petición de un préstamo.

2. Horizonte temporal o vida útil (n).

Es el tiempo que transcurre, normalmente referido en años, desde que se inicia una inversión hasta que deja de producir el rendimiento previsto. Aunque dependiendo del tipo de actividad pueden emplearse distintos criterios, como son la vida tecnológica o la vida comercial, el que atañe a nuestro caso es el de “Vida física” de las instalaciones.

Vida física: Tiempo transcurrido desde que se inicia la inversión hasta que tiene lugar el deterioro de los activos físicos más importantes, lo que implicaría la pérdida de producción, rendimiento o calidad de los productos.

Para nuestro proyecto la vida física estará marcada por el deterioro de la estructura del invernadero que se ha establecido en quince años.

3. Flujos de Caja (Ri)

La inversión que hemos realizado para poner en marcha el proyecto va a generar dos corrientes de signos opuestos a lo largo de su vida útil, la corriente de cobros y la corriente de pagos. El flujo de caja del año i-ésimo se define como la diferencia entre el cobro, C_i , y el pago P_i generado por la inversión en dicho año i-ésimo, o dicho de otra manera lo que quede en caja al término del año.

Flujo de Caja = Cobros – Pagos

$$R_i = C_i - P_i$$

Todas las partidas que forman el cobro y el pago en un mismo año se suman y quedan reducidas a una cantidad única.

3.1 Cobros (C_i)

- Cobros Ordinarios (C_o). Son los cobros obtenidos por la venta de los productos hortícolas generados en la explotación. Se obtiene de multiplicar las cantidades vendidas por los correspondientes precios unitarios.

Dado que parte de la producción se pierde, vamos a considerar que se producen un 20% de pérdidas debido a distintas razones: enfermedades o problemas fitosanitarios, que no se haya vendido toda la producción... De esta forma, la cantidad de producto realmente producido se muestra en el siguiente cuadro.

Tabla 2: Cantidades "bruta" y "neta" de los productos hortícolas producidos.

TIPO PLANTA	Total Plantas/Docena Tallos Producidas y BRUTO	Total Plantas/Docena Tallos Producidas y vendidas NETO
Borraja	9.600	7.680
Lechuga	14.400	11.520
Cebolla	9.600	7.680
Acelga	6.800	5.440
Tomate	4.400	3.520
Ajo	19.200	15.360

Y por tanto los cobros ordinarios se reflejan en la siguiente tabla:

Tabla 3: Cantidad, precio e ingresos producidos por cada uno de los cultivos.

TIPO PLANTA	Total Plantas/Docena Tallos Producidas y vendidas NETO	PRECIO (€/ud-Kg- docena)	INGRESOS NETOS (€ TOTALES)
Borraja	7.680	0,70	5.376
Lechuga	11.520	1,00	11.520
Cebolla	7.680	1,30	9.984
Acelga	5.440	0,70	3.808
Tomate	3.520	1,25	4.400
Ajo	15.360	1,50	23.040
TOTAL			58.128

- Cobros Extraordinarios (Ce_i). Son aquellos cobros debidos a actividades atípicas. En nuestro caso éstas son debidas a la concesión de un préstamo en el año "0" y al cobro del valor residual de la estructura metálica del invernadero que se producirá al final de la vida útil de la instalación.

$$C_i = Co_i + Ce_i$$

3.2 Pagos (Pi)

Se trata de los desembolsos que anualmente la explotación debe de efectuar debido a la propia actividad de la empresa. Los pagos pueden ser:

- Pagos ordinarios (Po_i): Son las cantidades destinadas al pago de materia prima, mano de obra, energía... y demás elementos productivos que intervienen en el proceso de producción. Son desembolsos periódicos debidos a la actividad típica de la explotación.

Tabla 4: Pagos ordinarios.

CONCEPTO	EUROS/AÑO
Planta	2.158
Fitosanitarios	1.500
Agua riego	1.000
Electricidad/ Gasoil	1.500
Reparaciones/Mantenimiento	500
Mano de obra fija	14.400
Mano de obra eventual	7.200
Seguridad social	3.240
Seguro privado	1.000
Teléfono	540
TOTAL	33.238

- **Pagos extraordinarios** (Pe_i): Son pagos de carácter atípico derivados de la amortización financiera del préstamo o de los pagos por renovación de equipos que tienen lugar dentro del periodo de vida de la explotación.

$$P_i = P_{o_i} + P_{e_i}$$

Por lo tanto el Flujo de Caja del año i -ésimo queda:

$$R_i = Co_i + Ce_i - P_{o_i} + P_{e_i}$$

A continuación se muestran los flujos de caja anuales para un horizonte de 15 años, tiempo que se estima como vida útil del presente proyecto.

Año	C.Ordinarios	C.Extraord.	P.Ordinarios	P.Extraord.	F.C. Final	F.C. Inicial	Increment. F.C.
0	0	30.000	0	0	30.000	0	30.000
1	58.128	0	33.238	6.162	18.728	1.200	17.528
2	58.128	0	33.238	6.162	18.728	1.200	17.528
3	58.128	0	33.238	6.162	18.728	1.200	17.528
4	58.128	0	33.238	6.162	18.728	1.200	17.528
5	58.128	0	33.238	6.162	18.728	1.200	17.528
6	58.128	0	33.238	6.162	18.728	1.200	17.528
7	58.128	0	33.238	6.162	18.728	1.200	17.528
8	58.128	0	33.238	0	24.890	1.200	23.690
9	58.128	0	33.238	0	24.890	1.200	23.690
10	58.128	0	33.238	0	24.890	1.200	23.690
11	58.128	0	33.238	0	24.890	1.200	23.690
12	58.128	0	33.238	0	24.890	1.200	23.690
13	58.128	0	33.238	0	24.890	1.200	23.690
14	58.128	0	33.238	0	24.890	1.200	23.690
15	58.128	5.000	33.238	0	24.890	1.200	28.690

Tabla 5: Flujos de caja anuales para un periodo de duración de 15 años

La tabla también muestra el cambio de los flujos de caja de una situación inicial en la que la parcela estaba arrendada y generaba un flujo de caja de 1.200 euros anuales, a otra situación en la que los flujos de caja son muy diferentes.

INDICADORES ECONÓMICO-FINANCIEROS BÁSICOS

1. VALOR ACTUAL NETO (V.A.N)

El V.A.N expresa la ganancia total o rentabilidad del proyecto. Consiste en restar a la suma convenientemente actualizada de flujos de caja, el pago de la inversión, este también debidamente actualizado. Se expresa de la siguiente manera:

$$V.A.N. = \sum_{i=0}^n \frac{R_i}{(1+r)^i} - \sum_{j=0}^m \frac{K_j}{(1+r)^j}$$

R_i = flujo de caja en el año i

n = vida útil del proyecto de inversión

r = tasa de actualización

K_j = pago de la inversión

m = años en los que tienen lugar los pagos de la inversión

La indicación de la viabilidad del proyecto seguirá el siguiente criterio:

- Si: $VAN > 0 \Rightarrow$ Viable
- Si: $VAN < 0 \Rightarrow$ No viable

El valor de la tasa de actualización (r) se determinará teniendo en cuenta la rentabilidad (o el coste) de inversiones de similares características en el mercado financiero. La información más aproximada y fácil de obtener es el tipo de interés de los préstamos hipotecarios, que viene dado por el Euribor más un diferencial.

La aplicación de este criterio presenta el inconveniente de que el valor del V.A.N. para un proyecto de inversión determinado, depende de la tasa de actualización considerada. Por lo tanto parece conveniente presentar los resultados obtenidos con distintas tasas o tipos. Para nuestro proyecto se ha considerado una tasa de actualización del 7 y el 10%.

V.A.N 7% = 131.563 euros

V.A.N 10% = 98.579 euros

Dado que dicho valor es superior a cero, de acuerdo con el Criterio del Valor Actual neto, la inversión es viable.

2. TASA INTERNA DE RENDIMIENTO (T.I.R.)

La tasa interna de rendimiento representa la rentabilidad relativa de la inversión y permite, por tanto, comparar inversiones con desembolsos iniciales muy diferentes. Se define como aquella tasa de actualización para la que el V.A.N. toma el valor cero.

Si pensamos que la inversión es un préstamo que el inversor hace al proyecto, la tasa interna de rendimiento será el tipo de interés que el inversor obtenga por el préstamo que realizó al inicio.

Desde el punto de vista de este criterio, solo interesa ejecutar aquellas inversiones que tienen una T.I.R. superior al coste del capital.

En el caso del presente proyecto, la tasa interna de retorno (TIR) ofrece un valor de 34,18%. La inversión resulta atractiva dado que dicho valor es superior al coste del capital, ofreciendo de este modo una rentabilidad mayor que la mínima requerida.

3. PLAZO DE RECUPERACIÓN (h)

Se trata del periodo de tiempo (h), expresado en años, que se espera transcurra desde el momento en que se inicia la inversión hasta que la suma de los flujos de caja actualizados coincide con el pago de la inversión. O dicho de otra manera, indica el momento de la vida de la inversión en el que el V.A.N. de la misma se hace igual a cero, si la inversión finalizara en ese momento el V.A.N. sería nulo. Es, por tanto, el tiempo que tarda en recuperarse el pago de la inversión.

Para nuestro caso es al finalizar el séptimo año cuando se logra recuperar la inversión inicial.

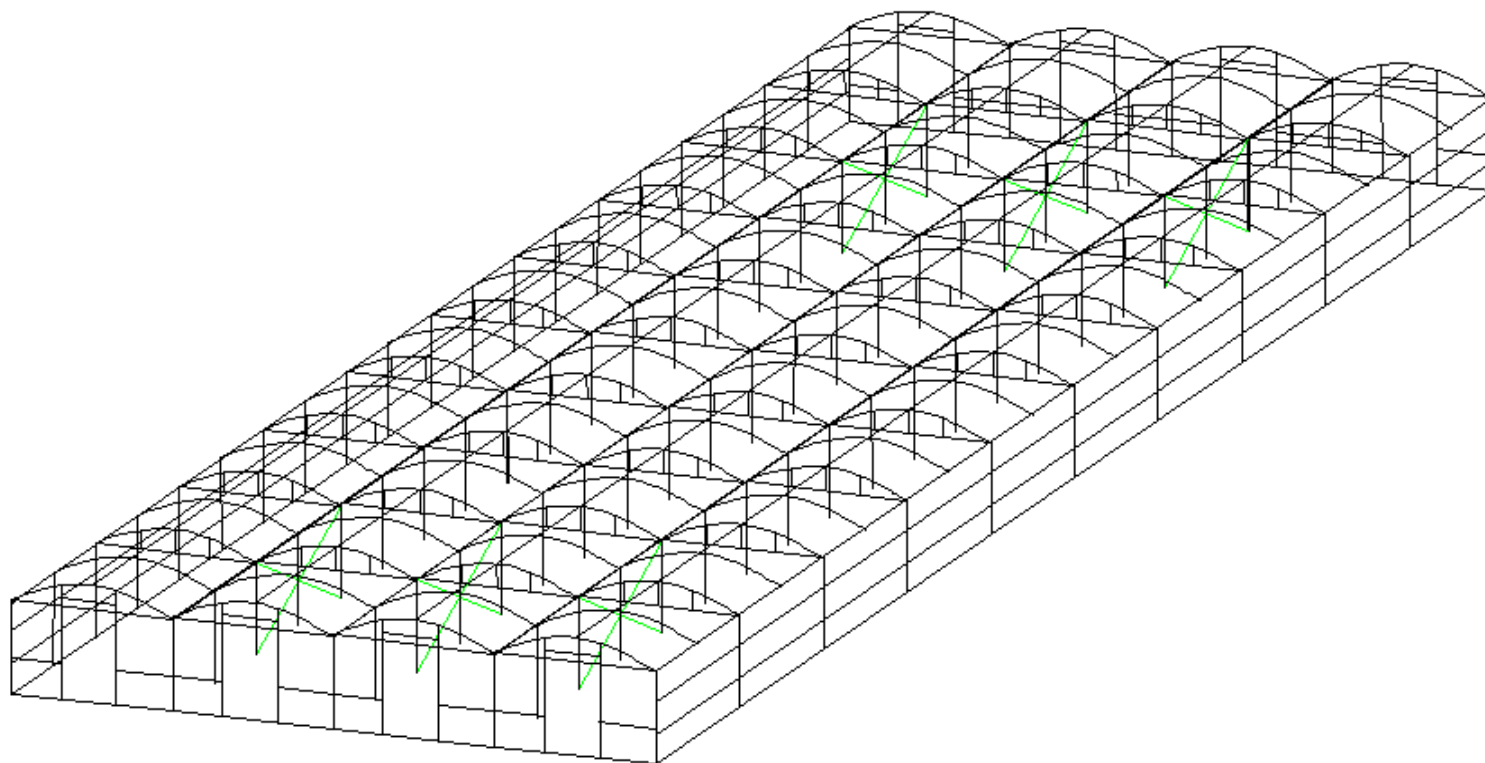
DOCUMENTO Nº 3

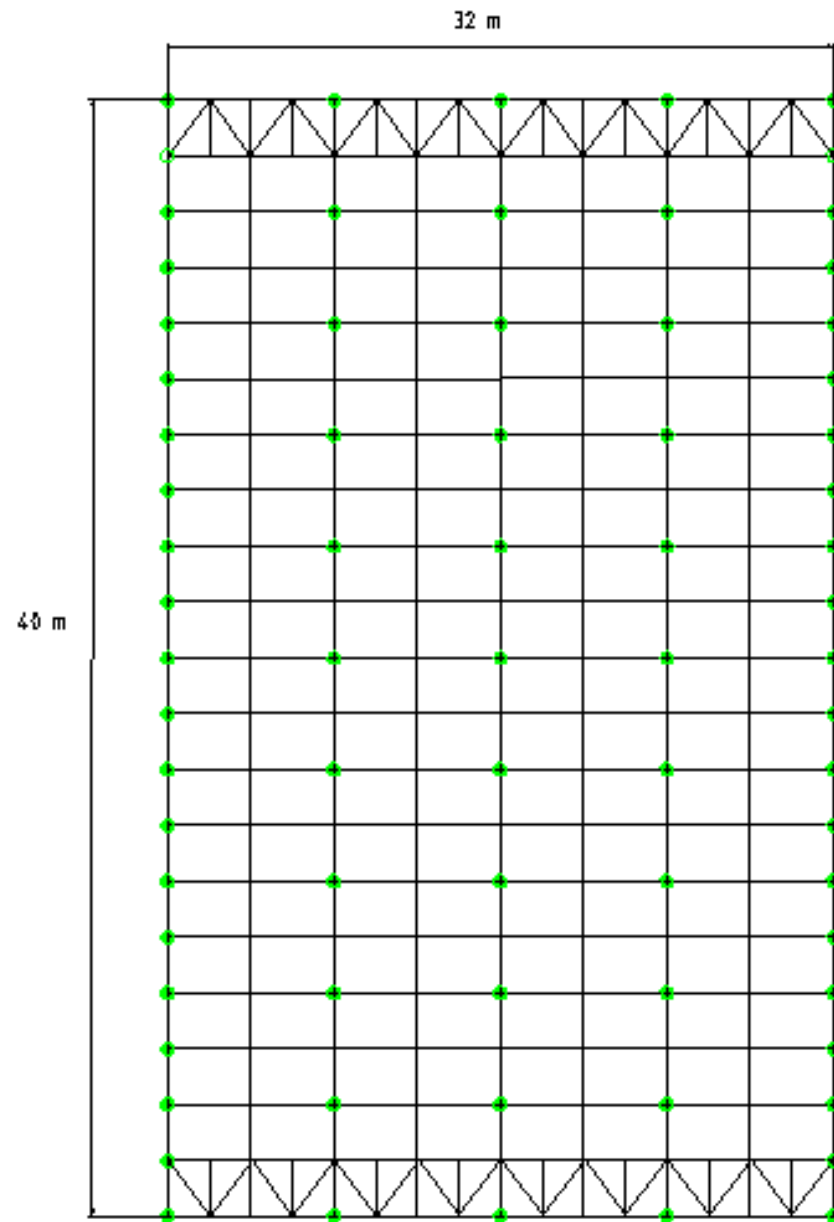
PLANOS

ÍNDICE/PLANOS

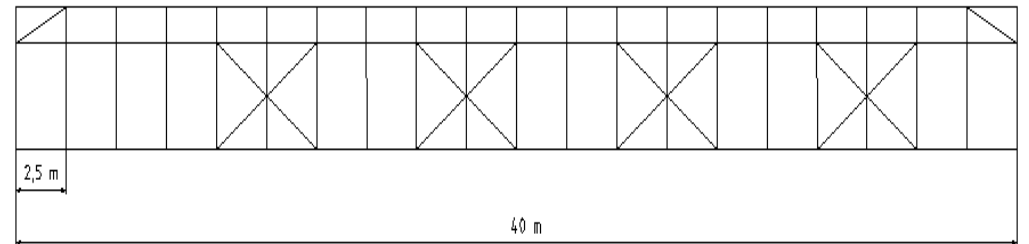
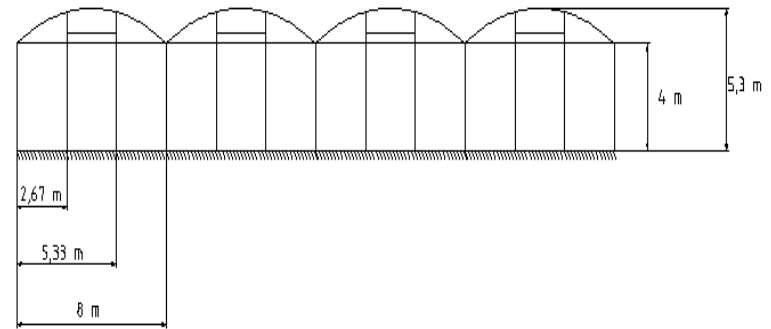
PLANO GENERAL	78
PLANTA/ FRONTAL/ PERFIL	79
PLANO DETALLE	80

PLANO GENERAL

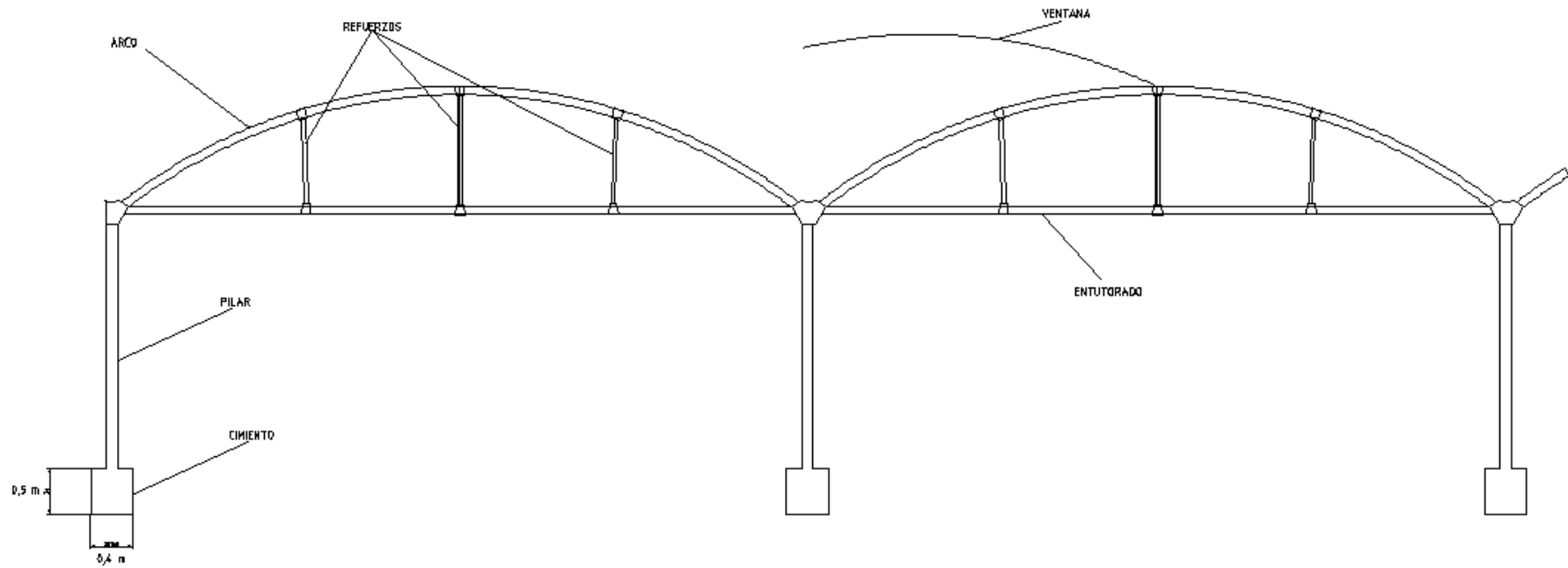




PLANTA/ FRONTAL/ PERFIL



PLANO DETALLE



DOCUMENTO Nº 4

PLIEGO DE CONDICIONES

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

ÍNDICE

OBJETO DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD

1. MEMORIA.

1.1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA.

1.1.1. Situación y delimitación de la obra.

1.1.2. Autor.

1.1.3. Presupuesto.

1.1.4. Número de operarios previsto

1.2. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA A REALIZAR.

1.2.1. Proceso productivo de interés a la prevención.

1.2.2. Oficios, unidades especiales y montajes que intervienen.

1.2.3. Medios auxiliares.

1.2.4. Maquinaria prevista.

1.3. ANÁLISIS GENERAL DE RIESGOS.

1.3.1. Análisis de riesgos en las fases de construcción.

1.3.1.1. En implantación

1.3.1.2. En excavación de tierras o rocas y manipulación de materiales sueltos

1.3.1.3. En relleno de tierras o rocas y manipulación de materiales sueltos.

1.3.1.4. Trabajos con ferralla. Manipulación y puesta en obra

1.3.1.5. Trabajos de manipulación de hormigón

1.3.2. Análisis de riesgos en los diferentes oficios, uds. especiales y montajes

1.3.2.1. Albañilería en general

- 1.3.2.2. Montajes de prefabricados

- 1.3.3. Análisis de riesgos y medidas preventivas en los medios auxiliares
 - 1.3.3.1. En escaleras de mano

- 1.3.4. Análisis de riesgos de la maquinaria de obra.
 - 1.3.4.1. Retroexcavadora mixta sobre neumáticos
 - 1.3.4.2. Camión Dumper
 - 1.3.4.3. Camión de transporte
 - 1.3.4.4. Camión hormigonera
 - 1.3.4.5. Compresor
 - 1.3.4.6. Pequeños compactadores
 - 1.3.4.7. Soldadura por arco eléctrico
 - 1.3.4.8. Taladro portátil

- 1.3.5. Instalaciones eléctricas provisionales de obra

DOCUMENTOS PARA SER CUMPLIMENTADOS.

1. Documento justificativo de la recepción de prendas de protección personal. (Anexo I)
2. Documento de compromiso, para las empresas subcontratantes, en el cumplimiento del Plan de Seguridad y Salud. (Anexo II)

MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS.

Reconocimiento médico

Botiquines

Asistencia a accidentados

FORMACIÓN EN SEGURIDAD EN EL TRABAJO.

PRESUPUESTO

OBJETO DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD

El redactor, al afrontar la tarea de componer el Plan de Seguridad y Salud para la obra **DISEÑO DE UN INVERNADERO MULTITUNEL Y SU SISTEMA DE RIEGO ANTE EL CAMBIO DE ACTIVIDAD DE UNA PARCELA EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE HUARTE/UHARTE (NAVARRA)**, se enfrenta con el doble problema de intuir los riesgos ante el proyecto y su proyección al acto edificatorio, definiendo los que la realidad en su día presente, en medio de todo el conjunto de circunstancias que ello aporta y que en sí mismos pueden lograr desvirtuar el objetivo del trabajo iniciado; es decir, la realización de la obra sin accidentes ni enfermedades profesionales, además de aquellos posibles a personas ajenas a la obra en su realidad física o en la de sus bienes, sin olvidar por qué ello es a su vez inexcusable, los denominados accidentes blancos. Por lo expuesto, los objetivos los definimos según los siguientes apartados, cuyo ordinal es indiferente al considerarlos todos de un mismo rango:

- 1º.-Conocer el proyecto y, en coordinación con su autor, definir la tecnología más adecuada para la realización de la obra, con el fin de conocer los posibles riesgos que de ella se desprenden.

- 2º.-Analizar las unidades de obra del proyecto en función de sus factores formales y de ubicación en coherencia con la tecnología y métodos constructivos a desarrollar.

- 3º.-Definir todos los riesgos detectables que pueden aparecer a lo largo de la realización de los trabajos.

- 4º.-Diseñar las líneas preventivas en función de una determinada metodología a seguir e implantar durante el proceso de construcción.

- 5º.-Divulgar la prevención entre todos los intervinientes en el proceso de construcción, interesando a los sujetos en su práctica con el fin de lograr su mejor y más razonable colaboración.

- 6º.-Crear un marco de salud laboral, en el que la prevención de las enfermedades profesionales sea eficaz.

7º.-Definir las actuaciones a seguir en el caso de que fracase nuestra intención técnica y se produzca el accidente, de tal forma que la asistencia al accidentado sea la adecuada y aplicada con la máxima celeridad y atención posibles.

8º.-Diseñar una línea formativa, para prevenir por medio del método de trabajo correcto, los accidentes.

9º.-Hacer llegar la prevención de riesgos desde el punto de vista de costes a cada empresa o autónomos intervinientes, de tal forma que se eviten prácticas contrarias a la seguridad y salud.

Declaramos que nuestra voluntad es la de analizar, primero el proyecto, y en su función, cuantos mecanismos preventivos podamos idear dentro de las posibilidades que el mercado y los razonables límites económicos nos permitan.

1.- MEMORIA

1.1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

1.1.1. Situación y delimitación de la obra

Los trabajos del presente Plan se desarrollan en Huarte/Uharte (Navarra).

1.1.2. Autor

Xabier Basterra Mendioroz, como redactor del Plan de Seguridad y Salud de referencia.

1.1.3. Presupuesto

El presupuesto total es de **83.987** euros.

1.1.4. Número de operarios previsto

El número total de trabajadores para el cálculo de consumo de "prendas de protección personal", será de 3.

En este número quedan englobadas todas las personas intervinientes en el proceso con independencia de su afiliación empresarial o sistema de contratación.

1.1.5. Promotor.

La figura del promotor recae en **Xabier Basterra Mendioroz**

1.16. Autor del estudio de seguridad y salud.

DISEÑO DE UN INVERNADERO MULTITUNEL Y SU SISTEMA DE RIEGO ANTE EL CAMBIO DE ACTIVIDAD DE UNA PARCELA EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE HUARTE/UHARTE (NAVARRA): Xabier Basterra Mendioroz (Ingeniero Técnico Agrícola)

1.17. Coordinador en Materia de Seguridad y Salud.

Las labores de coordinación en materia de seguridad y salud recaerán en Xabier Basterra Mendioroz (Ingeniero Técnico Agrícola).

1.2. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA A REALIZAR

1.2.1. Proceso productivo de interés a la prevención

* Implantación.

En esta fase se desarrollan los siguientes trabajos:

- Señalización.

Se efectuará la señalización necesaria en los distintos accesos a la obra.

Las obras definidas en los proyectos de ejecución tienen por objeto, el diseño de un invernadero multitunel y su sistema de riego ante el cambio de actividad de una parcela en el término municipal de huarte/uharte (navarra) y en esencia constan de las siguientes unidades constructivas:

- RED DE ABASTECIMIENTO Y ELECTRICIDAD, CAMINO DE ACCESO Y CONSTRUCCIÓN INVERNADERO.

1.4.1- Movimiento de tierras

1.4.2- Hormigones, conducciones y varios

1.2.2. Oficios, unidades especiales y montajes que intervienen

- Albañilería en general
- Instalación de tuberías para canalización de aguas, cables eléctricos, alumbrado.
- Pavimentación de camino de acceso.
- Construcción invernadero.

1.2.3. Medios auxiliares

- Escaleras de mano.

1.2.4. Maquinaria prevista

Máquinas y máquinas-herramienta del proyecto

- Retroexcavadora mixta sobre neumáticos
- Camión Dumper
- Camión de transporte
- Camión hormigonera
- Compresor
- Pequeños Compactadores.
- Máquina elevadora.

1.3. ANÁLISIS GENERAL DE RIESGOS

A la vista de la metodología de construcción, del proceso productivo previsto, del número de trabajadores y de las fases críticas para la prevención, los riesgos detectables expresados globalmente son:

- Los propios del trabajo realizado por uno o varios trabajadores.
- Los derivados de los factores formales y de ubicación del lugar de trabajo.
- Los que tienen su origen en los medios materiales empleados para ejecutar las diferentes unidades de obra.

Las protecciones colectivas y personales que se definen así como las conductas que se señalan tienen carácter de obligatorias y el hecho de incluirse en la memoria obedece a razones metodológicas, pero tienen el mismo carácter que si estuvieran insertadas en el Pliego de Condiciones

1.3.1. Análisis de riesgos y medidas preventivas en las fases de construcción

1.3.1.1. En implantación

a) Riesgos detectables

- Caídas de personas al mismo nivel.
- Atropellos y golpes contra objetos.
- Caídas de materiales.
- Riesgo de contacto eléctrico.
- Derrumbamiento de acopios.

b) Normas preventivas

- Se señalizarán las vías de circulación interna o externa de la obra.
- Se señalizarán los almacenes y 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.).
- 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) Equipos de protección individual

- Casco de seguridad.
- Guantes de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- Traje de agua para tiempo lluvioso.

1.3.1.3. En excavación de zanjas o de trincheras

a) Riesgos detectables

- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de personas a distinto nivel.

- Los derivados por contactos con conducciones enterradas.
- Golpes por o contra objetos, máquinas, etc.
- Caídas de objetos o materiales.
- Inhalación de agentes tóxicos o pulverulentos.

b) Normas preventivas

- El personal que debe trabajar en esta obra en el interior de las zanjas conocerá los riesgos a los que puede estar sometido.
- El acceso y salida de una zanja se efectuará por medios sólidos y seguros.
- Quedan prohibidos los acopios (tierras, materiales, etc.) al borde de una zanja manteniendo la distancia adecuada para evitar sobrecargas.

c) Equipos de protección individual

- Casco de seguridad.
- Mascarilla antipolvo con filtro mecánico.
- Guantes de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- Botas de goma o P.V.C.
- Traje para ambientes húmedos o lluviosos.
- Protectores auditivos.

1.3.1.5. En relleno de tierras o rocas y manipulación de materiales sueltos

a) Riesgos detectables

- Caídas o desprendimientos del material.
- Golpes o choques con objetos o entre vehículos.
- Atropello.
- Caída o vuelco de vehículos.
- Vibraciones.

- Ruido.
- Sobreesfuerzos.

b) Normas preventivas

- Todo el personal que maneje la maquinaria para estas operaciones será especialista en ella.
- Todos los vehículos serán revisados periódicamente, en especial en los órganos de accionamiento neumático, quedando reflejadas las revisiones en el libro de mantenimiento.
- Se prohíbe sobrecargar los vehículos por encima de la carga máxima admisible, que llevarán siempre escrita de forma legible.
- Todos los vehículos de transporte de material empleados especificarán claramente la "Tara" y la "Carga máxima".
- Se prohíbe el transporte de personal en las máquinas.
- En los vehículos se prohíbe el transporte de personal fuera de la cabina de conducción ido en número superior a los asientos existentes en el interior.
- Cada equipo de carga y descarga será coordinado por personal competente.
- Se regarán periódicamente los tajos, las cargas y cajas del camión, para evitar polvaredas (especialmente sí se debe conducir por vías públicas, calles y carreteras).
- Se señalizarán los accesos y recorrido de los vehículos en el interior de la obra para evitar las interferencias.
- Todas las maniobras de vertido en retroceso serán vigiladas por personal competente.
- Se prohíbe la permanencia de personas en el radio de acción de las máquinas.
- Salvo camiones, todos los vehículos empleados en esta obra, para las operaciones de relleno y compactación serán dotados de bocina automática de marcha hacia atrás.
- Se señalizarán los accesos a la vía pública, mediante las señales normalizadas de "peligro indefinido", "peligro salida de camiones" y "STOP", tal y como se indica en los planos.
- Los vehículos utilizados estarán dotados de la póliza de seguro con responsabilidad civil.
- Se establecerán a lo largo de la obra los letreros divulgativos y señalización de los riesgos propios de este tipo de trabajos.

- Los conductores de cualquier vehículo provisto de cabina cerrada, quedan obligados a utilizar el casco de seguridad al abandonar la cabina en el interior de la obra.

c) Equipo de protección individual

- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad con suela antideslizante.
- Botas de goma o P.V.C.
- Mascarillas antipolvo con filtro mecánico.
- Guantes de seguridad.
- Cinturón antivibratorio.
- Guantes de goma o P.V.C.
- Protectores auditivos.

1.3.1.7. Trabajos con ferralla. Manipulación y puesta en obra

a) Riesgos detectables

- Golpes por o contra objetos.
- Cortes por objetos o material.
- Atrapamiento o aplastamiento.
- Sobreesfuerzos.
- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Caídas de objetos o materiales.

b) Normas preventivas

- Se habilitará en obra un espacio dedicado al acopio clasificado de los redondos de ferralla próximo al lugar de montaje de armaduras.
- Los paquetes de redondos se almacenarán en posición horizontal sobre durmientes de madera capa a capa, evitándose las alturas de las pilas superiores a 1'50 m.

- El ángulo superior, en el anillo de cuelgue que formen las hondillas de las eslingas entre sí, será igual o menor de 90°.
- La ferralla montada (pilares, parrillas, etc.) se almacenará en los lugares designados a tal efecto, separados del lugar de montaje.
- Los desperdicios o recortes de hierro y acero, se recogerán acopiándose en el lugar determinado para su posterior carga y transporte al vertedero.
- Se efectuará un barrido diario de puntas, alambres y recortes de ferralla en torno al banco (o bancos, borriquetas, etc.), de trabajo.

c) Equipos de protección individual

- Casco de seguridad.
- Guantes de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- Botas de goma o P.V.C.
- Cinturón porta-herramientas.
- Cinturón de seguridad (clases A o C, cuando no existan medios de protección colectiva).
- Trajes de agua para tiempo lluvioso.

1.3.1.8. Trabajos de manipulación de hormigón

a) Riesgos detectables

- Caída de personas y/u objetos al mismo nivel.
- Caída de personas y/u objetos a distinto nivel.
- Pisadas sobre objetos punzantes.
- Golpes por o contra objetos, materiales, etc.
- Contactos con el hormigón (dermatitis por cementos).
- Atrapamientos.
- Vibraciones.
- Contactos eléctricos.
- Riesgos higiénicos por ambientes pulverulentos.

- Sobreesfuerzos.

b) Normas preventivas

b.1.) Vertidos directos mediante canaleta

- Se prohíbe situar a los operarios detrás de los camiones hormigonera durante el retroceso.
- La maniobra de vertido será dirigida por personal competente que vigilará que no se realicen maniobras inseguras.

b.2.) Normas preventivas de aplicación durante el hormigonado de cimientos (zapatas, zarpas y riostras)

- Antes del inicio del vertido del hormigón, personal competente revisará el buen estado de seguridad de las paredes de los cimientos.
- Antes del inicio del hormigonado personal competente revisará el buen estado de seguridad de los encofrados en prevención de reventones y de derrames.
- Se mantendrá una limpieza esmerada durante esta fase. Se eliminarán, antes del vertido del hormigón, puntas, resto de madera, redondos y alambres.
- Se instalarán pasarelas de circulación de personas sobre las zanjas a hormigonar, formadas por un mínimo de tres tablones trabados (60 cm. de anchura).
- Para vibrar el hormigón desde posiciones sobre la cimentación que se hormigona, se establecerán plataformas de trabajo móviles, formadas por un mínimo de tres tablones que se dispondrán perpendicularmente al eje de la zanja o zapata.

c) Equipos de protección individual

- Casco de seguridad.
- Guantes de seguridad.
- Guantes impermeabilizados.
- Calzado de seguridad.
- Gafas de seguridad antiproyecciones.
- Trajes impermeables para tiempo lluvioso.
- Mandil.

- Cinturón antivibratorio.
- Protectores auditivos.

1.3.2. Análisis de riesgos y medidas preventivas en los diferentes oficios, unidades especiales y montajes

1.3.2.1. Albañilería en general

a) Riesgos detectables

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Caída de objetos o materiales.
- Golpes por o contra objetos.
- Cortes por objetos, máquinas y herramientas manuales.
- Dermatitis por contactos.
- Proyecciones de partículas.
- Sobreesfuerzos.
- Contacto con la corriente eléctrica.
- Atrapamientos.
- Riesgos higiénicos en ambientes pulverulentos.

b) Normas preventivas

- Los huecos existentes en el suelo permanecerán protegidos, para la prevención de caídas.
- Se establecerán cables de seguridad amarrados entre los pilares (u otro sólido elemento estructural) en los que enganchar el mosquetón del cinturón de seguridad durante las operaciones de replanteo e instalación de miras.

c) Equipos de protección individual

- Casco de seguridad.
- Guantes de P.V.C. o de goma.

- Guantes de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- Cinturón de seguridad (clases A o C, si no existen medidas de protección colectiva).
- Botas de goma o P.V.C.
- Trajes de agua para tiempo lluvioso.

1.3.2. Análisis de riesgos y medidas preventivas en el uso de medios auxiliares

1.3.2.1. En escaleras de mano

a) Riesgos detectables

- Caída a distinto nivel.
- Caída al mismo nivel.
- Golpes por o contra objetos.
- Sobreesfuerzos.

b) Normas preventivas

* De aplicación al uso de escaleras de madera

- Las escaleras de madera a utilizar en esta obra tendrán los largueros de una sola pieza, sin defectos ni nudos que puedan mermar su seguridad.
- Los peldaños (travesaños) de madera estarán ensamblados.
- Las escaleras de madera estarán protegidas de la intemperie mediante barnices transparentes, para que no oculten los posible defectos.
- Las escaleras de madera se guardarán a cubierto. A ser posible se utilizarán preferentemente para usos internos de la obra.

* 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.
- * Para el uso de escaleras de mano, independientemente de los materiales que las constituyen
 - Se prohíbe la utilización de escaleras simples de mano para salvar alturas superiores a 5 m. salvo que estén reforzadas en su centro, en cuyo caso pueden alcanzar los 7 m.
 - Las escaleras de mano a utilizar en esta obra estarán dotadas en su extremo inferior de zapatas antideslizantes de seguridad.
 - Las escaleras de mano a utilizar en esta obra estarán firmemente amarradas en su extremo superior al objeto o estructura al que dan acceso.
 - Las escaleras de mano a utilizar en esta obra sobrepasarán en 1 m. la altura a salvar. Esta cota se medirá en vertical desde el plano de desembarco al extremo superior del larguero.
 - Las escaleras de mano a utilizar en esta obra se instalarán de tal forma que su apoyo inferior diste de la proyección vertical del superior $1/4$ de la longitud del larguero entre apoyos.
 - Se prohíbe en esta obra transportar pesos a mano (o a hombro) iguales o superiores a 25 kg sobre las escaleras de mano.
 - Se prohíbe apoyar la base de las escaleras de mano sobre lugares y objetos poco firmes que pueden mermar la estabilidad de este medio auxiliar.
 - El ascenso de operarios en esta obra, a través de las escaleras de mano, se realizará de uno en uno. Se prohíbe la utilización al unísono de la escalera a dos o más operarios.
 - El ascenso y descenso a través de las escaleras de mano de esta obra se efectuará frontalmente, es decir, mirando directamente hacia los peldaños que se están utilizando.

Las prendas serán las adecuadas al oficio que se está realizando y utilice estos medios auxiliares.

1.3.3 Análisis de riesgos de la maquinaria de obra

1.3.3.1. Retroexcavadora mixta sobre neumáticos

- a) Riesgos detectables más comunes
 - Atropello.
 - Deslizamiento de la máquina.

- Máquinas en marcha fuera de control (abandono de la cabina de mando sin desconectar la máquina y bloquear los frenos).
- Vuelco de la máquina (inclinación del terreno superior a la admisible para la circulación de la retroexcavadora).
- Caída por pendientes (trabajos al borde de taludes, cortes y asimilables).
- Choque contra otros vehículos.
- Contacto con líneas eléctricas aéreas o enterradas.
- Interferencias con infraestructuras urbanas (alcantarillado, red de aguas y líneas de conducción de gas o de electricidad).
- Incendio.
- Quemaduras (trabajos de mantenimiento).
- Atrapamiento (trabajos de mantenimiento).
- Proyección de objetos.
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Golpes.
- Ruido.
- Vibraciones.
- Riesgos higiénicos de carácter pulverulento.
- Sobreesfuerzos.

b) Normas preventivas

* Normas o medidas preventivas tipo

- Se entregará a los conductores que deban manejar este tipo de máquinas, las normas y exigencias de seguridad que les afecten específicamente según el Plan de Seguridad. De la entrega, quedará constancia escrita.

* Normas de actuación preventiva para los maquinistas de la retroexcavadora

- Para subir o bajar de la "retro", utilice los peldaños y asideros dispuestos para tal menester.
- No acceda a la máquina encaramándose a través de las cadenas o ruedas.

- Suba y baje de la máquina de forma frontal (mirando hacia ella) asiéndose al pasamanos.
- No trate de realizar "ajustes" con la máquina en movimiento y con el motor en funcionamiento.
- No permita el acceso a la "retro" a personas no autorizadas.
- No trabaje con la "retro" en situación de avería aunque se con fallos esporádicos. Repárela primero, luego, reanude el trabajo.
- Para evitar lesiones durante las operaciones de mantenimiento, apoye primero la cuchara en el suelo, pare el motor, ponga en servicio el freno de mano y bloquee la máquina; a continuación, realice las operaciones de servicio que necesite.
- Mantenga limpia la cabina de aceites, grasas, trapos, etc.
- No levante en caliente la tapa del radiador. Espere a que baje la temperatura y opere posteriormente.
- Protéjase con guantes de seguridad adecuados si debe tocar líquidos corrosivos. Utilice además pantalla antiproyecciones.
- Cambie el aceite del motor y del sistema hidráulico en frío para evitar quemaduras.
- Los líquidos de la batería desprenden gases inflamables. Si debe manipularlos, no fume ni acerque fuego.
- Si debe tocar el electrolito (líquido de la batería), hágalo protegido con guantes de seguridad adecuados.
- Si desea manipular en el sistema eléctrico, desconecte la máquina y extraiga primero la llave de contacto.
- Antes de soldar tuberías del sistema hidráulico, vacíelas y límpielas de aceite. Recuerde que el aceite del sistema hidráulico puede ser inflamable.
- No libere los frenos de la máquina en posición de parada si antes no ha instalado los tacos de inmovilización de las ruedas.
- Si debe arrancar la máquina mediante la batería de otra, tome precauciones para evitar chisporroteos de los cables. Recuerde que los electrolitos emiten gases inflamables. Las baterías pueden estallar por causa de una chispa.
- Vigile la presión de los neumáticos, trabaje con el inflado a la presión recomendada por el fabricante de su retroexcavadora.
- Tome toda clase de precauciones, recuerde que cuando necesite usar la cuchara bivalva, ésta puede oscilar en todas las direcciones y golpear a la cabina o a las personas circundantes que trabajan junto a usted durante los desplazamientos de la máquina.

- Antes de iniciar cada turno de trabajo, compruebe que funcionen los mandos correctamente.
- No olvide ajustar el asiento para que pueda alcanzar los controles con facilidad y el trabajo le resultará más agradable.
- Las operaciones de control del buen funcionamiento de los mandos hágalas con marchas sumamente lentas.
- Si topan con cables eléctricos, no salga de la máquina hasta haber interrumpido el contacto y alejado a la "retro" del lugar. Salte entonces, sin tocar a un tiempo el terreno y la máquina.
- Los caminos de circulación interna de la obra se trazarán según lo diseñado en los planos de este Plan de Seguridad y Salud.
- Se acotará el entorno de la zona de trabajo, cuando las circunstancias lo aconsejen a una distancia igual a la del alcance máximo del brazo excavador. Se prohíbe la permanencia de personas dentro de este entorno.
- Las cabinas serán exclusivamente las indicadas por el fabricante para cada modelo de "retro" a utilizar.
- Se revisarán periódicamente todos los puntos de escape del motor para evitar que en la cabina se reciban gases nocivos.
- Las retroexcavadoras a utilizar en obra, estarán dotadas de un botiquín portátil de primeros auxilios, ubicado de forma resguardada para conservarlo limpio.
- Las retroexcavadoras a contratar para obra cumplirán todos los requisitos para que puedan autodesplazarse por carretera.
- Se prohíbe en esta obra que los conductores abandonen la "retro" con el motor en marcha.
- Se prohíbe en obra que los conductores abandonen la "retro" sin haber antes depositado la cuchara en el suelo.
- Se prohíbe que los conductores abandonen la máquina con la cuchara bivalva sin cerrar, aunque quede apoyada en el suelo.
- Los ascensos o descensos de las cucharas con carga se realizarán lentamente.
- Se prohíbe el transporte de personas en la "retro", salvo en casos de emergencia.
- Se prohíbe utilizar el brazo articulado o las cucharas para izar personas y acceder a trabajos puntuales.
- Las retroexcavadoras a utilizar en obra, estarán dotadas de un extintor, timbrado y con las revisiones al día.

- Se prohíbe expresamente acceder a la cabina de mandos de la "retro", utilizando vestimentas sin ceñir y cadenas, relojes, anillos, etc. que puedan engancharse en los salientes y controles.
- Se prohíbe realizar maniobras de movimientos de tierras sin antes haber puesto en servicio los apoyos hidráulicos de inmovilización.
- Se prohíbe expresamente en obra el manejo de grandes cargas (cuchara a pleno llenado), bajo régimen de fuertes vientos.
- Se prohíbe realizar esfuerzos por encima del límite de carga útil de la retroexcavadora.
- El cambio de posición de la "retro", se efectuará situando el brazo en el sentido de la marcha (salvo en distancias muy cortas).
- El cambio de la posición de la "retro" en trabajos a media ladera, se efectuará situando el brazo hacia la parte alta de la pendiente con el fin de aumentar en lo posible la estabilidad de la máquina.
- Se prohíbe estacionar la "retro" en las zonas de influencia de los bordes de los taludes, zanjas y asimilables, para evitar el riesgo de vuelcos por fatiga del terreno.
- Se prohíbe realizar trabajos en el interior de las trincheras (o zanjas), en la zona de alcance del brazo de la retro.
- Se prohíbe verter los productos de la excavación con la retro al borde la zanja, respetando la distancia máxima que evite la sobrecarga del terreno.
- Los conductores deberán controlar el exceso de comida, así como evitar la ingestión de bebidas alcohólicas antes o durante el trabajo.

c) Equipo de protección individual

- Gafas antiproyecciones.
- Casco de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Guantes de goma o de P.V.C.
- Cinturón antivibratorio.
- Calzado de seguridad antideslizante.
- Botas de goma o P.V.C.
- Mascarillas con filtro mecánico recambiable antipolvo.
- Protectores auditivos.

1.3.4.3. Camión Dumper

a) Riesgos detectables más comunes

- Caídas a distinto nivel.
- Golpes por o contra objetos o materiales.
- Vuelco del camión.
- Atropellos.
- Vibraciones.
- Polvo ambiental.
- Ruido ambiental.
- Atrapamiento.
- Proyección de objetos.
- Desplome de tierras.
- Contactos con la energía eléctrica (líneas eléctricas).
- Quemaduras (mantenimiento).
- Sobreesfuerzos.
- Incendio.

b) Normas preventivas

* Normas o medidas preventivas tipo

- Los camiones dumper a utilizar en obra, estarán dotados de los siguientes medios a pleno funcionamiento:
 - . Faros de marcha hacia adelante.
 - . Faros de marcha de retroceso.
 - . Intermitentes de aviso de giro.
 - . Pilotos de posición delanteros y traseros.
 - . Pilotos de balizamiento superior delantero de la caja.

- . Servofrenos.
 - . Frenos de mano.
 - . Bocina automática de marcha de retroceso.
 - . Cabina de seguridad antivuelco.
 - Diariamente, antes del comienzo de la jornada, se inspeccionará el buen funcionamiento de motor, sistemas hidráulicos, frenos, dirección, luces, bocinas, neumáticos, etc. en prevención de los riesgos por mal funcionamiento o avería.
 - Personal competente será responsable de controlar la ejecución de la inspección diaria, de los camiones dúmper.
 - A los conductores de los camiones dúmper se les hará entrega de la siguiente normativa preventiva de lo que quedará constancia escrita.
- * Normas de seguridad para los conductores
- Suba y baje del camión de frente y usando los peldaños de los que están dotados estos vehículos, utilizando los asideros para mayor seguridad.
 - No suba y baje apoyándose sobre las llantas, ruedas o salientes.
 - No salte nunca directamente al suelo si no es por peligro inminente para usted.
 - No realice "ajustes" con los motores en marcha.
 - No permita que las personas no autorizadas, accedan al dúmper y mucho menos, que puedan llegar a conducirlo.
 - No utilice el camión dúmper en situación de avería. Haga que lo reparen primero, luego, reanude el trabajo.
 - Antes de poner en marcha el motor, o bien antes de abandonar la cabina, asegúrese que ha instalado el freno de mano.
 - No guarde combustibles ni trapos grasientos en el camión dúmper, pueden producir incendios.
 - En caso de calentamiento del motor, recuerde que no debe abrir directamente la tapa del radiador. El vapor desprendido, si lo hace, puede producirle quemaduras graves.
 - Recuerde que el aceite del cárter está caliente cuando el motor lo está. Cámbielo una vez frío.
 - No fume cuando manipule la batería ni cuando se abastezca de combustible.

- No toque directamente el electrolito de la batería con los dedos. Si debe hacerlo, hágalo protegido con guantes de seguridad frente a agentes cáusticos o corrosivos.
- Si debe manipular el sistema eléctrico del camión dumper por alguna causa, desconecte el motor y extraiga la llave de contacto totalmente.
- No libere los frenos del camión en posición de parada si antes no ha instalado los tacos de inmovilización en las ruedas, para evitar accidentes por movimientos indeseables.
- Si debe arrancar el motor mediante la batería de otro, tome precauciones para evitar chisporroteos de los cables. Recuerde que los líquidos de las baterías desprenden gases inflamables. La batería puede explotar por chisporroteos.
- Vigile constantemente la presión de los neumáticos. Trabaje con el inflado a la presión marcada por el fabricante.
- En el relleno de aire de las ruedas, sitúese tras la banda de rodadura, apartado del punto de conexión. Recuerde que un reventón del conducto de goma, o de la boquilla, puede convertir al conjunto en un látigo.
- Si durante la conducción sufre un reventón y pierde la dirección, mantenga el volante en el sentido en el que vaya el camión. De esta forma conseguirá dominarlo.
- Si se agarrota el freno, evite las colisiones frontales o contra otros vehículos de su porte. Intente la frenada por roce lateral lo más suavemente posible, o bien, introdúzcase en terreno blando.
- Antes de acceder a la cabina dé la vuelta completa caminando en torno del camión, por si alguien dormita a su sombra.
- Evite el avance del camión dumper con la caja izada tras la descarga. Considere que puede haber líneas eléctricas aéreas y entrar en contacto con ellas, o bien dentro de la distancia de alto riesgo para sufrir descargas.
- Si establece contacto entre el camión dumper y una línea eléctrica, permanezca en su punto solicitando auxilio mediante la bocina. Una vez le garanticen que puede abandonar el camión, descienda por la escalerilla normalmente y desde el último peldaño, salte lo más lejos posible, sin tocar la tierra y el camión a la vez, para evitar posibles descargas eléctricas. Además no permita que nadie toque el camión, es muy peligroso.
- Se prohíbe en obra trabajar o permanecer en el radio de acción de los camiones dumper.
- Los camiones dumper en estación, quedarán señalizados mediante "señales de peligro".
- La carga se regará superficialmente para evitar posibles polvaredas.
- Los caminos de circulación interna para el transporte de tierras serán los que se marcan en los planos de este Plan de Seguridad y Salud, marcados y señalados en detalle.

- Se prohíbe expresamente cargar los camiones dumper por encima de la carga máxima marcada por el fabricante, para prevenir los riesgos por sobrecarga.
- Todos los camiones dumper a contratar en esta obra, estarán en perfectas condiciones de conservación y de mantenimiento, en prevención del riesgo por fallo mecánico.
- Tal como se indica en los planos, se establecerán fuertes topes de final de recorrido, ubicados a un mínimo de 2 m. (como norma general) del borde de los taludes, en prevención del vuelco y caída durante las maniobras de aproximación para vertido.
- Se instalarán señales de "peligro" y de "prohibido el paso", ubicadas a 15 m. (como norma general) de los lugares de vertido de los dumperes, en prevención de accidentes al resto de operarios.
- Se instalará un panel ubicado a 15 m. (como norma general) del lugar de vertido de los dumperes con la siguiente leyenda: "NO PASE, ZONA DE RIESGO, LOS CONDUCTORES PUEDE QUE NO LE VEAN, APÁRTESE DE ESTA ZONA".

c) Equipo de protección individual

- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad con suela antideslizante.
- Guantes de cuero (mantenimiento).
- Guantes de goma o P.V.C. (mantenimiento).

1.3.4.4. Camión de transporte

a) Riesgos detectables más comunes

- Los derivados del tráfico durante el transporte.
- Vuelco del camión.
- Atrapamiento.
- 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

* 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.
- 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 describe en los planos de este 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.

* 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) Equipo de protección individual

- Casco de seguridad.
- Guantes de seguridad (mantenimiento).
- Calzado de seguridad con suela antideslizante.
- Cinturón antivibratorio.

1.3.4.5 Camión hormigonera

a) Riesgos detectables más comunes

- Los derivados del tráfico durante el transporte.
- Vuelco del camión, (terrenos irregulares, embarrados, etc.).
- Atrapamiento durante el despliegue, montaje y desmontaje de las canaletas.
- Caída a distinto nivel.
- Atropello.
- Colisión contra otras máquinas, (movimiento de tierras, camiones, etc.).
- Golpes por o contra objetos.
- Caída de materiales.
- Sobreesfuerzos.
- Riesgos higiénicos por contacto con el hormigón.

b) Normas preventivas

* Normas o medidas preventivas tipo

- La puesta en estación y los movimientos del camión-hormigonera durante las operaciones de vertido, serán dirigidos en caso necesario por un señalista, en prevención de los riesgos por maniobras incorrectas.
- El recorrido de los camiones-hormigonera en el interior de la obra se efectuará según lo definido en los planos de este Plan de Seguridad.
- La limpieza de la cuba y canaletas se efectuará en los lugares plasmados en los planos para tal labor, en prevención de riesgos por la realización de trabajos en zonas próximas.

- Las operaciones de vertido a lo largo de cortes en el terreno se efectuarán separados a una distancia adecuada que evite el riesgo de desprendimientos en el terreno.
- A los conductores de los camiones-hormigonera, al entrar en la obra, se les entregará la normativa de seguridad, quedando constancia escrita de ello.

* Normas de seguridad para visitantes

- Atención, penetra usted en una zona de riesgo, siga las instrucciones que se le han dado para llegar al lugar del vertido del hormigón.
- Cuando deba salir de la cabina del camión utilice el casco de seguridad que se le ha entregado junto con esta nota.
- Respete las señales de tráfico internas de la obra.

c) Equipo de protección individual

- Casco de seguridad.
- Guantes de seguridad.
- Guantes de goma o P.V.C.
- Botas de goma o P.V.C.
- Calzado de seguridad con suela antideslizante.
- Mandil impermeable (limpieza de canaletas).
- Cinturón antivibratorio.

1.3.4.8. Compresor

a) Riesgos detectables más comunes

- Vuelco.
- Atrapamiento de personas.
- Caída de la máquina desprendimiento durante el transporte en suspensión.
- Ruido.
- Rotura de la manguera de presión.
- Riesgos higiénicos derivados de la emanación de gases tóxicos.

- Atrapamiento durante operaciones de mantenimiento.
- Sobreesfuerzos.

b) Normas preventivas

* Normas o medidas preventivas tipo

- El compresor (o compresores), se ubicará en los lugares señalados para ello en los planos que completan este Plan de Seguridad y Salud, en prevención de los riesgos por imprevisión o por creación de atmósferas ruidosas.
- El arrastre directo para ubicación del compresor por los operarios, se realiza a una distancia nunca inferior a los 2 m. (como norma general), del borde de coronación de cortes y taludes, en prevención del riesgo de desprendimiento de la cabeza del talud por sobrecarga.
- El transporte en suspensión, se efectuará mediante un eslingado a cuatro puntos del compresor, de tal forma que quede garantizada la seguridad de la carga.
- El compresor a utilizar en esta obra, quedará en estación con la lanza de arrastre en posición horizontal (entonces el aparato en su totalidad estará nivelado sobre la horizontal), con las ruedas sujetas mediante tacos antideslizantes. Si la lanza de arrastre, carece de rueda o de pivote de nivelación, se le adaptará mediante un suplemento firme y seguro.
- Los compresores a utilizar en esta obra, serán de los llamados "silenciosos" en la intención de disminuir la contaminación acústica.
- Las carcasas protectoras de los compresores a utilizar en esta obra, estarán siempre instalados en posición de cerradas, en prevención de posibles atrapamientos y ruido.
- La zona dedicada en esta obra para la ubicación del compresor, quedará acordonada en un radio de 4 m. (como norma general) en su entorno, indicándose con señales de "obligatorio el uso de protectores auditivos" para sobrepasar la línea de limitación.
- Los compresores (no silenciosos) a utilizar en esta obra, se aislará por distancia del tajo de martillos (o de vibradores).
- Las operaciones de abastecimiento de combustible se efectuarán con el motor parado, en prevención de incendios o de explosión.
- Las mangueras a utilizar en esta obra, estarán siempre en perfectas condiciones de uso; es decir, sin grietas o desgastes que puedan predecir un reventón.
- Una persona competente controlará el estado de las mangueras, comunicando los deterioros detectados diariamente con el fin de que sean subsanados.

- Los mecanismos de conexión o de empalme, estarán recibidos a las mangueras mediante racores de presión según cálculo.
- Las mangueras de presión se mantendrán elevadas (a 4 o más metros de altura) en los cruces sobre los caminos de la obra.

c) Equipo de protección individual

- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- Casco de seguridad con protectores auditivos incorporados.
- Protectores auditivos.
- Guantes de goma o P.V.C.

1.3.4.9 Pequeños Compactadores

a) Riesgos detectables más comunes

- Ruido.
- Atrapamiento.
- Sobreesfuerzos.
- Golpes.
- Explosión (combustible).
- Máquina en marcha fuera de control.
- Proyección de objetos.
- Vibraciones.
- Caídas al mismo nivel.

b) Normas preventivas

* Normas o medidas preventivas tipo

- A los operarios encargados del control de las pequeñas compactadoras, se les hará entrega de la normativa preventiva. De su recepción quedará constancia por escrito.

- * Normas de seguridad para los trabajadores que manejan los pisonos mecánicos
 - Antes de poner en funcionamiento el pisón asegúrese de que están montadas todas las tapas y carcasas protectoras.
 - Guíe el pisón en avance frontal, evite los desplazamientos laterales.
 - El pisón produce polvo ambiental en apariencia ligera. Riegue siempre la zona a aplanar, o use la mascarilla de filtro mecánico recambiable antipolvo.
 - El pisón produce ruido. Utilice siempre cascos, orejeras o tapones antirruído.
 - El pisón puede llegar a atrapar los pies.
 - No deje el pisón a ningún operario, deberá usarlo la persona que sea competente y esté autorizada para trabajar con él.
 - La posición de guía puede hacerle inclinar un tanto la espalda. Utilice una faja elástica.
 - Utilice y siga las recomendaciones que le dé la persona competente y responsable.
 - Las zonas en fase de compactación quedarán cerradas al paso mediante señalización, según el detalle de planos.
 - El personal que deba manejar los pisonos mecánicos, conocerá perfectamente su manejo y riesgos profesionales propios de esta máquina.

c) Equipo de protección individual

- Calzado de seguridad.
- Casco de seguridad y a ser posible con protectores auditivos incorporados.
- Protectores auditivos.
- Gafas de seguridad antiproyecciones.
- Guantes de cuero.
- Mascarillas antipolvo con filtro mecánico recambiable.

1.3.4.10 Soldadura por arco eléctrico

a) Riesgos detectables más comunes

- Caída de personas a distinto nivel (estructura metálica, trabajos en el borde de forjados, balcones, aleros y asimilables).

- Caídas al mismo nivel.
- Atrapamientos entre objetos.
- Aplastamiento de manos por objetos pesados.
- Colapso o derrumbe de la estructura.
- Los derivados de las radiaciones del arco voltaico.
- Los derivados de la inhalación de vapores metálicos.
- Quemaduras.
- Contacto con la energía eléctrica.
- Proyección de partículas.
- Heridas en los ojos por cuerpos extraños (picado del cordón de soldadura).
- Pisadas sobre objetos punzantes.

b) Normas preventivas

* Normas o medidas preventivas tipo

- En todo momento los tajos estarán limpios y ordenados en prevención de tropiezos y pisadas sobre objetos punzantes.
- El izado de vigas metálicas se realizará mediante eslingas sujetas por dos puntos; de forma tal, que el ángulo superior a nivel de la argolla de cuelgue que forman las dos hondillas de la eslinga, sea igual o menor de 90°, para evitar los riesgos por fatiga del medio auxiliar.
- El izado de vigas metálicas (perfilería) se guiará mediante sogas hasta su "presentación", nunca directamente con las manos, para evitar los empujones, cortes y atrapamientos.
- Las vigas y pilares "presentados", quedarán fijados e inmovilizados mediante husillos de inmovilización, codales, eslingas, apuntalamiento, cuelgue del gancho de la grúa, etc., hasta concluido el "punteo de soldadura" para evitar situaciones inestables.
- No se elevará en esta obra una nueva altura, hasta haber concluido el cordón de soldadura de la cota punteada, para evitar situaciones inestables de la estructura.
- Los pilares metálicos se izarán en posición vertical siendo guiados mediante cabos de gobierno, nunca con las manos. El "aplomado" y "punteo" se realizará de inmediato.
- Se extenderán redes ignífugas horizontales entre las crujías que se estén montando, ubicadas por debajo de la cota de montaje, para prevenir el riesgo de caída desde altura.

- A cada soldador y ayudante a intervenir en esta obra, se le entrega la siguiente lista de medidas preventivas. De su recepción quedará constancia por escrito.

- * Normas de prevención de accidentes para los soldadores
 - Las radiaciones del arco voltaico son perniciosas para su salud. Protégase con el yelmo de soldador o la pantalla de mano siempre que suelde.
 - No mire directamente al arco voltaico. La intensidad luminosa puede producirle lesiones graves en los ojos.
 - No pique el cordón de soldadura sin protección ocular. Las esquirlas de cascarilla desprendida pueden producirle graves lesiones en los ojos.
 - No toque las piezas recientemente soldadas; aunque le parezca lo contrario pueden estar a temperaturas que podrían producirle quemaduras serias.
 - Suelde siempre en un lugar bien ventilado, se evitará respirar humos tóxicos y peligrosos.
 - Antes de comenzar a soldar, compruebe que no hay personas en el entorno de la vertical de su puesto de trabajo. Les evitará quemaduras fortuitas.
 - No se "fabrique" la "guindola de soldador"; solicítela ya que es más probable que exista una segura a su disposición en el almacén.
 - No deje la pinza directamente en el suelo o sobre la perfilería. Deposítela sobre un portapinzas, evitará accidentes.
 - Pida que le indiquen cual es el lugar más adecuado para tender el cableado del grupo, evitará tropiezos y caídas.
 - No utilice el grupo sin que lleve instalado el protector de clemas. Evitará el riesgo de electrocución.
 - Compruebe que su grupo está correctamente conectado a tierra antes de iniciar la soldadura.
 - No anule la toma de tierra de la carcasa de su grupo de soldar porque "salte" el diferencial. Avise al electricista o al de mantenimiento del grupo para que revise la avería. Aguarde a que le reparen el grupo o bien utilice otro.
 - Desconecte totalmente el grupo de soldadura cada vez que haga una pausa de consideración (almuerzo, comida o desplazamiento a otro lugar).
 - Compruebe antes de conectarlas a su grupo, que las mangueras eléctricas están empalmadas mediante conexiones estancas de intemperie. Evite las conexiones directas protegidas a base de cinta aislante.

- No utilice mangueras eléctricas con la protección externa rota o deteriorada seriamente. Solicite que se la cambien, evitara accidentes. Si debe empalmar las mangueras, proteja el empalme mediante "forrillos termorretráctiles".
- Escoja el electrodo adecuado para el cordón a ejecutar.
- Cerciórese de que estén bien aisladas las pinzas portaelectrodos y los bornes de conexión.
- Utilice aquellas prendas de protección personal que se le recomienden, aunque le parezcan incómodas o poco prácticas. Considere que solo se pretende que usted no sufra accidentes.
- Se suspenderán los trabajos de soldadura en esta obra (montaje de estructuras) con vientos iguales o superiores a 60 Km/h.
- Se suspenderán los trabajos de soldadura a la intemperie bajo el régimen de lluvias.
- Se tenderán entre los pilares, de forma horizontal, cables de seguridad firmemente anclados, por lo que se deslizarán los "mecanismos paracaídas" de los cinturones de seguridad, cuando se camine sobre las jácenas o vigas de la estructura, en prevención del riesgo de caída desde altura.
- Las escaleras de mano a utilizar durante el montaje de la estructura serán metálicas con ganchos en cabeza y en los largueros para inmovilización, en prevención de caídas por movimientos indeseables.
- El taller de soldadura (taller mecánico), tendrá ventilación directa y constante, en prevención de los riesgos por trabajar en el interior de atmósferas tóxicas.
- Los portaelectrodos a utilizar en esta obra, tendrán el soporte de manutención en material aislante de la electricidad. Una persona competente controlará que el soporte utilizado no esté deteriorado.
- Se prohíbe expresamente la utilización en esta obra de portaelectrodos deteriorados.
- Las operaciones de soldadura a realizar en zonas húmedas o muy conductoras de la electricidad no se realizarán con tensiones superiores a 50 voltios. El grupo de soldadura estará en el exterior del recinto en el que se efectúe la operación de soldar.
- Las operaciones de soldadura a realizar en esta obra (en condiciones normales), no se realizarán con tensiones superiores a 150 voltios si los equipos están alimentados por corriente continua.
- El banco para soldadura fija, tendrá aspiración forzada instalada junto al punto de soldadura.
- El taller de soldadura se limpiará diariamente eliminando del suelo, clavos fragmentos y recortes, en prevención de los riesgos de pisadas sobre materiales, tropezones o caídas.

- El taller de soldadura de esta obra estará dotado de un extintor de polvo químico seco y sobre la hoja de la puerta, señales normalizadas de "riesgo eléctrico" y "riesgo de incendios".
- El personal encargado de soldar será especialista en montajes metálicos, etc.

c) Equipo de protección individual

- Casco de seguridad.
- Gafas de seguridad con protección para radiaciones por arco voltaico (especialmente el ayudante).
- Guantes de cuero.
- Yelmo de soldador (casco + careta de protección).
- Calzado de seguridad.
- Pantalla de soldadura de sustentación manual.
- Guantes aislantes (maniobras en el grupo bajo tensión).
- Manguitos de cuero.
- Polainas de cuero.
- Mandil de cuero.
- Cinturón de seguridad clase A (trabajos estáticos).
- Cinturón de seguridad clase C (trabajos y desplazamientos en riesgo de caída desde altura).

1.3.4.12. Taladro portátil

a) Riesgos detectables más comunes

- Contacto con la energía eléctrica.
- Atrapamiento.
- Erosiones en las manos.
- Cortes o proyecciones.
- Golpes por fragmentos en el cuerpo.

b) Normas preventivas para la utilización del taladro portátil

- Compruebe que el aparato no carece de alguna de las piezas constituyentes de su carcasa de protección o la tiene deteriorada. En caso afirmativo comuníquelo para que sea reparada la anomalía y no la utilice.
- Compruebe el estado del cable y de la clavija de conexión; rechace el aparato si aparece con repelones que dejan 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 con proyección de la misma.
- No intente agrandar el orificio oscilando en rededor de la broca, puede fracturarse y producirle serias lesiones. Si desea agrandar el agujero utilice brocas de mayor sección.
- El desmontaje y montaje de brocas no lo haga sujetando el mandril aun 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 puede seguir taladrando.
- 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 taládre las sobre banco, amordazadas en el tornillo sin fin.
- Las labores sobre banco, ejecútelas ubicando la máquina sobre el soporte adecuado para ello. Taladrará con mayor precisión.
- Evite recalentar las brocas, girarán inútilmente; y además puede fracturarse y producir proyecciones.
- 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 para el cambio de la broca.
- En obra, las taladradoras manuales estarán dotadas de doble aislamiento eléctrico.
- Los taladros portátiles a utilizar en obra, serán reparados por personal especializado.
- Se prohíbe expresamente depositar en el suelo o dejar abandonado conectado a la red eléctrica, el taladro portátil.

- De esta normativa se entregará copia a la persona encargada de su manejo, quedando constancia escrita de ello.

c) Equipo de protección individual

- Casco de seguridad.
- Gafas de seguridad (antiproyecciones).
- Guantes de cuero.
- Calzado de seguridad.

1.3.5. Instalaciones eléctricas provisionales de obra

a) Normas preventivas

Se hará entrega al instalador eléctrico de la obra la siguiente normativa para que sea seguida durante sus revisiones de la instalación eléctrica provisional de obra:

- No permita las conexiones a tierra a través de conducciones de agua. No permita "enganchar" a las tuberías, ni hacer en ellas o asimilables armaduras, pilares, etc.
- No permita el tránsito de carretillas y personas sobre mangueras eléctricas, pueden pelarse y producir accidentes.
- No permita el tránsito bajo líneas eléctricas de las compañías con elementos longitudinales transportados a hombro (pértigas, reglas, escaleras de mano y asimilables). La inclinación de la pieza puede llegar a producir el contacto eléctrico.
- No permita la anulación del hilo de tierra de las mangueras eléctricas.
- No permita las conexiones directas cable-clavija de otra máquina.
- Vigile la conexión eléctrica de cables ayudados a base de pequeñas cuñitas de madera. Desconéctelas de inmediato. Lleve consigo conexiones "macho" normalizadas para que las instale.
- No permita que se desconecten las mangueras por el procedimiento del "tirón". Obligue a la desconexión amarrando y tirando de la clavija enchufe.
- No permita la ubicación de cuadros de distribución o conexión eléctrica en las zonas de los forjados con huecos, retírelos hacia lugares firmes aunque cubra los huecos con protecciones.

- No permita la ubicación de cuadros de distribución o conexión eléctrica junto al borde de forjados, retírelos a zonas más seguras aunque estén protegidos los bordes de los forjados.
 - No permita la ubicación de cuadros de distribución o conexión eléctrica en las mesetas de las escaleras, retírelos hacia el interior de la planta (evidentemente, debe procurar que el lugar elegido sea operativo).
 - Compruebe diariamente el buen estado de los disyuntores diferenciales, al inicio de la jornada y tras la pausa dedicada para la comida, accionando el botón de test.
 - Tenga siempre en el almacén un disyuntor de repuesto (media o alta sensibilidad) con el que sustituir rápidamente el averiado.
 - Tenga siempre en el almacén interruptores automáticos (magnetotérmicos) con los que sustituir inmediatamente los averiados.
-
- Mantenga en buen estado (o sustituya ante el deterioro) todas las señales de "peligro electricidad" que se hayan previsto para la obra.

MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS.

RECONOCIMIENTO MÉDICO:

Se realizarán los reconocimientos médicos preventivos al empezar a trabajar en la obra o cuando esté planificado por la Mutua correspondiente en la planificación preventiva de la empresa.

Se garantizará la potabilidad del agua destinada al consumo de los trabajadores.

BOTIQUINES:

La obra dispondrá de botiquín para primeros auxilios, en la zona del tajo de obra, con el material especificado en la Ordenanza General de Seguridad y Salud en el Trabajo.

ASISTENCIA A ACCIDENTADOS:

La dirección y teléfono del centro de urgencias asignado, estará expuesto claramente y en lugar bien visible, para un rápido y efectivo tratamiento de los accidentados.

EN CASO DE ACCIDENTE ACUDIR A:

Nombre del centro asistencial:	CENTRO DE SALUD DE HUARTE/UHARTE
Dirección:	TRVA ZARRAONDOA s/n, PLANTA BAJA 31620, HUARTE/UHARTE
Teléfono de ambulancias:	112
Teléfono de urgencias:	HOSPITAL DE NAVARRA 848.42.22.22
Teléfono de información hospitalaria:	848-42.22.22.

También se tendrán en cuenta los teléfonos de:

BOMBEROS 080

INFORMACION TOXICOLOGICA 915 620 420

FORMACIÓN EN SEGURIDAD Y SALUD

Todo el personal de la obra, al ingresar en la misma, deberá recibir la formación adecuada sobre los métodos y sus riesgos, así como las medidas que deben adoptar como seguridad ante ellos.

PRESUPUESTO

El Estudio de Seguridad no contempla ningún presupuesto ya que según la legislación vigente en materia de Seguridad y Salud laboral no se da el caso por el que sea necesario contemplar la realización de presupuesto.

En el Plan de Seguridad y Salud el presupuesto del material necesario a emplear es de 1.180 euros.

DOCUMENTO Nº 5

PRESUPUESTO

ÍNDICE / PRESUPUESTO:

MEDICIONES	123
CUADRO DE PRECIOS	126
PRESUPUESTO	129

MEDICIONES

1- Acondicionamiento del terreno

m³ Excavación zanja a máquina

Excavación en zanjas, en terrenos compactos, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes.

Cantidad	26,25
----------	-------

m³ Carga tierras con pala cargadora

Carga de tierras procedente de excavaciones sobre camión basculante.

Cantidad	26,25
----------	-------

m³ Transporte tierras vertedero

Transporte de tierras al vertedero, a una distancia menor de 10 km, considerando ida y vuelta.

Cantidad	26,25
----------	-------

m² Camino de acceso

Relleno localizado en zanjas, pozos y cimientos con material procedente de préstamo, yacimiento granular y/o cantera, incluso canon de préstamo o cantera, carga y transporte al lugar de empleo hasta una distancia de 30km, extendido, humectación, compactación, terminación y refinado de la superficie de la coronación.

Cantidad	285,00
----------	--------

m Cercado de parcela

Cercado de parcela a base de malla metálica, incluido colocación.

Cantidad	200,00
----------	--------

Ud Instalación eléctrica

Apertura de zanja e introducción de cables eléctricos y tuberías de la instalación de agua.

Cantidad	1,00
----------	------

Ud Instalación de agua

Preparación de la instalación de agua y colocación de la toma de agua.

Cantidad	1,00
----------	------

2- Cimentaciones

Kg Acero corrugado B 400 S

Acero corrugado B 400 S cortado, doblado, armado y colocado en obra.

Cantidad	1.310,00
----------	----------

m³ Hormigón HA-25

Hormigón en masa Hormigón HA-25 elaborado en central y vertido mediante medios manuales.

Cantidad	64,00
----------	-------

3- Estructuras de acero

Kg Acero perfiles huecos

Acero A-42b, en perfiles conformados de tubo rectangular, en cerchas, con uniones atornilladas.
Montado.

Cantidad	7.359,00
----------	----------

Kg Acero laminado A-42b, estructuras especiales

Acero laminado A-42b, en perfiles tubulares para estructuras especiales, montado y colocado.

Cantidad	4.400,00
----------	----------

Ud Placa anclaje A-42b 25x25x1,5 cm

Placa anclaje de acero A-42b en perfil plano, de dimensiones 25x25x2,5 cm.

Cantidad	99,00
----------	-------

4- Sistema de Riego

Ud Sistema de Riego

Montaje sistema de riego incluido conducciones, piezas especiales, sistema fertirrigación y microaspersores. Incluso preparación tomas para goteo.

Cantidad	1,00
----------	------

5- Otros

Ud Herramientas

Utensilios básicos para llevar a cabo trabajos cotidianos que resultas imprescindibles.

Cantidad	1,00
----------	------

Ud Acondicionamiento invernadero

Colocación estructura metálica con alambres tensados que hace de soporte al riego y a los distintos cultivos. Instalación 3 lámparas fluorescentes, un foco en la entrada y varios enchufes.

Cantidad	1,00
----------	------

CUADRO DE PRECIOS

1- Acondicionamiento del terreno

m³ Excavación zanja a máquina 12,36 Euros

Excavación en zanjas, en terrenos compactos, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes.

m³ Carga tierras con pala cargadora 1,42 Euros

Carga de tierras procedente de excavaciones sobre camión basculante.

m³ Transporte tierras vertedero 2,99 Euros

Transporte de tierras al vertedero, a una distancia menor de 10 km, considerando ida y vuelta.

m² Camino de acceso 8,00 Euros

Relleno localizado en zanjas, pozos y cimientos con material procedente de préstamo, yacimiento granular y/o cantera, incluso canon de préstamo o cantera, carga y transporte al lugar de empleo hasta una distancia de 30km, extendido, humectación, compactación, terminación y refino de la superficie de la coronación.

m Cercado de parcela 15,00 Euros

Cercado de parcela a base de malla metálica, incluido colocación.

Ud Instalación eléctrica 3.500,00 Euros

Apertura de zanja e introducción de cables eléctricos y tuberías de la instalación de agua.

Ud Instalación de agua 3.000,00 Euros

Preparación de la instalación de agua y colocación de la toma de agua.

2- Cimentaciones

Kg acero corrugado B 400 S **0,80 Euros**

Acero corrugado B 400 S cortado, doblado, armado y colocado en obra.

m³ Hormigon HA-25 **98,56 Euros**

Hormigón en masa Hormigon HA-25 elaborado en central y vertido mediante medios manuales.

3- Estructuras de acero

Kg Acero perfiles huecos **2,54 Euros**

Acero A-42b, en perfiles conformados de tubo rectangular, en cerchas, con uniones atornilladas.
Montado.

Kg Acero laminado A-42b, estructuras especiales **2,54 Euros**

Acero laminado A-42b, en perfiles tubulares para estructuras especiales, montado y colocado.

Ud Placa anclaje A-42b 25x25x1,5 cm **19,73 Euros**

Placa anclaje de acero A-42b en perfil plano, de dimensiones 25x25x2,5 cm.

4- Sistema de Riego

Ud Sistema de Riego **8.662,00Euros**

Montaje sistema de riego incluido conducciones, piezas especiales, sistema fertirrigación y microaspersores. Incluso preparación tomas para goteo.

5- Otros

Ud Herramientas **1.600,00 Euros**

Utensilios básicos para llevar a cabo trabajos cotidianos que resultas imprescindibles.

Ud Acondicionamiento invernadero

1.000,00 Euros

Colocación estructura metálica con alambres tensados que hace de soporte al riego y a los distintos cultivos. Instalación 3 lámparas fluorescentes, un foco en la entrada y varios enchufes.

PRESUPUESTO

1- ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE Euros
m³ Excavación zanja a máquina Excavación en zanjas, en terrenos compactos, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes.	26,25	13,22	347,16
m³ Carga tierras con pala cargadora Carga de tierras procedente de excavaciones sobre camión basculante.	26,25	1,42	39,88
m³ Transporte tierras vertedero Transporte de tierras al vertedero, a una distancia menor de 10 km, considerando ida y vuelta.	26,25	2,99	83,98
m³ Camino de acceso Relleno localizado en zanjas, pozos y cimientos con material procedente de préstamo, yacimiento granular y/o cantera	285	8,00	2.300,00
m Cercado de parcela Cercado de parcela a base de malla metálica, incluido colocación.	200	15	3000,00
Instalación eléctrica Apertura de zanja e introducción de cables eléctricos y tuberías de la instalación de agua.	1	3.500	3.500,00
Instalación de agua Preparación de la instalación de agua y colocación de la toma de agua.	1	3.000	3.000,00
2- CIMENTACIONES			
Kg Acero corrugado B 400 S Acero corrugado B 400 S cortado, doblado, armado y colocado en obra.	1.310	0,80	1.048,00
m³ Hormigón HA-25 Hormigón en masa Hormigón HA-25 elaborado en central y vertido mediante medios manuales.	64	98,56	6.749,39
3- ESTRUCTURAS DE ACERO			
Kg Acero perfiles huecos Acero A-42b, en perfiles conformados de tubo rectangular, en cerchas, con uniones atornilladas. Montado.	7.359	4,2	30.907,80
Kg Acero laminado A-42b, estructuras especiales Acero laminado A-42b, en perfiles tubulares para estructuras especiales, montado y colocado.	4.400	4,2	18.480,00
Ud Placa anclaje A-42b 25x25x1,5 cm Placa anclaje de acero A-42b en perfil plano, de dimensiones 25x25x2,5 cm.	99	21,16	2.087,96

DISEÑO DE UN INVERNADERO MULTITUNEL Y SU SISTEMA DE RIEGO ANTE EL CAMBIO DE ACTIVIDAD DE UNA PARCELA EN
EL TÉRMINO MUNICIPAL DE HUARTE/UHARTE (NAVARRA)

4- SISTEMA DE RIEGO			
Ud Sistema de Riego Montaje sistema de riego incluido conducciones, piezas especiales, sistema fertirrigación y microaspersores. Incluso preparación tomas para goteo.	1	8.662	8.662,00
5- OTROS			
Ud Herramientas Utensilios básicos para llevar a cabo trabajos cotidianos que resultas imprescindibles.	1	1.600	1.600,00
Acondicionamiento invernadero Colocación estructura metálica con alambres tensados que hace de soporte al riego y a los distintos cultivos. Instalación 3 lámparas fluorescentes, un foco en la entrada y varios enchufes.	1	1.000	1.000,00
Ud Seguridad y Salud Partida destinada a la Seguridad y Salud de la construcción del proyecto.	1		1180,00

RESUMEN DE PRESUPUESTO

ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO	12.271,02 euros
CIMENTACIONES	7.797,39 euros
ESTRUCTURAS DE ACERO	51.475,76 euros
SISTEMA DE RIEGO	8.662 euros
OTROS	3.780 euros
TOTAL	83.987 euros