



Escola Universitària d'Enginyeria
Tècnica Industrial de Barcelona
Consorci Escola Industrial de Barcelona

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

Volumen II Anexos

PROYECTO FINAL DE CARRERA



"ESTRUCTURA E INSTALACIONES DE UN INVERNADERO"

PFC presentado para optar al título de Ingeniería
Técnica Industrial especialidad MECÁNICA
Por **Francesc Gassó Busquets y Sergio Solomando
Valderrabano**

Barcelona, 12 de Enero de 2011

Tutor proyecto: Daniel Di Capua
Departamento de Mecánica (Dm)
Universitat Politècnica de Catalunya (UPC)

ÍNDICE ANEXOS

Índice anexos.....	2
A.A. Objetivo, motivación, alcance.....	4
A.B. Utilidad/Funcionalidad	4
A.C. Parámetros a considerar en el control climático:	5
A.C.A. Temperatura	5
A.C.B. Calefacción de un invernadero	6
A.D. Refrigeración de un invernadero	8
A.D.A. Ventilación	8
A.D.B. Refrigeración por evaporación	11
A.E. Luz	13
A.F. Humedad.....	14
A.F.A. Influencias de la humedad	16
A.G. Riego	16
A.G.A. Riego por surcos.....	17
A.G.B. Riegos por sistemas de presión de agua.....	17
A.G.C. Nebulización.....	18
A.G.D. Riego localizado.....	18
A.G.E. Riego por goteo.	18
A.G.F. Riego por manguera perforada.....	19
A.H. Impacto Ambiental.....	19
A.I. Conclusiones	20
Capítulo B: Calculos de estructura	21
B.A. Datos de obra.....	21
B.A.A. Normas consideradas.....	21
B.A.B. Estados limite	21
B.A.C. Resistencia al fuego.....	24
B.B. Geometría.....	24
B.B.A. Nudos.....	24
B.B.B Barras	26
Capítulo C: Calculos termicos	34
C.A. Cargas térmicas de calefacción	34
Capítulo D: Calculos de gas.....	38
D.A. Método de cálculo	38
Capítulo E: Calculos de luz.....	42

E.A. Método de cálculo	42
E.A.A. Altura de las luminarias.....	42
E.A.B. Cálculo del factor de utilización	43
E.A.C. Factor de mantenimiento.....	44
E.A.D. Flujo luminoso total.....	44
E.A.E. Emplazamiento de las luminarias.....	45
E.A.F. Distancia entre luminarias	45
Capítulo F: Calculo de agua	48
F.A. Necesidades hídricas de cultivo.....	48
F.B. Tiempo de riego.....	49
F.C. Dimensionado de tuberías.....	50
Capítulo G: Calculo de ventilacion.....	54
G.A. Caudal de aire	54
Capítulo H: Calculos instalación eléctrica	55
H.A. Formulas	55
H.B. Cálculo de la línea general de alimentación	57
H.C. Cálculo de la derivación individual.....	58
H.D. Cálculo de las líneas	59

A.A. Objetivo, motivación, alcance

El objetivo de este proyecto es el diseño y los cálculos de la estructura y las instalaciones básicas de un invernadero. Se realizará la gestión y control de cultivos protegidos con la finalidad de facilitar el trabajo a los agricultores encargados de dicha labor.

La motivación de este proyecto ha sido principalmente poner en práctica algunos de los conceptos adquiridos al largo de nuestro paso por la universidad y aplicarlos en el diseño y la construcción de un invernadero, en nuestro caso hipotético pero que bien podría ser construido en la realidad. Este reto, a pesar de haber resultado muy satisfactorio y agradecido una vez terminado y viendo sus frutos, también ha sido de lo más desesperante cuando a falta de un mes para la entrega del presente proyecto, nos vimos obligados a empezarlo de nuevo debido a que nos robaron la mochila con el portátil, perdiendo así todo nuestro trabajo guardado en el ordenador y en el pendrive.

El alcance de este proyecto es el control de parámetros fundamentales para un crecimiento óptimo de los cultivos. Algunos de dichos factores importantes son la temperatura, la humedad, el riego o la luz. Aspectos como el uso de pesticidas y/o nutrientes no queda reflejado en el presente documento puesto que son factores que dependen del tipo de cultivo, de las posibles enfermedades o plagas sufridas por la planta y requiere el control de un técnico agrícola especializado en las diferentes plantas.

Con la finalidad de limitar un poco más el proyecto se ha escogido el pimiento como cultivo para realizar su control climático. En las diferentes tablas que aparecen a lo largo de éste trabajo se muestran varios cultivos ya que para la automatización se requieren constantes como son la temperatura, la humedad, entre otros, y estos parámetros varían en función del cultivo. A la hora de variar el programa para adaptarlo a un fruto diferente, únicamente se han de modificar los valores de las constantes de dichos factores climatológicos.

A.B. Utilidad/Funcionalidad

El cultivo en invernaderos se utiliza con la finalidad de obtener, principalmente, una cosecha de gran calidad y en cualquier época del año, ya sean en condiciones desfavorables o en climas muy alejados de los idóneos del cultivo seleccionado, alargando el número de cosechas recogidas durante el mismo periodo. Estos parámetros condicionan un aumento de los ingresos dándole al propietario opciones en invertir tecnológicamente, ya sean en mejoras estructurales, sistemas de riegos, sistemas de gestión del clima, etc. que se reflejan posteriormente en una mejora de los rendimientos y de la calidad del producto final. Durante los últimos años, muchos agricultores han invertido en instalaciones de equipos y aparatos que permitan el control de las aperturas de ventilación, regulen el nivel de luminosidad en el interior del invernadero, niveles de humedad, etc. De igual modo que se destina parte del beneficio en métodos para el control del clima en un invernadero es conveniente invertir otra parte en sistemas de ahorro energético y de recursos como el agua. Una combinación de ambos provoca un aumento de las ganancias obtenidas.

A.C. Parámetros a considerar en el control climático:

Para un correcto desarrollo del cultivo en todas sus fases de crecimiento, influyen varios parámetros ambientales: temperatura, luz, humedad relativa entre otros. La planta necesita unas condiciones mínimas y máximas de éstos factores para un correcto metabolismo, pudiendo causarle la muerte si se sobrepasan dichos límites. Antes de proceder a realizar el control climático de un invernadero es conveniente hacer un estudio de cómo y en qué medida influye cada uno de ellos. También se ha de hacer un estudio económico de la amortización y coste de la instalación en función de los diferentes sistemas citados a continuación. Por este motivo se procede a un breve resumen de los diferentes factores que influyen en el desarrollo de un cultivo.

El estudio se centra en la recopilación de los valores necesarios para los diferentes parámetros de control, tanto del tomate como de varios cultivos diferentes:

A.C.A. Temperatura

Uno de los aspectos climáticos más importantes para el cultivo en un invernadero es la temperatura. Un nivel normal de luz provoca que dicho parámetro sea el factor de mayor influencia en el crecimiento y desarrollo de las plantas. Afecta directamente a las funciones de fotosíntesis, respiración, permeabilidad de la membrana celular, absorción del agua y de nutrientes, a la transpiración, actividades enzimáticas, etc. de la planta en mayor grado que el resto de condicionantes medioambientales. Estos motivos provocan que sea un factor indispensable para ser regulado.

Las funciones biológicas de mayor importancia no se llevan a cabo si la temperatura en el interior del invernadero se encuentra por debajo de los 0° C, correspondiente al punto de congelación del agua, o por encima de los 50° C, límite donde comienza la desnaturalización de las proteínas. Para un cultivo óptimo se requieren valores comprendidos, generalmente, entre los 10 y 25° C, dependiendo del tipo de siembra. Las plantas pueden soportar temperaturas fuera de este rango durante periodos cortos de tiempo y, si se exponen de manera prolongada, puede provocar daños al cultivo, viéndose reflejado en su crecimiento, calidad o cantidad del fruto entre otros factores.

Existe un valor umbral de temperatura más elevado que el punto de congelación el agua. Por debajo, las plantas cesan de crecer de forma habitual viéndose afectadas tanto cualitativa como cuantitativamente. La discrepancia de diferentes autores provoca la inexistencia de un método para determinar el valor umbral de las diversas plantas a cultivar. Dependiendo de la especie a cultivar se encuentra un umbral diferente a otra siembra como se ve detallado en la siguiente tabla:

Tabla 1. Exigencias de temperatura para distintas especies
(<http://www.infoagro.com>)

Temperatura (en °C)		Tomate	Pimiento	Pepino	Berenjena	
Helada del cultivo		0 - 2	- 1	- 1	0	
Germinación	Mínima	12	13	12	15	
	Óptima	20 - 24	20 - 25	27	20 - 25	
	Máxima	25	40	23	35	
Floración	Óptima	Día	12 - 25	26 - 28	25	
		Noche		28 - 20		19
Desarrollo	Óptima	Día	20 - 30	20 - 25	20 - 27	
		Noche	12 - 17	16 - 18		16
Maduración del fruto		Mínima	10 - 30	18	16 - 19	20

A.C.B. Calefacción de un invernadero

Existen diferentes sistemas para aumentar y mantener la temperatura en el interior de un invernadero. Se recomienda la implantación de sistemas de calefacción artificial en aquellas zonas donde las temperaturas invernales sean bajas o para cultivos que requieran unas condiciones térmicas especiales. Se ha de realizar un estudio de las características constructivas del invernáculo para elegir el sistema que nos ofrezca las mejores prestaciones.

- Sistema de calefacción anti heladas

Consiste en implantar calefactores que utilicen combustibles como el carbón, la madera, el gas natural, etc. como fuente calorífica temporal para evitar las heladas. El principal inconveniente es que no mantiene la temperatura de manera uniforme dentro del invernadero, pudiendo dañar el cultivo si no existe una salida de los gases producidos durante la combustión. Un uso puntual de éste sistema puede resultar muy útil ya que es económico y los combustibles requeridos son de fácil disponibilidad.

- Sistemas de calefacción por agua

Este sistema es útil para cualquier época del año. El funcionamiento principal se basa en la transición de calor mediante radiación: se instalan tuberías de acero de 1 o 1,5 pulgadas de diámetro. Por su interior recorre agua a una temperatura comprendida entre 60 y 80° C. Se han realizado estudios que confirman un 25% de la energía se transmite hasta llegar al suelo y un 20% restante se dirige a los extremos del invernadero, pudiendo perderse rápidamente si no se dispone de una cubierta idónea. El sistema es de coste económico elevado. Puede provocar un aumento de la humedad relativa en la proximidad del cultivo debido a las pérdidas de calor radiante junto a la reducción o carencia de movimientos de aire. Existe otro sistema de transmisión de calor por el suelo mediante tuberías de 12 a 25mm de diámetro, generalmente de polietileno. Dichas cañerías son

enterradas a la profundidad necesaria para que no se dañen mientras se elaboran las tareas usuales para el cuidado del cultivo. Al encontrarse enterradas, el agua circulante no puede exceder una temperatura de 40° C ya que si se sobrepasa, puede conllevar al desecamiento de los suelos dificultando la transmisión de calor.

- Sistemas de aire forzado

Este sistema consiste en el calentamiento del aire a través de los productos de combustión provenientes del quemador hasta el interior del invernadero. La instalación se realiza sobre el suelo aunque para cultivos determinados se puede obtener mejor resultado al colocarlas a una altura entre 1,70 o 3 metros de altura. Los orificios de salida han de estar en contacto con el terreno teniendo sumo cuidado con las corrientes de aire que puedan incidir de manera directa sobre las plantas ya que las perjudicaría. Se aconseja una velocidad de aire inferior a 5m/s.

Este sistema se utiliza como apoyo térmico de manera limitada o para el aumento de la temperatura en el interior del invernadero varios grados por encima de la temperatura exterior. El sistema es económico permitiendo su funcionamiento con cualquier tipo de combustible (gas natural, gas oíl o carbón) adaptándose a cualquier tipo de invernadero.

- Energía solar

El sistema se basa en el empleo de la energía solar térmica con la finalidad de aumentar la temperatura en el interior del invernadero. Se encuentra formado por un depósito para acumular el líquido calentado mediante los módulos solares térmicos. El fluido caliente se encarga de recorrer un circuito cerrado distribuido por la totalidad del volumen del invernadero otorgando un aumento térmico en el cultivo mediante radiación. Los principales aspectos a destacar en este tipo de instalaciones son el insuficiente calentamiento del líquido transmisor, provocando un aumento de temperatura en el interior del invernadero insuficiente, la reducción considerable de CO₂ y la necesidad de una superficie extensa para ubicar los módulos. Esta instalación requiere un coste económico muy elevado, motivo por el cual se ha descartado esta opción.

- Energía geotérmica

Es uno de los sistemas idóneos para calentar invernaderos. Consiste en la circulación del agua caliente de las fuentes naturales por el interior de tuberías de polietileno transparente apoyadas en el suelo, entre las fileras. El diámetro y la composición de los tubos variará en función de la temperatura del agua: si es superior a 50° C el diámetro suele ser de 9,5 a 12,5 cm; si comprende entre los 30 y 50° C el diámetro comprende valores de 12,5 hasta 19cm. Siempre que la temperatura sea inferior de 60° C se utilizará tubo de material polipropileno, para valores inferiores es suficiente con canalizaciones de polietileno.

El sistema presenta una serie de inconvenientes a tener en cuenta:

1. Las zonas provistas de agua caliente de forma natural suelen carecer de suelo agrícola.
2. El coste económico de los estudios sistemáticos hidrogeológicos y la profundidad a la que se encuentran los pozos.

3. El porcentaje elevado de sales minerales que provocan obstrucción en los conductos.

- Utilización de calores residuales

Si existe en los invernaderos unidades industriales de gran tamaño, como por ejemplo las centrales generadoras de electricidad, se puede reutilizar el calor residual como fuente de calor para uso en un invernadero. La temperatura del agua residual ronda entre los 20 y 30° C y su reutilización presenta dificultades debido a la escasez de temperatura y al miedo a encontrar residuos que puedan afectar al producto. Debido a los factores anteriormente citados, éste tipo de sistemas no es prácticamente utilizado.

A.D. Refrigeración de un invernadero

Como se ha mencionado anteriormente, la temperatura es uno de los factores más importantes para el crecimiento del cultivo. Por este motivo se ha de calentar el invernadero hasta alcanzar la temperatura deseada sin dejar de lado la extracción del calor sobrante. En la zona del mediterráneo uno de los principales problemas consiste en el exceso térmico. Un exceso de temperatura repercute en las plantas causando daños en la morfología y en distintos procesos fisiológicos de las plantas, como pueden ser la malformación floral, una baja calidad del fruto, el acortamiento de la vida del cultivo, la reducción de la fotosíntesis debido al aumento de la respiración.

Durante los días de verano es cuando existe una radiación solar mayor. A pesar que los cultivos se encuentren plenamente desarrollados, la cubierta solo puede absorber un 50% de la radiación solar en el fenómeno de la evapotranspiración, registrando un aumento de la temperatura en los cultivos muy por encima de los valores deseados. Si la cubierta se encontrase en un desarrollo todavía incompleto, el aumento de temperatura es mayor y la evapotranspiración se reduce. En ambos casos se requiere un sistema que garantice la reducción de la temperatura con la finalidad de mejorar el nivel de calidad del producto.

Se han estudiado los diferentes factores que permiten reducir la temperatura y sistemas diversos. La reducción de radiación solar mediante técnicas de sombreado, la ventilación o la refrigeración por evaporación de agua son alguno de ellos.

A.D.A. Ventilación

Mediante el intercambio de aire entre el interior y el exterior del invernadero se regulan algunas de las condiciones climáticas del cultivo. Una buena configuración del número de renovaciones de aire provoca una variación en factores como la temperatura, la humedad y la concentración de CO₂ y de oxígeno en el interior del invernadero. Existen dos maneras de ventilación, la natural y la forzada.

- Ventilación natural

La ventilación natural es suficiente para el cultivo dependiendo de la zona donde se encuentre la instalación y de las características del viento presentado, ya que se necesita una velocidad elevada. Se consigue un aumento del número de

renovaciones de aire por hora siempre que las hileras de cultivo se encuentren correctamente paralelas a la dirección de los vientos dominantes. A través de la circulación conseguida, se reduce los niveles de temperatura y disminuye el nivel higrométrico. Se consigue este tipo de ventilación otorgando al invernadero de un conjunto de ventanas ubicadas en las paredes o techo, cuya finalidad es crear una diferencia de presión, ya sea producto de la velocidad del viento o por el gradiente térmico. La combinación de ambos principios produce un incremento de aire, mejorando la calidad del clima dentro del invernadero.

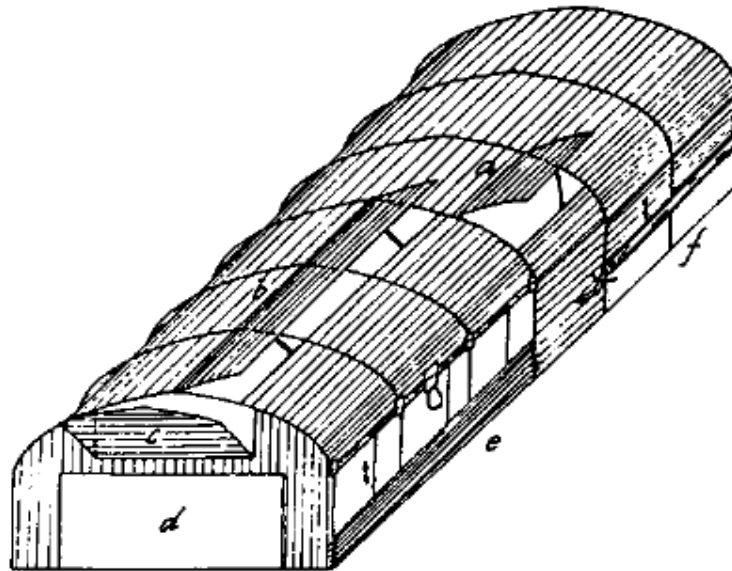


Figura 1. *Diferentes sistemas de ventilación* (<http://www.fao.org>)

Para los invernaderos de cubierta de plástico se utilizan métodos de ventilación lateral consistentes en aberturas laterales y frontales debido a su coste económico. La ventilación frontal se consigue mediante la instalación de ventanas individuales (c) o a través de puertas (d). Las aberturas laterales se pueden llevar a cabo ya sea con separación del plástico, de ventanas (e) o enrollando la envolvente de plástico (f). Para conseguir una renovación de aire máxima en el interior de invernaderos se aconseja una orientación formando un ángulo recto respecto la dirección del viento, tanto para estructuras de tipo multimodular como individuales. En el caso de instalaciones en las que exista una agrupación de módulos, es conveniente ubicarlos paralelos a la dirección del viento.

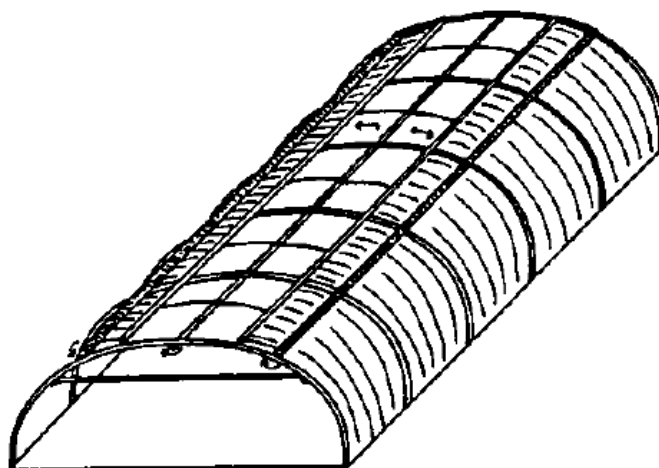


Figura 2. Ventilación cenital (<http://www.fao.org>)

A través de un método muy eficaz basado en abrir la totalidad de la superficie, ya sea hasta el suelo o una altura superior, o mediante la obertura de la cubierta, se enrolla el plástico en sentido ascendente mediante cuerdas y tubos.

En el caso que los invernaderos sean de cubierta de plástico rígido o vidrio es recomendable que dispongan de ventanas laterales y en el techo. La superficie total de ventilación ronda entre el 15 al 25 % de la superficie del suelo. Los invernaderos individuales requieren una superficie de ventanas laterales igual al área correspondiente de las aberturas ubicadas en el techo. Las ventanas del techo deben de tener una bisagra y estar dispuestas para garantizar una apertura a lo largo de toda la superficie. Cuando se encuentren totalmente abiertas deben de formar un ángulo de 60 grados respecto del techo.

- Ventilación forzada

La ventilación forzada consiste en la implantación de equipos impulsores o extractores de aire ubicado en uno de los frontales y permiten la entrada de aire creando una corriente. Es un método muy efectivo cuyo único inconveniente es el consumo de energía eléctrica. Para realizar la instalación del sistema se han de respetar las condiciones siguientes:

1. El objetivo de los extractores es renovar el aire del invernadero mejorando la distribución de temperatura y impidiendo cualquier daño al cultivo causado por la sobre presión.
2. Es conveniente instalar el equipo favoreciendo las corrientes de aire predominantes de la zona.
3. Dejar unas distancias entre extractores comprendida entre los 8 y los 10 metros.
4. Ha de existir una distancia a cualquier obstáculo no inferior a 1,5 veces el diámetro del equipo.
5. La superficie de entrada de aire correspondiente a la zona de ventanas ubicadas en el lado opuesto ha de ser 1,25 veces superior a la presentada por los extractores.
6. La velocidad de aire de entrada no ha de ser demasiado elevada.

7. El volumen de aire impulsado por el ventilador debe de garantizar las necesidades del cultivo a una presión de 3mmca.

A.D.B. Refrigeración por evaporación

Al llevar a cabo el proceso de evaporación del agua se absorbe el calor del aire que lo rodea. Se puede utilizar este sistema para la refrigeración de invernaderos. Consiste en hacer pasar el aire a través de una pantalla porosa saturada de agua. Una vez ha atravesado la pantalla, entra en el interior del invernadero y el aire es conducido mediante ventiladores hasta el otro extremo.

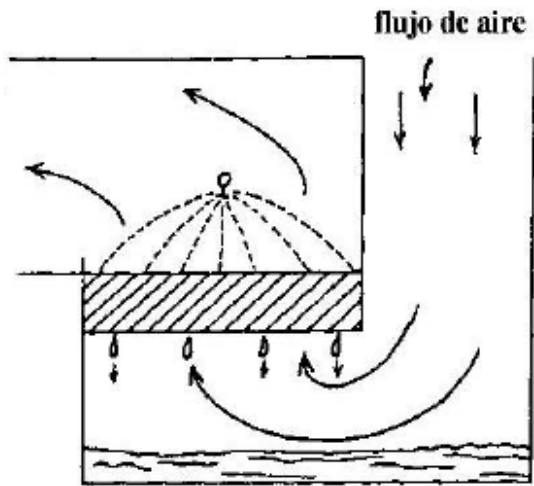


Figura 3a. Pantalla evaporadora posición horizontal

(<http://www.fao.org>)

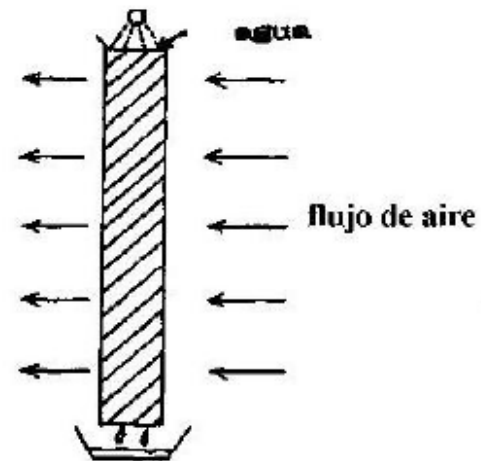


Figura 3b. Pantalla evaporadora posición vertical

(<http://www.fao.org>)

Se instalan equipos de regulación electrónica con la finalidad de mantener las pantallas evaporadoras mojadas. Consiste en la implantación de un termostato y un sensor de humedad con la finalidad de activar/desactivar el sistema de riego de las pantallas como la abertura de las ventanas de ventilación.

Este sistema se caracteriza de la manera siguiente:

1. El consumo de electricidad y agua es elevado.
2. La eficiencia del sistema depende de la humedad del aire ubicado en el exterior del invernadero.
3. Se consigue un ahorro de agua aunque se requiera la implantación de un equipo adicional de nebulización.
4. Tolera la utilización de agua salina o de baja calidad sin obstruir los poros de la pantalla de evaporación.
5. Con la implantación de un depósito enterrado se consigue reducir la temperatura del agua utilizada en la pantalla.

6. El coste de la instalación depende en la mayor parte del precio del equipo impulsor de aire.
7. La instalación ha de garantizar una buena distribución del aire con la finalidad de evitar gradientes altos de temperatura.

Existen varias opciones de instalación posibles para la implantación de este sistema. Básicamente se pueden clasificar en dos grupos, los de presión positiva y los de presión negativa, y la combinación de ambos. El sistema de presión negativa consiste en ubicar la pantalla evaporadora en un extremo del invernadero y el ventilador en el lado opuesto, creando un gradiente de temperatura entre la entrada y la salida debido a la circulación de aire.

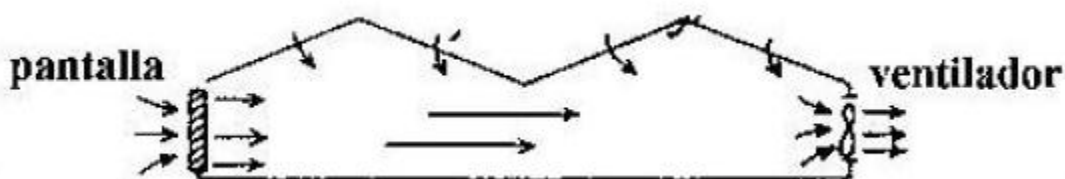


Figura 4. Sistema de presión negativa (<http://www.fao.org>)

El sistema de presión positiva consiste en la ubicación de la pantalla evaporadora y del sistema ventilador en el mismo lateral. Una vez el aire ha atravesado la pantalla es impulsado mediante un conjunto de ventiladores, conduciéndolo hasta el extremo opuesto del invernadero donde se encuentra la abertura al exterior.

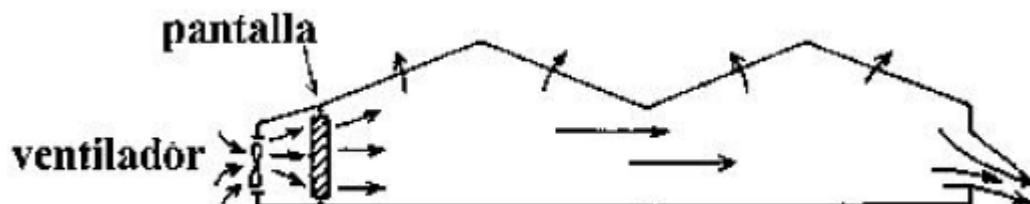


Figura 5. Sistema de presión positiva (<http://www.fao.org>)

Al instalar los ventiladores en el espacio comprendido entre dos invernaderos próximos se consigue combinar la refrigeración por evaporación y la ventilación natural. El aire impulsado recorre el espacio comprendido entre las dos construcciones y entra en el interior del invernadero por las aberturas laterales ubicadas a lo largo de todo el invernadero.

Existe un sistema de distribución del aire mediante tubos. Consiste en la combinación de un sistema de presión negativa conjuntamente a una red de conductos con orificios distribuida por el interior del invernáculo. El aire impulsado a través del ventilador es conducido por el interior de una red de

tuberías de plástico perforado y circula hacia el exterior a través de unas salidas de aire ubicadas en las paredes laterales.

A.E. Luz

La luz es un factor muy importante en el desarrollo de una buena planta. Los invernaderos deben de absorber el máximo de radiación solar durante todo el día en invierno. El resto del año aprovecha la radiación de la mañana y de la tarde para, de este modo, lograr un balance térmico favorable y activar, de este modo, la fotosíntesis. En algunos casos la carencia de horas de sol obliga al agricultor al uso de la iluminación artificial para lograr un correcto crecimiento y maduración del fruto; en muchos otros casos sirve como elemento regulador de la iluminación natural en el interior del invernadero.

Al satisfacer de las horas de luz ideales para cada cultivo se consiguen una serie de ventajas y desventajas a tener en cuenta:

1. Se aumenta la asimilación neta en el proceso de la fotosíntesis durante los meses invernales. Un complemento lumínico durante el otoño-invierno favorece a los rendimientos productivos en la mayoría de especies de hortalizas y plantas ornamentales.
2. Se consigue un aumento en la duración del día, ideal para plantas de día largo ya que no florecerían en condiciones normales durante el periodo otoño-invernal. Se emplea principalmente en plantas ornamentales como Anthirrinum, Dahlia, Calceolaria, Gegonia tuberosa entre otras.
3. Se utiliza para el control de los períodos de cada cultivo, alargando el tiempo de crecimiento vegetativo o para que la plantas de periodo largo empiecen a florecer.
4. Disminuir la intensidad luminosa en siembras estivales de hortalizas como el apio, la cebolla, cubriendo los semilleros con mallas.

Para una correcta elección del tipo de luminaria a instalar, es preciso conocer las características lumínicas propias de la zona de cultivo y de la intensidad necesaria para un correcto ciclo vital:

Tabla 2. Exigencias de luz para distintas especies

(<http://www.infoagro.com>)

Iluminación	Tomate	Pimiento	Pepino	Berenjena
h/día	8 - 16	12 - 15	12 - 18	10 - 12
lux	2.000 - 4.000	2.000 - 4.000	2.000 - 4.000	2.000 - 4.000

El sistema permite la utilización de varios tipos de lámparas para cubrir la totalidad de la instalación. Siempre se ha de tener en cuenta a la hora de ubicar cualquier elemento él no realizar sombra en el cultivo. A continuación se muestra una tabla de las diferentes lámparas y sus principales características:

luminoso				
Duración	1000 horas	3500 horas	2000 horas	3500 horas
Aplicación	Invernadero de grandes dimensiones. Adelanto o retraso de la floración	Crecimiento de plantas	Adelanto de la floración	Crecimiento de plantas
Observaciones	Bajo costo de instalación; elevado uso	Atención al tipo comercial que se elige	Elevado costo de uso	Débil intensidad luminosa, colocación en batería de 3-4
Características	Incandescentes	Vapor de mercurio	Incandescentes y vapor de mercurio	Fluorescentes
Luz producida	Rojo e inflarrojo (elevado poder calorífico)	Visible y ultravioleta	Mixta	Mixta con preponderancia de azul y rojo
Potencia	3 W/m ²	150-200 W/m ²	-	-
Rendimiento	10 %	90 %	30%	90%

A.F. Humedad

La humedad es un factor condicionante para el desarrollo de las plantas. Debido al elevado grado de complejidad, las investigaciones de éste proyecto no se han centrado en el control de dicho parámetro. Se consigue enriquecer el aire existente en el interior del invernadero a través de la vaporación del agua por la evaporación del suelo o mediante la transpiración de las plantas.

Durante la noche la transpiración de las plantas es reducida debido al cierre de estomas y a la evaporación del suelo ya que es muy pequeña. Cuando la temperatura empieza a decrecer, el nivel de humedad relativa aumenta ya que varía de manera inversa. Durante el día, la abertura de estomas de la planta provoca un aumento de la transpiración produciendo un aumento de la humedad absoluta del aire.

Las plantas transpiran agua con la finalidad de transportar nutrientes, para refrigerarse y para regular su crecimiento. La transpiración varía en función del déficit de saturación entre las estomas y el aire. Tanto si dicha diferencia es

demasiado alta como demasiado baja, afecta en la fisiología y desarrollo del cultivo.

Al ser la humedad ambiental excesivamente elevada, el intercambio gaseoso queda limitado provocando una reducción en la transpiración y en la absorción de nutrientes. También puede dificultar a la polinización ya que el polen excesivamente húmedo puede quedar impregnado en los órganos masculinos. Si la humedad ambiental es demasiado baja, reduce la tasa de fotosíntesis debido al cierre de las estomas.

La humedad ambiental puede favorecer el desarrollo de enfermedades. Si la temperatura del cultivo cae por debajo de la temperatura del rocío del aire, se condensa el agua y favorece el desarrollo de enfermedades causadas por hongos.

El aire húmedo está compuesto por vapor de agua y aire seco. Para identificar el contenido de vapor de agua existente en el aire se utilizan los siguientes parámetros:

Humedad relativa: Es la presión de vapor actual, el valor de saturación. Se expresa en %. Se define como el cociente de la presión de vapor actual y la que existiría si el espacio estuviese totalmente ocupado por vapor en condiciones de saturación. La humedad relativa es el factor más utilizado debido a su fácil medición pero carece de significado si no se conoce la temperatura ambiental.

Humedad absoluta: Es el peso de vapor de agua en un volumen dado de aire seco. Se expresa en kg/m³.

Al existir exceso de humedad, se puede reducir mediante ventilado, un aumento de la temperatura y evitando el exceso de humedad en el suelo. En cambio si el nivel es inferior al deseado, se puede corregir mediante riegos, llenando alcantarillas o balsetas con agua, a través de sistemas de pulverización de agua en el ambiente, ventilando o sombreando. En el caso de invernaderos con anchuras superiores a 40 m se aconseja la instalación de un sistema de ventilación cenital ya que facilita tanto el control de la temperatura como el de la humedad relativa. Tanto la humedad relativa como la absoluta son factores que dependen de la temperatura. A una temperatura de 15° C, un metro cúbico de aire puede contener 13g. de agua; a 35° C puede existir 39g. de agua.

A través de años de estudio de cada una de las especies para el cultivo protegido se ha anotado los valores ideales para su cultivo. En la tabla adjunta se reflejan algunas condiciones a tener en cuenta:

Tabla 3. Exigencias para distintas especies

(<http://www.infoagro.com>)

Humedad relativa (en %)	Tomate	Pimiento	Pepino	Berenjena
Día	70 - 80	50 - 60	60 - 70	50 - 65
Noche			70 - 90	

A.F.A. Influencias de la humedad

La condensación es uno de los mecanismos de transmisión de calor del aire del interior de los invernaderos hasta su cubierta. Reduce de manera significativa la transmitancia térmica de algunos materiales de cubierta debido a las pérdidas de radiación. Estas pérdidas no son uniformes en la totalidad de la superficie de cubierta ya que la concentración de condensados influye en la cantidad de gotas de agua existentes. Al instalar equipos impulsores y/o extractores de aire reducen la formación de condensados e incluso pueden llegar a eliminarlos.

Cuando la planta se encuentra en un ambiente húmedo la superficie foliar se ve reducida, los órganos vegetativos de almacenamiento se desarrollan más tarde e incluso no se desarrollan, la floración y la fructificación se retrasan, la senescencia foliar ocurre antes y los estomas permanecen abiertos, durante un período de tiempo más prolongado permitiendo la difusión continua de CO₂.

Al someter al cultivo a una humedad relativa baja puede provocar la aparición de problemas en el desarrollo del color del cultivo, roturas del mismo y la aparición de manchas asociadas con la baja polinización. También afecta de un modo adverso a la fertilización floral, induce en el aborto de flores y causa el aumento del amargor en los frutos.

Si existen niveles de condensación elevados, el cultivo puede sufrir problemas en el desarrollo de enfermedades en las hojas. Para niveles superiores, los problemas incrementan.

A.G. Riego

El agua juega un papel importante para las plantas por sus efectos sobre fenómenos físicos diversos, como el transporte de nutrientes, la transpiración y la reducción de la temperatura de las hojas, el transporte de metabolitos, la fotosíntesis y la respiración. En efecto es un hecho conocido que cuando las estomas se cierran por un déficit hídrico, los intercambios gaseosos entre la hoja y el aire disminuyen. Se observa asimismo una estrecha relación entre la absorción de agua por la planta y el desarrollo de su biomasa. Por lo tanto, como conclusión práctica, se puede afirmar que la forma más sencilla de mejorar la productividad es proporcionar un aporte de agua en proporciones correctas.

Es precisamente en los cultivos protegidos donde se puede percibir mejor la importancia del aporte de agua por medio del riego, ya que la pluviometría es nula. Asimismo, al ser el invernadero un espacio cerrado, el propio sistema de riego tiene gran influencia sobre su clima, de tal modo que puede constituir uno de los métodos de regulación de la humedad del aire y de la temperatura del suelo. Por todo ello merecen una especial atención tanto la elección, como el manejo del sistema de riego.

Existen diversos sistemas, entre ellos destacan el riego por surcos, la aspersion y el riego localizado. Para elegir un sistema se ha de tener en cuenta los aspectos económicos y en las condiciones de explotación, como el suministro eléctrico y la disponibilidad de materiales entre otras causas.

A.G.A. Riego por surcos

Es un sistema usado tradicionalmente en diversas regiones peninsulares bajo pequeñas explotaciones. Consiste en realizar un canal a lo largo de la superficie del cultivo con la finalidad de inundarlo, de este modo se alimentan las plantas. Se utilizan mangueras de materiales plásticos para llevar el agua desde grifo de suministro hasta las cercanías del cultivo. El sistema se caracteriza por su bajo coste aunque posee grandes defectos que lo convierten en un método poco usado para grandes cultivos ya que:

1. El suministro de abastecimiento de agua no es uniforme ni constante.
2. Tiene un bajo rendimiento de aprovechamiento de agua, ya que la relación de líquido suministrado y el aprovechado por las plantas es muy pequeño.
3. En ocasiones se registran aumentos de la humedad del aire en el interior del invernadero por encima de los valores deseados.
4. El sistema no permite automatización ni fertirrigación.

A.G.B. Riegos por sistemas de presión de agua

Se pueden distinguir entre sistemas de riego por aspersion y riego localizado. A.E.B.A. Riego por aspersion.

El riego por aspersion utiliza generalmente elementos mini pulverizadores o micro aspersores. Su uso se basa principalmente en:

1. Cultivos que no se encuentran alineados, encontrando un número elevado de plantas por unidad de superficie. Por ejemplo las lechugas.
2. Cultivos sensibles a la sequedad del aire cuando el nivel de humedad atmosférica es bajo. Un claro ejemplo es el pepino.

Los aspersores se ubican tanto suspendidos sobre el cultivo como en el suelo. El primer sistema se utiliza como complemento del segundo y presenta niveles de humidificación elevados. El principal inconveniente se encuentra en el uso de agua con pureza insuficiente ya que puede ocasionar manchas de sal en las hojas.

Existen inconvenientes en el uso de aspersores en el interior de invernaderos en los periodos de invierno y primavera ya que la pulverización de agua a temperatura relativamente baja puede producir daños fisiológicos en los cultivos.

Otra desventaja presentada es el elevado coste ya que la instalación para cultivos protegidos ha de ser fija, presentando un mayor número de aspersores por unidad de superficie.

El sistema requiere una presión de agua en la alimentación de aproximadamente 1 bar. El agua expulsada por los aspersores varía en función de la boquilla utilizada ya que cada una posee una curva característica que relaciona el caudal y la presión de manera diferente.

A.G.C. Nebulización

La nebulización es un caso especial de riego por aspersión a media presión. La principal función de dicho sistema es regular la humedad de la atmósfera en el interior del invernadero y en cierto modo se encarga de ajustar la temperatura en su interior. Se puede considerar como sustituto de la ventilación, aunque es conveniente el uso como complemento a ésta.

A.G.D. Riego localizado.

Es uno de los sistemas de riego más extendido para cultivos protegidos por sus numerosas ventajas, como la posibilidad de automatización y fertirrigación. Existen ventajas que se acentúan de manera considerable al encontrarse con suelos bien drenados:

1. Presenta un rendimiento elevado derivado de solventar el problema de falta de agua mediante la automatización, otorgando un suministro de pequeñas cantidades de agua de manera ininterrumpida durante la totalidad del día, reduciendo de forma elevada las pérdidas de agua.
2. Al ser un riego continuo, permite el uso de agua salina siempre y cuando el terreno presente un drenaje adecuado.

Existen diferentes sistemas de riego localizado en el mercado, conocidos con el nombre de riego por goteo. El sistema presenta unos puntos a tener en cuenta para una correcta distribución del agua.

A.G.E. Riego por goteo.

Uno de los principales problemas del sistema es la obstrucción de los goteros debido al pequeño diámetro de los micro poros por donde se expulsa el agua. Para evitar la obstrucción de los goteros es imprescindible la colocación de filtros. En el caso de que el agua provenga de una fuente subterránea es suficiente la utilización de un filtro de grosor de malla comprendido entre 1,2 y 1,5 milímetros; si el agua proviene de estanques abiertos se ha de incorporar un filtro adicional para las algas. Muchos agricultores optan por la utilización de filtro autolimpiables o de goteros de bajo coste con la finalidad de sustituir los elementos averiados debido a su taponamiento.

Si se utilizase agua rica en sales solubles, como por ejemplo bicarbonatos, se puede producir obstrucción por precipitación de sales minerales en varios puntos de la instalación y en particular a las salidas de los goteros. Una solución muy empleada en dicho caso consiste en mantener limpio el sistema de riego lavándolo con soluciones ácidas de pH=2 con la finalidad de disolver los residuos sólidos.

Los goteros han de encontrarse separados una distancia mínima que varía en función de la textura del suelo. Cuanto más ligero sea el suelo, más juntos se han de encontrar los goteros a lo largo del tubo.

La distancia más usual para el cultivo hortícola se encuentra comprendida entre 60 y 70 cm, consiguiendo una banda de humedad a lo largo del recorrido de tuberías a menos que el suelo sea demasiado suelto. En el caso de suelos arenosos, el agua se desplaza hacia los laterales de manera insuficiente y por ello se ha de disminuir la distancia entre orificios. El sistema de riego por goteo

ha de garantizar una distribución del agua uniforme a lo largo de la totalidad del recorrido. De este modo se asegura que las plantas ubicadas en el extremo más alejado de la instalación reciben la misma cantidad de agua que las primeras. Al mismo tiempo ha de garantizar un fácil montaje y desmontaje con la finalidad de poder trabajar el suelo una vez finalizado el ciclo del cultivo.

Los sistemas de riego por goteo han experimentado una expansión en el uso bajo invernadero debido a su bajo coste económico. En numerosas regiones y países resulta difícil encontrar dichas instalaciones debido a la falta de materiales importados o por razones socioeconómicas, en estos casos se recomienda la implantación de sistemas más baratos ya que presentan grandes avances al sistema de riego por surcos.

A.G.F. Riego por manguera perforada

Una alternativa al riego por goteo en la región mediterránea es el riego por manguera perforada. Se basa en una conducto de PE negro de alrededor de 0,15 mm de espesor y 6 cm de diámetro cuando se encuentra plana, lo que corresponde a un diámetro real de 38 mm. Una distancia de 20 cm, aproximadamente, separa las cuatro perforaciones muy finas de 0,8 mm de diámetro encontradas en el tubo.

Para una presión de trabajo óptima se requieren entre 25 y 100 g/cm² lo que equivale a la ubicación de un depósito situado en el interior del invernadero a una altura entre 25 y 200 cm respecto el nivel del suelo. La instalación del sistema mencionado es de costes muy asequibles para cualquier agricultor.

A.H. Impacto Ambiental

La implantación de un cultivo de pimientos bajo el invernadero existente en la finca no presenta un impacto ambiental visual ya que se encuentra en una zona donde existen varios cultivos hortícolas y de viñedos en las parcelas colindantes.

A través de los sistemas citados se consigue una calidad del fruto con una reducción de los recursos a utilizar. El sistema de riego por goteo ofrece un excelente aprovechamiento del agua ya que se suministran los nutrientes necesarios para la planta, evitando el desaprovechamiento del recurso natural y obteniendo productos de mayor calidad.

Por lo que concierne a la instalación térmica de calefacción, se ha instalado la maquinaria en el interior con la finalidad de obtener un aumento térmico y, de este modo, reducir el tiempo y el número de equipos que han de permanecer encendidos.

La instalación de ventilación se basa principalmente en la renovación del aire en el interior del invernadero a través de las ventanas ubicadas en el techo del invernadero. Como complemento a la ventilación y con la finalidad de complementar la insuficiente ventilación se instalan equipos impulsores de aire.

El control de la humedad aprovecha el sistema de ventilación natural, la ventilación forzada y el sistema humidificador para reducir o aumentar las concentraciones en el ambiente. La cantidad de agua emitida proviene una balsa colindante a la parcela, por lo que no existe un problema con la falta de

suministro. El sistema está diseñado para obtener una calidad de fruto igual o mayor con una reducción en los recursos empleados.

A.I. Conclusiones

El sistema de iluminación artificial empleado otorga un ahorro de energía, puesto que su activación se realiza como complemento a la falta de iluminación natural. De este modo se consigue una apropiada intensidad lumínica produciendo un aumento en la producción y mejora de la calidad de frutos.

Para el control de la temperatura interior se ha elegido una instalación formada por generadores de calor murales. De este modo se consigue un control de parámetros como la temperatura o la humedad en el ambiente.

Se ha implantado un sistema de ventilación mediante una unidad de tratamiento de aire encargada de renovar el aire interior utilizando sistemas recuperadores que evitan grandes pérdidas de calor.

Para el riego se escoge el riego por goteo consiguiendo así un ahorro en el consumo de agua y una correcta administración de ésta en las plantas.

Por último, referente al control de la humedad se ha elegido montar una instalación humidificadora a partir de boquillas atomizadores de agua sobre toda la superficie del invernadero, aportando así una importante ayuda en cuanto al control de temperatura.

CAPITULO B: CALCULOS DE ESTRUCTURA

B.A. Datos de obra

B.A.A. Normas consideradas

Aceros laminados y armados: CTE DB-SE A

B.A.B. Estados limite

E.L.U. de rotura. Acero laminado	CTE Categoría de uso: A. Zonas residenciales Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Desplazamientos	Acciones características

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

- Con coeficientes de combinación:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_{Q1} \Psi_{pl} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{al} Q_{ki}$$

- Sin coeficientes de combinación:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G_j} G_{kj} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Q_i} Q_{ki}$$

Donde:

- G_k Acción permanente
- Q_k Acción variable
- g_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes
- $g_{Q,1}$ Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal
- $g_{Q,i}$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento ($i > 1$)
- $\gamma_{p,1}$ Coeficiente de combinación de la acción variable principal
- $\gamma_{a,i}$ Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento ($i > 1$)

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:
E.L.U. de rotura. Acero laminado: CTE DB-SE A

Situación 1: Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad		Coeficientes de combinación	
	Favorable	Desfavorable	Principal	Acompañamiento
Carga permanente (G)	0.80	1.35	1.00	1.00
Sobrecarga (Q)	0.00	1.50	1.00	0.70
Viento (Q)	0.00	1.50	1.00	0.60
Nieve (Q)	0.00	1.50	1.00	0.50
Sismo (A)				

Situación 2: Sísmica				
	Coeficientes parciales de seguridad		Coeficientes de combinación	
	Favorable	Desfavorable	Principal	Acompañamiento
Carga permanente (G)	1.00	1.00	1.00	1.00
Sobrecarga (Q)	0.00	1.00	0.30	0.30
Viento (Q)	0.00	1.00	0.00	0.00
Nieve (Q)	0.00	1.00	0.00	0.00
Sismo (A)	-1.00	1.00	1.00	0.00 ⁽¹⁾

Notas:
⁽¹⁾ Fracción de las solicitaciones sísmicas a considerar en la dirección ortogonal: Las solicitaciones obtenidas de los resultados del análisis en cada una de las direcciones ortogonales se combinarán con el 0 % de los de la otra.

Situación 3: Accidental de incendio				
	Coeficientes parciales de seguridad		Coeficientes de combinación	
	Favorable	Desfavorable	Principal	Acompañamiento
Carga permanente (G)	1.00	1.00	1.00	1.00
Sobrecarga (Q)	0.00	1.00	0.50	0.30
Viento (Q)	0.00	1.00	0.50	0.00
Nieve (Q)	0.00	1.00	0.20	0.00
Sismo (A)				

Desplazamientos

Situación 1: Acciones variables sin sismo		
	Coeficientes parciales de seguridad	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.00	1.00
Sobrecarga (Q)	0.00	1.00
Viento (Q)	0.00	1.00
Nieve (Q)	0.00	1.00
Sismo (A)		

Situación 2: Sísmica		
	Coeficientes parciales de seguridad	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.00	1.00
Sobrecarga (Q)	0.00	1.00
Viento (Q)	0.00	0.00
Nieve (Q)	0.00	1.00
Sismo (A)	-1.00	1.00

B.A.C. Resistencia al fuego

Perfiles de acero

Norma: CTE DB SI. Anejo D: Resistencia al fuego de los elementos de acero.

Resistencia requerida: R 90

Revestimiento de protección: Pintura intumescente

Densidad: 0.0 kg/m³

Conductividad: 0.01 W/mK

Calor específico: 0.00 J/kg·K

El espesor mínimo necesario de revestimiento para cada barra se indica en la tabla de comprobación de resistencia.

B.B. Geometría

B.B.A. Nudos

Referencias:

$\Delta_x, \Delta_y, \Delta_z$: Desplazamientos prescritos en ejes globales.

$\theta_x, \theta_y, \theta_z$: Giros prescritos en ejes globales.

Cada grado de libertad se marca con 'X' si está coaccionado y, en caso contrario, con '-'.

Nudos										
Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	D _x	D _y	D _z	q _x	q _y	q _z	
N1	0.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N2	0.000	0.000	3.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N3	0.000	11.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N4	0.000	11.000	3.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N5	0.000	7.720	4.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N6	5.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N7	5.000	0.000	3.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N8	5.000	11.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N9	5.000	11.000	3.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N10	5.000	7.720	4.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N11	10.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N12	10.000	0.000	3.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N13	10.000	11.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N14	10.000	11.000	3.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N15	10.000	7.720	4.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N16	15.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N17	15.000	0.000	3.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N18	15.000	11.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N19	15.000	11.000	3.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N20	15.000	7.720	4.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N21	20.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N22	20.000	0.000	3.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N23	20.000	11.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N24	20.000	11.000	3.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N25	20.000	7.720	4.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N26	25.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N27	25.000	0.000	3.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N28	25.000	11.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N29	25.000	11.000	3.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado

N30	25.000	7.720	4.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N31	30.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N32	30.000	0.000	3.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N33	30.000	11.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N34	30.000	11.000	3.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N35	30.000	7.720	4.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N36	35.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N37	35.000	0.000	3.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N38	35.000	11.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N39	35.000	11.000	3.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N40	35.000	7.720	4.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N41	5.000	0.000	2.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N42	10.000	0.000	2.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N43	25.000	0.000	2.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N44	30.000	0.000	2.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N45	15.000	11.000	2.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N46	20.000	11.000	2.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado

B.B.B Barras

- Materiales utilizados

Materiales utilizados						
Material		E	G	s_e	a_t	g
Tipo	Designación	(kp/cm ²)	(kp/cm ²)	(kp/cm ²)	(m/m°C)	(kg/dm ³)
Acero	S275	2100000.00	807692.31	2803.26	1.2e-005	7.85
<p><i>Notación:</i></p> <p><i>E: Módulo de elasticidad</i></p> <p><i>G: Módulo de cortadura</i></p> <p><i>s_e: Límite elástico</i></p> <p><i>a_t: Coeficiente de dilatación</i></p> <p><i>g: Peso específico</i></p>						

- Descripción:

Descripción											
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			b _{xy}	b _{xz}	Lb _{Sup.} (m)	Lb _{Inf.} (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
Acero	S275	N6/N41	N6/N7	HEB-220 (HEB)	-	2.37	0.14	0.00	1.30	2.50	-
		N41/N7	N6/N7	HEB-220 (HEB)	0.14	0.71	0.15	0.00	1.30	1.00	-
		N8/N9	N8/N9	HEB-220 (HEB)	-	3.36	0.14	1.00	1.00	-	-
		N7/N10	N7/N10	IPE-330 (IPE)	0.11	7.67	-	0.13	1.08	1.00	7.78
		N9/N10	N9/N10	IPE-330 (IPE)	0.12	3.31	-	0.29	1.17	1.00	3.43
		N36/N37	N36/N37	HEB-240 (HEB)	-	3.39	0.11	0.00	1.30	3.50	-
		N38/N39	N38/N39	HEB-240 (HEB)	-	3.41	0.09	0.00	1.17	-	3.50
		N37/N40	N37/N40	IPE-240 (IPE)	0.12	7.66	-	0.13	1.08	1.00	7.78
		N39/N40	N39/N40	IPE-240 (IPE)	0.13	3.30	-	0.29	1.17	1.00	3.43
		N1/N2	N1/N2	HEB-240 (HEB)	-	3.39	0.11	0.00	1.30	3.50	-

		N3/N4	N3/N4	HEB-240 (HEB)	-	3.41	0.09	0.00	1.17	-	3.50
		N2/N5	N2/N5	IPE-240 (IPE)	0.12	7.66	-	0.13	1.08	1.00	7.78
		N4/N5	N4/N5	IPE-240 (IPE)	0.13	3.30	-	0.29	1.17	1.00	3.43
		N11/N42	N11/N12	HEB-220 (HEB)	-	2.37	0.14	0.00	1.30	2.50	-
		N42/N12	N11/N12	HEB-220 (HEB)	0.14	0.71	0.15	0.00	1.30	1.00	-
		N13/N14	N13/N14	HEB-220 (HEB)	-	3.36	0.14	1.00	1.00	-	-
		N12/N15	N12/N15	IPE-330 (IPE)	0.11	7.67	-	0.13	1.08	1.00	7.78
		N14/N15	N14/N15	IPE-330 (IPE)	0.12	3.31	-	0.29	1.17	1.00	3.43
		N16/N17	N16/N17	HEB-220 (HEB)	-	3.35	0.15	1.00	1.00	-	-
		N18/N45	N18/N19	HEB-220 (HEB)	-	2.37	0.14	0.00	1.17	-	2.50
		N45/N19	N18/N19	HEB-220 (HEB)	0.14	0.73	0.14	0.00	1.17	-	1.00
		N17/N20	N17/N20	IPE-330 (IPE)	0.11	7.67	-	0.13	1.08	1.00	7.78
		N19/N20	N19/N20	IPE-330 (IPE)	0.12	3.31	-	0.29	1.17	1.00	3.43

Estructura e instalaciones de un invernadero

N21/N22	N21/N22	HEB-220 (HEB)	-	3.35	0.15	1.00	1.00	-	-
N23/N46	N23/N24	HEB-220 (HEB)	-	2.37	0.14	0.00	1.17	-	2.50
N46/N24	N23/N24	HEB-220 (HEB)	0.14	0.73	0.14	0.00	1.17	-	1.00
N22/N25	N22/N25	IPE-330 (IPE)	0.11	7.67	-	0.13	1.08	1.00	7.78
N24/N25	N24/N25	IPE-330 (IPE)	0.12	3.31	-	0.29	1.17	1.00	3.43
N26/N43	N26/N27	HEB-220 (HEB)	-	2.37	0.14	0.00	1.30	2.50	-
N43/N27	N26/N27	HEB-220 (HEB)	0.14	0.71	0.15	0.00	1.30	1.00	-
N28/N29	N28/N29	HEB-220 (HEB)	-	3.36	0.14	1.00	1.00	-	-
N27/N30	N27/N30	IPE-330 (IPE)	0.11	7.67	-	0.13	1.08	1.00	7.78
N29/N30	N29/N30	IPE-330 (IPE)	0.12	3.31	-	0.29	1.17	1.00	3.43
N31/N44	N31/N32	HEB-220 (HEB)	-	2.37	0.14	0.00	1.30	2.50	-
N44/N32	N31/N32	HEB-220 (HEB)	0.14	0.71	0.15	0.00	1.30	1.00	-
N33/N34	N33/N34	HEB-220 (HEB)	-	3.36	0.14	1.00	1.00	-	-

		N32/N35	N32/N35	IPE-330 (IPE)	0.11	7.67	-	0.13	1.08	1.00	7.78
		N34/N35	N34/N35	IPE-330 (IPE)	0.12	3.31	-	0.29	1.17	1.00	3.43
		N41/N42	N41/N42	IPE-270 (IPE)	-	5.00	-	1.00	1.00	-	-
		N43/N44	N43/N44	IPE-270 (IPE)	-	5.00	-	1.00	1.00	-	-
		N45/N46	N45/N46	IPE-270 (IPE)	-	5.00	-	1.00	1.00	-	-

Notación:

Ni: Nudo inicial

Nf: Nudo final

b_{xy}: Coeficiente de pandeo en el plano 'XY'

b_{xz}: Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ'

Lb_{Sup.}: Separación entre arriostramientos del ala superior

Lb_{Inf.}: Separación entre arriostramientos del ala inferior

- Características mecánicas:

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N6/N7, N8/N9, N11/N12, N13/N14, N16/N17, N18/N19, N21/N22, N23/N24, N26/N27, N28/N29, N31/N32 y N33/N34
2	N7/N10, N9/N10, N12/N15, N14/N15, N17/N20, N19/N20, N22/N25, N24/N25, N27/N30, N29/N30, N32/N35 y N34/N35
3	N36/N37, N38/N39, N1/N2 y N3/N4
4	N37/N40, N39/N40, N2/N5 y N4/N5
5	N41/N42, N43/N44 y N45/N46

Características mecánicas							
Material		Ref.	Descripción	A (cm ²)	Iyy (cm ⁴)	Izz (cm ⁴)	Ixx (cm ⁴)
Tipo	Designación						
Acero	S275	1	HEB-220, Perfil simple, (HEB)	91.00	8091.00	2843.00	84.40
		2	IPE-330, Perfil simple, (IPE)	62.60	11770.00	788.00	26.50
		3	HEB-240, Perfil simple, (HEB)	106.00	11259.00	3923.00	110.00
		4	IPE-240, Perfil simple, (IPE)	39.10	3890.00	284.00	12.00
		5	IPE-270, Perfil simple, (IPE)	45.90	5790.00	420.00	15.40
<p><i>Notación:</i></p> <p><i>Ref.: Referencia</i></p> <p><i>A: Sección</i></p> <p><i>Iyy: Inercia flexión Iyy</i></p> <p><i>Izz: Inercia flexión Izz</i></p> <p><i>Ixx: Inercia torsión</i></p> <p><i>Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.</i></p>							

- Tablas de medición:

Tabla de medición						
Material		Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m ³)	Peso (kp)
Tipo	Designación					
Acero	S275	N6/N7	HEB-220 (HEB)	3.50	0.032	250.02
		N8/N9	HEB-220 (HEB)	3.50	0.032	250.02
		N7/N10	IPE-330 (IPE)	7.78	0.049	382.54
		N9/N10	IPE-330 (IPE)	3.43	0.021	168.51
		N36/N37	HEB-240 (HEB)	3.50	0.037	291.23
		N38/N39	HEB-240 (HEB)	3.50	0.037	291.23
		N37/N40	IPE-240 (IPE)	7.78	0.030	238.93
		N39/N40	IPE-240 (IPE)	3.43	0.013	105.25
		N1/N2	HEB-240 (HEB)	3.50	0.037	291.23
		N3/N4	HEB-240 (HEB)	3.50	0.037	291.23
		N2/N5	IPE-240 (IPE)	7.78	0.030	238.93
		N4/N5	IPE-240 (IPE)	3.43	0.013	105.25
		N11/N12	HEB-220 (HEB)	3.50	0.032	250.02
		N13/N14	HEB-220 (HEB)	3.50	0.032	250.02
		N12/N15	IPE-330 (IPE)	7.78	0.049	382.54
		N14/N15	IPE-330 (IPE)	3.43	0.021	168.51
		N16/N17	HEB-220 (HEB)	3.50	0.032	250.02
		N18/N19	HEB-220 (HEB)	3.50	0.032	250.02
		N17/N20	IPE-330 (IPE)	7.78	0.049	382.54
		N19/N20	IPE-330 (IPE)	3.43	0.021	168.51
		N21/N22	HEB-220 (HEB)	3.50	0.032	250.02
		N23/N24	HEB-220 (HEB)	3.50	0.032	250.02
		N22/N25	IPE-330 (IPE)	7.78	0.049	382.54
		N24/N25	IPE-330 (IPE)	3.43	0.021	168.51
		N26/N27	HEB-220 (HEB)	3.50	0.032	250.02
		N28/N29	HEB-220 (HEB)	3.50	0.032	250.02
		N27/N30	IPE-330 (IPE)	7.78	0.049	382.54
		N29/N30	IPE-330 (IPE)	3.43	0.021	168.51
		N31/N32	HEB-220 (HEB)	3.50	0.032	250.02
		N33/N34	HEB-220 (HEB)	3.50	0.032	250.02

	N32/N35	IPE-330 (IPE)	7.78	0.049	382.54
	N34/N35	IPE-330 (IPE)	3.43	0.021	168.51
	N41/N42	IPE-270 (IPE)	5.00	0.023	180.16
	N43/N44	IPE-270 (IPE)	5.00	0.023	180.16
	N45/N46	IPE-270 (IPE)	5.00	0.023	180.16
<p><i>Notación:</i> <i>Ni: Nudo inicial</i> <i>Nf: Nudo final</i></p>					

- Resumen de medición:

Resumen de medición												
Material		Serie	Perfil	Longitud			Volumen			Peso		
Tipo	Designación			Perfil (m)	Serie (m)	Material (m)	Perfil (m³)	Serie (m³)	Material (m³)	Perfil (kp)	Serie (kp)	Material (kp)
Acero	S275	HEB	HEB-220, Perfil simple	42.00	56.00		0.382	0.531		3000.27	4165.21	
			HEB-240, Perfil simple	14.00			0.148			1164.94		
			IPE-330, Perfil simple	67.28			0.421			3306.27		
		IPE	IPE-240, Perfil simple	22.43	0.088	688.37						
			IPE-270, Perfil simple	15.00	0.069	540.47						
				104.71	0.578	4535.11						
				160.71		1.108		8700.32				

CAPITULO C: CÁLCULOS TÉRMICOS

En invierno las condiciones climáticas de la mayoría de las zonas mediterráneas, excluyen el cultivo al aire libre de plantas con necesidades de calor (por ejemplo, el tomate). El cultivo extratemprano y extratardío sólo puede lograrse en base a la reducción de pérdidas de calor, principalmente por la noche (aumentando la hermeticidad del invernadero, usando paredes dobles o pantallas térmicas), o calentando artificialmente con fuentes de energía tradicionales o no convencionales como la energía solar, geotérmica, etc.

C.A. Cargas térmicas de calefacción

El invernadero debe calentarse si la temperatura exterior cae por debajo de la temperatura que necesitan los cultivos. Las necesidades de calor del invernadero pueden calcularse a partir de la siguiente expresión:

$$Q[w/h] = C_i \cdot C_0 \cdot S \cdot K' \cdot (t_i - t_a)$$

C_i = Coeficiente de orientación del muro

C_0 = Coeficiente de intermitencia de la instalación

t_a (°C)= Temperatura media de las mínimas en el exterior

t_i (°C)= Temperatura requerida dentro del invernadero

S (m²)= Área de las paredes y techos del invernadero

K' = Coeficiente global de transmisión de calor

Considerando el valor, tanto de C_i como de C_0 igual a 1, la fórmula queda simplificada de la manera siguiente:

$$Q = SK'(t_i - t_a) \text{ en (Kcal/h)}$$

El coeficiente global K', depende del material de cubierta, de la hermeticidad del invernadero, del sistema de calefacción, del sistema de riego, de la velocidad de viento, de la cantidad de nubes que cubran el cielo y de la precipitación.

Para los invernaderos de plástico se pueden usar los siguientes valores, que varían según la hermeticidad del invernadero considerando una velocidad del viento media, de 4 m/s:

Película Simple K' = 6,0 a 8,0 Kcal/hm² °C

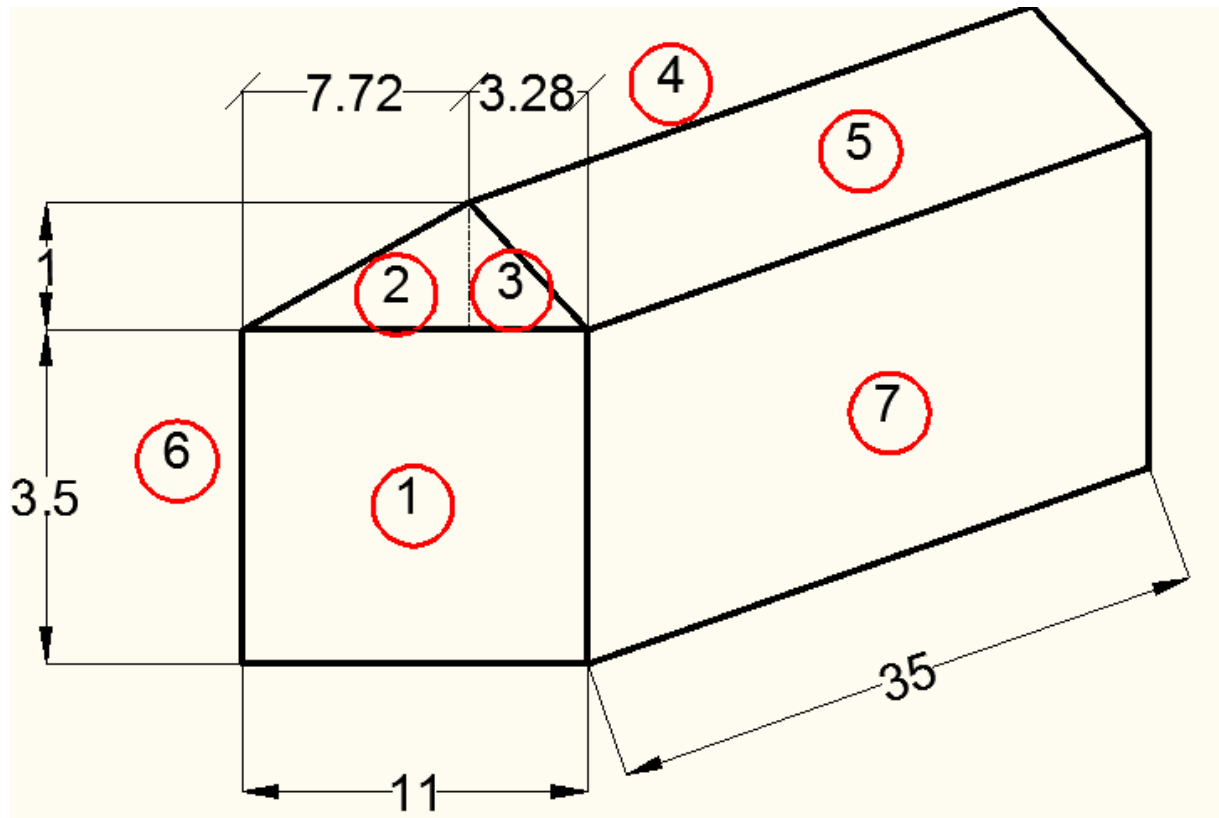
Película Doble K' = 4,2 a 6,0 Kcal/hm² °C

A continuación se muestran los coeficientes globales de pérdida de calor de una serie de materiales de cubierta:

Material	Kcal/hm ² °C
Vidrio sencillo	6,0 - 8,8
Doble vidrio, cámara de 9mm	4,2 - 5,2
Doble acrílico SDP 16	4,2 - 5,0
Triple acrílico S3P 32	3,0 - 3,5
Doble poli carbonato, cámara 10mm	4,7 - 4,8
Doble poli carbonato, cámara 16mm	4,2 - 5,0
Plástico	6,0 - 8,0
Doble plástico	4,2 - 6,0
Doble plástico IR opaco + cortina	2,5 - 3,0
Vidrio + cortina térmica de polietileno	6,4
Vidrio + cortina térmica de PVC	4,7
Vidrio + cortina térmica de EVA	5,1
Vidrio + cortina térmica de burbujas	4,9
Vidrio + cortina térmica de plástico, film no tejido	4,1 - 4,8
Vidrio + cortina térmica de doble plástico, burbujas	3,4 - 3,9

El material escogido para la cubierta del invernadero es el policarbonato, cuyo coeficiente global de transmisión de calor es $K=2,7 \text{ W/m}^2\text{K}$, valor que indica una alta capacidad de retención del calor y hermeticidad.

A continuación se ha calculado la superficie de cerramiento de todo el invernadero. Para facilitar el cálculo de las superficies se han dividido de la siguiente manera:



- Área frontal y posterior:
 - $A_1 = 3.5 \times 11 = 38.5 \text{ m}^2$
 - $A_2 = 7.72/2 = 3.86 \text{ m}^2$
 - $A_3 = 3.28/2 = 1.64 \text{ m}^2$
 - $A_{\text{total front. y post.}} = 2 \times (A_1 + A_2 + A_3) = 2 \times 44 \text{ m}^2 = 88 \text{ m}^2$
- Área superior 4 y 5:
 - $A_{\text{Sup.}} = A_4 + A_5 = (7.78 \times 35) + (3.43 \times 35) = 392.35 \text{ m}^2$
- Área lateral 6 y 7:
 - $A_{\text{Lat.}} = A_6 + A_7 = 2 \times (3.5 \times 35) = 245 \text{ m}^2$
- Área total cerramiento = 725 m^2 .

Se realiza el estudio térmico aplicando la fórmula anterior, teniendo en cuenta las temperaturas mínimas y máximas para el cultivo del pimiento (t_i) y se observan las necesidades térmicas para diferentes valores de temperatura exterior (t_a) comprendidas entre los $-5 \text{ }^\circ\text{C}$., temperatura mínima histórica en Almería, y los diferentes valores de temperatura que se pueden dar durante un día.

- Estudio a temperatura interior mínima (15°C):

$$AH = 725 \text{ m}^2$$

$$t_i = 15 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$K' = 2.7 \text{ W/m}^2\text{ }^\circ\text{C}$$

$$\text{Para } t_a = -5 \text{ }^\circ\text{C.}$$

$$Q \text{ [W]} = 725 \times 2.7 \times (15 - (-5)) = 39150 \text{ W.}$$

- Estudio a temperatura interior máxima (30°C):

$$AH = 725 \text{ m}^2$$

$$t_i = 30 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$K' = 2.7 \text{ W/m}^2\text{ }^\circ\text{C}$$

$$\text{Para } t_a = -5 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$Q \text{ [W]} = 725 \times 2.7 \times (30 - (-5)) = 68512.5 \text{ W.}$$

Se coge como potencia calorífica necesaria 68512.5W ya que es el caso más desfavorable con el que se pueden encontrar los equipos generadores. Para satisfacer las necesidades térmicas de transmisión de calor se requiere la implantación de un equipo calefactor que satisfaga las necesidades de temperatura mínima absoluta (-6°C). El equipo ha de satisfacer una carga térmica calorífica de:

$$Q = 68.55 \text{ kW.}$$

$$Q = 58899.4 \text{ Kcal/hora.}$$

Con la finalidad de calentar el invernadero se instala un número de equipos calefactores en función de las necesidades térmicas:

$$N_{gen.} = \frac{Q_{transmisión}}{Q_{generador}} = \frac{68512.5 \text{ W}}{24000 \text{ W}} = 2.85 \text{ generadores}$$

Se instalan 3 generadores murales de calor TECNA TECNATHERM AERMAX AE24 distribuidos tal como refleja el plano 03.

CAPITULO D: CÁLCULO DE GAS

D.A. Método de cálculo

Con la finalidad de alimentar a los generadores de aire caliente se diseña una red de conductos de Cobre. Cada uno de los 3 equipos calefactores requiere de una alimentación de 2.78 m³/hora de gas natural. Para el cálculo de la red de conductos de baja presión se aplican el método de Renouard sobre la perdida en carga en cada tramo. El tramo de la instalación correspondiente a baja presión y a media presión A hasta 100 mbar se aplica la fórmula de Renouard lineal. Para media presión A con valores superiores a 100mbar, media presión B y alta presión se aplica la fórmula de Renouard cuadrática.

Fórmula de Renouard lineal ($P \leq 100$ mbar):

$$\Delta p = 23200 \cdot \rho \cdot L \cdot Q^{1,82} \cdot D^{-4,82}$$

D= Diámetro interno del conducto (mm).

Q= Cabal circulante en cada tramo (m³ /h).

L=Longitud del tramo (m).

ρ = Densidad relativa del gas.

ΔP = Pérdida de presión (mbar).

Fórmula de Renouard cuadrática ($P > 100$ mbar):

$$P_1^2 - P_2^2 = 4,86 \cdot \rho \cdot L \cdot Q^{1,82} \cdot D^{-4,82}$$

D= Diámetro interno del conducto (mm).

Q= Cabal circulante en cada tramo (m³/h).

L=Longitud del tramo (m).

ρ= Densidad relativa del gas.

P y P Presión absolutas (efectiva más atmosférica) al inicio y final del tramo (bar).

Los tramos se definen tal como se ve reflejado en el plano 04. La pérdida de presión en cada tramo ha de ser inferior a 25 mbar. El gas circulante por el interior de un conducto ha de tener una velocidad inferior a los 20 m/s, tal como refleja la normativa específica de Gas Natural. Para ello se aplica la fórmula:

$$V = \frac{354 \cdot Q}{P \cdot D^2}$$

D= Diámetro del conducto (mm)

P= Presión absoluta del tramo

Q= Cabal circulante por en el tramo (m /h)

V= Velocidad del gas (m/s)

El procedimiento de cálculo ha sido el siguiente:

1. Se calculan los diámetros interiores necesarios teniendo en cuenta una pérdida de presión del 5% entre tramo y tramo y una longitud ficticia igual al 20% de la longitud real.
2. Una vez obtenidos los diámetros interiores necesarios, se selecciona su diámetro interior normalizado y su correspondiente diámetro exterior también normalizado.
3. A partir de los diámetros normalizados exteriores e interiores y las perdidas por los accesorios de la red, se procede al cálculo de las pérdidas de presión, velocidades, etc.

En las siguientes tablas se pueden observar las perdidas por los accesorios utilizados y los cálculos realizados para el dimensionado de la red de conductos:

- Pérdida carga y longitud equivalente accesorios.

Tramo	Accesorios	Nº accesorios	Long Equivalente (m)	Variación de presión (mbar)
A1-A2	Válvula acometida	1,00	-	0,50
G1-G2	Limitador de caudal	1,00	-	0,30
	Contador G6	1,00	-	0,90
	Válvula bola	1,00	-	0,17
	Reducción Φ 40/32	1,00	0,32	-
	Toma de presión	1,00	-	-
G2-G3	te 90° Φ 25	1,00	0,75	-
	Válvula bola	1,00	-	0,17
	Codo 90°	2,00	1,50	-
	Transición Φ 3/4" PE - 25 AC	1,00	0,25	-
	Electroválvula	1,00	-	0,21
G2-G4	Te a través	1,00	0,64	-
G4-G5	Te 90° Φ 25	1,00	1,50	-
	Válvula bola	1,00	-	0,17
	Codo 90°	2,00	0,75	-
	Electroválvula	1,00	-	0,21
	Transición Φ 3/4" PE - 25 AC	1,00	0,25	-
G4-G6	Válvula bola	1,00	-	0,17
	Reducción Φ 32/25	1,00	0,25	-
	Codo 90°	3,00	2,25	-
	Electroválvula	1,00	-	0,21
	Transición Φ 3/4" PE - 25 AC	1,00	0,25	-

- Cálculos para el dimensionamiento de la red de gas.

Tramo	Caudal(m ³ /h)	Longitud (m)	Ø Cálculo(mm)	Ø Normalizado (mm)
A1-A2	8,34	20,00	23,20	32,00
G1-G2	8,34	9,75	27,60	32,00
G2-G3	2,78	5,00	17,20	25,00
G2-G4	5,56	8,75	23,20	32,00
G4-G5	2,78	18,00	21,50	25,00
G4-G6	2,78	13,75	19,80	25,00

Tramo	Ø int. Normalizado(mm)	Vmax (m/s)	Pi (mbar)	P.C Accesorios(mbar)
A1-A2	29,00	25,00	100,00	0,50
G1-G2	29,00	25,00	22,00	1,37
G2-G3	22,00	25,00	20,04	0,38
G2-G4	29,00	25,00	19,43	0,00
G4-G5	22,00	25,00	19,16	0,38
G4-G6	22,00	25,00	18,16	0,38

Tramo	Longitud Equivalente (m)	P.C. Total (mbar)	Pf (mbar)	Velocidad real (m/s)
A1-A2	20,00	1,68	98,32	3,16
G1-G2	10,07	1,96	20,04	3,40
G2-G3	7,50	0,61	19,43	1,97
G2-G4	9,39	0,27	19,16	2,27
G4-G5	20,50	1,00	18,16	1,97
G4-G6	16,50	0,88	17,28	1,97

CAPITULO E: CALCULOS DE LUZ

La determinación del número de luminarias se realiza mediante un programa de cálculo. Los cálculos de iluminación se limitan al cálculo de la iluminación del invernadero y consiste en determinar el número de luminarias para conseguir una intensidad lumínica fijada para el cultivo seleccionado.

E.A. Método de cálculo

E.A.A. Altura de las luminarias

Con la finalidad de conseguir la iluminación óptima del invernadero se han de fijar las luminarias a una altura determinada dependiendo de la altura del propio invernadero.

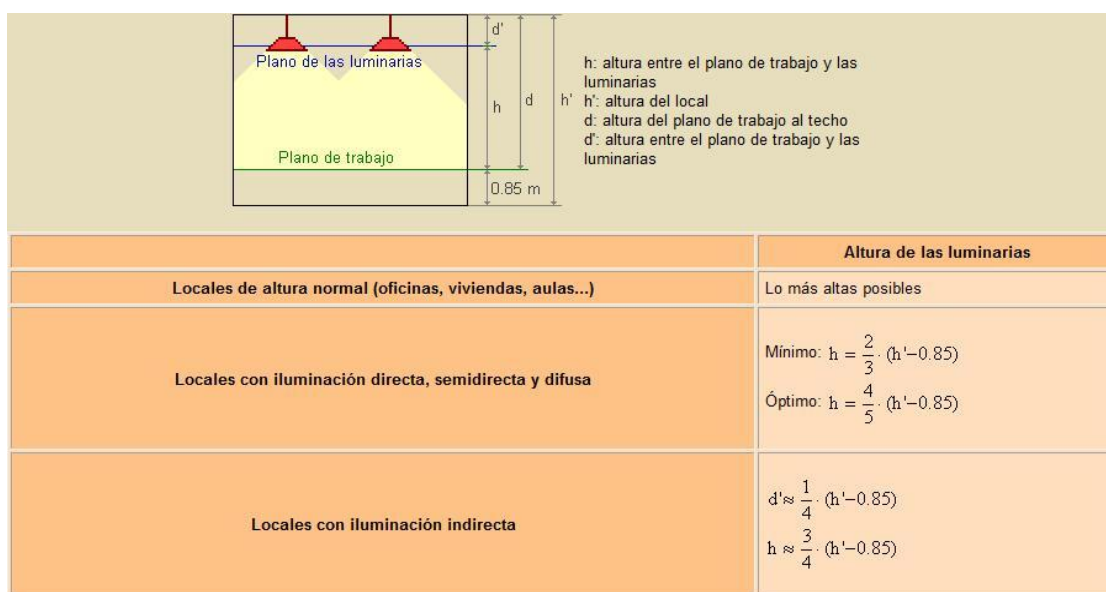


Figura 6. *Altura de las luminarias.*
(<http://edison.upc.edu>)

En este caso el sistema de iluminación es directo y por tanto la altura de las luminarias es:

$$h_{\text{optima}} = \frac{4}{5} \times (4,5 - 0,85) = 2,92 \text{ m}$$

$$h_{\text{minima}} = \frac{2}{3} \times (4,5 - 0,85) = 2,43 \text{ m}$$

E.A.B. Cálculo del factor de utilización

En primer lugar hay que obtener el factor k del local a partir de la geometría de éste. Para obtenerlo se aplica la siguiente fórmula:

$$k = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)}$$

$$k = \frac{11 \times 35}{2,65 \times (11 + 35)} = 3,15 \approx 3$$

A continuación se han de determinar los coeficientes de techo, paredes y suelo mediante la siguiente tabla:

Tabla 4. Coeficientes de reflexión (<http://edison.upc.edu>)

	Color	Factor de reflexión
Techo	Blanco o muy claro	0.7
	Claro	0.5
	Medio	0.3
Paredes	Claro	0.5
	Medio	0.3
	Oscuro	0.1
Suelo	Claro	0.3
	Oscuro	0.1

Se dispone de los siguientes factores:

- Techo: Blanco, factor de reflexión de 0,7
- Paredes: Claro, factor de reflexión de 0,5
- Suelo: Oscuro, factor de reflexión de 0,1

Con todos los datos obtenidos mediante tablas de factor de utilización se obtiene que:

$$\eta = 0.55$$

E.A.C. Factor de mantenimiento

Este coeficiente dependerá del grado de suciedad ambiental y de la frecuencia de la limpieza del local. Para una limpieza periódica anual podemos tomar los siguientes valores:

Tabla 5. Coeficientes de reflexión (<http://edison.upc.edu>)

Ambiente	Factor de mantenimiento (f_m)
Limpio	0.8
Sucio	0.6

Factor de mantenimiento sucio de 0,6.

E.A.D. Flujo luminoso total

Para el cálculo de dicho parámetro se aplica la fórmula:

$$\Phi_{\tau} = \frac{E \cdot S}{\eta \cdot f_m}$$

Φ = Flujo luminoso (en lúmenes)

E = Nivel de iluminación deseado (3.000 lux)

S = Superficie (m²) 11 x 35 = 385 m²

η = Factor de utilización

f_m = factor de mantenimiento

$$\phi = \frac{3.000 \times 385}{0,55 \times 0,6} = 3.500.000 \text{ lumens}$$

A continuación, con el valor del flujo luminoso, se obtiene el número de luminarias mediante la siguiente fórmula:

$$N = \frac{\Phi_{\tau}}{n \cdot \Phi_L}$$

N = número de luminarias

Φ = flujo luminoso total

$\Phi_{\text{lámpara}}$ = flujo luminoso de una lámpara (28.800 lúmenes)

n = número de lámparas por luminaria

$$N = \frac{3.500.000}{1 \times 28.800} \approx 120 \text{ luminarias}$$

E.A.E. Emplazamiento de las luminarias

Una vez se ha calculado el número mínimo de lámparas y luminarias se procede a distribuir las sobre la planta del local. En los locales de planta rectangular las luminarias se reparten de forma uniforme en filas paralelas a los ejes de simetría del local según las fórmulas:

$$N_{\text{ancho}} = \sqrt{\frac{N_{\text{total}}}{\text{largo}} \times \text{ancho}}$$

$$N_{\text{largo}} = N_{\text{ancho}} \times \left(\frac{\text{largo}}{\text{ancho}}\right)$$

Donde N es el número de luminarias.

Por tanto se obtiene:

$$N_{\text{Ancho}} = \sqrt{\frac{120}{35} \times 11} = 6,18 \approx 6$$

$$N_{\text{Largo}} = 6 \times \left(\frac{35}{11}\right) = 19,09 \approx 20$$

E.A.F. Distancia entre luminarias

La distancia máxima de separación entre las luminarias dependerá del ángulo de apertura del haz de luz y de la altura de las luminarias sobre el plano de trabajo.

Tabla 6. Distancia máxima entre luminarias. (<http://edison.upc.edu>)

Tipo de luminaria	Altura del local	Distancia máxima entre luminarias
Intensiva	> 10 metros	$e \leq 1.2 h$
Extensiva	6 - 10 metros	$e \leq 1.5h$
Semiextensiva	4 - 6 metros	
Extensiva	≤ 4 metros	$e \leq 1.6h$

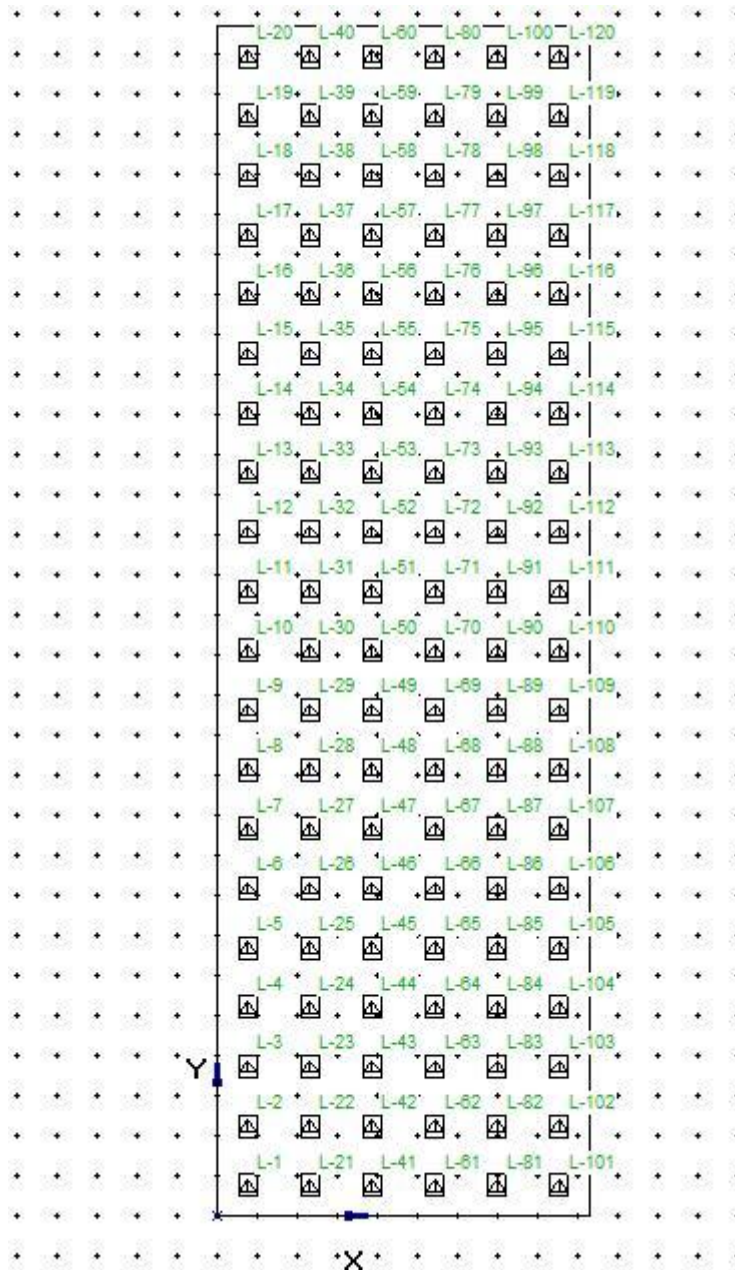
Por tanto con una altura $h=2.65$ se obtiene $e \leq 3.975$. Con la distribución de 6 hileras de 20 luminarias la separación finalmente queda como:

- Distancia luminarias en eje X = 1.83 metros
- Distancia luminarias en eje Y = 1.75 metros

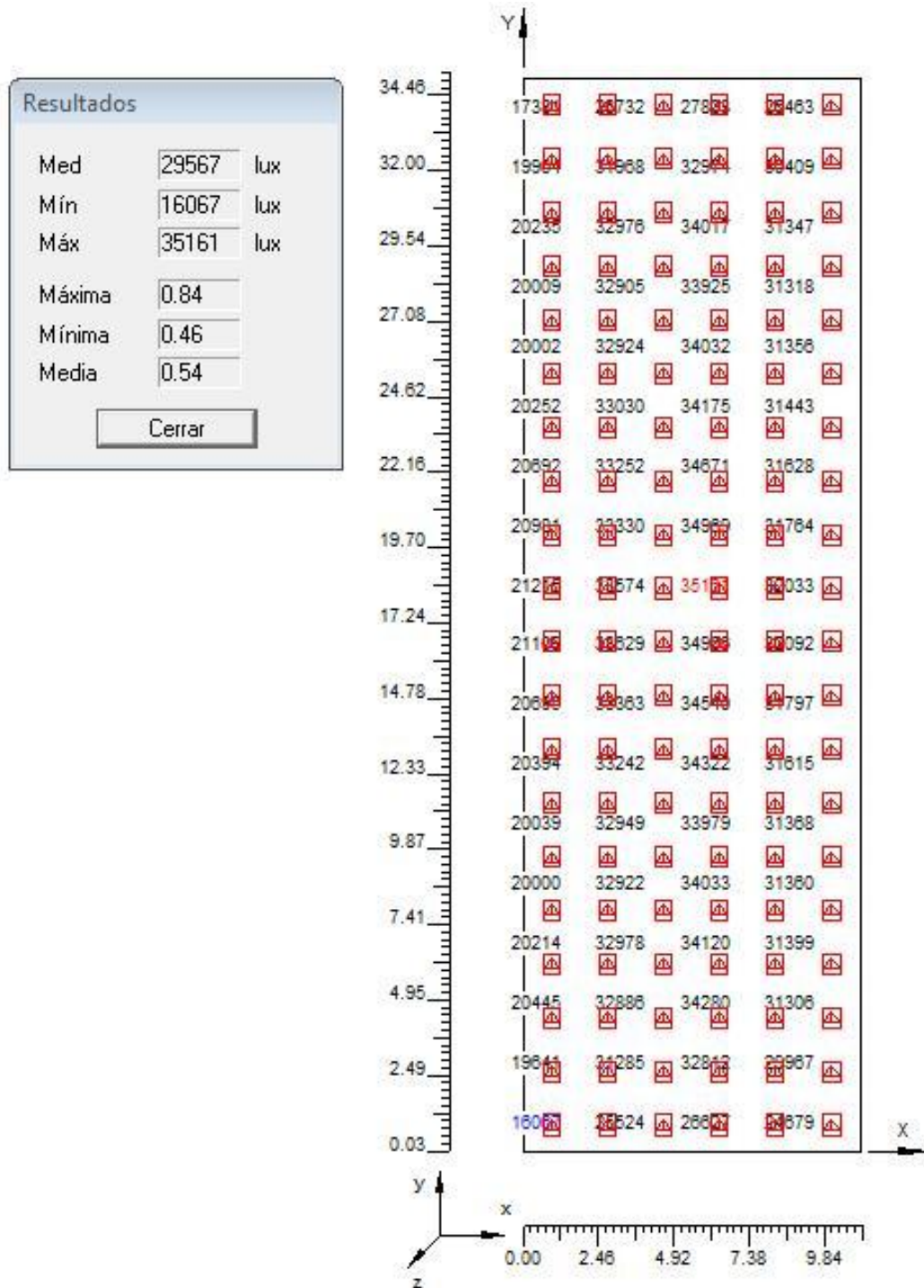
- Distancia luminarias a la pared en eje X = 0.92 metros
- Distancia luminarias a la pared en eje Y = 0.875 metros

A continuación se muestran los resultados del programa de cálculo escogido, en este caso el LUX IEP

- Situación de luminarias:



- Potencia de trabajo:



CAPITULO F: CALCULO DE AGUA

F.A. Necesidades hídricas de cultivo

En primer lugar se necesita saber el consumo, en litros por metro cuadrado al día, que necesita el pimiento, tal como refleja la tabla siguiente:

Tabla 7. Consumos medios (l/m² día) del cultivo del pimiento en invernadero. Fuente: Documentos Técnicos Agrícolas. Estación Experimental "Las Palmerillas". Caja Rural de Almería.

Meses	Julio		Agosto		Septiembre		Octubre		Noviembre		Diciembre	
Quincenas	1 ^a	2 ^a	1 ^a	2 ^a	1 ^a	2 ^a	1 ^a	2 ^a	1 ^a	2 ^a	1 ^a	2 ^a
A		1,8	2,18	2,46	3,21	3,04	3,16	3,11	2,2	1,88	1,78	1,41
B			1,63	1,98	2,3	2,66	2,81	2,54	2,2	1,88	1,78	1,41
C				1,48	1,84	1,9	2,46	2,26	1,8	1,88	1,78	1,41
D					1,38	1,53	1,76	1,98	1,6	1,53	1,78	1,41
Meses	Enero		Febrero		Marzo		Abril		Mayo			
Quincenas	1 ^a	2 ^a	1 ^a	2 ^a	1 ^a	2 ^a	1 ^a	2 ^a	1 ^a	2 ^a		
A	1,33	1,31	1,19	1,31	1,7	1,93	2,79	3,39	4,15	4,54		
B	1,33	1,31	1,19	1,31	1,7	1,93	2,79	3,39	4,15	4,54		
C	1,33	1,31	1,19	1,31	1,7	1,93	2,79	3,39	4,15	4,54		
D	1,33	1,31	1,36	1,31	1,7	1,93	2,79	3,39	4,15	4,54		

- A:** trasplante 2ª quincena de julio.
- B:** trasplante 1ª quincena de agosto.
- C:** trasplante 2ª quincena de agosto.
- D:** trasplante 1ª quincena de septiembre

Con la finalidad de poder satisfacer las necesidades de riego para cualquier época del año se diseña el sistema de riego para el caso más desfavorable, cuando la necesidad sea la mayor. En este caso como refleja la tabla es para la segunda quincena del mes de mayo (4,54 l/m² día).

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

- Superficie: 50,75 m² por parcela.
- Necesidad de la planta: 4,54 l/m² día.
- Necesidad invernadero: 50,75 x 4,54 = 230,405 l/día.

F.B. Tiempo de riego

En el sistema de riego se instalan goteros auto compensables con un intervalo de compensación de 1 a 5 bares, situados a una distancia de 0,7 metros en el eje X y a 0,6 metros en el eje Y entre ellos.

Para calcular el tiempo de riego necesaria se ha de saber el número de goteros por metro cuadrado. Para ello se tiene:

- 96 goteros por parcela (4 líneas de 6 goteros por 4 ramas)
- Superficie de la parcela: 50,75 m²
- Numero de goteros por metro cuadrado: 96 ÷ 50,75 = 1,89

Mediante la siguiente formula se obtiene el tiempo necesario para cubrir las necesidades hídricas de una parcela:

$$TR = \frac{\text{Necesidad de l planta}}{N^{\circ} \text{ Goteros por m}^2 \times \text{Caudal gotero}}$$

Se obtiene que TR= 72 minutos.

$$TR = \frac{4,54}{1,89 \times 2} = 1,20 \text{ horas} \approx 72 \text{ minutos}$$

F.C. Dimensionado de tuberías

Mediante el método de cálculo descrito en el "Capítulo 7: Instalación de riego" de la memoria del presente proyecto y utilizando dichas formulas se obtienen los siguientes resultados expresados mediante tablas.

Se dispone de la siguiente consideración respecto a los tramos descritos:

- $B1=B2=I1=I2$
- $C1=C2=H1=H2$
- $D1=D2=G1=G2$
- $E1=E2=F1=F2$
- Todas las ramas de goteros se consideran iguales, calculando la pérdida de carga para el gotero más desfavorable, siendo este cualquiera de la rama izquierda del tramo B.

A continuación se muestran las tablas de resultados finales:

Tramo	Caudal (l/s)	Longitud (m)	Ø Calculo(mm)	ØNorm. (mm)
Goteros	0,318	3	14,228	20
Rama B	1,272	3,8	28,457	40
Rama C	2,544	3,8	40,244	50
Rama D	3,816	3,8	49,288	63
Rama E	5,088	3,8	56,913	75
Rama F	5,088	3,8	56,913	75
Rama G	3,816	3,8	49,288	63
Rama H	2,544	3,8	40,244	50
Rama I	1,272	3,8	28,457	40
Rama principal	5,088	32,8	56,913	75
Bomba	10,176	50	80,490	110

Tramo	J (%)	Vmax (m/s)	Vreal (m/s)	Pi (m.c.a.)
Goteros	15,37	2	1,469	26,26
Rama B	5,16	2	1,307	28,21
Rama C	6,28	2	1,673	31,08
Rama D	4,33	2	1,583	33,33
Rama E	3,15	2	1,487	35,05
Rama F	3,15	2	1,487	35,05
Rama G	4,33	2	1,583	33,33
Rama H	6,28	2	1,673	31,08
Rama I	5,16	2	1,307	28,21
Rama principal	3,15	2	1,487	38,64
Bomba	0,49	2	1,487	45,00

Tramo	P.C Accesorios(m.c.a.)	P.C (m.c.a.)	P.C. Total (m.c.a.)	Pf (m.c.a.)
Gotos	0,00	0,46	0,46	25,80
Rama B	1,76	0,20	1,95	26,26
Rama C	2,62	0,24	2,86	28,21
Rama D	2,09	0,16	2,25	31,08
Rama E	1,60	0,12	1,72	33,33
Rama F	1,60	0,12	1,72	33,33
Rama G	2,09	0,16	2,25	31,08
Rama H	2,62	0,24	2,86	28,21
Rama I	1,76	0,20	1,95	26,26
Rama principal	2,55	1,03	3,59	35,05
Bomba	1,12	5,25	6,36	38,64

A continuación se muestra la tabla del cálculo de pérdidas de carga por accesorios de cada tramo:

Tramo	Accesorios	Nº accesorios	Long Equivalente (m)	J (%)	P.C (m.c.a.)	P.C Total (m.c.a.)
Principal	"Te" arqueada Ø75	3,00	4,80	3,15	0,45	2,55
	Electroválvula	1,00	25,00	3,15	0,79	
	Cruceta Ø75	6,00	6,95	3,15	1,31	
Ramas B-I	Cono reducción Ø 75	1,00	2,30	5,16	0,12	1,76
	Cono reducción Ø 40	4,00	1,00	5,16	0,21	
	Collarín Ø 40	4,00	0,44	5,16	0,09	
	Codo 90º Ø 40	4,00	0,96	5,16	0,20	
	Manguito Ø 40	4,00	0,05	5,16	0,01	
	Electroválvula	1,00	17,00	5,16	0,88	
	Filtro + Malla	1,00	5,00	5,16	0,26	
Ramas C-H	Cono reducción Ø 75	1,00	2,30	6,28	0,14	2,62
	Cono reducción Ø 50	4,00	1,30	6,28	0,33	
	Collarín Ø 50	4,00	0,55	6,28	0,14	
	Codo 90º Ø 50	4,00	1,71	6,28	0,43	
	Manguito Ø 50	4,00	0,06	6,28	0,02	
	Electroválvula	1,00	20,00	6,28	1,26	
	Filtro + Malla	1,00	5,00	6,28	0,31	
Ramas D-G	Cono reducción Ø 75	1,00	2,30	4,33	0,10	2,09
	Cono reducción Ø 63	4,00	2,00	4,33	0,35	
	Collarín Ø 63	4,00	0,69	4,33	0,12	
	Codo 90º Ø 63	4,00	1,94	4,33	0,34	
	Electroválvula	1,00	22,00	4,33	0,95	
	Manguito Ø 63	4,00	0,09	4,33	0,02	
	Filtro + Malla	1,00	5,00	4,33	0,22	
Ramas E-F	Cono reducción Ø 75	4,00	2,30	3,15	0,29	1,60
	Collarín Ø 75	4,00	0,81	3,15	0,10	
	Electroválvula	1,00	25,00	3,15	0,79	
	Codo 90º Ø 75	4,00	2,01	3,15	0,25	
	Manguito Ø 75	4,00	0,12	3,15	0,02	
	Filtro + Malla	1,00	5,00	3,15	0,16	
Bomba	Codo 90º Ø 110	4,00	2,21	0,49	0,04	1,12
	Contador	1,00	-	-	1,00	
	Válvula reguladora	1,00	15,00	0,49	0,07	

- A continuación se muestra una tabla con el cálculo de las pérdidas de carga unitarias para cada tramo.

Tramo	Caudal(m ³ /s)	C	Ø (mm)	Ø Int(m)	J (%)
Gotosos	0,000318	150	20	0,0166	15,37
Ramas B - I	0,001272	150	40	0,0352	5,16
Ramas C-H	0,002544	150	50	0,044	6,28
Ramas D-G	0,003816	150	63	0,0554	4,33
Ramas E-F	0,005088	150	75	0,066	3,15
Rama principal	0,005088	150	75	0,066	3,15
Bomba	0,005088	150	110	0,0968	0,49

CAPITULO G: CALCULO DE VENTILACION

G.A. Caudal de aire

Para el cálculo del caudal necesario de la UTA es necesario conocer el número de renovaciones hora que se necesitan en un invernadero y el volumen total a renovar. Para las renovaciones de un invernadero no hay ninguna norma que lo contemple, por tanto siguiendo indicaciones de las grandes empresas de ventilación se toma el siguiente valor:

- Volumen invernadero: 1540 m³
- Renovaciones por hora: 20 ren/hora

El número de renovaciones por hora es menor del habitual puesto que se dispone de unas ventanas cenitales motorizadas con sensores que permiten la ventilación cenital, ayudando a disminuir en unas 10-15 renovaciones hora

Por tanto, la necesidad de aire a ventilar se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Caudal} = \text{Volumen del local} \times \text{N}^{\circ} \text{ Renovaciones}$$

Se obtiene una necesidad de 30.800 m³/hora de renovación para una correcta ventilación del invernadero

$$\text{Caudal} = 1540 \times 20 = 30.800 \text{ m}^3/\text{h}$$

CAPITULO H: CALCULOS INSTALACION ELECTRICA

H.A. Formulas

- Sistema Trifásico

$$I = Pc / 1,732 \times U \times \text{Cos}\varphi \times R = \text{amp (A)}$$

$$e = (L \times Pc / k \times U \times n \times S \times R) + (L \times Pc \times Xu \times \text{Sen}\varphi / 1000 \times U \times n \times R \times \text{Cos}\varphi) \\ = \text{voltios (V)}$$

- Sistema Monofásico:

$$I = Pc / U \times \text{Cos}\varphi \times R = \text{amp (A)}$$

$$e = (2 \times L \times Pc / k \times U \times n \times S \times R) + (2 \times L \times Pc \times Xu \times \text{Sen}\varphi / 1000 \times U \times n \times R \\ \times \text{Cos}\varphi) = \text{voltios (V)}$$

En donde:

Pc = Potencia de Cálculo en Watios.

L = Longitud de Cálculo en metros.

e = Caída de tensión en Voltios.

K = Conductividad.

I = Intensidad en Amperios.

U = Tensión de Servicio en Voltios (Trifásica ó Monofásica).

S = Sección del conductor en mm².

Cos φ = Coseno de fi. Factor de potencia.

R = Rendimiento. (Para líneas motor).

n = Nº de conductores por fase.

Xu = Reactancia por unidad de longitud en mΩ/m

- Fórmula Conductividad Eléctrica

$$K = 1/\rho$$

$$\rho = \rho_{20}[1+\alpha (T-20)]$$

$$T = T_0 + [(T_{\max}-T_0) (I/I_{\max})^2]$$

Siendo:

K = Conductividad del conductor a la temperatura T.

ρ = Resistividad del conductor a la temperatura T.

ρ₂₀ = Resistividad del conductor a 20°C.

$$Cu = 0.018$$

$$Al = 0.029$$

α = Coeficiente de temperatura:

$$Cu = 0.00392$$

$$Al = 0.00403$$

T = Temperatura del conductor (°C).

T₀ = Temperatura ambiente (°C):

$$\text{Cables enterrados} = 25^{\circ}\text{C}$$

$$\text{Cables al aire} = 40^{\circ}\text{C}$$

T_{max} = Temperatura máxima admisible del conductor (°C):

$$\text{XLPE, EPR} = 90^{\circ}\text{C}$$

$$\text{PVC} = 70^{\circ}\text{C}$$

I = Intensidad prevista por el conductor (A).

I_{max} = Intensidad máxima admisible del conductor (A).

- Fórmulas Sobrecargas

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1,45 I_z$$

Donde:

Ib: intensidad utilizada en el circuito.

Iz: intensidad admisible de la canalización según la norma UNE 20-460/5-523.

In: intensidad nominal del dispositivo de protección. Para los dispositivos de protección regulables, In es la intensidad de regulación escogida.

I2: intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección. En la práctica I2 se toma igual:

- a la intensidad de funcionamiento en el tiempo convencional, para los interruptores automáticos (1,45 In como máximo).

- a la intensidad de fusión en el tiempo convencional, para los fusibles (1,6 In).

- Fórmulas compensación energía reactiva

$$\cos\varnothing = P/\sqrt{(P^2+ Q^2)}.$$

$$\operatorname{tg}\varnothing = Q/P.$$

$$Q_c = P_x(\operatorname{tg}\varnothing_1-\operatorname{tg}\varnothing_2).$$

$$C = Q_c \times 1000 / U^2 \times \omega; \text{ (Monofásico - Trifásico conexión estrella).}$$

$$C = Q_c \times 1000 / 3 \times U^2 \times \omega; \text{ (Trifásico conexión triángulo).}$$

Siendo:

P = Potencia activa instalación (kW).

Q = Potencia reactiva instalación (kVAr).

Qc = Potencia reactiva a compensar (kVAr).

\varnothing_1 = Angulo de desfase de la instalación sin compensar.

\varnothing_2 = Angulo de desfase que se quiere conseguir.

U = Tensión compuesta (V).

$\omega = 2 \times \pi \times f$; f = 50 Hz.

C = Capacidad condensadores (F); $c \times 1000000 (\mu F)$

H.B. Cálculo de la línea general de alimentación

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 10 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;

- Potencia a instalar: 162562 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47 y ITC-BT-44):

$$64000 \times 1.25 + 142362 = 222362 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$$

$$I = 222362 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 401.2 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $2(4 \times 120 + TT \times 70) \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 520 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 2(160) mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 69.76

$$e(\text{parcial}) = 10 \times 222362 / (46.49 \times 400 \times 2 \times 120) = 0.5 \text{ V.} = 0.12 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.12\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Fusibles Int. 425 A.

H.C. Cálculo de la derivación individual

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult. Bandeja no Perfor
- Longitud: 10 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 162562 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47 y ITC-BT-44):

$$64000 \times 1.25 + 142362 = 222362 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$$

$$I = 222362 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 401.2 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $4 \times 240 + TT \times 120 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 435 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 200x60 mm. Sección útil: 9650 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 82.53

$$e(\text{parcial}) = 10 \times 222362 / (44.62 \times 400 \times 240) = 0.52 \text{ V.} = 0.13 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.25\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 630 A. Térmico reg. Int.Reg.: 418 A.

H.D. Cálculo de las líneas

Cálculo de la Línea: Bomba

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 75 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 5200 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $5200 \times 1.25 = 6500$ W.

$$I = 6500 / (1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1) = 11.73 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 23 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 53

$$e(\text{parcial}) = 75 \times 6500 / (49.19 \times 400 \times 2.5 \times 1) = 9.91 \text{ V.} = 2.48 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.73\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: Ventilador Acción

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 50 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 14000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $14000 \times 1.25 = 17500$ W.

$$I = 17500 / (1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1) = 31.57 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $4 \times 6 + TT \times 6 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 40 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 71.16

$e(\text{parcial}) = 50 \times 17500 / 46.28 \times 400 \times 6 \times 1 = 7.88 \text{ V.} = 1.97 \%$

$e(\text{total}) = 2.22\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 32 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: Ventilador Impulsión

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 50 m; $\cos \varphi$: 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1

- Potencia a instalar: 14000 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$14000 \times 1.25 = 17500 \text{ W.}$

$I = 17500 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 31.57 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 4x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 40 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 71.16

$e(\text{parcial}) = 50 \times 17500 / 46.28 \times 400 \times 6 \times 1 = 7.88 \text{ V.} = 1.97 \%$

$e(\text{total}) = 2.22\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 32 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: Batería

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 50 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 64000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $64000 \times 1.25 = 80000$ W.

$$I = 80000 / (1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1) = 144.34 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x50+TTx25mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 145 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 63 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 89.55

$$e(\text{parcial}) = 50 \times 80000 / (43.65 \times 400 \times 50 \times 1) = 4.58 \text{ V.} = 1.15 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.4\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 160 A. Térmico reg. Int.Reg.: 145 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: Alumbrado 1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 0.3 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 9000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 16200 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I=16200/1,732 \times 400 \times 0.8=29.23 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x4mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 31 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 84.45

$$e(\text{parcial})=0.3 \times 16200 / 44.35 \times 400 \times 4=0.07 \text{ V.}=0.02 \%$$

$$e(\text{total})=0.27\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 30 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: Pci1

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 31 m; Cos φ: 1; Xu(mΩ/m): 0;

- Potencia a instalar: 3000 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$3000 \times 1.8=5400 \text{ W.}$$

$$I=5400/230 \times 1=23.48 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x4+TTx4mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 36 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 61.27

$$e(\text{parcial})=2 \times 31 \times 5400 / 47.82 \times 230 \times 4=7.61 \text{ V.}=3.31 \%$$

$e(\text{total})=3.58\%$ ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 25 A.

Cálculo de la Línea: Pci2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 33 m; $\text{Cos } \varphi: 1$; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m}): 0$;
- Potencia a instalar: 3000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $3000 \times 1.8 = 5400$ W.

$I = 5400 / 230 \times 1 = 23.48$ A.

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 4 + \text{TT} \times 4 \text{mm}^2 \text{Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 36 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 61.27

$e(\text{parcial}) = 2 \times 33 \times 5400 / 47.82 \times 230 \times 4 = 8.1$ V. = 3.52 %

$e(\text{total}) = 3.79\%$ ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 25 A.

Cálculo de la Línea: Pci3

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 35 m; $\text{Cos } \varphi: 1$; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m}): 0$;
- Potencia a instalar: 3000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $3000 \times 1.8 = 5400$ W.

$$I=5400/230 \times 1=23.48 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x4+TTx4mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 36 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 61.27

$$e(\text{parcial})=2 \times 35 \times 5400 / 47.82 \times 230 \times 4=8.59 \text{ V.}=3.74 \%$$

$$e(\text{total})=4.01\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 25 A.

Cálculo de la Línea: Alumbrado 2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 0.3 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0;
- Potencia a instalar: 9000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
16200 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I=16200/1,732 \times 400 \times 0.8=29.23 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 40 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 66.7

$$e(\text{parcial})=0.3 \times 16200 / 46.96 \times 400 \times 6=0.04 \text{ V.}=0.01 \%$$

$$e(\text{total})=0.27\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 30 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: Pci4

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 37 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 3000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $3000 \times 1.8 = 5400$ W.

$$I = 5400 / 230 \times 1 = 23.48 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x4+TTx4mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 36 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 61.27

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 37 \times 5400 / 47.82 \times 230 \times 4 = 9.08 \text{ V.} = 3.95 \%$$

$$e(\text{total}) = 4.21\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 25 A.

Cálculo de la Línea: Pci5

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 38 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 3000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $3000 \times 1.8 = 5400$ W.

$$I = 5400 / 230 \times 1 = 23.48 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x4+TTx4mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 36 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 61.27

$e(\text{parcial})=2 \times 38 \times 5400 / 47.82 \times 230 \times 4 = 9.33 \text{ V.} = 4.06 \%$

$e(\text{total})=4.32\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 25 A.

Cálculo de la Línea: Pci6

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 40 m; Cos φ : 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;

- Potencia a instalar: 3000 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$3000 \times 1.8 = 5400 \text{ W.}$

$I = 5400 / 230 \times 1 = 23.48 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 2x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 46 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 53.03

$e(\text{parcial})=2 \times 40 \times 5400 / 49.19 \times 230 \times 6 = 6.36 \text{ V.} = 2.77 \%$

$e(\text{total})=3.03\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 25 A.

Cálculo de la Línea: Alumbrado 3

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 0.3 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 9000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
16200 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I=16200/1,732 \times 400 \times 0.8=29.23 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (F_c=1) 40 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 66.7

$$e(\text{parcial})=0.3 \times 16200 / 46.96 \times 400 \times 6=0.04 \text{ V.}=0.01 \%$$

$$e(\text{total})=0.27\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 30 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: Pci7

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 41 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 3000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
3000x1.8=5400 W.

$$I=5400/230 \times 1=23.48 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 46 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 53.03

$e(\text{parcial}) = 2 \times 41 \times 5400 / 49.19 \times 230 \times 6 = 6.52 \text{ V.} = 2.84 \%$

$e(\text{total}) = 3.1\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 25 A.

Cálculo de la Línea: Pci8

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 43 m; Cos φ : 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 3000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $3000 \times 1.8 = 5400 \text{ W.}$

$I = 5400 / 230 \times 1 = 23.48 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 2x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 46 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 53.03

$e(\text{parcial}) = 2 \times 43 \times 5400 / 49.19 \times 230 \times 6 = 6.84 \text{ V.} = 2.97 \%$

$e(\text{total}) = 3.24\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 25 A.

Cálculo de la Línea: Pci9

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 45 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 3000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $3000 \times 1.8 = 5400$ W.

$$I = 5400 / 230 \times 1 = 23.48 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 6 + TT \times 6 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 46 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 53.03

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 45 \times 5400 / 49.19 \times 230 \times 6 = 7.16 \text{ V.} = 3.11 \%$$

$$e(\text{total}) = 3.38\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 25 A.

Cálculo de la Línea: Alumbrado 4

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 0.3 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 9000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 16200 W. (Coef. de Simult.: 1)

$$I = 16200 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 29.23 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $4 \times 6 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 40 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 66.7

$e(\text{parcial})=0.3 \times 16200 / 46.96 \times 400 \times 6 = 0.04 \text{ V.} = 0.01 \%$

$e(\text{total})=0.27\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 30 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: Pci10

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 46 m; Cos φ : 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;

- Potencia a instalar: 3000 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$3000 \times 1.8 = 5400 \text{ W.}$

$I = 5400 / 230 \times 1 = 23.48 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 2x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 46 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 53.03

$e(\text{parcial})=2 \times 46 \times 5400 / 49.19 \times 230 \times 6 = 7.32 \text{ V.} = 3.18 \%$

$e(\text{total})=3.45\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 25 A.

Cálculo de la Línea: Pci11

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 49 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 3000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $3000 \times 1.8 = 5400$ W.

$$I = 5400 / 230 \times 1 = 23.48 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 46 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 53.03

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 49 \times 5400 / 49.19 \times 230 \times 6 = 7.8 \text{ V.} = 3.39 \%$$

$$e(\text{total}) = 3.65\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 25 A.

Cálculo de la Línea: Pci12

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 50 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 3000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $3000 \times 1.8 = 5400$ W.

$$I = 5400 / 230 \times 1 = 23.48 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 46 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 53.03

$e(\text{parcial}) = 2 \times 50 \times 5400 / 49.19 \times 230 \times 6 = 7.96 \text{ V.} = 3.46 \%$

$e(\text{total}) = 3.72\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 25 A.

Cálculo de la Línea: Alumbrado 5

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 0.3 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 9000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
16200 W.(Coef. de Simult.: 1)

$I = 16200 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 29.23 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares $4 \times 6 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 40 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 66.7

$e(\text{parcial}) = 0.3 \times 16200 / 46.96 \times 400 \times 6 = 0.04 \text{ V.} = 0.01 \%$

$e(\text{total}) = 0.27\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 30 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: Pci13

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 51 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 3000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $3000 \times 1.8 = 5400$ W.

$$I = 5400 / 230 \times 1 = 23.48 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 46 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 53.03

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 51 \times 5400 / 49.19 \times 230 \times 6 = 8.11 \text{ V.} = 3.53 \%$$

$$e(\text{total}) = 3.79\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 25 A.

Cálculo de la Línea: Pci14

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 53 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 3000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $3000 \times 1.8 = 5400$ W.

$$I = 5400 / 230 \times 1 = 23.48 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 46 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 53.03

$e(\text{parcial}) = 2 \times 53 \times 5400 / 49.19 \times 230 \times 6 = 8.43 \text{ V.} = 3.67 \%$

$e(\text{total}) = 3.93\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 25 A.

Cálculo de la Línea: Pci15

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 55 m; $\cos \varphi$: 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 3000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $3000 \times 1.8 = 5400 \text{ W.}$

$I = 5400 / 230 \times 1 = 23.48 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 6 + \text{TT} \times 6 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 46 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 53.03

$e(\text{parcial}) = 2 \times 55 \times 5400 / 49.19 \times 230 \times 6 = 8.75 \text{ V.} = 3.8 \%$

$e(\text{total}) = 4.07\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 25 A.

Cálculo de la Línea: Alumbrado 6

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 0.3 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 9000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
16200 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I=16200/1,732 \times 400 \times 0.8=29.23 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 40 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 66.7

$$e(\text{parcial})=0.3 \times 16200 / 46.96 \times 400 \times 6=0.04 \text{ V.}=0.01 \%$$

$$e(\text{total})=0.27\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 30 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: Pci16

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 54 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 3000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
3000x1.8=5400 W.

$$I=5400/230 \times 1=23.48 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 46 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 53.03

$e(\text{parcial})=2 \times 54 \times 5400 / 49.19 \times 230 \times 6 = 8.59 \text{ V.} = 3.74 \%$

$e(\text{total})=4\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 25 A.

Cálculo de la Línea: Pci17

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 55 m; Cos φ : 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 3000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $3000 \times 1.8 = 5400 \text{ W.}$

$I=5400/230 \times 1 = 23.48 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 6 + \text{TT} \times 6 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 46 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 53.03

$e(\text{parcial})=2 \times 55 \times 5400 / 49.19 \times 230 \times 6 = 8.75 \text{ V.} = 3.8 \%$

$e(\text{total})=4.07\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 25 A.

Cálculo de la Línea: Pci18

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 57 m; Cos φ : 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;

- Potencia a instalar: 3000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $3000 \times 1.8 = 5400$ W.

$$I = 5400 / 230 \times 1 = 23.48 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 6 + TT \times 6 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 46 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 53.03

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 57 \times 5400 / 49.19 \times 230 \times 6 = 9.07 \text{ V.} = 3.94 \%$$

$$e(\text{total}) = 4.21\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 25 A.

Cálculo de la Línea: Luz Emergencia

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 0.3 m; $\text{Cos } \varphi$: 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 750 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 1350 W. (Coef. de Simult.: 1)

$$I = 1350 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 2.44 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $4 \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 23 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.56

$$e(\text{parcial})=0.3 \times 1350 / 51.41 \times 400 \times 2.5 = 0.01 \text{ V.} = 0 \%$$

$$e(\text{total})=0.26\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: Pce1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 35 m; Cos φ : 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 250 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $250 \times 1.8 = 450 \text{ W.}$

$$I = 450 / 230 \times 1 = 1.96 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 26.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.27

$$e(\text{parcial})=2 \times 35 \times 450 / 51.47 \times 230 \times 2.5 = 1.06 \text{ V.} = 0.46 \%$$

$$e(\text{total})=0.72\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: Pce2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 45 m; Cos φ : 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 250 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$250 \times 1.8 = 450 \text{ W.}$$

$$I = 450 / 230 \times 1 = 1.96 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.27

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 45 \times 450 / 51.47 \times 230 \times 2.5 = 1.37 \text{ V.} = 0.6 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.85\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: Pce3

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 55 m; Cos φ: 1; Xu(mΩ/m): 0;

- Potencia a instalar: 250 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$250 \times 1.8 = 450 \text{ W.}$$

$$I = 450 / 230 \times 1 = 1.96 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.27

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 55 \times 450 / 51.47 \times 230 \times 2.5 = 1.67 \text{ V.} = 0.73 \%$$

$e(\text{total})=0.98\%$ ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: Fuerza I

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 0.3 m; $\text{Cos } \varphi$: 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 1722 W.
- Potencia de cálculo:
1722 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I=1722/1,732 \times 400 \times 0.8=3.11 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $4 \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 23 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.91

$$e(\text{parcial})=0.3 \times 1722 / 51.35 \times 400 \times 2.5=0.01 \text{ V.}=0 \%$$

$e(\text{total})=0.26\%$ ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: PfProgramador

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 38 m; $\text{Cos } \varphi$: 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 138 W.
- Potencia de cálculo: 138 W.

$$I=138/230 \times 0.8=0.75 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.04

$$e(\text{parcial})=2 \times 38 \times 138 / 51.51 \times 230 \times 2.5=0.35 \text{ V.}=0.15 \%$$

$$e(\text{total})=0.41\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: PfElectrovalvulas

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 38 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 1104 W.
- Potencia de cálculo: 1104 W.

$$I=1104/230 \times 0.8=6 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.56

$$e(\text{parcial})=2 \times 38 \times 1104 / 51.04 \times 230 \times 2.5=2.86 \text{ V.}=1.24 \%$$

$$e(\text{total})=1.5\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: PfHumidificador

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 30 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 480 W.
- Potencia de cálculo: 480 W.

$$I=480/230 \times 0.8=2.61 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.48

$$e(\text{parcial})=2 \times 30 \times 480 / 51.43 \times 230 \times 2.5=0.97 \text{ V.}=0.42 \%$$

$$e(\text{total})=0.68\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Fuerza 2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 0.3 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 1390 W.
- Potencia de cálculo:
1390 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I=1390/1,732 \times 400 \times 0.8=2.51 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 23 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.59

$e(\text{parcial})=0.3 \times 1390 / 51.41 \times 400 \times 2.5 = 0.01 \text{ V.} = 0 \%$

$e(\text{total})=0.26\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: PfPuerta

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 65 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;

- Potencia a instalar: 370 W.

- Potencia de cálculo: 370 W.

$I=370/230 \times 0.8=2.01 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.29

$e(\text{parcial})=2 \times 65 \times 370 / 51.46 \times 230 \times 2.5 = 1.63 \text{ V.} = 0.71 \%$

$e(\text{total})=0.96\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: PfGeneradores

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 50 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0;
- Potencia a instalar: 540 W.
- Potencia de cálculo: 540 W.

$$I=540/230 \times 0.8=2.93 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.61

$$e(\text{parcial})=2 \times 50 \times 540 / 51.4 \times 230 \times 2.5=1.83 \text{ V.}=0.79 \%$$

$$e(\text{total})=1.05\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: PfTermoacumulador

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 2 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0;
- Potencia a instalar: 480 W.
- Potencia de cálculo: 480 W.

$$I=480/230 \times 0.8=2.61 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.48

$e(\text{parcial}) = 2 \times 2 \times 480 / 51.43 \times 230 \times 2.5 = 0.06 \text{ V.} = 0.03 \%$

$e(\text{total}) = 0.28\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Fuerza 3

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 0.3 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 7500 W.
- Potencia de cálculo:
7500 W.(Coef. de Simult.: 1)

$I = 7500 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 13.53 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares $4 \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (F_c=1) 23 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 57.31

$e(\text{parcial}) = 0.3 \times 7500 / 48.47 \times 400 \times 2.5 = 0.05 \text{ V.} = 0.01 \%$

$e(\text{total}) = 0.27\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: L1 Enchufes

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 60 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 2500 W.
- Potencia de cálculo: 2500 W.

$$I=2500/230 \times 0.8=13.59 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 53.14

$$e(\text{parcial})=2 \times 60 \times 2500 / 49.17 \times 230 \times 2.5=10.61 \text{ V.}=4.61 \%$$

$$e(\text{total})=4.88\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: L1 Enchufes

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 45 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 2500 W.
- Potencia de cálculo: 2500 W.

$$I=2500/230 \times 0.8=13.59 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 53.14

$$e(\text{parcial})=2 \times 45 \times 2500 / 49.17 \times 230 \times 2.5=7.96 \text{ V.}=3.46 \%$$

$e(\text{total})=3.73\%$ ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: L3 Enchufes

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 30 m; $\text{Cos } \varphi$: 0.8; X_u (m Ω /m): 0;
- Potencia a instalar: 2500 W.
- Potencia de cálculo: 2500 W.

$I=2500/230 \times 0.8=13.59$ A.

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 26.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 53.14

$e(\text{parcial})=2 \times 30 \times 2500 / 49.17 \times 230 \times 2.5=5.31$ V.=2.31 %

$e(\text{total})=2.57\%$ ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Los resultados obtenidos se reflejan en las siguientes tablas:

Cuadro General de Mando y Protección

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
LINEA GENERAL ALIMENT.	222362	10	2(4x120+TTx70)Cu	401.2	520	0.12	0.12	2(160)
DERIVACION IND.	222362	10	4x240+TTx120Cu	401.2	435	0.13	0.25	200x60
Bomba	6500	75	4x2.5+TTx2.5Cu	11.73	23	2.48	2.73	20
Ventilador Accion	17500	50	4x6+TTx6Cu	31.57	40	1.97	2.22	25
Ventilador Impulsi	17500	50	4x6+TTx6Cu	31.57	40	1.97	2.22	25
Batería	80000	50	4x50+TTx25Cu	144.34	145	1.15	1.4	63
Alumbrado 1	16200	0.3	4x4Cu	29.23	31	0.02	0.27	20
Pci1	5400	31	2x4+TTx4Cu	23.48	36	3.31	3.58	20
Pci2	5400	33	2x4+TTx4Cu	23.48	36	3.52	3.79	20
Pci3	5400	35	2x4+TTx4Cu	23.48	36	3.74	4.01	20
Alumbrado 2	16200	0.3	4x6Cu	29.23	40	0.01	0.27	25
Pci4	5400	37	2x4+TTx4Cu	23.48	36	3.95	4.21	20
Pci5	5400	38	2x4+TTx4Cu	23.48	36	4.06	4.32	20
Pci6	5400	40	2x6+TTx6Cu	23.48	46	2.77	3.03	25
Alumbrado 3	16200	0.3	4x6Cu	29.23	40	0.01	0.27	25
Pci7	5400	41	2x6+TTx6Cu	23.48	46	2.84	3.1	25
Pci8	5400	43	2x6+TTx6Cu	23.48	46	2.97	3.24	25
Pci9	5400	45	2x6+TTx6Cu	23.48	46	3.11	3.38	25
Alumbrado 4	16200	0.3	4x6Cu	29.23	40	0.01	0.27	25
Pci10	5400	46	2x6+TTx6Cu	23.48	46	3.18	3.45	25
Pci11	5400	49	2x6+TTx6Cu	23.48	46	3.39	3.65	25
Pci12	5400	50	2x6+TTx6Cu	23.48	46	3.46	3.72	25
Alumbrado 5	16200	0.3	4x6Cu	29.23	40	0.01	0.27	25
Pci13	5400	51	2x6+TTx6Cu	23.48	46	3.53	3.79	25
Pci14	5400	53	2x6+TTx6Cu	23.48	46	3.67	3.93	25
Pci15	5400	55	2x6+TTx6Cu	23.48	46	3.8	4.07	25
Alumbrado 6	16200	0.3	4x6Cu	29.23	40	0.01	0.27	25
Pci16	5400	54	2x6+TTx6Cu	23.48	46	3.74	4	25
Pci17	5400	55	2x6+TTx6Cu	23.48	46	3.8	4.07	25
Pci18	5400	57	2x6+TTx6Cu	23.48	46	3.94	4.21	25
Luz Emergencia	1350	0.3	4x2.5Cu	2.44	23	0	0.26	20
Pce1	450	35	2x2.5+TTx2.5Cu	1.96	26.5	0.46	0.72	20
Pce2	450	45	2x2.5+TTx2.5Cu	1.96	26.5	0.6	0.85	20
Pce3	450	55	2x2.5+TTx2.5Cu	1.96	26.5	0.73	0.98	20
Fuerza I	1722	0.3	4x2.5Cu	3.11	23	0	0.26	20
PfProgramador	138	38	2x2.5+TTx2.5Cu	0.75	26.5	0.15	0.41	20
PfElectrovalvulas	1104	38	2x2.5+TTx2.5Cu	6	26.5	1.24	1.5	20
PfHumidificador	480	30	2x2.5+TTx2.5Cu	2.61	26.5	0.42	0.68	20
Fuerza 2	1390	0.3	4x2.5Cu	2.51	23	0	0.26	20

PfPuerta	370	65	2x2.5+TTx2.5Cu	2.01	26.5	0.71	0.96	20
PfGeneradores	540	50	2x2.5+TTx2.5Cu	2.93	26.5	0.79	1.05	20
PfTermoacumulador	480	2	2x2.5+TTx2.5Cu	2.61	26.5	0.03	0.28	20
Fuerza 3	7500	0.3	4x2.5Cu	13.53	23	0.01	0.27	20
L1 Enchufes	2500	60	2x2.5+TTx2.5Cu	13.59	26.5	4.61	4.88	20
L1 Enchufes	2500	45	2x2.5+TTx2.5Cu	13.59	26.5	3.46	3.73	20
L3 Enchufes	2500	30	2x2.5+TTx2.5Cu	13.59	26.5	2.31	2.57	20