



## MEMORIA

### 1. OBJETO DEL PROYECTO.

Debido a la gran demanda de planta de cultivos hortícolas en la provincia de Ciudad Real, ha surgido la necesidad de crear un semillero industrial que suministre planta reduciendo así el costo inicial en plantación, eliminando en el precio de la planta el coste debido al transporte desde comunidades como Andalucía, Murcia y Valencia.

Con la finalidad de entender el manejo de la utilización de programas informáticos de cálculo estructural y de diseño, este invernadero se ha calculado y dibujado con los programas *Cype*, *Zapatas*, *Autocad*.

### 2. UBICACIÓN.

El invernadero quedará situado en el término de Alcázar de San Juan (Ciudad Real) en su límite con la localidad de Llanos del Caudillo. La zona posee una gran tradición en el cultivo de productos hortícolas como son: el pimiento, el melón, la sandía, la calabaza y cultivos de carácter extensivo como la cebolla. Estos cultivos debido a la necesidad de precocidad y con la finalidad de alcanzar precios competitivos, necesitan de la planta de un semillero que adelantan la salida al mercado del producto. Su cercanía con la autovía Madrid-Andalucía situada a cinco kilómetros y con localidades importantes como Manzanares, Tomelloso, Alcázar de San Juan, Daimiel, Membrilla y la Solana, hace que la zona sea privilegiada para el desarrollo de la actividad del semillero.

La ubicación exacta del complejo del invernadero es:

Comunidad Autónoma	Castilla la Mancha
Provincia	Ciudad Real
Término	Alcázar de San Juan
Polígono	37
Parcelas	44, 68



Altitud

660 m

### 3. PARCELA

La finca tiene una superficie total de 9 hectáreas y está comunicada perfectamente mediante caminos por su parte norte y sur.

La finca se comunica perfectamente con las vías principales anteriormente citadas, mediante caminos rurales de reciente ampliación y remodelación.

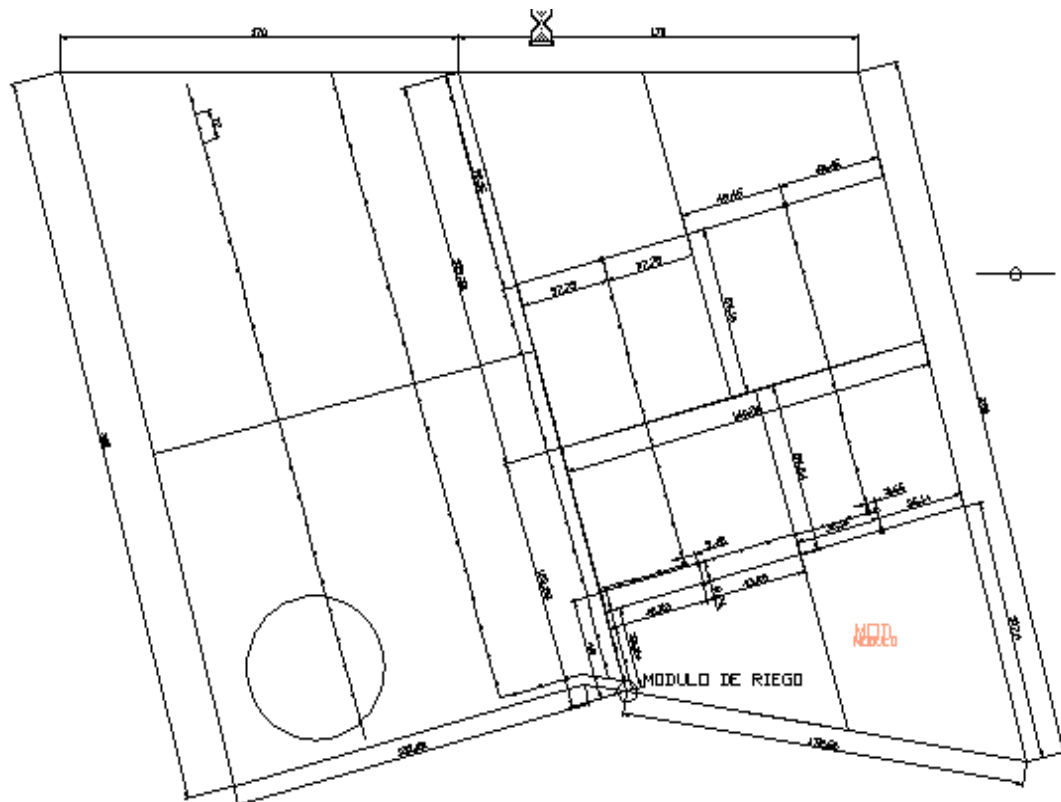


Figura 1. Polígono 37 “La Forzosa”. Ubicación del invernadero.

### 4. CLIMATOLOGÍA

Debido a la imposibilidad de la obtención de los datos climatológicos de la zona, se han tomado los datos referentes a la ciudad de Ciudad Real ya que son muy parecidos debido a la cercanía, tan sólo 55 km.



Como datos más relevantes destacamos: la oscilación alta de temperaturas entre invierno y verano, posibles heladas en períodos importantes para el cultivo como abril y mayo, las altas temperaturas alcanzadas en verano aproximadamente 42° de máxima y la posible formación de pedriscos. No son habituales las precipitaciones torrenciales y la media anual pluviométrica es de 365 mm, aunque han existido años de sequías extremas. Los vientos predominantes son los de oeste-este con rachas fuertes en algunos periodos del año.

La clasificación climática es la siguiente:

- Índice de Lang: Según este índice es una zona árida.
- Índice de Martone: Estepas y países mediterráneos.
- Índice de Dantin Cereceda y Revenga: Zona árida cercana a la semiárida.
- Índice de Thornwite: B2 D r a

Clasificación bioclimática de la UNESCO-FAO

Según la temperatura; templado, templado-calido, cálido

Según la aridez; monoxérico

Según el índice xerotérmico; mesomediterráneo atenuado.

## 5. CONDICIONES EDÁFICAS

Es un suelo pedregoso-limoso, con profundidad media y un pH básico debido a su alto contenido en calcio. No es un dato relevante debido a que en el semillero se creará el sustrato adecuado para las diversas especies vegetales. Esta finca posee buenas características en cuanto a suelo para cultivos como la alfalfa, los melones, la vid, las leguminosas y los cereales.

## 6. CONSIDERACIONES PREVIAS

En años anteriores la finca estaba dedicada al cultivo de especies hortícolas, por lo que existe una perfecta instalación de riego previa a la construcción del invernadero. La extracción del agua se hace desde un pozo con una profundidad del nivel del agua de 56 metros, y con una bomba sumergida que proporciona un caudal de 90.000 litros y es accionada por medios eléctricos.



## 7. DESCRIPCIÓN DE OBRAS Y MATERIALES.

### A) NAVE-PORCHE

#### 1. DIMENSIONAMIENTO

Las dimensiones de la nave son:

Cumbrera = 9 m

Luz = 20 m

Pilares laterales = 7m

Longitud = 42 m

Separación entre pórticos = 6 m

Luz de las cerchas = 20 m

Altura de la cercha = 2 m

Superficie = 840 m<sup>2</sup>

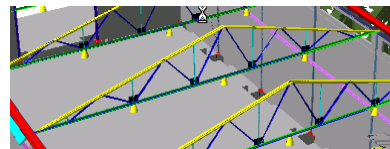


Figura 1. Cercha de la nave.

Las dimensiones del porche son:

Cumbrera = 6 m

Luz = 10 m

Pilares laterales = 5 m

Longitud = 42 m

Separación entre pórticos = 6 m

Luz de las cerchas = 10 m

Altura menor de la cercha = 0,5 m

Altura mayor de la cercha = 1 m

Superficie = 420 m<sup>2</sup>

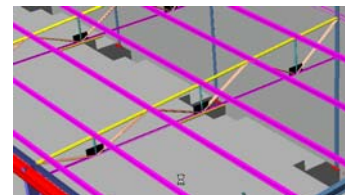


Figura 2. Cercha del porche.

El hastial tiene unos pilares interiores situados cada uno a 7 metros de los pilares de esquina y separados entre sí 6 metros.

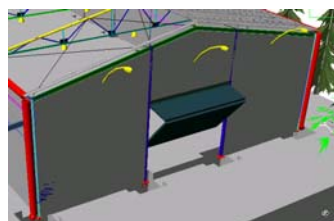
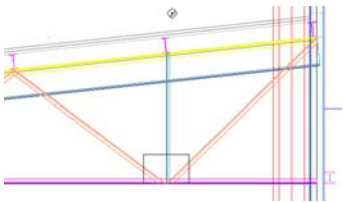
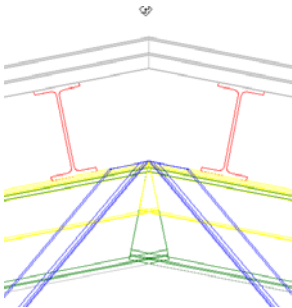
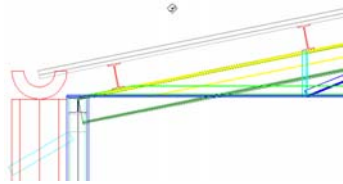


Figura 3. Hastial de la nave



Entre los pilares interiores del hastial se colocará la viga soporte del portón a 5 metros del suelo y de 6 metros de longitud.

Las correas de cubierta quedarán apoyadas en las cerchas, su separación en la nave es de 1,7 metros mientras que en el porche esta se reduce a 1,67 metros.



Separación entre correas = 1,7 m

Numero de correas = 7

Separación entre correas = 1,67

Numero de correas = 7

## 2. CIMENTACIÓN

Antes de comenzar con la descripción de la cimentación, es conveniente decir, que en la zona se ha contado con un acondicionamiento del terreno con máquinas escavadoras y niveladoras que eliminarán la broza y nivelarán el terreno.

El hormigón utilizado para la zapatas es el HA/25/B/20/IIA utilizándose el mismo para la capa de hormigón de limpieza de 20 cm de espesor. La solera de la nave lleva una capa de zahorra de 20 cm de espesor a la que se le superpone una capa de hormigón en masa HM/25/B/20/IIA de 20 cm.

La retroexcavadora profundizará en los lugares señalados el hueco que queda dimensionado para cada una de las zapatas. Las dimensiones de las distintas zapatas se verán de una forma más detallada en el anejo I y en el anejo II.



The image shows a software dialog box titled "Datos de obra" (Work Data). It is divided into two sections: "Datos de cimentación" (Foundation Data) and "Datos de placas de anclaje" (Anchor Plate Data).  
In the "Datos de cimentación" section, the following values are set:  
- Hormigón: HA-25 (dropdown), Control estadístico (dropdown)  
- Acero: B 400 S (dropdown), Control normal (dropdown)  
- Recubrimiento superior: 5.00 cm  
- Recubrimiento inferior: 5.00 cm  
- Recubrimiento lateral: 5.00 cm  
- Tamaño máximo de árido: 30.00 mm  
- Espesor hormigón de limpieza: 20.0 cm  
- Tensión admisible del terreno: 2.00 Kp/cm2  
- Two checkboxes are checked: "Considerar combinaciones con viento" and "Considerar combinaciones con sismo".  
In the "Datos de placas de anclaje" section:  
- Acero laminado: A42 (dropdown)  
- Acero pernos: B 400 S (corrugado) (dropdown)  
At the bottom of the dialog are "Aceptar" and "Cancelar" buttons.

Figura 8. Datos generales de cimentación de la nave

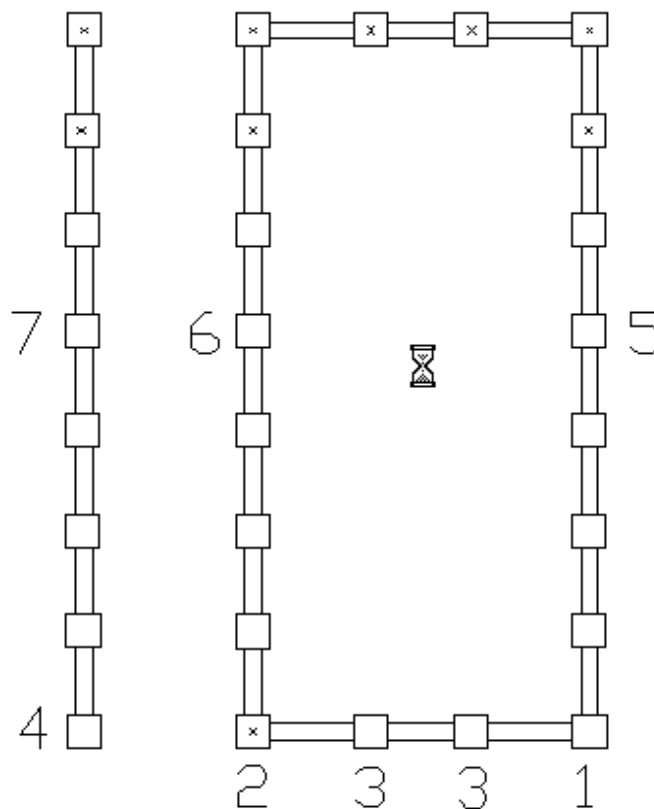


Figura 9. Representación de la cimentación de la nave.



<b>Tipo de Zapata</b>	<b>Dimensiones Largo x ancho x alto</b>	<b>Armadura longitudinal</b>	<b>Armadura transversal</b>	<b>Tipo</b>
Zapata tipo 1	1,6 x 1,6 x 0,7	10 Ø 16 mm separados 160 mm	6 Ø 16 mm separados 160 mm	Zapata centrada cuadrada
Zapata tipo 2	1,450 x1,450 x 0,6	8 Ø 16 mm separados 185 mm	8 Ø 16 mm separados 185 mm	Zapata centrada cuadrada
Zapata tipo 3	1,750 x1,750 x 0,65	10 Ø 16 mm separados 177 mm	6 Ø 16 mm separados 177 mm	Zapata centrada cuadrada
Zapata tipo 4	1,4 x 1,4 x 0,6	8 Ø 16 mm separados 178 mm	6 Ø 16 mm separados 178 mm	Zapata centrada cuadrada
Zapata tipo 5	2,1 x 2,1 x 0,65	12 Ø 16 mm separados 177 mm	6 Ø 16 mm separados 177 mm	Zapata centrada cuadrada
Zapata tipo 6	1,45 x 1,45 x 0,5	7 Ø 16 mm separados 216 mm	6 Ø 16 mm separados 216 mm	Zapata centrada cuadrada
Zapata tipo 6	1,45 x 1,45 x 0,6	8 Ø 16 mm separados 185 mm	6 Ø 16 mm separados 185mm	Zapata centrada cuadrada

Tabla 1. Características de las zapatas de la nave.

Los redondos que forman la armadura de las zapatas serán de 16 mm de diámetro de acero B-400S corrugado.

### 3. ESTRUCTURA

Esta nave se proyecta con la finalidad de albergar todos los utensilios, maquinaria y elementos de uso en el invernadero.

La estructura está formada por perfiles laminados de acero A-42B del tipo HEB, IPE, para los pilares y las vigas, mientras que se utiliza perfiles L para los arriostramientos y las cerchas.



Las placas de anclaje son de acero A-42B, en las que irán atornillados los pernos de anclaje de acero A-4D liso con terminación en patilla de 180° y orientados hacia el centro de la placa. El espesor de las placas de anclaje está limitado a 20 cm para evitar posibles problemas de soldado de elementos. Las cartelas están hechas a partir de acero A-42B, con cortes en bisel de 45° y con una limitación en el espesor de 20 cm.

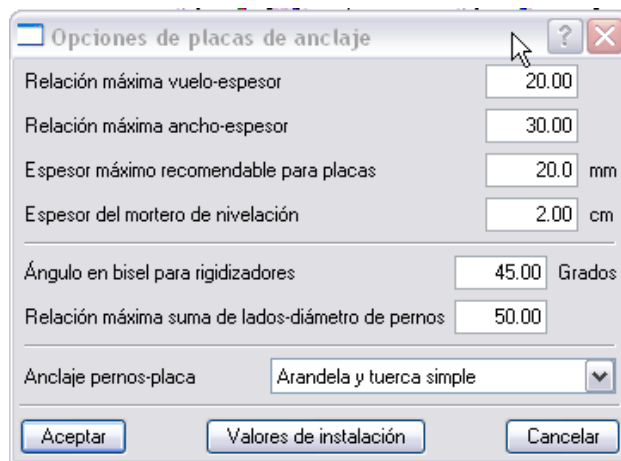


Figura 3. Datos generales de placas de anclaje.

## DIMENSIONAMIENTO

### HASTIAL

PILARES DE ESQUINA DE LA NAVE	HEB-160
PILARES DE ESQUINA DEL PORCHE	HEB-160
PILARES INTERIORES DEL HASTIAL	IPE-160
DINTELES DE LA NAVE	IPE-120
DINTELES DEL PORCHE	IPE-240
VIGA DE SOPORTE DE PORTADAS	IPE-270

### INTERMEDIO

PARES DE LA CERCHA DE LA NAVE	2L-80X10
PARES DE LA CERCHA DEL PORCHE	2L-60X6
DIAGONALES DE LA CERCHA DE LA NAVE	2L-45x5
DIAGONALES DE LA CERCHA DEL PORCHE	2L-40x6



MONTANTES DE LA CERCHA DE LA NAVE	2L-40X4
MONTANTES DE LA CERCHA DEL PORCHE	2L-40X4
TIRANTES DE LA CERCHA DE LA NAVE	2L-80X10
TIRANTES DE LA CERCHA DEL PORCHE	2L-80x10

#### **ARRIOSTRAMIENTOS**

CRUCES DE SAN ANDRÉS EN CUBIERTA	L-40X5
CRUCES DE SAN ANDRES EN LATERALES	L-40X4
VIGAS DE ATADO	HEB-120
CORREAS LATERALES	HEB-120
CORREAS DE LA NAVE	IPE-160
CORREAS DEL PORCHE	IPE-160

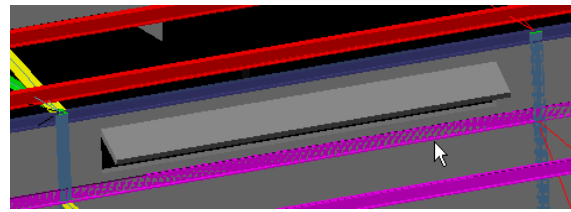
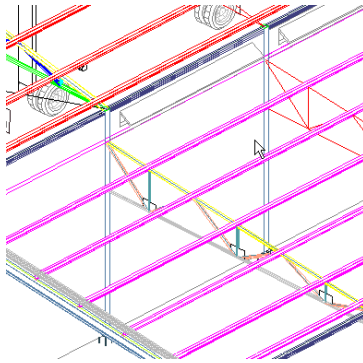
#### 4. CERRAMIENTOS

El cerramiento exterior de la nave está formado por placas de hormigón alveolar prefabricado de 1,20 m de altura por 6 metros de longitud y 40 cm de espesor. En su montaje y con ayuda de una grúa se encajarán entre las alas de los perfiles metálicos.



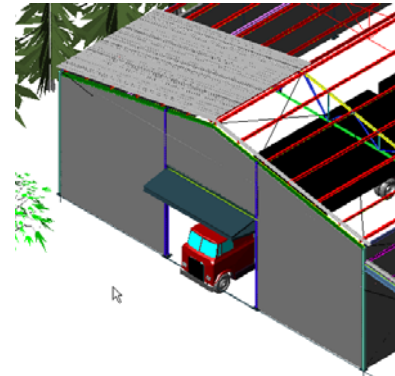
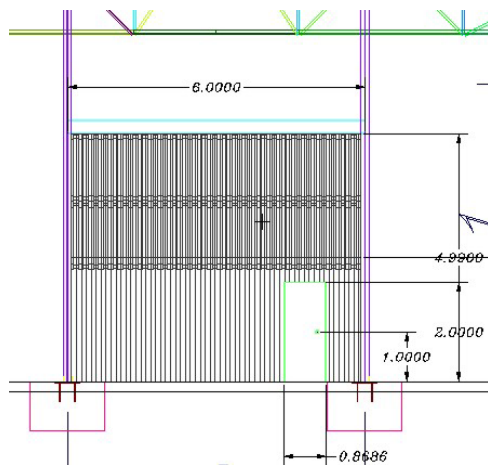
Figura 4. Montaje de placas de hormigón

En el cerramiento y a la altura de 6.25 metros, se situarán 5 ventanales de dimensiones 5 x 0,5 metros a cada lado de la nave, estos proporcionan ventilación y luz al interior de la nave.



Figuras 5. Detalle de ventanas de la nave

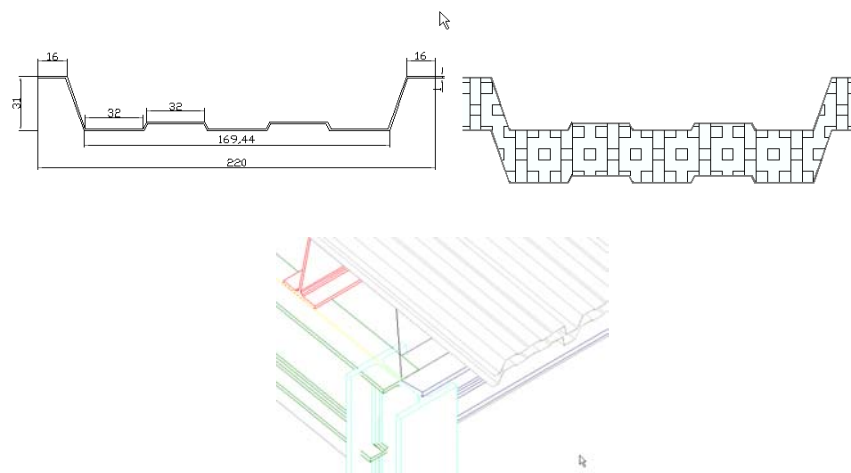
Para la entrada de vehículos a la nave, se ha optado por la colocación de dos entradas, una en cada uno de los hastiales de la nave. En cada una de ellas se ha colocado un portón de doble chapa de acero pintada al esmalte sobre imprimación, de las siguientes dimensiones: 6 x 5 metros de portón y con una puerta de entrada pequeña de 2 x 0,86 metros.



Figuras 6 y 7. Detalle de los portones de entrada a la nave.

### Cubierta

La cubierta es un panel *sándwich* formado por dos perfiles de chapa galvanizada de las siguientes características:



Figuras 8, 9 y 10. Acotado y detalle del panel sándwich utilizado en la nave.

El porche tiene como cubierta una única chapa de las características anteriores.

Para garantizar la iluminación óptima durante el día la cubierta tiene una serie de chapas translúcidas de dimensiones 4 x 2 metros, situadas entre el segundo y tercer pórtico, entre el cuarto y el quinto y entre el sexto y el séptimo.

##### 5. ARRIOSTRAMIENTOS.

Son cruces de San Andrés situadas en cubierta y en los muros laterales en el primer y último tramo de la nave (considerando como tramos el área de separación entre pórticos), que darán más estabilidad a la nave tanto en sentido longitudinal como en sentido transversal. Éstos son perfiles laminados L de acero A-42B.

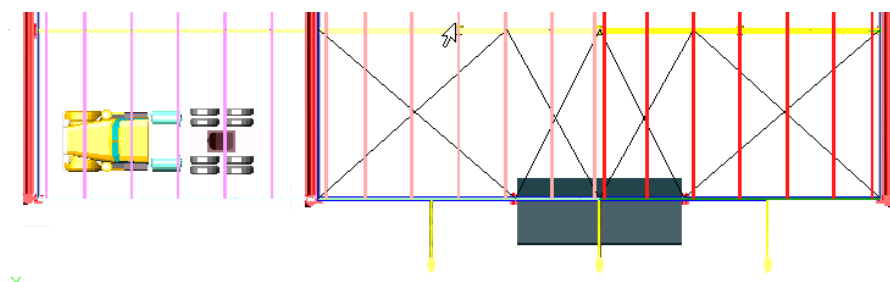


Figura 11. Cruces de San Andrés de cubierta.

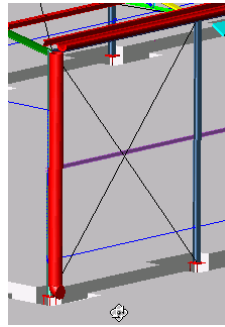


Figura 12. Cruces de San Andrés laterales y correas laterales.

En paredes laterales se ha colocado correas laterales situadas a 3,5 metros del suelo y con perfiles laminados L de acero A-42B.

#### 6. SANEAMIENTO

El saneamiento de aguas pluviales se hará mediante canalones de PVC, con bajantes y horizontales del mismo material. Se colocarán dos canalones en cada lateral de la nave de 42 m de longitud. Cada uno de ellos tendrá dos bajantes en cada extremo.

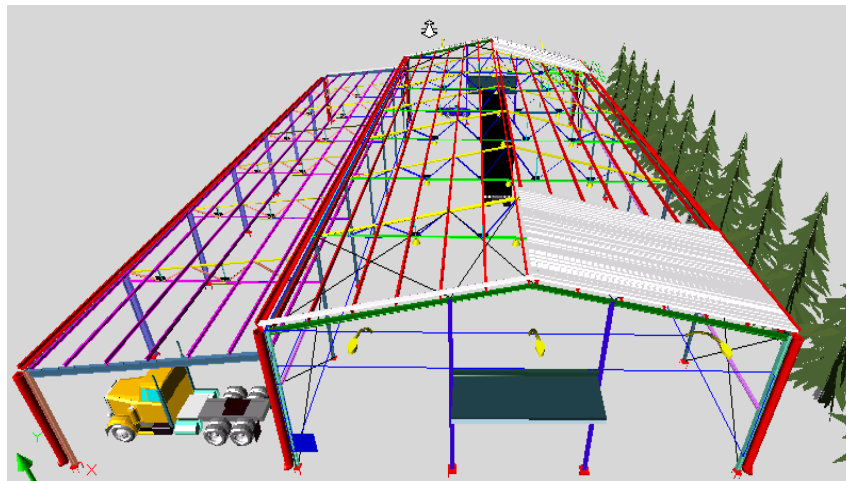


Figura 13. Detalle de los canalones

La nave tiene unas dependencias para el servicio. Al carecer esta zona de red de saneamiento por encontrarse lejos de un núcleo urbano, las aguas fecales son conducidas a un pozo ciego situado en un lateral del invernadero.



## 7. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

El suministro de energía eléctrica estará a cargo de la red general eléctrica de Unión Fenosa en corriente alterna a una tensión de 230/400 V.

La previsión de potencia es la siguiente:

- Alumbrado y tomas de corriente: 20390 W
- Fuerza: 68250 W

En un lateral del portón sur de la nave se dispone el cuadro general eléctrico del complejo nave-invernadero el cual dispone de todos los dispositivos de mando y seguridad necesarios.

Del cuadro general parten los circuitos siguientes:

- Alumbrado exterior: tres faros exteriores por hastial de lámparas de vapor de sodio de bajo consumo de 90 W.
- Alumbrado interior: dieciocho proyectores de 400 W distribuidos uniformemente en el interior de la nave (tres por cercha).
- Alumbrado de emergencia: lámparas de 120 luminarias de 6W/G5 de autonomía 1 hora situadas en el dintel de los portones y en los laterales de la nave.
- Circuito de tomas de corriente: doce tomas de corriente repartidas en el interior de 500 W cada una.
- Circuito de alimentación del cuadro general del invernadero situado en la nave central del invernadero.
- Circuito de fuerza trifásico que alimenta las bombas de riego situadas en el pozo y en la balsa.

Los cables son conductores de hasta 750 V, en el caso del cableado de los circuitos de alumbrado y de tomas de corriente, y hasta 1000 V en el caso de circuitos trifásicos enterrados. Los circuitos son de cobre de diámetro variable superior a los 1,5 mm en alumbrado y 2 mm en fuerza, y el tubo protector tendrá un diámetro mínimo de 16 mm.



8. PRESUPUESTO.

NAVE-PORCHE

Movimiento de tierra:	1495 €
Cimentación:	7488,31 €
Estructura:	49259,158 €
Cubierta:	25080,5 €
Cerramientos:	65600,32 €
Carpintería:	1000 €
Pintura:	3712 €
Instalación eléctrica:	6210,77 €
Protección contra incendios:	192 €
Varios:	864 €
Presupuesto Total:	159038,5 €



## B) INVERNADERO

### 1. DIMENSIONAMIENTO

#### NAVE CENTRAL

Las dimensiones de la nave son:

Cumbrera = 9 m

Luz = 24 m

Pilares laterales = 6 m

Longitud = 44 m

Separación entre pórticos = 4 m

Luz de las cerchas = 24 m

Altura de la cercha = 3 m

Superficie = 1056 m<sup>2</sup>

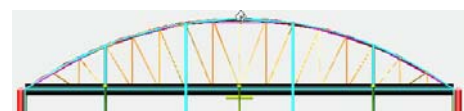


Figura 14. Cercha de la nave central.

La techumbre es curva, por lo que los pares de las cerchas adoptarán esta forma. El hastial de la estructura tiene cuatro pilares intermedios, los centrales



estarán separados seis metros, mientras que la distancia de cada uno de los pilares de esquina al pilar interior más cercano a ellos es de 4,5 metros.

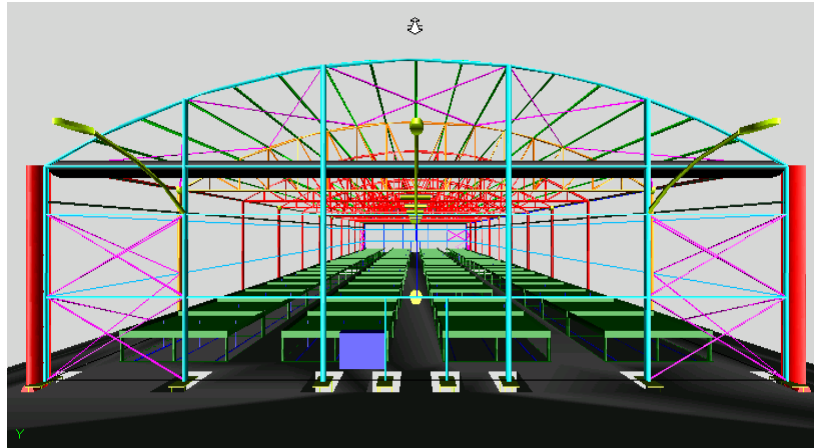


Figura 15. Detalle del hastial de la nave central.

Las correas de cubierta son perfiles redondos que se apoyan en cerchas y dinteles, y la separación entre ellas es de 1,5 metros.

#### NAVES ADOSADAS

Las dimensiones de las naves son:

Cumbrera = 5,5 m

Luz = 10 m

Pilares laterales = 4

Longitud = 44 m

Separación entre pórticos = 4 m

Luz de las cerchas = 10 m

Altura de la cercha = 3 m

Superficie = 440 m<sup>2</sup> cada nave.

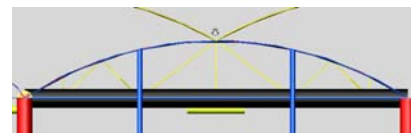


Figura 16. Cercha de naves adosadas

El invernadero consta de una nave central y a ambos lados de ésta, se hallarán un grupo de tres naves más pequeñas, todas ellas separadas por pasillos de 1,5 metros de anchura y 44 metros de longitud, techados con una techumbre curva.

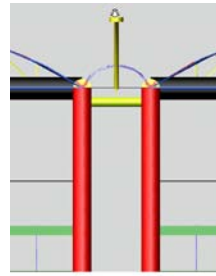


Figura 17. Pasillo intermedio.

Las seis naves adosadas a la central forman a ambos lados de ésta, dos bloques de tres naves cada uno, con un patio central de una superficie de 120 metros cuadrados.

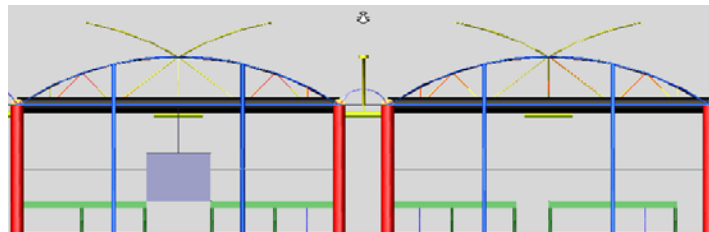


Figura 15. Hastial de las naves adosadas.

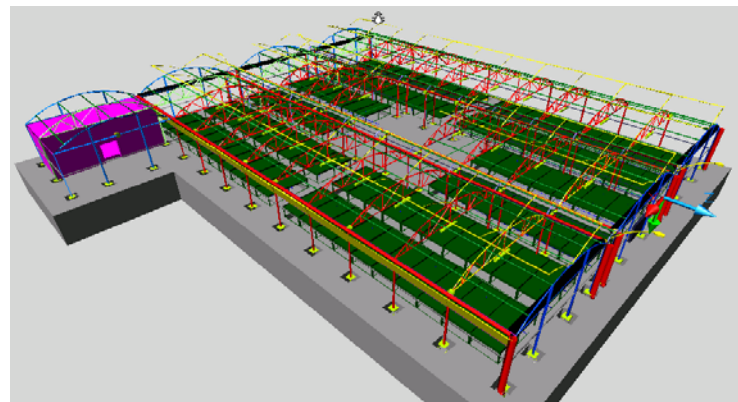


Figura 16. Detalle del bloque de naves adosadas.

## 2. CIMENTACIÓN

### ZAPATAS

Como se explicó anteriormente en la cimentación de la nave, antes de comenzar con la descripción de la cimentación, es conveniente decir que en la



zona se realizará un acondicionamiento del terreno con máquinas escavadoras y niveladoras, que eliminarán la broza y nivelarán el terreno.

Figura 17. Datos generales de la Cimentación de la nave central

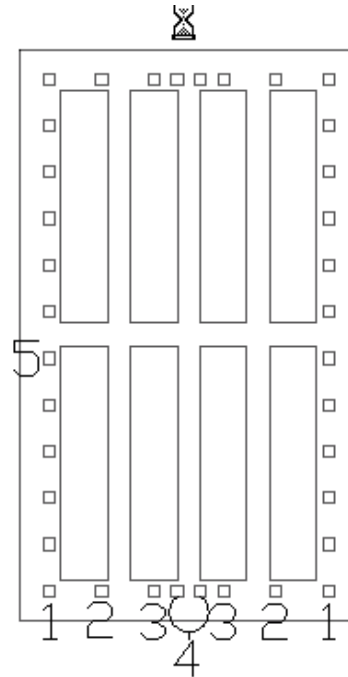


Figura 18. Cimentación

El hormigón de las zapatas es hormigón HA/25/B/20/IIA utilizándose el mismo para una capa de hormigón de limpieza de 20 cm de espesor en las zapatas. Las soleras del semillero tienen una capa de zahorra de 20 cm de espesor a la que se le superpone una capa de hormigón en masa HM/25/B/20/IIA de 20 cm. La armadura de las zapatas se proyecta con acero B-400S corrugado de 16 mm de diámetro. Las dimensiones de las distintas zapatas del invernadero se verán de una forma más detallada en el anejo I y en el anejo II. Debido al poco peso de la estructura se intenta en lo posible, la no disposición de armaduras en las zapatas debido a que es posible fabricarlas de hormigón en masa.

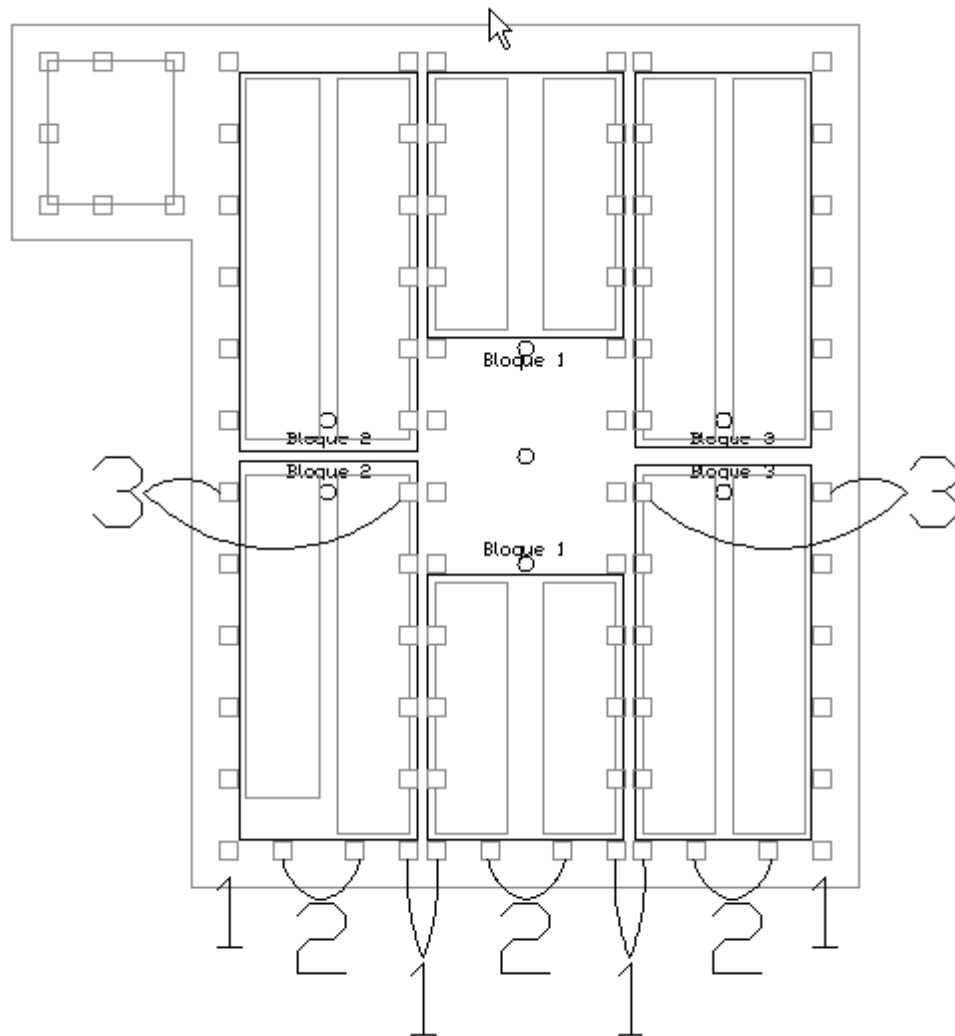


Figura 19. Cimentación de las naves adosadas.

Tipo de Zapata	Dimensiones (Largo x ancho x alto)	Armadura longitudinal	Armadura transversal	Tipo
<i>Zapatas de nave central del invernadero</i>				
Zapata tipo 1	1,5 x 1,5 x 0,8	11 Ø 16 mm separados 134 mm	11 Ø 16 mm separados 134 mm	Zapata centrada cuadrada



Zapata tipo 2	2 x 2 x 0,8	15 Ø 16 mm separados 132 mm	15 Ø 16 mm separados 132 mm	Zapata centrada cuadrada
Zapata tipo 3	2 x 2 x 0,8	15 Ø 16 mm separados 132 mm	15 Ø 16 mm separados 132 mm	Zapata centrada cuadrada
Zapata tipo 4	1 x 1 x 0,8	8 Ø 16 mm separados 121 mm	8 Ø 16 mm separados 121 mm	Zapata centrada cuadrada
Zapata tipo 5	2 x 2 x 0,8	15 Ø 16 mm separados 132 mm	15 Ø 16 mm separados 132 mm	Zapata centrada cuadrada
<b>Zapatas de las naves adosadas</b>				
Zapata tipo 1	2 x 2 x 0,8	15 Ø 16 mm separados 132 mm	15 Ø 16 mm separados 132 mm	Zapata centrada cuadrada
Zapata tipo 2	1,5 x 1,5 x 0,8	11 Ø 16 mm separados 134 mm	11 Ø 16 mm separados 134 mm	Zapata centrada cuadrada
Zapata tipo 3	1,5 x 1,5 x 0,8	11 Ø 16 mm separados 134 mm	11 Ø 16 mm separados 134 mm	Zapata centrada cuadrada

Tabla 2. Zapatas de las naves: central y adosadas.

### 3. ESTRUCTURA

La estructura del invernadero es acero galvanizado debido a su bajo peso, alta resistencia, bajo coste y facilidad para su montaje. Los perfiles utilizados son CHS los cuales no se soldarán sino que se unirán con piezas especiales que facilitan el montaje del invernadero.

## DIMENSIONAMIENTO



## **NAVE CENTRAL DEL INVERNADERO**

### **HASTIAL**

PILARES DE ESQUINA DE LA NAVE	CHS 88.9x6
PILARES INTERIORES DEL HASTIAL 1	CHS 139.7x8
PILARES INTERIORES DEL HASTIAL 1	CHS 168.3x10
PILARES DE LA PUERTA	CHS 76.1x2.5
DINTELES	CHS 76.1x6

### **INTERMEDIO**

PILAR LATERAL	CHS 193.7x12
PARES	CHS 76.1x6
DIAGONALES DE LA CERCHA DE LA NAVE	CHS 60.3x2
MONTANTES DE LA CERCHA DE LA NAVE	CHS 48.3x2
TIRANTES DE LA CERCHA DE LA NAVE	CHS 76.1x6

### **ARRIOSTRAMIENTOS**

CRUCES DE SAN ANDRÉS EN CUBIERTA	CHS 21.3x2
CRUCES DE SAN ANDRES EN LATERALES	CHS 21.3x2
VIGAS DE ATADO	CHS 60.3x2
CORREAS LATERALES	CHS 60.3x2
CORREAS FRONTALES	CHS 88.9x2
CORREAS DE LA NAVE CENTRAL	CHS 76.1x6.3

## **NAVES ADOSADAS**

### **HASTIAL**

PILARES DE ESQUINA	CHS 60.3x5
PILARES INTERIORES	CHS 139.7x8
DINTELES	CHS 60.3x3
CORREAS LATERALES	CHS 60.3x2

### **INTERMEDIO**



PILARES LATERALES	CHS 139.7x8
PARES DE LA CERCHA	CHS 60.3x3
DIAGONALES DE LA CERCHA DE LA NAVE	CHS 26.9x2
MONTANTES DE LA CERCHA DE LA NAVE	CHS 26.9x2
TIRANTES DE LA CERCHA DE LA NAVE	CHS 60.3x3

### ARRIOSTRAMIENTOS

CRUCES DE SAN ANDRÉS EN CUBIERTA	CHS 42.4x2
VIGAS DE ATADO	CHS 60.3x2
CORREAS LATERALES	CHS 60.3x2
CORREAS DE LA NAVE	CHS 76.1x4

Debido a que la cubierta es curva, las cerchas utilizadas son de características especiales ya que sus pares son curvos.

El acceso a las naves adosadas se realiza por pasadizos situados entre ellas que tienen una techumbre curva, la cual se dimensionará con el perfil más bajo de la serie CHS.

Las placas de anclaje de los distintos pilares al igual que en la nave serán de acero A-42B, de un grosor no superior a 20 cm para evitar problemas de soldabilidad con el pilar y los pernos son de acero B-400S corrugado y estarán atornillados a la placa con terminación en gancho de 90 grados siempre mirando al centro de la placa, sus dimensiones aparecen perfectamente calculadas y detalladas en el anejo II.

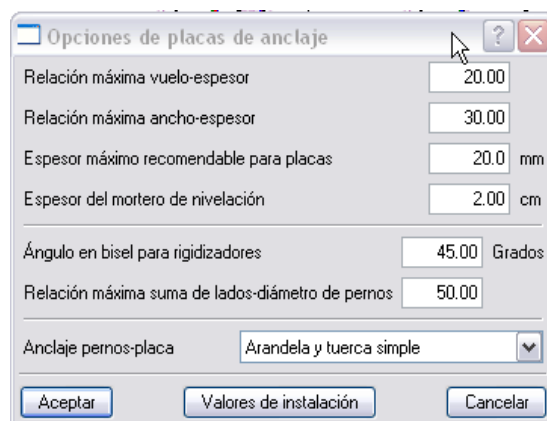




Figura 20. Datos generales de placas de anclaje.

#### 4. CERRAMIENTOS Y CUBIERTA

Material de cerramiento del invernadero: P.V.C

Material de cubierta del invernadero: P.V.C

Como justificación al material elegido, he preferido detallar sus características más importantes y ofrecer razones para su elección, viendo como la opción elegida es la más adecuada a las características del semillero.

##### • VIDRIO

Es un material antiguo muy pesado (6 kg/m<sup>2</sup>) y debido a sus dimensiones provoca problemas de sombreado en el interior del semillero, es a la vez muy frágil con lo que es posible su rotura por fenómenos meteorológicos como viento y granizo, problema que se agranda por ser éste un material excesivamente caro, tiene una ventaja importante: su durabilidad.

Existen dos tipos de cristal:

- ✓ Liso
- ✓ Impreso o tipo catedral

El cristal liso provoca quemaduras por efecto lupa en las plantas y el impreso o catedral tiene la problemática de la difusión de las radiaciones solares.

Características ópticas:

1. Permeabilidad solar	90%
2. Permeabilidad a la radiación visible	87-90 %
3. Permeabilidad a la radiación par	91%
4. Permeabilidad a la radiación nocturna	0%

Debido a lo anterior he preferido desestimarlos.

#### 1. MATERIALES PLÁSTICOS



Los materiales plásticos han desplazado al vidrio como material de cerramiento y cobertura en semilleros debido a características tan importantes como:

1. Bajo coste en material y en mantenimiento
2. Bajo peso y facilidad en el montaje
3. Alta resistencia a golpes rasgado etc..
4. Gran adaptabilidad a todo tipo de estructuras.

Estas ventajas desplazan a un segundo lugar a inconvenientes tan importantes como:

1. Características ópticas menores, además de opacidad a la radiación ultravioleta.
2. Envejecimiento prematuro y baja durabilidad
3. Perdida progresiva de las características ópticas con el paso del tiempo

Son materiales de origen petroquímico, a los cuales se les añaden aditivos para mejorar sus prestaciones, se miden en galgas (1 galga =  $0.25\mu$ ) como medida de grosor y es importante su densidad para poder conocer el peso y por lo tanto el precio.

Existen dos tipos de materiales plásticos utilizados para la agricultura los plásticos flexibles y los plásticos rígidos, los primeros se utilizaran para túneles y acolchados, mientras que los segundos se utilizarán para invernaderos.

#### ○ PVC

Es un plástico de menor peso que el vidrio, con una duración relativamente larga de 5-6 años aunque con aditivos incluso podremos aumentarla, tiene un espesor de 1-1,5 mm una densidad de 1.

Características ópticas:

- |  |         |
|--|---------|
| 1. Permeabilidad solar                   | 80%     |
| 2. Permeabilidad a la radiación visible  | 87-90 % |
| 3. Permeabilidad a la radiación par      | 91%     |
| 4. Permeabilidad a la radiación nocturna | 95%     |



○ **POLIESTER**

Material aditivado con dos sustancias, una de ellas es fibra de vidrio, para aumentar sus características de efecto invernadero y una segunda para aumentar su resistencia a la radiación ultravioleta.

Tiene una duración larga de 10 años, es más pesado que el PVC se raya con más facilidad, es un material resistente pero es a su vez caro.

Características ópticas:

1. Permeabilidad solar	91%
2. Permeabilidad a la radiación visible	70-80 %
3. Permeabilidad a la radiación ultravioleta	80-85%
4. Permeabilidad a la radiación nocturna	0%

○ **PMMA**

El llamado *Polimetacrilato de vinilo* es un material muy duradero puede llegar a los 20 años con aditivos, es un material que mejora enormemente las características del vidrio, como su dureza, resistencia, transparencia a la radiación visible, la dispersión de la luz, pero presenta los inconvenientes de su fragilidad al rayado y su elevado coste.

Características ópticas:

1. Permeabilidad solar	91%
2. Permeabilidad a la radiación visible	85-93 %
3. Permeabilidad a la radiación par	91%
4. Permeabilidad a la radiación nocturna	10%

○ **POLICARBONATOS**

Es un material muy recomendable para semilleros e invernaderos debido a que es un material de bajo peso, con buenas características ópticas, una duración media (10 años), con gran resistencia al impacto y al rayado y con determinados aditivos se hace resistente a la radiación ultravioleta.

Características ópticas:



1. Permeabilidad solar	90%
2. Permeabilidad a la radiación visible	90 %
3. Permeabilidad a la radiación par	-
4. Permeabilidad a la radiación nocturna	3-4%

### **EFECTO INVERNADERO**

Es un fenómeno de control de las distintas radiaciones solares para mantener una atmósfera controlada, de la cual se beneficien las especies vegetales que cultivaremos en el interior del semillero. El efecto invernadero consiste en lo siguiente: En el interior del invernadero se intentará, creando un espacio estanco, que la oscilación de temperatura entre el día y la noche sea la mínima posible, para ello se recurre a un control de la radiación solar que llega a la tierra, esta, está compuesta de distintas radiaciones de distinta longitud de onda (lo que le confiere a estas radiaciones la cantidad de energía retenida), mediante materiales plásticos va a ser controlada para que durante el día, las radiaciones energéticas y sobre todo, aquellas que estén situadas en el intervalo entre los 360 y 700 nm de longitud de onda (debido a que son estas las que utilizan las plantas para realizar todas sus funciones) pasen al interior del invernadero gracias a la transmisibilidad de los materiales, con lo que se calentará el interior del invernadero, pero durante la noche y para evitar que el calor se disipe al exterior, estos materiales actuarán de tal forma que las radiaciones de longitud de onda larga emitida por las plantas, tierra y materiales del interior del invernadero, calientes sean rechazadas hacia el interior del invernadero manteniendo la temperatura interior el mayor tiempo posible, para ello estos materiales deben de ser opacos a las radiaciones de longitud de onda larga.

Características exigibles a un material de cerramiento y cobertura:

1. Permisibilidad a la radiación solar
2. No debe distorsionar la radiación solar haciendo que la radiación para se transmita al 100%.
3. Impermeabilidad a la radiación terrestre, es decir a la radiación del infrarrojo de longitud de onda larga.



4. Resistencia a la radiación ultravioleta que tiende a degradar el material
5. Deben realizar la transmisión de la radiación incidente de forma difusa para iluminación de partes sombreadas y evitar el efecto lupa de materiales como el vidrio.
6. Material lo mas ligero posible
7. Material con buenas características mecánicas en cuanto a resistencia al rasgado, tracción, golpes etc..
8. Material que se pueda adaptar bien a todas las estructuras posibles.

Esquema del balance Día-Noche

- ✓ Re = Radiación emitida
- ✓ Rs = Radiación Solar
- ✓ Rr = Radiación reflejada
- ✓ Ra = Radiación absorbida
- ✓ Rt = Radiación transmitida
- ✓ T = Temperatura
- ✓ Re = Radiación emitida

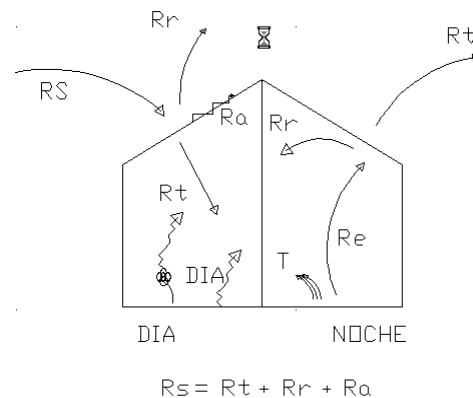


Figura 21. Balance Día-Noche

Para la realización de un buen efecto invernadero se deberá:

1. Durante el día y con el material de cobertura, conseguir que la radiación transmitida sea la mayor posible y reducir en lo máximo las radiaciones reflejadas y absorbidas por el material.
2. Durante la noche interesa que la radiación transmitida y absorbida sean las mínimas posibles mientras que la radiación reflejada hacia el interior del invernadero se intentará que sea la mayor posible.
3. El fijado del material se hará con elementos especiales como son pinzas para evitar el rasgado.



## 5. PUERTAS DE ENTRADA

El invernadero cuenta con siete puertas de entrada al interior por cada lado del invernadero.

1. Las puerta de entrada a la nave central (puerta norte y puerta sur) con unas dimensiones de 2 x 2,33 m
2. Las puertas a los pasillos situados entre naves adosadas de dimensiones 1,5 x 4,5 m.
3. Las puertas de entrada del patio a las naves adosadas de dimensiones 1,5 x 4,5 m

## 6. CLIMATIZACIÓN DEL INVERNADERO

Durante la mayor parte del tiempo en el interior del invernadero se darán temperaturas que resultan excesivas, tanto para los trabajadores que en el interior de estarán trabajando, como para los cultivos que en el interior se estarán desarrollando. Pensando que la base de un invernadero o semillero es el control total de todos los parámetros de la atmósfera interior en él, existen en el invernadero técnicas controlarán la temperatura e iluminación.

Control de la temperatura.

Los cuatro factores fundamentales que permiten reducir la temperatura son:

1. Reducción de la radiación solar que llega al cultivo
2. Evapotranspiración del cultivo
3. Ventilación del invernadero
4. Refrigeración por evaporación del agua

### • Sistema de Sombreo

Es el sistema más eficaz para evitar la excesiva radiación solar que incidirá en el invernadero. Existen dos sistemas de sombreado: el sombreado estático que en el semillero no se utilizará, debido a que es utilizado únicamente en zonas en las que las radiaciones son excesivas durante la mayor parte del día y durante un largo período de tiempo, con la utilización de mallas de sombreado estáticas y el encalado,



propio de latitudes más bajas como Almería. En esta zona, debido a que el período en el que el invernadero está en funcionamiento es primavera y principios de verano y debido a la variabilidad de la radiación y temperatura, se utilizarán métodos de sombreo únicamente en los momentos concretos. Concretamente en este invernadero se utilizará las cortinas móviles, éstas estarán dispuestas en rollos despegables situados en los hastiales, para cubrir se despliegan manualmente hasta una longitud mitad de la nave central o adosada.

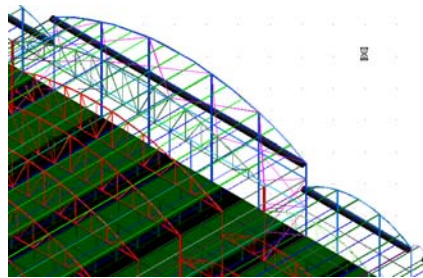


Figura 21. Mallas de sombreo móviles del invernadero.

La malla de sombreo es de polietileno, está dispuesta en el interior del invernadero por comodidad aunque ésta, si actúa durante mucho tiempo, puede realizar el efecto contrario al que va destinada, al calentarse interiormente y propagar el calor. Si esto se produjera se recurriría a la ventilación del invernadero por ventanas. Las mallas serán de color gris y no negro con lo que evitaremos el efecto descrito anteriormente.

- **Sistema de Ventilación.**

La ventilación en las naves es de dos tipos:

- Ventilación cenital en cubierta con apertura automática (sistema que se basa en un sistema de cremalleras que se acciona mediante un termostato de manera eléctrica). Estas ventanas son de dimensiones: 4 x 4,5 m en la nave central y de 4 x 3 metros en las naves adosadas

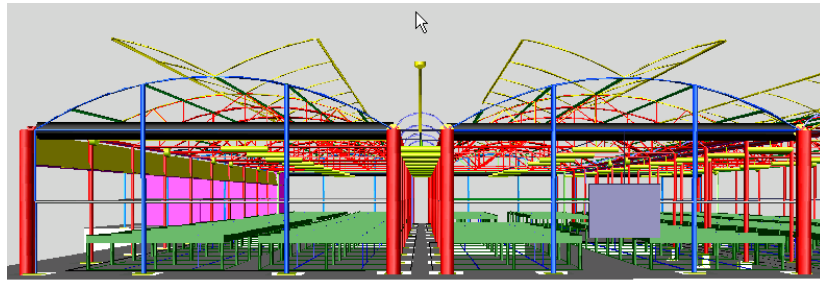


Figura 22. Detalle de la ventilación cenital de naves adosadas.

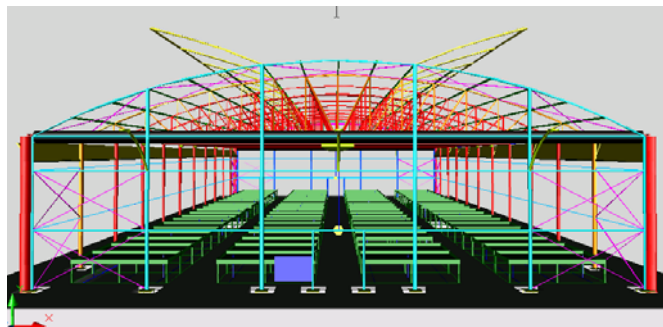


Figura 23. Detalle de la ventilación cenital en la nave central

- En la periferia del invernadero se dispondrá de ventilación lateral por medio de ventanas de dimensiones: 4 x 1 m

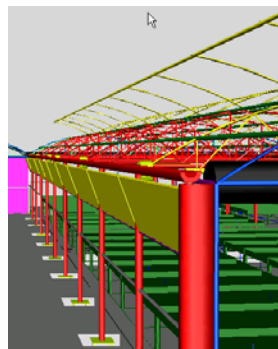


Figura 23. Detalle de la ventilación lateral.

Con estos sistemas de ventilación se podrá controlar la temperatura interior del invernadero, manteniéndola en unos parámetros adecuados para el perfecto desarrollo de las plantas. También se controlará la humedad y los niveles de concentración de gases en la atmósfera sobre todo el CO<sub>2</sub>.

Para una óptima ventilación y aprovechamiento de las corrientes, el invernadero se debe de colocar en dirección perpendicular a la dirección de los



vientos dominantes, siempre y cuando otra serie de factores no sean los dominantes en la orientación del viento.

## 7. SISTEMA DE RIEGO

El riego en el interior del semillero esta formado por una red de micro-aspersores situados en las mesas de cultivo, de forma que cada mesa de cultivo queda regada por dos micro-aspersores cuyas características son las siguientes:

Presión nominal: 3 atm

Ø del orificio de salida: 0,82 mm

Caudal nominal: 43 l/h

Conexión: Sobrelínea

Coefficiente de variación del proceso de fabricación: 0,004

Los micro-aspersores regarán las mesas en superficie por lo que estos estarán situados aproximadamente a un metro del suelo, su unión a la tubería porta-emisores se hará mediante un tramo de tubería y una conexión.

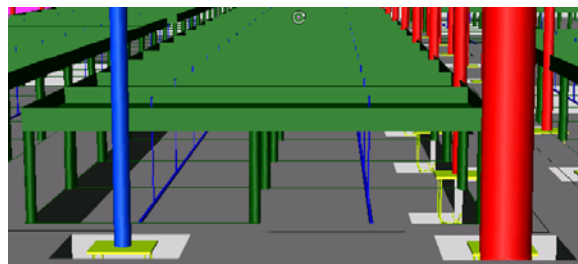


Figura 24. Detalle del riego.

La tubería porta-emisores es de polietileno de 16 mm de diámetro, son ramales que mediante conexiones o vulgarmente llamadas “tomas” estarán unidos a la tubería terciaria situada exteriormente encauzada en canaletas hechas en el hormigón que formará el suelo.

La tubería secundaria es de PVC de 25 mm de diámetro enterrada y suministrará agua a la terciaria. Las conexiones se harán mediante llaves de polietileno, las cuales regularán la entrada y salida de agua a las subunidades.

La tubería general es de PVC de 6 atm, de 40 mm de diámetro y conduce el agua desde la balsa situada exteriormente, al invernadero. Esta tubería se



encuentra enterrada a una profundidad de 50 cm. Las desviaciones y los cambios de dirección se realizarán con codos del mismo material que la tubería.

Todo el agua es filtrada por el cabezal de riego que se encuentra en el pozo y está formado por: un hidrociclón para el filtrado grueso y un filtro de arena y dos filtros de anillas para el filtrado más fino. Todos estos elementos están dimensionados para un paso de agua de 10.000 litros/hora, a pesar de que pasarán aproximadamente 4000 litros/hora, para poder garantizar la posibilidad de regar cuatro subunidades a la vez en vez de las dos que se riegan normalmente. Para la fertirrigación se dispone de dos abonadoras de polietileno de 50 litros de capacidad debidamente conectadas y enganchadas, con un dosificador eléctrico que debidamente programado dejará pasar el agua a las naves del invernadero.

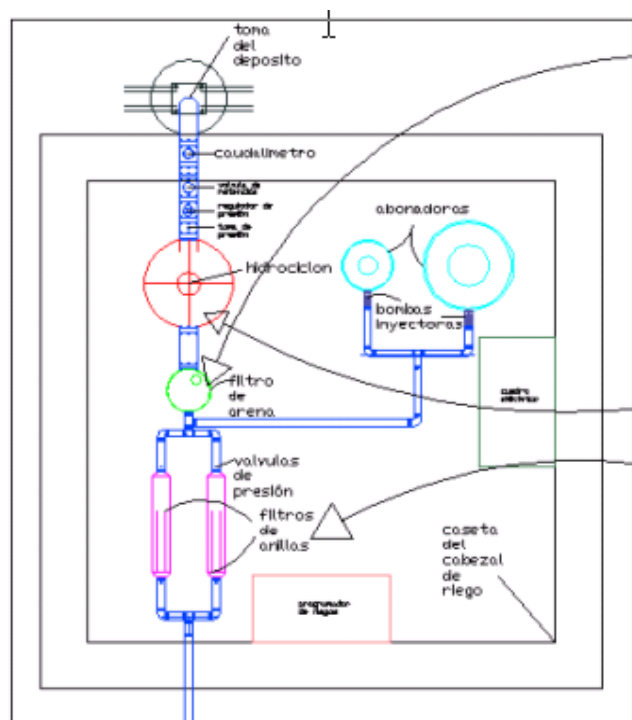


Figura 25. Cabezal de riego

El agua procede de un pozo de 100 metros de profundidad cuyo nivel hidráulico es de 54 metros, en su interior hay una bomba sumergida a 80 metros de profundidad de 80000 litros de capacidad y 55 CV de potencia, alimentada de forma eléctrica conducirá el agua al exterior, bien para el riego del resto de la finca o bien para el llenado de la balsa exterior. La balsa tiene una capacidad de



100000 litros, una altura de 1,5 metros y un diámetro de 10 metros, en esta se pondrá una bomba de 10000 litros de capacidad que abastecerá de agua el invernadero, esta agua pasará anteriormente por el cabezal de riego para un perfecto filtrado.

El riego está dividido en subunidades, de forma que cada vez que se riega se riegan dos subunidades a la vez, esto queda perfectamente explicado en el anejo IV.

## 8. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

El suministro de energía eléctrica estará a cargo de la red general eléctrica de Unión Fenosa en corriente alterna a una tensión de 230/400 V.

La previsión de potencia es la siguiente:

- Alumbrado y tomas de corriente en la nave central: 854 W
- Fuerza en la nave central: 8000 W
- Alumbrado y tomas de corriente en las naves adosadas (oeste): 3288 W
- Fuerza en las naves adosadas (oeste) \*: 9000 W
- Alumbrado y tomas de corriente en las naves adosadas (este): 3288 W
- Fuerza en las naves adosadas (este): 17000 W

\* El bloque de naves adosadas oeste tiene una serie de maquinaria necesaria para el perfecto funcionamiento del invernadero como es: una cámara de germinación, un tunel de lavado de bandejas, una sembradora de bandejas neumática, una inyectadora etc... por lo que la previsión de potencia en este bloque en cuanto a fuerza se refiere es diferente a la del bloque de naves adosadas este.

En la nave central se encuentra el cuadro eléctrico general del invernadero del cual partirán los circuitos correspondientes a la nave central y los circuitos que alimentan los cuadros secundarios que aparecen en cada uno de los bloques de naves adosadas, además de contener los dispositivos de mando y seguridad correspondientes.

En cada bloque de naves adosadas se encuentra un cuadro eléctrico del cual partirán los circuitos correspondientes a las naves adosadas, además de contener los dispositivos de mando y seguridad correspondientes.



La nave central tendrá los circuitos siguientes:

Alumbrado exterior: tres faros exteriores por hastial de lámparas de vapor de sodio de bajo consumo de 90 W.

Alumbrado interior: fluorescentes dobles alumbrando el pasillo central de 58 W de potencia.

Alumbrado de emergencia: lámparas de 120 luminarias de 6W/G5 de autonomía una hora

Circuito de tomas de corriente: dieciseis tomas repartidas en el interior de 500 W cada una.

Circuitos de alimentación de los cuadros eléctricos secundarios de los bloques de naves adosadas.

Circuito que abastece de electricidad al invernadero que procede del cuadro general en la nave.

Los bloques de naves adosadas tendrán los circuitos de:

Alumbrado exterior: faros en las entradas desde el exterior a los pasillos de lámparas de vapor de sodio de bajo consumo de 90 W.

Alumbrado interior: fluorescentes en los pasillos que separan naves y fluorescentes en los pasillos interiores de las naves de 58 W de potencia.

Alumbrado de emergencia: lámparas de 120 luminarias de 6W/G5 de autonomía una hora en puertas de entrada y periferia.

Circuito de tomas de corriente: dieciocho tomas repartidas en el interior de 500 W cada una.

Circuito que abastece de electricidad al bloque de naves adosadas invernadero, procedente del cuadro general del invernadero en la nave central.

Circuito de fuerza que alimenta una cámara de germinación, un túnel de lavado de bandejas, una sembradora de bandejas neumática, una injertadora etc...



Los cables son conductores hasta 750 V en el caso de cableado de circuitos de alumbrado y de tomas de corriente, y hasta 1000 V en el caso de circuitos trifásicos enterrados, los circuitos son de cobre de diámetro variable superior a los 1,5 mm en alumbrado y 2 mm en fuerza, y el tubo protector tiene un diámetro mínimo de 16 mm.

### 9. RED DE SANEAMIENTO

El saneamiento de aguas pluviales se hará mediante canalones de PVC, con bajantes y horizontales del mismo material.

Se colocarán dos canalones en cada lateral de la nave central de 44 m de longitud. Cada uno de ellos tendrá dos bajantes en cada extremo. De igual manera se colocarán dos canalones de 44 metros de longitud a ambos lados de cada una de las naves adosadas.

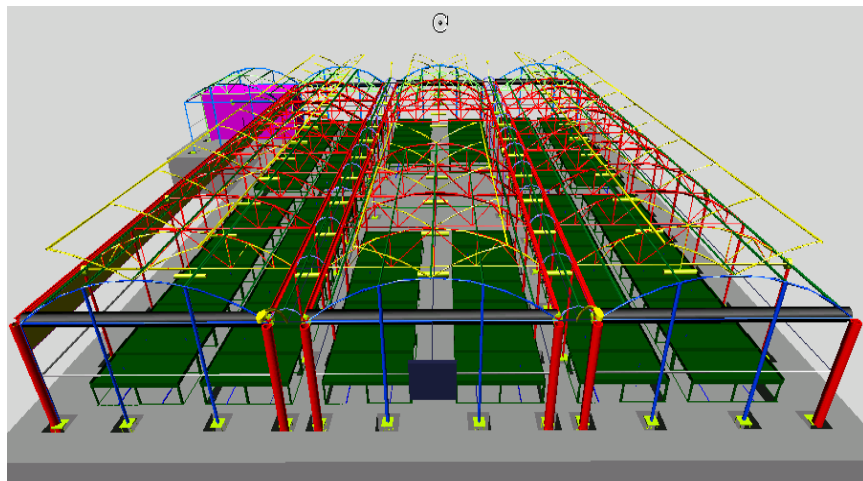


Figura 26. Canalones y bajantes en naves adosadas

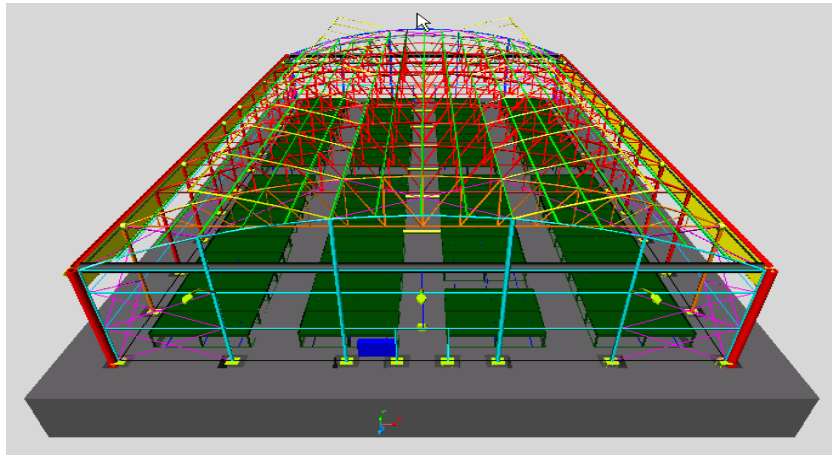


Figura 27. Canalones y bajantes de la nave central del invernadero

#### 10. PROCESO DE TRABAJO EN EL INTERIOR DEL INVERNADERO

El proceso que se llevará a cabo en el interior del invernadero queda perfectamente detallado en el anejo VII, pero básicamente se resume en una siembra de especies vegetales que se mantendrán en el invernadero hasta el momento óptimo para un posterior trasplante a terreno definitivo.

#### 11. PRESUPUESTO

##### NAVE CENTRAL

Movimiento de tierra:	1248,4 €
Cimentación:	31156,2 €
Estructura:	22977,656 €
Cubierta:	2437,68 €
Cerramientos:	266,4 €
Carpintería:	200 €
Instalación eléctrica:	5138,36 €
Protección contra incendios:	256 €
Varios:	1140,48 €
Presupuesto Total:	64820 €



#### NAVES ADOSADAS DEL INVERNADERO

Movimiento de tierra:	533 €
Cimentación:	37735,42 €
Estructura:	11380,1 €
Cubierta:	1620,72 €
Cerramientos:	135,6 €
Carpintería:	400 €
Instalación eléctrica:	10292,6 €
Protección contra incendios:	512 €
Varios:	3136,32 €

Presupuesto Total: 65745,76 €

#### SISTEMA DE RIEGO

Presupuesto total: 13320,47 €