



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

“INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL
EN BAJA TENSIÓN CON CENTRO DE
TRANSFORMACIÓN”

DOCUMENTO 1: MEMORIA

Alumno: Miguel Onwu Villafranca

Tutor: Amaia Pérez Ezcurdia

Pamplona, 20 de Junio de 2014

**ÍNDICE:**

1.1	INTRODUCCIÓN	4
1.1.1	TITULAR	4
1.1.2	TÉCNICO REDACTOR	4
1.1.3	OBJETO DEL PROYECTO	4
1.1.4	SITUACIÓN	4
1.1.5	DESCRIPCIÓN DE LA NAVE	4
1.1.6	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	7
1.1.7	SUMINISTRO DE ENERGÍA	8
1.1.8	NORMATIVA VIGENTE	8
1.2	OPCIONES A ELEGIR	9
1.2.1	ESQUEMAS DE DISTRIBUCIÓN	9
1.2.2	TIPOS DE ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN	10
1.2.3	TRANSFORMADORES	17
1.2.4	COMPENSACIÓN DE LA ENERGÍA REACTIVA	19
1.2.5	POTENCIA A CONTRATAR	22
1.2.6	TARIFAS A ELEGIR	24
1.3	ILUMINACIÓN	26
1.3.1	INTRODUCCIÓN	26
1.3.2	CONCEPTOS LUMINOTÉCNICOS	26
1.3.3	SISTEMAS DE ILUMINACIÓN	28
1.3.4	MÉTODOS DE ILUMINACIÓN	29
1.3.5	LÁMPARAS	30
1.3.6	LUMINARIAS	39
1.3.7	CÁLCULO DEL ALUMBRADO INTERIOR	45
1.3.8	CÁLCULO DEL ALUMBRADO EXTERIOR	53
1.3.9	ALUMBRADO DE EMERGENCIA	58
1.4	TIPOS DE RECEPTORES	63
1.4.1	INTRODUCCIÓN	63
1.4.2	MOTORES	63
1.4.3	RECEPTORES DE ALUMBRADO	64



1.4.4	TOMAS DE CORRIENTE	64
1.4.5	INTERRUPTORES Y CONTACTORES	66
1.4.6	PREVISIÓN DE CARGAS	68
1.5	DESCRIPCIÓN Y DISTRIBUCIÓN INTERNA DE LA INSTALACIÓN	70
1.5.1	INTRODUCCIÓN	70
1.5.2	ACOMETIDA	71
1.5.3	DERIVACIÓN INDIVIDUAL	71
1.5.4	CONDUCTORES Y CABLES ELÉCTRICOS	71
1.6	PROTECCIONES EN BAJA TENSIÓN	90
1.6.1	INTRODUCCIÓN	90
1.6.2	DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN ELÉCTRICA	90
1.6.3	PROTECCIÓN DE LAS PERSONAS	100
1.7	INSTALACIÓN DE PUESTA ATIERRA	114
1.7.1	INTRODUCCIÓN	114
1.7.2	COMPONENTES DE LA PUESTA A TIERRA	115
1.7.3	ELEMENTOS A CONECTAR A TIERRA	116
1.7.4	SOLUCIÓN ADOPTADA	116
1.8	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	117
1.8.1	OBJETO DEL PROYECTO	117
1.8.2	REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES OFICIALES	117
1.8.3	EMPLAZAMIENTO	117
1.8.4	CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	117
1.8.5	NECESIDADES Y POTENCIA INSTALADA	118
1.8.6	OBRA CIVIL	118
1.8.7	INSTALACIÓN ELÉCTRICA	121
1.9	COMPENSACIÓN DE LA ENERGÍA REACTIVA	130
1.9.1	INTRODUCCIÓN	130
1.9.2	FORMAS DE COMPENSAR	131
1.9.3	TIPOS DE COMPENSACIÓN	132
1.9.4	SOLUCIÓN ADOPTADA	133
1.10	RESUMEN DEL PRESUPUESTO	133



1.1 INTRODUCCIÓN

1.1.1 TITULAR

El presente Proyecto se redacta a petición de la ETSIIT como Proyecto Final de Carrera y se trata de la Instalación Eléctrica de una Nave Industrial.

1.1.2 TÉCNICO REDACTOR

El presente Proyecto es redactado y firmado por Miguel Onwu Villafranca, Ingeniero Técnico Industrial, especialidad Electricidad.

1.1.3 OBJETO DEL PROYECTO

El fin de este proyecto es el estudio y diseño de la instalación eléctrica de baja tensión de una nave industrial dedicada a la fabricación de máquinas para el procesado de verduras, así como su correspondiente centro de transformación. La instalación eléctrica estará formada por los siguientes apartados:

- Instalación de alumbrado interior, exterior, de emergencia y señalización.
- Instalación de fuerzas y tomas de corriente.
- Centro de transformación de media a baja tensión.
- Protección eléctrica de las instalaciones.
- Puestas a tierra del centro de transformación, y de la instalación eléctrica de la nave.
- Corrección del factor de potencia.
-

1.1.4 SITUACIÓN

La ubicación de la nave se encuentra en el polígono industrial de Arguedas (Navarra) en la parcela 3.1. La parcela tiene una superficie de 9019m². El polígono es de desarrollo municipal. Está situado en el eje del Ebro, a 10 Km. al norte de Tudela (30.000 habitantes), entre los núcleos urbanos de Arguedas y Valtierra, ambos de carácter agrícola y con una población cada uno cercana a 2.500 habitantes. La parcela en la que se encuentra la nave cuenta con, red de saneamiento (pluviales y fecales), abastecimiento de agua, alumbrado público, electricidad, y telefonía.

1.1.5 DESCRIPCIÓN DE LA NAVE

La nave principal en la cual vamos a realizar la instalación es de forma cuadrada. Su superficie es de 4367,7 m² y la altura total de 10. Cuenta con dos partes diferenciadas. Una de ella es la parte de servicio, en la que se encuentran las oficinas, salas de reuniones, vestuarios, recepción, etc. Junto a la

1. Memoria

Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



zona de servicio se encuentra el taller/almacén. En este lugar es donde se desarrolla la actividad productiva de la empresa.

Las dimensiones y la distribución se muestran en la siguiente tabla:



ZONA DE SERVICIO	ANCHURA (m)	LARGURA (m)	ALTURA (m)	SUPERFICIE (m2)
Entrada	3,6	5,8	2,5	20,6
Recepción	3	3,3	2,5	10
Aseo 1	2,2	1,4	2,5	3,2
WC 1-2	1	1,4	2,5	1,5
Finanzas	4	5,5	2,5	21,2
Gerencia	4	5,5	2,5	27,73
RR.HH	3	5,5	2,5	16,2
Aseo 2	2,2	1,4	2,5	3,22
WC 3-4	1	1,4	2,5	1,5
Dirección técnica	3,2	5,1	2,5	19,4
Proceso	4	5,1	2,5	23,4
Oficina técnica mecánica	11,1	5,1	2,5	57,8
Sala 1	3,6	5	2,5	23,5
Comedor	12,9	5	2,5	84,7
Entrada personal	1,6	4,1	2,5	6
Vestuarios	6,7	11,4	2,5	72,3
Cuadro eléctrico	3,9	3	2,5	11,2
Equipo limpieza	1,7	2,6	2,5	4,3
Botiquín	1,7	4	2,5	6,7
Aseo 3	3,8	11,4	2,5	32,2
Ducha 1-2-3	0,9	1,6	2,5	1,3
WC 5-6-7-8	0,9	1,6	2,5	1,5
Pasillo 3	1,6	8,4	2,5	13,1
Comercial	5,2	5,8	2,5	37,1
Pasillo 2	1,4	5,3	2,5	23,9
Dirección industrial	4,9	3,4	2,5	26,6
Distribuidor	3,7	6,1	2,5	22,8
Pasillo 4	1,1	3,5	2,5	6
Industrial	5,2	5,1	2,5	29,5
Archivo	4,2	5,7	2,5	23,6
Electrotecnia	5,3	5,8	2,5	30,7
Compras	3,5	5,3	2,5	18,5
Pasillo 5	1,8	5,7	2,5	10,2
Pasillo 1	1,5	37,5	2,5	60,2

Servidores	2,7	2	2,5	5,4
Sistemas	2,7	3,6	2,5	9,6
Multiusos	3,1	5,6	2,5	17,5
Pasillo 6	5,7	1,1	2,5	6,4
Sala consejo	6,2	5,6	2,5	34,6
Control	3,4	5,6	2,5	19
Administración	5,8	5,6	2,5	32,3

ZONA INDUSTRIAL	ANCHURA (m)	LARGURA (m)	ALTURA (m)	SUPERFICIE (m2)
Taller	68,1	50,7	10	3449,8
Almacén	67,9	12,5	6,5	850,1
Centro de transformación	4,46	2,38	3,045	10,6

1.1.6 DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

En la nave industrial en la que se va a realizar el proceso de construcción de máquinas para la industria vegetal habrá que tener en cuenta las etapas en las que se va a desarrollar la actividad productiva, para así poder ser lo más eficiente y eficaces posible a la hora de distribuir los puntos de toma de corriente y luz a lo largo de toda la nave.

Puesto que las máquinas desarrolladas en esta empresa son muy variadas en cuanto a dimensiones y finalidad, la distribución de los diferentes pasos a la hora de construirlas se va a realizar en diferentes zonas.

Así pues, en la primera zona tenemos el almacén. Aquí se guardaran los materiales principales a la hora de fabricar los productos. Al lado del almacén habrá una puerta por la que los suministradores proveerán del material necesario. Las placas metálicas más grandes necesarias para la fabricación de las máquinas se realizan mediante pedido. De esta manera se logra reducir considerablemente las dimensiones del almacén. Almacenando sólo así los perfiles, chapas, tornillos, etc., más utilizados en el día a día de la actividad.

Entorno al almacén se encuentra la cizalla, sierras de perfiles, sierras para metales, entre otros útiles de menor potencia. En este sector se preparan las piezas para luego llevarlas a las zonas de trabajo manuales o bien a otras máquinas.

En la siguiente zona se encuentran las máquinas de mayor consumo eléctrico. Cortadora por láser, dobladoras de chapa, y alguna máquina auxiliar. El cortador láser es capaz de cortar las chapas de aluminio o acero inoxidable de manera muy fina y muy rápidamente. La dobladora, como su propio nombre indica, sirve para dar diferentes ángulos a las chapas.

De aquí pasamos a la zona de tornos y fresas, además hay una sierra, una punzonadora, una roscadora y una amortajadora. Aquí se mecanizan piezas, ejes, etc., necesarios para la fabricación de nuestros productos.

Después de estas 3 zonas bien diferenciadas, a lo largo del taller y ocupando la mayor parte del mismo existen una serie de puestos. En estos puestos de trabajo hay soldadoras de electrodo, soldadoras de hilo, varios taladros, esmeriles, 1 horno, además de una multitud de cuadros con tomas de corriente. En todos estos puestos se ensamblan las piezas más pequeñas que luego formarán parte del producto final.

El taller se completa con la zona de plásticos, la de chorreo por arena y la de montaje.

La zona de plásticos está entre la máquina de chorreo, la cual tiene un consumo significativo, y la zona de tornos.

En plásticos, hay una fresa y una sierra para plásticos además de una balda almacenadora. Los plásticos se utilizan para hacer las cintas transportadoras que llevan algunas máquinas.

En montaje hay cuadros con tomas de corriente. No hay máquinas fijas debido a que en este lugar se emplean máquinas portátiles ya que el producto final puede tener diferentes tamaños y difíciles lugares de acceso. En la zona de montaje también se ponen a punto y testan las máquinas que están listas para salir al cliente.

1.1.7 SUMINISTRO DE ENERGÍA

Iberdrola abastece de energía al polígono industrial en el que está ubicado la nave mediante red de media tensión. Ésta red proporciona una tensión alterna trifásica de 13.200 voltios con una frecuencia de 50 ciclos por segundo (50 Hz).

La empresa suministradora se compromete, previo acuerdo, a facilitar e instalar una línea subterránea hasta el centro de transformación.

1.1.8 NORMATIVA VIGENTE

La realización del proyecto y la ejecución de las instalaciones se efectuaran de acuerdo con la normativa vigente, la cual se detalla a continuación:

- Reglamento electrotécnico para Baja Tensión, que fue aprobado por el consejo de Ministros, reflejado en el Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto de 2002 y publicado en el BOE N.º.224 de fecha 18 de septiembre de 2002.
- Reglamento sobre centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación. Real Decreto 3275/1982 de 12 de noviembre.
- Reglamento sobre las Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación e Instrucciones Técnicas Complementarias. Ministerio de Industria y Energía. Real Decreto 3275/1982 de 12 de noviembre.
- Reglamento de verificaciones eléctricas y regularidad en el suministro de energía eléctrica. Real Decreto de 12 de Marzo de 1954.



- Reglamento de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión. Colección Leyes, Normas y Reglamentos. Ministerio de Industria y Energía. Decreto 3151/1968 de 28 de Noviembre.
- Reglamento sobre Acometidas Eléctricas. Colección Leyes, Normas y Reglamentos. Ministerio de Industria y Energía. Real Decreto 2949/1982 de 15 de Octubre.
- Normas Tecnológicas de la Edificación, Instalaciones: IEB: Baja tensión; IEI: Alumbrado interior; IEP: Puesta a tierra.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril. Anexo IV: Reglamento de iluminación en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre. Reglamento de seguridad contra incendios en establecimientos industriales.
- NBE-CPI/96: condiciones de Protección contra Incendios en los Edificios, aprobada por el Real Decreto 2177/1996, de 4 de octubre, y publicada en el BOE el día 29 de octubre de 1996.
- Normas UNE y recomendaciones UNESA que sean de aplicación.
- Normas particulares de "Iberdrola distribución eléctrica S.A."
- Ley de prevención de riesgos laborales. Real Decreto 31/1995, de 8 de noviembre.
- Condiciones impuestas por las entidades públicas afectadas.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de riesgos laborales. Real Decreto 1267/1997 sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

1.2 OPCIONES A ELEGIR

En este apartado analizaremos las alternativas más importantes que afectar a la seguridad de la actividad y de las personas así como su viabilidad técnica y económica. El fin que se busca es la mayor fiabilidad posible de la instalación al mejor precio.

1.2.1 ESQUEMAS DE DISTRIBUCIÓN

Los esquemas de conexión a tierra están definidos por la norma CEI 60364, estando regulados en España por el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT), aprobado por Real Decreto del 2 de agosto de 2002, en su Instrucción Técnica Complementaria ITC-BT-08, "Sistemas de conexión del neutro y de las masas en redes de distribución de energía eléctrica."

Para la determinación de las características de las medidas de protección contra choques eléctricos en caso de defecto (contactos indirectos) y contra sobreintensidades, así como de las especificaciones de la aparataje encargada de tales funciones, será preciso tener en cuenta el esquema de distribución empleado.

Los esquemas de distribución se establecen en función de las conexiones a tierra de la red de distribución o de la alimentación y de las masas de la instalación receptora.

La denominación se realiza con un código de letras con el significado siguiente:



- Primera letra: Se refiere a la situación de la alimentación con respecto a tierra.

T = La red de alimentación tiene el neutro conectado directamente a tierra.

I = La red de alimentación tiene el neutro aislado o lo tiene conectado a tierra a través de una impedancia.

- Segunda letra: Se refiere a la situación de las masas de la instalación receptora con respecto a tierra.

T = Las masas están conectadas directamente a tierra. Independientemente de la eventual puesta a tierra de la alimentación.

N = Las masas de los receptores están conectadas directamente al punto de la alimentación puesto a tierra (en corriente alterna, este punto es normalmente el punto neutro).

- Otras letras (eventuales): Se refieren a la situación relativa del conductor neutro y del conductor de protección.

S = Las funciones de neutro y protección, aseguradas por conductores separados.

C = Las funciones de neutro y protección, combinadas en un solo conductor (conductor CPN).

1.2.2 TIPOS DE ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN

1.2.2.1 Esquema TN

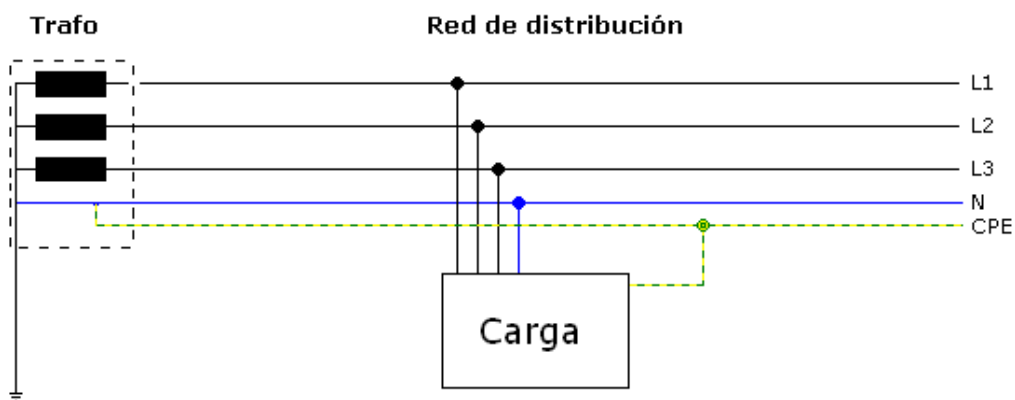
Los esquemas TN tienen un punto de la alimentación, generalmente el neutro o compensador, conectado directamente a tierra y las masas de la instalación receptora conectadas a dicho punto mediante conductores de protección.

Una puesta a tierra múltiple, en puntos repartidos con regularidad, puede ser necesaria para asegurar que el potencial del conductor de protección se mantiene, en caso de fallo, lo más próximo posible al de tierra. Por la misma razón, se recomienda conectar el conductor de protección a tierra en el punto de entrada de cada edificio o establecimiento.

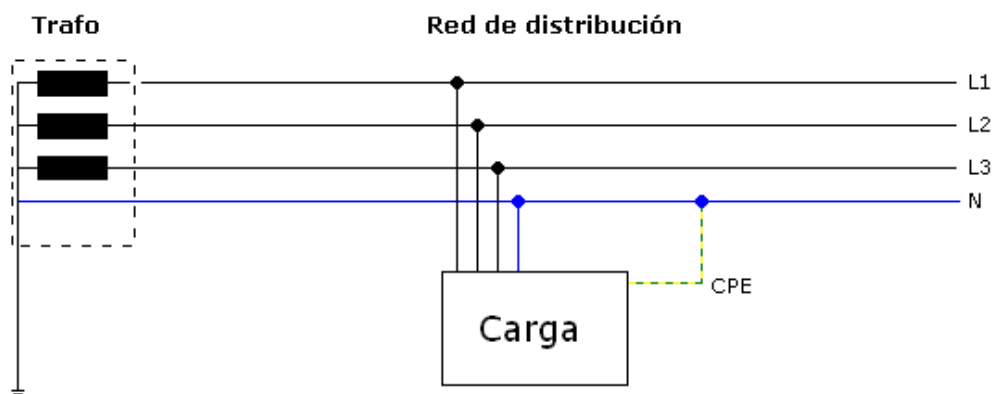
La impedancia del bucle de fallo es baja (no pasa por tierra). Si se produce un fallo de aislamiento, éste se transforma en cortocircuito y deberá ser eliminado por los dispositivos de protección contra sobrecorrientes.

Se distinguen tres tipos de esquemas TN según la disposición relativa del conductor neutro y del conductor de protección. Aquí os mostramos los dos esquemas más utilizados:

- **Esquema TN-S:** En este esquema el conductor neutro y el de protección son distintos en todo el esquema. En el esquema TN-S. Los conductores de protección se conectan a un conductor de protección distribuido junto a la línea, y conectado al conductor de neutro en el transformador.



- **Esquema TN-C:** En el esquema TN-C los conductores de protección se conectan directamente al conductor de neutro. En España no se permite usar este esquema si la sección del conductor de neutro es inferior a 16 mm².



Como se puede observar en los dibujos, la diferencia entre el TN-C y el TN-S es si hay o no conductor de protección, pero a la hora de los cálculos y fórmulas es lo mismo:

$$U_C = I_d * R_{CP \ o \ N}$$

$$I_d = \frac{U_o}{R_{fd} + R_{mm} + R_{CP \ o \ N}}$$

Donde:

U_C : Tensión de contacto

I_d : Corriente de defecto

U_o : Tensión nominal

$R_{CP \ o \ N}$: Resistencia del conductor de protección o del neutro, dependiendo del esquema

R_{fd} : Resistencia de la fase de defecto

R_{mm} : Resistencia de la masa metálica

Para que las masas de la instalación receptora puedan estar conectadas a neutro como medida de protección contra contactos indirectos, la red de alimentación debe cumplir las siguientes prescripciones especiales:

- a) La sección del conductor neutro debe, en todo su recorrido, ser como mínimo igual a la establecida en la tabla 1 de la ITC-REBT 08, que depende de la sección de los conductores de fase.
- b) En las líneas aéreas, el conductor neutro se tenderá con las mismas precauciones que los conductores de fase.
- c) Además de las puestas a tierra de los neutros señaladas en las ITCs-REBT 06 y 07, para las líneas principales y derivaciones, serán puestas a tierra igualmente en los extremos de éstas cuando la longitud de las mismas sea superior a 200 m.
- d) La resistencia de tierra del neutro no será superior a 5 Ω en las proximidades de la central generadora o del Centro de Transformación, así como en los 200 últimos metros de cualquier derivación de la red.
- e) La resistencia global de tierra, de todas las tomas de tierra del neutro, no será superior a 2 Ω .
- f) En el esquema TN-C, las masas de las instalaciones receptoras deberán conectarse al conductor neutro mediante conductores de protección.

Resumen de características:



- Técnica de explotación: Desconexión al primer defecto.
- Técnica de protección: Interconexión y puesta a tierra de las masas metálicas. Puestas a tierra uniformemente repartidas. Desconexión por protecciones de sobreintensidad.
- Usos: Instalaciones temporales y de socorro.

1.2.2.2 Esquema TT

En este esquema el neutro del transformador y las masas metálicas de los receptores se conectan directamente, y sin elemento de protección alguno, a tomas de tierras separadas.

En caso de un defecto a masa circula una corriente a través del terreno hasta el punto neutro del transformador, provocando una diferencia de corriente entre los conductores de fase y neutro, que al ser detectado por el interruptor diferencial provoca la desconexión automática de la alimentación.

Como se observa, la alimentación y las masas están puestas directamente a tierra. Esta conexión hace que ante un defecto la tensión de contacto que sufriría una persona dependa de la resistencia de puesta a tierra de la masa:

$$U_c = I_d \cdot R_m$$

$$I_d = \frac{U_o}{R_a + R_m}$$

Donde:

U_c : Tensión de contacto

I_d : Corriente de defecto

U_o : Tensión nominal

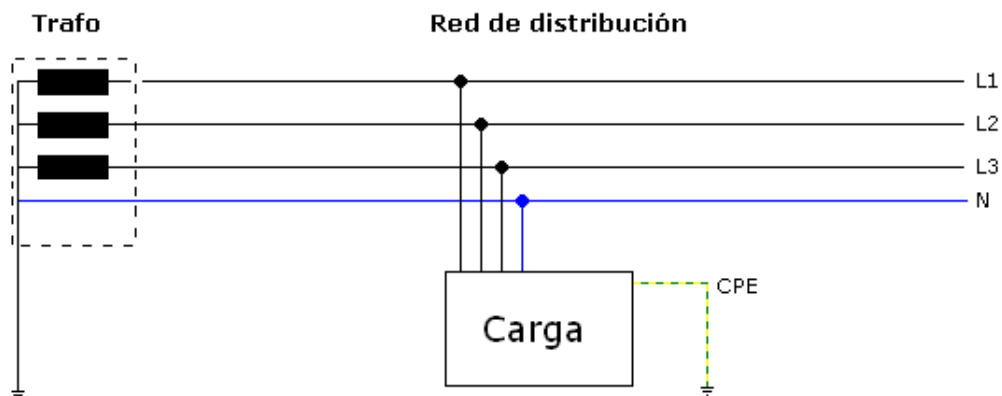
R_a : Resistencia de la tierra de alimentación

R_m : Resistencia de la tierra de las masas

En el comienzo de la instalación es necesario colocar al menos un Interruptor Diferencial para que haga interrumpir la alimentación cuando la corriente de defecto sea tal que haga que la tensión de contacto sea peligrosa para las personas. Se necesita el Interruptor Diferencial porque los Magnetotérmicos que podamos tener protegen para no sobrepasar una corriente máxima y la corriente de defecto es muy inferior a ésta corriente máxima. El empleo de más de un Interruptor Diferencial permite poder ajustar una selectividad amperimétrica y cronométrica. Todos los Diferenciales tendrán

un margen de corriente inferior a la que haga establecerse una tensión de contacto peligrosa. Además, tendrán por norma, un tiempo de corte inferior a 1 segundo.

A continuación se muestra el esquema de distribución tipo TT:



Resumen de características:

- Técnica de explotación: Desconexión al primer defecto.
- Técnica de protección: Interconexión y puesta a tierra de las masas metálicas. Desconexión por interruptores diferenciales.
- Usos: General. Red de distribución pública.

1.2.2.3 Esquema IT

Es el preferido en aplicaciones en las que la continuidad del servicio es crítica. En él, el Neutro del transformador está aislado de Tierra (o conectado a través de una impedancia de un elevado valor) y las masas metálicas conectadas a una toma de tierra exclusiva.

Este es el esquema que ofrece una mayor continuidad de servicio, ya que corta el suministro al segundo defecto, a diferencia de los otros que lo hacen al primero. Ello se debe a que en un primer defecto la corriente se encuentra con una resistencia muy grande para retornar al transformador y se puede considerar un circuito abierto. Así pues, la corriente de defecto no será muy grande y la tensión de contacto tampoco, ya que se regirá por la siguiente fórmula:

$$U_c = I_d \cdot R_m$$

Donde:



U_c : Tensión de contacto

R_m : Resistencia de la tierra de las masas

I_d : Corriente de defecto

Un segundo punto de defecto lo que provocaría sería una circulación de corriente y por lo tanto deberían saltar las protecciones Diferenciales. Lo que ocurriría es que la corriente pasaría por las dos masas, dándose las siguientes fórmulas:

$$U_c = I_d * R_m$$

$$I_d = \frac{U_o}{2 * R_m}$$

Donde:

R_m = Resistencia de la tierra de las masas

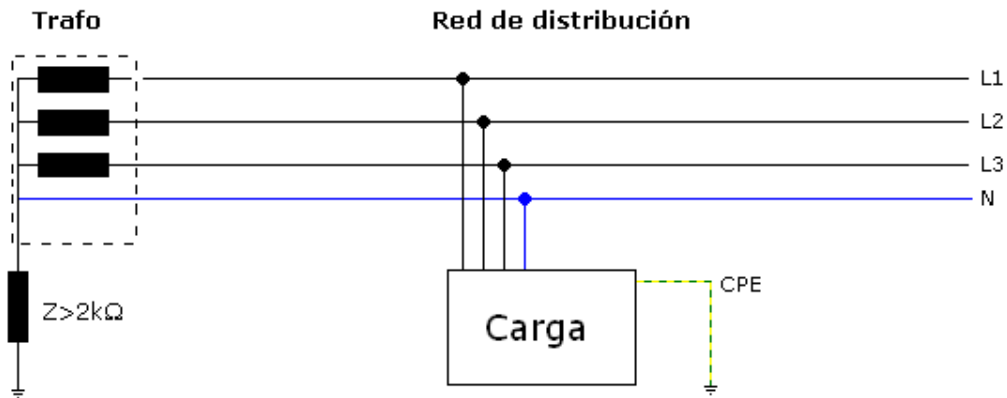
U_c = Tensión de contacto

I_d = Corriente de defecto

U_o = Tensión nominal

El Esquema IT requiere una Puesta a Tierra totalmente independiente de otras instalaciones, ya que de lo contrario, la corriente podría regresar al transformador y provocar que el primer defecto sea verdaderamente peligroso. Igualmente, las masas metálicas no deben estar conectadas a otras de instalaciones diferentes. Las instalaciones realizadas conforme a este esquema se denominan instalaciones flotantes o en isla. En este tipo de esquema se recomienda no distribuir el neutro.

A continuación se muestra el esquema de distribución tipo IT:



Resumen de características:

- Técnica de explotación: Señalización del primer defecto. Desconexión al segundo defecto.
- Técnica de protección: Interconexión y puesta a tierra de las masas metálicas. Desconexión al segundo defecto por protecciones de sobreintensidad.
- Usos: Quirófanos y procesos industriales sensibles.

1.2.2.4 Solución adoptada

Para la selección del esquema de distribución que vamos a utilizar en el proyecto tendremos en cuenta características técnicas y económicas así como los siguientes principios:

- Las redes de distribución pública de baja tensión tienen un punto puesto directamente a tierra por prescripción reglamentaria. Este punto es el punto neutro de la red. El esquema de distribución para instalaciones receptoras alimentadas directamente de una red de distribución pública de baja tensión es el esquema TT.
- En instalaciones alimentadas en baja tensión, a partir de un centro de transformación de abonado, se podrá elegir cualquiera de los tres esquemas citados.
- No obstante, puede establecerse un esquema IT en parte o partes de una instalación alimentada directamente de una red de distribución pública mediante el uso de transformadores adecuados, en cuyo secundario y en la parte de la instalación afectada se establezcan las disposiciones que para ese esquema se deben dar.

Así pues y teniendo en cuenta lo citado anteriormente, el esquema de distribución elegido para distribuir las líneas que alimentan todas las máquinas de la Nave Industrial, es el esquema TT.



Este régimen será el utilizado en nuestra instalación, ya que es la solución más sencilla y económica. No requiere vigilancia permanente, permite ampliaciones futuras, nos da mayor seguridad contra incendios y permite la presencia de interruptores diferenciales los cuales nos dotan a la instalación de mayor prevención contra contactos indirectos.

1.2.3 TRANSFORMADORES

En la actualidad, los tipos constructivos de los transformadores de distribución para Centros de Transformación son prácticamente dos:

- Transformadores en baño de aceite.
- Transformadores de aislamiento sólido a base de resinas (transformadores secos).

1.2.3.1 Transformadores en baño de aceite

Son los más utilizados por las compañías distribuidoras para los Centros de Transformación de las redes públicas. El tipo actual es el denominado de "llenado integral", el cual no tiene depósito de expansión. En estos transformadores, la dilatación del aceite por incremento de la temperatura es compensada por la deformación elástica de las aletas de refrigeración de la cuba.

Ventajas de los transformadores de "llenado integral" frente a los de depósito de expansión:

- No hay contacto entre el aceite y el aire ambiente, con lo que se evita que el aceite se humedezca y se haga más ácido por la presencia del oxígeno del aire. Esto hace que el mantenimiento del aceite sea más reducido.
- La instalación y el conexionado de los bornes de Baja Tensión y Alta Tensión es más fácil ya que no hay depósito de expansión.
- La altura total del transformador es menor.

Esta supresión del depósito de expansión ha sido posible gracias a haberse conseguido diseñar transformadores con cantidades de aceite notablemente inferiores a las de los tipos anteriores.

Esta notable reducción en la cantidad de aceite hace que en caso de incendio las consecuencias y la peligrosidad del mismo sean menores por haber menos aceite combustible. Se trata de una ventaja muy importante.

Ventajas frente a los transformadores secos:

- Menor coste unitario, actualmente valen en torno a la mitad.
- Menor ruido.
- Menos pérdidas de vacío.
- Mejor control de funcionamiento.
- Pueden instalarse a la intemperie.
- Buen funcionamiento en atmósferas contaminadas.



- Mayor resistencia a las sobretensiones y a las sobrecargas prolongadas.

Los transformadores en baño de aceite se construyen para todas las potencias y tensiones, pero para potencias o tensiones superiores a las de distribución para los Centros de Transformación siguen empleándose los de depósito de expansión.

Desventajas frente a los transformadores secos:

- La baja temperatura de inflamación del aceite (el valor mínimo de temperatura de inflamación del aceite es de 140 °C), por lo que el riesgo de incendio con desprendimiento de humos es elevado.

Por este motivo y por razones medioambientales, debajo de cada transformador debe disponerse de un pozo o depósito colector, de cantidad suficiente para la totalidad del aceite del transformador para que en caso de fuga de aceite por alguna anomalía, el aceite se recoja en dicho depósito.

En la parte superior del depósito colector se suele situar un dispositivo apagallamas que consiste en unas rejillas metálicas que producen la autoextinción del aceite. Otro dispositivo sería una capa de piedras por la cual pasaría el aceite para llegar al depósito y que harían de cortafuegos.

El depósito colector encarece el coste de la obra, por su propia infraestructura y porque obliga a que las paredes del Centro sean resistentes al fuego. Además, a menudo invalida cierta parte de la planta inferior si se tiene.

- Pese a tratarse de transformadores sin contacto con el aire, puede producirse un incremento de la humedad del aceite debido al envejecimiento del aislamiento de las bobinas. Esto se debe a que la celulosa del aislamiento desprende agua al envejecer.

Este aumento de la humedad obliga a un mantenimiento con controles periódicos del aceite. En los controles periódicos se debe medir al menos la rigidez dieléctrica, ya que ésta disminuye mucho con la humedad, y la acidez, que hace que los aislamientos se deterioreen.

1.2.3.2 Transformadores secos

Los transformadores secos tienen sus arrollamientos encapsulados dentro de resina epoxy mezclada con un polvo compuesto por distintos materiales. Este tipo de transformadores suele ser más utilizado en los Centros de Transformación de abonado, y menos en los de red pública.

Ventajas frente a los transformadores en baño de aceite:

- Menor coste de la instalación al no necesitar depósito colector.
- Menor riesgo de incendio, ya que los materiales utilizados para su construcción son autoextinguibles y no producen gases tóxicos y son tenues y no corrosivos. Se descomponen a partir de 300 °C. Cuando se produce fuego en el entorno, la resina arde con llama débil cuando alcanza los 350 °C, pero si desaparece el foco externo se extingue en poco tiempo.

Desventajas frente a los transformadores de baño de aceite:

- Mayor coste unitario (entorno al doble).
- Mayor ruido.
- Menor resistencia a las sobretensiones.
- Mayores pérdidas en vacío.
- No son adecuados para instalarlos a la intemperie ni para ambientes contaminados.

En la actualidad según ABB están disponibles hasta 72.5 KV y 30 MVA.

Cuando estos transformadores están en funcionamiento no deben tocarse sus paredes exteriores, por lo que tienen más riesgo ante contactos indirectos.

1.2.3.3 Solución adoptada

El Centro de Transformación estará ubicado en una caseta independiente destinada únicamente a esta finalidad y donde estará colocado el transformador.

El transformador que utilizaremos estará bañado en aceite y será de los de "llenado completo", con su rejilla apagallamas y su foso de recogida de aceite, ya que en este caso no nos supondrá un problema para el piso inferior, ya que no existe.

1.2.4 COMPENSACIÓN DE LA ENERGÍA REACTIVA

La compensación de la energía reactiva es un proceso que se lleva a cabo para evitar una penalización económica por parte de las compañías suministradoras y para evitar el sobredimensionado de algunas partes de la instalación.

Lo que mide la calidad de la instalación es el factor de potencia, y contra más se acerque a la unidad es mejor. Un buen factor de potencia hace que la instalación esté mejor aprovechada técnica y económicamente.

Las pautas que siguen las compañías para el recargo o el abono se rigen por una serie de fórmulas. Lo primero se realiza el cálculo del coseno de φ , y con este dato se calcula el porcentaje que se aplica a la suma del coste de la potencia contratada y del coste de la energía consumida:

$$\cos\varphi = \frac{W_a}{\sqrt{W_a^2 + W_r^2}} \quad (\text{Con dos decimales})$$

$$K_r(\%) = \frac{17}{(\cos\varphi)^2} - 21 \quad (\text{Con un decimal})$$

$$\text{Cantidad a pagar} = (A + B) * K_r(\%)$$



Donde:

$\cos\varphi$: Factor de potencia

W_a : Potencia activa (P)

W_r : Potencia reactiva (Q)

A : Precio de la potencia contratada

B : Precio de la energía consumida

K_r : Porcentaje de bonificación o recargo. La máxima bonificación que te pueden hacer es del 4% y el máximo recargo del 47%.

Existen diversas formas de compensar la energía reactiva: global, por sectores o individualmente. La mejor forma sería aquella que compensa la energía reactiva en el lugar que se consume, ya que de esta forma no tienes que sobredimensionar ninguna parte de la instalación por tener energía reactiva. Sin embargo, necesitarías más elementos compensadores.

1.2.4.1 Formas de compensar

1.2.4.1.1 Compensación global

La compensación se realiza en la cabecera de la instalación, por lo que asegura la compensación del conjunto de la instalación. No obstante, no elimina la energía reactiva en la instalación, por lo que los cables siguen sufriendo el calentamiento por pérdidas de Joule y deben estar más sobredimensionados.

Mejora el funcionamiento del Centro de Transformación, ya que sólo tiene que dar potencia activa.

1.2.4.1.2 Compensación por sectores

La compensación se realiza en el cuadro de cada taller o cada nave por lo que si se quita a parte de la instalación de la energía reactiva. Al igual que en el caso anterior elimina las penalizaciones y mejora el funcionamiento del Centro de Transformación.

Las desventajas son que los cables aguas abajo de estos puntos siguen teniendo reactiva, por lo tanto pérdidas y existe riesgo de sobrecompensación por cambios bruscos de usos, cosa que no puede darse en ningún caso.

1.2.4.1.3 Compensación individual

Esta compensación se realiza cuando la potencia de los motores es importante con respecto a la de la instalación, y compensa la energía reactiva en el mismo punto que se produce. En este caso, se reduce la energía reactiva en toda la instalación, por lo que los cables no deben estar



sobredimensionados ni tendrán tantas pérdidas por efecto Joule. También mejorará el comportamiento del Centro de Transformación y eliminará las penalizaciones.

1.2.4.2 Tipos de compensación

1.2.4.2.1 Condensadores fijos

Es aquella compensación que se realiza con condensadores de valor unitario establecido. Se utilizan para cargas inductivas que tienen poca fluctuación de carga. Puede utilizarse para cada motor en caso de que sean grandes o para un conjunto de pequeños motores.

La conexión de estos condensadores puede realizarse manualmente (por interruptor), automáticamente (por contactor) o directamente (por conexión directa en los bornes del receptor).

1.2.4.2.2 Condensadores de regulación automática o batería de condensadores

La batería de condensadores es instalada en la cabecera del cuadro de distribución de Baja Tensión o en un lugar donde se maneje un sector importante en cuanto al consumo de energía reactiva. Las baterías de condensadores están formadas por distintos escalones de potencia reactiva. El valor del factor de potencia es detectado por un relé varimétrico que manda automáticamente la conexión y desconexión de los condensadores a través de contactores, en función de la carga y del factor de potencia deseado.

La compensación automática permite una adaptación casi inmediata de la energía reactiva necesaria. Dentro de la compensación automática cabe destacar dos posibilidades:

- Baterías con contactores electromecánicos:

Varían lentamente al variar la energía reactiva que necesita compensarse, del orden de segundos.

- Baterías con tiristores:

Se utiliza cuando se quiere una compensación instantánea de la energía reactiva a consecuencia de la rápida variación de la carga.

Con este sistema mejoras la conexión de los escalones de la batería, ya que los condensadores se conectan en el preciso instante que la energía reactiva sobrepasa su valor, este o no cargado completamente el condensador. El tiempo que tarda en la conexión puede llegar a ser inferior al periodo de un ciclo de la frecuencia de la red.

Debido a esta mejor conexión se eliminan los transitorios, por lo que se alarga la vida útil de los condensadores y se aumenta el número de maniobras que se puede realizar. Además se eliminan movimientos mecánicos para la conexión de los condensadores.



Una vez establecida la forma y la potencia quedaría establecer el tipo de equipo, que podría ser con condensadores con tensión y potencia adecuada a la red o baterías con condensadores dimensionados en tensión y potencia con reactivancias en cada escalón.

Este segundo tipo se realiza para proteger los condensadores y evitar que en caso de haber armónicos los amplifiquen.

Para escoger el tipo de batería hay que considerar si existen o no armónicos en la instalación, la posibilidad de que exista una resonancia entre el transformador y la batería y analizar las medidas de la instalación.

1.2.4.3 Solución adoptada

La forma de compensación será global mediante condensadores de regulación automática.

1.2.5 POTENCIA A CONTRATAR

A la hora de contratar una potencia para la empresa deberemos escoger una tarifa tipo 4.0 ya que la potencia de nuestra empresa va a ser superior a 15 KW. Al tener que coger este tipo de tarifa tenemos que tener en cuenta la triple discriminación horaria que se expone en el apartado 2.5.

Para contratar la potencia deberemos escoger una de las siguientes opciones:

1.2.5.1 Con 1 máximo

Un máximo es un instrumento de medición eléctrico cuya finalidad es obtener el valor máximo de la potencia eléctrica demandada durante un periodo de facturación de una compañía suministradora de energía eléctrica. El método de funcionamiento en el que se basa es en la realización de integrales del consumo eléctrico cada 15 minutos, y registra el valor más alto.

Si utilizamos este método la manera que tiene la compañía eléctrica de facturarnos es de la siguiente forma:

- Si sobrepasamos 1.05 veces la potencia contratada aplicará la siguiente fórmula:

$$P_F = P_R + 2 \times (P_R - 1.05 \times P_C)$$

Donde:

P_F = Potencia facturada.

P_R = Potencia registrada por el máximo.

P_C = Potencia contratada.

- Si el medidor marca entre 0.85 veces y 1.05 veces la potencia contratada nos aplicará esta:

$$P_F = P_R$$



- Si no llegamos a 0.85 veces la potencia contratada nos aplicará esta:

$$P_F = 0.85 \times P_C$$

1.2.5.2 Con 2 máxímetros

Con la utilización de dos máxímetros llega la diferenciación de horarios en los que se consume que se expondrá posteriormente.

En este método uno de los máxímetros se utiliza para registrar la energía utilizada en los periodos horarios considerados punta y llano, mientras que el otro máxímetro se encarga de registrar la energía utilizada en los horarios denominados valle.

El máxímetro que se utiliza para las horas punta y llano funciona como el método de 1 máxímetro, es decir, se obtiene la potencia del máxímetro 1 como la potencia de facturación del caso anterior.

El máxímetro 2 se utiliza para las horas valle y también se calcula con el método de 1 máxímetro. Para hallar la potencia de facturación se hace lo siguiente:

- Si la potencia de las horas valle es mayor que la de las horas puntas y llano:

$$P_F = P_{1,2} + 0.2 \times (P_{HV} - P_{1,2})$$

Donde:

P_F = Potencia facturada.

$P_{1,2}$ = Potencia a considerar en los periodos punta y llano aplicando el modo de 1 máxímetro.

P_{HV} = Potencia registrada en las horas valle.

- Si la potencia de las horas valle es menor que la de las horas punta y llano:

$$P_F = P_{1,2}$$

1.2.5.3 Con 3 máxímetros

En este método se utiliza un máxímetro para franja horaria, es decir, uno para las horas punta, otros para las horas llano y otro para las valle. Por lo tanto para el cálculo de cada máxímetro se hace lo hecho en el primer caso.

La potencia de facturación se calcula de la siguiente forma:

$$P_F = P_{HP} + 0.5 \times (P_{HLL} - P_{HP}) + 0.2 \times (P_{HV} - P_{HLL})$$

Donde:



P_F = Potencia facturada.

P_{HP} = Potencia registrada en las horas punta.

P_{HLL} = Potencia registrada en las horas llano.

P_{HV} = Potencia registrada en las horas valle.

Con esta fórmula tenemos que diferenciar los siguientes casos:

- Si la potencia de las horas llano es mayor que la de las punta:

$$P_F = P_{HP} + 0.2 \times (P_{HV} - P_{HLL})$$

- Si la potencia de las horas llano es mayor que la de las punta y la potencia de las horas llano también es mayor que la de las valle:

$$P_F = P_{HP}$$

- Si la potencia de las horas llano es mayor que la de las valle:

$$P_F = P_{HP} + 0.5 \times (P_{HLL} - P_{HP})$$

1.2.5.4 Solución adoptada

La potencia la contrataremos mediante el método de 1 máximo.

1.2.6 TARIFAS A ELEGIR

Con estas tarifas existen diferentes franjas horarias e incluso periodos anuales, y todos ellos quedan determinados por la empresa suministradora.

Si eliges el método de 1 máximo no hace falta elegir tarifa, ya que no hay discriminación horaria, por lo que la compañía establece otro término de potencia.

1.2.6.1 Triple tarifa A

Con esta tarifa tenemos, como ya se ha dicho, 3 franjas horarias distintas. Por lo tanto el día, que tiene 24 horas, queda dividido de la siguiente forma:

- Las horas punta serán 4 horas y el recargo económico en ellas será del 70%.
- Las horas llano serán 12 horas y no habrá ni recargo ni descuento.
- Las horas valle serán 8 horas y habrá un descuento del 43%.



1.2.6.2 Triple tarifa B

Al igual que en el anterior caso hay 3 franjas horarias para los días laborables (de lunes a sábado), mientras que hay un precio especial para festivos y domingos. De lunes a sábado:

- Las horas punta son 6 horas y tendrán un recargo del 100%.
- Las horas llano son 10 horas y no tendrán ni recargo ni descuento.
- Las horas valle son 8 horas y tendrán un descuento del 43%.

Festivos y domingos:

- Estos días se considerarán sus 24 horas como horas valle por lo que tendrán un descuento del 43%.

Esta tarifa beneficia mucho a las empresas que trabajan ininterrumpidamente los 7 días de la semana.

1.2.6.3 Estacional

En este caso, lo que ocurre es que se divide el año en cuatro periodos, de ahí su nombre, (pico (70 días), alto (80 días), medio (80 días) y bajo (135 días)) estos periodos a su vez, tienen una discriminación de horas punta, llano y valle.

El número de horas de cada una de las franjas horarias es exactamente igual al de la triple tarifa A, pero los recargos no:

- Si consumimos en las horas punta de los días pico el recargo es del 300%.
- Si consumimos en las horas punta de los días alto el recargo es del 100%.
- Si consumimos en las horas punta de los otros dos periodos o si consumimos en las horas llano de cualquiera de ellos, no hay ni recargo ni descuento.
- Si consumimos en las horas valle de cualquier periodo, el descuento será del 43%.

1.2.6.4 Solución adoptada

La tarifa que contrataremos será la triple tarifa A.



1.3 ILUMINACIÓN

1.3.1 INTRODUCCIÓN

La iluminación debe cumplir los requisitos para dotar de eficiencia, confort y seguridad al lugar de trabajo, tanto en las áreas de producción como en las de almacenamiento.

El objetivo principal de la iluminación de un lugar de trabajo en interior es crear unas condiciones visuales adecuadas, teniendo en cuenta las características propias de la tarea visual tales como la velocidad necesaria de visión, la complejidad de la misma, así como el propio local de trabajo. Las características principales que debe cumplir una buena iluminación son: no generar problemas de adaptación visual, incrementar la agudeza visual, no obstruir la tarea visual, permitir posturas cómodas, eliminar el efecto estroboscópico y generar la menor aportación térmica posible.

La experiencia demuestra que una buena iluminación en las fábricas y talleres resulta extremadamente eficaz a la hora de mejorar la productividad y la calidad. Una buena iluminación aumenta el confort y la seguridad del trabajador, reduce el índice de errores y estimula al personal. En resumen, la iluminación puede influir de manera indirecta, pero importante, en el nivel competitivo de empresas.

1.3.2 CONCEPTOS LUMINOTÉCNICOS

Para el estudio de la iluminación debemos tener en cuenta unos conceptos básicos sobre luminotecnica, que son los siguientes:

- **Flujo Radiante:** es la potencia emitida, transportada o recibida en forma de radiación. Su unidad es el watio [W].
- **Flujo Luminoso (Φ):** magnitud que deriva del flujo radiante al evaluar su acción sobre el observador. El flujo luminoso es la energía luminosa emitida por unidad de tiempo. Su unidad es el lúmen [lm]. Un lúmen es el flujo luminoso emitido por un foco puntual de una candela de intensidad sobre una porción esférica de 1 m^2 a la distancia de un metro.
- **Energía Radiante:** es la energía emitida, transportada o recibida en forma de radiación. Su unidad es el julio [J].
- **Cantidad de Luz:** es el flujo luminoso recibido durante un tiempo determinado. Su unidad es lúmenes partido tiempo; [lm/s], [lm/h]
- **Intensidad Luminosa (I):** es el flujo luminoso emitido en una dirección dada por unidad de ángulo sólido. Su unidad es la candela [cd].



- **Iluminancia (E):** es la densidad del flujo luminoso recibido por unidad de superficie. Su unidad es el lux [lux]. Un lux es la iluminancia producida por un flujo luminoso de 1lm que se distribuye uniformemente sobre una superficie de un m^2 .
- **Iluminancia Media (Em):** corresponde al promedio de valores de iluminancia medidos o calculados sobre un área determinada.
- **Luminancia:** es la relación entre la intensidad luminosa reflejada por cualquier superficie en una dirección determinada y el área proyectada, vista desde esa dirección. Su unidad es [cd/m^2].
- **Luminancia Media:** es la luminancia promedio, expresada en [cd/m^2], medido en una zona comprendida entre 60 y 100m frente a la posición del observador.
- **Rendimiento Luminoso o Eficiencia Luminosa (η):** se define como el cociente entre el flujo luminoso emitido por una fuente de luz y la potencia eléctrica que consume dicha fuente. Se expresa en lúmenes por watio; [lm/w]. Con el rendimiento se puede evaluar el ahorro energético que puede dar una lámpara respecto a otra. Desde el punto de vista del aprovechamiento energético, una lámpara será tanto más eficiente cuanto mayor sea su eficiencia luminosa. Algunos valores indicativos:
 - Incandescente estándar: (6 – 20) lm/W.
 - Incandescente con halógenos: (18 – 22) lm/W.
 - Con halogenuros metálicos: (65 - 85) lm/W.
 - Fluorescente: (40-100) lm/W.
 - De vapor de mercurio: (30 – 105) lm/W.
 - De sodio a alta presión: (80 – 130) lm/W.
 - De sodio a baja presión: (160 - 180) lm/W.
- **Temperatura de Color:** la temperatura de color de una fuente de luz se define comparando su color dentro del espectro luminoso con el de la luz que emitiría un cuerpo negro calentado a una temperatura determinada. Por este motivo, esta temperatura de color generalmente se expresa en kelvin, a pesar de no reflejar expresamente una medida de temperatura.

Existe una relación entre la temperatura de color y el nivel de iluminación de una determinada instalación de forma que para tener una sensación visual confortable, a bajas iluminaciones le deben corresponder lámparas con una baja temperatura de color y a altas iluminaciones, lámparas con una temperatura de color elevada.



APARIENCIA DE COLOR	TEMPERATURA DE COLOR
CALIDA	< 3.300 °K
INTERMEDIA	3.300 ÷ 5.000 °K
FRIA (LUZ DIA)	> 5.000 °K

Ejemplos de distintas temperaturas de color:

- Lámparas incandescentes: 3100 °K (cálida)
 - Lámparas halógenas: 3000-3200 °K (cálida)
 - Lámparas fluorescentes: 2700-3000 °K (cálida)
 - Lámparas fluorescentes: 3800-4200 °K (intermedia)
 - Lámparas fluorescentes 6500-7400 °K (fría)
 - Lámparas de vapor de mercurio: 3800-4500 °K (intermedia)
 - Lámparas de halogenuros metálicos: 4200-6500 °K (fría)
 - Lámparas de sodio alta presión: 2200 °K (cálida)
 - Lámparas halogenuros+sodio alta presión: 3300-3800 °K (intermedio)
- **Reproducción Cromática:** es la capacidad de una fuente de luz para reproducir los colores. Se mide con el concepto de índice de reproducción cromática R_a (índice de rendimiento de color), que es el grado de ajuste entre el aspecto coloreado de los objetos iluminados por la fuente considerada y el de los mismos objetos iluminados por una fuente de referencia. Se expresa por un número comprendido entre 0 y 100. Una fuente de luz con $R_a=100$ muestra todos los colores correctamente. Cuanto menor es el índice, peor es la reproducción cromática.
- Para estimar la calidad de reproducción cromática de una fuente de luz, se establece la siguiente escala de valores:
- $R_a < 50$: rendimiento bajo.
 - $50 < R_a < 80$: rendimiento moderado.
 - $80 < R_a < 90$: rendimiento bueno.
 - $90 < R_a < 100$: rendimiento excelente.
- **Índice de Deslumbramiento:** es una alteración del proceso de visión provocada por un estímulo excesivo y se manifiesta por disminución de agudeza visual, aumento del contraste mínimo perceptible y del tiempo de percepción, acomodación y reacción. Si la fuente de luz es primaria (lámparas, luminarias, ventanas, etc.) se denomina directo, y reflejado cuando se produce por la reflexión en superficies de gran reflectancia.

1.3.3 SISTEMAS DE ILUMINACIÓN

Los sistemas de iluminación se clasifican según la distribución del flujo luminoso por encima o por debajo del plano horizontal en que está la luminaria. En función de esta clasificación y en orden



creciente de flujo enviado por encima de la horizontal se dividen en iluminación directa, semidirecta, difusa, semiindirecta e indirecta.

- **Iluminación Directa:** se produce cuando todo el flujo de las lámparas va dirigido hacia el suelo. Es el sistema más económico de iluminación y el que ofrece mayor rendimiento luminoso. Por contra, el riesgo de deslumbramiento directo es muy alto y produce sombras duras poco agradables para la vista. Se consigue utilizando luminarias directas.
- **Iluminación Semidirecta:** la mayor parte del flujo luminoso se dirige hacia el suelo y el resto es reflejada en techo y paredes. En este caso, las sombras son más suaves y el deslumbramiento menor que el anterior. Sólo es recomendable para techos que no sean muy altos y sin claraboyas puesto que la luz dirigida hacia el techo se perdería por ellas.
- **Iluminación Difusa:** el flujo se reparte al cincuenta por ciento entre procedencia directa e indirecta. El riesgo de deslumbramiento es bajo y no hay sombras, lo que le da un aspecto monótono a la sala y sin relieve a los objetos iluminados. Para evitar pérdidas por absorción de la luz en el techo y paredes, es recomendable pintarlas con colores claros o mejor blancos.
- **Iluminación Semiindirecta:** se da cuando la mayor parte del flujo proviene del techo y paredes. Debido a esto, las pérdidas de flujo por absorción son elevadas y los consumos de potencia eléctrica también, lo que hace imprescindible pintar con tonos claros y blancos. Por el contrario, la luz es de buena calidad, produce muy pocos deslumbramientos y con sombras suaves que dan relieve a los objetos.
- **Iluminación indirecta:** cuando casi toda la luz va al techo. Es la más parecida a la luz natural pero es una solución muy cara puesto que las pérdidas por absorción son muy elevadas. Por ello es imprescindible usar pinturas de colores blancos con reflectancias elevadas.

1.3.4 MÉTODOS DE ILUMINACIÓN

Los métodos de alumbrado nos indican cómo se reparte la luz en las zonas iluminadas. Según el grado de uniformidad deseado, distinguiremos tres casos:

- **Alumbrado General:** proporciona una iluminación uniforme sobre toda el área iluminada. Es un método de iluminación muy extendido y se usa habitualmente en oficinas, centros de enseñanza, fábricas, comercios, etc. Se consigue distribuyendo las luminarias de forma regular por todo el techo del local.
- **Alumbrado General Localizado:** proporciona una distribución no uniforme de la luz de manera que esta se concentra sobre las áreas de trabajo. El resto del local, formado principalmente por



las zonas de paso se ilumina con una luz más tenue. Se consiguen así importantes ahorros energéticos puesto que la luz se concentra allá donde hace falta. Claro que esto presenta algunos inconvenientes respecto al alumbrado general. En primer lugar, si la diferencia de luminancias entre las zonas de trabajo y las de paso es muy grande se puede producir deslumbramiento molesto. El otro inconveniente es qué pasa si se cambian de sitio con frecuencia los puestos de trabajo; es evidente que si no podemos mover las luminarias tendremos un serio problema. Podemos conseguir este alumbrado concentrando las luminarias sobre las zonas de trabajo.

- **Alumbrado Localizado:** cuando necesitamos una iluminación suplementaria cerca de la tarea visual para realizar un trabajo concreto. El ejemplo típico serían las lámparas de escritorio. Recurriremos a este método siempre que el nivel de iluminación requerido sea superior a 1000 lux., haya obstáculos que tapen la luz proveniente del alumbrado general, cuando no sea necesaria permanentemente o para personas con problemas visuales. Un aspecto que hay que cuidar cuando se emplean este método es que la relación entre las luminancias de la tarea visual y el fondo no sea muy elevada pues en caso contrario se podría producir deslumbramiento molesto.

1.3.5 LÁMPARAS

Las fuentes de luz se pueden clasificar en tres grandes grupos. Dentro de cada uno de estos tres grupos existen a su vez diferentes lámparas en función de sus componentes.

1.3.5.1 Incandescentes

La luz se genera por incandescencia al hacer pasar una corriente eléctrica a través de un filamento que alcanza elevadas temperaturas. Sus principales características son:

- Factor de Potencia unidad.
- Rendimiento luminoso bajo (6-20 lm/W).
- Rendimiento de color excelente (100).
- Instalación sencilla y económica, no se requieren equipos auxiliares.
- Encendido y reencendido instantáneos.
- Ausencia de efecto estroboscópico. Aportación de calor considerable; este aspecto debe tenerse en cuenta en instalaciones que requieren gran número de puntos de luz.
- La temperatura de color es de 2700 K.
- Duración media de 1000 horas.

Constan de las siguientes partes:

- **Filamento:** Se realizan generalmente de wolframio. Su duración está condicionada por el fenómeno de la evaporización. A medida que se calienta, emite partículas que van



estrechándolo produciéndose finalmente la rotura. Con objeto de frenar la volatilización, se rellena la ampolla con un gas inerte a determinada presión, generalmente mezcla de argón (90%) y nitrógeno (10%). El empleo del gas tiene como inconveniente una mayor pérdida de calor en vacío, por lo que para reducir estas pérdidas se usan filamentos en espiral que presenta el máximo de superficie de irradiación con el mínimo de superficie.

- **Ampolla:** Tiene por objeto aislar el filamento del medio ambiente y permitir la evacuación del calor emitido por aquel. En general, son de vidrio blando soplado.
- **Casquillo:** Su misión es conectar la lámpara a la red de alimentación. Existen distintos tipos de casquillo como por ejemplo: casquillo rosca Edison, casquillo bayoneta...

Una variación de las lámparas incandescentes son las lámparas halógenas. Estas son lámparas incandescentes a las que se añade al gas de la ampolla una cantidad de halógenos (yodo o bromo generalmente) con objeto de crear una reacción química, un ciclo de regeneración del wolframio; así, se evita el problema que presentan las incandescentes convencionales, que pierden parte de su flujo luminoso con el paso del tiempo, como se ha comentado anteriormente.

Las ventajas principales de este tipo de lámparas frente a las incandescentes estándar son:

- Tienen una vida media útil que varía de entre 2000 y 4000 horas.
- Mejor eficacia luminosa.
- Factor de conservación más elevado en torno al 95% debido a la acción limpiadora que el yodo lleva a cabo en la pared de la ampolla.
- Dimensiones más reducidas.
- Temperatura de color superior y estable a lo largo de su vida útil. La temperatura de color varía entre los 2800 y 3200 K. Por tanto reproduce mejor los colores fríos del espectro.
- Son lámparas compactas, de alta luminancia, que se adaptan de forma óptima a diversos sistemas ópticos para controlar los haces de luz.

Los componentes de este tipo de lámparas son:

- **Filamento:** Se emplea el wolframio. Su proceso de fabricación es más delicado ya que debe quedar perfectamente rígido en la pequeña ampolla y debe tener gran pureza porque cualquier resto contaminante reacciona con el halógeno y se deposita en la ampolla.
- **Ampolla:** Puede ser de cuarzo o de vidrio duro capaz de soportar las altas temperaturas requeridas en el ciclo del halógeno.

- **Gas de llenado:** Las reducidas dimensiones de estas lámparas permiten utilizar gases inertes que mejoran la eficacia de la lámpara como el kriptón y el xenón, aunque en algunos casos se sigue empleando el argón.
- **Halógeno:** Estos elementos químicos se caracterizan por ser químicamente muy agresivos, es decir, se combinan con facilidad con otros elementos.
- **Casquillo:** Se emplean los tipos cerámicos, Edison, de espigas y de bayoneta.

1.3.5.2 Lámparas electroluminiscentes

Las lámparas electroluminiscentes son las que emiten radiación lumínica bajo la acción de una descarga eléctrica dentro de un gas.

Hay varios tipos que son los siguientes:

- **Diodos Emisores (LED):** cuando un led se encuentra en polarización directa, los electrones pueden recombinarse con los huecos en el dispositivo, liberando energía en forma de fotones. Este efecto es llamado electroluminiscencia y el color de la luz (correspondiente a la energía del fotón) se determina a partir de la banda de energía del semiconductor. Los leds presentan muchas ventajas sobre las fuentes de luz incandescente como un consumo de energía mucho menor, mayor tiempo de vida, tamaño más pequeño, gran durabilidad y fiabilidad. Por el contrario, son más caros. Se precisa de equipos auxiliares para conectarlas a la red.
- **Lámparas de Descarga:** las lámparas de descarga constituyen una forma alternativa de producir luz de una manera más eficiente y económica que las lámparas incandescentes. Por eso, su uso está tan extendido hoy en día. La luz emitida se consigue por excitación de un gas sometido a descargas eléctricas entre dos electrodos. Según el gas contenido en la lámpara y la presión a la que esté sometido tendremos diferentes tipos de lámparas, cada una de ellas con sus propias características luminosas:
- **Lámpara Fluorescentes:** son lámparas de vapor de mercurio a baja presión (0.8 Pa). Constan de un tubo de vidrio lleno de gas inerte y una pequeña cantidad de mercurio, inicialmente en forma líquida, y en cada uno de sus extremos va alojado un electrodo sellado herméticamente. Sus características principales son:
 - Con un periodo de funcionamiento de 3 horas por encendido, la duración útil de las lámparas se estima entre 5000 y 7000 horas, según los tipos. Para un tiempo de 6 horas, esta aumenta en un 25% y su fuera de 12 horas llegaría a aumentar en un 50%.



- Los tonos de color varían en función de las sustancias fluorescentes empleadas. Actualmente varían entre los 2700 y 8000 K.

Las lámparas fluorescentes necesitan para su funcionamiento la presencia de elementos auxiliares. Para limitar la corriente que atraviesa el tubo de descarga utilizan el balasto y para el encendido existen varias posibilidades que se pueden resumir en arranque con cebador o sin él. En el primer caso, el cebador se utiliza para calentar los electrodos antes de someterlos a la tensión de arranque. En el segundo caso tenemos las lámparas de arranque rápido en las que se calientan continuamente los electrodos y las de arranque instantáneo en que la ignición se consigue aplicando una tensión elevada.

- **Fluorescentes Compactas:** son un tipo de lámpara fluorescente que se puede usar con casquillos estándar con rosca Edison estándar y están concebidas para sustituir a las lámparas incandescentes. Llevan incorporado el balasto y el cebador. Las características principales de este tipo de lámparas son:
 - Consumen tan solo un 25% de la energía de una lámpara incandescente.
 - Tienen una vida media útil de 5000 horas.
 - Temperatura de color 2700 K, muy próxima a la de la lámpara incandescente.
 - Muy buen rendimiento cromático y se fabrican una gran variedad de potencias.
- **Lámparas de Vapor de Mercurio:** el funcionamiento de este tipo de lámparas es el siguiente: se conecta la lámpara a través del balasto, se aplica una diferencia de potencial entre los electrodos principal y auxiliar o de arranque, lo que hace que entre ellos y a través del argón contenido en el bulbo de descarga, salte un pequeño arco. El calor generado vaporiza el mercurio permitiendo el establecimiento del arco entre los dos electrodos principales a través de la atmósfera de vapor de mercurio.

Las características principales de este tipo de lámparas son:

- La luz de estas lámparas tiene muy mala reproducción cromática por lo que la ampolla se recubre de sustancias que aprovechan las radiaciones ultravioleta y, por el efecto fluorescente, emiten radiaciones rojas que completan su distribución espectral.
- El rendimiento es muy superior a las lámparas incandescentes varía entre 40 y 60 lm/W.
- Tienen una temperatura de color que varía entre los 3800 y los 4500 K.
- Rendimiento de color que varía entre 40 y 45.
- El encendido no es instantáneo, precisan de un cierto tiempo (4 minutos) para que la lámpara alcance su máxima emisión. Además durante el periodo de arranque absorben una corriente de 150% del valor nominal.

- El reencendido tampoco es instantáneo (5 minutos) debiéndose esperar a que se condense el mercurio para cebar de nuevo el arco.
- La vida media es del orden de las 16000 horas.

Los componentes de este tipo de lámparas son:

- Tubo de descarga: se emplea cuarzo debido a las altas temperaturas a que funciona para conseguir la presión del vapor. Está provisto de dos electrodos principales y uno o dos auxiliares y en su interior se encuentra una determinada cantidad de argón y unas gotas de mercurio.
 - Ampolla: la ampolla exterior sirve para proteger el tubo de descarga y permitir el equilibrio necesario para un correcto funcionamiento.
 - Casquillo: generalmente es de rosca tipo Edison.
- **Lámparas de Luz de Mezcla:** las lámparas de luz de mezcla son una combinación de una lámpara de mercurio a alta presión con una lámpara incandescente y habitualmente, un recubrimiento fosforescente. El resultado de esta mezcla es la superposición, al espectro del mercurio, del espectro continuo característico de la lámpara incandescente y las radiaciones rojas provenientes de la fosforescencia.

Las características de este tipo de lámparas son:

- Su eficacia se sitúa entre 20 y 60 lm/W.
 - Ofrecen un rendimiento del color de 60 y una temperatura de color de 3600 K.
 - Su vida media es de 6000 horas.
 - No necesitan balasto, el propio filamento actúa como limitador de corriente.
- **Lámparas de Halogenuros Metálicos:** su constitución es similar a las de vapor de mercurio de alta presión, conteniendo halogenuros (indio, talio, etc.) que mejoran la eficacia y el rendimiento de color. No producen apenas radiaciones ultravioletas por lo que se construyen normalmente transparentes y con ampollas cilíndricas. Las condiciones de funcionamiento son similares a las de vapor de mercurio. Este tipo de lámparas tiene una gran variedad de aplicaciones tanto en interior como en exterior.

Las características principales de este tipo de lámparas son:

- Debido a los halogenuros necesitan tensiones de encendido de 1,5 a 5 kV, producidas por el correspondiente cebador.
- Tiempos de encendido de unos 10 minutos.
- Algunos tipos permiten el reencendido inmediato en caliente mediante el empleo de arrancadores, que producen picos de tensión de 35 a 60 kV.
- Tienen una temperatura de color de 6000 K.
- Elevado rendimiento luminoso entre 70 y 90 lm/W.
- Buena reproducción cromática.

- **Lámparas de Vapor de Sodio a Baja Presión:** en estas lámparas la descarga eléctrica se produce a través del metal sodio a baja presión. Al conectar la lámpara se produce una descarga a través del neón cuyo calor generado produce la vaporización progresiva del sodio, pasándose a efectuar la descarga a través del mismo.

Sus principales características son:

- La tensión de encendido varía entre 500 a 1500 V, por lo que se precisa de equipo auxiliar para su encendido.
 - El tiempo de encendido es de 10 minutos y el reencendido de unos 3 a 7 minutos.
 - Emiten una luz monocromática cercana al amarillo.
 - La vida media es de unas 6000 horas.
 - Tienen un elevado rendimiento luminoso, entre 160 y 180 lm/W.
 - Su rendimiento de color es muy malo, haciendo muy difícil la apreciación de los colores de los objetos.
- **Lámparas de Sodio a Alta Presión:** desarrolladas con el objeto de mejorar el tono y la reproducción de la luz, ya que su distribución espectral permite distinguir todos los colores de la radiación visible.

Las características principales de este tipo de lámparas son:

- Tienen un rendimiento luminoso elevado que varía entre los 80 y 130 lm/W.
- La tensión de encendido varía entre 3 y 5 kV, por lo que es necesario un elemento extra llamado ignitor, que es una especie de cebador.
- El tiempo de encendido es corto y el tiempo de reencendido dura menos de un minuto.
- La temperatura de color es de 2200 K.
- El índice de reproducción cromática es 27.
- La vida media es de 9000 horas.
- Se emplean en alumbrado público, industrial en naves altas, campos de fútbol y polideportivos.

1.3.5.3 Lámparas de inducción:

Consiste en incidir un campo electromagnético en una atmosfera gaseosa, por medio de una bobina a alta frecuencia, de manera que el campo producido sea capaz de excitar los átomos de mercurio de un plasma de gas. La radiación obtenida es ultravioleta por lo que hay que recubrir la ampolla de la lámpara con una sustancia fluorescente que la transforme en visible.

Las características principales de este tipo de lámparas son:

- El rendimiento luminoso es de 70 lm/W.

- La vida útil es de 60000 horas.
- Se emplean en lugares de difícil acceso para las sustituciones y aplicaciones de largos periodos de funcionamiento.

A continuación veremos una serie de tablas donde vendrán resumidas las principales características de cada tipo de lámpara así como ventajas de unas respecto a otras y sus principales usos:

TIPO DE LÁMPARA	POTENCIA(w)	FLUJO(LM)	EFICACIA(LM/W)
Incandescente	1-200	6-4000	8-20
Halógena	3-100	36-2200	18-22
Fluorescente Tubular	4-215	1000-15500	40-93
Fluorescente Compacta	5-36	250-2900	50-82
Vapor de Mercurio	50-2000	1800-125000	40-58
Sodio Alta Presión	50-1000	3500-130000	60-95
Sodio Baja Presión	18-180	1800-33000	100-183
Halogenuros Metálicos	75-3500	5000-300000	60-95
Inducción	55-85	3500-6000	64-71

TIPO DE LÁMPARA	VIDA	COLOR	TEMPERATURA(K)	Ra	ENCENDIDO	REENCENDIDO
Incandescente	1000	Amarillo	2600-2800	100	Instantáneo	Instantáneo
Halógena	2000	Amarillo-Blanco	3000	100	Instantáneo	Instantáneo
Fluorescente Tubular	12000	Blancos	2600-6500	50-97	2-3s	2-3s
Fluorescente Compacta	6000	Blanco-Cálido	2700	80	1s	1s
Vapor de Mercurio	16000	Blanco	4000-4500	50	5 min	7 min
Sodio Alta Presión	16000	Blanco-Amarillo	2100	25	7 min	Instantáneo
Sodio Baja Presión	10000	Amarillo	1800	No aplicable	12 min	20 min

1. Memoria

Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



Halogenuros Metálicos	1000-6000	Blanco-Frío	4800-6500	67-95	2 min	7 min
Inducción	60000	Blancos	2700-4000	80	Instantáneo	Instantáneo

TIPO	VENTAJAS	DESVENTAJAS	USO RECOMENDADO
Incandescente	<ul style="list-style-type: none"> - Buena reproducción cromática. - Encendido instantáneo. - Variedad de potencias. - Bajo coste de adquisición. - Facilidad de instalación. - Apariencia de color cálido. 	<ul style="list-style-type: none"> - Reducida eficacia luminosa. - Corta duración. - Elevada emisión de calor. 	<ul style="list-style-type: none"> - Alumbrado interior. - Alumbrado de acentuación. - Casos especiales de muy buena reproducción cromática.
Halógenas	<ul style="list-style-type: none"> - Buena reproducción cromática. - Encendido instantáneo. - Variedad de tipos. - Coste de adquisición. - Facilidad de instalación. - Elevada intensidad luminosa. - Apariencia de color cálida. 	<ul style="list-style-type: none"> - Reducida eficacia luminosa. - Corta duración. - Elevada emisión de calor. 	<ul style="list-style-type: none"> - Alumbrado interior. - Reduce decoloración (filtro UV). - En bajo voltaje, con equipos electrónicos. - Con reflector dicroico (luz fría) con reflector aluminio (menor carga térmica).
Fluorescentes estándar	<ul style="list-style-type: none"> - Buena eficacia luminosa. - Larga duración. - Bajo coste de adquisición. - Variedad de apariencias de color. - Distribución luminosa adecuada para utilización de interiores. - Posibilidad de buena reproducción de colores. - Mínima emisión de calor. 	<ul style="list-style-type: none"> - Dificultad de control de temperatura de color en las reposiciones. - Sin equipos electrónicos puede dar problemas, retardo de estabilización, etc. - Dificultad de lograr contrastes e iluminación de acentuación. - Forma y tamaño, para algunas aplicaciones. 	<ul style="list-style-type: none"> - Alumbrado interior. - Con equipos electrónicos. - Bajo consumo. - Aumenta la duración - Menor depreciación - Ausencia de interferencias
Fluorescentes	-Buena eficacia	-Variaciones de flujo con la	-Sustitución de lámparas



compactas	<ul style="list-style-type: none"> -luminosa -Larga duración -Facilidad de aplicación en iluminación compactas -Mínima emisión de calor -Variedad de tipos -Posibilidad de buena reproducción cromática 	<ul style="list-style-type: none"> -temperatura -Coste de adquisición medio-alto -Retardo en alcanzar máximo flujo (> 2 minutos) -Acortamiento vida por mínimo de encendidos 	<ul style="list-style-type: none"> -incandescentes -Consumo para flujos equivalentes es un 20 % y duran 10 veces más
Vapor de mercurio	<ul style="list-style-type: none"> -Eficacia luminosa -Larga duración -Flujo luminoso unitario importante en potencias altas -Variedad de potencias posibilidad de utilizar a doble nivel 	<ul style="list-style-type: none"> -En ocasiones alta radiación UV -Flujo luminoso no instantáneo -Depreciación del flujo importante 	<ul style="list-style-type: none"> -Alumbrado exterior e industrial -En aplicaciones especiales con filtros UV -Lámparas de color mejorado
Halogenuros metálicos	<ul style="list-style-type: none"> -Buena eficacia luminosa -Duración media -Flujo luminoso unitario importante en potencias altas -Variedad de potencias -Casos de reducidas dimensiones 	<ul style="list-style-type: none"> -Alta depreciación del flujo -Sensibilidad a variaciones de tensión -Requiere equipos especiales para arranque en caliente -Dificultad de control de apariencias de color en reposición -Flujo luminoso no instantáneo -Poca estabilidad de color 	<ul style="list-style-type: none"> -En alumbrado deportivo o monumental -Con equipo especial para encendido en caliente
Sodio baja presión	<ul style="list-style-type: none"> - Excelente eficacia luminosa - Larga duración - Reencendidos instantáneos en caliente 	<ul style="list-style-type: none"> - Muy mala reproducción cromática - Flujo luminoso no instantáneo - Sensibilidad a subestaciones 	<ul style="list-style-type: none"> - En alumbrado de seguridad - En alumbrado de túneles
Sodio alta presión	<ul style="list-style-type: none"> - Muy buena eficacia luminosa - Larga duración - Aceptable rendimiento de color en tipos especiales - Poca depreciación de flujo - Posibilidad de reducción de flujo 	<ul style="list-style-type: none"> - Mala reproducción cromática en versión estándar - Estabilización no instantánea - En potencias pequeñas gran sensibilidad a sobretensión - Equipos especiales para reencendido en caliente 	<ul style="list-style-type: none"> - En alumbrado exterior - En alumbrado interior industrial - En alumbrado de túneles



Ámbito de uso	Tipos de lámparas más utilizados
Doméstico	<ul style="list-style-type: none"> - Incandescente. - Fluorescente. - Halógenas de baja potencia. - Fluorescentes compactas.
Oficinas	<ul style="list-style-type: none"> - Alumbrado general: fluorescentes. - Alumbrado localizado: incandescentes y halógenas de baja tensión.
Comercial (Depende de las dimensiones y características del comercio)	<ul style="list-style-type: none"> - Incandescentes. - Halógenas. - Fluorescentes. - Grandes superficies con techos altos: mercurio a alta presión y halogenuros metálicos.
Industrial	<ul style="list-style-type: none"> - Todos los tipos. - Luminarias situadas a baja altura (≤ 6 m): fluorescentes. - Luminarias situadas a gran altura (> 6 m): lámparas de descarga a alta presión montadas en proyectores, - Alumbrado localizado: incandescentes.
Deportivo	<ul style="list-style-type: none"> - Luminarias situadas a baja altura: fluorescentes. - Luminarias situadas a gran altura: lámparas de vapor de mercurio a alta presión, de vapor de sodio a alta presión y halogenuros metálicos.

1.3.6 LUMINARIAS

Las luminarias son aparatos que sirven de soporte y conexión a la red eléctrica a las lámparas. Como esto no basta para que cumplan eficientemente su función, es necesario que cumplan una serie de características ópticas, mecánicas y eléctricas entre otras. A nivel de óptica, la luminaria es responsable del control y la distribución de la luz emitida por la lámpara. Es importante, pues, que en el diseño de su sistema óptico se cuide la forma y distribución de la luz, el rendimiento del conjunto lámpara-luminaria y el deslumbramiento que pueda provocar en los usuarios. Otros requisitos que deben cumplir las luminarias es que sean de fácil instalación y mantenimiento. Para ello, los materiales empleados en su construcción han de ser los adecuados para resistir el ambiente en que deba trabajar la luminaria y mantener la temperatura de la lámpara dentro de los límites de funcionamiento. Todo esto sin perder de vista aspectos no menos importantes como la economía o la estética.

Constan de los siguientes componentes:

- **Armadura o carcasa:** Es el elemento físico mínimo que sirve de soporte y delimita el volumen de la luminaria conteniendo todos sus elementos.



- **Equipo eléctrico:** Sería adecuado a los distintos tipos de fuentes de luz artificial y en función de la siguiente clasificación:
 - Incandescentes normales sin elementos auxiliares.
 - Halógenas de alto voltaje a la tensión normal de la red, o de bajo voltaje con transformador o fuente electrónica.
 - Fluorescentes con reactancias o balastos, condensadores e ignitores, o conjuntos electrónicos de encendido y control.
 - De descarga con reactancias o balastos, condensadores e ignitores, o conjuntos electrónicos de encendido y control.

- **Reflectores:** Son determinadas superficies en el interior de la luminaria que modelan la forma y dirección del flujo de la lámpara. La mayoría de las luminarias convencionales van provistas de un reflector de una u otra forma con objeto de crear una distribución adecuada de la luz. Pero debemos de tener en cuenta, que un reflector solo controla parte de la luz emitida. En función de cómo se emita la radiación luminosa pueden ser:
 - Simétrico o asimétrico.
 - Concentrador o difusor.
 - Frio (con reflector dicróico) o normal.
 - Dispersor: Este tipo de reflector se utiliza en alumbrado de exhibición y en algunos tipos de proyectores, donde sea particularmente importante una distribución de luz bien definida pero uniforme.
 - Difusor: Este tipo de reflector se utiliza en iluminación interior, en general para proporcionar niveles de luminancias bastantes uniformes.
 - Especular (con escasa dispersión luminosa) o no especular (con dispersión de flujo). La reflexión especular es aquella situación en la que se cumplen las leyes de la reflexión. Estas leyes establecen que los rayos incidentes, reflejados y la normal a la superficie se encuentran en el mismo plano, y que el ángulo de reflexión es igual al de incidencia. Existen varios tipos de reflectores especulares:
 - Circular: Se emplea en sistemas de proyección y luces puntuales de estudio, con el objetivo de aumentar la intensidad de la luz focalizada por el sistema de lentes.
 - Parabólico: La propiedad fundamental del espejo reflector de sección transversal parabólica consiste, en que una fuente de luz puntual, situada en su foco, dará lugar a un haz paralelo de rayos reflejados. Los reflectores parabólicos se emplean mucho en alumbrado interior por proyección.
 - Elíptico: Los reflectores elípticos tienen como propiedad de que si una fuente de luz se coloca sobre uno de sus focos, todos los rayos reflejados pasan por el segundo foco a foco conjugado. Estos reflectores se utilizan en alumbrado arquitectónico.



- Hiperbólico: El reflector de sección hiperbólica produce un haz divergente, pero por ser poco profundo resulta difícil de apantallar.
- **Difusores:** el elemento de cierre o recubrimiento de la luminaria en la dirección de la radiación luminosa. Los tipos más usuales son:
 - Opal liso (blanca) o prismática (metacrilato traslúcido).
 - Lamas o reticular (con influencia directa sobre el ángulo de apantallamiento).
 - Especular o no especular (con propiedades similares a los reflectores).
- **Filtros:** en posible combinación con los difusores sirven para potenciar o mitigar determinadas características de la radiación luminosa.

Las principales características que se suelen exigir a una luminaria son las siguientes:

- **Características ópticas:**
 - Tener una repartición luminosa adaptada a su utilización.
 - La luminancia tiene que ser menor o igual que un valor determinado en una dirección de observación. Es decir, que deslumbre poco.
 - Tener un rendimiento luminoso elevado.
- **Características eléctricas y mecánicas:**
 - Construcción eléctrica que permita su uso sin riesgo de descargas.
 - Equipo eléctrico adecuado que permita su colocación y mantenimiento de forma sencilla.
 - Calentamiento compatible con su constitución y su utilización.
 - Resistencia mecánica suficiente.
 - Que este fabricado en un material adaptado a su utilización y entorno.
 - Facilidad de montaje y limpieza.
 - Proteger eficazmente las lámparas y el equipo eléctrico contra el polvo, la humedad y otros agentes atmosféricos.

Otros conceptos luminotécnicos a tener en cuenta al calcular la iluminación son los siguientes:

- **Coefficiente de utilización:** El coeficiente de utilización es la relación ente el flujo de la zona a iluminar y el flujo luminoso instalado por metro cuadrado. Este valor está íntimamente relacionado con el índice del local, es decir con las características geométricas del local. También dependerá en gran medida del color y la textura de las paredes, sobre todo en locales pequeños.

- **Factor de mantenimiento:** El factor de mantenimiento de la luminaria tiene en cuenta la disminución del flujo luminoso de la luminaria a consecuencia del ensuciamiento de esta última. Viene a ser la relación entre el rendimiento de una luminaria al momento de la limpieza y el valor inicial. Depende de la forma de construcción de la luminaria y de la posibilidad de ensuciamiento que conlleva, es decir, dependerá del grado de suciedad ambiental y de la frecuencia de la limpieza del local.

La estimación de este coeficiente debe hacerse teniendo en cuenta diversos factores relativos a la instalación, tales como el tipo de luminaria, grado de polvo y suciedad existente en la nave a iluminar, tipo de lámparas utilizadas, número de limpiezas anuales y frecuencia en la reposición de las lámparas defectuosas.

Para una limpieza anual de las luminarias se puede tomar los siguientes valores:

Ambiente	Factor de mantenimiento
Limpio	0,8
Sucio	0,6

1.3.6.1 Clasificación de las luminarias

Las luminarias pueden clasificarse de diversas maneras, aunque lo más común es clasificarlas según criterios ópticos, eléctricos y mecánicos.

- **Clasificación según criterios ópticos**

Una primera manera de clasificar las luminarias es según el porcentaje del flujo luminoso emitido por encima y por debajo del plano horizontal que atraviesa la lámpara. Es decir, dependiendo de la cantidad de luz que ilumine hacia el techo o al suelo. Según esta clasificación se distinguen cinco clases.

Las cinco clases están ya explicadas en el apartado 3.3 de este documento.

- **Clasificación según las características mecánicas de la lámpara**

Las luminarias se clasifican según el grado de protección contra el polvo, los líquidos y los golpes. En estas clasificaciones, según las normas nacionales (UNE 20324) e internacionales, las luminarias se designan por las letras **IP** seguidas de tres dígitos. El primer número va de 0 (sin protección) a 6 (máxima protección) e indica la protección contra la entrada de polvo y cuerpos sólidos en la luminaria.

El segundo va de 0 a 8 e indica el grado de protección contra la penetración de líquidos. Por último, el tercero da el grado de resistencia a los choques.

• Clasificación según las características eléctricas de la lámpara

Según el grado de protección eléctrica contra los contactos eléctricos se dividen en cuatro tipos:

- Clase 0: aislamiento normal sin toma de tierra.
- Clase I: aislamiento normal y toma de tierra.
- Clase II: doble aislamiento sin toma de tierra.
- Clase III: luminarias para conectar a circuitos de muy baja tensión, sin otros circuitos internos o externos que operen a otras tensiones distintas a la mencionada.

• Otras clasificaciones

Existen otro tipo de clasificaciones, por ejemplo, según la aplicación a la que esté destinada la luminaria (alumbrado peatonal, industrial, oficinas...); o según el tipo de lámparas empleado (para incandescente, fluorescentes...).

1.3.6.2 Niveles de iluminación recomendados

Los niveles de iluminación son determinados por la satisfacción de tres necesidades básicas como son:

- Confort visual; en el que los trabajadores tienen una sensación de bienestar, de un modo indirecto también contribuye a un elevado nivel de productividad.
- Prestaciones visuales; en el que los trabajadores son capaces de realizar sus tareas visuales, incluso en circunstancias difíciles y durante periodos más largos.
- Seguridad.

Así pues, teniendo en cuenta estas necesidades y la UNE 12464.1, Norma Europea sobre Iluminación para Interiores, y la Directiva 2002/91/CE relativa a la Eficiencia Energética de los Edificios, y que regula los niveles de iluminancia media E_m , límites de deslumbramiento UGR_L y rendimientos de colores mínimos R_a , se establecen los niveles de iluminación recomendados según el tipo de actividad a realizar. (Nos centraremos únicamente en las utilizadas en nuestro proyecto)

Oficinas

Tipo, Tarea	E_m (lux)	UGR_L	R_a	Observaciones
Archivos, copias	300	19	80	
Escritura, lectura, tratamiento de datos	500	19	80	



Dibujo técnico	750	16	80	
Puestos CAD	500	19	80	
Sala de conferencias, reuniones	500	19	80	Iluminación confortable
Recepción	300	22	80	
Archivos	200	25	80	

Actividades industriales: Trabajo y tratamiento de metales

Tipo	Em (lux)	UGR_L	Ra	Observaciones
Forja en troquel abierto	200	25	60	
Estampación en caliente y soldadura	300	25	60	
Mecanización basta y media	300	22	60	
Mecanización de precisión	500	19	60	
Trazado, inspección	750	19	60	
Talleres de estirado de hilos y tubos	300	25	60	
Mecanización de chapa	200	25	60	
Fabricación de herramientas de corte	750	19	60	
Montaje basto	200	25	80	
Montaje medio	300	25	80	
Montaje fino	500	22	80	
Montaje de precisión	750	19	80	
Galvanización	300	25	80	
Preparación de superficies y pintura	750	25	80	
Fabricación de herramientas, mecánica de precisión	1000	19	80	

Zonas de tráfico y áreas comunes

Tipo	Em (lux)	UGR_L	Ra	Observaciones
------	----------	---------	----	---------------

Área de circulación y pasillos	100	28	40	Iluminancia a nivel del suelo Ra y UGR _L similares a áreas adyacentes
Escaleras	150	25	40	
Salas de descanso	100	22	80	
Vestuario, servicios	200	25	80	
Sala de material, sala de mecanismos	200	25	60	
Cuadro de contadores	100	22	80	
Almacenes	100	25	60	200 lux si está ocupado en continuo

1.3.7 CÁLCULO DEL ALUMBRADO INTERIOR

Para la realización del cálculo del alumbrado interior se ha utilizado el programa DIALUX, así como diversas bases de datos de distintos fabricantes de lámparas y luminarias, para comparar unas con otras hasta buscar la solución óptima para nuestra instalación.

El programa DIALUX realiza el cálculo basándose en el método de los lúmenes que consiste en calcular el valor medio en servicio de la iluminancia en un local iluminado con alumbrado general. Los pasos del método de los lúmenes son los siguientes; primero se realiza la entrada de datos, se calcula el número de luminarias y el emplazamiento de las mismas, se comprueba que cumplen los requisitos, si lo hace se deja como está, si no los cumplen, se prueba con lámparas menos potentes o se cambia el tipo de luminaria.

Para que el programa realice los cálculos correctamente es necesario conocer e introducir los datos de entrada correctamente. Estos datos serán introducidos por el usuario, y serán diferentes en cada local a iluminar dependiendo de la actividad realizada en cada uno y son los siguientes:

- Dimensiones del local: se dibujará un plano de cada zona del local a iluminar con todas sus dimensiones, incluidas la altura del plano de trabajo.
- Iluminancia Media Em (lux): sacada de las tablas del punto 1.3.8, dependerá de la zona a iluminar y el trabajo realizado.
- Coeficiente de reflexión en techo, paredes y suelo: son unos coeficientes que se encuentran tabulados normalmente y serán unos u otros dependiendo del color de cada zona.

Utilizaremos los datos de la siguiente tabla:



	Color	Factor de reflexión (ρ)
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

- Factor de mantenimiento: dependerá del grado de suciedad ambiental y de la frecuencia de la limpieza del local. Tomaremos los siguientes valores:
 - Local muy limpio, ciclo de mantenimiento anual 0.80
 - Local limpio, ciclo de mantenimiento de 3 años 0.67
 - Local contaminado 0.50

A partir de estos datos, tendremos que elegir a continuación el tipo de lámpara y luminaria que mejor se adapte a las características del local que queremos iluminar. Una vez introducidos todos los datos, el programa realiza los cálculos necesarios dándonos unas tablas indicando el número de luminarias necesarias su distribución y altura, así como los datos de cada lámpara, iluminancias medias, potencias, y todos los datos necesarios para poder realizar la instalación

Por último comprobaremos que la iluminancia media obtenida en la instalación diseñada es igual o superior a la recomendada en las tablas y que el tipo de lámpara y luminaria es la adecuada para nuestro local.

1.3.7.1 Solución adoptada

En toda la nave hemos utilizado un sistema de iluminación directa, ya que es el más apropiado dada la actividad a realizar y desde el punto de vista económico.

El método de alumbrado elegido en toda la nave ha sido el alumbrado general, debido a que es el más adecuado para este local.

Para la iluminación de las diferentes zonas de la instalación se han escogido diferentes lámparas en función del uso y la actividad para la cual están destinadas. Así pues, en la mayor parte de la

1. Memoria

Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



instalación se utilizarán lámparas fluorescentes tubulares, debido a su buena eficacia luminosa, y a su reducido coste. En la entrada, comedor, vestuarios, aseos pequeños, W.C y duchas se han empleado lámparas fluorescentes compactas.

Debido a la entrada en vigor de la nueva directiva europea sobre diseño ecológico Directiva nº 245/2009 se ha desechado la idea de la utilización de lámparas incandescentes ya que se está prohibiendo progresivamente su utilización, así como muchos tipos de halógenas y otros tipos de lámparas que ya habíamos descartado su uso.

Como se ha mencionado anteriormente, se ha utilizado el programa DIALUX para el cálculo de la iluminación de la nave. En el archivo anexo al documento cálculos llamado Cálculo de Iluminación con Dialux se indican detalladamente todos los tipos de lámparas y luminarias empleados así como sus características. No obstante a continuación se muestra una tabla resumen de todos ellos. Son todos de la marca PHILIPS.

Nombre de la zona	Tipo de lámpara	Modelo de lámpara	Potencia nominal de cada lámpara (W)
Entrada	Fluorescente compacta compacta	Philips Master PL-C 18W/840/4P 1CT	18
Recepción	Fluorescente tubular	Philips Master TL-D Super 80 18W/840 1SL	18
Aseo 1	Fluorescente compacta	Philips Master PL-C 18W/840/4P 1CT	18
WC 1	Fluorescente compacta	Philips Master PL-C 18W/840/4P 1CT	18
WC 2	Fluorescente compacta	Philips Master PL-C 18W/840/4P 1CT	18
Finanzas	Fluorescente tubular	Philips Master TL-D Super 80 18W/840 1SL	18
Gerencia	Fluorescente tubular	Philips Master TL-D Super 80 18W/840 1SL	18
RR.HH	Fluorescente tubular	Philips Master TL-D Super 80 18W/840 1SL	18
Aseo 2	Fluorescente compacta	Philips Master PL-C 18W/840/4P 1CT	18
WC 3	Fluorescente compacta	Philips Master PL-C 18W/840/4P 1CT	18
WC 4	Fluorescente compacta	Philips Master PL-C 18W/840/4P 1CT	18

1. Memoria

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



Miguel Onwu Villafranca

Dirección técnica	Fluorescente tubular	Philips Master TL-D Super 80 18W/840 1SL	18
Proceso	Fluorescente tubular	Philips Master TL-D Super 80 18W/840 1SL	18
Oficina técnica mecánica	Fluorescente tubular	Philips Master TL-D Super 80 18W/840 1SL	18
Sala 1	Fluorescente tubular	Philips Master TL-D Super 80 18W/840 1SL	18
Comedor	Fluorescente compacta	Philips Master PL-C 18W/840/4P 1CT	18
Entrada personal	Fluorescente tubular	Philips Master TL5 HE Xtra Eco 13=14W/840 1SL	12,5
Vestuarios	Fluorescente compacta	Philips Master PL-C 18W/840/4P 1CT	18
Cuadro eléctrico	Fluorescente tubular	Philips Master TL5 HE Xtra Eco 13=14W/840 1SL	12,5
Equipo limpieza	Fluorescente tubular	Philips Master TL5 HE Xtra Eco 13=14W/840 1SL	12,5
Botiquín	Fluorescente tubular	Philips Master TL5 HE Xtra Eco 13=14W/840 1SL	12,5
Aseo 3	Fluorescente compacta	Philips Master TL5 HE Xtra Eco 13=14W/840 1SL	12,5
Ducha 1	Fluorescente compacta	Philips Master PL-C 18W/840/4P 1CT	18
Ducha 2	Fluorescente compacta	Philips Master PL-C 18W/840/4P 1CT	18
Ducha 3	Fluorescente compacta	Philips Master PL-C 18W/840/4P 1CT	18
WC 5	Fluorescente compacta	Philips Master PL-C 18W/840/4P 1CT	18
WC 6	Fluorescente compacta	Philips Master PL-C 18W/840/4P 1CT	18
WC 7	Fluorescente compacta	Philips Master PL-C 18W/840/4P 1CT	18
WC 8	Fluorescente compacta	Philips Master PL-C 18W/840/4P 1CT	18
Pasillo 3	Fluorescente tubular	Philips Master TL5 HE Xtra Eco 13=14W/840 1SL	12,5
Comercial	Fluorescente tubular	Philips Master TL-D Super 80 18W/840 1SL	18
Pasillo 2	Fluorescente tubular	Philips Master TL5 HE Xtra Eco 13=14W/840 1SL	12,5
Dirección	Fluorescente tubular	Philips Master TL-D Super 80	18

1. Memoria

Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



industrial		18W/840 1SL	
Distribuidor	Fluorescente tubular	Philips Master TL5 HE Eco 19=21W/840 1SL	18,7
Pasillo 4	Fluorescente tubular	Philips Master TL5 HE Xtra Eco 13=14W/840 1SL	12,5
Industrial	Fluorescente tubular	Philips Master TL-D Super 80 18W/840 1SL	18
Archivo	Fluorescente tubular	Philips Master TL-D Super 80 18W/840 1SL	18
Electrotecnia	Fluorescente tubular	Philips Master TL-D Super 80 18W/840 1SL	18
Compras	Fluorescente tubular	Philips Master TL-D Super 80 18W/840 1SL	18
Pasillo 5	Fluorescente tubular	Philips Master TL5 HE Xtra Eco 13=14W/840 1SL	12,5
Pasillo 1	Fluorescente tubular	Philips Master TL5 HE Xtra Eco 13=14W/840 1SL	12,5
Servidores	Fluorescente tubular	Philips Master TL-D Super 80 18W/840 1SL	18
Sistemas	Fluorescente tubular	Philips Master TL-D Super 80 18W/840 1SL	18
Multiusos	Fluorescente tubular	Philips Master TL-D Super 80 18W/840 1SL	18
Pasillo 6	Fluorescente tubular	Philips Master TL5 HE Xtra Eco 13=14W/840 1SL	12,5
Sala consejo	Fluorescente tubular	Philips Master TL-D Super 80 18W/840 1SL	18
Control	Fluorescente tubular	Philips Master TL-D Super 80 18W/840 1SL	18
Administración	Fluorescente tubular	Philips Master TL-D Super 80 18W/840 1SL	18
Taller	Fluorescente tubular	Philips Master TL5 HO Xtra 54W/840 1SL	54,1
Almacén	Fluorescente tubular	Philips Master TL5 HO Xtra 54W/840 1SL	54,1
Centro de Transformación	Fluorescente tubular	Philips Master TL5 HE Xtra Eco 13=14W/840 1SL	12,5

1. Memoria

Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



Nombre de la zona	Tipo de iluminación	Tipo de luminaria	Montaje luminaria
Entrada	Directa, General	PHILIPS FBS261 1xPL-C/4P18W HFP C	Empotrado
Recepción	Directa, General	PHILIPS TBS160 4xTL-D18W HF C3	Empotrado
Aseo 1	Directa, General	PHILIPS FBS261 1xPL-C/4P18W HFP C	Empotrado
WC 1	Directa, General	PHILIPS FBS261 1xPL-C/4P18W HFP C	Empotrado
WC 2	Directa, General	PHILIPS FBS261 1xPL-C/4P18W HFP C	Empotrado
Finanzas	Directa, General	PHILIPS TBS160 4xTL-D18W HF C3	Empotrado
Gerencia	Directa, General	PHILIPS TBS160 4xTL-D18W HF C3	Empotrado
RR.HH	Directa, General	PHILIPS TBS160 3xTL-D18W HF C3	Empotrado
Aseo 2	Directa, General	PHILIPS FBS261 1xPL-C/4P18W HFP C	Empotrado
WC 3	Directa, General	PHILIPS FBS261 1xPL-C/4P18W HFP C	Empotrado
WC 4	Directa, General	PHILIPS FBS261 1xPL-C/4P18W HFP C	Empotrado
Dirección técnica	Directa, General	PHILIPS TBS160 3xTL-D18W HF C3	Empotrado
Proceso	Directa, General	PHILIPS TBS160 4xTL-D18W HF C3	Empotrado
Oficina técnica mecánica	Directa, General	PHILIPS TBS160 3xTL-D18W HF C3	Empotrado
Sala 1	Directa, General	PHILIPS TBS160 3xTL-D18W HF C3	Empotrado
Comedor	Directa, General	PHILIPS FBS261 1xPL-C/4P18W HFP C	Empotrado
Entrada personal	Directa, General	PHILIPS TBS411 1xTL5-13W HFP C8	Empotrado
Vestuarios	Directa, General	PHILIPS FBS261 1xPL-C/4P18W HFP C	Empotrado
Cuadro eléctrico	Directa, General	PHILIPS TBS411 1xTL5-13W HFP C8	Empotrado
Equipo limpieza	Directa, General	PHILIPS TBS411 1xTL5-13W HFP C8	Empotrado
Botiquín	Directa, General	PHILIPS TBS411 1xTL5-13W HFP C8	Empotrado

1. Memoria

Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



Aseo 3	Directa, General	PHILIPS TBS411 1xTL5-13W HFP C8	Empotrado
Ducha 1	Directa, General	PHILIPS FBS261 1xPL- C/4P18W HFP C	Empotrado
Ducha 2	Directa, General	PHILIPS FBS261 1xPL- C/4P18W HFP C	Empotrado
Ducha 3	Directa, General	PHILIPS FBS261 1xPL- C/4P18W HFP C	Empotrado
WC 5	Directa, General	PHILIPS FBS261 1xPL- C/4P18W HFP C	Empotrado
WC 6	Directa, General	PHILIPS FBS261 1xPL- C/4P18W HFP C	Empotrado
WC 7	Directa, General	PHILIPS FBS261 1xPL- C/4P18W HFP C	Empotrado
WC 8	Directa, General	PHILIPS FBS261 1xPL- C/4P18W HFP C	Empotrado
Pasillo 3	Directa, General	PHILIPS TBS411 1xTL5-13W HFP C8	Empotrado
Comercial	Directa, General	PHILIPS TBS160 3xTL-D18W HF C3	Empotrado
Pasillo 2	Directa, General	PHILIPS TBS411 1xTL5-13W HFP C8	Empotrado
Dirección industrial	Directa, General	PHILIPS TBS160 3xTL-D18W HF C3	Empotrado
Distribuidor	Directa, General	PHILIPS TBS411 1xTL5-20W HFP C8	Empotrado
Pasillo 4	Directa, General	PHILIPS TBS411 1xTL5-13W HFP C8	Empotrado
Industrial	Directa, General	PHILIPS TBS160 3xTL-D18W HF C3	Empotrado
Archivo	Directa, General	PHILIPS TBS160 3xTL-D18W HF C3	Empotrado
Electrotecnia	Directa, General	PHILIPS TBS160 4xTL-D18W HF C3	Empotrado
Compras	Directa, General	PHILIPS TBS160 3xTL-D18W HF C3	Empotrado
Pasillo 5	Directa, General	PHILIPS TBS411 1xTL5-13W HFP C8	Empotrado
Pasillo 1	Directa, General	PHILIPS TBS411 1xTL5-13W HFP C8	Empotrado
Servidores	Directa, General	PHILIPS TBS411 1xTL5-13W HFP C8	Empotrado
Sistemas	Directa, General	PHILIPS TBS160 4xTL-D18W HF C3	Empotrado
Multiusos	Directa, General	PHILIPS TBS160 3xTL-D18W HF C3	Empotrado
Pasillo 6	Directa, General	PHILIPS TBS411 1xTL5-13W HFP C8	Empotrado

1. Memoria

Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



Sala consejo	Directa, General	PHILIPS TBS160 4xTL-D18W HF C3	Empotrado
Control	Directa, General	PHILIPS TBS160 3xTL-D18W HF C3	Empotrado
Administración	Directa, General	PHILIPS TBS160 3xTL-D18W HF C3	Empotrado
Taller	Directa, General	PHILIPS TPS350 4xTL5-54W HFP NB	Suspendido
Almacén	Directa, General	PHILIPS TPS350 4xTL5-54W HFP NB	Suspendido
Centro de Transformación	Directa, General	PHILIPS TBS411 1xTL5-13W HFP C8	Empotrado

Nombre de la zona	Nº luminarias	Nº de lámparas por luminaria
Entrada	12	1
Recepción	2	4
Aseo 1	2	1
WC 1	1	1
WC 2	1	1
Finanzas	4	4
Gerencia	4	4
RR.HH	4	3
Aseo 2	2	1
WC 3	1	1
WC 4	1	1
Dirección técnica	4	3
Proceso	4	4
Oficina técnica mecánica	15	3
Sala 1	4	3
Comedor	24	1
Entrada personal	2	1
Vestuarios	15	1
Cuadro eléctrico	2	1
Equipo limpieza	1	1
Botiquín	2	1
Aseo 3	9	1



Ducha 1	1	1
Ducha 2	1	1
Ducha 3	1	1
WC 5	1	1
WC 6	1	1
WC 7	1	1
WC 8	1	1
Pasillo 3	3	1
Comercial	6	3
Pasillo 2	2	1
Dirección industrial	4	3
Distribuidor	8	1
Pasillo 4	1	1
Industrial	6	3
Archivo	4	3
Electrotecnia	6	4
Compras	4	3
Pasillo 5	2	1
Pasillo 1	13	1
Servidores	1	1
Sistemas	2	4
Multiusos	4	3
Pasillo 6	2	1
Sala consejo	6	4
Control	4	3
Administración	9	3
Taller	120	1
Almacén	32	1
Centro de Transformación	2	1

1.3.8 CÁLCULO DEL ALUMBRADO EXTERIOR

El alumbrado de exteriores tiene por objeto proporcionar el nivel de iluminación adecuado en espacios descubiertos tales como la vía pública, zonas industriales, deportivas y decorativas.

En función de su aplicación, el alumbrado de exteriores se puede clasificar en:

1. Alumbrado de vías públicas.
2. Alumbrado industrial exterior.

3. Alumbrado deportivo.
4. Alumbrado decorativo.

En nuestro caso, nuestra iluminación pertenece al alumbrado de vías públicas y al alumbrado industrial exterior ya que se realizan trabajos al anochecer (carga y descarga).

En la siguiente tabla se indican valores orientativos del nivel de iluminación medio necesario en distintas vías y recintos.

Tipo	Iluminancia E (lux)
Aparcamientos	20
Vías urbanas y provinciales	25 – 28
Vías urbanas de tráfico rápido	30
Autopistas, autovías y carreteras principales	35
Recintos deportivos	100 - 1000

La instalación de las luminarias en el exterior depende de la zona a iluminar, existiendo cuatro formas diferentes de colocación:

1. Unilateral.
2. Tresbolillo.
3. Bilateral pareada o en oposición.
4. En catenaria o suspendida.

Para realizar los cálculos de la iluminación exterior, seguiremos el llamado “Método de los lúmenes” obtenido del libro INSTALACIONES ELECTRICAS cuyos autores son: Millano, Alguacil, Contreras y López.

El objetivo de este método es determinar el tipo de luminarias a emplear en una instalación de alumbrado exterior, así como su disposición en la calzada de manera que produzcan un nivel de iluminación medio deseado. A continuación, se describen algunos parámetros de interés a la hora de emplear el método de los lúmenes tales como la altura de las luminarias, y los factores de mantenimiento y utilización.

La altura a la que debe situarse la luminaria depende de la anchura de la calzada y de la disposición elegida, de modo que se garantice una uniformidad transversal de la iluminación. La altura de la luminaria también depende de la potencia luminosa de la lámpara instalada en la misma. En la siguiente tabla se indica una altura adecuada para las luminarias en función del flujo luminoso de la lámpara:

Flujo luminoso de la lámpara (lm)	Altura de la luminaria (m)
De 3000 a 9000	De 6,5 a 7,5
De 9000 a 19000	De 7,5 a 9
Superior a 19000	Superior a 9

El factor de mantenimiento depende de la depreciación luminosa de la lámpara, del grado de suciedad ambiental y de la frecuencia de limpieza de la luminaria. El producto del factor de depreciación y del factor de suciedad representa el factor de mantenimiento de la lámpara. Es habitual que este factor tome un valor no superior a 0,8.

El factor de utilización es la relación que existe entre el flujo útil que llega al plano de trabajo y el flujo total que emiten las lámparas instaladas en la luminaria. Este factor se halla en tablas en función de las características de la luminaria y del tipo de vía o recinto a iluminar. De todas maneras, pueden considerarse los siguientes valores orientativos.

- Para colocación axial de los focos: $\eta = 0.5$.
- Para colocación lateral de los focos: $\eta = 0.4$.

La colocación axial está en desuso, por lo tanto se ha elegido la opción de colocar los focos en disposición unilateral fijados a la fachada de la nave.

El procedimiento a seguir al aplicar el método de los lúmenes es el siguiente:

1. Se parte de un valor de nivel de iluminación medio según el espacio a iluminar.
2. Se selecciona el tipo de lámpara a emplear en la instalación de alumbrado.
3. Se define la altura de montaje de las luminarias de modo que no se exceda el flujo máximo recomendado.
4. Se elige la disposición de las luminarias dependiendo de la relación entre la anchura de la calzada y la altura de montaje de las luminarias.
5. Se determinan los factores de mantenimiento y de utilización.
6. Se calcula la separación entre las luminarias mediante la siguiente expresión que define la iluminancia media (calculamos D):



$$\Phi = \frac{E \cdot S}{\eta \cdot F_M \cdot \eta_A}$$

Donde:

- ϕ : Flujo luminoso unitario de cada lámpara.
- E: Iluminancia media deseada.
- S: Superficie que ilumina cada aparato de alumbrado.
- η : Coeficiente de utilización.
- F_m : Factor de mantenimiento.
- η_A : Rendimiento de la luminaria.

7. Una vez calculada la separación entre las luminarias se procede a comprobar que el nivel de iluminación aportado por la instalación de alumbrado se corresponde con el deseado. Para ello se puede utilizar la siguiente tabla que recoge el rango en el que se encuentra el nivel de iluminación proporcionado por una instalación de alumbrado exterior dependiendo de la relación entre la separación de las luminarias y su altura. Si el nivel de iluminación medio obtenido no es el deseado se deben modificar los datos de entrada hasta obtener el resultado deseado.

Nivel de iluminación medio (lx)	Relación separación/altura
De 2 a 7	De 4 a 5
De 7 a 15	De 3,5 a 5
De 15 a 30	De 2 a 3,5

1.3.8.1 Solución adoptada

Según lo expuesto en el apartado CALCULOS de este proyecto, colocaremos cuatro luminarias junto con su lámpara de manera unilateral en la fachada principal y trasera, con una distancia de

1. Memoria

Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



separación entre focos de unos 16m. En las fachadas laterales, se colocarán 5 focos separados unos 13,5m.

Fachada	Tipo de lámpara	Modelo de lámpara	Potencia nominal de cada lámpara (W)
Principal	Sodio a alta presión	Philips MASTER SON-T APIA Plus Hg Free 100W E40 1SL	100
Trasera	Sodio a alta presión	Philips MASTER SON-T APIA Plus Hg Free 100W E40 1SL	100
Lateral 1	Sodio a alta presión	Philips MASTER SON-T APIA Plus Hg Free 100W E40 1SL	100
Lateral 2	Sodio a alta presión	Philips MASTER SON-T APIA Plus Hg Free 100W E40 1SL	100

Fachada	Colocación	Tipo de luminaria	Montaje luminaria
Principal	Unilateral	Philips SRS421 SON-T100W 230V II GR ST	Superficial
Trasera	Unilateral	Philips SRS421 SON-T100W 230V II GR ST	Superficial
Lateral 1	Unilateral	Philips SRS421 SON-T100W 230V II GR ST	Superficial
Lateral 2	Unilateral	Philips SRS421 SON-T100W 230V II GR ST	Superficial

Fachada	Nº luminarias	Nº de lámparas por luminaria
Principal	5	5
Trasera	5	5
Lateral 1	5	5
Lateral 2	5	5



1.3.9 ALUMBRADO DE EMERGENCIA

Según la ITC-BT-28 las instalaciones destinadas a alumbrado de emergencia tienen por objeto asegurar, en caso de fallo de la alimentación de alumbrado normal, la iluminación en los locales y accesos hasta las salidas, para una eventual evacuación o iluminar otros puntos que se señalen. La alimentación del alumbrado será automática con corte breve.

El alumbrado de seguridad es el alumbrado de emergencia previsto para garantizar la seguridad de las personas que evacuen una zona o que tienen previsto terminar un trabajo potencialmente peligroso antes de abandonar la zona.

El alumbrado de seguridad estará previsto para entrar en funcionamiento automáticamente cuando se produzca el fallo del alumbrado general o cuando la tensión de éste baje a menos del 70% de su valor nominal.

La instalación de este alumbrado será fija y estará provista de fuentes propias de energía. Solo se podrá utilizar el suministro exterior para proceder a su carga, cuando la fuente propia de energía esté constituida por baterías de acumuladores o aparatos autónomos automáticos.

El alumbrado de evacuación es la parte del alumbrado de seguridad previsto para garantizar el reconocimiento y la utilización de los medios o rutas de evacuación cuando los locales estén o puedan estar ocupados.

En las rutas de evacuación, este alumbrado debe proporcionar, a nivel del suelo y en el eje de los pasos principales, una iluminancia horizontal mínima de un lux. En los puntos en los que estén situados los equipos de las instalaciones de protección contra incendios que exijan utilización manual y en los cuadros de distribución del alumbrado, la iluminancia media será de 5 lux. La relación entre la iluminancia máxima y la mínima en el eje de los pasos principales será menor de 40 lux.

El alumbrado de evacuación deberá poder funcionar, cuando se produzca un fallo de la alimentación normal, como mínima durante una hora, proporcionando la iluminación prevista.

El alumbrado ambiente es la parte del alumbrado de seguridad previsto para evitar todo riesgo de pánico y proporcionar una iluminación ambiente adecuada que permita a los ocupantes identificar y acceder a las rutas de evacuación e identificar obstáculos.

El alumbrado ambiente o anti-pánico debe proporcionar una iluminancia horizontal mínima de 0.5 lux en todo el espacio considerado, desde el suelo hasta una altura de 1 m. La relación entre la iluminancia máxima y la mínima en todo el espacio considerado será menor de 40 lux. El alumbrado ambiente o anti-pánico deberá poder funcionar, cuando se produzca el fallo de la alimentación normal, como mínimo durante una hora, proporcionando la iluminancia prevista.

Las líneas que alimentan directamente a los circuitos individuales de las lámparas de los alumbrados de emergencia, estarán protegidas por interruptores automáticos, con una intensidad nominal de 10 amperios como máximo. Una misma línea no podrá alimentar más de 12 puntos de luz,



o si en la misma dependencia existiesen varios puntos de luz de alumbrado especial, estos deben ser repartidos al menos entre dos líneas diferentes, aunque su número sea inferior a 12.

Las luminarias de emergencia se colocarán siguiendo el siguiente criterio:

- En todas la puertas de las salidas de emergencia.
- Cerca de las escaleras para que todos los escalones queden iluminados.
- Cerca de los cambios de nivel del suelo.
- Para iluminar todas las salidas obligatorias y señales de seguridad.
- Cerca de todos los cambios de dirección.
- Cerca de todas las intersecciones en los pasillos.
- Cerca de los equipos de extinción de fuego así como de puntos de alarma.
- En el exterior de los edificios junto a las salidas.
- Cerca de los puestos de socorro.
- En ascensores y montacargas.
- En todos los aseos y servicios.
- Salas de generadores de motores y salas de control.

1.3.9.1 Lámparas para el alumbrado de emergencia

El alumbrado de emergencia se puede clasificar en función del tipo de luminaria utilizada, de la siguiente manera:

- **Luminarias permanentes:** son luminarias alimentadas con energía eléctrica permanentemente. De manera que se efectúa al unísono un doble alumbrado, un alumbrado normal y un alumbrado de emergencia. Como las luminarias permanentes siempre están encendidas, se puede comprobar en todo momento que la línea de suministro funciona correctamente. Cuando falla el suministro de energía eléctrica del alumbrado normal, las lámparas son abastecidas con energía eléctrica del sistema de emergencia, dichas lámparas están calientes, lo cual propicia el mantenimiento del flujo luminoso sin disminución alguna en el tránsito de un suministro al otro, sobre todo cuando se utilizan lámparas fluorescentes. Se recomienda el empleo de luminarias permanentes, en lugares donde sea necesario asegurar una iluminación ininterrumpida (garajes, ascensores, aulas, etc.). Hay que tener en cuenta, que el uso ininterrumpido de lámparas obliga a su reposición en menor tiempo (de 4 a 11 meses, cuando se utilizan lámparas fluorescentes), que cuando se emplean otros sistemas. Si no se realiza un adecuado programa de mantenimiento, entre la 3.000 a 8.000 horas de vida de las lámparas (tubos fluorescentes), estas pueden quedar inutilizadas, propiciando la ausencia de alumbrado de emergencia durante el tiempo en que se procede a su renovación.
- **Luminarias no permanentes:** son luminarias que solo se activan cuando falla la alimentación del alumbrado normal. Las luminarias no permanentes son muy sencillas, solo se activan



cuando el suministro de energía eléctrica de la iluminación normal, se interrumpe o disminuye por debajo del 70% de su valor nominal.

- **Luminarias combinadas:** son luminarias que disponen de dos o más lámparas que permiten alimentar parte de ellas con energía eléctrica para el alumbrado de emergencia y la otra parte conectadas al suministro del alumbrado normal, de manera que parte de las lámparas permanecen encendidas en todo momento mientras hay suministro de energía eléctrica al alumbrado normal y la otra parte solo se encienden cuando falla dicho suministro eléctrico del alumbrado normal. Las luminarias combinadas se pueden utilizar para señalar de un modo permanente la situación de puertas, pasillos, escaleras y salidas de locales. Las luminarias combinadas, pueden ser encendidas o apagadas, a voluntad, cuando el suministro eléctrico se hace con la iluminación normal, esta disponibilidad es muy útil cuando se pretende evitar consumos innecesarios. También existen luminarias combinadas, en las que no es posible regular este encendido o apagado a voluntad ya que permanecen permanentemente encendidas. Cuando se agota la lámpara suministrada con energía eléctrica del alumbrado normal, siempre queda la opción de que funcione la lámpara conectada al sistema eléctrico de emergencia.

También se pueden clasificar en función de la fuente de alimentación de las luminarias.

- **Luminarias autónomas:** Se caracteriza porque el suministro de energía eléctrica se efectúa en la propia luminaria o a un metro de distancia de la misma como máximo. La alimentación autónoma no precisa ocupar determinados sitios de la edificación para instalar alimentaciones centrales, no requiere por lo tanto equipos centralizados a medida e impide que la rotura de cables invalide el uso de los aparatos autónomos de iluminación. Los aparatos autónomos para el alumbrado de emergencia pueden ser de tipo permanente o no permanente.
- **Luminarias centralizadas:** Se caracteriza porque la fuente de suministro de energía eléctrica se emplaza a más de un metro de distancia de las luminarias. La alimentación centralizada es mucho más económica cuando se resuelve el alumbrado de emergencia de grandes superficies, también tiene un mantenimiento mucho más barato y sencillo de efectuar ya que las luminarias centralizadas son mucho más prácticas y funcionales que las luminarias de alimentación autónoma. Las luminarias de alimentación centralizada, pueden ser de tipo permanente o no permanente.

1.3.9.2 Solución adoptada

Para el cálculo de la iluminación de emergencia se ha utilizado el programa DAISA, que el software de la empresa DAISALUX de la cual hemos elegido las lámparas para este alumbrado.

Al igual que en el alumbrado general, para poder calcular el alumbrado de emergencia, es necesario introducir en el programa unos datos previos como son las dimensiones de cada local, el

1. Memoria

Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



recorrido de evacuación, la situación de las luminarias, situación de los cuadros y equipos de protección contra incendios, así como la luminaria elegida para cada zona. Una vez introducido los datos, el programa realiza los cálculos necesarios indicando si se cumplen las condiciones explicadas en el apartado anterior. Si no se cumplen habrá que elegir otro tipo de luminarias hasta que se cumpla nuestro objetivo.

El tipo de luminarias elegidas son de la marca DAISALUX, y son luminarias no permanentes, debido a que tienen un menor mantenimiento que las permanentes, las cuales hay que cambiarlas con mayor frecuencia.

Se pueden ver todas las luminarias escogidas con detalle y sus características en el archivo anexo al documento cálculos llamado Cálculo de iluminación de emergencia con Daisa. No obstante a continuación se muestra una tabla resumen con todas ellas.

Nombre de la zona	Nº de luminarias	Modelo de luminaria	Potencia (W) unitaria	Potencia total (W)
Entrada	1/1	Daisalux Hydra N3 / Hydra N5	8/8	16
Recepción	2	Daisalux Hydra N2	8	16
Aseo 1	1	Daisalux Hydra N2	8	8
Finanzas	2	Daisalux Hydra N3	8	16
Gerencia	2	Daisalux Hydra N3	8	16
RR.HH	2	Daisalux Hydra N2	8	16
Aseo 2	1	Daisalux Hydra N2	8	8
Dirección técnica	2	Daisalux Hydra N2	8	16
Proceso	2	Daisalux Hydra N3	8	16
Oficina técnica mecánica	2/2	Daisalux Hydra N2 / Hydra N5	8/8	32
Sala 1	1/1	Daisalux Hydra N2 / Hydra N3	8/8	16
Comedor	2/3	Daisalux Hydra N2 / Hydra N5	8/8	40
Entrada personal	1	Daisalux Hydra N5	8	8
Vestuarios	2/4	Daisalux Hydra	8/8	48

1. Memoria

Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



		N2 / Hydra N3		
Cuadro eléctrico	1	Daisalux Hydra N3	8	8
Equipo limpieza	1	Daisalux Hydra N2	8	8
Botiquín	1	Daisalux Hydra N3	8	8
Aseo 3	2/1/1	Daisalux Hydra N2 / Hydra N3 / Hydra N5	8/8/8	32
Pasillo 3	2	Daisalux Hydra N3	8	16
Comercial	2/1	Daisalux Hydra N2 / Hydra N3	8/8	24
Pasillo 2	1	Daisalux Hydra N3	8	8
Dirección industrial	1/1	Daisalux Hydra N2 / Hydra N3	8/8	16
Distribuidor	1	Daisalux Hydra N5	8	8
Pasillo 4	1	Daisalux Hydra N3	8	8
Industrial	2/1	Daisalux Hydra N2 / Hydra N3	8/8	24
Archivo	2	Daisalux Hydra N3	8	16
Electrotecnia	1	Daisalux Hydra N2	8	8
Compras	2	Daisalux Hydra N2	8	16
Pasillo 5	2	Daisalux Hydra N2	8	16
Pasillo 1	4	Daisalux Hydra N2	8	32
Servidores	1	Daisalux Hydra N2	8	8
Sistemas	1	Daisalux Hydra N5	8	8
Multiusos	2	Daisalux Hydra N2	8	16
Pasillo 6	2	Daisalux Hydra N2	8	16

Sala consejo	2/1	Daisalux Hydra N2 / Hydra N3	8/8	24
Control	2	Daisalux Hydra N3	8	16
Administración	2	Daisalux Hydra N5	8	16
Taller	10/88	Daisalux Nova N3 / Nova N11	8/11	1048
Almacén	2/13	Daisalux Nova N8 / Nova N11	8/11	159
Servicios	10	Daisalux Nova N8	8	80
Centro de Transformación	1	Daisalux Hydra N2	8	8

1.4 TIPOS DE RECEPTORES

1.4.1 INTRODUCCIÓN

Los aparatos receptores satisfarán los requisitos concernientes a una correcta instalación, utilización y seguridad. Durante su funcionamiento no deberán producir perturbaciones en las redes de distribución pública ni en las comunicaciones.

Los receptores se instalarán de acuerdo con su destino (clase de local, emplazamiento, utilización, etc.), con los esfuerzos mecánicos previsibles y en las condiciones de ventilación necesarias para que ninguna temperatura peligrosa, tanto para la propia instalación como para objetos próximos, pueda producirse en funcionamiento.

Los receptores podrán conectarse a las canalizaciones directamente o por intermedio de un conductor movable. Cuando esta conexión se efectúe directamente a una canalización fija, los receptores se situarán de manera que se pueda verificar su funcionamiento y controlar esa conexión.

1.4.2 MOTORES

Según la ITC-BT-47 las secciones mínimas que deben tener los conductores de conexión de los motores, con objeto de que no se produzca en ellos un calentamiento excesivo serán las siguientes:

- **Un solo motor:** Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deberán estar dimensionados para una intensidad no inferior al 125 % de la intensidad a plena carga del motor en cuestión.

- **Varios conductores:** Los conductores de conexión que alimentan a varios motores deberán estar dimensionados para una intensidad no menor a la suma del 125 % de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia más la intensidad a plena carga de todos los demás.

1.4.3 RECEPTORES DE ALUMBRADO

Según indica la ITC-BT-44 las instalaciones que contengan lámparas de descarga, deberán cumplir las siguientes condiciones:

- Los circuitos de alimentación de lámparas o tubos de descarga estarán provistos para transportar la carga debida a los propios receptores, a sus elementos asociados y a sus corrientes armónicas y de arranque.
- La carga mínima prevista en voltamperios será de 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas.
- En el caso de distribuciones monofásicas, el conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase.
- Será obligatoria la compensación del factor de potencia hasta un valor mínimo de 0,9.

1.4.4 TOMAS DE CORRIENTE

Las tomas de corriente que se van a colocar en este proyecto serán tanto monofásicas como trifásicas, definiéndolas de la siguiente manera:

- Tomas de corriente monofásicas de 16 A a 230 V. (2p + T).
- Tomas de corriente trifásicas de 16 A a 400 V. (3p + T).

Irán fijadas a las paredes por sus medios convencionales a una altura de 40 cm en la zona de las oficinas excepto en el taller y almacén que irán fijadas a una altura de 1,6m. Serán de la marca SCHNEIDER ELECTRIC.

La situación de las tomas de corriente será la siguiente:

Nombre de la zona	Tipo de suministro	Nº de tomas
Entrada	Monofásico	1
Recepción	Monofásico	1
Aseo 1	Monofásico	1
Finanzas	Monofásico	1
Gerencia	Monofásico	1

1. Memoria

Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



RR.HH	Monofásico	1
Aseo 2	Monofásico	1
Dirección técnica	Monofásico	1
Proceso	Monofásico	1
Oficina técnica mecánica	Monofásico	2
Sala 1	Monofásico	1
Comedor	Monofásico	2
Entrada personal	Monofásico	1
Vestuarios	Monofásico	2
Cuadro eléctrico	Monofásico	1
Equipo limpieza	Monofásico	1
Botiquín	Monofásico	1
Aseo 3	Monofásico	1
Pasillo 3	Monofásico	1
Comercial	Monofásico	1
Dirección industrial	Monofásico	1
Distribuidor	Monofásico	1
Industrial	Monofásico	1
Archivo	Monofásico	1
Electrotecnia	Monofásico	1
Compras	Monofásico	1
Pasillo 1	Monofásico	1
Servidores	Monofásico	1
Sistemas	Monofásico	1
Multiusos	Monofásico	1
Sala consejo	Monofásico	1
Control	Monofásico	1
Administración	Monofásico	1
Taller	Monofásico	8
Taller	Trifásico	8
Almacén	Monofásico	2
Centro de	Monofásico	1



Transformación		
----------------	--	--

No se descarta que de cada una de las tomas principales citadas anteriormente se puedan derivar otras tomas. Eso sí, nunca excediendo la potencia máxima de la original.

1.4.5 INTERRUPTORES Y CONTACTORES

Los interruptores escogidos en el presente proyecto y los cuales se utilizan para el encendido y apagado del alumbrado de la “zona de servicios”, son de la marca Schenider Electric. La situación exacta de éstos, viene detallada en los planos. En la siguiente tabla se muestra el tipo y número de interruptor que hay en cada una de las zonas.

Nombre de la zona	Tipo de interruptor	Cantidad
Entrada	Interruptor	1
Recepción	Interruptor	1
Aseo 1	Interruptor	1
WC 1	Interruptor	1
WC 2	Interruptor	1
Finanzas	Interruptor	1
Gerencia	Interruptor	1
RR.HH	Interruptor	1
Aseo 2	Interruptor	1
WC 3	Interruptor	1
WC 4	Interruptor	1
Dirección técnica	Interruptor	1
Proceso	Interruptor	1
Oficina técnica mecánica	Conmutador	4
Sala 1	Interruptor	1
Comedor	Conmutador	4
Entrada personal	Conmutador	2
Vestuarios	Conmutador	4
Cuadro eléctrico	Interruptor	1
Equipo limpieza	Interruptor	1

1. Memoria

Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



Botiquín	Interruptor	1
Aseo 3	Conmutador	2
Ducha 1	Interruptor	1
Ducha 2	Interruptor	1
Ducha 3	Interruptor	1
WC 5	Interruptor	1
WC 6	Interruptor	1
WC 7	Interruptor	1
WC 8	Interruptor	1
Pasillo 3	Conmutador	2
Comercial	Conmutador	2
Pasillo 2	Interruptor	1
Dirección industrial	Interruptor	1
Distribuidor	Conmutador	2
Pasillo 4	Interruptor	1
Industrial	Conmutador	2
Archivo	Interruptor	1
Electrotecnia	Conmutador	2
Compras	Interruptor	1
Pasillo 5	Conmutador	2
Pasillo 1	Conmutador	2
Servidores	Interruptor	1
Sistemas	Interruptor	1
Multiusos	Interruptor	1
Pasillo 6	Interruptor	1
Sala consejo	Conmutador	2
Control	Conmutador	2
	Conmutador de cruce	1
Administración	Conmutador	2
Centro de Transformación	Interruptor	1

Para el manejo de las lámparas de la zona de taller, almacén y zona exterior de la Nave, se utilizará un armario para cada zona de alumbrado. En este armario se dispondrán las bobinas o relés con sus contactores y pulsadores de marcha y paro.

1.4.6 PREVISIÓN DE CARGAS

La relación de cargas eléctricas que va a ver en la instalación es la siguiente.

1.4.6.1 Maquinaria

Nombre de la máquina	Cantidad	Fase	Potencia por unidad (kW)
Láser	1	Trifásica	51
Extractor de humos del láser	1	Trifásica	4
Secador del láser	1	Trifásica	0,7
Cizalla	1	Trifásica	5
Chorro	1	Trifásica	29
Aspiración chorro	1	Trifásica	5,5
Torno	4	Trifásica	10
Fresadora	2	Trifásica	11
Esmeril	2	Trifásica	3
Amortajadora	1	Trifásica	3
Taladro de columna	3	Trifásica	4
Puente grúa	4	Trifásica	7
Sierra de plástico	1	Trifásica	2,5
Fresa de plástico	1	Trifásica	3,2
Sierra de perfiles	3	Trifásica	7,5
Roscadora	1	Trifásica	3
Horno	1	Trifásica	5
Punzonadora	1	Trifásica	7,5
Compresor chorro	1	Trifásica	37
Compresor aire 1	1	Trifásica	5,14
Compresor aire 2	1	Trifásica	11
Bomba calefacción	1	Trifásica	15
POTENCIA TOTAL			318,04 kW



1.4.6.2 Tomas de corriente:

Nombre de la zona	Fase	Nº de tomas	Potencia por toma (kW)
Entrada	Monofásico	1	3,68
Recepción	Monofásico	1	3,68
Aseo 1	Monofásico	1	3,68
Finanzas	Monofásico	1	3,68
Gerencia	Monofásico	1	3,68
RR.HH	Monofásico	1	3,68
Aseo 2	Monofásico	1	3,68
Dirección técnica	Monofásico	1	3,68
Proceso	Monofásico	1	3,68
Oficina técnica mecánica	Monofásico	2	3,68
Sala 1	Monofásico	1	3,68
Comedor	Monofásico	2	3,68
Entrada personal	Monofásico	1	3,68
Vestuarios	Monofásico	2	3,68
Cuadro eléctrico	Monofásico	1	3,68
Equipo limpieza	Monofásico	1	3,68
Botiquín	Monofásico	1	3,68
Aseo 3	Monofásico	1	3,68
Pasillo 3	Monofásico	1	3,68
Comercial	Monofásico	1	3,68
Dirección industrial	Monofásico	1	3,68
Distribuidor	Monofásico	1	3,68
Industrial	Monofásico	1	3,68
Archivo	Monofásico	1	3,68
Electrotecnia	Monofásico	2	3,68
Compras	Monofásico	1	3,68
Pasillo 1	Monofásico	1	3,68
Servidores	Monofásico	1	3,68
Sistemas	Monofásico	1	3,68
Multiusos	Monofásico	1	3,68
Sala consejo	Monofásico	1	3,68

Control	Monofásico	1	3,68
Administración	Monofásico	1	3,68
Taller	Monofásico	8	11085,125
Taller	Trifásico	8	11085,125
Almacén	Monofásico	2	3,68
Centro de Transformación	Monofásico	1	3,68
POTENCIA TOTAL			324,56 kW

1.4.6.3 Iluminación:

Tipo de luminaria	Nº de lámparas	Potencia por tipo de luminaria instalada (W)
PHILIPS FBS261 1xPL-C/4P18W HFP C	66	1188
PHILIPS TBS160 3xTL-D18W HF C3	68	3672
PHILIPS TBS160 4xTL-D18W HF C3	28	2016
PHILIPS TBS411 1xTL5-13W HFP C8	42	525
PHILIPS TBS411 1xTL5-20W HFP C8	8	149,6
PHILIPS TPS350 4xTL5-54W HFP NB	152	32892,8
Philips MASTER SON-T APIA Plus Hg Free 100W E40 1SL	18	1800
POTENCIA TOTAL		42,24 kW

1.4.6.4 Potencia instalada

Así pues la potencia total instalada es de **684,84 kW**.

1.5 DESCRIPCIÓN Y DISTRIBUCIÓN INTERNA DE LA INSTALACIÓN

1.5.1 INTRODUCCIÓN

Se define la instalación de enlace, como el conjunto de conductores y elementos de tipo eléctrico, que establecen la conexión entre la red de distribución pública y las instalaciones interiores.

En este caso la instalación de enlace va desde el centro de distribución de IBERDROLA S.A. situado en el polígono industrial Valtierra-Arguedas hasta el centro de transformación de la nave del abonado.

1.5.2 ACOMETIDA

La acometida es la parte de la instalación de distribución que alimenta al transformador.

La acometida se ubica en una canalización enterrada bajo tubo, siendo una red subterránea de baja tensión de manera que se rige por la ITC-REBT 07. El elemento de la instalación eléctrica de la acometida tendrá un diámetro de tubo de 180 mm, a lo largo de una zanja excavada con este propósito.

La profundidad a la que se instalarán los conductores será como mínimo de 0,8 metros de profundidad. Se dispondrá de una capa de arena de unos 10 cm de espesor. Encima de la arena se dispondrán de unas placas de plástico que distarán 25 cm como mínimo de la parte superior del cable. En la parte superior de estas capas se colocarán unas cintas de señalización.

En los puntos con cambios de dirección bruscos se dispondrá de arquetas, para facilitar la manipulación de los cables.

1.5.3 DERIVACIÓN INDIVIDUAL

Es la parte de la instalación que a partir del Centro de Transformación suministra energía eléctrica a la actividad industrial.

La derivación individual empieza en el Centro de Transformación, en el mismo Transformador. La derivación individual de la nave industrial estará constituida por conductores aislados en el interior de canalización enterrada bajo tubo de 225 mm de diámetro, con entrada y salida, dejándose un tubo de iguales características de reserva, tal y como marca la ITC- BT-15, a una profundidad de 0,7 metros.

Los cables no presentarán empalmes y su sección será uniforme. Los conductores a utilizar serán de cobre o aluminio, aislados y normalmente unipolares.

1.5.4 CONDUCTORES Y CABLES ELÉCTRICOS

Las instalaciones se subdividirán de forma que las perturbaciones originadas por averías que puedan producirse en un punto de ellas, afecten solamente a ciertas partes de la instalación.

Para que se mantenga el mayor equilibrio posible en la carga de los conductores que forman parte de una instalación, se procurará que aquella quede repartida entre sus fases.

La instalación deberá presentar una resistencia de aislamiento por lo menos igual a $1000 \times U$ ohmios, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, con un mínimo de 250000 ohmios.

La rigidez dieléctrica de una instalación, ha de ser tal, que desconectados los aparatos de utilización, resista durante un minuto una prueba de tensión de $2U + 1000$ voltios a frecuencia industrial, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios y con un mínimo de 1500 V.

En caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia de por lo menos 3 cm.

Las canalizaciones eléctricas se dispondrán de manera que en cualquier momento se pueda controlar su aislamiento, localizar y separar las partes averiadas y, llegando el caso, reemplazar fácilmente los conductores deteriorados.

1.5.4.1 Criterios para el cálculo de los conductores:

Para el cálculo de las líneas de distribución, se tendrán en cuenta los siguientes factores:

- Calentamiento de los conductores.
- Caída de tensión y pérdidas de potencia en los conductores.

1.5.4.1.1 Calentamiento de los conductores

Si por un conductor cuya resistencia es “R” ohmios, circula una intensidad de “I” amperios, se eleva su temperatura hasta que el calor transmitido por la corriente al conductor, se iguala al calor cedido por el conductor al ambiente en igual tiempo; según la ley de Joule, la cantidad de calorías recibidas en un segundo son:

$$Q = 0,24 \times I^2 \times R \text{ Calorías}$$

Partiendo de esta fórmula y teniendo en cuenta que las calorías cedidas dependen de la temperatura del conductor respecto del ambiente que la rodea, a su superficie, al material que forma su aislante, etc. Se demuestra que el aumento de temperatura es directamente proporcional al cuadrado de la intensidad (considerando despreciables las variaciones de la resistencia con la temperatura).

$$\Delta T = \left(\frac{I}{I_n} \right)^2 \times \Delta T_n$$

Donde:

ΔT = incremento admisible de la temperatura.

ΔT_n = incremento de la temperatura en condiciones normales.

I_n = intensidad nominal en condiciones normales.

I = intensidad admisible.



El calor que adquiere un conductor, lo va cediendo a través del medio que le rodea (aislamiento, tubo, pared, aire, etc.), produciéndose un equilibrio entre el calor que recibe por el paso de la corriente y el que desprende hacia el exterior.

El calor que es cedido al exterior es:

$$Q = M \times C \times \Delta T$$

Si la intensidad I crece, el calor producido por el paso de la corriente crece también. Al cabo de un periodo transitorio, el calor cedido al exterior será igual al producido por el paso de intensidad, por lo tanto este calor cedido al exterior aumenta también, produciéndose por consiguiente un aumento del incremento de la temperatura, pero como la temperatura del exterior es prácticamente constante, el aumento del incremento de la temperatura es debido al aumento de la temperatura del conductor.

Si la intensidad es elevada, la temperatura del conductor es elevada, con el peligro de deterioro de los aislantes por no estar diseñados para soportar esas temperaturas (con el riesgo de provocar cortocircuitos).

Por lo tanto, para cada sección de los conductores existe un límite de carga en amperios que no debe sobrepasarse, que se corresponde con la temperatura máxima admisible que puede soportar esa sección del conductor sin que se produzcan los efectos antes reseñados.

Las intensidades de las corrientes eléctricas admisibles en los conductores, (Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, ITC BT 19), se regularán en función de las condiciones técnicas de las redes de distribución y de los sistemas de protección empleados en los mismos.

Los cálculos y condiciones a las que deben ajustarse los proyectos y la ejecución de estas redes están fijados en las instrucciones complementarias correspondientes a este reglamento.

En estas tablas se dan las intensidades máximas admisibles según unas determinadas condiciones (condiciones normales), para cada sección de cable.

Complementando a estas tablas existen otras, que dan unos factores de corrección de esa intensidad admisible, según nuestra instalación varíe de las condiciones normales; como disposición de los cables, resistividad térmica del suelo (para cables subterráneos), clase de recubrimiento, temperatura ambiente, etc.

1.5.4.1.2 Caída de tensión y pérdidas de potencia en los conductores

Una vez elegida la sección de acuerdo con la intensidad nominal que ha de circular por esa sección, es menor que la intensidad máxima admisible de dicho conductor para dicha sección, deberemos comprobar que cumple las condiciones relativas a la caída de tensión.

La sección de los conductores a utilizar se determina de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización sea menor del 4,5% de la tensión nominal en el origen de la instalación para el alumbrado y del 6,5% para la fuerza.

1.5.4.2 Conductores activos

Son los destinados a la transmisión de la energía eléctrica. Esta consideración se aplica a los conductores de fase y al conductor neutro en corriente alterna. Los conductores flexibles serán únicamente de cobre.

La sección de los conductores será tal que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización, sea menor del 4,5 % de la tensión nominal en el origen de la instalación, para alumbrado, y del 6,5 % para los demás usos. Esta caída de tensión se calculará considerando alimentados todos los aparatos de utilización susceptibles de funcionar simultáneamente.

Las intensidades máximas admisibles en servicio permanente para una temperatura ambiente del aire de 40° C y para distintos métodos de instalación, agrupamientos y tipos de cable, están señaladas en una tabla en la instrucción ITC BT 19 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

1.5.4.3 Conductores de protección

Si los conductores de protección están constituidos del mismo metal que los conductores de fase, tendrán una sección mínima, en función de la sección de los conductores de fase de la instalación como se establece a continuación.

Secciones de los conductores de fase (mm ²)	Secciones mínimas de los conductores de protección (mm ²)
S ≤ 16	S
16 < S ≤ 35	16
S > 35	S / 2

- Con un mínimo de 2.5 mm² si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y tienen una protección mecánica.

- Con un mínimo de 4 mm² si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y no tienen una protección mecánica.

Cuando la sección de los conductores de fase o polares sea superior a 35 mm², se puede admitir para los conductores de protección, unas secciones menores que las que resulten de la aplicación de las tablas pero por lo menos iguales a 16 mm².

Los conductores de protección irán bajo los mismos tubos que los conductores de fase y las conexiones se realizarán por medio de empalmes, por piezas de conexión de apriete por rosca.

1.5.4.4 Otros criterios para la elección del cable

Para la elección del cable se harán también las siguientes consideraciones:

- El aislamiento del cable ha de ser tal que asegure en su parte conductora una continuidad eléctrica duradera. Normalmente el aislamiento del cable se determina con los picos de tensión que este tiene que soportar en cualquier momento.
- La sección del cable a colocar en el alumbrado normalmente la determina la caída de tensión (si la longitud no es pequeña). La sección de los conductores de fuerza la determina la corriente a transportar y el calentamiento que esta puede producir, de tal forma que nunca se superen temperaturas determinadas por encima de las cuales el cable se deteriora.
- El cable elegido, teniendo en cuenta todo lo anteriormente expuesto, será capaz de soportar los cortocircuitos que puedan producirse, mejor que cualquier otra parte de la instalación. Se preverá que la temperatura y los esfuerzos electrodinámicos producidos por el cortocircuito, no deterioren en ningún momento el cable.

1.5.4.5 Código de colores

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificables, especialmente por lo que respecta al conductor neutro y al conductor de protección. Esta identificación se realizara por los colores que presenten sus aislamientos. Al conductor de protección se le identificara por el color verde-amarillo. El conductor neutro se identificara por el color azul. Todos los conductores de fase, o en su caso, aquellos para los que no se prevea su pase posterior a neutro, se identificaran por los colores marrón o negro. Cuando se considere necesario identificar tres fases, se utilizara también el color gris.

1.5.4.6 Canalizaciones de los cables eléctricos

Las canalizaciones eléctricas son los elementos utilizados para conducir los conductores eléctricos entre las diferentes partes de la instalación eléctrica. Las instalaciones eléctricas persiguen proveer de resguardo, seguridad a los conductores a la vez de propiciar un camino adecuado por donde colocar los conductores.

En general, las canalizaciones se pueden agrupar en cuatro grandes apartados:

- **Canalizaciones fijas:** Son aquellas en las que es preciso desconectar la instalación para su modificación, lo que requiere trabajos de desmontaje. Estas canalizaciones alimentan aparatos fijos. Un ejemplo seria la instalación de un edificio.
- **Canalizaciones semifijas:** El desplazamiento de los equipos se efectuara después de dejarlos sin tensión, aunque permanezcan acoplados a la red. Es el caso de algunos equipos de extracción de minería o de obras públicas.

- **Canalizaciones semimóviles:** Permiten el desplazamiento ocasional de los equipos bajo tensión durante su funcionamiento. Alimentan aparatos semimóviles, tales como lámparas de pie o maquinas de oficina.
- **Canalizaciones móviles:** Permiten el desplazamiento de los equipos en tensión durante su funcionamiento. Alimentan aparatos móviles. Por ejemplo, grúas, ascensores, montacargas, equipos de maquinas de extracción de minería, cabezales de trabajo de equipos industriales, herramientas portátiles, etc.

Evidentemente, la naturaleza de la canalización determina el tipo de cable adecuado al servicio de que se trate. En el presente proyecto se ha de utilizar canalización fija.

Cuando las canalizaciones pasen a través de elementos de la construcción, tales como muros, tabiques y techos, se realizara de acuerdo con prescripciones tales como: las canalizaciones estarán protegidas contra deterioros mecánicos, en toda la longitud de los pasos no habrá empalmes o derivaciones, se utilizaran tubos no obturados, etc.

La solución más empleada hoy en día es la de conductores aislados sobre bandejas o a través de tubos.

1.5.4.6.1 Tubos protectores

En el mercado actual existen muchas clases de tubos. Dependiendo de las actividades que se desarrollen en cada zona y del lugar por donde vayan a ser colocados se podrán elegir algunas de estas opciones: tubos metálicos rígidos blindados, tubos metálicos rígidos blindados con aislamiento interior, tubos aislantes rígidos normales curvables, tubos aislantes flexible normal, tubo PVC rígido, etc.

A la hora de calcular el diámetro mínimo de los tubos protectores que contienen a las diversas líneas de la instalación se debe tener en cuenta el número, tipo y sección de los conductores, así como el tipo de instalación. Para ello, en la instrucción complementaria ITC-BT 21, se establecen una serie de tablas con los diámetros mínimos de los tubos protectores, en función de los factores antes citados.

Los tubos deberán soportar como mínimo sin deformación alguna, 60 grados centígrados para los tubos aislantes constituidos por PVC o polietileno y 70 grados centígrados para los tubos metálicos con forros aislantes de papel impregnado.

1.5.4.6.2 Canalización bajo tubos protectores

Para la colocación de las canalizaciones bajo tubos protectores tendremos que tener en cuenta las consideraciones siguientes:

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas paralelas a las verticales y horizontales que limitan el local donde se efectúa la instalación.
- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.



- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originaran reducciones de sección admisibles.
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocados y fijados estos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes.
- Las conexiones entre conductores se realizaran en el interior de cajas apropiadas de material aislante.

Cuando los tubos se coloquen en montaje superficial se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- Los tubos se fijaran a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas. La distancia entre estas será, como máximo, de 0,5 metros.
- Es conveniente disponer de tubos normales, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,5 metros sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.
- En los cruces de tubos rígidos con juntas de dilatación de un edificio, deberán interrumpirse los tubos, quedando los extremos del mismo separados entre sí 5 centímetros.
- En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados o bien provistos de codos o "T" apropiados.

La elección definitiva de los tubos con sus diámetros correspondientes esta especificada en el documento cálculos del presente proyecto.

1.5.4.6.3 Normas para la elección de los tubos

Para la elección del tubo protector de los conductores de distribución se ha atendido a lo dispuesto en la ITC BT 21 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

- Los diámetros de los tubos se eligen de acuerdo a las tablas que aparecen en la ITC BT 21 del citado reglamento. En estas tablas viene expresado el diámetro exterior mínimo en función del número, clase y sección de los conductores que ha de alojar, según el sistema de instalación y la clase de los tubos.
- Para tubos en canalizaciones fijas en superficie, para más de 5 conductores por tubo o para conductores aislados o cables de secciones diferentes a instalar por el mismo tubo, su sección interior será como mínimo, igual a 2,5 veces la sección total ocupada por los conductores.
- Para tubos en canalizaciones empotradas, para más de 5 conductores por tubo o para conductores aislados o cables de secciones diferentes a instalar por el mismo tubo, su sección interior será como mínimo, igual a 3 veces la sección total ocupada por los conductores.



- Para canalizaciones aéreas o con tubos al aire, para más de 5 conductores por tubo o para conductores aislados o cables de secciones diferentes a instalar por el mismo tubo, su sección interior será como mínimo, igual a 4 veces la sección total ocupada por los conductores.
- Para tubos en canalizaciones enterradas, para más de 10 conductores por tubo o para conductores aislados o cables de secciones diferentes a instalar por el mismo tubo, su sección interior será como mínimo, igual a 4 veces la sección total ocupada por los conductores.
- El trazado de las canalizaciones se hará preferentemente siguiendo líneas paralelas a las verticales y horizontales.
- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan los conductores.
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocados y fijados estos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes y que en tramos rectos nos estarán separados entre sí más de 25 metros. Las conexiones entre los conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante.

1.5.4.7 Proceso para el cálculo de secciones

1. Se diferencian los cálculos de fuerza y alumbrado.
2. Se determinan las intensidades que circulan por cada tramo.
3. Se calcula la sección según la intensidad admisible, es decir, utilizando el criterio térmico, con ayuda de las tablas del REBT.
4. Se calculan las caídas de tensión en los distintos tramos teniendo en cuenta las condiciones más desfavorables de longitud e intensidad que pueden darse.
5. Si la caída de tensión en ese tramo es mayor que la fijada, procederemos a tomar un conductor de sección superior, y volveremos a repetir el cálculo de la caída de tensión, hasta que esté dentro de los márgenes que nos fijan. Éste será el criterio de la caída de tensión.

La caída de tensión por línea depende de donde se encuentre ésta y de la función a la que ha sido encomendada. Así, para la derivación individual, que es la línea que une el transformador con el cuadro general de distribución, es permitida una caída de tensión de un 1,5% y para la fuerza y el alumbrado se permiten un 6,5 % y un 4,5 % de la tensión nominal respectivamente. Los cálculos se basan en las siguientes fórmulas:

- Monofásica:

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I}{C \cdot U}$$

Donde:

- S: sección (**mm²**)
- L: longitud del cable (m)
- C: conductividad del cobre (56)
- U: caída de tensión
- I: intensidad nominal (A)

- Trifásica:

$$S = \frac{L \cdot I}{C \cdot U}$$

Donde:

- S: sección (**mm²**)
- L: longitud del cable (m)
- C: conductividad del cobre (56)
- U: caída de tensión (V)
- I: intensidad nominal (A)

1.5.4.8 Cuadros eléctricos y conducciones de las líneas

- **Cuadros eléctricos:**

El cuadro eléctrico es el punto de paso de la corriente eléctrica y en el que se deben instalar los dispositivos generales e individuales de mando y protección de una instalación eléctrica.

La instalación debe subdividirse convenientemente, de forma que una avería en algún punto de la misma solo afecte a un sector limitado de ella. Este hecho se consigue mediante la colocación de dispositivos de protección coordinados y diseñados de forma que se asegure la selectividad necesaria de la instalación. En este sentido se recomienda un sistema de cuadros que incluya:

- Un cuadro general de distribución, del que partirán las líneas que distribuyen la energía hasta los cuadros secundarios.
- Una serie de cuadros secundarios de distribución, derivados de los anteriores. De estos cuadros secundarios, si fuese necesario, podrán derivarse a su vez otros cuadros.

El cuadro general de distribución deberá instalarse en una zona de servicio a la que no tenga acceso al público, a poder ser en el punto más próximo posible a la entrada de la acometida o derivación individual y se colocaran junto o sobre él, los dispositivos de mando y protección que se establecen en el apartado siguiente. Estos cuadros estarán separados de los locales donde exista un peligro de incendio por medio de elementos a prueba de incendios y puertas resistentes al fuego.

Los cuadros secundarios, se instalaran en lugares a los que no tenga acceso el público y que estarán separados de los locales donde exista un peligro de incendio o de pánico.

Todos los cuadros deberán disponer de los correspondientes cierres de seguridad que impidan que personas ajenas al equipo de mantenimiento pudieran manipular en su interior.

Los dispositivos generales e individuales de mando y protección serán los siguientes:

- Un interruptor general automático de corte omnipolar que permita su accionamiento manual y que esté dotado de elementos de protección contra sobrecarga y cortocircuito. Este interruptor será independiente del interruptor de control de potencia.
- Un interruptor diferencial general, destinado a la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos; salvo que la protección contra contactos indirectos se efectúe mediante otros dispositivos de acuerdo con la ITC-BT-24.
- Dispositivos de corte omnipolar, destinados a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores del local.
- Dispositivos de protección contra sobretensiones según ITC-BT-23 si fuese necesario.

Si por el tipo de instalación se instalase un interruptor diferencial por cada circuito o grupo de circuitos, se podría prescindir del interruptor diferencial general, siempre que queden protegidos todos los circuitos. En el caso de que se instale más de un interruptor diferencial en serie, existirá una selectividad entre ellos.

• Características de los circuitos

De los cuadros generales saldrán las líneas que alimentan directamente aparatos receptores o bien las líneas generales de distribución que conectaran los cuadros secundarios de distribución, de los que partirán los distintos circuitos alimentadores.

Deberán preverse circuitos distintos para las partes de la instalación que es necesario controlar separadamente, tales como alumbrado, tomas de corriente, alimentación de la maquinaria, etc., de forma que no se vean afectados dichos circuitos por el fallo de otros, o incluso por su normal funcionamiento como consecuencia de las perturbaciones que se pueden introducir en la red por parte de algunos receptores.

Todos los circuitos deben quedar identificados en sus puntos extremos, así como en las cajas mediante etiquetas donde vendrá indicado, de manera clara, indeleble y permanente, su destino, cuadro de procedencia e interruptor que le protege.

Además para distribución de los circuitos interiores se deberá seguir la pauta marcada en los siguientes puntos:

- Se deben instalar uno o varios interruptores diferenciales, garantizando la protección con sensibilidad máxima de 30 mA en todos los circuitos que estén al acceso de personas (en aquellos otros en los que no sea posible el contacto indirecto, por ejemplo, tramos enterrados, tramos entre cuadros inaccesibles, etc., o en aquellos en los que la continuidad del suministro sea fundamental, podrá admitirse el empleo de diferenciales de sensibilidad 300 mA o superior).
- En los receptores especialmente problemáticos (ya sea por el tipo de corriente que generan, por su potencia, por la probabilidad de fallos de aislamiento, por la posibilidad de fugas, etc.) se optará por utilizar un diferencial para cada receptor, con el objeto de que la actuación del mismo no suponga la desconexión de otras partes de la instalación.
- En las instalaciones para alumbrado de locales o dependencias donde se reúna público en general (por ejemplo, vestíbulos, pasillos, corredores, salas de espera y salas de juntas), el número de líneas secundarias y su disposición en relación con el total de lámparas a alimentar, deberá ser tal que el corte de corriente en una cualquiera de ellas no afecte a más de la tercera parte del total de lámparas instaladas en los locales o dependencias que se iluminan alimentadas por dichas líneas. Cada una de estas líneas estarán protegidas en su origen contra sobrecargas, cortocircuitos y contra contactos indirectos.
- Los circuitos para el alumbrado de seguridad, en el caso que alimenten aparatos autónomos, podrán estar conectados al circuito de alumbrado normal, debiendo existir un interruptor manual que permita la desconexión del alumbrado normal sin desconectar el alumbrado de emergencia.

1.5.4.9 Soluciones adoptadas

1.5.4.9.1 Conductores:

Según las características de los elementos a alimentar, ubicación etc, elegiremos el tipo de cable adecuado para cada situación. El material empleado será el cobre para toda la instalación.

A continuación se expone los tipos de cable empleado para cada parte de la instalación:

- Derivación individual e instalación interior:

Marca: Prysmian

Código: RZ1-K (AS)

Modelo: Afumex 1000V

Tensión nominal: 0,6/1KV

Características:

Conductor:

Metal: Cobre electrolítico recocido.

Flexibilidad: Flexible, clase 5, según UNE EN 60228.

Temperatura máxima en el conductor: 90 °C en servicio permanente, 250 °C en cortocircuito.

Aislamiento:

Material: Mezcla de polietileno reticulado (XLPE), tipo DIX3.

Colores: Amarillo/verde, azul, gris, marrón y negro; según UNE 21089-1.

Cubierta:

Material: Mezcla especial cero halógenos, tipo AFUMEX Z1.

Color: Verde, con franja de color identificativa de la sección y que permite escribir sobre la misma para identificar circuitos.

- Alumbrado de emergencia:

Marca: Prysmian

Código: SZ1-K (AS+)

Modelo: Afumex firs 1000 V (AS+)

Tensión nominal: 0,6/1KV

Características:

Conductor:

Metal: Cobre electrolítico recocido.

Flexibilidad: Flexible, clase 5, según UNE EN 60228.

Temperatura máxima en el conductor: 90°C en servicio permanente, 250°C en cortocircuito.

Aislamiento:

Material: Mezcla especial termoestable, cero halógenos, tipo AFUMEX:

- Silicona hasta 25 mm² (SZ1-K).
 - Cinta vidrio-mica + XLPE a partir de 35 mm² (RZ1-K mica)
- Colores: Amarillo/verde, azul, gris, marrón, negro; según UNE 21089-1.

Cubierta:

Material: Mezcla especial cero halógenos, tipo AFUMEX Z1.

Color: Naranja.

Tendrán sección suficiente para las caídas de tensión, conforme al Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y contada desde el origen de la instalación no excedan del 4,5 % para el alumbrado y del 6,5 % para la fuerza, siendo las intensidades admisibles por los conductores, en todos los casos, siempre superiores a las máximas previsibles para el circuito de la instalación.

Las secciones adoptadas, se justifican en el documento CÁLCULOS del presente proyecto, tanto por lo que se refiere a intensidades admisibles como a caídas de tensión.

1.5.4.9.2 Canalizaciones:

Tendrán que cumplir con los requisitos establecidos en la ITC-BT-21, los diámetros de los tubos de toda la instalación están en el documento CÁLCULOS del presente proyecto, en el apartado 2.4.3.

- Derivación individual:

La derivación individual parte desde el centro de transformación, concretamente desde el cuadro de baja tensión del mismo y va hasta el cuadro general de distribución y mando situado cerca de la entrada de la nave. Está constituida por conductores aislados enterrados bajo tubo de PVC de 225 mm de diámetro. Como tiene más de 40 m de longitud, tal y como indica la ITC-BT 07, se dispondrá de una arqueta de registro de 400x400x400 mm para facilitar el tendido de los cables.

- Líneas generales:

Son las líneas que parten del cuadro general de protección y mando y alimentan los distintos cuadros secundarios. La canalización se realizará sobre bandeja de rejilla de acero electrosoldada 300x 100 mm y galvanizada situada a 2,7 metros de altura y rodeando las distintas partes de la empresa. Las líneas partirán del cuadro general de protección y mando en tubo de acero galvanizado de 50 mm de diámetro grapado a la pared hasta llegar a la bandeja portacables, de ahí irán a cada cuadro secundario donde se bajarán para llegar a cada cuadro mediante tubo de acero galvanizado de 50 mm de diámetro pegado a la pared.

- Líneas secundarias:

Son las que parten de cada cuadro secundario hasta el receptor final. De cada cuadro secundario partirán las líneas en tubo de acero galvanizado de 50 mm de diámetro hasta la bandeja portacables hasta llegar a su receptor correspondiente. En el caso de la maquinaria, de la bandeja se bajarán los conductores directamente a cada máquina bajo tubo flexible. En el caso de los receptores de alumbrado, de la bandeja se conducirán los cables a cada receptor bajo tubo flexible.

Finalmente, en la zona de oficinas no habrá bandeja portacables, sino que los conductores irán a través de tubos de PVC que irán a través de falso techo.

El lugar exacto por donde se han de colocar todas las líneas que van sobre la bandeja, así como en el interior de tubos protectores, vienen representados en el documento planos del presente proyecto.

1.5.4.9.3 Cajas y cuadros:

- Caja general de protección

En nuestro caso, tenemos un centro de transformación para distribución en baja tensión, por lo tanto, el cuadro de baja tensión del centro de transformación hace las funciones de caja general de protección. De él parte de la derivación individual hasta el cuadro general de protección y mando.

- Cuadro general de protección y mando

Está situado cerca de la entrada de la nave, hasta el llega la derivación individual y de él parten las distintas líneas hasta los diferentes cuadros secundarios.

- Cuadros secundarios

De los diferentes cuadros secundarios partes las diferentes líneas hasta cada unos de los receptores.

1.5.4.9.4 Circuitos:

Nuestra instalación quedará distribuida de la siguiente forma:

- Cuadro General de Distribución

Línea	Descripción	Canalización	Conductor (mm ²)	Neutro (mm ²)	CP (mm ²)	Diámetro tubo (mm)
CGD 1	Cuadro auxiliar 1	Bandeja perforada	25	25	16	40
CGD 2	Cuadro auxiliar 2	Bandeja	95	95	50	75



		perforada				
CGD 3	Cuadro auxiliar 3	Bandeja perforada	25	25	16	40
CGD 4	Cuadro auxiliar 4	Bandeja perforada	16	16	4	32
CGD 5	Cuadro auxiliar 5	Bandeja perforada	185	185	95	90
CGD 6	Cuadro auxiliar 6	Bandeja perforada	25	25	16	40
CGD 7	Cuadro auxiliar 7	Bandeja perforada	16	16	4	32
CGD 8	Cuadro auxiliar 8	Bandeja perforada	300	300	150	110
CGD 9	Cuadro auxiliar 9	Enterrado	6	6	4	50

- Cuadro auxiliar 1: Láser

Línea	Descripción	Canalización	Conductor (mm ²)	Neutro (mm ²)	CP (mm ²)	Diametro tubo (mm)
C.A.1.1	Láser	Bajo tubo B	25	25	16	50
C.A.1.2	Extractor Láser	Bajo tubo B	1,5	1,5	4	20
C.A.1.3	Secador Láser	Bajo tubo B	1,5	1,5	4	20

- Cuadro auxiliar 2: Anillo 1

Línea	Descripción	Canalización	Conductor (mm ²)	Neutro (mm ²)	CP (mm ²)	Diametro tubo (mm)
C.A.2.1	Cizalla	Bajo tubo B	1,5	1,5	4	20
C.A.2.2	Dobladora	Bajo tubo B	16	16	4	40
C.A.2.3	Curvadora	Bajo tubo B	1,5	1,5	4	20
C.A.2.4	Torno 1	Bajo tubo B	1,5	1,5	4	20
C.A.2.5	Torno 2	Bajo tubo B	1,5	1,5	4	20
C.A.2.6	Torno 3	Bajo tubo B	1,5	1,5	4	20
C.A.2.7	Torno 4	Bajo tubo B	1,5	1,5	4	20



C.A.2.8	Compresor chorreo	Bajo tubo B	16	16	4	40
C.A.2.9	Aspiración chorreo	Bajo tubo B	1,5	1,5	4	20

- Cuadro auxiliar 3: Anillo 2

Línea	Descripción	Canalización	Conductor (mm ²)	Neutro (mm ²)	CP (mm ²)	Diametro tubo (mm)
C.A.3.1	Fresadora 1	Bajo tubo B	2,5	2,5	4	20
C.A.3.2	Fresadora 2	Bajo tubo B	2,5	2,5	4	20
C.A.3.3	Esmeril 1	Bajo tubo B	1,5	1,5	4	20
C.A.3.4	Esmeril 2	Bajo tubo B	1,5	1,5	4	20
C.A.3.5	Amortajadora	Bajo tubo B	1,5	1,5	4	20
C.A.3.6	Taladro 1	Bajo tubo B	1,5	1,5	4	20
C.A.3.7	Taladro 2	Bajo tubo B	1,5	1,5	4	20
C.A.3.8	Taladro 3	Bajo tubo B	1,5	1,5	4	20
C.A.3.9	Compresor aire	Bajo tubo B	2,5	2,5	4	20

- Cuadro auxiliar 4: Anillo 3

Línea	Descripción	Canalización	Conductor (mm ²)	Neutro (mm ²)	CP (mm ²)	Diametro tubo (mm)
C.A.4.1	Sierra de plástico	Bajo tubo B	1,5	1,5	4	20
C.A.4.2	Fresadora de plástico	Bajo tubo B	1,5	1,5	4	20
C.A.4.3	Horno	Bajo tubo B	1,5	1,5	4	20
C.A.4.4	Punzonadora	Bajo tubo B	1,5	1,5	4	20
C.A.4.5	Roscadora	Bajo tubo B	1,5	1,5	4	20
C.A.4.6	Sierra de perfiles 1	Bajo tubo B	1,5	1,5	4	20
C.A.4.7	Sierra de perfiles 2	Bajo tubo B	1,5	1,5	4	20

1. Memoria

Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



C.A.4.8	Sierra de perfiles 3	Bajo tubo B	2,5	2,5	4	20
---------	----------------------	-------------	-----	-----	---	----

- Cuadro auxiliar 5: Puentes grúa y subcuadros fuerza nave

Línea	Descripción	Canalización	Conductor (mm ²)	Neutro (mm ²)	CP (mm ²)	Diametro tubo (mm)
C.A.5.1	Puente grúa 1	Bandeja perforada	1,5	1,5	4	20
C.A.5.2	Puente grúa 2	Bandeja perforada	2,5	2,5	4	20
C.A.5.3	Puente grúa 3	Bandeja perforada	2,5	2,5	4	20
C.A.5.4	Puente grúa 4	Bandeja perforada	2,5	2,5	4	20
C.A.5.5	Tomas de corriente Trifásica Taller 1	Bandeja perforada	4	4	4	25
C.A.5.6	Tomas de corriente Monofásica Taller 1	Bandeja perforada	10	10	4	32
C.A.5.7	Tomas de corriente Trifásica Taller 2	Bandeja perforada	4	4	4	25
C.A.5.8	Tomas de corriente Monofásica Taller 2	Bandeja perforada	10	10	4	32
C.A.5.9	Tomas de corriente Trifásica Taller 3	Bandeja perforada	6	6	4	25
C.A.5.10	Tomas de corriente Monofásica Taller 3	Bandeja perforada	10	10	4	32
C.A.5.11	Tomas de corriente Trifásica Taller 4	Bandeja perforada	6	6	4	25
C.A.5.12	Tomas de corriente Monofásica Taller 4	Bandeja perforada	16	16	4	40
C.A.5.13	Tomas de corriente Monofásica Almacén	Bandeja perforada	10	10	4	32

- Cuadro auxiliar 6: Alumbrado Nave

Línea	Descripción	Canalización	Conductor (mm ²)	Neutro (mm ²)	CP (mm ²)	Diametro tubo
-------	-------------	--------------	------------------------------	---------------------------	-----------------------	---------------



						(mm)
C.A.6.1	Alumbrado Taller sección 1	Bajo tubo B	6	6	4	25
C.A.6.2	Alumbrado Taller sección 2	Bajo tubo B	6	6	4	25
C.A.6.3	Alumbrado Taller sección 3	Bajo tubo B	10	10	4	32
C.A.6.4	Alumbrado Taller sección 4	Bajo tubo B	10	10	4	32
C.A.6.5	Alumbrado Almacén	Bajo tubo B	6	6	4	25
C.A.6.6	Alumbrado emergencia Taller 1	Bajo tubo B	2,5	2,5	4	20
C.A.6.7	Alumbrado emergencia Taller 2	Bajo tubo B	2,5	2,5	4	20
C.A.6.8	Alumbrado emergencia Almacén 1	Bajo tubo B	1,5	1,5	4	20
C.A.6.9	Alumbrado emergencia Almacén 2	Bajo tubo B	1,5	1,5	4	20
C.A.6.10	Alumbrado exterior	Bajo tubo A	6	6	4	25

- Cuadro auxiliar 7: Alumbrado Oficina

Línea	Descripción	Canalización	Conductor (mm ²)	Neutro (mm ²)	CP (mm ²)	Diametro tubo (mm)
C.A.7.1	Alumbrado Oficina sección 1	Bajo tubo B	2,5	2,5	4	20
C.A.7.2	Alumbrado Oficina sección 2	Bajo tubo B	4	4	4	25
C.A.7.3	Alumbrado Oficina sección 3	Bajo tubo B	2,5	2,5	4	20
C.A.7.4	Alumbrado Oficina sección 4	Bajo tubo B	2,5	2,5	4	20
C.A.7.5	Alumbrado Oficina	Bajo tubo B	2,5	2,5	4	20



	sección 5					
C.A.7.6	Alumbrado emergencia Oficina	Bajo tubo B	1,5	1,5	4	20

- Cuadro auxiliar 8: Fuerza Oficina

Línea	Descripción	Canalización	Conductor (mm ²)	Neutro (mm ²)	CP (mm ²)	Diametro tubo (mm)
C.A.8.1	Tomas de corriente Oficinas sección 1	Bajo tubo B	35	35	16	50
C.A.8.2	Tomas de corriente Oficinas sección 2	Bajo tubo B	16	16	4	40
C.A.8.3	Tomas de corriente Oficinas sección 3	Bajo tubo B	16	16	4	40
C.A.8.4	Tomas de corriente Oficinas sección 4	Bajo tubo B	25	25	16	50
C.A.8.5	Tomas de corriente Oficinas sección 5	Bajo tubo B	25	25	16	50

- Cuadro auxiliar 9: Receptores CT

Línea	Descripción	Canalización	Conductor (mm ²)	Neutro (mm ²)	CP (mm ²)	Diametro tubo (mm)
C.A.9.1	Alumbrado Transformador	Bajo tubo B	2,5	2,5	4	20
C.A.9.2	Alumbrado emergencia Transformador	Bajo tubo B	2,5	2,5	4	20
C.A.9.3	Toma corriente	Bajo tubo B	2,5	2,5	4	20

- Cuadro de baja tensión del centro de transformación:

Línea	Descripción	Canalización	Conductor (mm ²)	Neutro (mm ²)	CP (mm ²)	Diametro tubo (mm)
DI	Derivación individual	Enterrada	3 x 240	3 x 120	-	3 x 225 3 x 160
Bcond	Batería de condensadores	Enterrada	70	35	-	125

1.6 PROTECCIONES EN BAJA TENSIÓN

1.6.1 INTRODUCCIÓN

Toda instalación eléctrica tiene que estar dotada de una serie de protecciones que la hagan segura, tanto desde el punto de vista de los conductores y los aparatos a ellos conectados, como de las personas que han de trabajar en ella.

En las instalaciones de baja tensión, y de acuerdo con las instrucciones 22, 23 y 24 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, debemos considerar las siguientes protecciones:

- Protección de la instalación:
 - Contra sobrecargas.
 - Contra cortocircuitos.
- Protección de las personas:
 - Contra contactos directos.
 - Contra contactos indirectos.

1.6.2 DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN ELÉCTRICA

Los dispositivos utilizados en el presente proyecto son una combinación entre interruptores diferenciales e interruptores magnetotérmicos.

- **Interruptor diferencial:**

El interruptor diferencial es un dispositivo electromecánico que se coloca en las instalaciones eléctricas con el fin de proteger a las personas de las derivaciones causadas por faltas de aislamiento entre los conductores y tierra o masa de los aparatos. Es un interruptor que tiene la capacidad de detectar la diferencia entre la corriente de entrada y salida en un circuito. Cuando

esta diferencia supera un valor determinado (sensibilidad), para el que está calibrado (30 mA, 300 mA, etc.), el dispositivo abre el circuito, interrumpiendo el paso de la corriente a la instalación que protege.

En esencia, el interruptor diferencial consta de dos bobinas, colocadas en serie con los conductores que producen campos magnéticos opuestos y un núcleo o armadura que mediante un dispositivo mecánico puede accionar unos contactos. Cuando las corrientes de entrada y salida no son iguales, los flujos creados por ambas corrientes en las bobinas dejan de ser iguales y el flujo diferencial entre ellas crea una corriente i que activa el electroimán que a su vez posibilita la apertura de los contactos del interruptor.

- **Interruptor magnetotérmico:**

El interruptor magnetotérmico es un dispositivo electromecánico que se coloca en las instalaciones eléctricas con el fin de protegerlas frente a las intensidades excesivas, producidas como consecuencia de cortocircuitos o por el excesivo número de elementos de consumo conectados a ellas. Su funcionamiento se basa en dos de los efectos producidos por la circulación de corriente eléctrica en un circuito: el magnético y el térmico (efecto Joule). El dispositivo consta, por tanto, de dos partes, un electroimán y una lámina bimetálica, conectadas en serie y por las que circula la corriente que va hacia la carga.

Al circular la corriente el electroimán crea una fuerza que, mediante un dispositivo mecánico adecuado, tiende a abrir un contacto, pero sólo podrá abrirlo si la intensidad que circula por la carga sobrepasa el límite de intervención fijado. Este nivel de intervención suele estar comprendido entre 3 y 20 veces la intensidad nominal (la intensidad de diseño del interruptor magnetotérmico) y su actuación es de aproximadamente unas 25 milésimas de segundo, lo cual lo hace muy seguro por su velocidad de reacción. Esta es la parte destinada a la protección frente a los cortocircuitos, donde se produce un aumento muy rápido y elevado de corriente.

La otra parte está constituida por una lámina bimetálica, que al calentarse por encima de un determinado límite, sufre una deformación y provoca la apertura de un contacto. Esta parte es la encargada de proteger de corrientes que, aunque son superiores a las permitidas por la instalación, no llegan al nivel de intervención del dispositivo magnético. Esta situación es típica de una sobrecarga, donde el consumo va aumentando conforme se van conectando aparatos.

1.6.2.1 PROTECCIÓN DE LA INSTALACIÓN

Los dispositivos de protección tienen por finalidad registrar de forma selectiva las averías y separar las partes de la instalación defectuosa, así como limitar las sobreintensidades.

Cuando se disponen varios interruptores en serie, generalmente se requiere que estos sean selectivos. Un dispositivo de protección se considera selectivo cuando solamente dispara el interruptor inmediatamente anterior al punto defectuoso, tomando como base el sentido de flujo de la energía. En caso de fallar el interruptor, tiene que actuar otro de orden superior.

Se entiende por tiempo de escalonamiento, el intervalo necesario para que dispare con seguridad sólo el elemento de protección anterior al punto de defecto.

Las características de disparo de los diversos elementos de protección no deben entrecruzarse.

1.6.2.2 Protección contra sobrecargas

Se denomina sobrecarga, al paso de una intensidad superior a la nominal de la instalación. Esta intensidad superior a la nominal, no producirá daños en la instalación si su duración es breve.

Se comprende que producirá grandes daños si su duración es larga, pues los aparatos receptores y conductores no están preparados para soportar este incremento de temperatura a la que se verán sometidos como consecuencia del aumento de la intensidad.

La consecuencia más directa de la sobrecarga, es una elevación de la temperatura, que por otra parte es la causa directa de los desperfectos que pueda ocasionar la sobrecarga en la instalación.

Los dispositivos de protección, deben estar previstos para interrumpir toda corriente de sobrecarga en los conductores del circuito antes de que ésta pueda provocar calentamiento que afecte al aislamiento, las conexiones, los terminales, o el medio ambiente.

Las protecciones que se utilizan contra las sobrecargas, se tratan esencialmente de una protección térmica, o sea, basada en la medición directa o indirecta de la temperatura del objeto que se ha de proteger, permitiendo además la utilización racional de la capacidad de sobrecarga de este mismo objeto.

Debe instalarse un dispositivo que asegure la protección contra las sobrecargas en los lugares en que un cambio trae consigo una reducción del valor de la corriente admisible de los conductores, por ejemplo, un cambio de sección, de naturaleza, de modo de instalación, etc.

Según instrucción 22 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, los dispositivos de protección contra sobrecargas serán fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas o interruptores automáticos con curva térmica de corte.

1.6.2.3 Protección contra cortocircuitos

Se produce un cortocircuito en un sistema de potencia, cuando entran en contacto, entre si o con tierra, conductores correspondientes a distintas fases. Normalmente las corrientes de cortocircuito son muy elevadas, entre 5 y 20 veces el máximo de la corriente de carga en el punto de falta.

La corriente de cortocircuito es la corriente que fluye por el punto en que se ha producido el cortocircuito y mientras tenga duración este. La corriente de cortocircuito transcurre, generalmente, en un principio de forma asimétrica con respecto a la línea cero y contiene una componente alterna y otra continua. La componente de corriente alterna se amortigua hasta alcanzar el valor de la intensidad permanente de cortocircuito. La componente de corriente continua se atenúa hasta anularse completamente. Las principales características de los cortocircuitos son:

- Su duración: autoextinguible, transitorio o permanente.



- Su origen: originados por factores mecánicos (rotura de conductores, conexión eléctrica accidental entre dos conductores producida por un objeto conductor extraño, como herramientas o animales), debidos a sobretensiones eléctricas de origen interno o atmosférico, causados por la degradación del aislamiento provocada por el calor, la humedad o un ambiente corrosivo.
- Su localización: dentro o fuera de una maquina o tablero eléctrico.

Desde otro punto de vista, los cortocircuitos pueden ser: monofásicos (el 80 % de los casos), bifásicos (el 15% de los casos) y trifásicos (solo el 5 % de los casos). Los bifásicos suelen degenerar en trifásicos.

El Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, admite como dispositivo de protección contra cortocircuitos los fusibles de características de funcionamiento adecuadas o los interruptores automáticos con sistema de corte omnipolar.

En el origen de todo circuito se establecerá un dispositivo de protección contra cortocircuitos cuya capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su instalación.

Se admite, no obstante que, cuando se trate de circuitos derivados de uno principal, cada uno de estos circuitos derivados disponga de protección contra sobrecarga, mientras que un solo dispositivo general, pueda asegurar la protección contra cortocircuitos para todos los circuitos derivados.

Los dispositivos de protección deben ser previstos para interrumpir toda la corriente del cortocircuito en los conductores, antes que ésta pueda causar daños como consecuencia de los efectos térmicos y mecánicos producidos en los conductores y en las conexiones.

Todo dispositivo que asegure la protección contra cortocircuito debe responder a las dos siguiente condiciones:

1. Su poder de ruptura debe ser por lo menos, igual a la corriente de cortocircuito presunta en el punto en que se encuentra instalado. Puede admitirse un dispositivo de poder de ruptura inferior, si hay instalado por delante otro con el poder de ruptura necesario y están coordinados, de forma que la energía que dejan pasar no sea superior a la que soporta sin daño el segundo dispositivo y las canalizaciones protegidas por él.
2. El tiempo de ruptura de toda corriente resultante de un cortocircuito producido en un punto cualquiera del circuito, no debe ser superior al tiempo que se requiera para llevar la temperatura de los conductores al límite admisible.

- **Consecuencias de los cortocircuitos**

Depende de la naturaleza y duración de los defectos, del punto de la instalación afectado y de la magnitud de la intensidad.

Según el lugar del defecto, la presencia de un arco puede:



- Degradar los aislantes.
- Fundir los conductores.
- Provocar un incendio o representar un peligro para las personas.

Según el circuito afectado, pueden presentarse sobreesfuerzos electrodinámicos con deformación de los juegos de barras y arrancado o desprendimiento de los cables.

Puede haber un sobrecalentamiento debido al aumento de pérdidas por efecto Joule, con riesgo de deterioro de los aislantes.

Para los otros circuitos eléctricos de la red afectada o redes próximas:

- Bajadas de tensión durante el tiempo de la eliminación del defecto, de algunos milisegundos a varias centenas de milisegundos.
- Desconexión de una parte más o menos importante de la instalación, según el esquema y la selectividad de sus protecciones.
- Inestabilidad dinámica y pérdida de sincronismo de las máquinas.
- Perturbaciones en los circuitos de mando y control.

1.6.2.4 Cálculo de las intensidades de cortocircuito

Para el diseño de una instalación y elegir adecuadamente los dispositivos de protección debemos conocer las corrientes de cortocircuito máximas y mínimas en los distintos niveles.

1.6.2.4.1 Corriente de cortocircuito máxima

Estas corrientes corresponden a un cortocircuito en los bornes de salida del dispositivo de protección, considerando la configuración de la red y el tipo de cortocircuito de mayor aporte. En general, en las instalaciones de baja tensión el tipo de cortocircuito de mayor aporte es el trifásico.

Estas corrientes se utilizan para determinar:

- El poder de corte y de cierre de los interruptores.
- Los esfuerzos térmicos y electrodinámicos en los componentes.

El valor de la corriente de cortocircuito máxima se obtiene de la siguiente relación:

$$I_{cc_{\max}} = \frac{C \cdot U_n}{\sqrt{3} \cdot |Z_d|} \text{ (Líneas trifásicas)} \quad I_{cc_{\max}} = \frac{C \cdot U_n}{2 \cdot |Z_d|} \text{ (Líneas _monofásicas)}$$

Donde:

$I_{cc_{\max}}$: Corriente de cortocircuito eficaz en A.

C: Variación de tensión. Su valor para instalaciones de baja tensión, a 230/400 V es de 1.

U_n : Tensión. 400 V para líneas trifásicas y 230 V para monofásicas.

Z_d : Impedancia directa por fase de la red aguas arriba del defecto en ohmios.

Una vez que se ha calculado la corriente de cortocircuito máximo, se obtiene el poder corte, que deberá cumplir la siguiente condición:

$$PdC \geq I_{cc_{\max}}$$

Siendo PdC el poder de corte de los interruptores magnetotérmicos.

1.6.2.4.2 Corriente de cortocircuito mínima

Estas corrientes corresponden a un cortocircuito en el extremo del circuito protegido, considerando la configuración de la red y el tipo de cortocircuito de menor aporte. En las instalaciones de baja tensión los tipos de cortocircuito de menor aporte son el fase-neutro (circuitos con neutro) o entre dos fases (circuitos sin neutro).

Estas corrientes se utilizan para determinar:

- El ajuste de los dispositivos para la protección de los conductores frente a cortocircuito.
- Tipo de curva del interruptor magnetotérmico.

Esta corriente se calcula mediante la siguiente expresión:

$$I_{cc_{\min}} = \frac{C \cdot U_n \cdot \sqrt{3}}{|2 \cdot Z_{d_nueva} + Z_o|} \text{ (Líneas trifásicas)} \quad I_{cc_{\min}} = \frac{C \cdot U_n \cdot 3}{|2 \cdot Z_{d_nueva} + Z_o|} \text{ (Líneas monofásicas)}$$

Donde:

$I_{cc_{\min}}$: Corriente de cortocircuito eficaz en A.

C: Variación de tensión. Su valor para instalaciones de baja tensión, a 230/400 V es de 0,95.



U_n : Tensión. 400 V para líneas trifásicas y 230 V para monofásicas.

Z_{d_nueva} : Impedancia directa en ohmios, teniendo en cuenta la temperatura de cortocircuito que es de 250°C.

Z_o : Impedancia homopolar en ohmios.

Una vez calculada la corriente de cortocircuito mínima, antes de elegir el tipo de curva del interruptor magnetotérmico es necesario calcular su calibre (intensidad nominal). Se acota del siguiente modo:

$$I_{cálculo} \leq I_{no\ min\ al} \leq I_{admisible}$$

Donde:

$I_{cálculo}$: Es la intensidad prevista partiendo de la previsión de cargas que va a ser alimentada por la línea en la que está la protección, su tensión y el factor de potencia. Por tanto se puede determinar de la siguiente manera:

$$I_{cálculo} = \frac{P}{\sqrt{3} \times v \times \cos \varphi}$$

$I_{admisible}$: Es la máxima intensidad que puede circular por el cable sin que sufra daños irreversibles. Se obtiene de la tabla 1 de la instrucción 19 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión o bien de las tablas de la instrucción 7.

Dentro del intervalo que nos ofrecen estos dos valores se escoge el que más convenga dentro de los valores normalizados.

Finalmente ya se puede conocer el tipo de curva del interruptor magnetotérmico de la siguiente manera:

- I_{ccmin} Mayor o igual que $5 \cdot I_n$ → La curva es de tipo B.
- I_{ccmin} Mayor o igual que $10 \cdot I_n$ → La curva es de tipo C.
- I_{ccmin} Mayor o igual que $20 \cdot I_n$ → La curva es de tipo D.

1.6.2.4.3 Cálculo de las impedancias

- **Cálculo de Z_d (impedancia directa)**

Cada constituyente de una red de baja tensión se caracteriza por una impedancia Z compuesta de:

- un elemento resistivo puro R .
- un elemento inductivo puro X , llamado reactancia.



El método consiste en descomponer la red en trozos y en calcular para cada uno de ellos los valores de R y X; después se suman aritméticamente por separado.

$$Z_d = Z_a + Z_T + Z_L + Z_{aut}$$

➤ Cálculo de Z_a :

Esta impedancia representa la línea de media o alta tensión que llega al transformador. La potencia de cortocircuito de la red es un dato de la compañía distribuidora de energía, en este caso será de 400 MVA.

Despreciando la resistencia frente a la reactancia se puede calcular la impedancia de la red aguas arriba llevada al secundario del transformador:

$$Z_a = X = \frac{U^2}{S_{cc}}$$

Donde:

U: Tensión en vacío del secundario del transformador en voltios.

S_{cc}: Potencia de cortocircuito en MVA.

Z_a : Impedancia aguas arriba del defecto en $j\Omega$. Es totalmente inductiva.

➤ Cálculo de Z_T :

Esta impedancia representa al transformador de distribución. Para el cálculo aproximado, se puede igualmente despreciar la resistencia debida a las pérdidas en el cobre según la relación:

$$Z_T = X = U_{cc} \cdot \frac{U^2}{S}$$

Donde:

U: Tensión en vacío entre fases en V.

U_{cc}: Tensión de cortocircuito en %.

S: Potencia nominal del transformador en kVA.

Z_T : Impedancia del transformador en $j\Omega$. Es totalmente inductiva.

La resistencia del transformador se puede considerar despreciable. La resistencia y reactancia de toda la aparamenta de alta tensión también lo podemos considerar despreciable.



➤ Cálculo de Z_L

Esta impedancia representa a los conductores de la instalación. La resistencia de los conductores se calculará según la fórmula:

$$R = \rho \cdot \frac{L}{S}$$

Donde:

R: Resistencia del conductor en ohmios.

ρ : Resistividad del material. La de un conductor de cobre a 20°C es de 0,01724 $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ y la de un conductor de aluminio a 20°C es de 0,02857 $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$.

L = Longitud del conductor.

S = Sección por fase del conductor.

Para secciones iguales o inferiores a 150 mm^2 se podrá despreciar siempre la reactancia de la línea.

➤ Cálculo de Z_{aut}

Esta impedancia representa los automatismos (protecciones, relés, bobinas...) de aguas arriba. El valor de la impedancia de cada automatismo es de 0,15 $\text{j}\Omega$.

$$Z_{\text{aut}} \approx X_{\text{aut}} = \text{Número_de_automatismos} \cdot 0,15 \text{ j}\Omega$$

En el número de automatismos se incluye el que se está calculando, así como otros de otra índole, como diferenciales, etc.

➤ Cálculo de $Z_{\text{d_nueva}}$

Con el objetivo de determinar la curva del interruptor magnetotérmico, se procede a calcular la nueva impedancia directa. Para ello se debe tener en cuenta la impedancia directa de la línea más desfavorable, es decir, también hay que tener en cuenta las impedancias aguas abajo. Otra novedad es que para calcular la nueva impedancia de la línea, hay que calcularla a temperatura de cortocircuito (250°C). Para ello se hace la siguiente transposición:

$$Z_{L_{250^\circ\text{C}}} = Z_{L_{20^\circ\text{C}}} \cdot (1 + \alpha \Delta T)$$

Donde:

$$\alpha = 4 \cdot 10^{-3}$$

$$\Delta T = 250^{\circ}\text{C} - 20^{\circ}\text{C} = 230^{\circ}\text{C}.$$

Por tanto:

$$Z_{d_nueva} = Z_a + Z_T + Z_{L_250^{\circ}\text{C}} + Z_{aut}$$

➤ Cálculo de Z_o (impedancia homopolar).

En este caso también se calcula la impedancia al final de la línea.

$$Z_o = Z_{ao} + Z_{To} + Z_{Lo} + Z_{auto}$$

Donde:

$$Z_{ao} = 0$$

$$Z_{To} = Z_T$$

$$Z_{Lo} = 3 \cdot Z_{L_250^{\circ}\text{C}}$$

$$Z_{auto} = 3 \cdot Z_{aut}$$

1.6.2.4.4 Cálculo del t_{mcicc}

El t_{mcicc} es el tiempo máximo que el conductor puede soportar la intensidad de cortocircuito, y se calcula de la siguiente forma:

$$t_{mcicc} = \frac{C_c \cdot S^2}{I_{ccmin}^2}$$

Donde:

C_c : depende del tipo de material y aislamiento y será en caso de que el conductor sea de cobre 13225 para PVC y 20449 para XLPE. En caso de que el conductor sea de aluminio, 5476 para PVC y 8836 para XLPE.

S : Sección del conductor en mm^2 .

El t_{mcicc} tiene que ser mayor que el tiempo de desconexión, que será 0,1 segundos. Si no se cumple, habrá que elegir una sección mayor.

1.6.3 PROTECCIÓN DE LAS PERSONAS

Siempre que existe entre dos puntos una diferencia de potencial y un elemento conductor los une entre sí, se establecerá una corriente eléctrica entre ellos. La circulación de la corriente por las personas se puede producir de dos formas posibles:

- Cuando las personas se pongan en contacto con una parte eléctrica que normalmente estará en tensión (contacto directo) debido a que un conductor descubierto se ha hecho accesible por ruptura, defecto de aislamiento, etc.
- Cuando la persona se pone en contacto con una parte metálica accidentalmente bajo tensión (contacto indirecto), como puede ser la carcasa conductora de un motor o máquina, etc., que puedan quedar bajo tensión por defecto de aislamiento por confusión en la conexión del conductor de protección con el de fase activa.

Diversos estudios se han realizado para determinar con exactitud, los valores peligrosos en intensidad y tiempo, trazándose de esta forma curvas límites tiempo-corriente para diferentes grados de peligrosidad. En general, valores superiores a 30 mA se ha comprobado que no son peligrosos para el hombre, así como tiempos superiores a 30 ms. Como es lógico, los valores de esta intensidad dependerán de los de la tensión existente y de la resistencia eléctrica del cuerpo humano. Las distintas precauciones que se emplean tenderán a limitar la tensión de contacto.

La tensión límite convencional según la instrucción ITC BT 24 es igual a 50 V, valor eficaz en corriente alterna, en condiciones normales. En ciertas condiciones pueden especificarse valores menos elevados, como por ejemplo 24 V para las instalaciones de alumbrado público.

El Reglamento Electrotécnico para Baja tensión fija unos valores de tensiones máximas de contacto que son:

- En locales o emplazamientos húmedos 24 V.
- En locales secos la tensión será inferior a 50 V.

El grado de peligrosidad de la corriente eléctrica para la persona que pueda establecer contacto directo o indirecto, dependerá de factores fisiológicos, e incluso de su estado concreto en el momento del contacto; sin embargo, al margen de ello, a nivel general, se puede decir que depende del valor de la corriente que pasa por él y de la duración de la misma.

1.6.3.1 Protección contra contactos directos

Para que se pueda considerar correcta la protección contra contactos directos, se tomarán en cuenta las siguientes medidas:

- Alejamiento de las partes activas de la instalación, eliminando la posibilidad de un contacto fortuito con las manos o por la manipulación de objetos conductores cuando estos se utilicen habitualmente cerca de la instalación.



- Interposición de obstáculos que impidan todo contacto accidental con las partes activas de la instalación. Por ejemplo, armarios eléctricos aislantes o barreras de protección. Si los obstáculos son metálicos, se deben tomar también las medidas de protección previstas contra contactos indirectos en los mismos.
- Recubrimiento de las partes activas de la instalación por medio de un aislamiento apropiado capaz de conservar sus propiedades con el tiempo. No se consideran materiales aislantes apropiados la pintura, los barnices, las lacas o productos similares.

En esta instalación se adoptará principalmente el indicado en el tercer apartado, es decir, todos los conductores activos estarán recubiertos por aislamientos apropiados.

1.6.3.2 Protección contra contactos indirectos

Los sistemas de protección contra estos contactos están fundamentados en estos tres principios:

- Impedir la aparición de defectos mediante aislamientos complementarios.
- Hacer que el contacto eléctrico no sea peligroso mediante el uso de tensiones no peligrosas.
- Limitar la duración del contacto a la corriente mediante dispositivos de corte.

Las medidas de protección contra contactos indirectos, pueden ser de las siguientes clases:

- *Clase A:* Esta medida consiste en tomar disposiciones destinadas a suprimir el riesgo mismo, haciendo que los contactos no sean peligrosos, o bien, impidiendo los contactos simultáneos entre las masas y los elementos conductores, entre los cuales puede aparecer una diferencia de potencial peligrosa.
- *Clase B:* Esta medida consiste en la puesta a tierra directa o la puesta a neutro de las masas, asociándola a un dispositivo de corte automático que origine la desconexión de la instalación defectuosa.

Adoptaremos una protección contra contactos indirectos de la clase B, conductores de protección puestos a tierra, combinados con interruptores diferenciales.

Las tomas de tierra tienen como objetivo evitar que cualquier equipo descargue su potencial eléctrico a tierra, a través de nuestro cuerpo. En condiciones normales, cualquier equipo puede tener en sus partes metálicas una carga eléctrica, bien por electricidad estática o bien por una derivación, para evitar precisamente una descarga eléctrica cuando se toca dicho equipo se exige que este tenga sus partes metálicas puestas a tierra.

El valor mínimo de la corriente de defecto, a partir de la cual el interruptor diferencial debe desconectar automáticamente, en un tiempo conveniente, la instalación a proteger, determina la sensibilidad de funcionamiento del aparato.

La elección de la sensibilidad del interruptor diferencial que debe utilizarse en cada caso, viene determinada por la resistencia de tierra de las masas, medida en cada punto de conexión de las mismas. Debe cumplir la relación:

- En locales secos >>> $R \leq (50 / I_s)$
- En locales húmedos o mojados >>> $R \leq (24 / I_s)$

Siendo I_s la sensibilidad en miliamperios.

1.6.3.3 SOLUCIÓN ADOPTADA

La solución adoptada consiste en colocar un interruptor general automático a la entrada del cuadro general de distribución y un interruptor diferencial; a la salida de cada línea se colocará un interruptor magnetotérmico.

En los cuadros auxiliares se colocará un interruptor automático en entrada del cuadro; a la salida de cada línea se colocarán un interruptor magnetotérmico, además de interruptores diferenciales en las diferentes líneas.

Se instalarán interruptores diferenciales de diferentes sensibilidades según sea el caso:

En líneas de fuerza $I_s = 300\text{mA}$.

En líneas de alumbrado $I_s = 30\text{ mA}$.

Estos interruptores diferenciales irán asociados a las puestas a tierra de las masas.

Los elementos de protección serán de la marca Schneider Electric. Para su elección se tendrán en cuenta, a parte del calibre y del poder de corte, la selectividad y las curvas de limitación de los mismos que aparecen en los catálogos comerciales.

La protección diferencial se incluye en todas las derivaciones del embarrado y cuadros auxiliares que siguen a estas derivaciones, de forma que no pueda tener lugar ninguna electrocución o defecto peligroso.

La protección diferencial debe ser selectiva para lo cual se debe dotar a los diferenciales situados en cabecera de línea del retraso correspondiente en función de los diferenciales colocados en dichas líneas aguas abajo.

Las características de las protecciones utilizadas son las siguientes:

1.6.3.4 Protección magnetotérmica

- Cuadro General de Distribución

Línea	Magnetotérmico	Modelo	Nº de polos	In(A)	PdC (kA)	Curva
DI	M.D.I.	NS800N	4 (III+N)	800	50 kA	Regulable
CGD 1	M.CGD 1	NSX100B	4 (III+N)	100	25 kA	Regulable
CGD 2	M.CGD 2	NSX250B	4 (III+N)	250	25 kA	Regulable
CGD 3	M.CGD 3	NSX100B	4 (III+N)	100	25 kA	Regulable
CGD 4	M.CGD 4	NSX100B	4 (III+N)	80	25 kA	Regulable
CGD 5	M.CGD 5	NSX400F	4 (III+N)	400	36 kA	Regulable
CGD 6	M.CGD 6	NSX100B	4 (III+N)	100	25 kA	Regulable
CGD 7	M.CGD 7	NSX100B	4 (III+N)	80	25 kA	Regulable
CGD 8	M.CGD 8	NSX630F	4 (III+N)	630	36 kA	Regulable
CGD 9	M.CGD 9	iC60L	4 (III+N)	20	25 kA	Z

- Cuadro auxiliar 1: Láser

Línea	Magnetotérmico	Modelo	Nº de polos	In(A)	PdC (kA)	Curva
CGD 1	M.C.A.1	NSX100B	4 (III+N)	100	25 kA	Regulable
C.A.1.1	M.C.A.1.1	C120N	4 (III+N)	100	20 kA	B
C.A.1.2	M.C.A.1.2	iDPN N	4 (III+N)	10	10 kA	C
C.A.1.3	M.C.A.1.3	iDPN N	4 (III+N)	2	10 kA	C

- Cuadro auxiliar 2: Anillo 1

Línea	Magnetotérmico	Modelo	Nº de polos	In(A)	PdC (kA)	Curva
CGD 2	M.C.A.2	NSX250B	4 (III+N)	250	25 kA	Regulable
C.A.2.1	M.C.A.2.1	iC60L	4 (III+N)	16	25 kA	C
C.A.2.2	M.C.A.2.2	NG125N	4 (III+N)	63	25 kA	C
C.A.2.3	M.C.A.2.3	iC60L	4 (III+N)	16	25 kA	C
C.A.2.4	M.C.A.2.4	iC60L	4 (III+N)	25	25 kA	C
C.A.2.5	M.C.A.2.5	iC60L	4 (III+N)	25	25 kA	C
C.A.2.6	M.C.A.2.6	iC60L	4 (III+N)	25	25 kA	C
C.A.2.7	M.C.A.2.7	iC60L	4 (III+N)	25	25 kA	C
C.A.2.8	M.C.A.2.8	NG125N	4 (III+N)	80	25 kA	C
C.A.2.9	M.C.A.2.9	iC60L	4 (III+N)	16	25 kA	C

- Cuadro auxiliar 3: Anillo 2

Línea	Magnetotérmico	Modelo	Nº de polos	In(A)	PdC (kA)	Curva
CGD 3	M.C.A.3	NSX100B	4 (III+N)	100	25 kA	Regulable
C.A.3.1	M.C.A.3.1	iDPN N	4 (III+N)	25	10 kA	C
C.A.3.2	M.C.A.3.2	iDPN N	4 (III+N)	25	10 kA	B
C.A.3.3	M.C.A.3.3	iDPN N	4 (III+N)	10	10 kA	C
C.A.3.4	M.C.A.3.4	iDPN N	4 (III+N)	10	10 kA	C
C.A.3.5	M.C.A.3.5	iDPN N	4 (III+N)	10	10 kA	C
C.A.3.6	M.C.A.3.6	iDPN N	4 (III+N)	10	10 kA	C

C.A.3.7	M.C.A.3.7	iDPN N	4 (III+N)	10	10 kA	C
C.A.3.8	M.C.A.3.8	iDPN N	4 (III+N)	10	10 kA	C
C.A.3.9	M.C.A.3.9	iDPN N	4 (III+N)	25	10 kA	C

- Cuadro auxiliar 4: Anillo 3

Línea	Magnetotérmico	Modelo	Nº de polos	In(A)	PdC (kA)	Curva
CGD 4	M.C.A.4	NSX100B	4 (III+N)	80	25 kA	Regulable
C.A.4.1	M.C.A.4.1	iDPN N	4 (III+N)	6	10 kA	C
C.A.4.2	M.C.A.4.2	iDPN N	4 (III+N)	10	10 kA	C
C.A.4.3	M.C.A.4.3	iDPN N	4 (III+N)	10	10 kA	C
C.A.4.4	M.C.A.4.4	iC60N	4 (III+N)	16	10 kA	B
C.A.4.5	M.C.A.4.5	iDPN N	4 (III+N)	10	10 kA	C
C.A.4.6	M.C.A.4.6	iDPN N	4 (III+N)	16	10 kA	C
C.A.4.7	M.C.A.4.7	iDPN N	4 (III+N)	16	10 kA	C
C.A.4.8	M.C.A.4.8	iC60N	4 (III+N)	16	10 kA	B

- Cuadro auxiliar 5: Puentes grúa y subcuadros fuerza nave

Línea	Magnetotérmico	Modelo	Nº de polos	In(A)	PdC (kA)	Curva
CGD 5	M.C.A.5	NSX400F	4 (III+N)	400	36 kA	Regulable
C.A.5.1	M.C.A.5.1	iC60L	4 (III+N)	16	25 kA	B
C.A.5.2	M.C.A.5.2	iC60L	4 (III+N)	16	25 kA	B
C.A.5.3	M.C.A.5.3	iC60L	4 (III+N)	16	25 kA	B

1. Memoria

Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



C.A.5.4	M.C.A.5.4	iC60L	4 (III+N)	16	25 kA	B
C.A.5.5	M.C.A.5.5	NG125L	4 (III+N)	32	50 kA	B
C.A.5.6	M.C.A.5.6	iDPN N	2 (I+N)	32	10 kA	C
C.A.5.7	M.C.A.5.7	NG125L	4 (III+N)	32	50 kA	B
C.A.5.8	M.C.A.5.8	iDPN N	2 (I+N)	32	10 kA	C
C.A.5.9	M.C.A.5.9	NG125L	4 (III+N)	32	50 kA	B
C.A.5.10	M.C.A.5.10	iDPN N	2 (I+N)	32	10 kA	C
C.A.5.11	M.C.A.5.11	NG125L	4 (III+N)	32	50 kA	B
C.A.5.12	M.C.A.5.12	iDPN N	2 (I+N)	32	10 kA	C
C.A.5.13	M.C.A.5.13	iDPN N	2 (I+N)	32	10 kA	C

- Cuadro auxiliar 6: Alumbrado Nave

Línea	Magnetotérmico	Modelo	Nº de polos	In(A)	PdC (kA)	Curva
CGD 6	M.C.A.4	NSX100B	4 (III+N)	100	25 kA	Regulable
C.A.6.1	M.C.A.6.1	iDPN F	2 (I+N)	16	6 kA	C
C.A.6.2	M.C.A.6.2	iDPN F	2 (I+N)	16	6 kA	C
C.A.6.3	M.C.A.6.3	iDPN F	2 (I+N)	16	6 kA	C
C.A.6.4	M.C.A.6.4	iDPN F	2 (I+N)	16	6 kA	C
C.A.6.5	M.C.A. 6.5	iDPN F	2 (I+N)	16	6 kA	C
C.A.6.6	M.C.A. 6.6	iDPN F	2 (I+N)	6	6 kA	B
C.A.6.7	M.C.A. 6.7	iDPN F	2 (I+N)	6	6 kA	B
C.A.6.8	M.C.A. 6.8	iDPN F	2 (I+N)	2	6 kA	C
C.A.6.9	M.C.A. 6.9	iDPN F	2 (I+N)	2	6 Ka	C

C.A.6.10	M.C.A. 6.10	iDPN F	2 (I+N)	10	6 kA	C
-	M.C.A. 6.11	iDPN F	2 (I+N)	6	6 kA	C
-	M.C.A. 6.12	iDPN F	2 (I+N)	6	6 kA	C
-	M.C.A. 6.13	iDPN F	2 (I+N)	6	6 kA	C
-	M.C.A. 6.14	iDPN F	2 (I+N)	6	6 kA	C
-	M.C.A. 6.15	iDPN F	2 (I+N)	6	6 kA	C
-	M.C.A. 6.16	iDPN F	2 (I+N)	6	6 kA	C

- Cuadro auxiliar 7: Alumbrado Oficina

Línea	Magnetotérmico	Modelo	Nº de polos	In(A)	PdC (kA)	Curva
CGD 7	M.C.A.7	NSX100B	4 (III+N)	80	25 kA	Regulable
C.A.7.1	M.C.A.7.1	iDPN F	2 (I+N)	16	6 kA	C
C.A.7.2	M.C.A.7.2	iDPN F	2 (I+N)	16	6 kA	C
C.A.7.3	M.C.A.7.3	iDPN F	2 (I+N)	16	6 kA	C
C.A.7.4	M.C.A.7.4	iDPN F	2 (I+N)	16	6 kA	C
C.A.7.5	M.C.A.7.5	iDPN F	2 (I+N)	10	6 kA	C
C.A.7.6	M.C.A.7.6	iDPN F	2 (I+N)	6	6 kA	C

- Cuadro auxiliar 8: Fuerza Oficina

Línea	Magnetotérmico	Modelo	Nº de polos	In(A)	PdC (kA)	Curva
CGD 8	M.C.A.8	NSX630F	4 (III+N)	630	36 kA	Regulable
C.A.8.1	M.C.A.8.1	NSX160B	2 (I+N)	160	10 kA	Regulado a C



C.A.8.2	M.C.A.8.2	C120N	2 (I+N)	100	20 kA	C
C.A.8.3	M.C.A.8.3	C120N	2 (I+N)	100	20 kA	C
C.A.8.4	M.C.A.8.4	NSX160B	2 (I+N)	160	10 kA	Regulado a C
C.A.8.5	M.C.A.8.5	NSX160B	2 (I+N)	160	10 kA	Regulado a C

- Cuadro auxiliar 9: Receptores CT

Línea	Magnetotérmico	Modelo	Nº de polos	In(A)	PdC (kA)	Curva
CGD 9	M.C.A.9	iC60L	4 (III+N)	20	25 kA	C
C.A.9.1	M.C.A.9.1	iC60N	2 (I+N)	1	50 kA	C
C.A.9.2	M.C.A.9.2	iC60N	2 (I+N)	1	50 kA	C
C.A.9.3	M.C.A.9.3	iC60H	2 (I+N)	16	30 kA	C

- Cuadro Baja Tensión Centro de transformación

Línea	Magnetotérmico	Modelo	Nº de polos	In(A)	PdC (kA)	Curva
I.G	I.G	NS1250N	4 (III+N)	1250	50 kA	Regulable
Bcond	M.B.Cond	NSX250B	4(III+N)	250	25 kA	C

1.6.3.5 Protección diferencial

- Cuadro General de Distribución

Línea	Diferencial	Modelo	Nº de polos	Calibre (A)	Sensibilidad (mA)
CGD 1	D.C.G.D.1	Vigi MH	4 (III+N)	100	Regulado a 300



		NSX 100			
CGD 2	D.C.G.D.2	Vigi MH NSX 250	4 (III+N)	250	Regulado a 300
CGD 3	D.C.G.D.3	Vigi MH NSX 100	4 (III+N)	100	Regulado a 300
CGD 4	D.C.G.D.4	Vigi MH NSX 100	4 (III+N)	100	Regulado a 300
CGD 5	D.C.G.D.5	Vigi MB NSX 400	4 (III+N)	400	Regulado a 300
CGD 6	D.C.G.D.6	Vigi MH NSX 100	4 (III+N)	100	Regulado a 300
CGD 7	D.C.G.D.7	Vigi MH NSX 100	4 (III+N)	100	Regulado a 300
CGD 8	D.C.G.D.8	Vigi MB NSX 630	4 (III+N)	630	Regulado a 300
CGD 9	D.C.G.D.9	Vigi iC60	4 (III+N)	25	Regulado a 300

- Cuadro auxiliar 1: Láser

Línea	Diferencial	Modelo	Nº de polos	Calibre (A)	Sensibilidad (mA)
C.A.1.1	D.C.A.1.1	iID	4 (III+N)	25	30
C.A.1.2					
C.A.1.3					



- Cuadro auxiliar 2: Anillo 1

Línea	Diferencial	Modelo	Nº de polos	Calibre (A)	Sensibilidad (mA)
C.A.2.1	D.C.A.2.1	RHP99+Toroidal	4 (III+N)	100	Regulado a 30
C.A.2.2					
C.A.2.3					
C.A.2.4	D.C.A.2.2	RHP99+toroidal	4 (III+N)	100	Regulado a 30
C.A.2.5					
C.A.2.6					
C.A.2.7					
C.A.2.8	D.C.A.2.3	RHP99+toroidal	4 (III+N)	100	Regulado a 30
C.A.2.9					

- Cuadro auxiliar 3: Anillo 2

Línea	Diferencial	Modelo	Nº de polos	Calibre (A)	Sensibilidad (mA)
C.A.3.1	D.C.A.3.1	RHP99+toroidal	4 (III+N)	80	Regulado a 30
C.A.3.2					
C.A.3.3					
C.A.3.4					
C.A.3.5					
C.A.3.6	D.C.A.3.2	iID	4 (III+N)	63	30
C.A.3.7					
C.A.3.8					
C.A.3.9					



- Cuadro auxiliar 4: Anillo 3

Línea	Diferencial	Modelo	Nº de polos	Calibre (A)	Sensibilidad (mA)
C.A.4.1	D.C.A.4.1	iID	4 (III+N)	40	30
C.A.4.2					
C.A.4.3					
C.A.4.4					
C.A.4.5	D.C.A.4.2	iID	4 (III+N)	63	30
C.A.4.6					
C.A.4.7					
C.A.4.8					

- Cuadro auxiliar 5: Puentes grúa y subcuadros fuerza nave

Línea	Diferencial	Modelo	Nº de polos	Calibre (A)	Sensibilidad (mA)
C.A.5.1	D.C.A.5.1	RHP99+toroidal	4 (III+N)	80	Regulado a 30
C.A.5.2					
C.A.5.3					
C.A.5.4					
C.A.5.5	D.C.A.5.2	RHP99+toroidal	4 (III+N)	80	Regulado a 30
C.A.5.6					
C.A.5.7	D.C.A.5.3	RHP99+toroidal	4 (III+N)	80	Regulado a 30
C.A.5.8					

1. Memoria

Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



C.A.5.9	D.C.A.5.4	RHP99+toroidal	4 (III+N)	80	Regulado a 30
C.A.5.10					
C.A.5.11	D.C.A.5.5	RHP99+toroidal	4 (III+N)	80	Regulado a 30
C.A.5.12					
C.A.5.13	D.C.A.5.6	Vigi iC60	2 (I+N)	40	30

• Cuadro auxiliar 6: Alumbrado Nave

Línea	Diferencial	Modelo	Nº de polos	Calibre (A)	Sensibilidad (mA)
C.A.6.1	D.C.A.6.1	iID	4(III+N)	63	30
Marcha/Paro 1					
C.A.6.2					
Marcha/Paro 2	D.C.A.6.2	iID	4(III+N)	63	30
C.A.6.3					
Marcha/Paro 3					
C.A.6.4					
Marcha/Paro 4	D.C.A.6.3	iID	4(III+N)	40	30
C.A.6.5					
Marcha/Paro Almacén					
C.A.6.6					
C.A.6.7					
C.A.6.8	D.C.A.6.4	iID	4(III+N)	25	30
C.A.6.9					
C.A.6.10					
Marcha/Paro Exterior					



- Cuadro auxiliar 7: Alumbrado Oficina

Línea	Diferencial	Modelo	Nº de polos	Calibre (A)	Sensibilidad (mA)
C.A.7.1	D.C.A.7.1	iID	4(III+N)	63	30
C.A.7.2					
C.A.7.3					
C.A.7.4	D.C.A.7.2	iID	4(III+N)	40	Regulado 30
C.A.7.5					
C.A.7.6					

- Cuadro auxiliar 8: Fuerza Oficina

Línea	Diferencial	Modelo	Nº de polos	Calibre (A)	Sensibilidad (mA)
C.A.8.1	D.C.A.8.1	Vigi MH NSX 160	2(I+N)	160	Regulado a 30
C.A.8.2	D.C.A.8.2	Vigi C120	2(I+N)	100	Regulado a 30
C.A.8.3	D.C.A.8.3	Vigi C120	2(I+N)	100	Regulado a 30
C.A.8.4	D.C.A.8.4	Vigi MH NSX 160	2(I+N)	160	Regulado a 30
C.A.8.5	D.C.A.8.5	Vigi MH NSX 160	2(I+N)	160	Regulado a 30

- Cuadro auxiliar 9: Receptores CT

Línea	Diferencial	Modelo	Nº de polos	Calibre (A)	Sensibilidad (mA)
C.A.9.1	D.C.A.9.1	Vigi iC60	2 (I+N)	25	Regulado a 30
C.A.9.2					
C.A.9.3					

- Cuadro Baja Tensión Centro de transformación

Línea	Diferencial	Modelo	Nº de polos	Calibre (A)	Sensibilidad (mA)
I.G	D.D.I	RHP99+toroidal	4 (III+N)	1250	Regulado a 500
Bcond	D.B.C	Vigi MH NSX 250	4(III+N)	250	Regulado a 30

1.7 INSTALACIÓN DE PUESTA ATIERRA

1.7.1 INTRODUCCIÓN

Se cumplirá lo establecido en la ITC-BT-18. Las puestas a tierra se establecen principalmente con el objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masa metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

La puesta a tierra es la unión eléctrica directa sin fusibles ni protección alguna, de una parte del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo mediante una toma de tierra con un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo.

Con esto se pretende conseguir que cualquier masa no pueda dar tensiones de contacto superiores a 50 V.

A través de la instalación de puesta a tierra, se manda directamente a tierra toda la corriente eléctrica que se salga de su recorrido normal y corrientes o descargas de origen atmosférico o de otras fuentes. El paso de estas corrientes por el terreno provoca unas distribuciones de potencial por el mismo y por su superficie que pueden ser peligrosas para la seguridad de las personas.



1.7.2 COMPONENTES DE LA PUESTA A TIERRA

El sistema de puesta a tierra consta de los siguientes elementos:

- El terreno:

El terreno, desde el punto de vista eléctrico, se considera como el elemento encargado de disipar corrientes de defecto o descargas de origen atmosférico.

Este comportamiento viene determinado por la resistividad, que es una característica de todos los materiales y que nos da una idea de la resistencia que ofrece un material al ser atravesado por una corriente eléctrica.

Los cuerpos que tienen una resistividad muy baja, dejan pasar fácilmente la corriente eléctrica, y los materiales que tienen una resistividad alta, se oponen al paso de corriente.

La resistividad depende de cada terreno y se mide en ohmios por metro.

- Tomas de tierra:

La toma de tierra es el elemento de unión entre el terreno y el circuito instalado en el interior del edificio. Consta de tres partes:

1. Electrodo:

Son la masa metálica que se encuentra en contacto permanente con el terreno para facilitar a este el paso de corrientes de defecto, o la carga eléctrica que pueda tener.

2. Líneas de enlace con tierra:

La línea de enlace con la tierra está formada por los conductores que unen el electrodo, conjunto de electrodos o anillo, con el punto de puesta a tierra.

3. Puntos de puesta a tierra:

El elemento de la puesta a tierra, es el situado fuera del terreno y que sirve de unión entre la línea de enlace con tierra y la línea principal de tierra. El punto de puesta a tierra es un elemento de conexión, placa, regleta, grapa, etc. que une los conductores de la línea de enlace con la principal de tierra.

- Línea principal de tierra:

Es la parte del circuito de puesta a tierra del edificio, que está formado por conductores de cobre, que partiendo de los puntos de puesta a tierra, conecta con las derivaciones necesarias para la puesta a tierra de todas las masas o elementos necesarios. La línea principal de tierra termina en el punto de puesta a tierra, teniendo especial cuidado en la conexión, asegurando una conexión efectiva.

- Derivaciones de las líneas principales de tierra:

Son los conductores que unen la línea principal de tierra con los conductores de protección o bien directamente las masas significativas que existen en el edificio. Serán de cobre o de otro metal de elevado punto de fusión.

- Conductores de protección:

Son los conductores de cobre, encargados de unir eléctricamente las masas de una instalación y de los aparatos eléctricos, con las derivaciones de la línea principal de tierra, con el fin de asegurar la protección contra los contactos indirectos.

El dimensionamiento de estos conductores, viene dado en función de la sección del conductor de fase de la instalación que protege, según la ITC-BT 19.

1.7.3 ELEMENTOS A CONECTAR A TIERRA

Los elementos a conectar a tierra serán todos los elementos metálicos o elementos susceptibles de ponerse en tensión.

Así, se conectarán en los puntos de puesta a tierra los siguientes:

- Las instalaciones de fontanería, gas y calefacción, depósitos, calderas, etc.
- Guías metálicas de los aparatos elevadores.
- Caja General de Protección (no obligatorio según R.E.B.T.).
- Instalación de pararrayos.
- Instalación de antenas colectivas de TV y FM.
- Redes equipotenciales de cuarto de baño, que unan enchufes eléctricos y masas metálicas.
- Toda masa o elemento metálico significativo.
- Estructuras metálicas y armaduras de muros de hormigón.
-

1.7.4 SOLUCIÓN ADOPTADA

Nuestra red de puesta a tierra consta de electrodos, que en nuestro caso son 4 picas de acero galvanizado de 14 mm de diámetro y 2 m de longitud, situadas una en cada esquina de la nave.

Estarán unidas por medio de un conductor de cobre desnudo de 50 mm² de sección formando un anillo alrededor de la nave a 0,8 m de profundidad. La conexión entre el conductor de cobre en anillo y las picas se realizará mediante soldadura aluminotérmica, es decir, de alto poder de fusión en arquetas prefabricadas.

Del cuadro de distribución general se unirá el conductor principal de tierra a través de un conductor de cobre de 50 mm². Del cuadro de distribución general partirán las derivaciones a los cuadros auxiliares de distribución y de estos partirán los conductores de protección a los distintos receptores (alumbrado de la nave, tomas de corriente y maquinaria).

Los conductores de tierra se distinguirán fácilmente de los conductores activos por el color amarillo-verde. Estos conductores serán de cobre 750 V, de color amarillo-verde y tendrá una sección igual al conductor de fase para secciones de fase menores o iguales que 16 mm², de 16 mm² para



secciones de fase entre 16 y 35 mm^2 y la mitad de la fase para conductores de sección mayor que 35 mm^2 , tal y como se establece en la ITC-BT-18 tabla 2.

En el documento CÁLCULOS del presente proyecto están justificados los cálculos en los que se cumple que la tensión de contacto es menor que 50 V, en el apartado 2.7.

1.8 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

1.8.1 OBJETO DEL PROYECTO

El objeto del presente proyecto es especificar las condiciones técnicas y de ejecución de un centro de transformación de características normalizadas cuyo fin es suministrar energía eléctrica en baja tensión a una nave industrial.

El centro de transformación será un centro de transformación de abonado, es decir, que el suministro de energía es contratado directamente en media tensión y por tanto el abonado debe instalar su propio centro de transformación y realizar su explotación y mantenimiento.

1.8.2 REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES OFICIALES

Para la elaboración del proyecto se ha tenido en cuenta la siguiente normativa:

- Reglamento sobre las Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía Eléctrica.
- Normas UNE y Recomendaciones UNESA que sean de aplicación.
- Normas particulares de IBERDROLA.
- Condiciones impuestas por las entidades públicas afectadas.
-

1.8.3 EMPLAZAMIENTO

El centro de transformación se encuentra en el exterior de la nave, pero dentro de la parcela. Concretamente se encuentra, a mano izquierda de la entrada principal de la nave y separado de ella. Su acceso está en el exterior de la nave también.

1.8.4 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

El centro de transformación objeto del presente proyecto será de tipo interior, empleando para su aparellaje celdas prefabricadas bajo envoltorio metálica según norma UNE-20.099.

La acometida al mismo será subterránea, alimentando al centro mediante una red de Media Tensión, y el suministro de electricidad se efectuará a una tensión de servicio de 13,2 KV y una frecuencia de 50 Hz, siendo la Compañía Eléctrica suministradora IBERDROLA.

1.8.5 NECESIDADES Y POTENCIA INSTALADA

El conductor de la Derivación Individual estará previsto para poder soportar la corriente máxima que el Centro de Transformación sea capaz de dar en baja tensión. De esta misma forma estarán dimensionadas las protecciones de la entrada del cuadro C.G.P.

Esta forma de dimensionado se realiza por si fuese necesario una futura ampliación de la potencia demandada por la empresa. Actualmente la potencia necesaria por la empresa será de 581935,1 W como se detalla en el documento CÁLCULOS del presente proyecto en el apartado 2.3.2 Potencia de la instalación.

Así pues, hemos creído conveniente instalar un transformador Ormazabal de 630 KVA.

$$S = 630 \text{ KVA}$$

$$V = 400 \text{ V}$$

$$I_{\text{SECUNDARIO}} = \frac{S}{\sqrt{3} \times V} = \frac{630 \text{ kVA}}{\sqrt{3} \times 400} = 909,32 \text{ A}$$

La distribución de la potencia del centro de transformación al C.D.G. la haremos llegar mediante una línea subterránea que será la Derivación Individual, de 19 m y un conductor de 720 mm^2 de sección por fase, siendo el neutro de 360 mm^2 .

Si miramos el porcentaje de caída de tensión en la derivación individual obtenemos:

$$u = \frac{L \cdot P}{\sigma \cdot S \cdot V} + CdT(\text{líneas anteriores}) = \frac{19 \cdot 550552,7}{56 \cdot (240 \cdot 3) \cdot 400} + 0,1515 = 0,648 + 0,1515 = 0,8$$

$$u\% = \frac{\Delta U \cdot 100}{400} = \frac{0,8}{400} \cdot 100 = 0,2 < 1,5\% \quad \text{Permitido}$$

1.8.6 OBRA CIVIL

- **Local:**

El centro estará situado en una caseta en el exterior de la nave destinada únicamente a esta finalidad.



La caseta será de construcción prefabricada de hormigón de la marca ORMAZABAL, modelo PFU-4. Sus dimensiones son 4,46x2,38 m y una altura de 3,045 m.

El acceso al Centro de Transformación estará restringido al personal de la compañía eléctrica suministradora y al personal de mantenimiento especialmente autorizado. El acceso se realizará únicamente por la parte exterior de la nave, no pudiendo acceder al centro desde el interior de la nave. Se dispondrá de una puerta peatonal cuyo sistema de cierre permitirá el acceso a ambos tipos de personal, teniendo en cuenta que el primero lo hará con la llave normalizada por la Compañía Eléctrica.

- **Características del local**

Se trata de una constitución prefabricada de hormigón modelo PFU-4 de ORMAZABAL. Las características más destacadas del prefabricado son:

a) Compacidad:

Realizar el montaje de un prefabricado en la propia fábrica permite ofrecer calidad de origen, reducción del tiempo de instalación, posibilidad de posteriores traslados.

b) Facilidad de instalación:

La innecesaria cimentación y el montaje en fábrica permitirán asegurar una cómoda y fácil instalación.

c) Material:

El material empleado en la fabricación de las piezas (bases, paredes y techos) es hormigón armado. Con la justa dosificación y el vibrado adecuado se conseguirán unas características óptimas de resistencia e impermeabilización.

Los paneles que forman la envolvente están compuestos de hormigón vibrado, estando las armaduras del hormigón unidas entre si y al colector de tierras según la RU 1303, y las puertas y rejillas presentan una resistencia de 10 k Ω respecto a la tierra de la envolvente.

d) Equipotencialidad:

La propia armadura de mallazo electrosoldado garantizará la perfecta equipotencialidad de todo el prefabricado. Como se indica en la recomendación Unesa, las puertas y rejillas de ventilación no estarán conectadas al sistema de equipotencial.

Entre la armadura equipotencial, embebida en el hormigón, y las puertas y rejillas existirá una resistencia eléctrica superior a 10.000 ohmios.

Ningún elemento metálico unido al sistema equipotencial será accesible desde el exterior.

e) Impermeabilidad:

Los techos estarán diseñados de tal forma que se impidan las filtraciones y la acumulación de agua sobre éstos, desaguando directamente al exterior desde su perímetro.



f) Pinturas:

El acabado de las superficies exteriores se efectuara con pintura acrílica, de color blanco-crema y textura rugosa en las paredes, y marrón en el perímetro de las cubiertas o techo, puertas y rejillas de ventilación.

g) Grados de protección:

Serán conformes a la UNE 20324/89 de tal forma que la parte exterior del edificio prefabricado será de IP239, excepto las rejillas de ventilación donde el grado de protección será de IP339.

• **Componentes del local**

a) Envolvente:

La envolvente (base, paredes y techos) de hormigón armado se fabricará de tal manera que se cargará sobre camión como un solo bloque en la fábrica.

La envolvente estará diseñada de tal forma que se garantizará una total impermeabilidad y equipotencialidad del conjunto, así como una elevada resistencia mecánica.

En la base de la envolvente irán dispuestos, tanto en el lateral como en la solera, los orificios para la entrada de cables de Alta y Baja Tensión. Estos orificios son partes debilitadas del hormigón que se deberán romper (desde el interior del prefabricado) para realizar la acometida de cables.

b) Suelos:

Estarán constituidos por elementos planos prefabricados de hormigón armado apoyados en un extremo sobre unos soportes metálicos en forma de U, los cuales constituirán los huecos que permitirán la conexión de cables en las celdas. Los huecos que no queden cubiertos por las celdas o cuadros eléctricos se tapanán con unas placas fabricadas para tal efecto. En la parte frontal se dispondrán unas placas de peso reducido que permitirán el acceso de personas a la parte inferior del prefabricado a fin de facilitar las operaciones de conexión de los cables.

c) Cuba de recogida de aceite:

La cuba de recogida de aceite se integra en el propio diseño del edificio prefabricado. Está diseñada para recoger en su interior el aceite del transformador sin que éste se derrame por la base. Es decir, tiene capacidad como para recoger los 410 litros del transformador de 630 kVA,

Sobre la cuba se dispone una bandeja cortafuegos de acero galvanizado perforada y cubierta por grava.

d) Puertas y rejillas de ventilación:

Estarán construidas en chapa de acero galvanizado recubierta con pintura epoxi. Esta doble protección, galvanizado más pintura, las hará muy resistentes a la corrosión causada por los agentes atmosféricos.

Las puertas se pueden abatir 180° hacia el exterior, y se podrán mantener en la posición de 90° con un retenedor metálico.

1.8.7 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

1.8.7.1 Introducción

El centro de transformación se compone de una serie de celdas unidas eléctricamente entre sí, de un transformador y de un cuadro de baja tensión.

En primer lugar habrá una celda de línea, que se utiliza para la maniobra de entrada de los cables que forman el circuito de alimentación del centro de transformación. Después se conectará una celda de protección, que se utiliza para la ejecución de maniobras para la conexión y desconexión del transformador o para su protección, realizándose esta última mediante fusibles. Seguidamente se conectará una celda de medida, justo antes del transformador de MT/BT. Para finalizar se conectará el transformador a un cuadro de baja tensión, en el que se ubicarán las distintas protecciones del alumbrado y de las tomas de corriente del centro.

1.8.7.2 Características de la red alimentación

La red de alimentación al centro de transformación será de tipo subterráneo a una tensión de 13,2 kV y 50 Hz de frecuencia.

La potencia de cortocircuito máxima de la red de alimentación será de 400 MVA, según datos proporcionados por la Compañía suministradora.

1.8.7.3 Características de la aparatada en media tensión

Características generales de los tipos de aparatada empleados en la instalación.

- **Celdas CGM:**

Las celdas **CGM** forman un sistema de equipos modulares de reducidas dimensiones para Media Tensión, con una función específica por cada módulo o celda. Cada función dispone de su propia envolvente metálica que alberga una cuba llena de gas SF₆, en la cual se encuentran los aparatos de maniobra y el embarrado.

El conexionado entre los diversos módulos (embarrado), realizado mediante un sistema patentado (ORMALINK), es simple y fiable, y permite configurar diferentes esquemas para los Centros de Transformación

Las partes que componen estas celdas son:



- Base y frente:

La altura y el diseño de esta base permiten el paso de cables entre celdas sin necesidad de foso, y presentan el mismo unifilar del circuito principal y ejes de accionamiento de la aparata a la altura idónea para su operación. Igualmente, la altura de esta base facilita la conexión de los cables frontales de la acometida.

La parte frontal incluye en su parte superior la placa de características eléctricas, la mirilla para el manómetro, el esquema eléctrico de la celda y los accesos de los accionamientos del mando y, en la parte inferior, se encuentran las tomas para las lámparas de señalización de tensión y el panel de acceso de los cables y fusibles. En su interior hay una pletina de cobre a lo largo de toda la celda, permitiendo la conexión a la misma del sistema de tierras y de las pantallas de los cables.

- Cuba:

La cuba fabricada en acero inoxidable de 2 mm de espesor, contiene el interruptor, el embarrado y los portafusibles. El gas SF₆ se encuentra en su interior a una presión absoluta de 1.3 bares. El sellado de la cuba permite el mantenimiento de los requisitos de operación segura durante más de 30 años, sin necesidad de reposición de gas.

Esta cuba cuenta con un dispositivo de evacuación de gases que, en caso de arco interno permite su salida hacia la parte trasera de la celda, evitando así, con la ayuda de la altura de las celdas, su incidencia sobre las personas, los cables, o la aparata del centro de transformación.

- Interruptor – Seccionador – Seccionador de puesta a tierra:

El interruptor disponible en el sistema CGM tiene las tres posiciones: conectado, seccionado y puesto a tierra (salvo para el interruptor de la celda CMIP).

La actuación de este interruptor se realiza mediante palanca de accionamiento sobre dos ejes distintos: uno para el interruptor (conmutación entre las posiciones de interruptor conectado e interruptor seccionado); y otro para el seccionador de puesta a tierra de los cables de acometida (que conmuta entre las posiciones de seccionado y puesto a tierra).

- Mando:

Los mandos de actuación son accesibles desde la parte frontal, pudiendo ser accionados de forma manual o motorizada.

- Fusibles (Celda CMP-F):

En las celdas CMP-F de protección mediante fusibles, los fusibles se montan sobre unos carros que se introducen en los tubos portafusibles de resina aislante, que son perfectamente estancos respecto del gas y del exterior. El disparo se producirá por fusión de uno de los fusibles o cuando la presión interior de los tubos portafusibles se eleve, debido a un fallo en los fusibles o al calentamiento excesivo de estos.

- Conexión de cables:
La conexión de cables se realiza por la parte frontal, mediante unos pasatapas estándar.
- Enclavamientos:
Los enclavamientos incluidos en todas las celdas CGM pretenden que:
 - No se pueda conectar el seccionador de puesta a tierra con el aparato principal cerrado y, recíprocamente, no se pueda cerrar el aparato principal, si el seccionador de puesta a tierra está conectado.
 - No se pueda quitar la tapa frontal, si el seccionador de puesta a tierra esta abierto y, a la inversa, no se pueda abrir el seccionador de puesta a tierra cuando la tapa frontal ha sido extraída.
- Características eléctricas:
Las características generales de las celdas CGM son las siguientes:

Características eléctricas	
Tensión asignada [kV]	24
Intensidad asignada [A]	400/630
Intensidad de corta duración (1 ó 3 s) [kA]	16/20
Nivel de aislamiento:	
Frecuencia industrial (1 min)	
a tierra y entre fases [kV]	50
a la distancia de seccionamiento [kV]	60
Impulso tipo rayo	
a tierra y entre fases [kV]CRESTA	125
a la distancia de seccionamiento [kV]CRESTA	145
Capacidad de cierre [kA]CRESTA	40/50
Capacidad de corte	
Corriente principalmente activa [A]	400/630
Corriente capacitiva [A]	31,5



Corriente inductiva [A]	16
Falta a tierra ICE [A]	63
Falta a tierra $\sqrt{3}$ ICL [A]	31,5
Características físicas	
Ancho [mm]	370
Alto [mm]	1800
Fondo [mm]	850
Peso [kg]	135

	24 kV
Intensidad nominal (A)	
Embarrado general	Hasta 1600
Derivaciones	Hasta 1600*
Onda de choque (kV)	
Entre fases y tierra	125
Distancia de seccionamiento	245
Frecuencia industrial 1m (kV)	
Entre fases y tierra	50
Distancia de seccionamiento	60
Intensidad nominal de corte en cortocircuito (kA)	25
Capacidad de cierre en cortocircuito (cresta) (kA)	63
Intensidad nominal corta duración (kA – 3 s)	25
Resistencia frente a arcos internos (kA – 1 s)	25
Capacidad de corte combinación interruptor-fusibles (kA)	25
Frecuencia (Hz)	50/60
Grado de Protección	IPX3

*Para celda de protección con fusible= 200 A



En la descripción de cada celda se incluyen los valores propios correspondientes a las intensidades nominales, térmica y dinámica.

1.8.7.4 Características descriptivas de las celdas y transformador de media tensión

1.8.7.4.1 Celda de remonte (CMR)

Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un modulo de $U_n = 24$ kV e $I_n = 400A$, 370mm de ancho por 780 mm de fondo por 1800 mm de alto y 42 Kg de peso.

La celda CMR, o celda de remonte, está constituida por un modulo metálico, con aislamiento y corte en SF6.

Permite comunicar y proteger el remonte de cables hacia el embarrado.

1.8.7.4.2 Celda de protección con fusibles (CMPF)

Celda con envolvente metálica prefabricada por ORMAZABAL, formada por un modulo UN = 24KV e $I_n = 630$ A, 480 mm de ancho, por 850 mm de fondo, 1800 mm de alto y 200 Kg de peso.

La celda CMP-F de protección con fusibles está constituida por un modulo metálico, con aislamiento y corte en SF6, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor – seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior – frontal mediante bornas enchufables, y en serie con él, un conjunto de fusibles fríos, combinados o asociados a ese interruptor.

Otras características constructivas:

- Capacidad de ruptura: 630 A
- Intensidad de cortocircuito: 16 kA / 20 kA
- Capacidad de cierre: 50 kA
- Fusibles: 3 x 63 A

1.8.7.4.3 Celda de medida (CMM)

Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un modulo de $U_n = 24KV$. Con unas dimensiones de 800mm de ancho por 1025 de fondo por 1800 de alto y 180 Kg de peso.

La celda CMM de medida es un modulo metálico, construido en chapa galvanizada, que permite la incorporación en su interior de los transformadores de tensión e intensidad que se utilizan para dar los valores correspondientes a los contadores de medida de energía.

Por su constitución, esta celda puede incorporar los transformadores de cada tipo (tensión e intensidad), normalizados en las distintas empresas suministradoras de electricidad.

La tapa de la celda cuenta con los dispositivos que evitan la posibilidad de contactos auxiliares y permiten el sellado de la misma para garantizar la no manipulación de las conexiones.

La celda de medida contiene:

- 2 juegos de barras tripolar $I_n = 630 \text{ A}$
- 3 transformadores de intensidad de relación $30 - 60 / 5 \text{ A}$ Clase 0.5, aislamiento 24 KV.
- 2 transformadores de tensión, bipolares de relación $13200 - 22000 / 110$, Clase 0.5, aislamiento 24 KV.
- Embarrado de puesta a tierra

1.8.7.4.4 Transformador

Sera una maquina trifásica reductora de tensión, siendo la tensión entre fases a la entrada de 13.2 KV, y la tensión a la salida de 400 V entre fases y 230 V entre fases y neutro. El transformador a instalar será de la marca Ormazábal conectado con acoplamiento Dyn 11.

La tecnología empleada será la de llenado integral a fin de conseguir una mínima degradación del aceite por oxidación y absorción de humedad, así como unas dimensiones reducidas de la maquina y un mantenimiento mínimo.

Sus características mecánicas y eléctricas se ajustaran a la norma UNE 21428 y a las normas particulares de la compañía suministradora, siendo las siguientes:

- Potencia: 630 KVA
- Tensión primaria: 13.2/20 kV
- Refrigeración: natural.
- Aislamiento: aceite mineral.
- Cuba de aletas: llenado integral.

- **Equipo base:**

- Pasatapas de media tensión de porcelana.
- Pasatapas de baja tensión de porcelana.
- Conmutador de regulación maniobrable sin tensión.
- 2 cáncamos de elevación y desencubado
- Orificio de llenado
- Dispositivo de vaciado y toma de muestras
- 4 ruedas bidireccionales
- 2 tomas de puesta a tierra

- **Características eléctricas del transformador:**



Potencia en KVA	630
Tensión primaria	13,2 / 20
Tensión secundaria en vacío	420
Grupo de conexión	Dyn 11
Perdidas en vacío (W)	1300
Perdidas en carga (W)	6500
Tensión de cortocircuito (%)	4
Caída de tensión a plena carga (%)	1,1
Rendimiento (%)	98,8

- **Dimensiones del transformador:**

Potencia (KVA)	630
Largo (mm)	1780
Ancho (mm)	1080
Alto (mm)	1395
Volumen líquido aislante (l)	540

- **Medidas de seguridad:**

En cuanto a las medidas de seguridad a tomar, se colocaran rótulos indicadores, extintores, equipos para primeros auxilios, etc., de conformidad con las Normas del Reglamento de centros de Transformación en vigor.

1.8.7.5 Características del material vario de alta tensión

1.8.7.5.1 Embarrado general celdas

El embarrado general de las celdas es propio del fabricante de las celdas denominado ORMALINK.

1.8.7.5.2 Conexión celdas-transformador

La conexión de las celdas al transformador se realiza por medio de cable tripolar de Cobre de 70 mm² de sección, que en condiciones de instalación soporta 202 A, y provoca una caída de tensión

despreciable, cumpliendo así con los criterios de calentamiento y de caída de tensión. El aislamiento del conductor será de EPR.

1.8.7.6 Puesta a tierra

Los cálculos de puesta a tierra están justificados en el apartado CÁLCULOS del presente proyecto, en el apartado 2.8.10 (Cálculo de la instalación de puesta a tierra).

1.8.7.6.1 Tierra de protección:

Se conectarán a tierra los elementos metálicos de la instalación que no estén en tensión normalmente, pero que puedan estarlo a causa de averías o circunstancias externas. Las celdas dispondrán de una pletina de tierra que las interconectará, constituyendo el colector de tierras de protección.

Nuestra tierra de protección se regirá por el código de UNESA 50-30/8/88.

1.8.7.6.2 Tierra de servicio:

Se conectarán a tierra los elementos de la instalación necesarios como el neutro del transformador, los circuitos de baja tensión de los transformadores de medida, así como limitadores, descargadores, autoválvulas, pararrayos, así como los elementos de derivación a tierra de los seccionadores de puesta a tierra.

Nuestra tierra de servicio se regirá por el código de UNESA 5/64.

1.8.7.7 Instalaciones secundarias

1.8.7.7.1 Iluminación

En el centro de transformación se han instalado un punto de luz capaz de proporcionar un nivel de iluminación suficiente para la comprobación y maniobra de los elementos del mismo. El nivel medio será como mínimo de 200 lux.

Se han elegido dos lámparas fluorescentes tubulares modelo Philips Master TL5 HE Xtra Eco 13=14W/840 1SL con luminarias PHILIPS TBS411 1xTL5-13W HFP C8.

1.8.7.7.2 Iluminación de emergencia

Se colocara una lámpara de emergencia de 95 lm y potencia 8 W de la marca Daisalux y modelo Hydra N2.

1.8.7.7.3 Tomas de corriente



Se colocará un circuito de tomas de corriente de 16A.

1.8.7.7.4 Ventilación

La ventilación del centro de transformación se realizará de modo natural mediante las rejas de entrada y salida de aire dispuestas para tal efecto, siendo la superficie mínima de la reja de entrada de aire en función de la potencia del mismo según se relaciona.

Estas rejas se construirán de modo que impidan el paso de pequeños animales, la entrada de agua de lluvia y los contactos accidentales con partes en tensión si se introdujeran elementos metálicos por las mismas.

Potencia del transformador (kVA) = 630

Superficie de la reja mínima (m²) = 1,28

Los cálculos de sección de la superficie mínima de la reja se encuentran en el apartado 2.8.8 del documento CÁLCULOS del presente proyecto.

1.8.7.7.5 Medidas de seguridad en celdas SM6

Las celdas dispondrán de una serie de enclavamientos funcionales que responden a los definidos por la Norma UNE 20.099, y que serán los siguientes:

- Sólo será posible cerrar el interruptor con el seccionador de tierra abierto y con el panel de acceso cerrado.
- El cierre del seccionador de puesta a tierra sólo será posible con el interruptor abierto.
- La apertura del panel de acceso al compartimento de cables sólo será posible con el seccionador de puesta a tierra cerrado.
- Con el panel delantero retirado, será posible abrir el seccionador de puesta a tierra para realizar el ensayo de cables, pero no será posible cerrar el interruptor.

Además de los enclavamientos funcionales ya definidos, algunas de las distintas funciones se enclavarán entre ellas mediante cerraduras según se indica en anteriores apartados.

1.8.7.7.6 Conexión del transformador con el cuadro de baja tensión:

Se realizará mediante cable RZ1-K(AS) 0,6/1 kV de cobre de sección 3 x240 mm² bajo tubo de 90 mm de diámetro para cada una de las tres fases y 3 x 120 mm² bajo tubo de 63 mm de diámetro para el cable neutro.



1.9 COMPENSACIÓN DE LA ENERGÍA REACTIVA

1.9.1 INTRODUCCIÓN

La compensación de la energía reactiva es un proceso que se lleva a cabo para evitar una penalización económica por parte de las compañías suministradoras y para evitar el sobredimensionado de algunas partes de la instalación.

Lo que mide la calidad de la instalación es el factor de potencia, y contra más se acerque a la unidad es mejor. Un buen factor de potencia hace que la instalación esté mejor aprovechada técnica y económicamente.

Las pautas que siguen las compañías para el recargo o el abono se rigen por una serie de fórmulas. Lo primero se realiza el cálculo del coseno de ϕ , y con este dato se calcula el porcentaje que se aplica a la suma del coste de la potencia contratada y del coste de la energía consumida:

$$\text{Cos}\phi = \frac{w_a}{\sqrt{w_a^2 + w_r^2}} \text{ (Con 2 decimales)}$$

$$K_r(\%) = \frac{17}{(\text{Cos}\phi)^2} - 21 \text{ (con 1 decimal)}$$

$$\text{Cantidad a pagar} = (A+B) \cdot K_r(\%)$$

$\text{Cos}\phi$: Factor de potencia

w_a : Potencia activa consumida (P)

w_r : Potencia reactiva consumida (Q)

A: Precio de la potencia contratada

B: Precio de la energía consumida

K_r : Porcentaje de bonificación o recargo. La máxima bonificación que te pueden hacer es del 4% y el máximo recargo del 47%

Existen diversas formas de compensar la energía reactiva: global, por sectores o individualmente. La mejor forma sería aquella que compensa la energía reactiva en el lugar que se consume, ya que de esta forma no tienes que sobredimensionar ninguna parte de la instalación por tener energía reactiva. Sin embargo, necesitarías más elementos compensadores.

1.9.2 FORMAS DE COMPENSAR

1.9.2.1 Compensación global

La compensación se realiza en la cabecera de la instalación, por lo que asegura la compensación del conjunto de la instalación. No obstante, no elimina la energía reactiva en la instalación, por lo que los cables siguen sufriendo el calentamiento por pérdidas de Joule y deben estar más sobredimensionados.

Mejora el funcionamiento del Centro de Transformación, ya que sólo tiene que dar potencia activa.

1.9.2.2 Compensación por sectores

La compensación se realiza en el cuadro de cada taller o cada nave por lo que si se quita a parte de la instalación de la energía reactiva. Al igual que en el caso anterior elimina las penalizaciones y mejora el funcionamiento del Centro de Transformación.

Las desventajas son que los cables aguas abajo de estos puntos siguen teniendo reactiva, por lo tanto pérdidas y existe riesgo de sobrecompensación por cambios bruscos de usos, cosa que no puede darse en ningún caso.

1.9.2.3 Compensación individual

Esta compensación se realiza cuando la potencia de los motores es importante con respecto a la de la instalación, y compensa la energía reactiva en el mismo punto que se produce. En este caso, se reduce la energía reactiva en toda la instalación, por lo que los cables no deben estar sobredimensionados ni tendrán tantas pérdidas por efecto Joule. También mejorará el comportamiento del Centro de Transformación y eliminará las penalizaciones.

1.9.3 TIPOS DE COMPENSACIÓN

1.9.3.1 Condensadores fijos

Es aquella compensación que se realiza con condensadores de valor unitario establecido. Se utilizan para cargas inductivas que tienen poca fluctuación de carga. Puede utilizarse para cada motor en caso de que sean grandes o para un conjunto de pequeños motores.

La conexión de estos condensadores puede realizarse manualmente (por interruptor), automáticamente (por contactor) o directamente (por conexión directa en los bornes del receptor).

1.9.3.2 Condensadores de regulación automática o batería de condensadores

La batería de condensadores es instalada en la cabecera del cuadro de distribución de Baja Tensión o en un lugar donde se maneje un sector importante en cuanto al consumo de energía reactiva. Las baterías de condensadores están formadas por distintos escalones de potencia reactiva. El valor del factor de potencia es detectado por un relé varimétrico que manda automáticamente la conexión y desconexión de los condensadores a través de contactores, en función de la carga y del factor de potencia deseado.

La compensación automática permite una adaptación casi inmediata de la energía reactiva necesaria. Dentro de la compensación automática cabe destacar dos posibilidades:

- Baterías con contactores electromecánicos:

Varían lentamente al variar la energía reactiva que necesita compensarse, del orden de segundos.

- Baterías con tiristores:

Se utiliza cuando se quiere una compensación instantánea de la energía reactiva a consecuencia de la rápida variación de la carga. Con este sistema mejoramos la conexión de los escalones de la batería, ya que los condensadores se conectan en el preciso instante que la energía reactiva sobrepasa su valor, este o no cargado completamente el condensador. El tiempo que tarda en la conexión puede llegar a ser inferior al periodo de un ciclo de la frecuencia de la red.

Debido a esta mejor conexión se eliminan los transitorios, por lo que se alarga la vida útil de los condensadores y se aumenta el número de maniobras que se puede realizar. Además se eliminan movimientos mecánicos para la conexión de los condensadores.

Una vez establecida la forma y la potencia quedaría establecer el tipo de equipo, que podría ser con condensadores con tensión y potencia adecuada a la red o baterías con condensadores dimensionados en tensión y potencia con reactancias en cada escalón.

Este segundo tipo se realiza para proteger los condensadores y evitar que en caso de haber armónicos los amplifiquen.

Para escoger el tipo de batería hay que considerar si existen o no armónicos en la instalación, la posibilidad de que exista una resonancia entre el transformador y la batería y analizar las medidas de la instalación.

1.9.4 SOLUCIÓN ADOPTADA

Para compensar la energía reactiva nos hemos decidido por la compensación global mediante batería de condensadores con tiristores ya que aunque es más cara creemos que es más conveniente para la empresa.

La energía reactiva a compensar será de 80095,68 VAr según podemos ver en el documento CÁLCULOS de este proyecto en el apartado 2.6, por lo tanto, elegiremos una batería de condensadores de la marca Schneider Electric modelos Varset 400 para una potencia reactiva de 100 kVAr con interruptor automático NS incluido.

La conexión se realizará por medio del mismo tipo de conductor que la derivación individual y la instalación interior, es decir, de tipo RZ1-K (AS). La designación será la siguiente: 4x70+1G35mm².

1.10 RESUMEN DEL PRESUPUESTO

El presupuesto general asciende a la cifra de:

QUINIENTOS SESENTA Y CUATRO MIL SEISCIENTOS TRECE CON UN EUROS.



1.11 BIBLIOGRAFÍA

Para la realización del presente proyecto, la bibliografía consultada ha sido:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias. Ministerio de Industria y Energía.
- Reglamento de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión. Colección Leyes, Normas y Reglamentos. Ministerio de Ciencia y Tecnología.
- Reglamento sobre Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de transformación. Colección de leyes, Normas y Reglamentos. Ministerio de Industria y Energía.
- Reglamento sobre Acometidas Eléctricas. Colección Leyes, Normas y Reglamentos. Ministerio de Industria y Energía.
- Reglamento sobre las Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación e Instrucciones Técnicas Complementarias. Ministerio de Industria y Energía.
- Manual del alumbrado Westinghouse. Ed. CIE Inversiones editoriales. 4ª Edición.
- Instalaciones eléctricas. Tomos I, II, III. Ed. Siemens Aktiengesellschaft 1989. Günter G. Seip.
- Puesta a tierra en edificios y en instalaciones eléctricas. Ed. Paraninfo 1997. Juan José Martínez Requera y José Carlos Toledano Gasca.
- Lámparas eléctricas, sistemas de iluminación, proyectos de alumbrado. Ed. CEAC 1987. José Remirez Vázquez.
- Reglamento de Verificaciones eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía Eléctrica.
- Normas UNE y Recomendaciones UNESA que sean de aplicación.
- Normas particulares de "Iberdrola distribución eléctrica S.A.U".
- Canalizaciones, Materiales de alta y baja tensión y Centrales. Paul Hering
- Protecciones en las instalaciones eléctricas. Paulino Montané.
- Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación conectados a redes de tercera categoría. Unesa. Febrero 1989.

1. Memoria

Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



- Instalaciones eléctricas de enlace y centros de transformación. Alberto Guerrero Fernández. Ed Dossat 1978.

Además se ha utilizado numerosa información de internet y catálogos comerciales de las distintas marcas para el desarrollo del presente proyecto. A continuación alguna de las páginas webs consultadas:

De fabricantes y empresas:

<http://www.schneiderelectric.es>

<http://www.philips.es>

<http://www.ormazábal.com>

<http://www.construmatica.com>

<http://www.daisalux.com>

<http://www.prysmian.es>

<http://www.aiscan.com>

Otras webs consultadas:

<http://www.unesa.es>

<http://www.iberdrola.es>

<http://www.voltimum.es>

1. Memoria

Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



VALTIERRA, 20 DE JUNIO DE 2014

MIGUEL ONWU VILLAFRANCA



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

“INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL
EN BAJA TENSIÓN CON CENTRO DE
TRANSFORMACIÓN”

DOCUMENTO 2: CÁLCULOS

Alumno: Miguel Onwu Villafranca

Tutor: Amaia Pérez Ezcurdia

Pamplona, 20 de Junio de 2014

**ÍNDICE:**

2.1	INTRODUCCIÓN	3
2.2	CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE ALUMBRADO	3
2.2.1	INTRODUCCIÓN	3
2.2.2	CÁLCULO DE LA ILUMINACIÓN INTERIOR	3
2.2.3	CÁLCULO DE LA ILUMINACIÓN EXTERIOR	8
2.2.4	CÁLCULOS DE ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA Y SEÑALIZACIÓN	11
2.3	CÁLCULO DE LAS INTENSIDADES DE LÍNEA	12
2.3.1	INTRODUCCIÓN	12
2.3.2	POTENCIA DE LA INSTALACIÓN	12
2.3.3	CÁLCULO DE LA INTENSIDADES LÍNEA	16
2.3.4	POTENCIA CONTRATADA	23
2.3.5	CÁLCULO DE LA POTENCIA DEL TRANSFORMADOR	24
2.4	CÁLCULO DE LAS SECCIONES DE LOS CONDUCTORES	25
2.4.1	INTRODUCCIÓN	25
2.4.2	SECCIÓN DE LA LÍNEA TRANSFORMADOR-CUADRO DE BAJA TENSIÓN	26
2.4.3	SECCIÓN DE LA DERIVACIÓN INDIVIDUAL	28
2.4.4	SECCIONES DEL RESTO DE CONDUCTORES	31
2.5	CÁLCULO DE LAS PROTECCIONES	35
2.5.1	INTRODUCCIÓN	35
2.5.2	DATOS PREVIOS	36
2.5.3	CÁLCULO DE LAS PROTECCIONES MAGNETOTÉRMICAS	39
2.5.4	CÁLCULO DE LAS PROTECCIONES DIFERENCIALES	50
2.6	COMPENSACIÓN DE LA ENERGÍA REACTIVA	55
2.6.1	INTRODUCCIÓN	55
2.6.2	DIMENSIONES DE LA BATERÍA	55
2.6.3	DIMENSIONES DE LAS CONEXIONES	56
2.7	CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA	57
2.7.1	INTRODUCCIÓN	57
2.7.2	RED DE TIERRA	58
2.7.3	CÁLCULO DEL VALOR DE LA RESISTENCIA DE TIERRA EN EL CASO DEL DEFECTO MÁS DESFAVORABLE	59

2. Cálculos

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



Miguel Onwu Villafranca

2.7.4	RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA	60
2.8	CÁLCULO DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	61
2.8.1	INTRODUCCIÓN	61
2.8.2	CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL TRANSFORMADOR	61
2.8.3	INTENSIDAD DEL PRIMARIO Y DEL SECUNDARIO	61
2.8.4	CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE ALTA Y BAJA TENSIÓN	62
2.8.5	DIMENSIONADO DEL EMBARRADO	63
2.8.6	SECCIÓN DE LOS CONDUCTORES DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	65
2.8.7	PROTECCIONES ALTA Y BAJA TENSIÓN	66
2.8.8	DIMENSIÓN DE LA VENTILACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	67
2.8.9	DIMENSIONAMIENTO DEL POZO APAGAFUEGOS	69
2.8.10	CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA	69



2.1 INTRODUCCIÓN

El fin de este proyecto es el estudio y diseño de la instalación eléctrica de baja tensión de una nave industrial dedicada a la fabricación de máquinas para el procesado de verduras, así como su correspondiente centro de transformación.

Para el estudio y diseño de la instalación eléctrica a implantar en la nave, se parte de las demandas de potencia que una actividad de este tipo precisa. A partir del análisis de los receptores eléctricos que conformaran la instalación, se precisa la potencia necesaria para cada receptor, a partir de la cual se calcularan, intensidades y caídas de tensión con las que poder comprobar si las secciones y el calibre de las protecciones, se ajustan a las especificaciones del reglamento. A partir del análisis de la potencia global de la instalación, así como de la potencia parcial de cada grupo de receptores en cada subcuadro eléctrico, se podrá dimensionar las necesidades en cuanto a compensación de energía reactiva. Con la potencia total a instalar realizaremos el diseño del transformador y sus celdas a instalar en el centro de transformación.

También realizaremos el cálculo lumínico de las diferentes zonas que componen la nave industrial, y así poder disminuir al máximo el consumo eléctrico y obtener espacios con una iluminación adecuada para la actividad que se realiza y que no comporten riesgos para los empleados, tal y como indica la normativa vigente.

El proceso para el cálculo de los diversos aspectos de la instalación será; realizar una introducción de la parte de la instalación a calcular, definir las fórmulas utilizadas así como las explicaciones necesarias para cada una de ella en el caso en el que fuera necesario, calcular algún ejemplo si fuera necesario y el resto irá a continuación resumido en tablas.

2.2 CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE ALUMBRADO

2.2.1 INTRODUCCIÓN

Tal y como se ha descrito en la memoria del presente proyecto, para realizar los cálculos de iluminación se han utilizado dos programas; el DIALUX para calcular la iluminación interior de la nave y el DAISA para el cálculo de la iluminación de emergencia.

2.2.2 CÁLCULO DE LA ILUMINACIÓN INTERIOR

Para el cálculo de la iluminación interior se ha utilizado el programa DIALUX así como la base de datos del fabricante de luminarias y lámparas PHILIPS, que es la marca que utilizaremos.

No obstante, para que el programa pueda realizar los cálculos, es necesario conocer de antemano una serie de datos para poder introducirlos en el programa. Estos datos están descritos en el documento MEMORIA de este proyecto.

2. Cálculos



Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

El cálculo que realiza el programa está basado en el método de los lúmenes que consiste en calcular el valor medio en servicio de la iluminancia en un local iluminado con alumbrado general.

A continuación expondremos las tablas con los datos que introduciremos al programa para que realice los cálculos descritos en la memoria. Estos datos a introducir serán los siguientes:

- Dimensiones del local: se dibujará un plano de cada zona del local a iluminar con todas sus dimensiones, incluidas la altura del plano de trabajo.
- Iluminancia Media E_m (lux): sacada de tablas, dependerá de la zona a iluminar y el trabajo realizado.
- Coeficiente de reflexión en techo, paredes y suelo: son unos coeficientes que se encuentran tabulados normalmente y serán unos u otros dependiendo del color de cada zona.
- Factor de mantenimiento: dependerá del grado de suciedad ambiental y de la frecuencia de la limpieza del local. Tomaremos los siguientes valores:
 - Local muy limpio, ciclo de mantenimiento anual 0.80
 - Local limpio, ciclo de mantenimiento de 3 años 0.67
 - Local contaminado 0.50

A partir de estos datos, tendremos que elegir a continuación el tipo de lámpara y luminaria que mejor se adapte a las características del local que queremos iluminar. Una vez introducidos todos los datos, el programa realiza los cálculos necesarios dándonos unas tablas indicando el número de luminarias necesarias su distribución y altura, así como los datos de cada lámpara, iluminancias medias, potencias, y todos los datos necesarios para poder realizar la instalación. Por último comprobaremos que la iluminancia media obtenida en la instalación diseñada es igual o superior a la recomendada en las tablas y que el tipo de lámpara y luminaria es la adecuada para nuestro local.



Nombre de la zona	Largo(m)	Ancho(m)	Forma	Altura(m)	Altura plano de trabajo (m)	Iluminancia Media Em (lux)	Coef reflexión techo (%)	Coef reflexión pared (%)	Coef reflexión suelo (%)	Factor de mant.
Entrada	5.77	3.59	Rectangular	2.5	0	300	70	50	30	0.8
Pasillo 1	43.25	0.60	Rectangular	2.5	0	100	70	50	30	0.8
Recepción	2.99	3.34	Rectangular	2.5	0.85	500	70	50	30	0.8
Aseo 1			Rectangular	2.5	0.85	100	70	50	30	0.8
Aseo1	1.40	2.20	Rectangular	2.5	0.85	100	70	50	30	0.8
WC1	1.45	1.04	Rectangular	2.5	0.85	100	70	50	30	0.8
WC2	1.45	1.04	Rectangular	2.5	0.85	100	70	50	30	0.8
Finanzas	5.49	3.92	Rectangular	2.5	0.85	500	70	50	30	0.8
Gerencia	5.49	3.96	Rectangular	2.5	0.85	500	70	50	30	0.8
RR.HH	5.49	2.96	Rectangular	2.5	0.85	500	70	50	30	0.8
Aseo 2			Rectangular	2.5	0.85	100	70	50	30	0.8
Aseo2	1.44	2.20	Rectangular	2.5	0.85	100	70	50	30	0.8
WC3	1.45	1.04	Rectangular	2.5	0.85	100	70	50	30	0.8
WC4	1.45	1.04	Rectangular	2.5	0.85	100	70	50	30	0.8
Dirección Técnica	5.12	3.17	Rectangular	2.5	0.85	500	70	50	30	0.8
Proceso	5.12	4.04	Rectangular	2.5	0.85	500	70	50	30	0.8
Oficina Técnica Mecánica	5.12	11.10	Rectangular	2.5	0.85	500	70	50		0.8
Sala 1	5.04	3.57	Rectangular	2.5	0.85	500	70	50	30	0.8
Comedor	5.04	12.96	Rectangular	2.5	0.85	200	70	50	30	0.8
Pasillo 2	5.27	1.38	Rectangular	2.5	0	100	70	50	30	0.8
Entrada personal	4.13	1.56	Rectangular	2.5	0	100	70	50	30	0.8
Pasillo 3	8.41	1.56	Rectangular	2.5	0	100	70	50	30	0.8
Nombre de la zona	Largo(m)	Ancho(m)	Forma	Altura(m)	Altura plano de trabajo (m)	Iluminancia Media Em (lux)	Coef reflexión techo (%)	Coef reflexión pared (%)	Coef reflexión suelo (%)	Factor de mant.



Vestuarios	11.38	6.68	Forma de L (Ver planos)	2.5	0.85	200	70	50	30	0.8
Cuadro Eléctrico	2.96	3.84	Rectangular	2.5	0.85	100	70	50	30	0.8
Botiquín	3.99	1.68	Rectangular	2.5	0.85	200	70	50	30	0.8
Equipo Limpieza	2.59	1.68	Rectangular	2.5	0.85	100	70	50	30	0.8
Aseos 3	3.77	11.39	Forma de U (Ver planos)	2.5	0.85	100	70	50	30	0.8
Ducha 1	1.53	0.88	Rectangular	2.5	0.85	100	70	50	30	0.8
Ducha 2	1.53	0.88	Rectangular	2.5	0.85	100	70	50	30	0.8
Ducha 3	1.53	0.88	Rectangular	2.5	0.85	100	70	50	30	0.8
WC5	1.58	0.94	Rectangular	2.5	0.85	100	70	50	30	0.8
WC6	1.58	0.94	Rectangular	2.5	0.85	100	70	50	30	0.8
WC7	1.58	0.94	Rectangular	2.5	0.85	100	70	50	30	0.8
WC8	1.58	0.94	Rectangular	2.5	0.85	100	70	50	30	0.8
Comercial	5.68	5.19	Rectangular	2.5	0.85	500	70	50	30	0.8
Dirección Industrial	3.42	4.89	Rectangular	2.5	0.85	500	70	50	30	0.8
Distribuidor	6.06	3.81	Rectangular	2.5	0	300	70	50	30	0.8
Pasillo 4	3.51	1.09	Rectangular	2.5	0	100	70	50	30	0.8
Industrial	5.68	5.19	Rectangular	2.5	0.85	500	70	50	30	0.8
Archivo	5.68	4.18	Rectangular	2.5	0.85	300	70	50	30	0.8
Electrotecnia	5.76	5.34	Rectangular	2.5	0.85	500	70	50	30	0.8
Compras	3.52	5.27	Rectangular	2.5	0.85	500	70	50	30	0.8



Nombre de la zona	Largo(m)	Ancho(m)	Forma	Altura(m)	Altura plano de trabajo (m)	Iluminancia Media Em (lux)	Coef reflexión techo (%)	Coef reflexión pared (%)	Coef reflexión suelo (%)	Factor de mant.
Pasillo 5	5.36	1.78	Rectangular	2.5	0	100	70	50	30	0.8
Servidores	1.99	2.70	Rectangular	2.5	0.85	100	70	50	30	0.8
Sistemas	2.70	3.56	Rectangular	2.5	0.85	500	70	50	30	0.8
Multiusos	5.62	3.14	Rectangular	2.5	0.85	500	70	50	30	0.8
Pasillo 6	5.70	1.12	Rectangular	2.5	0	100	70	50	30	0.8
Sala consejo	5.62	6.17	Rectangular	2.5	0.85	500	70	50	30	0.8
Control	5.62	3.39	Rectangular	2.5	0.85	500	70	50	30	0.8
Administración	5.62	5.77	Rectangular	2.5	0.85	500	70	50	30	0.8
Taller	50.65	68.13	Rectangular	10	1	300	50	30	30	0.67
Almacén	67.98	12.52	Rectangular	6.5	1	300	50	30	30	0.67
Centro de Transformación	4.46	2.36	Rectangular	3.045	0.85	200	70	30	30	0.67

Las lámparas elegidas según los resultados del programa, así como las potencias de las mismas y las luminarias elegidas estarán expuestas en el documento MEMORIA de este proyecto en el apartado 1.3.1.13 No obstante en el archivo anexo el presente documento llamado Cálculo de Iluminación con Dialux hay un amplio resumen con todas las lámparas y luminarias elegidas, así como sus características, y los resultados más importantes de DIALUX como son las iluminancias medias, así como las alturas de montaje de las luminarias y todos los datos necesarios para la correcta realización de la instalación de iluminación de la nave industrial.

2.2.3 CÁLCULO DE LA ILUMINACIÓN EXTERIOR

Para el cálculo de las luminarias y lámparas en el exterior de la Nave Industrial, se ha decidido no utilizar el programa Dialux. La instalación de iluminación exterior se ha realizado siguiendo el método de cálculo que se expone en el documento MEMORIA de este proyecto en el apartado 1.3.1.14.

A continuación veremos cómo se calcula la iluminación exterior para la fachada principal, posteriormente, todas las demás vendrán resumidas en tablas, ya que el cálculo para el resto se realiza de la misma manera.

2.2.3.1 Ejemplo de cálculo: Fachada principal

1. Nivel de iluminación medio.

Nivel de iluminación: 20 lx.

2. Selección tipo de lámpara.

En referencia a la tabla de la altura recomendada según el flujo luminoso, elegiremos la lámpara de sodio a alta presión, Philips MASTER SON-T APIA Plus Hg Free 100W E40 1SL, con su respectiva luminaria Philips SRS421 SON-T100W 230V II GR ST.

3. Altura de montaje.

La lámpara escogida tiene un flujo luminoso de 10000 lm, por lo que siguiendo la tabla descrita en la memoria escogemos una altura de 8 m respecto del suelo. Altura: 8 m.

4. Disposición de las luminarias.

Se ha elegido la opción más común utilizada en naves industriales, que es la de colocar los focos en disposición unilateral fijados a la fachada de la nave.

5. Factor de mantenimiento y utilización.

El factor de mantenimiento lo suministra el fabricante, según el envejecimiento de la lámpara y la cantidad de suciedad que se va acumulando en la luminaria. Como valor orientativo, y para luminaria hermética con lámparas de vapor de mercurio o de vapor de sodio, se puede emplear un factor de mantenimiento de 0.75. Para el factor de utilización escogemos 0,4 debido a la colocación lateral de los focos.

Como datos de la lámpara y luminaria se tiene:

- $\eta = 0.4$
- $F_m = 0.75$
- $\eta_A = 0.85$

6. Separación Luminarias.

Teniendo los datos anteriores se calculará a qué distancia (D) hay que colocar las luminarias unas de otras.

$$\phi = \frac{ExS}{\eta x F_m x \eta_A} = 10000 = \frac{20x8xD}{0,4x0,75x0,85} \Rightarrow D = 15,93 \text{ m}$$

Las luminarias se dispondrán a una distancia de aproximadamente 16 m.

7. Comprobación.

Por último, se comprueba que el nivel de iluminación obtenido es el deseado. La relación entre la separación de las luminarias y su altura es $16/8 = 2$, y el nivel de iluminación se calcula mediante.

$$E = \frac{\phi x \eta x F_m x \eta_A}{S} = \frac{10000x0,4x0,75x0,85}{8x20} = 15,93 \text{ lx}$$

Por tanto, se cumplen los criterios establecidos en las tablas expuestas en la MEMORIA de este proyecto.

Solución a aplicar en la fachada principal:

5 lámparas Philips MASTER SON-T APIA Plus Hg Free 100W E40 1SL

5 luminarias Philips SRS421 SON-T100W 230V II GR ST.

A continuación se muestra la tabla resumen del cálculo del alumbrado exterior. Para ver la colocación de las luminarias ver el plano correspondiente.



Nombre de la zona	Largo(m)	Altura montaje (m)	Iluminación (lux)	Factor de Mantenimiento	Factor de Utilización	Nº lámparas	Nº Luminarias	Potencia unitaria (W)	Potencia Total (W)
Fachada Principal	63,73	8	20	0,75	0,4	5	5	100	500
Fachada Lateral Izquierda	68,53	8	20	0,75	0,4	5	5	100	500
Fachada Lateral derecha	68,53	8	20	0,75	0,4	5	5	100	500
Fachada trasera	63,73	8	20	0,75	0,4	5	5	100	500



2.2.4 CÁLCULOS DE ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA Y SEÑALIZACIÓN

Al igual que para el cálculo de la iluminación interior, para el cálculo del alumbrado de emergencia, hemos utilizado también un programa informático, en este caso el programa DAISA, que es el programa del fabricante DAISALUX, de quien hemos elegido las luminarias de emergencia.

Será necesario también el conocimiento y la introducción de unos datos previos al programa para que pueda realizar los cálculos. Estos datos son:

- Dimensiones de cada local.
- El recorrido de evacuación.
- La situación y altura de las luminarias.
- Situación de los cuadros y equipos de protección contra incendios.
- Luminaria elegida para cada zona.

El cálculo del alumbrado de emergencia se realiza para obtener una iluminación media de 5 lm/m² en toda la nave, de manera que en caso de que el alumbrado general falle se mantenga un nivel de iluminación que permita evacuar la nave por las rutas marcadas.

La colocación del alumbrado de emergencia y señalización en la zona de oficinas se situarán a una altura de 2,50 metros respecto del suelo, justo encima de los marcos de las puertas. En la zona de almacén y taller se situarán a una altura de 3,50 metros excepto en los puntos donde se encuentran las salidas, puntos en los que las luminarias estarán a 2,5 metros o 7 metros, en función de la altura de las puertas. En el centro de transformación la luminaria estará situada a una altura de 3 metros.

Para la elección de las luminarias de emergencia se ha procedido a la elección de dos familias de modelos de luminarias, según el siguiente criterio:

- Zona de uso industrial.
- Zona de oficinas.

Las dos familias de luminarias seleccionadas son las NOVA y las Hydra. Las primeras se situarán en las zonas de uso industrial y las segundas en la zona de oficinas. A su vez, dentro de estas dos familias se han seleccionado diferentes luminarias teniendo en cuenta las necesidades lumínicas del local.

Las lámparas elegidas según los resultados del programa se encuentran en el documento MEMORIA del presente proyecto, concretamente en el apartado 1.3.1.14.2 Además en el documento anexo al presente documento llamado Cálculo de iluminación de emergencia con Daisa, se pueden ver todas las luminarias escogidas con detalle así como los cálculos realizados por el programa y todos los datos necesarios para la correcta realización de la instalación de la iluminación de emergencia.

2.3 CÁLCULO DE LAS INTENSIDADES DE LÍNEA

2.3.1 INTRODUCCIÓN

En este apartado calcularemos las intensidades que circulan por cada uno de los circuitos que componen la instalación. Veremos también la potencia de la instalación y finalmente calcularemos la potencia del transformador que vamos a necesitar para nuestra instalación.

2.3.2 POTENCIA DE LA INSTALACIÓN

Vamos a ver a continuación cual es la potencia eléctrica teórica de nuestra instalación. Para ello, la veremos por separado en cada cuadro, para luego ver la potencia total. A partir de ahí calcularemos ya las intensidades de cada línea y luego la potencia del transformador.

- Cuadro auxiliar 1: Láser

Línea	Descripción	Tensión (V)	P(W)	Cos ϕ	S(VA)	Fase
C.A.1.1	Láser	400	51000	0,91	56043,95	Trifásica
C.A.1.2	Extractor Láser	400	4000	0,89	4494,38	Trifásica
C.A.1.3	Secador Láser	400	700	0,87	804,59	Trifásica
Total			55700		61342,92	

- Cuadro auxiliar 2: Anillo 1

Línea	Descripción	Tensión (V)	P(W)	Cos ϕ	S(VA)	Fase
C.A.2.1	Cizalla	400	5000	0,87	5747,12	Trifásica
C.A.2.2	Dobladora	400	29000	0,87	33333,33	Trifásica
C.A.2.3	Curvadora	400	5500	0,85	6470,58	Trifásica
C.A.2.4	Torno 1	400	10000	0,87	11494,25	Trifásica
C.A.2.5	Torno 2	400	10000	0,87	11494,25	Trifásica
C.A.2.6	Torno 3	400	10000	0,87	11494,25	Trifásica
C.A.2.7	Torno 4	400	10000	0,87	11494,25	Trifásica
C.A.2.8	Compresor chorreo	400	37000	0,9	41111,1	Trifásica
C.A.2.9	Aspiración chorreo	400	5140	0,9	5711,11	Trifásica

2. Cálculos

Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



Total	121640	138350,24
--------------	--------	-----------

- Cuadro auxiliar 3: Anillo 2

Línea	Descripción	Tensión (V)	P(W)	Cos ϕ	S(VA)	Fase
C.A.3.1	Fresadora 1	400	11000	0,86	12790,69	Trifásica
C.A.3.2	Fresadora 2	400	11000	0,86	12790,69	Trifásica
C.A.3.3	Esmeril 1	400	3000	0,87	3448,27	Trifásica
C.A.3.4	Esmeril 2	400	3000	0,87	3448,27	Trifásica
C.A.3.5	Amortajadora	400	3000	0,85	3448,27	Trifásica
C.A.3.6	Taladro 1	400	4000	0,87	4597,70	Trifásica
C.A.3.7	Taladro 2	400	4000	0,87	4597,70	Trifásica
C.A.3.8	Taladro 3	400	3000	0,87	3448,27	Trifásica
C.A.3.9	Compresor aire	400	11000	0,9	12222,22	Trifásica
		Total	53000		60792,08	

- Cuadro auxiliar 4: Anillo 3

Línea	Descripción	Tensión (V)	P(W)	Cos ϕ	S(VA)	Fase
C.A.4.1	Sierra de plástico	400	2500	0,88	2840,90	Trifásica
C.A.4.2	Fresadora de plástico	400	3200	0,85	3764,70	Trifásica
C.A.4.3	Horno	400	5000	0,89	5617,97	Trifásica
C.A.4.4	Punzonadora	400	7500	0,85	8823,52	Trifásica
C.A.4.5	Roscadora	400	3000	0,86	3488,37	Trifásica
C.A.4.6	Sierra de perfiles 1	400	7500	0,86	8720,93	Trifásica
C.A.4.7	Sierra de perfiles 2	400	7500	0,86	8720,93	Trifásica
C.A.4.8	Sierra de perfiles 3	400	7500	0,86	8720,93	Trifásica
		Total	43700		50698,25	

- Cuadro auxiliar 5: Puentes grúa y subcuadros fuerza nave

2. Cálculos

Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



Línea	Descripción	Tensión (V)	P(W)	Cos ϕ	S(VA)	Fase
C.A.5.1	Puente grúa 1	400	7000	0,87	8045,97	Trifásica
C.A.5.2	Puente grúa 2	400	7000	0,87	8045,97	Trifásica
C.A.5.3	Puente grúa 3	400	7000	0,87	8045,97	Trifásica
C.A.5.4	Puente grúa 4	400	7000	0,87	8045,97	Trifásica
C.A.5.5	Tomas de corriente Trifásica Taller 1	400	22170,3	1	22170,3	Trifásica
C.A.5.6	Tomas de corriente Monofásica Taller 1	230	7360	1	7360	R-N
C.A.5.7	Tomas de corriente Trifásica Taller 2	400	22170,3	1	22170,3	Trifásica
C.A.5.8	Tomas de corriente Monofásica Taller 2	230	7360	1	7360	S-N
C.A.5.9	Tomas de corriente Trifásica Taller 3	400	22170,3	1	22170,3	Trifásica
C.A.5.10	Tomas de corriente Monofásica Taller 3	230	7360	1	7360	T-N
C.A.5.11	Tomas de corriente Trifásica Taller 4	400	22170,3	1	22170,3	Trifásica
C.A.5.12	Tomas de corriente Monofásica Taller 4	230	7360	1	7360	R-N
C.A.5.13	Tomas de corriente Monofásica Almacén	230	3680	1	3680	T-N
Total			149801,2		153985,08	

- Cuadro auxiliar 6: Alumbrado Nave

Línea	Descripción	Tensión (V)	P(W)	Cos ϕ	S(VA)	Fase
C.A.6.1	Alumbrado Taller sección 1	230	1623	0,95	1708,42	R-N
C.A.6.2	Alumbrado Taller sección 2	230	1623	0,95	1708,42	R-N
C.A.6.3	Alumbrado Taller sección 3	230	1623	0,95	1708,42	S-N
C.A.6.4	Alumbrado Taller sección 4	230	1623	0,95	1708,42	T-N
C.A.6.5	Alumbrado Almacén	230	1623	0,95	1822,31	S-N
C.A.6.6	Alumbrado emergencia Taller 1	230	524	0,95	551,57	T-N
C.A.6.7	Alumbrado emergencia Taller 2	230	524	0,95	551,57	R-N
C.A.6.7	Alumbrado emergencia Almacén 1	230	159	0,95	83,68	T-N
C.A.6.8	Alumbrado emergencia Almacén 2	230	159	0,95	83,68	S-N
C.A.6.9	Alumbrado exterior	230	1800	0,95	1894,73	T-N
Total			11122		11821,23	

2. Cálculos

Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



- Cuadro auxiliar 7: Alumbrado Oficina

Línea	Descripción	Tensión (V)	P(W)	Cos ϕ	S(VA)	Fase
C.A.7.1	Alumbrado Oficina sección 1	230	1800	0,95	1894,73	R-N
C.A.7.2	Alumbrado Oficina sección 2	230	1632,6	0,95	1718,52	S-N
C.A.7.3	Alumbrado Oficina sección 3	230	1632,5	0,95	1718,42	T-N
C.A.7.4	Alumbrado Oficina sección 4	230	1935	0,95	2036,84	S-N
C.A.7.5	Alumbrado Oficina sección 5	230	746	0,95	785,26	R-N
C.A.7.6	Alumbrado emergencia Oficina	230	640	0,95	673,68	T-N
Total			8386,1		8827,45	

- Cuadro auxiliar 8: Fuerza Oficina

Línea	Descripción	Tensión (V)	P(W)	Cos ϕ	S(VA)	Fase
C.A.8.1	Tomas de corriente Oficinas sección 1	230	33120	1	33120	R-N
C.A.8.2	Tomas de corriente Oficinas sección 2	230	22080	1	22080	R-N
C.A.8.3	Tomas de corriente Oficinas sección 3	230	22080	1	22080	S-N
C.A.8.4	Tomas de corriente Oficinas sección 4	230	29440	1	29440	S-N
C.A.8.5	Tomas de corriente Oficinas sección 5	230	29440	1	29440	T-N
Total			136160		136160	

- Cuadro auxiliar 9: Receptores CT

Línea	Descripción	Tensión (V)	P(W)	Cos ϕ	S(VA)	Fase
C.A.9.1	Alumbrado Transformador	230	25	0,95	26,31	R-N
C.A.9.2	Alumbrado emergencia Transformador	230	8	0,95	8,42	S-N
C.A.9.3	Toma corriente	230	3680	1	3680	T-N
Total			3713		3714,73	

2. Cálculos

Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



• Cuadro General de Distribución

Línea	Descripción	P(W)	Cos ϕ	S(VA)	Fase
CGD 1	Cuadro auxiliar 1	55700	0,90	61342,92	Trifásica
CGD 2	Cuadro auxiliar 2	121640	0,88	138350,24	Trifásica
CGD 3	Cuadro auxiliar 3	53000	0,87	60792,08	Trifásica
CGD 4	Cuadro auxiliar 4	43700	0,86	50698,25	Trifásica
CGD 5	Cuadro auxiliar 5	149801,2	0,97	153985,08	Trifásica
CGD 6	Cuadro auxiliar 6	9834,80	0,95	10352,39	Trifásica
CGD 7	Cuadro auxiliar 7	8386,10	0,95	8827,45	Trifásica
CGD 8	Cuadro auxiliar 8	136160	1	136160	Trifásica
CGD 9	Cuadro auxiliar 9	3713	0,99	3714,3	Trifásica
	Total	581935,1		624222,71	

Después del resumen de consumo eléctrico que presenta la empresa, repartidos en los 9 cuadros auxiliares, se puede echar en falta la ausencia del cálculo de la derivación individual y de la batería de condensadores encargados de rectificar el consumo de potencia reactiva. Así pues, el cálculo de la derivación individual está calculado por medio de la suma de todos los cuadros auxiliares, representada en el cuadro general de distribución. Por el contrario, la batería de condensadores se calculará más adelante.

Por tanto, la potencia total de la instalación será de 581935,1 W. La potencia aparente con la batería de condensadores, con la que se logrará un factor de potencia de 0.97 será:

$$S = \frac{P}{\cos \phi} = \frac{581935,1}{0,97} = 599933,09 \text{ VA}$$

2.3.3 CÁLCULO DE LA INTENSIDADES LÍNEA

Para realizar los cálculos se partirá de la potencia consumida por cada uno de los receptores y se usarán las siguientes fórmulas, dependiendo del tipo de red que se tenga:

2. Cálculos

Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



Receptor monofásico

$$I_n = \frac{P}{V \times \cos \varphi}$$

Receptor trifásico

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos \varphi}$$

Donde:

I_n : intensidad nominal (A).

P: potencia consumida en cada receptor (W).

V: tensión nominal (V).

$\cos \varphi$: factor de potencia de cada receptor.

Además, una vez hayamos calculado las intensidades se multiplicarán por unos coeficientes. Mediante estos coeficientes obtendremos la dimensión aproximada del transformador, de las líneas, y de las protecciones.

Para ello utilizaremos las siguientes ecuaciones:

➤
$$I_{CÁLCULO} = I_c = I \cdot k_m$$

Donde:

I: Intensidad consumida por cada receptor. (A).

k_m : Coeficiente (1.8 para los fluorescentes, según la ITC-REBT 44, 1.25 para los motores según la ITC-REBT 47 y 1 para el resto de receptores)*. V: tensión nominal (V).

* En caso de haber más de un motor por cuadro, únicamente se multiplicará por 1,25 aquel que tenga más potencia.

➤
$$I_{TOTAL} = I_t = I_{CÁLCULO} \cdot k_u$$

Donde:

k_u = Coeficiente de utilización (lo determinas tu, y va de 0 a 1).

2. Cálculos

Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



Una vez finalizado este cálculo, sumaremos las intensidades que afectan a cada cuadro y las multiplicaremos por un coeficiente de simultaneidad para cada cuadro.

$$\rightarrow \text{Intensidad} = I_{TOTAL} \cdot k_s$$

Donde:

k_s = Coeficiente de simultaneidad (en este caso 0.9).

Con las tablas de las potencias del apartado anterior, y las formulas expuestas anteriormente se calcularán las intensidades de todas las líneas, los resultado se ven a continuación.

- Cuadro auxiliar 1: Láser

Línea	P (W)	Tensión (V)	Cos ϕ	In (A)	Coe. k_m	Ic (A)	Coe. k_u	It (A)	Pc (W)	Sc (VA)
C.A.1.1	51000	400	0,91	80,89	1	80,89	0,6	48,53	30596,54	33622,57
C.A.1.2	4000	400	0,89	6,48	1,25	8,1	0,6	4,86	2996,73	3367,11
C.A.1.3	700	400	0,87	1,16	1	1,16	0,6	0,69	415,90	478,05
CA1				88,53		90,15		54,09	34009,16	37467,73
Coeficiente $k_s = 0,9$	Total							48,68	30608,24	33720,95

- Cuadro auxiliar 2: Anillo 1

Línea	P (W)	Tensión (V)	Cos ϕ	In (A)	Coe. k_m	Ic (A)	Coe. k_u	It (A)	Pc (W)	Sc (VA)
C.A.2.1	5000	400	0,87	8,29	1	8,29	0,6	4,97	2995,69	3443,32
C.A.2.2	29000	400	0,87	48,11	1	48,11	0,6	28,86	17395,47	19994,79
C.A.2.3	5500	400	0,85	9,33	1	9,33	0,6	5,59	3291,94	3872,87
C.A.2.4	10000	400	0,87	16,59	1	16,59	0,6	9,95	5997,40	6893,56
C.A.2.5	10000	400	0,87	16,59	1	16,59	0,6	9,95	5997,40	6893,56
C.A.2.6	10000	400	0,87	16,59	1	16,59	0,6	9,95	5997,40	6893,56
C.A.2.7	10000	400	0,87	16,59	1	16,59	0,6	9,95	5997,40	6893,56
C.A.2.8	37000	400	0,9	59,33	1,25	74,16	0,8	59,33	36994,53	41105,03
C.A.2.9	5140	400	0,9	8,24	1	8,24	0,8	6,59	4109,12	4565,69

2. Cálculos

Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



CA2	Total	132,09		214,49		145,14	88776,35	100555,94
Coeficiente k_s= 0,9						130,62	79898,71	90500,34

- Cuadro auxiliar 3: Anillo 2

Línea	P (W)	Tensión (V)	Cos φ	In (A)	Coe. k _m	Ic (A)	Coe. k _u	It (A)	Pc (W)	Sc (VA)
C.A.3.1	11000	400	0,86	18,46	1	18,46	0,6	11,08	6601,75	7676,45
C.A.3.2	11000	400	0,86	18,46	1	18,46	0,6	11,08	6601,75	7676,45
C.A.3.3	3000	400	0,87	4,97	1	4,97	0,6	2,98	1796,21	2064,61
C.A.3.4	3000	400	0,87	4,97	1	4,97	0,6	2,98	1796,21	2064,61
C.A.3.5	3000	400	0,85	5,09	1	5,09	0,6	3,05	1796,14	2113,11
C.A.3.6	4000	400	0,87	6,63	1	6,63	0,6	3,98	2398,96	2757,43
C.A.3.7	4000	400	0,87	6,63	1	6,63	0,6	3,98	2398,96	2757,43
C.A.3.8	3000	400	0,87	6,63	1	6,63	0,6	3,98	2398,96	2757,43
C.A.3.9	11000	400	0,9	17,64	1,25	22,05	0,8	17,64	10999,21	12221,35
CA3	Total			71,84		93,89		60,75	36788,15	42088,87
Coeficiente k_s= 0,9								54,67	33109,33	37879,98

- Cuadro auxiliar 4: Anillo 3

Línea	P (W)	Tensión (V)	Cos φ	In (A)	Coe. k _m	Ic (A)	Coe. k _u	It (A)	Pc (W)	Sc (VA)
C.A.4.1	2500	400	0,88	4,10	1	4,10	0,6	2,46	1499,82	1704,34
C.A.4.2	3200	400	0,85	5,43	1	5,43	0,6	3,26	1919,81	2258,60
C.A.4.3	5000	400	0,89	8,10	1	8,10	0,6	4,86	2996,73	3367,11
C.A.4.4	7500	400	0,85	12,73	1,25	15,91	0,6	9,55	5623,97	6616,44
C.A.4.5	3000	400	0,86	5,03	1	5,03	0,6	3,02	1799,39	2092,31
C.A.4.6	7500	400	0,86	12,58	1	12,58	0,6	7,55	4498,48	5230,79
C.A.4.7	7500	400	0,86	12,58	1	12,58	0,6	7,55	4498,48	5230,79
C.A.4.8	7500	400	0,86	12,58	1	12,58	0,6	7,55	4498,48	5230,79
CA4	Total			73,13		76,31		45,79	27335,16	31731,17
Coeficiente								41,21	24601,64	28558,05

2. Cálculos

Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



$k_s = 0,9$									
-------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

- Cuadro auxiliar 5: Puentes grúa y subcuadros fuerza nave

Línea	P (W)	Tensión (V)	Cos ϕ	In(A)	Coe. k_m	Ic (A)	Coe. k_u	It (A)	Pc (W)	Sc (VA)
C.A.5.1	7000	400	0,87	11,61	1,25	14,51	0,4	5,81	3502,00	4025,29
C.A.5.2	7000	400	0,87	11,61	1	11,61	0,4	4,64	2796,78	3214,69
C.A.5.3	7000	400	0,87	11,61	1	11,61	0,4	4,64	2796,78	3214,69
C.A.5.4	7000	400	0,87	11,61	1	11,61	0,4	4,64	2796,78	3214,69
C.A.5.5	22170,3	400	1	32	1	32	0,3	9,6	6651,07	6651,07
C.A.5.6	7360	230	1	32	1	32	0,3	9,6	2208	2208
C.A.5.7	22170,3	400	1	32	1	32	0,3	9,6	6651,07	6651,07
C.A.5.8	7360	230	1	32	1	32	0,3	9,6	2208	2208
C.A.5.9	22170,3	400	1	32	1	32	0,3	9,6	6651,07	6651,07
C.A.5.10	7360	230	1	32	1	32	0,3	9,6	2208	2208
C.A.5.11	22170,3	400	1	32	1	32	0,3	9,6	6651,07	6651,07
C.A.5.12	7360	230	1	32	1	32	0,3	9,6	2208	2208
C.A.5.13	7360	230	1	32	1	32	0,3	9,6	2208	2208
CA5				334,44		337,34		106,13	49536,62	51313,64
Coefficiente $k_s = 0,9$	Total							95,52	44582,95	46182,27

- Cuadro auxiliar 6: Alumbrado Nave

Línea	P (W)	Tensión (V)	Cos ϕ	In(A)	Coe. k_m	Ic (A)	Coe. k_u	It (A)	Pc (W)	Sc (VA)
C.A.6.1	1623	230	0,95	7,42	1,8	13,35	1	13,36	2919,16	3072,80
C.A.6.2	1623	230	0,95	7,42	1,8	13,35	1	13,36	2919,16	3072,80

2. Cálculos

Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



C.A.6.3	1623	230	0,95	7,42	1,8	13,35	1	13,36	2919,16	3072,80
C.A.6.4	1623	230	0,95	7,42	1,8	13,35	1	13,36	2919,16	3072,80
C.A.6.5	1731,2	230	0,95	7,92	1,8	14,25	1	14,26	3115,81	3279,80
C.A.6.6	524	230	0,95	2,39	1,8	4,31	2	4,31	943,23	991,3
C.A.6.7	524	230	0,95	2,39	1,8	4,31	2	4,31	943,23	991,3
C.A.6.8	79,5	230	0,95	0,36	1,8	0,64	1	0,65	142,02	149,5
C.A.6.9	79,5	230	0,95	0,36	1,8	0,64	1	0,65	142,02	149,5
C.A.6.10	1800	230	0,95	8,23	1	8,23	0,3	2,47	539,70	568,11
CA6	Total			53,18		85,79		80,09	17499,67	18420,71
Coefficiente k_s= 0,9								72,08	15749,70	16578,63

- Cuadro auxiliar 7: Alumbrado Oficina

Línea	P (W)	Tensión (V)	Cos ϕ	In (A)	Coe. k _m	Ic (A)	Coe. k _u	It (A)	Pc (W)	Sc (VA)
C.A.7.1	1800	230	0,95	8,23	1,8	14,81	0,9	13,33	2912,61	3065,91
C.A.7.2	1632,6	230	0,95	7,47	1,8	13,44	0,9	12,10	2643,85	2783,00
C.A.7.3	1632,5	230	0,95	7,47	1,8	13,44	0,9	12,10	2643,85	2783,00
C.A.7.4	1935	230	0,95	8,85	1,8	15,93	0,9	14,34	3133,29	3298,20
C.A.7.5	746	230	0,95	3,41	1,8	6,13	0,9	5,52	1206,12	1269,60
C.A.7.6	640	230	0,95	2,92	1,8	5,25	0,9	4,73	1033,51	1087,91
CA7	Total			38,35		69		62,13	13573,22	14287,61
Coefficiente k_s= 0,9									55,92	12215,89

- Cuadro auxiliar 8: Fuerza Oficina

Línea	P (W)	Tensión (V)	Cos ϕ	In (A)	Coe. k _m	Ic (A)	Coe. k _u	It (A)	Pc (W)	Sc (VA)
C.A.8.1	33120	230	1	144	1	144	0,8	115,2	26496,00	26496,00

2. Cálculos

Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



C.A.8.2	22080	230	1	96	1	96	0,8	76,8	17664,00	17664,00
C.A.8.3	22080	230	1	96	1	96	0,8	76,8	17664,00	17664,00
C.A.8.4	29440	230	1	128	1	128	0,8	102,4	23552,00	23552,00
C.A.8.5	29440	230	1	128	1	128	0,8	102,4	23552,00	23552,00
CA8				592		592		473,60	108928	108928
Coefficiente k_s= 0,9	Total							426,24	98035,2	98035,2

- Cuadro auxiliar 9: Receptores CT

Línea	P (W)	Tensión (V)	Cos ϕ	In (A)	Coe. k _m	Ic (A)	Coe. k _u	It (A)	Pc (W)	Sc (VA)
C.A.9.1	25	230	0,95	0,11	1,8	0,12	0,3	0,036	7,86	8,28
C.A.9.2	8	230	0,95	0,04	1,8	0,043	0,3	0,0129	2,81	2,96
C.A.9.3	3680	230	1	16	1	16	0,3	4,8	1104	1104
CA9						16,16		4,96	1114,67	1115,24
Coefficiente k_s= 0,9	Total					8,78		2,63	1003,20	1003,71

- Cuadro General de Distribución

Línea	Sc (VA)	Pc(W)	Tensión (V)	Cos ϕ	Ic (A)	It (A)	Fase
CGD 1	33720,95	30608,24	400	0,85	90,15	48,68	Trifásica
CGD 2	90500,34	79898,71	400	0,87	214,49	130,62	Trifásica
CGD 3	37879,98	33109,33	400	0,86	93,89	54,67	Trifásica
CGD 4	28558,05	24601,64	400	0,86	76,31	41,21	Trifásica
CGD 5	46182,27	44582,95	400	0,96	337,34	95,52	Trifásica
CGD 6	16578,63	15749,70	400	0,95	85,79	72,08	Trifásica
CGD 7	12858,84	12215,89	400	0,95	69	55,92	Trifásica
CGD 8	98035,2	98035,2	400	1	592	426,24	Trifásica
CGD 9	1003,71	1003,20	400	1	16,16	4,96	Trifásica

2. Cálculos

Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



Total	365317,97	338804,86		0,93		929,9	
--------------	------------------	------------------	--	-------------	--	--------------	--

Finalmente la potencia total después de aplicar los diferentes factores será de:

$$Pot. = 338804,86 \text{ W}$$

Para calcular la potencia aparente total emplearemos la siguiente fórmula:

$$S_{calc} = \frac{Pot.}{\cos \phi} \cdot F_C$$

$$S_{calc} = \frac{338804,86 \cdot 1,3}{0,97} = 454068,36 \text{ VA}$$

Donde:

Pot.= Potencia activa (W).

S_{calc}= Potencia aparente (VA).

Cosφ= Factor de potencia compensado por la batería de condensadores (0.97)

F_C= Factor de crecimiento (1.3).

2.3.4 POTENCIA CONTRATADA

Para determinar la potencia que debemos contratar lo que haremos es multiplicar la potencia activa calculada por el factor de crecimiento.

$$P_{CONTRATADA} = 1,3 \cdot 338804,86 = 440444,631 \text{ W}$$

Para esta potencia contratada, vamos a pedir a la compañía eléctrica que el cobro de la factura lo haga por el método de 1 máximo. Por lo tanto, como se ha visto en la memoria, el cálculo debe ser:

- Si sobrepasamos 1.05 veces la potencia contratada aplicará la siguiente fórmula:

$$P_F = P_R + 2 \cdot (P_R - 1,05 \cdot P_C)$$

Donde:

2. Cálculos

Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



P_F = Potencia facturada.

P_R = Potencia registrada por el maxímetro.

P_C = Potencia contratada.

- Si el medidor marca entre 0.85 veces y 1.05 veces la potencia contratada nos aplicará esta:

$$P_F = P_R$$

- Si no llegamos a 0.85 veces la potencia contratada nos aplicará esta:

$$P_F = 0,85 \cdot P_C$$

Como podemos ver, si contratamos una potencia de 440,44 kW, podremos llegar a tener un consumo de 462,46 KW sin que se produzca ningún recargo.

Como no queremos tener recargo en la factura lo que haremos es el cálculo de un I.C.P. que no permita pasar más corriente de la que hace establecer dicho límite. Para ello calcularemos la intensidad máxima que debe pasar:

$$I = \frac{1,05 \cdot P_C}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \phi} = \frac{462,46 \text{ kW}}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,97} = 688,14 \text{ A}$$

Entonces colocaremos un interruptor automático Magnetotérmico que no permita circular por la instalación más de 688,14 A.

2.3.5 CÁLCULO DE LA POTENCIA DEL TRANSFORMADOR

Tras el cálculo de las potencias e intensidades de la instalación podremos ver el tipo de transformador que más se adecúa a nuestras necesidades.

Elegiremos un transformador de 630kVA, ya que nos proporcionará una intensidad de 909,32 A, y la demanda de nuestra nave es de 688,14 A.

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \times V} = \frac{630 \text{ kVA}}{\sqrt{3} \times 400} = 909,32 \text{ A}$$



De esta forma la instalación de la nave queda ampliamente abastecida, ya que la demanda es menor. En un principio no se prevé ampliar la potencia de la nave, aunque si fuese necesario, con dicho transformador se podrían cubrir dichas necesidades notablemente.

2.4 CÁLCULO DE LAS SECCIONES DE LOS CONDUCTORES

2.4.1 INTRODUCCIÓN

Una vez conocidas las intensidades de cada línea podemos proceder ya con el cálculo de las secciones de cada una, para así poder ya elegir el conductor adecuado para línea y poder realizar los cálculos de las protecciones.

El cálculo de la sección se realiza siguiendo el método descrito en la memoria, es decir, una vez conocidas las intensidades que circulan por cada línea; así como diversos datos como son el material del conductor (aluminio o cobre), tipo de instalación (en bandeja, bajo tubo...), material aislante (XLPE, PVC...), tipo de cable (unipolar, multiconductor); se procederá a realizar los cálculos según el criterio térmico y el de caída de tensión.

- Criterio Térmico:

Se hallará la sección necesaria a partir de la intensidad que circula por ese cable y las tablas que da el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión en sus ITC-BT 06 si la línea es aérea, ITC-BT 07 si es subterránea o en la ITC-BT 19 si es una instalación interior.

En el caso de que la línea sea trifásica, la intensidad se calculará con la siguiente expresión:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot \cos \phi \cdot V}$$

Y en el caso de que la línea sea monofásica, la intensidad se calculará mediante la siguiente expresión:

$$I = \frac{P}{\cos \phi \cdot V}$$

- Criterio de Caída de Tensión:

Teniendo en cuenta las condiciones que vienen recogidas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, las máximas caídas de tensión en líneas de fuerza será del 6,5%, mientras que será del 4,5% para líneas de alumbrado.

2. Cálculos

Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



Por tanto habrá que ver que sección es la adecuada para que la caída de tensión en las líneas no supere esos valores.

Según sea la línea trifásica o monofásica tendremos distintas expresiones para calcular las secciones en función de las caídas de tensión.

En el caso de que la línea sea trifásica, se calculara la sección con la siguiente expresión:

$$S = \frac{L \cdot P}{\sigma \cdot u \cdot V}$$

Y en el caso de que la línea sea monofásica, se calculara mediante la siguiente expresión:

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot P}{\sigma \cdot u \cdot V}$$

Donde:

S: Sección del conductor en mm².

P: Potencia de la línea en (W).

V: Tensión (V)

L: Longitud por el conductor en (m).

σ : Conductividad del material conductor (m/ Ω mm²), en este caso la del cobre que es 56 m/ Ω mm².

u: Porcentaje de la máxima caída de tensión admisible.

Cos φ : Factor de potencia total por la línea

Una vez calculada la sección por ambos métodos, se escogerá la que mayor sección de las dos nos haya proporcionado. Para finalizar obtenemos la sección del neutro y del cable de protección siguiendo la tabla 1 de la ITC-BT 07 u otras ITC's correspondientes.

2.4.2 SECCIÓN DE LA LÍNEA TRANSFORMADOR-CUADRO DE BAJA TENSIÓN

Para hallar la sección de esta línea se ha tenido en cuenta la máxima potencia e intensidad que podría dar el transformador en caso de que se aprovechara al 100%. Con este sobredimensionamiento evitamos que si hay futuras ampliaciones se deba modificar esta línea.

2. Cálculos



Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

Como se ha calculado anteriormente, esta línea se dimensionará para una corriente de 909,32 amperios y 611kW. Se designan 3 conductores por fase (R, S y T), por lo que la corriente que lleve cada conductor será un tercio de la total. Los cables serán de cobre con un aislamiento XLPE. La línea irá alojada en conductores aislados en tubos en montaje superficial.

Con estos datos pasamos a calcular las secciones de las fases y el diámetro de los tubos que las alojarán.

- Criterio Térmico:

La intensidad que deberá soportar cada uno de los conductores será de:

$$I_{CONDUCTOR} = \frac{I_{FASE}}{3} = \frac{909,32}{3} = 303,1 \text{ A}$$

Según la ITC-REBT 19, la sección necesaria por conductor será de: 150 mm²

- Criterio de Caída de Tensión:

Al tratarse de una línea trifásica, utilizamos la fórmula antes expuesta:

$$S = \frac{L \cdot P}{\sigma \cdot u \cdot V} = \frac{4 \cdot 611000}{56 \cdot 6 \cdot 400} = 18,18 \text{ mm}^2$$

La sección normalizada inmediatamente superior para estos conductores será de 25 mm².

Elegiremos la sección del criterio térmico, al ser mayor que la del criterio de caída de tensión, 150x3= 450 mm² frente a 25 mm².

Hallamos la caída de tensión de la línea por fase:

$$u = \frac{L \cdot P}{\sigma \cdot S \cdot V} = \frac{4 \cdot 611000}{56 \cdot (150 \cdot 3) \cdot 400} = 0,242$$

$$u\% = \frac{0,242}{400} \cdot 100 = 0,0605$$

2. Cálculos

Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



Por último, habrá que tener en cuenta que al realizar el cálculo de las protecciones es probable que al calcular el calibre de las mismas, haya que aumentar la sección de algunos conductores para que cumplan los requisitos. Así, como veremos posteriormente, para la sección de este tramo la sección deberá corregirse a una sección de 240 mm². La sección del neutro en este caso será de 120 mm² tal y como se indica en la ITC-BT-07, y no habrá conductor de protección. Cada una de las fases irán alojada en tubo de 225 mm de diámetro, mientras que los tres cables del conductor neutro irán en un tubo de 160 mm.

Con esta nueva sección la caída de tensión será:

$$u = \frac{L \cdot P}{\sigma \cdot S \cdot V} = \frac{4 \cdot 611000}{56 \cdot (240 \cdot 3) \cdot 400} = 0,1515$$

$$u\% = \frac{0,1515}{400} \cdot 100 = 0,0378 < 1,5\%$$

Vemos que se cumple por lo que la sección calculada es correcta.

2.4.3 SECCIÓN DE LA DERIVACIÓN INDIVIDUAL

A continuación veremos cómo se calcula la sección para la derivación individual. A partir de este punto el resto de secciones vendrán resumidas en tablas, ya que el cálculo para el resto se realiza de la misma manera.

La derivación individual es la línea que une el centro de transformación con el cuadro general de distribución. Transporta toda la corriente de la instalación y está diseñada para poder ampliarse en un 30%, o para poder aprovechar el transformador al 100%. En este caso se diseñará para poder ampliarse en un 30%.

Teniendo en cuenta que la potencia activa que se va a consumir aguas abajo de la derivación individual va a ser de 338804,86 W, se calcula que la potencia para la que se dimensionará la derivación individual será:

$$P_{D,I} = 338804,86 \cdot 1,3 = 440446,31 \text{ W}$$

El conductor será de cobre y su aislamiento será una mezcla de polietileno reticulado (XLPE). Al igual que para el tramo transformador-cuadro de baja tensión, se designan 3 conductores por fase (R, S y T) (tres ternas de cables), por lo que la corriente que lleve cada conductor será un tercio de la total.

- Criterio Térmico:

2. Cálculos

Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



La longitud desde el cuadro de baja tensión hasta el cuadro general es de 19 metros, siendo una derivación individual enterrada a 0,7 metros de profundidad. Los cables irán directamente enterrados en un terreno de resistividad media a 25°C y una separación entre cables de 0,25.

Así pues:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot \cos \phi V} = \frac{440446,31 \text{ W}}{\sqrt{3} \cdot 0,97 \cdot 400} = 655,39 \text{ A}$$

Como se trata de una línea subterránea, debemos mirar los coeficientes de corrección que debemos aplicar en la tabla correspondiente de la ITC-REBT 07 para 3 ternas de cables unipolares.

$$I_{FASE} = \frac{I}{F_C} = \frac{655,39}{0,80} = 819,23 \text{ A}$$

$$I_{CONDUCTOR} = \frac{I_{FASE}}{3} = \frac{819,23}{3} = 273,07 \text{ A}$$

Con esta intensidad iremos a la tabla de la ITC-REBT 07 y veremos que la sección necesaria es de 70 mm².

- Criterio de Caída de Tensión:

Al tratarse de una línea trifásica subterránea, utilizamos la fórmula antes expuesta:

$$P = \frac{P_{D.I.}}{F_C} = \frac{440446,31}{0,80} = 550557,88 \text{ W}$$

$$S_{CONDUCTOR} = \frac{L \cdot P}{\sigma \cdot u \cdot V} = \frac{19 \cdot 550557,88}{56 \cdot 6 \cdot 400} = 77,83 \text{ mm}^2$$

Normalizamos esta sección y obtenemos que deberíamos poner una sección de 95mm² por fase.

Por lo tanto, elegiremos la sección del criterio térmico, al ser mayor que la del criterio de caída de tensión, 70x3= 210 mm² frente a 95 mm².

2. Cálculos

Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



Por último, habría que comprobar que se cumple la caída de tensión, es decir, que es menor que el 1,5% en el caso de la derivación individual. Para ello calcularíamos con la siguiente fórmula y sumándole la caída de tensión de las líneas que tenga por encima:

$$u = \frac{L \cdot P}{\sigma \cdot S \cdot V} + CdT(\text{líneas anteriores})$$

$$u = \frac{L \cdot P}{\sigma \cdot S \cdot V} = \frac{19 \cdot 550557,88}{56 \cdot (70 \cdot 3) \cdot 400} + 0,242 = 2,465$$

El 0,242 es la caída de tensión de la línea que une el transformador con el cuadro de baja tensión, que es la línea que está por encima de la derivación individual.

Luego se hace $(u/400) \cdot 100$, para ver el resultado en tanto por ciento, y si es menor que 1,5 se cumple y está bien, si fuera mayor, habría que elegir una sección mayor y volver a comprobar.

$$u\% = \frac{2,465}{400} \cdot 100 = 0,616\% < 1,5\%$$

Vemos que se cumple por lo que la sección calculada es correcta.

Al igual que para el tramo transformador-cuadro de baja tensión al calcular las protecciones se deberá modificar la sección del conductor. Así, como veremos posteriormente, para la derivación individual, será necesario una sección definitiva de 240 mm² por conductor. La sección del neutro en este caso será de 120 mm² tal y como se indica en la ITC-BT-07, y no habrá conductor de protección. Cada una de las fases (3 conductores por fase) irán enterradas en tubo de 225 mm de diámetro, mientras que los tres cables del conductor neutro irán en un tubo de 160 mm.

Téngase en cuenta que a continuación se muestra el cálculo con las secciones definitivas tanto de la derivación individual como del tramo Centro de Transformación-Cuadro de Baja Tensión. Los cálculos mostrados anteriormente para hallar la caída de tensión dejan de ser válidos.

Con esta nueva sección la caída de tensión será:

$$u = \frac{L \cdot P}{\sigma \cdot S \cdot V} = \frac{19 \cdot 550557,88}{56 \cdot (240 \cdot 3) \cdot 400} + 0,1515 = 0,648 + 0,1515 = 0,8$$

2. Cálculos

Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



$$u\% = \frac{0,8}{400} \cdot 100 = 0,2 < 1,5\%$$

Vemos que se cumple por lo que la sección calculada es correcta.

2.4.4 SECCIONES DEL RESTO DE CONDUCTORES

A continuación se exponen unas tablas con las secciones del resto de los conductores, las secciones son las definitivas, contando también con los cambios realizados tras el cálculo de las protecciones.

Todos los cables son de cobre y el tipo de aislamiento XLPE.

• Cuadro General de Distribución

Línea	Potencia (W)	Intensidad (A)	Longitud (m)	Canalización	Conductor (mm ²)	Neutro (mm ²)	CP (mm ²)	CdT (%)	Diametro tubo (mm)
CGD 1	56700	90,15	110	Bandeja perforada	25	25	16	2,98	40
CGD 2	130890	214,49	71	Bandeja perforada	95	95	50	1,29	75
CGD 3	55750	93,89	95	Bandeja perforada	25	25	16	2,56	40
CGD 4	45575	76,31	122	Bandeja perforada	16	16	4	4,08	32
CGD 5	155231,2	337,34	19	Bandeja perforada	185	185	95	0,38	90
CGD 6	18774,36	85,79	21	Bandeja perforada	25	25	16	0,38	40
CGD 7	15094,98	69	50	Bandeja perforada	16	16	4	0,73	32
CGD 8	136160	592	52	Bandeja perforada	300	300	150	0,46	110
CGD 9	3739,4	(16,16)/(0,8)	21	Enterrado	6	6	4	0,35	50

• Cuadro auxiliar 1: Láser

Línea	Potencia (W)	Intensidad (A)	Longitud (m)	Canalización	Conductor (mm ²)	Neutro (mm ²)	CP (mm ²)	CdT (%)	Diametro tubo (mm)
C.A.1.1	51000	80,89	9	Bajo tubo B	25	25	16	3,19	50

2. Cálculos

Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



C.A.1.2	5000	8,1	4	Bajo tubo B	1,5	1,5	4	3,23	20
C.A.1.3	875	1,45	12	Bajo tubo B	1,5	1,5	4	3,16	20

- Cuadro auxiliar 2: Anillo 1

Línea	Potencia (W)	Intensidad (A)	Longitud (m)	Canalización	Conductor (mm ²)	Neutro (mm ²)	CP (mm ²)	CdT (%)	Diametro tubo (mm)
C.A.2.1	6250	10,37	19	Bajo tubo B	1,5	1,5	4	2,18	20
C.A.2.2	36250	60,14	11	Bajo tubo B	16	16	4	1,57	40
C.A.2.3	6875	11,67	12	Bajo tubo B	1,5	1,5	4	1,91	20
C.A.2.4	12500	20,74	20	Bajo tubo B	1,5	1,5	4	3,15	20
C.A.2.5	12500	20,74	17	Bajo tubo B	1,5	1,5	4	2,87	20
C.A.2.6	12500	20,74	19	Bajo tubo B	1,5	1,5	4	3,06	20
C.A.2.7	12500	20,74	21	Bajo tubo B	1,5	1,5	4	3,25	20
C.A.2.8	46250	74,17	9	Bajo tubo B	16	16	4	1,58	40
C.A.2.9	6425	10,3	10	Bajo tubo B	1,5	1,5	4	1,77	20

- Cuadro auxiliar 3: Anillo 2

Línea	Potencia (W)	Intensidad (A)	Longitud (m)	Canalización	Conductor (mm ²)	Neutro (mm ²)	CP (mm ²)	CdT (%)	Diametro tubo (mm)
C.A.3.1	13750	23,08	27	Bajo tubo B	2,5	2,5	4	4,22	20
C.A.3.2	13750	23,08	30	Bajo tubo B	2,5	2,5	4	4,41	20
C.A.3.3	3750	6,22	5	Bajo tubo B	1,5	1,5	4	2,70	20
C.A.3.4	3750	6,22	24	Bajo tubo B	1,5	1,5	4	3,23	20
C.A.3.5	3750	6,37	23	Bajo tubo B	1,5	1,5	4	3,21	20
C.A.3.6	5000	8,3	8	Bajo tubo B	1,5	1,5	4	2,86	20
C.A.3.7	5000	8,3	5	Bajo tubo B	1,5	1,5	4	2,75	20
C.A.3.8	3750	6,22	33	Bajo tubo B	1,5	1,5	4	3,49	20
C.A.3.9	13750	22,05	10	Bajo tubo B	2,5	2,5	4	3,18	20

- Cuadro auxiliar 4: Anillo 3

Línea	Potencia (W)	Intensidad (A)	Longitud (m)	Canalización	Conductor (mm ²)	Neutro (mm ²)	CP (mm ²)	CdT (%)	Diametro tubo (mm)
-------	--------------	----------------	--------------	--------------	------------------------------	---------------------------	-----------------------	---------	--------------------

2. Cálculos

Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



C.A.4.1	3125	5,13	35	Bajo tubo B	1,5	1,5	4	4,89	20
C.A.4.2	4000	6,79	35	Bajo tubo B	1,5	1,5	4	5,12	20
C.A.4.3	5000	8,11	40	Bajo tubo B	1,5	1,5	4	5,57	20
C.A.4.4	9375	15,92	25	Bajo tubo B	1,5	1,5	4	5,82	20
C.A.4.5	3750	6,29	23	Bajo tubo B	1,5	1,5	4	4,72	20
C.A.4.6	9375	15,73	14	Bajo tubo B	1,5	1,5	4	5,05	20
C.A.4.7	9375	15,73	34	Bajo tubo B	1,5	1,5	4	6,45	20
C.A.4.8	9375	15,73	44	Bajo tubo B	2,5	2,5	4	5,92	20

- Cuadro auxiliar 5: Puentes grúa y subcuadros fuerza nave

Línea	Potencia (W)	Intensidad (A)	Longitud (m)	Canalización	Conductor (mm ²)	Neutro (mm ²)	CP (mm ²)	CdT (%)	Diametro tubo (mm)
C.A.5.1	8750	14,52	90	Bandeja perforada	1,5	1,5	4	6,24	20
C.A.5.2	8750	14,52	105	Bandeja perforada	2,5	2,5	4	4,48	20
C.A.5.3	8750	14,52	125	Bandeja perforada	2,5	2,5	4	5,26	20
C.A.5.4	8750	14,52	140	Bandeja perforada	2,5	2,5	4	5,85	20
C.A.5.5	22170,3	32	78	Bandeja perforada	4	4	4	5,20	25
C.A.5.6	7360	32	78	Bandeja perforada	10	10	4	4,53	32
C.A.5.7	22170,3	32	96	Bandeja perforada	4	4	4	6,32	25
C.A.5.8	7360	32	96	Bandeja perforada	10	10	4	5,43	32
C.A.5.9	22170,3	32	101	Bandeja perforada	6	6	4	4,54	25
C.A.5.10	7360	32	101	Bandeja perforada	10	10	4	5,68	32
C.A.5.11	22170,3	32	131	Bandeja perforada	6	6	4	5,78	25
C.A.5.12	7360	32	131	Bandeja perforada	16	16	4	4,72	40
C.A.5.13	7360	32	73	Bandeja perforada	10	10	4	4,28	32

- Cuadro auxiliar 6: Alumbrado Nave

2. Cálculos

Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



Línea	Potencia (W)	Intensidad (A)	Longitud (m)	Canalización	Conductor (mm ²)	Neutro (mm ²)	CP (mm ²)	CdT (%)	Diametro tubo (mm)
C.A.6.1	2919,16	13,37	85	Bajo tubo B	6	6	4	3,44	25
C.A.6.2	2919,16	13,37	100	Bajo tubo B	6	6	4	3,94	25
C.A.6.3	2919,16	13,37	120	Bajo tubo B	10	10	4	3,02	32
C.A.6.4	2919,16	13,37	135	Bajo tubo B	10	10	4	3,31	32
C.A.6.5	3115,81	14,26	100	Bajo tubo B	6	6	4	4,16	25
C.A.6.6	941,73	4,31	125	Bajo tubo B	2,5	2,5	4	3,83	20
C.A.6.7	941,73	4,31	125	Bajo tubo B	2,5	2,5	4	3,83	20
C.A.6.8	142,02	0,65	105	Bajo tubo B	1,5	1,5	4	1,32	20
C.A.6.9	142,02	0,65	105	Bajo tubo B	1,5	1,5	4	1,32	20
C.A.6.10	1800	8,24	135	Bajo tubo A	6	6	4	3,39	25

- Cuadro auxiliar 7: Alumbrado Oficina

Línea	Potencia (W)	Intensidad (A)	Longitud (m)	Canalización	Conductor (mm ²)	Neutro (mm ²)	CP (mm ²)	CdT (%)	Diametro tubo (mm)
C.A.7.1	3240	14,83	25	Bajo tubo B	2,5	2,5	4	3,45	20
C.A.7.2	2938,68	13,45	42	Bajo tubo B	4	4	4	3,35	25
C.A.7.3	2938,5	13,45	40	Bajo tubo B	2,5	2,5	4	4,44	20
C.A.7.4	3483	15,94	28	Bajo tubo B	2,5	2,5	4	3,90	20
C.A.7.5	1342,8	6,15	55	Bajo tubo B	2,5	2,5	4	3,26	20
C.A.7.6	1152	5,27	52	Bajo tubo B	1,5	1,5	4	3,96	20

- Cuadro auxiliar 8: Fuerza Oficina

Línea	Potencia (W)	Intensidad (A)	Longitud (m)	Canalización	Conductor (mm ²)	Neutro (mm ²)	CP (mm ²)	CdT (%)	Diametro tubo (mm)
C.A.8.1	33120	144	11	Bajo tubo B	35	35	16	1,37	50
C.A.8.2	22080	96	27	Bajo tubo B	16	16	4	2,82	40
C.A.8.3	22080	96	32	Bajo tubo B	16	16	4	3,19	40
C.A.8.4	29440	128	13,5	Bajo tubo B	25	25	16	1,66	50
C.A.8.5	29440	128	47	Bajo tubo B	25	25	16	3,79	50

- Cuadro auxiliar 9: Receptores CT

2. Cálculos

Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



Línea	Potencia (W)	Intensidad (A)	Longitud (m)	Canalización	Conductor (mm ²)	Neutro (mm ²)	CP (mm ²)	CdT (%)	Diametro tubo (mm)
C.A.9.1	45	0,205	2	Bajo tubo B	2,5	2,5	4	0,07	20
C.A.9.2	14,4	0,065	2	Bajo tubo B	2,5	2,5	4	0,07	20
C.A.9.3	3680	16	2	Bajo tubo B	2,5	2,5	4	0,26	20

Para poder interpretar las tablas; la potencia es la potencia de los receptores multiplicada por el coeficiente de 1,25 (motores) o 1,8 (fluorescentes) en los casos en los que sea necesario; la longitud, es la longitud de los cables, desde el cuadro hasta el receptor; la canalización, es el tipo de canalización por la que van los cables, ya sea bandeja portacables, canaleta con cables aislados, bajo tubo etc; el conductor, es la sección de los conductores de fase; el neutro, es la sección del conductor neutro; el CP, es la sección del conductor de protección; la CdT es la caída de tensión en esa línea y por último, el diámetro tubo es el diámetro del tubo por el que van los conductores.

2.5 CÁLCULO DE LAS PROTECCIONES

2.5.1 INTRODUCCIÓN

Para el cálculo de las protecciones seguiremos el método expuesto en el documento MEMORIA del presente proyecto. Para ello hay que seguir unos pasos, que serán: el cálculo del calibre de las protecciones. Posteriormente habrá que calcular las intensidades de cortocircuito tanto máximas, para hallar el poder de corte de las protecciones, como mínimas para hallar la curva de las mismas. Por último habrá que comprobar que el tiempo máximo que el conductor puede soportar la intensidad de cortocircuito sea mayor que el tiempo de desconexión.

Es posible que el cálculo de las protecciones haga que tengamos que modificar alguna sección previamente calculada debido a la intensidad normalizada de los interruptores (calibre), el tiempo máximo, o algunas normas como las descritas en la ITC-BT-25 que obliga a unas determinadas secciones e intensidades de los interruptores, no obstante, las secciones expuestas en el apartado anterior son ya las definitivas.

Para realizar los cálculos, realizaremos primero el cálculo de los interruptores automáticos, y posteriormente los diferenciales. Para el cálculo de las intensidades de cortocircuito nos hemos ayudado de hojas de cálculo EXCEL. En los apartados posteriores procuraremos exponer en tablas los resultados lo más detalladamente posible.



2.5.2 DATOS PREVIOS

Para el cálculo de las intensidades de cortocircuito en el secundario del transformador es necesario conocer antes unos datos previos que usaremos siempre.

- La impedancia de red:

Primeramente se calculará la impedancia aguas arriba de transformador. La potencia de cortocircuito proporcionada por la red según la compañía suministradora (en este caso IBERDROLA), es de 400MVA.

Si despreciamos la resistencia frente a la reactancia, se puede calcular la impedancia de la red aguas arriba llevada al secundario del transformador como:

$$Z_{MT} = \frac{U^2}{S_{cc}}$$

Para referirla a baja tensión:

$$Z_{BT} = Z_{MT} \cdot \left(\frac{U_{BT}}{U_{MT}} \right)^2$$

Donde:

UMT = tensión en vacío del primario en voltios. 13200 V en media tensión.

UBT = tensión en vacío del secundario en voltios. 400 V en baja tensión.

SCC = potencia de cortocircuito en VA.

Z = impedancia o reactancia aguas arriba en $j\Omega$.

$$Z_{MT} = \frac{13200^2}{400000000} = 0,4356 j\Omega$$

$$Z_{BT} = 0,4356 \cdot \frac{400^2}{13200^2} = 0,4mj\Omega$$

- La impedancia del transformador:

En segundo lugar se calcula la impedancia del transformador, para ello se considera despreciable la aparamenta de alta tensión. Además se desprecia la resistencia del transformador frente a la impedancia.

2. Cálculos

Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



$$Z_T = U_{cc} \cdot \frac{U^2}{S}$$

Donde:

U: Tensión en vacío entre fases en V.

U_{cc}: Tensión de cortocircuito en % (Para trafos de 630 kVA 4%)

S: Potencia nominal del transformador en kVA.

Z_T: Impedancia del transformador en jΩ ya que es totalmente inductiva.

$$Z_T = 0.04 \cdot \frac{400^2}{630000} = 10,15 \text{ m}\Omega$$

- Las impedancias de las líneas de baja tensión

Se calcularán de la siguiente forma:

$$R = \rho \cdot \frac{L}{S}$$

Donde:

R: Resistencia del conductor en ohmios.

ρ: Resistividad del material. La de un conductor de cobre a 20°C es de 0,018 Ω×mm²/m

L: Longitud del conductor.

S: Sección por fase del conductor.

Aquí conforme vayamos yendo aguas abajo, se tendrán en cuenta todas las líneas que hay por encima. La de la línea que une el Transformador con el cuadro de baja tensión es:

$$R = 0.018 \cdot \frac{4}{3 \cdot 150} = 0,16 \text{ m}\Omega$$

La de la derivación individual será:

$$R = 0.018 \cdot \frac{19}{630} = 0,542 \text{ m}\Omega$$

2. Cálculos

Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



- Las impedancias de los automatismos:

Esta impedancia representa los automatismos (protecciones, relés, bobinas...) de aguas arriba. El valor de la impedancia de cada automatismo es de $0,15 \text{ jm}\Omega$.

$$Z_{aut} \approx X_{aut} = \text{Número_de_automatismos} \times 0,15 \text{ jm}\Omega$$

En el número de automatismos se incluye el que se está calculando, así como otros de otra índole, como diferenciales, etc.

Una vez conocidos estos datos, podemos calcular ya las intensidades de cortocircuito máximas. Para el cálculo de las intensidades de cortocircuito mínimas tenemos que tener en cuenta unas consideraciones que veremos más adelante.

A continuación se expone una tabla con todos los datos previos a tener en cuenta:

Potencia de cortocircuito de red. Para calcular la impedancia de red	Sc _c (VA) 400000000
Tensión en el lado de media	U _{MT} (V) 13200
Tensión en el lado de baja	U _{BT} (V) 400
Potencia del transformador	S _n (VA) 630000
Para calcular la impedancia del transformador	U _{cc} (%) 0,04
Resistividad del cobre	ρ_{Cu} a 20° 0,018 $\Omega \times \text{mm}^2/\text{m}$
Para calcular la intensidad de cortocircuito máxima	C I _{ccmax} 1

Para calcular la intensidad de cortocircuito mínima	C lccmin 0,95
Para calcular la intensidad de cortocircuito mínima	T ^a XLPE permanente(°C) 20
Para calcular la intensidad de cortocircuito mínima	T ^a XLPE ccto(°C) 250
Para calcular la intensidad de cortocircuito mínima	ΔT ^a (°C) 230
Para calcular la intensidad de cortocircuito mínima	α 0,004

2.5.3 CÁLCULO DE LAS PROTECCIONES MAGNETOTÉRMICAS

Para poder ver mejor el proceso de cálculo de las protecciones, vamos a calcular un ejemplo para el resto resumirlo en tablas, ya que se calcularán de similar manera.

Vamos a calcular el interruptor magnetotérmico M.CGD1 situado en el cuadro general de distribución y que protege a la línea CGD 1, que será la línea que va del cuadro general de distribución, al cuadro auxiliar 1.

- Calibre:

Como se puede ver en el apartado 2.3.3 (Cálculo de las intensidades de línea) del presente documento, la intensidad de cálculo de esta línea será 90,15 A. Su sección es de 25 mm², y está calculada en el apartado 2.4.4 (Secciones del resto de los conductores) del presente documento. Con estos datos vamos a la ITC-BT-19 y tenemos que la intensidad admisible será 116 A. Por tanto, el calibre será el valor normalizado que esté entre la intensidad de cálculo y la intensidad admisible. En este caso, el calibre será de:

$$I_n = 100 \text{ A}$$

- Poder de corte

Para calcular el poder de corte, tenemos que calcular la intensidad de cortocircuito máxima según el método descrito en el documento MEMORIA de este proyecto, en el apartado 1.6.1.6 (Cálculo de las intensidades de cortocircuito).

2. Cálculos

Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



Por ser línea trifásica, el cortocircuito más desfavorable será el tripolar, por tanto, la intensidad máxima será:

$$I_{cc_{\max}} = \frac{C \times U_n}{\sqrt{3} \times |Z_d|}$$

Donde:

$I_{cc_{\max}}$: Corriente de cortocircuito eficaz en A.

C: Variación de tensión. Su valor para instalaciones de baja tensión, a 230/400 V es de 1.

U_n : Tensión entre fases en vacío del secundario del transformador.

Z_d : Impedancia directa por fase de la red aguas arriba del defecto en ohmios.

Para calcular Z_d tendremos en cuenta los datos previos vistos en el apartado 2.5.2 (Datos previos) del presente documento.

La impedancia de la red será $Z_{BT} = 0,4 \text{ m}\Omega$

La impedancia del transformador será $Z_T = 10,15 \text{ m}\Omega$

Las líneas que tiene por encima serán, la derivación individual, y la línea que une el Transformador con el cuadro de baja tensión, y está calculada en el apartado. Por tanto, para las impedancias de línea, hay que tener en cuenta estas dos líneas.

$$R_{T-CBT} = 0.018 \cdot \frac{4}{3 \cdot 150} = 0,16 \text{ m}\Omega$$

$$R_{DI} = 0.018 \cdot \frac{19}{3 \cdot 150} = 0,76 \text{ m}\Omega$$

La impedancia de los automatismos será de:

$$Z_{AUT} = 4 \cdot 0,15 \text{ jm}\Omega = 0,6 \text{ jm}\Omega$$

Por tanto, Z_D será la suma de todas las impedancias. Hay que tener cuidado, no se pueden sumar directamente, ya que algunas son resistivas puras y el resto inductivas.

2. Cálculos

Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



Se suman y nos da que $Z_D = 11,18m\Omega$

Ya podemos calcular la $I_{cc_{max}}$:

$$I_{cc_{max}} = \frac{1 \times 400}{\sqrt{3} \times |0,01118|} = 20656,53A$$

Por tanto el poder de corte será el normalizado inmediatamente superior, en este caso 25kA.

- Curva de funcionamiento

Para calcular la curva, tenemos que calcular la intensidad de cortocircuito mínima según el método descrito en el documento MEMORIA de este proyecto, en el apartado 1.6.1.6 (Cálculo de las intensidades de cortocircuito).

Esta corriente se calcula mediante la siguiente expresión:

$$I_{cc_{min}} = \frac{C \times U_n \times \sqrt{3}}{|2 \times Z_{d_nueva} + Z_o|}$$

Donde:

$I_{cc_{min}}$: Corriente de cortocircuito eficaz en A.

C: Variación de tensión. Su valor para instalaciones de baja tensión, a 230/400 V es de 0,95.

U_n : Tensión entre fases en vacío del secundario del transformador.

Z_{d_nueva} : Impedancia directa en ohmios, teniendo en cuenta la temperatura de cortocircuito que es de 250°C.

Z_o : Impedancia homopolar en ohmios.

Tenemos que calcular por tanto la Z_{d_nueva} , que en las tablas posteriores aparecerá como Z_D' .

Para ello se debe tener en cuenta la impedancia directa de la línea más desfavorable, es decir, también hay que tener en cuenta las impedancias aguas abajo. Otra novedad es que para calcular la nueva impedancia de la línea, hay que calcularla a temperatura de cortocircuito (250°C). Para ello se hace la siguiente transposición:

2. Cálculos

Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



$$Z_{L_{250^{\circ}\text{C}}} = Z_{L_{20^{\circ}\text{C}}} \cdot (1 + \alpha \Delta T)$$

Donde:

$$\alpha = 4 \times 10^{-3}$$

$$\Delta T = 250^{\circ}\text{C} - 20^{\circ}\text{C} = 230^{\circ}\text{C}$$

Por tanto:

$$Z_{d_{nueva}} = Z_{MT} + Z_T + Z_{L_{250^{\circ}\text{C}}} + Z_{AUT}$$

El valor inductivo no varía con la temperatura, por tanto las impedancias de red, transformador y automatismos permanecen constantes. Habrá que incluir también la impedancia de la propia línea:

$$Z_{T-CBT_{250^{\circ}\text{C}}} = Z_{T-CBT_{20^{\circ}\text{C}}} \cdot (1 + \alpha \Delta T)$$

$$Z_{T-CBT_{250^{\circ}\text{C}}} = 0,00016 \cdot (1 + 0,004 \cdot 230) = 0,3072 \text{ m}\Omega$$

$$Z_{DI_{250^{\circ}\text{C}}} = Z_{DI_{20^{\circ}\text{C}}} \cdot (1 + \alpha \Delta T)$$

$$Z_{DI_{250^{\circ}\text{C}}} = 0,00076 \cdot (1 + 0,004 \cdot 230) = 1,45 \text{ m}\Omega$$

$$Z_{CGD1_{20^{\circ}\text{C}}} = \rho \cdot \frac{L}{S} = 0,018 \cdot \frac{110}{25} = 0,0792 \Omega$$

$$Z_{CGD1_{250^{\circ}\text{C}}} = Z_{CGD1_{20^{\circ}\text{C}}} \cdot (1 + \alpha \Delta T)$$

$$Z_{CGD1_{250^{\circ}\text{C}}} = 0,0792 \cdot (1 + 0,004 \cdot 230) = 0,152064 \Omega$$

Por tanto, sumando las Z de todas las líneas anteriores y de la propia línea, nos da una Z de líneas total de 0,1538Ω, resistivo puro.

Por tanto sumamos la Z nueva de todas las líneas a las de Z de red, transformador y automatismos, teniendo cuidado ya que estos últimos son inductivos:

2. Cálculos

Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



$$Z'_D = \sqrt{0,1538^2 + (0,0004 + 0,01015 + (4 \cdot 0,00015))^2}$$

$$Z'_D = 0,1542036$$

A continuación habrá que calcular la impedancia homopolar Z_o . En este caso también se calcula la impedancia al final de la línea.

$$Z_o = Z_{ao} + Z_{To} + Z_{Lo} + Z_{auto}$$

Donde:

$$Z_{ao} = 0$$

$$Z_{To} = Z_T$$

$$Z_{Lo} = 3 \times Z_{L_{250^\circ\text{C}}}$$

$$Z_{auto} = 3 \times Z_{aut}$$

La impedancia del transformador era de $Z_T = 10,15mj\Omega$, por tanto, la componente homopolar será:

$$Z_{To} = Z_T = 10,15mj\Omega$$

La impedancia de las líneas era $Z_L = 0,1538\Omega$, por tanto, la componente homopolar será:

$$Z_{Lo} = 3 \cdot 0,1538 = 0,4614\Omega$$

La impedancia de los automatismos era $Z_{AUT} = 0,6 jm\Omega$, por tanto, la componente homopolar será:

$$Z_{auto} = 3 \cdot 0,0006 = 0,0018 j\Omega$$

Por tanto, la impedancia homopolar Z_o será la suma de estas:

$$Z_o = \sqrt{0,4614^2 + (0,01015 + 0,0018)^2} = 0,46155\Omega$$

2. Cálculos

Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



Con estos datos podemos calcular ya la intensidad de cortocircuito mínima:

$$I_{cc_{\min}} = \frac{0,95 \cdot 400 \cdot \sqrt{3}}{\sqrt{2,0,1542036 + 0,46155}} = 854,82A$$

Finalmente ya se puede conocer el tipo de curva del interruptor magnetotérmico de la siguiente manera:

- $I_{cc_{\min}}$ Mayor o igual que $5 \cdot I_n \rightarrow$ La curva es de tipo B.
- $I_{cc_{\min}}$ Mayor o igual que $10 \cdot I_n \rightarrow$ La curva es de tipo C.
- $I_{cc_{\min}}$ Mayor o igual que $20 \cdot I_n \rightarrow$ La curva es de tipo D.

Por tanto en nuestro caso tenemos, que la intensidad nominal o calibre es

$$I_n = 100 A$$

$$5 \cdot 50 = 500 A$$

$$10 \cdot 50 = 1000 A$$

$$20 \cdot 50 = 2000 A$$

Vemos entonces como $I_{cc_{\min}} = 854,82A$ es mayor que 500, pero menor que 1000 A y 2000 A, por tanto podremos elegir la curva B pero no la C y D.

Queda comprobar por último el t_{mcicc} , que es el tiempo máximo que el conductor puede soportar la intensidad de cortocircuito, y se calcula de la siguiente forma:

$$t_{mcicc} = \frac{c_c \cdot S^2}{I_{cc_{\min}}^2}$$

$$t_{mcicc} = \frac{20449 \cdot 25^2}{854,72^2} = 17,49 s > 0,1 s$$

Es mayor que 0,1s con lo cual se cumple y no es necesario aumentar la sección.

2. Cálculos

Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



Así se van haciendo los cálculos del resto de interruptores automáticos de todas las líneas, teniendo cuidado de incluir las líneas aguas arriba a la hora de calcular las impedancias de línea.

A continuación unas tablas con todos los cálculos de los interruptores automáticos resumidos. Estos son los datos de cálculo, no son los definitivos, ya que a la hora de elegir los interruptores, hay algún dato que cambia. Los datos definitivos así como los interruptores elegidos están en el documento MEMORIA del presente proyecto, en el apartado 1.6.11

- Cuadro General de Distribución:

Línea	Magnetotérmico	Nº de polos	In(A)	Iccmax (A)	PdC (kA)	Iccmin (A)	Curva	tmcicc (s)
DI	M.D.I.	4 (III+N)	800	20921,51	22 kA	-	Regulable	-
CGD 1	M.CGD 1	4 (III+N)	100	20641,97	22 kA	-	Regulable	-
CGD 2	M.CGD 2	4 (III+N)	250	20641,97	22 kA	-	Regulable	-
CGD 3	M.CGD 3	4 (III+N)	100	20641,97	22 kA	-	Regulable	-
CGD 4	M.CGD 4	4 (III+N)	80	20641,97	22 kA	-	Regulable	-
CGD 5	M.CGD 5	4 (III+N)	400	20641,97	22 kA	-	Regulable	-
CGD 6	M.CGD 6	4 (III+N)	100	20641,97	22 kA	-	Regulable	-
CGD 7	M.CGD 7	4 (III+N)	80	20641,97	22 kA	-	Regulable	-
CGD 8	M.CGD 8	4 (III+N)	630	20641,97	22 kA	-	Regulable	-
CGD 9	M.CGD 9	4 (III+N)	20	20641,97	22 kA	-	Regulable	-

- Cuadro auxiliar 1: Láser

Línea	Magnetotérmico	Nº de polos	In(A)	Iccmax (A)	PdC (kA)	Iccmin (A)	Curva	tmcicc (s)
CGD 1	M.C.A.1	4 (III+N)	100	2853,44	3 kA	-	Regulable	-
C.A.1.1	M.C.A.1.1	4 (III+N)	100	2851,92	3 kA	790,72	B	20,44
C.A.1.2	M.C.A.1.2	4 (III+N)	10	2851,92	3 kA	534,82	C	0,16
C.A.1.3	M.C.A.1.3	4 (III+N)	2	2851,92	3 kA	305,85	C	0,49

2. Cálculos

Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



- Cuadro auxiliar 2: Anillo 1

Línea	Magnetotérmico	Nº de polos	In(A)	Iccmax (A)	PdC (kA)	Iccmin (A)	Curva	tmcicc (s)
CGD 2	M.C.A.2	4 (III+N)	250	12567,53	16 kA	-	Regulable	-
C.A.2.1	M.C.A.2.1	4 (III+N)	16	12440,00	16 kA	282,83	C	0,58
C.A.2.2	M.C.A.2.2	4 (III+N)	63	12440,00	16 kA	2531,04	C	0,82
C.A.2.3	M.C.A.2.3	4 (III+N)	16	12440,00	16 kA	432,75	C	0,25
C.A.2.4	M.C.A.2.4	4 (III+N)	25	12440,00	16 kA	269,49	C	0,63
C.A.2.5	M.C.A.2.5	4 (III+N)	25	12440,00	16 kA	313,90	C	0,47
C.A.2.6	M.C.A.2.6	4 (III+N)	25	12440,00	16 kA	282,83	C	0,58
C.A.2.7	M.C.A.2.7	4 (III+N)	25	12440,00	16 kA	257,35	C	0,69
C.A.2.8	M.C.A.2.8	4 (III+N)	80	12440,00	16 kA	2756,93	C	0,69
C.A.2.9	M.C.A.2.9	4 (III+N)	16	12440,00	16 kA	509,97	C	0,18

- Cuadro auxiliar 3: Anillo 2

Línea	Magnetotérmico	Nº de polos	In(A)	Iccmax (A)	PdC (kA)	Iccmin (A)	Curva	tmcicc (s)
CGD 3	M.C.A.3	4 (III+N)	100	3286,97	4,5 kA	-	Regulable	-
C.A.3.1	M.C.A.3.1	4 (III+N)	25	3284,66	4,5 kA	259,94	C	1,89
C.A.3.2	M.C.A.3.2	4 (III+N)	25	3284,66	4,5 kA	240,27	B	2,21
C.A.3.3	M.C.A.3.3	4 (III+N)	10	3284,66	4,5 kA	529,87	C	0,16
C.A.3.4	M.C.A.3.4	4 (III+N)	10	3284,66	4,5 kA	191,86	C	1,25
C.A.3.5	M.C.A.3.5	4 (III+N)	10	3284,66	4,5 kA	198,53	C	1,17
C.A.3.6	M.C.A.3.6	4 (III+N)	10	3284,66	4,5 kA	414,57	C	0,27
C.A.3.7	M.C.A.3.7	4 (III+N)	10	3284,66	4,5 kA	529,87	C	0,16
C.A.3.8	M.C.A.3.8	4 (III+N)	10	3284,66	4,5 kA	147,33	C	2,12
C.A.3.9	M.C.A.3.9	4 (III+N)	25	3284,66	4,5 kA	484,92	C	0,54

2. Cálculos

Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



- Cuadro auxiliar 4: Anillo 3

Línea	Magnetotérmico	Nº de polos	In(A)	Iccmax (A)	PdC (kA)	Iccmin (A)	Curva	tmcicc (s)
CGD 4	M.C.A.4	4 (III+N)	80	1665,71	3 kA	-	Regulable	-
C.A.4.1	M.C.A.4.1	4 (III+N)	6	1665,41	3 kA	122,83	C	3,05
C.A.4.2	M.C.A.4.2	4 (III+N)	10	1665,41	3 kA	122,83	C	3,05
C.A.4.3	M.C.A.4.3	4 (III+N)	10	1665,41	3 kA	110,91	C	3,74
C.A.4.4	M.C.A.4.4	4 (III+N)	16	1665,41	3 kA	156,46	B	1,88
C.A.4.5	M.C.A.4.5	4 (III+N)	10	1665,41	3 kA	165,53	C	1,68
C.A.4.6	M.C.A.4.6	4 (III+N)	16	1665,41	3 kA	223,91	C	0,92
C.A.4.7	M.C.A.4.7	4 (III+N)	16	1665,41	3 kA	179,01	C	3,99
C.A.4.8	M.C.A.4.8	4 (III+N)	16	1665,41	3 kA	150,69	B	5,63

- Cuadro auxiliar 5: Puentes grúa y subcuadros fuerza nave

Línea	Magnetotérmico	Nº de polos	In(A)	Iccmax (A)	PdC (kA)	Iccmin (A)	Curva	tmcicc (s)
CGD 5	M.C.A.5	4 (III+N)	400	19604,46	22 kA	-	Regulable	-
C.A.5.1	M.C.A.5.1	4 (III+N)	16	18344,02	22 kA	105,07	B	11,58
C.A.5.2	M.C.A.5.2	4 (III+N)	16	18344,02	22 kA	90,15	B	15,73
C.A.5.3	M.C.A.5.3	4 (III+N)	16	18344,02	22 kA	120,91	B	22,38
C.A.5.4	M.C.A.5.4	4 (III+N)	16	18344,02	22 kA	108,05	B	28,03
C.A.5.5	M.C.A.5.5	4 (III+N)	32	18344,02	22 kA	298,66	B	3,67

2. Cálculos

Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



C.A.5.6	M.C.A.5.6	2 (I+N)	32	9134,67	10 kA	441,72	C	3,77
C.A.5.7	M.C.A.5.7	4 (III+N)	32	18344,02	22 kA	214,55	B	7,11
C.A.5.8	M.C.A.5.8	2 (I+N)	32	9134,67	10 kA	522,87	C	7,48
C.A.5.9	M.C.A.5.9	4 (III+N)	32	18344,02	22 kA	177,14	B	10,43
C.A.5.10	M.C.A.5.10	2 (I+N)	32	9134,67	10 kA	433,32	C	10,89
C.A.5.11	M.C.A.5.11	4 (III+N)	32	18344,02	22 kA	225,12	B	14,53
C.A.5.12	M.C.A.5.12	2 (I+N)	32	9134,67	10 kA	369,95	C	14,94
C.A.5.13	M.C.A.5.13	2 (I+N)	32	9134,67	10 kA	342,15	C	6,29

- Cuadro auxiliar 6: Alumbrado Nave

Línea	Magnetotérmico	Nº de polos	In(A)	Iccmax (A)	PdC (kA)	Iccmin (A)	Curva	tmcicc (s)
CGD 6	M.C.A.6	4 (III+N)	100	11718,41	22 kA	-	Regulable	-
C.A.6.1	M.C.A.6.1	2 (I+N)	16	5783,76	6 kA	251,89	C	11,60
C.A.6.2	M.C.A.6.2	2 (I+N)	16	5783,76	6 kA	216,03	C	15,77
C.A.6.3	M.C.A.6.3	2 (I+N)	16	5783,76	6 kA	294,21	C	23,62
C.A.6.4	M.C.A.6.4	2 (I+N)	16	5783,76	6 kA	263,56	C	29,44
C.A.6.5	M.C.A. 6.5	2 (I+N)	16	5783,76	6 kA	216,03	C	15,77
C.A.6.6	M.C.A. 6.6	2 (I+N)	6	5783,76	6 kA	75,54	B	23
C.A.6.7	M.C.A. 6.7	2 (I+N)	6	5783,76	6 kA	75,54	B	23
C.A.6.8	M.C.A. 6.8	2 (I+N)	2	5783,76	6 kA	53,51	C	16,07
C.A.6.9	M.C.A. 6.9	2 (I+N)	2	5783,76	6 kA	53,51	C	16,07

2. Cálculos

Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



C.A.6.10	M.C.A. 6.10	2 (I+N)	10	5783,76	6 kA	162,16	C	27,99
----------	-------------	---------	----	---------	------	--------	---	-------

- Cuadro auxiliar 7: Alumbrado Oficina

Línea	Magnetotérmico	Nº de polos	In(A)	Iccmax (A)	PdC (kA)	Iccmin (A)	Curva	tmcicc (s)
CGD 7	M.C.A.7	4 (III+N)	80	3960,87	4,5 kA	-	Regulable	-
C.A.7.1	M.C.A.7.1	2 (I+N)	16	1970,36	2 kA	287,85	C	1,54
C.A.7.2	M.C.A.7.2	2 (I+N)	16	1970,36	2 kA	277,33	C	4,25
C.A.7.3	M.C.A.7.3	2 (I+N)	16	1970,36	2 kA	287,85	C	3,95
C.A.7.4	M.C.A.7.4	2 (I+N)	16	1970,36	2 kA	263,83	C	1,84
C.A.7.5	M.C.A.7.5	2 (I+N)	10	1970,36	2 kA	150,67	C	5,63
C.A.7.6	M.C.A.7.6	2 (I+N)	6	1970,36	2 kA	100,24	C	4,58

- Cuadro auxiliar 8: Fuerza Oficina

Línea	Magnetotérmico	Nº de polos	In(A)	Iccmax (A)	PdC (kA)	Iccmin (A)	Curva	tmcicc (s)
CGD 8	M.C.A.8	4 (III+N)	630	19020,20	22 kA	-	Regulable	-
C.A.8.1	M.C.A.8.1	2 (I+N)	160	9255,43	10 kA	5799,97	C	2,98
C.A.8.2	M.C.A.8.2	2 (I+N)	100	9255,43	10 kA	2061,75	C	3,01
C.A.8.3	M.C.A.8.3	2 (I+N)	100	9255,43	10 kA	2626,75	C	1,85
C.A.8.4	M.C.A.8.4	2 (I+N)	160	9255,43	10 kA	3514,31	C	8,11
C.A.8.5	M.C.A.8.5	2 (I+N)	160	9255,43	10 kA	3655,83	C	7,50

- Cuadro auxiliar 9: Receptores CT

2. Cálculos

Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



Línea	Magnetotérmico	Nº de polos	In(A)	Iccmax (A)	PdC (kA)	Iccmin (A)	Curva	tmcicc (s)
CGD 9	M.C.A.9	4(III+N)	20	3556,35	4,5 kA	-	Regulable	-
C.A.9.1	M.C.A.9.1	2 (I+N)	1	1769,48	3 kA	870,52	C	0,17
C.A.9.2	M.C.A.9.2	2 (I+N)	1	1769,48	3 kA	870,52	C	0,17
C.A.9.3	M.C.A.9.3	2 (I+N)	16	1769,48	3 kA	870,52	C	0,17

Para el cálculo de las protecciones magnetotérmicas que van alojadas en el cuadro de baja tensión, que se encuentra en el centro de transformación, seguiremos el mismo proceso. Del cuadro de baja tensión del CT salen dos líneas. Una de ellas se encarga de alimentar la bancada de condensadores encargados de modificar la potencia reactiva consumida y la otra es la derivación individual.

Las protecciones magnetotérmicas que hay en dicho cuadro son el interruptor general y la protección de la batería de condensadores. Así pues los datos calculados son los siguientes:

Línea	Magnetotérmico	Nº de polos	In(A)	Iccmax (A)	PdC (kA)	Iccmin (A)	Curva	tmcicc (s)
I.G	I.G	4(III+N)	1250	21580,78	22 kA	-	Regulable	-
Bcond	M.B.Cond	4(III+N)	250	21282,49	22 kA	10936,06	C	0,84

Hay que tener en cuenta que estos son los cálculos, sobre los cálculos escogeremos la aparatada adecuada, pero hay que destacar que puede que haya que cambiar algún dato. Los resultados definitivos estarán en el documento MEMORIA del presente proyecto en el apartado 1.6.1.11 y también en los PLANOS.

2.5.4 CÁLCULO DE LAS PROTECCIONES DIFERENCIALES

Para las protecciones diferenciales, la corriente asignada al interruptor diferencial se elige en función de la corriente de empleo del circuito, previamente calculada, teniendo en cuenta los coeficientes de utilización K_u y de simultaneidad K_s .

Si el interruptor diferencial está situado aguas abajo de un interruptor automático magnetotérmico y en la misma línea, las corrientes asignadas de los dos elementos pueden ser iguales, aunque es muy

2. Cálculos

Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



recomendable sobrecalibrar el interruptor diferencial respecto al magnetotérmico de forma que la intensidad del primero sea un 40% mayor.

Si el interruptor diferencial está situado aguas arriba de un grupo de circuitos protegidos por interruptores magnetotérmicos del mismo número de polos que el interruptor diferencial, la corriente asignada del interruptor diferencial se elige en función de:

$$I_{DIFERENCIAL} \geq K_U \cdot K_S (I_{MAGNETOTÉRMICO1} + I_{MAGNETOTÉRMICO2} + I_{MAGNETOTÉRMICO3} + \dots)$$

A continuación unas tablas con los datos calculados de las protecciones diferenciales. Son los datos de cálculo, posteriormente, a la hora de elegir el diferencial puede que cambien algún dato, los definitivos estarán en el documento MEMORIA del presente proyecto, en el apartado 1.6.1.12.

- Cuadro General de Distribución

Línea	Diferencial	Nº de polos	Calibre (A)	Sensibilidad (mA)
CGD 1	D.C.G.D.1	4 (III+N)	100	300
CGD 2	D.C.G.D.2	4 (III+N)	250	300
CGD 3	D.C.G.D.3	4 (III+N)	100	300
CGD 4	D.C.G.D.4	4 (III+N)	80	300
CGD 5	D.C.G.D.5	4 (III+N)	400	300
CGD 6	D.C.G.D.6	4 (III+N)	100	300
CGD 7	D.C.G.D.7	4 (III+N)	80	300
CGD 8	D.C.G.D.8	4 (III+N)	630	300
CGD 9	D.C.G.D.9	4 (III+N)	20	300

- Cuadro auxiliar 1: Láser

Línea	Diferencial	Nº de polos	Calibre (A)	Sensibilidad (mA)
C.A.1.1	D.C.A.1.1	4 (III+N)	25	30
C.A.1.2				

2. Cálculos

Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



C.A.1.3				
---------	--	--	--	--

- Cuadro auxiliar 2: Anillo 1

Línea	Diferencial	Nº de polos	Calibre (A)	Sensibilidad (mA)
C.A.2.1	D.C.A.2.1	4 (III+N)	100	30
C.A.2.2				
C.A.2.3				
C.A.2.4	D.C.A.2.2	4 (III+N)	100	30
C.A.2.5				
C.A.2.6				
C.A.2.7				
C.A.2.8	D.C.A.2.3	4 (III+N)	100	30
C.A.2.9				

- Cuadro auxiliar 3: Anillo 2

Línea	Diferencial	Nº de polos	Calibre (A)	Sensibilidad (mA)
C.A.3.1	D.C.A.3.1	4 (III+N)	80	30
C.A.3.2				
C.A.3.3				
C.A.3.4				
C.A.3.5				
C.A.3.6	D.C.A.3.2	4 (III+N)	63	30
C.A.3.7				
C.A.3.8				
C.A.3.9				

- Cuadro auxiliar 4: Anillo 3

2. Cálculos

Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



Línea	Diferencial	Nº de polos	Calibre (A)	Sensibilidad (mA)
C.A.4.1	D.C.A.4.1	4 (III+N)	40	30
C.A.4.2				
C.A.4.3				
C.A.4.4				
C.A.4.5	D.C.A.4.2	4 (III+N)	63	30
C.A.4.6				
C.A.4.7				
C.A.4.8				

- Cuadro auxiliar 5: Puentes grúa y subcuadros fuerza nave

Línea	Diferencial	Nº de polos	Calibre (A)	Sensibilidad (mA)
C.A.5.1	D.C.A.5.1	4 (III+N)	80	30
C.A.5.2				
C.A.5.3				
C.A.5.4				
C.A.5.5	D.C.A.5.2	4 (III+N)	80	30
C.A.5.6				
C.A.5.7	D.C.A.5.3	4 (III+N)	80	30
C.A.5.8				
C.A.5.9	D.C.A.5.4	4 (III+N)	80	30
C.A.5.10				
C.A.5.11	D.C.A.5.5	4 (III+N)	80	30
C.A.5.12				
C.A.5.13	D.C.A.5.6	2 (I+N)	40	30

- Cuadro auxiliar 6: Alumbrado Nave

Línea	Diferencial	Nº de polos	Calibre (A)	Sensibilidad (mA)
C.A.6.1	D.C.A.6.1	4(III+N)	63	30

2. Cálculos

Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



Marcha/Paro 1				
C.A.6.2				
Marcha/Paro 2				
C.A.6.3				
Marcha/Paro 3	D.C.A.6.2	4(III+N)	63	30
C.A.6.4				
Marcha/Paro 4				
C.A.6.5	D.C.A.6.3	4(III+N)	40	30
Marcha/Paro Almacén				
C.A.6.6				
C.A.6.7				
C.A.6.8	D.C.A.6.4	4(III+N)	25	30
C.A.6.8				
C.A.6.10				
Marcha/Paro Exterior				

- Cuadro auxiliar 7: Alumbrado Oficina

Línea	Diferencial	Nº de polos	Calibre (A)	Sensibilidad (mA)
C.A.7.1	D.C.A.7.1	4(III+N)	63	30
C.A.7.2				
C.A.7.3				
C.A.7.4	D.C.A.7.2	4(III+N)	40	30
C.A.7.5				
C.A.7.6				

- Cuadro auxiliar 8: Fuerza Oficina

Línea	Diferencial	Nº de polos	Calibre (A)	Sensibilidad (mA)
C.A.8.1	D.C.A.8.1	2(I+N)	160	30

2. Cálculos

Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



C.A.8.2	D.C.A.8.2	2(I+N)	100	30
C.A.8.3	D.C.A.8.3	2(I+N)	100	30
C.A.8.4	D.C.A.8.4	2(I+N)	160	30
C.A.8.5	D.C.A.8.5	2(I+N)	160	30

- Cuadro auxiliar 9: Receptores CT

Línea	Diferencial	Modelo	Nº de polos	Calibre (A)	Sensibilidad (mA)
C.A.9.1	D.C.A.9.1	Vigi iC60	4 (III+N)	25	Regulado a 30
C.A.9.2					
C.A.9.3					

- Cuadro Baja Tensión Centro de transformación

Línea	Diferencial	Nº de polos	Calibre (A)	Sensibilidad (mA)
DI	D.D.I.	4(III+N)	1250	500
Bcond	D.C.B.C.	4(III+N)	250	30

2.6 COMPENSACIÓN DE LA ENERGÍA REACTIVA

2.6.1 INTRODUCCIÓN

A continuación calcularemos las dimensiones de la batería de condensadores a instalar para evitar penalizaciones por parte de la empresa suministradora de energía, en este caso IBERDROLA.

2.6.2 DIMENSIONES DE LA BATERÍA

La potencia total prevista para la nave es de 581935,1 W, mientras que la potencia aparente es de 624222,71 VA. Para calcular el $\cos\phi$ haremos:

2. Cálculos

Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



$$\cos \phi = \frac{P}{S} = \frac{581935,1}{624222,71} = 0,932 \quad \text{Donde } \phi=21,21$$

Por tanto, tenemos que la potencia reactiva es:

$$Q = S \cdot \text{sen} \phi = 624222,71 \cdot \text{sen} 21,19 = 225835,84 \text{ VAr}$$

Lo que queremos obtener es un factor de potencia cercano a 1, hemos elegido en nuestro caso 0,97, entonces $\phi'=14,06$. Con este factor, la potencia reactiva será:

$$Q' = P \cdot \tan \phi' = 581935,1 \cdot \text{tg} 14,06 = 145740,16 \text{ VAr}$$

Por tanto, la energía reactiva a compensar será:

$$Q_{\text{comp}} = Q - Q' = 225835,84 - 145740,16 = 80095,68 \text{ VAr}$$

Por lo que colocaremos al lado del Cuadro General de BT una batería automática de condensadores con interruptor automático de 100 KVAR. El equipo escogido será un Varset de 100 KVAR y 400 V.

2.6.3 DIMENSIONES DE LAS CONEXIONES

Para dimensionar la línea que conectará las baterías a la salida de los del cuadro de baja tensión del centro de transformación debemos introducir unos datos de partida, tales como la tensión (400V), la longitud (19m), la potencia reactiva (80095,68 VAr) y el coeficiente de mayoración de ella (1.6, ya que debe estar entre 1.5 y 1.8 tal y como dice la ITC-REBT 48). El $\text{sen} \omega$ será igual a 1 ya que se trata de una carga capacitiva pura.

$$I_n = \frac{Q \cdot 1,6}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \text{sen} \omega} = \frac{80095,68 \cdot 1,6}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 1} = 184,97 \text{ A}$$

2. Cálculos

Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



Como se trata, en uno de sus tramos, de una línea subterránea que lleva 3 cables juntos, debemos mirar el coeficiente de corrección que debemos aplicar en la tabla correspondiente de la ITC-REBT 07 (0.7).

$$I_{calc} = \frac{I_n}{F_c} = \frac{184,97}{0,7} = 264,24 \text{ A}$$

Con esta intensidad iremos a la tabla de la ITC-REBT 07 y veremos que la sección necesaria es de 95 mm². Esta sección no cambiará ya que al realizar el cálculo de las protecciones no es necesario.

El neutro será de 70 mm² y el conductor de protección de 35 mm². Su designación será:

$$4 \times 70 \text{ mm}^2 \text{ Cu} + 1 \times 35 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$$

El aislamiento será XLPE y el diámetro exterior de los tubos será de 125 mm (ITC-REBT 21).

Las protecciones están calculadas en el apartado 2.5.3 y 2.5.4 del presente documento.

2.7 CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

2.7.1 INTRODUCCIÓN

La puesta a tierra se realiza para limitar la tensión que, con respecto a tierra, pueden llegar a alcanzar en un momento determinado las masas metálicas, y para asegurar la actuación de las protecciones y eliminar el riesgo que supone las averías eléctricas en los receptores, es decir, desvía al terreno las intensidades de defecto.

A la hora de llevar a cabo este cálculo debemos comprobar que la red de tierras proyectada cumple tanto con la ITC-REBT 18 como con la ITC-REBT 24.

La tensión de contacto que estableceremos como la máxima será de 50V, es decir, la instalación estará protegida para que en el caso de que cualquier masa pueda ponerse en tensión, esta no supere el valor de 50V.

La resistencia del circuito de protección, entendiéndose éste desde la conexión a masa hasta el paso a tierra, deberá cumplir la siguiente expresión:

$$R_a \leq \frac{U_a}{I_a}$$

Donde:

R_a : Resistencia de puesta a tierra junto con los conductores de protección (Ω)
($R_{\text{mallazo}} + R_{\text{cond}}$).

I_a : Intensidad máxima que soporta el dispositivo de protección (A)

U_a : Tensión de contacto máxima permitida (V)

2.7.2 RED DE TIERRA

Para el cálculo de la resistencia de tierra tendremos en cuenta las siguientes ecuaciones:

- Para las picas:

$$R_p = \frac{\rho}{L_1} \quad R_{pt} = \frac{R_p}{n}$$

Donde:

R_p : resistencia de una pica (Ω)

R_{pt} : resistencia de las picas usadas (Ω)

n : número de picas

ρ : resistividad del terreno ($\Omega \cdot m$)

L_1 : longitud de pica (m)

- Para el conductor desnudo:

$$R_C = \frac{2 \cdot \rho}{L_2}$$

Donde:

R_C : resistencia del cable (Ω)

L_2 : longitud del conductor (m)

2. Cálculos

Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



Una vez que tenemos las expresiones, debemos saber la longitud de las picas que vamos a utilizar, la longitud del cable desnudo y la resistividad del terreno.

$\rho = 500 \Omega \cdot m$ que corresponde al terreno cultivable poco fértil.

Longitud del cable enterrado (m): 270

Número de picas: 4, una en cada esquina de la nave

Tendremos en cuenta también que los electrodos utilizados son de acero-cobre de 14 mm de diámetro y 2 metros de longitud. Estarán unidos por conductor de cobre desnudo de 50 mm^2 de sección.

$$R_p = \frac{\rho}{L_1} = \frac{500}{2} = 250 \Omega$$

$$R_{pt} = \frac{R_p}{n} = \frac{250}{4} = 62,5 \Omega$$

$$R_c = \frac{2 \cdot \rho}{L_2} = \frac{2 \cdot 500}{267} = 3,74$$

La resistencia total de tierra será la que forman la resistencia de las picas y la resistencia del conductor que las une. En el caso más desfavorable será si se consideran en serie:

$$R_{\text{mallazo}} = 62,5 + 3,74 = 66,24 \Omega$$

2.7.3 CÁLCULO DEL VALOR DE LA RESISTENCIA DE TIERRA EN EL CASO DEL DEFECTO MÁS DESFAVORABLE

El defecto a tierra más desfavorable, corresponde al circuito M.C.A.8.1 (Tomas de corriente Oficina sección 1), que parte del cuadro auxiliar 8. Los datos a tener en cuenta serán los del conductor de protección.

La resistencia del conductor será:

$$R = \frac{L}{\sigma \cdot S}$$

2. Cálculos

Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



Donde:

- σ : conductividad Cu (56)
- R: resistencia del conductor (Ω)
- L: longitud del conductor (m)
- S: sección del conductor (mm^2)

La resistencia del conductor entre las tomas de corriente de la sección 1 de las Oficinas y el cuadro auxiliar 8 es:

$$R_1 = \frac{L}{\sigma \cdot S} = \frac{27}{56 \cdot 35} = 0,01377 \Omega$$

La resistencia del conductor entre el cuadro auxiliar 1 el CGD es:

$$R_2 = \frac{L}{\sigma \cdot S} = \frac{52}{56 \cdot 150} = 0,000619 \Omega$$

Por tanto, la resistencia del conductor será la suma de ambos:

$$R_{\text{cond}} = 0,01377 + 0,000619 = 0,014389 \Omega$$

2.7.4 RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA

Así pues, la resistencia de puesta a tierra será la suma de la resistencia del mallazo y la del conductor más desfavorable, ambas calculadas en los dos apartados anteriores.

$$R_a = R_{\text{mallazo}} + R_{\text{cond}} = 66,24 + 0,014389 = 66,25 \Omega$$

Por último, debemos comprobar si cumple el reglamento, para ello tendremos en cuenta que la corriente máxima de disparo del interruptor diferencial más sensible, que se tendrá en cuenta será de 300 mA (0,3 A), por tanto:

$$U_c = R_a \cdot I_a = 66,25 \cdot 0,3 = 19,875 \text{ V} < 50 \text{ V}$$



Por tanto, se cumple el reglamento.

2.8 CÁLCULO DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

2.8.1 INTRODUCCIÓN

Como hemos visto en el apartado 2.3.5 (Cálculo de la potencia del transformador) del presente documento, hemos elegido un transformador de 630 kVA de potencia. Es un transformador de la marca ORMAZABAL.

2.8.2 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL TRANSFORMADOR

Estas son las características principales del transformador, necesarias para realizar los cálculos del mismo:

- Potencia del trafo (kVA):	630
- Pérdidas en el hierro (W):	860
- Pérdidas en el cobre (W):	5400
- Porcentaje de tensión de cortocircuito (%):	4
- Dieléctrico (aceite) (l):	390

2.8.3 INTENSIDAD DEL PRIMARIO Y DEL SECUNDARIO

La intensidad primaria I_p en un transformador trifásico es el valor que circulara por el devanado primario cuando el transformador funcione a su potencia nominal y viene determinada por la expresión:

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_p}$$

Donde:

S: Potencia del transformador, en este caso 630 kVA.

U_p : Tensión compuesta primaria en kV = 13,2 kV.

I_p : Intensidad primaria en A.

2. Cálculos

Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_p} = \frac{630}{\sqrt{3} \cdot 13,2} = 27,55 \text{ A}$$

En un sistema trifásico la intensidad secundaria I_s viene determinada por la expresión:

$$I_s = \frac{S - W_{fe} - W_{cu}}{\sqrt{3} \cdot U}$$

Donde:

S: Potencia del transformador, en este caso 630 kVA.

U: Tensión compuesta en carga del secundario en kV = 0,4 kV.

I_s : Intensidad secundaria en A.

W_{fe} : Pérdidas en el hierro. (860 W, dato dado por el fabricante)

W_{cu} : Pérdidas en los arrollamientos. (5400 W, dato dado por el fabricante)

$$I_s = \frac{S - W_{fe} - W_{cu}}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{630 - 0,860 - 5,4}{\sqrt{3} \cdot 0,4} = 900,29 \text{ A}$$

2.8.4 CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE ALTA Y BAJA TENSIÓN

La corriente de cortocircuito en el lado de alta tensión se puede calcular por medio de la siguiente expresión:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_p}$$

Para obtener el valor de la intensidad de cortocircuito secundaria se debe saber cuál será la tensión de cortocircuito, es decir, la tensión que es preciso aplicar al primario para que estando cerradas en cortocircuito las bornas del secundario, se alcance en dicho secundario su intensidad nominal. Según la tabla de características de los transformadores que aparece en la norma UNE 20138 esta tensión, la cual se expresa de forma porcentual será del 4%. La corriente de cortocircuito en el lado de baja tensión se puede calcular por medio de la siguiente expresión:

$$I_{ccs} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_s \cdot U_{cc}} \cdot 100$$

2. Cálculos

Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



Donde:

I_{CCP} : Intensidad de cortocircuito de la red (kA)

S_{CC} : Potencia de cortocircuito de la red (MVA)

U_p : Tensión en el primario (kV)

S : Potencia del transformador (MVA)

I_{CCS} : Intensidad de cortocircuito en el secundario (kA)

U_{CC} : Tensión de cortocircuito en carga (%)

U_s : Tensión secundaria en carga (kV)

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_p} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 13,2} = 17,495 \text{ kA}$$

$$I_{ccs} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_s \cdot U_{cc}} \cdot 100 = \frac{0,63}{\sqrt{3} \cdot 0,44} \cdot 100 = 22,73 \text{ kA}$$

2.8.5 DIMENSIONADO DEL EMBARRADO

2.8.5.1 Celdas

Dado que se van a utilizar celdas de la marca Ormazábal se utilizará su sistema de embarrado propio de la marca. El embarrado de las celdas está constituido por unos elementos que se emplean para realizar la conexión mecánica y eléctrica denominados ORMALINK (conjunto unión). Este elemento patentado por Ormazábal permite la unión del embarrado de las celdas del sistema CGM fácilmente y sin necesidad de reponer gas SF6.

El conjunto de unión está formado por tres adaptadores elastoméricos enchufables que, montados entre las tulipas (salidas de los embarrados) existentes en los laterales de las celdas a unir, dan continuidad al embarrado y sellan la unión, controlando el campo eléctrico por medio de las correspondientes capas semiconductoras.

El diseño y composición del ORMALINK, además de imposibilitar las descargas parciales, permite mantener los valores característicos del aislamiento, intensidades asignadas y de cortocircuito que las celdas tienen por separado.

Tras disponer los tres adaptadores de las tres fases del embarrado, únicamente es necesario dar continuidad a la tierra y afianzar la unión mecánica entre celdas mediante unos tornillos.

2. Cálculos

Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



A fin de permitir la máxima flexibilidad en la realización de esquemas, se dispone de varias opciones en cuanto a las salidas laterales de los embarrados, de forma que en cada lateral se puede optar entre:

- Tulipas: Si el objeto es la conexión presente o futura otra celda CGM o CGC (Celdas compactas) por ese lado.
- Pasatapas: Si se trata de una salida de cables o unión con una celda a una celda no perteneciente a los sistemas CGM o CGC.
- Ciega: Si no se necesita conexión alguna por ese lado, el lateral no presentará ningún tipo de conector.

Puesto que la conexión del embarrado se realizará con el sistema citado anteriormente podremos asegurar que el límite térmico será superior al valor eficaz máximo que puede alcanzar la intensidad de cortocircuito en el lado de Alta Tensión.

Características del embarrado:

- Intensidad nominal: 630A.
- Límite térmico: 20 kA eficaces.
- Límite electrodinámico: 50 kA cresta.

2.8.5.2 Comprobación por densidad de corriente

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor que constituye el embarrado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin sobrepasar la densidad de corriente máxima en régimen permanente. Dado que se utilizan celdas bajo envoltorio metálica fabricadas por Ormazábal conforme a la normativa vigente, se garantiza lo indicado para la intensidad asignada de 630 A.

2.8.5.3 Comprobación por sollicitación electrodinámica

Según la MIE-RAT 05, la resistencia mecánica de los conductores deberá verificar, en caso de cortocircuito que:

$$\sigma_{MAX} \geq \frac{(I_{CCPP}^2 \cdot L^2)}{60 \cdot d \cdot W}$$

Donde:

σ_{MAX} : Valor de la carga de rotura de tracción del material de los conductores. Para cobre semiduro 2800Kg/cm²

I_{CCPP} : Intensidad de cortocircuito de la red (kA)

L: Separación longitudinal entre apoyos, en cm

d: Separación entre fases, en cm

2. Cálculos

Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



W: Módulo resistente de los conductores en cm^3

Dado que se utilizan celdas bajo envolvente metálica prefabricadas por Ormazábal conforme a la normativa vigente se garantiza el cumplimiento de la expresión anterior.

2.8.5.4 Comprobación por sollicitación térmica a cortocircuito

La sobreintensidad máxima admisible en cortocircuito para el embarrado se determina:

$$I_{th} = a \cdot S \cdot \sqrt{\frac{DT}{t}}$$

Donde:

I_{th} : Intensidad eficaz (A)

a: 13 para el cobre

S: Sección del embarrado (mm^2)

DT: Elevación o incremento máximo de temperatura, 150°C para el cobre

t: Tiempo de duración del cortocircuito (s)

Puesto que se utilizan celdas bajo envolvente metálica fabricadas por Ormazábal conforme a la normativa vigente, se garantiza que:

$$I_{th} = 20 \text{ KA durante 1s.}$$

2.8.6 SECCIÓN DE LOS CONDUCTORES DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

- Conexión celdas-transformador:

La intensidad nominal que ha de soportar el cable es:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V} = \frac{630}{\sqrt{3} \cdot 13,2} = 27,55 \text{ A}$$

Se ha decidido poner cable tripolar de Cobre de 70 mm^2 de sección, que en condiciones de instalación soporta 202 A, y provoca una caída de tensión despreciable, cumpliendo así con los criterios de calentamiento y de caída de tensión. El aislamiento del conductor será de EPR.

2. Cálculos

Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



- Conexión del secundario del transformador al cuadro BT:

Esta sección se ha calculado anteriormente en el punto 2.4.2 “Sección de la línea Transformador-Cuadro de baja tensión”.

Los cálculos se han realizado a la vez que el resto de las secciones y utilizando el mismo método, así que nos queda lo siguiente:

Línea	Potencia (W)	Intensidad (A)	Longitud (m)	Canalización	Conductor (mm ²)	Neutro (mm ²)	CP (mm ²)	CdT (%)	Diametro tubo (mm)
Conex. Trafo-CBT	611000	909,32	4	Bajo tubo	3 x 240	3 x 120	-	0,03	90 63

- Conexiones definitivas del cuadro de baja tensión del centro de transformación:

Línea	Potencia (W)	Intensidad (A)	Longitud (m)	Canalización	Conductor (mm ²)	Neutro (mm ²)	CP (mm ²)	CdT (%)	Diametro tubo (mm)
DI	440442,15	655,39	19	Enterrada	3 x 240	3 x 120	-	0,616	3 x 225 3 x 160
Bcond	80095,68 VAr	184,97	19	Enterrada	70	35	-	0,37	125

2.8.7 PROTECCIONES ALTA Y BAJA TENSIÓN

- Protección de alta:

La protección se realiza utilizando una celda de ruptofusibles cuya señal alimentará a un disparador de un seccionador de puesta a tierra, que efectuará la protección a sobrecargas, cortocircuitos.

- Protección de baja:

En cuanto a las protecciones de baja tensión se colocarán las protecciones correspondientes en el cuadro de baja tensión ya calculadas en el apartado 2.5.3 y 2.5.4 del presente documento.

2. Cálculos

Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



2.8.8 DIMENSIÓN DE LA VENTILACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

La ventilación del Centro de Transformación se llevará a cabo por medio de ventilación natural en las paredes del mismo, y para evitar la entrada de elementos al interior se instalarán unas rejillas. Entonces, vamos a calcular el caudal de aire necesario:

$$Q = \frac{W_{Cu} + W_{Fe}}{1,16 \cdot \Delta T}$$

Donde:

Q: caudal del aire necesario (m³/s)

W_{fe}: Pérdidas en el hierro. (860 W, dato dado por el fabricante)

W_{cu}: Pérdidas en los arrollamientos. (5400 W, dato dado por el fabricante)

ΔT: Diferencia de temperatura entre la masa de aire que entra y la que sale (15°C)

Calculamos la superficie de la rejilla, pero para ello debemos calcular la velocidad del aire:

$$V_s = 4,6 \cdot \frac{\sqrt{H}}{\Delta T}$$

Donde:

H: Distancia entre los centros de la rejilla (1,9m)

ΔT: 15°C

V_s: Velocidad del aire (m/s)

$$S_{eficaz\ rejilla} = \frac{Q}{V_s}$$

Donde:

S_{eficaz rejilla}: Superficie mínima de la rejilla de ventilación (m²).

$$S_{rejilla} = 1,4 \cdot S_{eficaz\ rejilla}$$

2. Cálculos

Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



Donde:

1,4: coeficiente de mayoración de la rejilla al 40% debido a que es el espacio que ocupan las lamas.

Sustituyendo los distintos valores en las fórmulas obtenemos la superficie de la rejilla:

$$Q = \frac{5,4 + 0,86}{1,16 \cdot 15} = 0,359 \text{ m}^3 / \text{s}$$

$$V_s = 4,6 \cdot \frac{\sqrt{1,9}}{15} = 0,423 \text{ m} / \text{s}$$

$$S_{\text{eficaz rejilla}} = \frac{0,359}{0,423} = 0,8486 \text{ m}^2$$

$$S_{\text{rejilla}} = 1,4 \cdot 0,8486 = 1,188 \text{ m}^2$$

La superficie de rejilla para la salida del aire caliente debe ser mayor que la superficie de la rejilla para la entrada de aire, admitiéndose la relación:

$$S_{\text{entrada}} = 0,92 \cdot S_{\text{salida}}$$

Por lo tanto la superficie de la rejilla de salida será:

$$S_{\text{salida}} = \frac{1,18}{0,92} = 1,28 \text{ m}^2$$

Dado que se utiliza un centro de transformación prefabricado por Ormazábal conforme a la normativa vigente, se garantiza que la ventilación del mismo cumplirá con lo requerido.

Las rejillas de ventilación del centro de transformación elegido están diseñadas y dispuestas adecuadamente para permitir la refrigeración natural de los transformadores (hasta 1.000 kVA), conforme al ensayo de ventilación de la UNE-EN 61330.

2.8.9 DIMENSIONAMIENTO DEL POZO APAGAFUEGOS

El pozo de recogida de aceite será capaz de alojar la totalidad del volumen que contiene el transformador. En este caso, al tratarse de un edificio prefabricado, el fabricante ya ha dimensionado dicho pozo para que pueda almacenar los 390 litros de dieléctrico que tiene según los datos dados por el mismo fabricante.

En la parte superior del depósito colector del dieléctrico se instalará un dispositivo apagallamas que consiste en unas rejillas metálicas que producen la autoextinción del aceite.

2.8.10 CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

2.8.10.1 Terreno

Para ver la resistividad de los diferentes tipos de terrenos vamos a la ITC-BT-18. El terreno en el que se prevé construir la nave se trata de un terreno cultivable poco fértil por lo que su resistividad media es de 500 $\Omega \cdot m$. Como el Centro de Transformación se quiere instalar en la misma parcela, la resistividad que consideraremos será la misma.

2.8.10.2 Datos de partida

Consideraremos unos datos de partida para poder realizar los cálculos de la instalación de puesta a tierra del centro de transformación. Estos datos serán los siguientes:

- | | |
|--|------|
| - Resistividad del terreno ($\Omega \cdot m$): | 500 |
| - Tensión de red (kV): | 13,2 |
| - Nivel de aislamiento en las instalaciones de baja tensión del CT recomendada por UNESA (kV): | 10 |
| - Intensidad de defecto máxima permitida de acuerdo con las normas dadas por las E.S.E.: | 400 |

Características del centro de transformación (edificio):

- | | |
|---------------------|-----------|
| - Dimensiones (mm): | 4460x2380 |
| - Altura (mm): | 3045 |

2. Cálculos

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



Miguel Onwu Villafranca

- Resistividad terreno r_{terreno} ($\Omega \cdot \text{m}$): 500
- Resistividad hormigón $r_{\text{hormigón}}$ ($\Omega \cdot \text{m}$): 3000

El neutro de la red estará conectado rígidamente a tierra (IBERDROLA). Por ello, la intensidad máxima de defecto dependerá de la resistencia de puesta a tierra de protección del centro, así como de las características de la red de media tensión.

Según los datos de red proporcionados por la compañía eléctrica suministradora (IBERDROLA), el tiempo máximo de eliminación del defecto es inferior a 0,45 segundos (gráfica de duración de defecto). Los valores de K y n para calcular la tensión máxima de contacto aplicada según MIE-RAT 13 en el tiempo de defecto, proporcionado por la compañía son:

t	K	n	V _{ca}
$0,9 \geq t > 0,1$	72	1	K / t^n
$3 \geq t > 0,9$	78,5	0,18	K / t^n
$5 \geq t > 3$			64 V
$t > 5$			50 V

En este caso $K = 72$ y $n = 1$.

$$V_{ca} = \frac{K}{t^n}$$

Donde:

V_{ca} : Tensión aplicada en V.

t: Duración de la falta en segundos.

K y n: Constantes, en función del tiempo.

La resistencia máxima de la puesta a tierra de las masas del centro de transformación estará limitada por el nivel de aislamiento de los elementos de baja tensión del centro de transformación, y será:

$$R_i = \frac{U_{BT}}{I_d} = \frac{10000}{400} = 25 \Omega$$

2. Cálculos

Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



Donde:

R_t : resistencia máxima de la puesta a tierra de las masas del CT.

U_{BT} : Nivel de aislamiento en las instalaciones de baja tensión del centro de transformación en voltios.

I_d : Corriente de defecto máxima de acuerdo con las normas de Iberdrola en amperios.

El valor de K_r será menor que el que da el valor de la resistencia máxima de puesta a tierra.

$$K_r \leq \frac{R_t}{\rho_{\text{terreno}}} = \frac{25}{500} = 0,05 \frac{\Omega}{\Omega \cdot m}$$

Donde:

K_r : Parámetro para el cálculo de la resistencia “ R_t ” del electrodo de tierra.

r : Resistividad terreno .

R_t : resistencia máxima de la puesta a tierra de las masas del CT.

2.8.10.3 Diseño de la instalación de puesta a tierra

- Tierra de protección:

Se conectarán a este sistema las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente pero puedan estarlo a consecuencia de averías o causas fortuitas, tales como los chasis y los bastidores de los aparatos de maniobra, envolventes metálicas de las cabinas prefabricadas y carcasas de los transformadores.

Para los cálculos a realizar se emplearán las expresiones y procedimientos según el “Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de tercera categoría”, editado por UNESA, conforme a las características del centro de transformación objeto del presente cálculo, siendo, entre otras, las siguientes:

Para la tierra de protección se ha adoptado la configuración 50-30/8/88.

- Los 2 primeros dígitos (50): largo de la tierra de protección en dm.
- Los 2 siguientes dígitos (30): ancho de la tierra de protección en dm.
- El número entre barras (8): profundidad a la que se instalarán las picas en dm.
- El penúltimo número (8): el número de picas que se instalarán.
- El último número (8): longitud de las picas en metros.

2. Cálculos

Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



La instalación estará constituida por 8 picas en hilera unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm² de sección.

Las picas tendrán un diámetro de 14 mm y una longitud de 8 m y se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0.8m. Estas 8 picas formarán un rectángulo de dimensiones 5 x 3m

Los datos de la configuración 50-30/8/88 son los siguientes:

$$K_r = 0,044 \frac{\Omega}{\Omega \cdot m} < 0,05 \frac{\Omega}{\Omega \cdot m}$$

$$K_p = 0,0062 \frac{V}{\Omega \cdot m \cdot A}$$

$$K_c = 0,0131 \frac{V}{\Omega \cdot m \cdot A}$$

Donde:

K_r : Parámetro para el cálculo de la resistencia "R_t" del electrodo de tierra.

K_p : Parámetro para el cálculo de la tensión de paso exterior máxima.

K_c : Parámetro para el cálculo de la de tensión de acceso y contacto exterior máximas

La conexión desde el centro hasta la primera pica se realizará con cable de cobre aislado de 0,6/1kV protegido contra daños mecánicos de 50 mm².

- Tierra de servicio:

Se conectarán a este sistema el neutro del transformador, así como la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

Para la tierra de protección se ha adoptado la configuración 5/64.

- El primer dígito (5): profundidad a la que se instalarán las picas en la tierra de servicio en dm.
- El segundo dígito (6): el número de picas que se instalarán.
- El último dígito (4): longitud de las picas en m.

2. Cálculos

Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



$$K_r = 0,0399 \frac{\Omega}{\Omega \cdot m} < 0,074 \frac{\Omega}{\Omega \cdot m}$$

$$K_p = 0,00432 \frac{V}{\Omega \cdot m \cdot A}$$

La instalación estará constituida por 6 picas en hilera unidas por un conductor horizontal de Cu desnudo de 50mm² de sección.

Las picas tendrán un diámetro de 14mm y una longitud de 4m. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0,5m y la separación entre cada pica y la siguiente será de 6m. Con esta configuración, la longitud del conductor desde la primera pica a la última será de 30 m, dimensión que tendrá que haber disponible en el terreno.

Se pueden utilizar otras configuraciones siempre y cuando los parámetros K_p y K_r de la configuración escogida sean inferiores o iguales a las indicadas anteriormente.

La conexión desde el Centro de Transformación hasta la primera pica se realizará con cable de cobre de 50 mm² aislado de 0.6/1KV bajo tubo para protegerlo de daños mecánicos.

El valor de la resistencia de puesta a tierra de este electrodo deberá ser inferior a 37 Ω . Con este criterio se consigue que un defecto a tierra en una instalación de Baja Tensión protegida contra contactos indirectos por un interruptor diferencial de sensibilidad 500 mA, no ocasione en el electrodo de puesta a tierra, una tensión superior a 18,5 Voltios (37 x 0,5).

Existirá una separación mínima entre las picas de la tierra de protección y las picas de la tierra de servicio a fin de evitar la posible transferencia de tensiones elevadas a la red de Baja Tensión. Dicha separación se calculará posteriormente.

2.8.10.4 Cálculo de la resistencia de la instalación de tierra

- Tierra de protección:

Para el cálculo de la resistencia de la puesta a tierra de las masas del Centro (R_t), y tensión de defecto correspondiente (U_d), utilizaremos las siguientes fórmulas:

2. Cálculos

Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



$$R_t = K_r \cdot \rho$$

$$I_d = \frac{U_{p \max}}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_n + R_t)^2 + X_n^2}}$$

$$U_d = I_d \cdot R_t$$

Donde:

Rt : Resistencia de puesta a tierra (Ω)

Kr : 0,044 ($\Omega/\Omega\text{m}$)

ρ : 500 ($\Omega \cdot \text{m}$)

Upmax : Tensión del primario máxima

Rn y Xn: La compañía suministradora proporciona los datos de la puesta a tierra del neutro, cuyos valores son: Rn = 0 Ω ; Xn = 25 Ω .

Calculo:

$$R_t = K_r \cdot \rho = 0,044 \cdot 500 = 22 \Omega$$

$$I_d = \frac{U_{p \max}}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_n + R_t)^2 + X_n^2}} = \frac{20000}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(0 + 22)^2 + 25^2}} = 346,73 \text{ A}$$

(Hemos utilizado una tensión de 20000V ya que en un futuro se prevé el cambio de 13,2 kV a 20kV, con 13,2kV el resultado es 228,84 A).

$$U_d = I_d \cdot R_t = 346,73 \cdot 22 = 7628,06 \text{ V}$$

(Con 13,2 kV, el resultado es 5034,48 V).

2. Cálculos

Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



El aislamiento de las instalaciones de baja tensión del centro de transformación deberán ser mayor o igual que la tensión máxima de defecto calculada (U_d), por lo que deberá ser como mínimo de 8000 V.

De esta manera, se evitará que las sobretensiones que aparezcan al producirse un defecto en la parte de alta tensión deterioren elementos de baja tensión del centro.

Comprobamos además que la intensidad de defecto calculada es superior a 100 A, los que permitirá que pueda ser detectada por las protecciones normales.

- Tierra de servicio:

El valor de la resistencia de tierra de servicio se obtiene mediante la fórmula:

$$R_t = K_r \cdot \rho$$

$$R_t = 0,0399 \times 500 = 19,95 < 37 \Omega$$

2.8.10.5 Cálculo de las tensiones exteriores de la instalación

Con el fin de evitar la aparición de tensiones de contacto elevadas en el exterior de la instalación, las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del centro no tendrán contacto eléctrico alguno con masas conductoras que, a causa de defectos o averías, sean susceptibles de quedar sometidas a tensión. Los muros, entre sus parámetros tendrán una resistencia de 100000 Ω .

Con estas medidas de seguridad, no será necesario calcular las tensiones de contacto en el exterior, ya que estas serán prácticamente nulas.

Por otra parte, la tensión de paso en el exterior ($U_{p \text{ ext}}$) vendrá dada por las características del electrodo y la resistividad del terreno según la expresión:

$$U_{p \text{ ext}} = K_p \cdot \rho \cdot I_d = 0,0062 \cdot 500 \cdot 346,73 = 1074,89 \text{ V}$$

(En caso de calcularla para 13,2 kV sería 709,40 V)

2.8.10.6 Cálculo de las tensiones en el interior de la instalación

En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo electrosoldado, con redondos de diámetro no inferior a 4 mm, formando una retícula no superior a 0,30x0,30 m. Este mallazo se conectará como mínimo a dos puntos opuestos de la puesta a tierra de protección del Centro de Transformación. Dicho mallazo estará cubierto por una capa de hormigón de 10 cm. como mínimo.

El prefabricado de hormigón de ORMAZABAL está construido de tal manera que, una vez fabricado, su interior sea una superficie equipotencial. Todas las varillas metálicas embebidas en el hormigón que constituyan la armadura del sistema equipotencial estarán unidas entre sí mediante soldadura eléctrica.

Con esta medida se consigue que la persona que deba acceder a una parte que pueda quedar en tensión, de forma eventual, esté sobre una superficie equipotencial, con lo que desaparece el riesgo de la tensión de contacto y de paso interior.

De esta forma no será necesario el cálculo de las tensiones de contacto y de paso en el interior, ya que su valor será prácticamente cero.

No obstante, la existencia de una superficie equipotencial conectada al electrodo de tierra, hace que la tensión de paso en el acceso sea equivalente al valor de la tensión de contacto exterior:

$$U_{p \text{ acceso}} = K_c \cdot I_d \cdot \rho = 0,0131 \cdot 346,73 \cdot 500 = 2271,08 \text{ V}$$

(En caso de utilizar 13,2 kV, sería 1498,9 V)

2.8.10.7 Cálculo de las tensiones máximas aplicadas

Para la determinación de los valores máximos admisibles de la tensión de paso en el exterior, y en el acceso al Centro, emplearemos las siguientes expresiones:

$$U_{p \text{ exterior}} = 10 \cdot \frac{K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{6\rho}{1000}\right)$$

$$U_{p \text{ acceso}} = 10 \cdot \frac{K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{3\rho + 3\rho_h}{1000}\right)$$

2. Cálculos

Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



Donde:

U_p : Tensiones de paso en V.

$K = 72$.

$n = 1$.

t: Duración de la falta en segundos: 0,45 s.

ρ : Resistividad del terreno.

ρ_h : Resistividad del hormigón = 3.000 Ωm .

Por tanto aplicando los distintos valores en las fórmulas, tenemos:

$$U_{p \text{ exterior}} = 10 \cdot \frac{K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{6\rho}{1000}\right) = 10 \cdot \frac{72}{0,45^1} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot 500}{1000}\right) = 6400$$

$$U_{p \text{ acceso}} = 10 \cdot \frac{K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{3\rho + 3\rho_h}{1000}\right) = 10 \cdot \frac{72}{0,45^1} \cdot \left(1 + \frac{3 \cdot 500 + 3 \cdot 3000}{1000}\right) = 18400$$

Así pues, comprobamos que los valores calculados son inferiores a los máximos admisibles por reglamento:

En el exterior: $U_{p \text{ exterior}} = 1074,89 \text{ V} < U_{p \text{ exterior}} (\text{MIE-RAT}) = 6400 \text{ V}$

En el acceso al CT: $U_{p \text{ acceso}} = 2271,08 \text{ V} < U_{p \text{ acceso}} (\text{MIE-RAT}) = 18400 \text{ V}$

2.8.10.8 Investigación de tensiones transferibles al exterior

Al no existir medios de transferencia de tensiones al exterior no se considera necesario un estudio previo para su reducción o eliminación.

No obstante, con el objeto de garantizar que el sistema de puesta a tierra de servicio no alcance tensiones elevadas que puedan afectar a las instalaciones de los usuarios, cuando se produce un defecto, existirá una distancia de separación mínima D_{\min} , entre los electrodos de los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio, determinada por la expresión:

$$D_{\min} = \frac{\rho \cdot I_d}{2 \cdot \pi \cdot 1000} = \frac{500 \cdot 346,73}{2 \cdot \pi \cdot 1000} = 27,59 \text{ m}$$

2. Cálculos

Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



(En caso de calcular con 13,2 kV, la distancia será de 18,21 m)

2.8.10.9 Corrección y ajuste del diseño inicial estableciendo el definitivo

No se considera necesario la corrección del sistema proyectado. No obstante, si el valor medido de las tomas de tierra resultara elevado y pudiera dar lugar a tensiones de paso o contacto excesivas, se corregirían estas mediante la disposición de una alfombra aislante en el suelo del Centro, o cualquier otro medio que asegure la no peligrosidad de estas tensiones.

2. Cálculos

Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



VALTIERRA, 20 DE JUNIO DE 2014

MIGUEL ONWU VILLAFRANCA

Proyecto de Iluminación de emergencia

Proyecto : Alumbrado de Emergencia

Descripción :

Proyectista : Miguel Onwu Villafranca

Empresa Proyectista :

Dirección :

Localidad :

Teléfono:

Fax :

Mail:

Información adicional

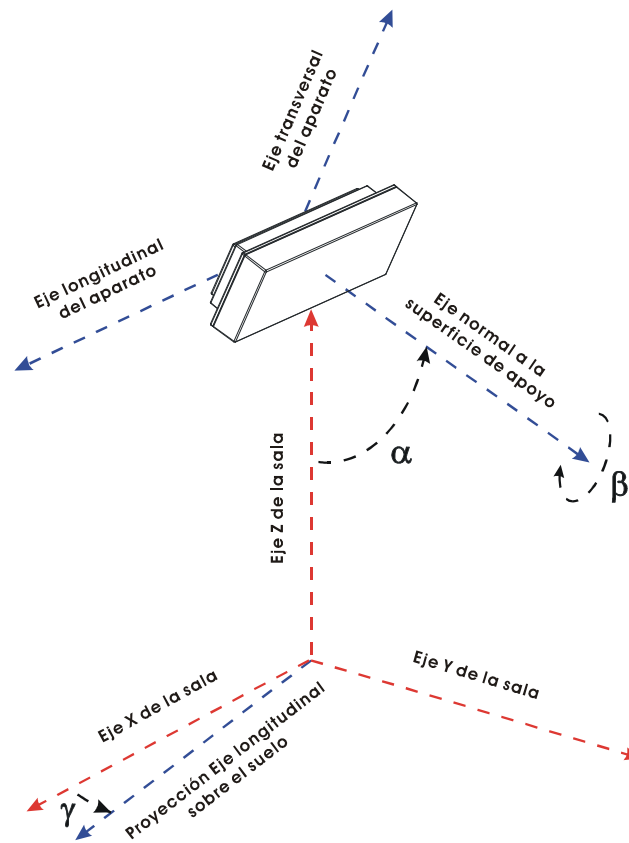
- Aclaración sobre los datos calculados
- Definición de ejes y ángulos

Aclaración sobre los datos calculados

Siguiendo las normativas referentes a la instalación de emergencia (entre ellas el Código Técnico de la Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos. De esta forma, el programa DAISA efectúa un cálculo de mínimos. Asegura que el nivel de iluminación recibido sobre el suelo es siempre, igual o superior al calculado.

No es correcto utilizar este programa para efectuar informes con referencias que no estén introducidas en los catálogos Daisalux. En ningún caso se pueden extrapolar resultados a otras referencias de otros fabricantes por similitud en lúmenes declarados. Los mismos lúmenes emitidos por luminarias de distinto tipo pueden producir resultados de iluminación absolutamente distintos. La validez de los datos se basa de forma fundamental en los datos técnicos asociados a cada referencia: los lúmenes emitidos y la distribución de la emisión de cada tipo de aparato.

Definición de ejes y ángulos

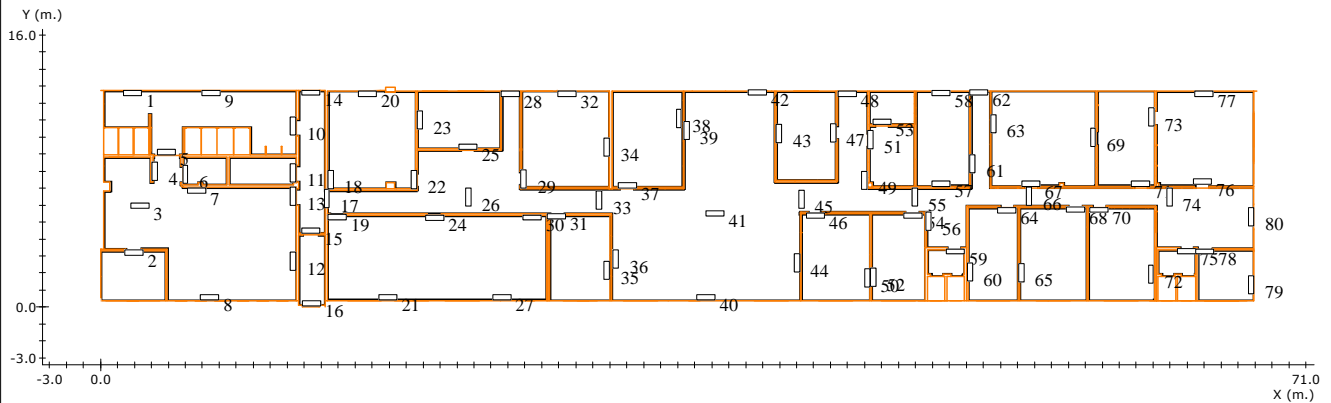


- γ :** Ángulo que forman la proyección del eje longitudinal del aparato sobre el plano del suelo y el eje X del plano (Positivo en sentido contrario a las agujas del reloj cuando miramos desde el techo). El valor 0 del ángulo es cuando el eje longitudinal de la luminaria es paralelo al eje X de la sala.
- α :** Ángulo que forma el eje normal a la superficie de fijación del aparato con el eje Z de la sala. (Un valor 90 es colocación en pared y 0 colocación en techo).
- β :** Autogiro del aparato sobre el eje normal a su superficie de amarre.

Listado de Planos del proyecto

- 1 - Nave Emergencia Oficinas
- 2 - Nave Emergencia Almacén
- 3 - Nave Emergencia Taller
- 4 - Nave Emergencia Transformador

Plano de situación de Productos



Situación de las Luminarias

Nº	Referencia	Fabricante	Coordenadas						Rót.
			x	y	h	γ	α	β	
1	HYDRA N3	Daisalux	1.89	12.58	2.50	0	0	0	--
2	HYDRA N3	Daisalux	1.96	3.19	2.50	0	0	0	--
3	HYDRA N3	Daisalux	2.32	5.95	2.50	0	0	0	--
4	HYDRA N2	Daisalux	3.22	7.99	2.50	-90	0	0	--
5	HYDRA N2	Daisalux	3.89	9.14	2.50	0	0	0	--
6	HYDRA N2	Daisalux	5.00	7.83	2.50	-90	0	0	--
7	HYDRA N3	Daisalux	5.65	6.84	2.50	0	0	0	--
8	HYDRA N3	Daisalux	6.43	0.58	2.50	0	0	0	--
9	HYDRA N2	Daisalux	6.50	12.58	2.50	0	0	0	--
10	HYDRA N5	Daisalux	11.34	10.63	2.50	-90	0	0	--
11	HYDRA N3	Daisalux	11.35	7.91	2.50	-90	0	0	--
12	HYDRA N3	Daisalux	11.35	2.68	2.50	-90	0	0	--
13	HYDRA N2	Daisalux	11.36	6.53	2.50	-90	0	0	--
14	HYDRA N3	Daisalux	12.38	12.61	2.50	0	0	0	--
15	HYDRA N3	Daisalux	12.40	4.48	2.50	0	0	0	--
16	HYDRA N5	Daisalux	12.42	0.22	2.50	0	0	0	--
17	HYDRA N3	Daisalux	13.32	6.40	2.50	-90	0	0	--

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Catálogo España y Portugal - 2014 Enero

Nº	Referencia	Fabricante	Coordenadas						Rót.
			x	y	h	γ	α	β	
18	HYDRA N2	Daisalux	13.56	7.51	2.50	-90	0	0	--
19	HYDRA N2	Daisalux	13.94	5.29	2.50	0	0	0	--
20	HYDRA N3	Daisalux	15.74	12.56	2.50	0	0	0	--
21	HYDRA N5	Daisalux	16.94	0.59	2.50	0	0	0	--
22	HYDRA N2	Daisalux	18.48	7.47	2.50	-90	0	0	--
23	HYDRA N2	Daisalux	18.81	11.03	2.50	-90	0	0	--
24	HYDRA N5	Daisalux	19.67	5.25	2.50	0	0	0	--
25	HYDRA N3	Daisalux	21.62	9.41	2.50	0	0	0	--
26	HYDRA N5	Daisalux	21.65	6.46	2.50	-90	0	0	--
27	HYDRA N5	Daisalux	23.66	0.59	2.50	0	0	0	--
28	HYDRA N3	Daisalux	24.13	12.54	2.50	0	0	0	--
29	HYDRA N2	Daisalux	24.92	7.55	2.50	-90	0	0	--
30	HYDRA N2	Daisalux	25.42	5.27	2.50	0	0	0	--
31	HYDRA N2	Daisalux	26.85	5.33	2.50	0	0	0	--
32	HYDRA N3	Daisalux	27.48	12.54	2.50	0	0	0	--
33	HYDRA N2	Daisalux	29.37	6.28	2.50	-90	0	0	--
34	HYDRA N2	Daisalux	29.81	9.40	2.50	-90	0	0	--
35	HYDRA N3	Daisalux	29.82	2.17	2.50	-90	0	0	--
36	HYDRA N2	Daisalux	30.36	2.83	2.50	-90	0	0	--
37	HYDRA N3	Daisalux	31.03	7.14	2.50	0	0	0	--
38	HYDRA N3	Daisalux	34.06	11.10	2.50	90	0	0	--
39	HYDRA N2	Daisalux	34.52	10.40	2.50	90	0	0	--
40	HYDRA N5	Daisalux	35.66	0.59	2.50	-180	0	0	--
41	HYDRA N5	Daisalux	36.18	5.52	2.50	0	0	0	--
42	HYDRA N2	Daisalux	38.69	12.63	2.50	0	0	0	--
43	HYDRA N2	Daisalux	39.96	10.22	2.50	90	0	0	--
44	HYDRA N2	Daisalux	41.01	2.58	2.50	-90	0	0	--
45	HYDRA N2	Daisalux	41.27	6.36	2.50	-90	0	0	--
46	HYDRA N3	Daisalux	42.12	5.40	2.50	0	0	0	--

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Catálogo España y Portugal - 2014 Enero

Nº	Referencia	Fabricante	Coordenadas						Rót.
			x	y	h	γ	α	β	
47	HYDRA N2	Daisalux	43.15	10.24	2.50	90	0	0	--
48	HYDRA N2	Daisalux	43.98	12.56	2.50	0	0	0	--
49	HYDRA N2	Daisalux	44.99	7.43	2.50	-90	0	0	--
50	HYDRA N3	Daisalux	45.15	1.73	2.50	-90	0	0	--
51	HYDRA N5	Daisalux	45.34	9.85	2.50	90	0	0	--
52	HYDRA N2	Daisalux	45.50	1.73	2.50	-90	0	0	--
53	HYDRA N2	Daisalux	46.03	10.89	2.50	0	0	0	--
54	HYDRA N2	Daisalux	47.87	5.39	2.50	0	0	0	--
55	HYDRA N2	Daisalux	47.95	6.47	2.50	-90	0	0	--
56	HYDRA N2	Daisalux	48.78	5.06	2.50	-90	0	0	--
57	HYDRA N2	Daisalux	49.50	7.25	2.50	0	0	0	--
58	HYDRA N2	Daisalux	49.52	12.58	2.50	0	0	0	--
59	HYDRA N2	Daisalux	50.34	3.27	2.50	0	0	0	--
60	HYDRA N2	Daisalux	51.20	2.04	2.50	-90	0	0	--
61	HYDRA N2	Daisalux	51.35	8.41	2.50	-90	0	0	--
62	HYDRA N2	Daisalux	51.71	12.62	2.50	0	0	0	--
63	HYDRA N2	Daisalux	52.58	10.78	2.50	-90	0	0	--
64	HYDRA N2	Daisalux	53.36	5.70	2.50	0	0	0	--
65	HYDRA N3	Daisalux	54.23	2.03	2.50	-90	0	0	--
66	HYDRA N2	Daisalux	54.70	6.50	2.50	-90	0	0	--
67	HYDRA N2	Daisalux	54.80	7.24	2.50	0	0	0	--
68	HYDRA N3	Daisalux	57.40	5.72	2.50	0	0	0	--
69	HYDRA N3	Daisalux	58.44	9.98	2.50	-90	0	0	--
70	HYDRA N3	Daisalux	58.79	5.72	2.50	0	0	0	--
71	HYDRA N3	Daisalux	61.25	7.24	2.50	-180	0	0	--
72	HYDRA N3	Daisalux	61.87	1.94	2.50	-90	0	0	--
73	HYDRA N3	Daisalux	61.87	11.17	2.50	-90	0	0	--
74	HYDRA N5	Daisalux	62.95	6.46	2.50	-90	0	0	--
75	HYDRA N2	Daisalux	63.96	3.29	2.50	0	0	0	--

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

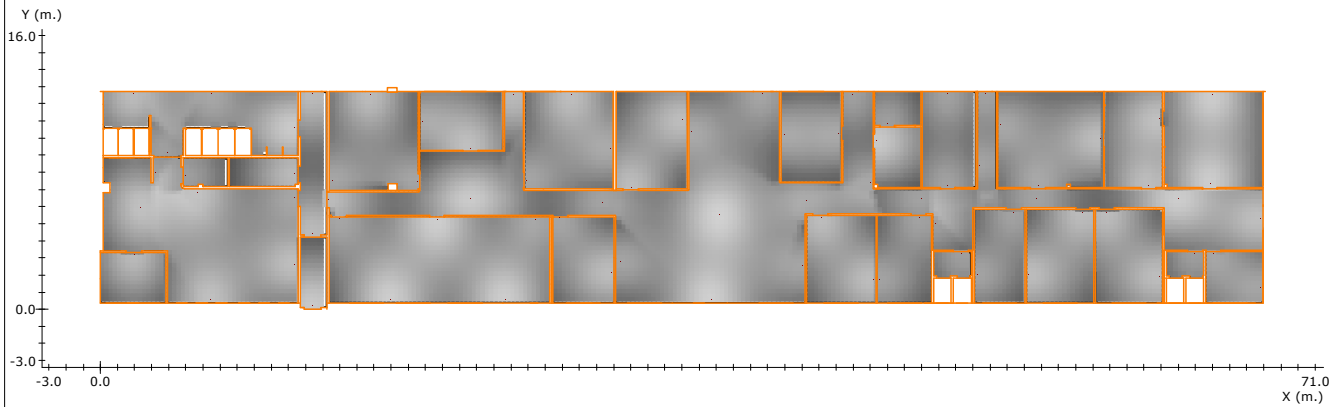
Nota 2: Catálogo España y Portugal - 2014 Enero

<u>Nº</u>	<u>Referencia</u>	<u>Fabricante</u>	<u>Coordenadas</u>						<u>Rót.</u>
			x	y	h	γ	α	β	
76	HYDRA N5	Daisalux	64.89	7.38	2.50	0	0	0	--
77	HYDRA N5	Daisalux	64.96	12.55	2.50	0	0	0	--
78	HYDRA N2	Daisalux	65.03	3.27	2.50	0	0	0	--
79	HYDRA N2	Daisalux	67.77	1.30	2.50	-90	0	0	--
80	HYDRA N3	Daisalux	67.77	5.31	2.50	-90	0	0	--

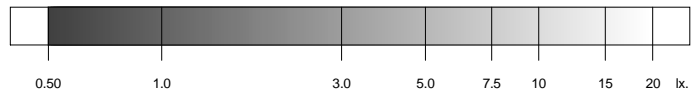
Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Catálogo España y Portugal - 2014 Enero

Gráfico de tramas del plano a 0.00 m.



Leyenda:



Factor de Mantenimiento: 1.000

Resolución del Cálculo: 0.25 m.

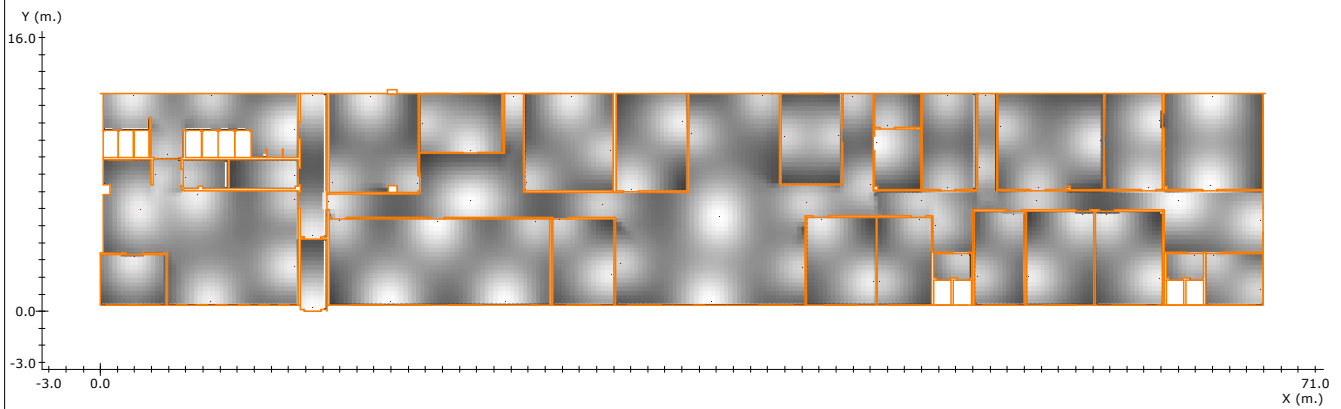
	<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
Uniformidad:	40.0	16.6 mx/mn
Superficie cubierta:	con 0.50 lx. o más	100.0 % de 709.5 m ²
Lúmenes / m ² :	----	15.21 lm/m ²
Iluminación media:	----	3.14 lx

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

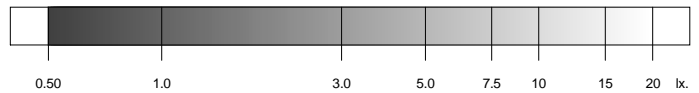
Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2014 Enero

Gráfico de tramas del plano a 1.00 m.



Leyenda:



Factor de Mantenimiento: 1.000

Resolución del Cálculo: 0.25 m.

Objetivos

Resultados

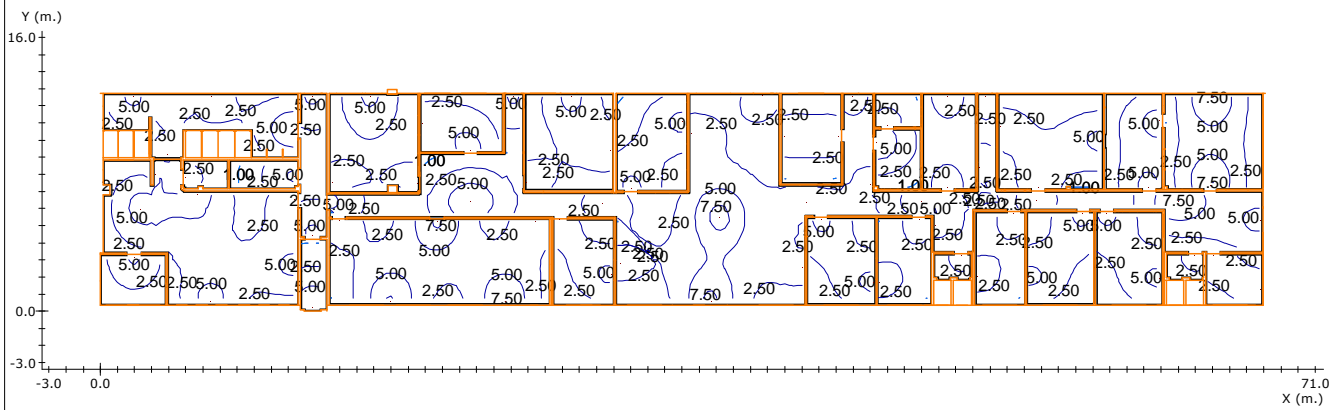
Uniformidad:	40.0	40.6 mx/mn
Superficie cubierta:	con 0.50 lx. o más	100.0 % de 709.5 m ²
Lúmenes / m ² :	----	15.21 lm/m ²
Iluminación media:	----	4.21 lx

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2014 Enero

Curvas isolux en el plano a 0.00 m.



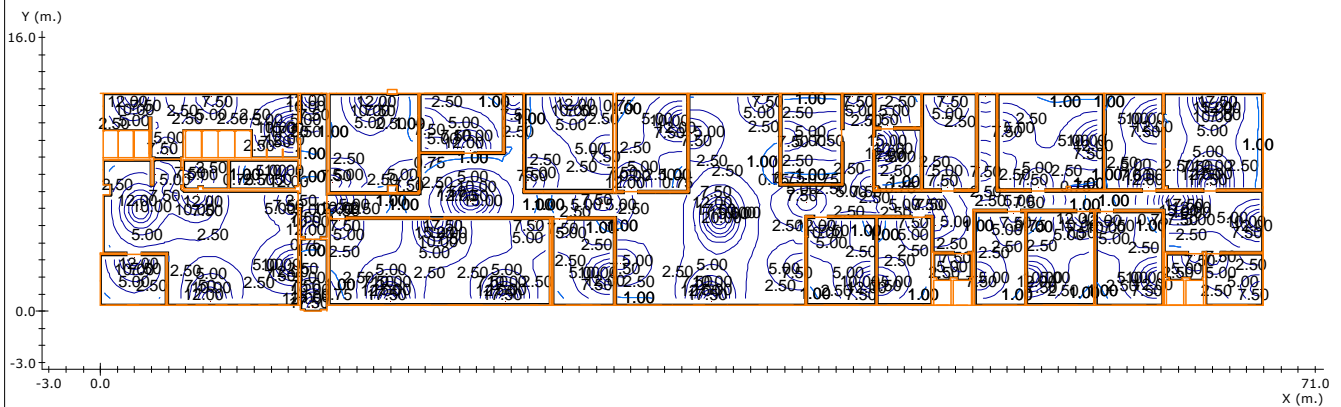
Factor de Mantenimiento: 1.000
 Resolución del Cálculo: 0.25 m.

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2014 Enero

Curvas isolux en el plano a 1.00 m.



Factor de Mantenimiento: 1.000
 Resolución del Cálculo: 0.25 m.

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2014 Enero

RESULTADO DEL ALUMBRADO ANTIPÁNICO EN EL VOLUMEN DE 0.00 m. a 1.00 m.

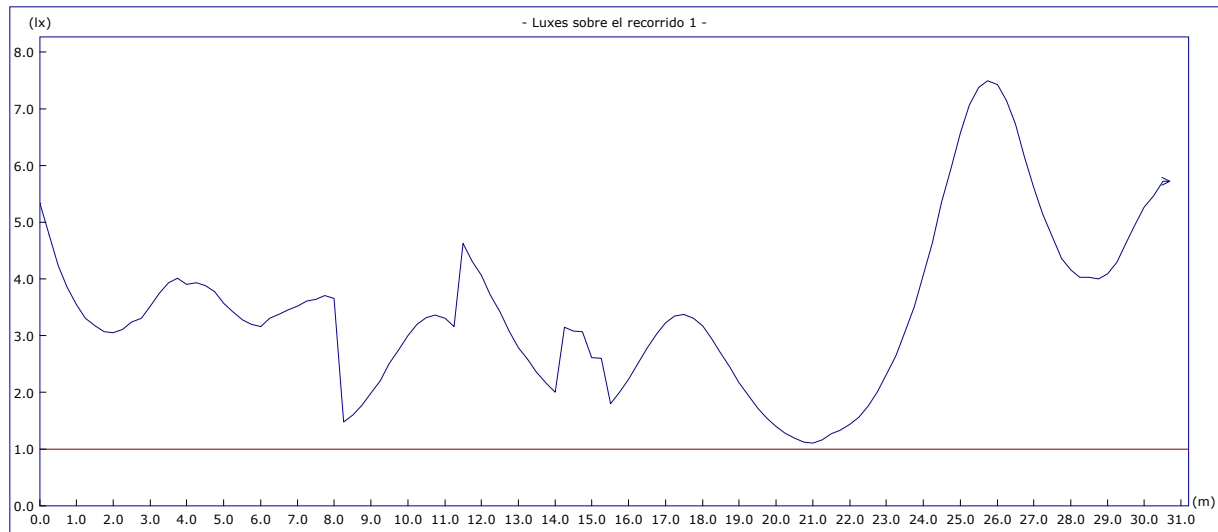
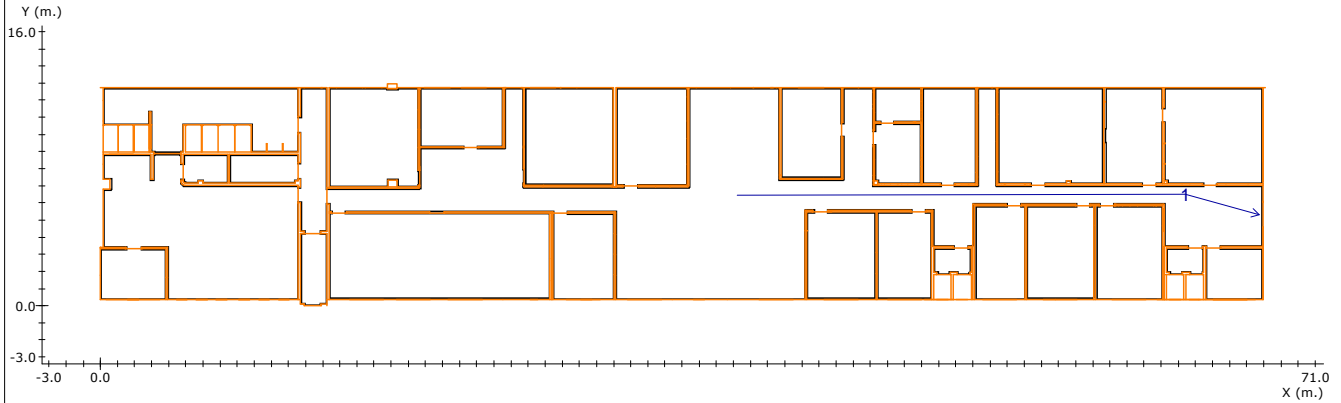
<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
Superficie cubierta: con 0.50 lx. o más	100.0 % de 709.5 m ²
Uniformidad: 40.0 mx/mn.	40.6 mx/mn
Lúmenes / m ² : ----	15.2 lm/m ²

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2014 Enero

Recorridos de Evacuación



Altura del plano de medida: 0.00 m.

Resolución del Cálculo: 0.25 m.

Factor de Mantenimiento: 1.000

Objetivos

Resultados

Uniform. en recorrido: 40.0 mx/mn

6.8 mx/mn

lx. mínimos: 1.00 lx.

1.10 lx.

lx. máximos: ---

7.50 lx.

Longitud cubierta: con 1.00 lx. o más

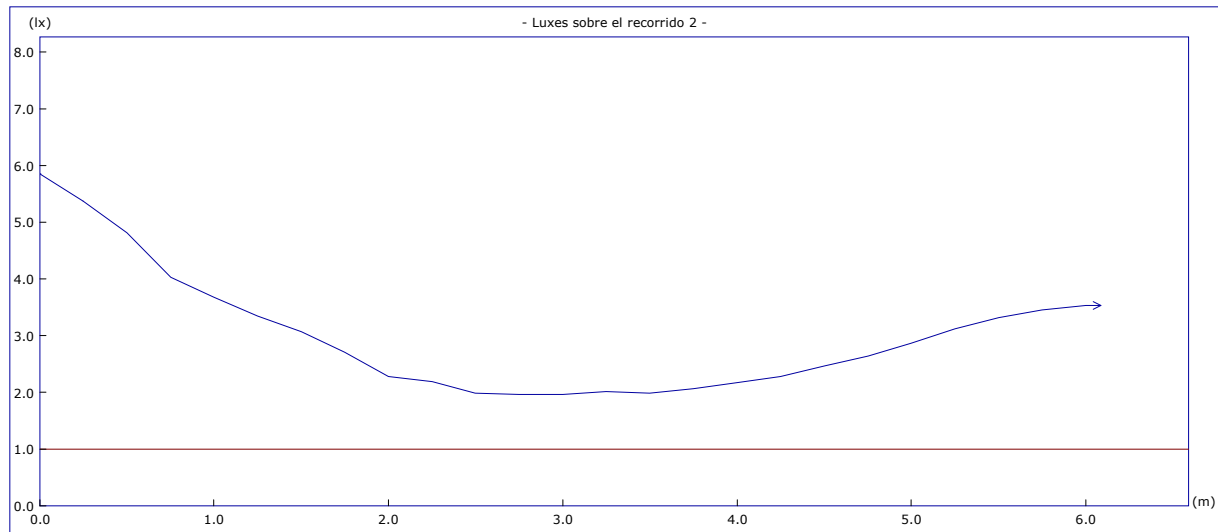
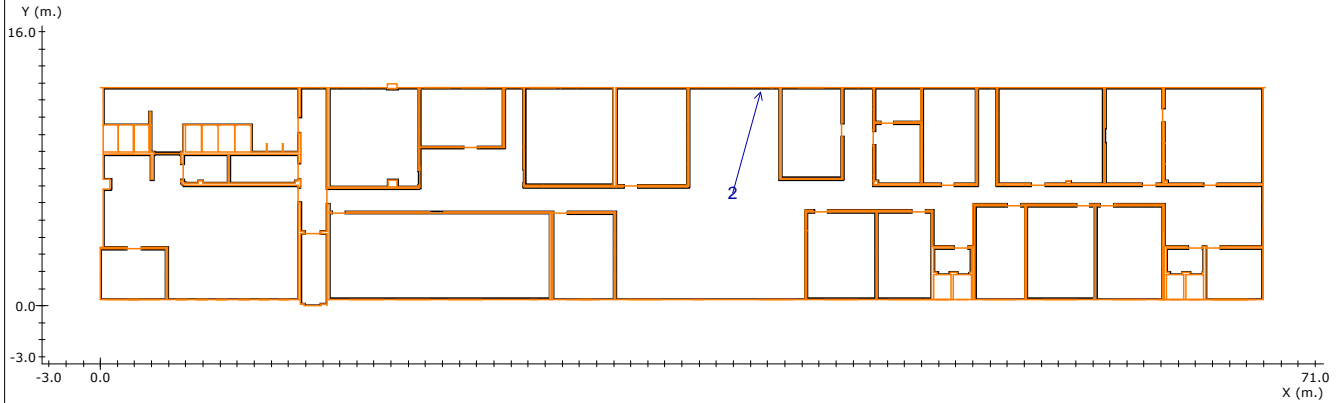
100.0 %

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2014 Enero

Recorridos de Evacuación



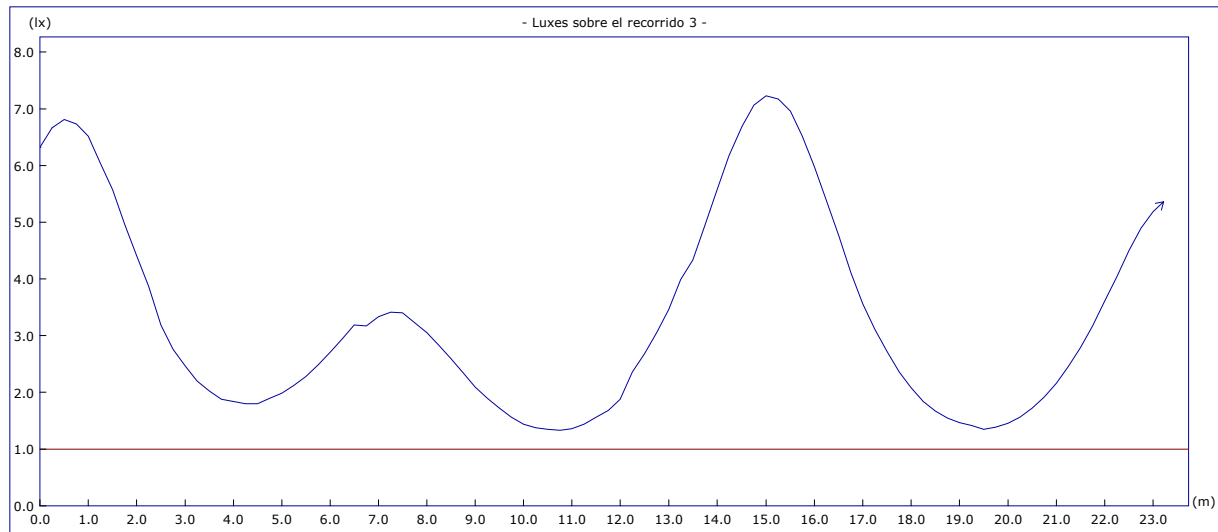
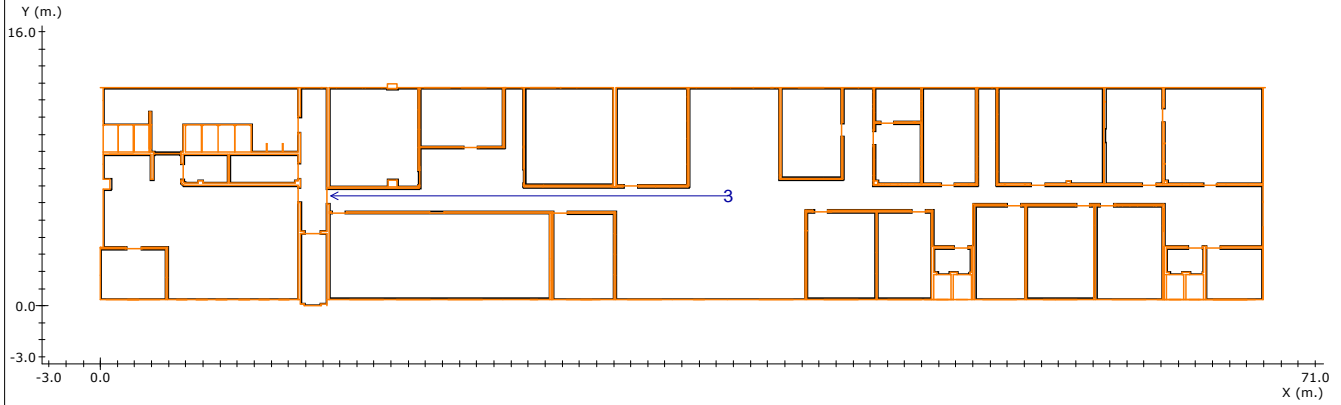
Altura del plano de medida:	0.00 m.		
Resolución del Cálculo:	0.25 m.		
Factor de Mantenimiento:	1.000	<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
		Uniform. en recorrido:	40.0 mx/mn 3.0 mx/mn
		lx. mínimos:	1.00 lx. 1.96 lx.
		lx. máximos:	---- 5.86 lx.
		Longitud cubierta:	con 1.00 lx. o más 100.0 %

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2014 Enero

Recorridos de Evacuación



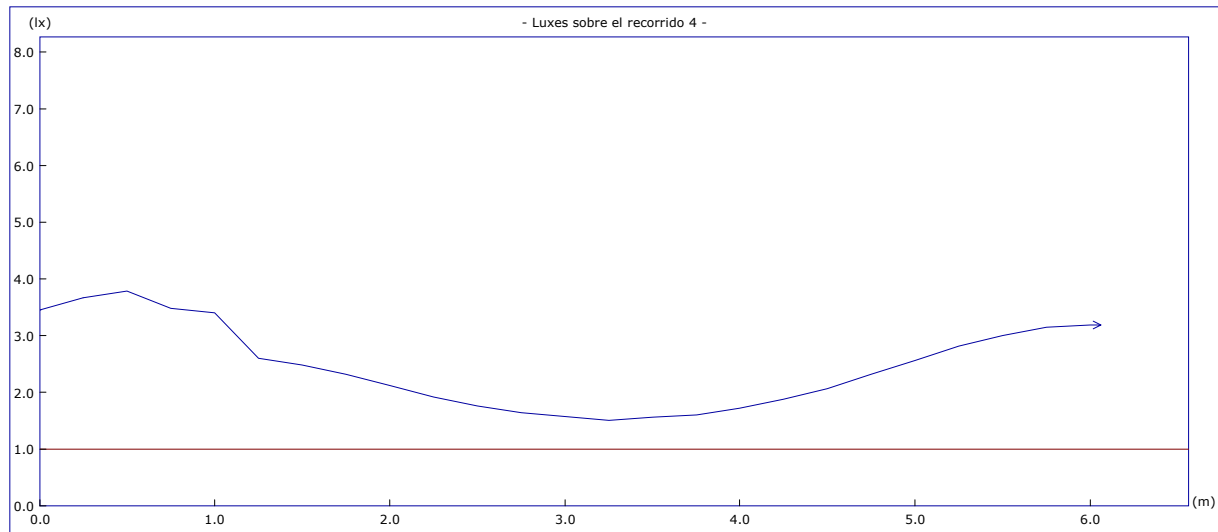
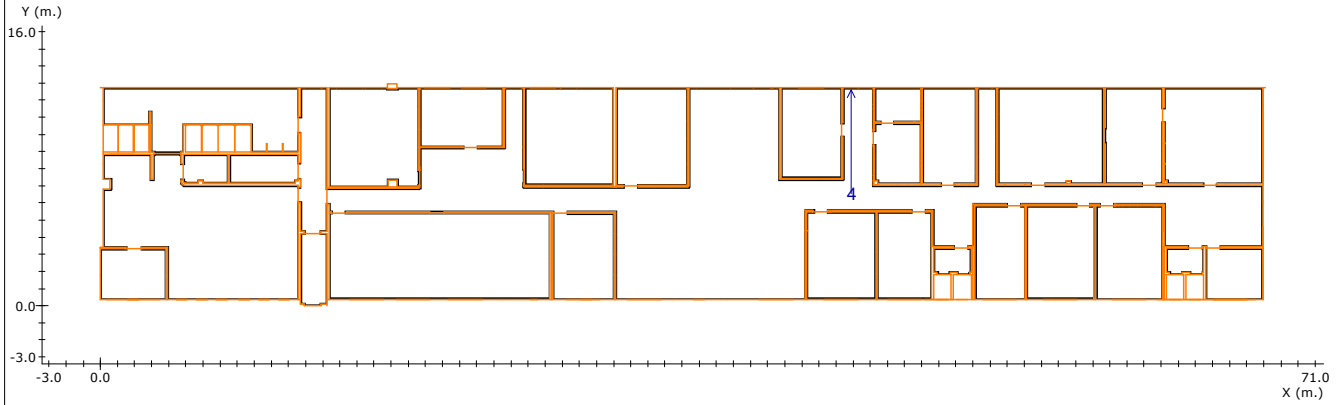
Altura del plano de medida:	0.00 m.		
Resolución del Cálculo:	0.25 m.		
Factor de Mantenimiento:	1.000	<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
		Uniform. en recorrido:	40.0 mx/mn 5.4 mx/mn
		lx. mínimos:	1.00 lx. 1.33 lx.
		lx. máximos:	--- 7.23 lx.
		Longitud cubierta:	con 1.00 lx. o más 100.0 %

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2014 Enero

Recorridos de Evacuación



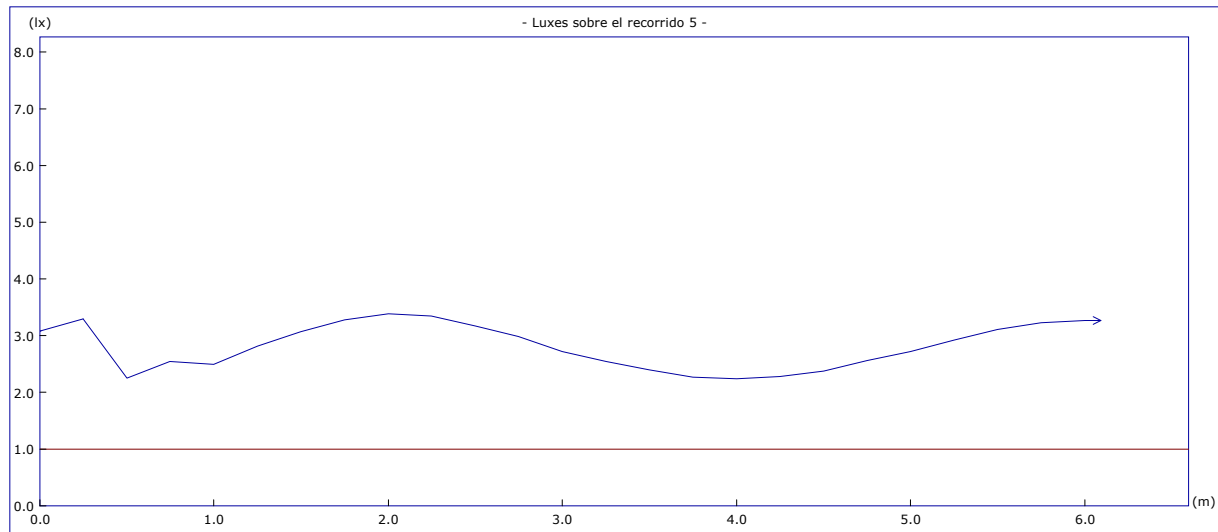
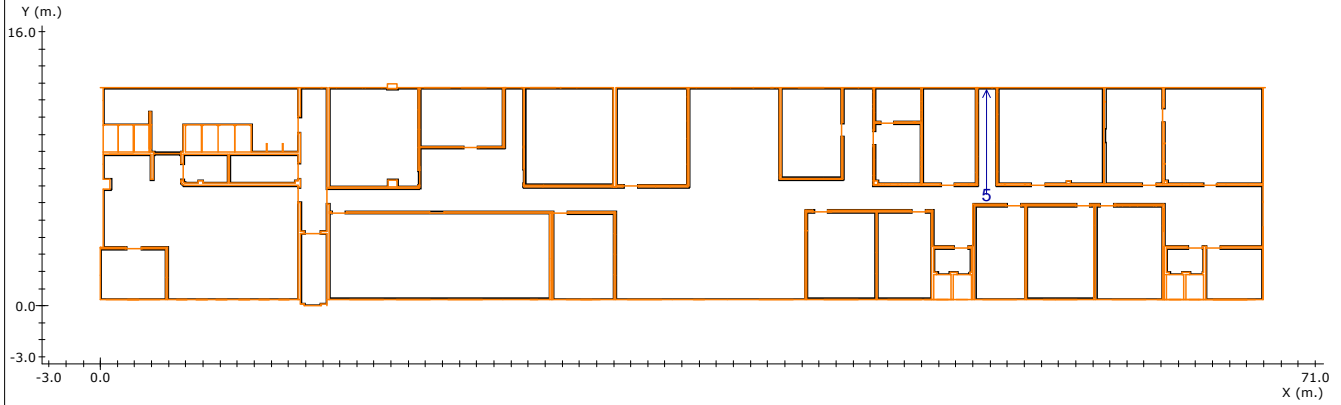
Altura del plano de medida:	0.00 m.		
Resolución del Cálculo:	0.25 m.		
Factor de Mantenimiento:	1.000	<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
		Uniform. en recorrido:	40.0 mx/mn 2.5 mx/mn
		lx. mínimos:	1.00 lx. 1.50 lx.
		lx. máximos:	---- 3.79 lx.
		Longitud cubierta:	con 1.00 lx. o más 100.0 %

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2014 Enero

Recorridos de Evacuación



Altura del plano de medida: 0.00 m.

Resolución del Cálculo: 0.25 m.

Factor de Mantenimiento: 1.000

Objetivos

Resultados

Uniform. en recorrido: 40.0 mx/mn

1.5 mx/mn

lx. mínimos: 1.00 lx.

2.23 lx.

lx. máximos: ---

3.38 lx.

Longitud cubierta: con 1.00 lx. o más

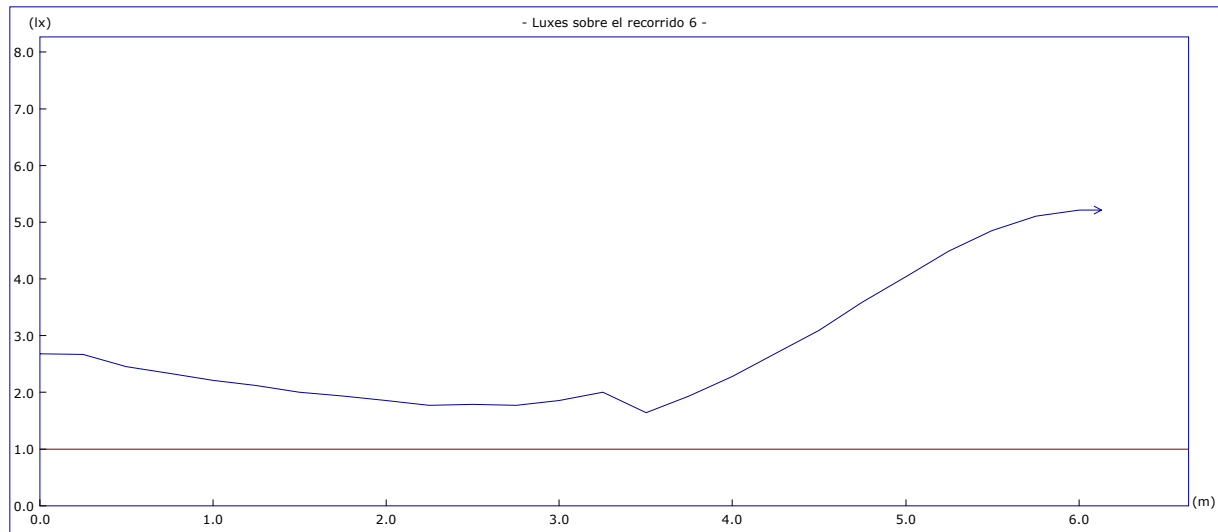
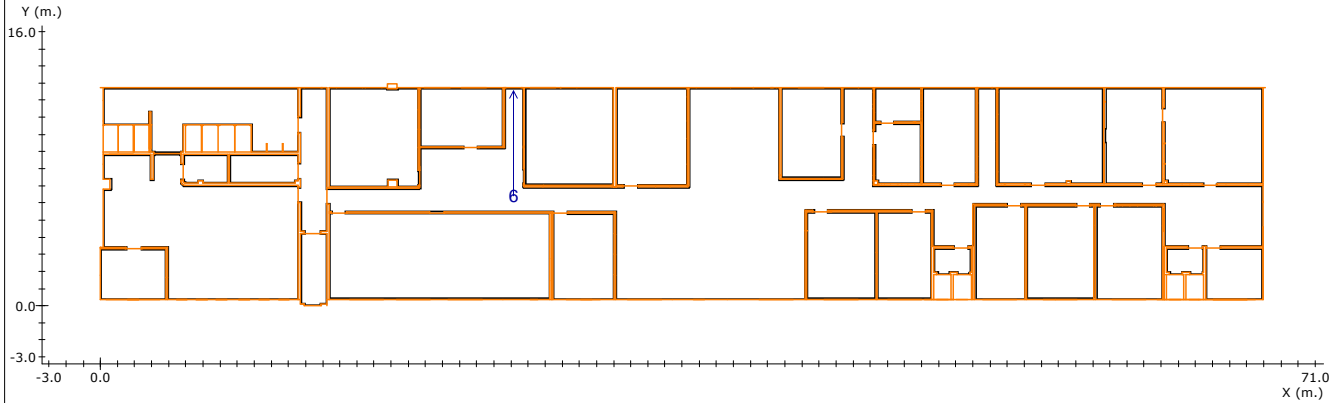
100.0 %

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2014 Enero

Recorridos de Evacuación



Altura del plano de medida: 0.00 m.

Resolución del Cálculo: 0.25 m.

Factor de Mantenimiento: 1.000

Objetivos

Resultados

Uniform. en recorrido: 40.0 mx/mn

3.2 mx/mn

lx. mínimos: 1.00 lx.

1.64 lx.

lx. máximos: ---

5.21 lx.

Longitud cubierta: con 1.00 lx. o más

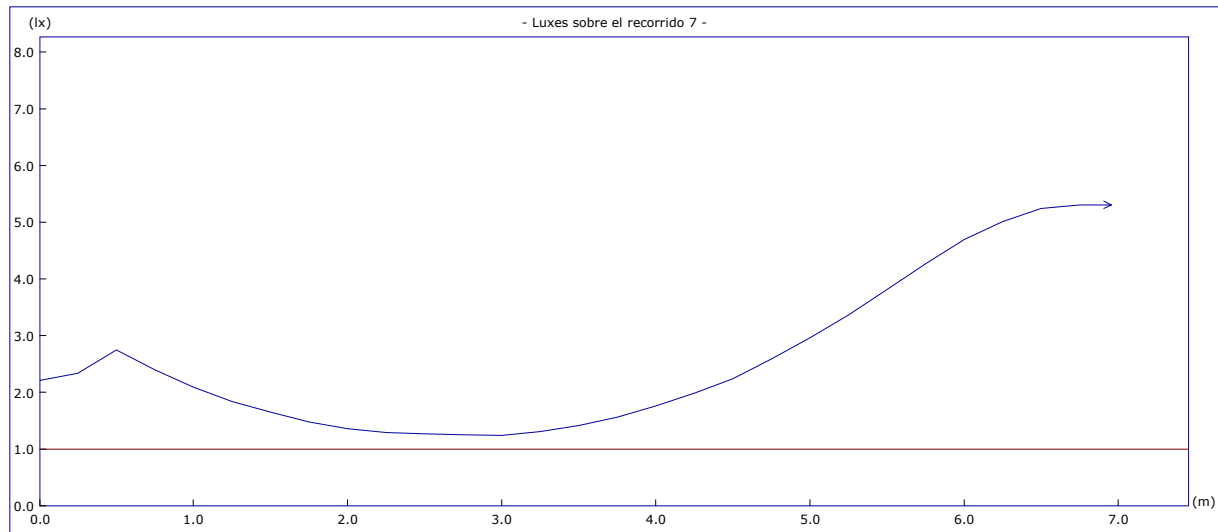
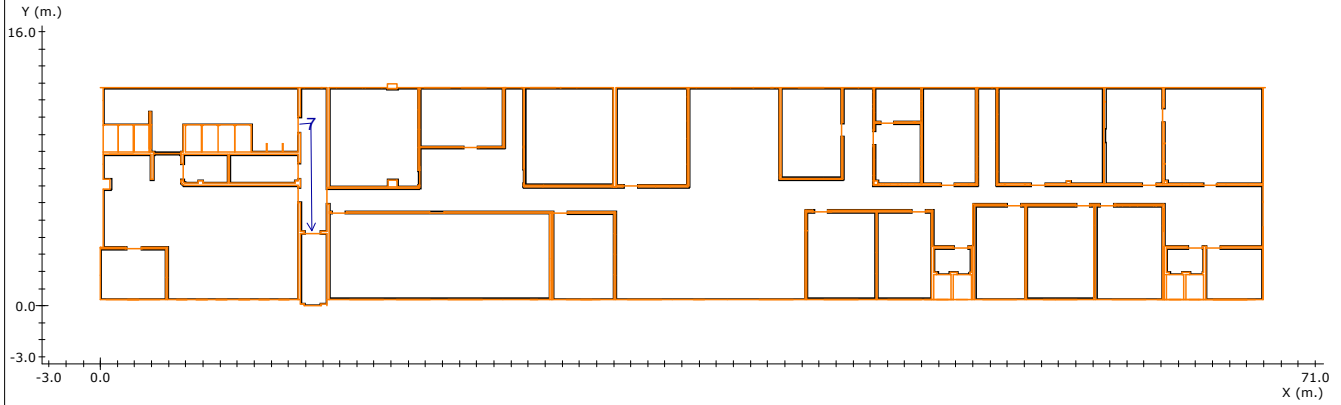
100.0 %

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2014 Enero

Recorridos de Evacuación



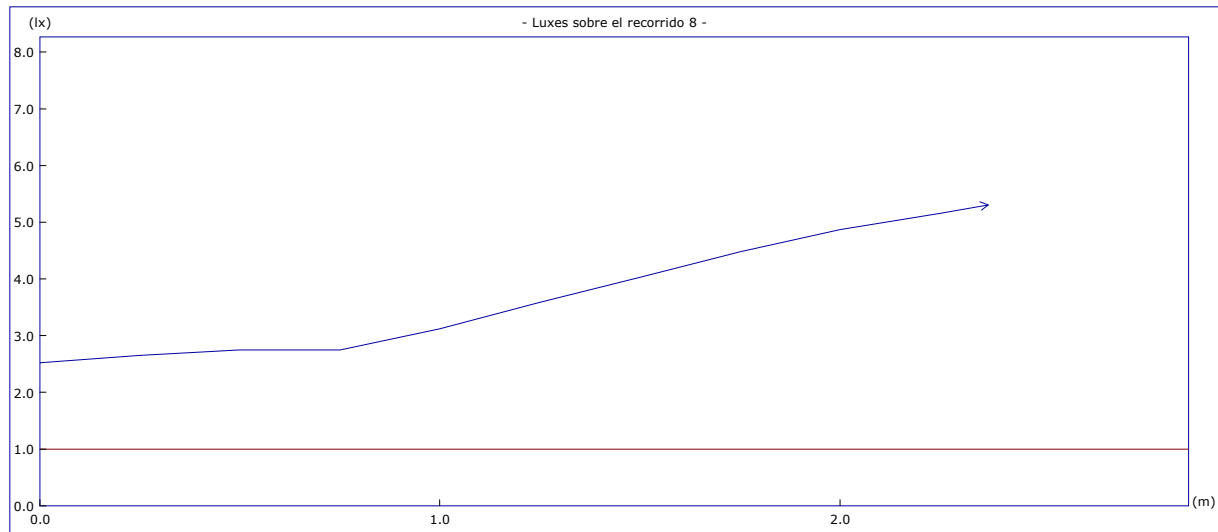
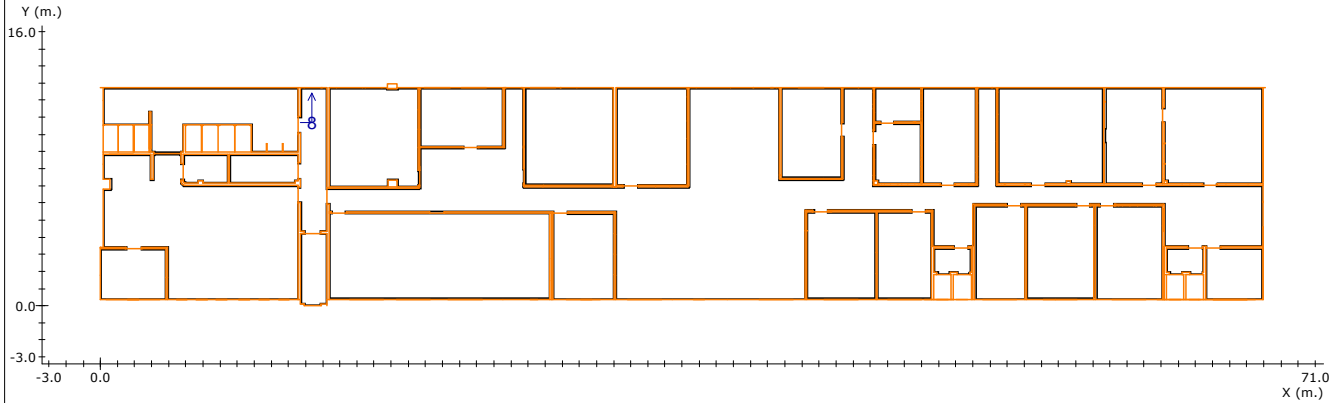
Altura del plano de medida:	0.00 m.		
Resolución del Cálculo:	0.25 m.		
Factor de Mantenimiento:	1.000	<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
		Uniform. en recorrido:	40.0 mx/mn 4.3 mx/mn
		lx. mínimos:	1.00 lx. 1.24 lx.
		lx. máximos:	---- 5.30 lx.
		Longitud cubierta:	con 1.00 lx. o más 100.0 %

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2014 Enero

Recorridos de Evacuación



Altura del plano de medida: 0.00 m.

Resolución del Cálculo: 0.25 m.

Factor de Mantenimiento: 1.000

Objetivos

Resultados

Uniform. en recorrido: 40.0 mx/mn

2.1 mx/mn

lx. mínimos: 1.00 lx.

2.51 lx.

lx. máximos: ---

5.30 lx.

Longitud cubierta: con 1.00 lx. o más

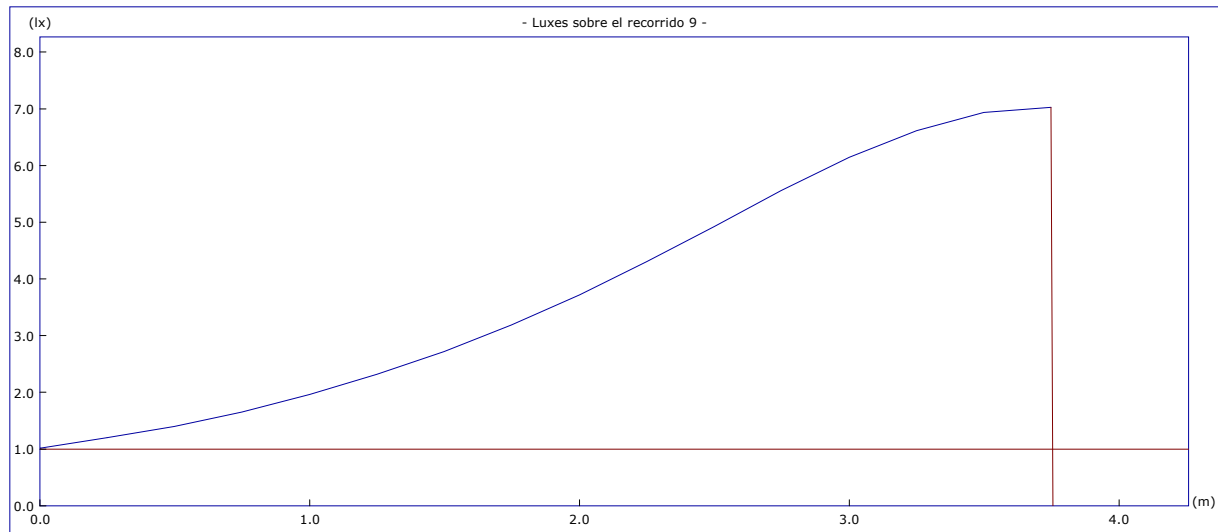
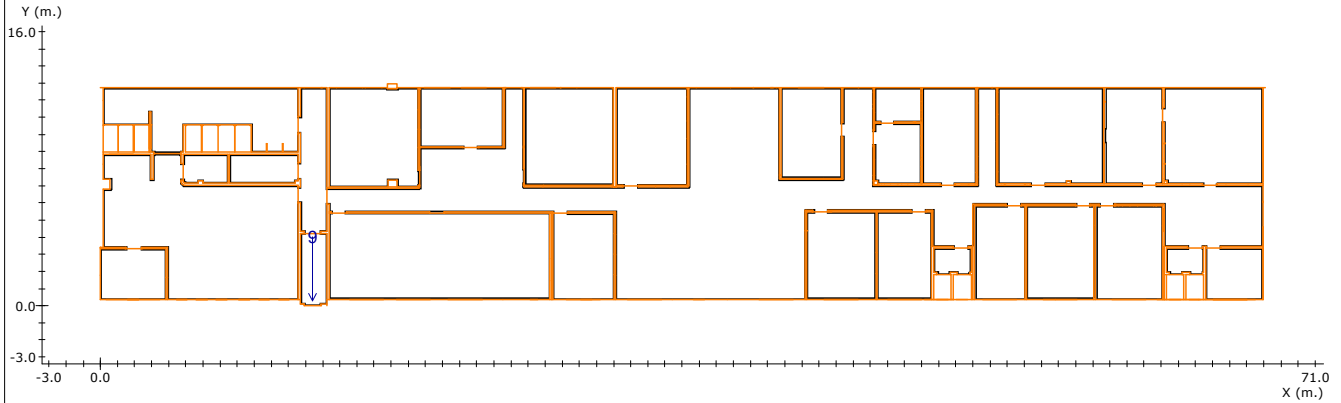
100.0 %

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2014 Enero

Recorridos de Evacuación



Altura del plano de medida: 0.00 m.

Resolución del Cálculo: 0.25 m.

Factor de Mantenimiento: 1.000

Objetivos

Resultados

Uniform. en recorrido: 40.0 mx/mn

7.0 mx/mn

lx. mínimos: 1.00 lx.

1.01 lx.

lx. máximos: ---

7.03 lx.

Longitud cubierta: con 1.00 lx. o más

100.0 %

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2014 Enero

Plano de Situación de Puntos de Seguridad y Cuadros Eléctricos

No hay ni Puntos de Seguridad ni Cuadros Eléctricos definidos

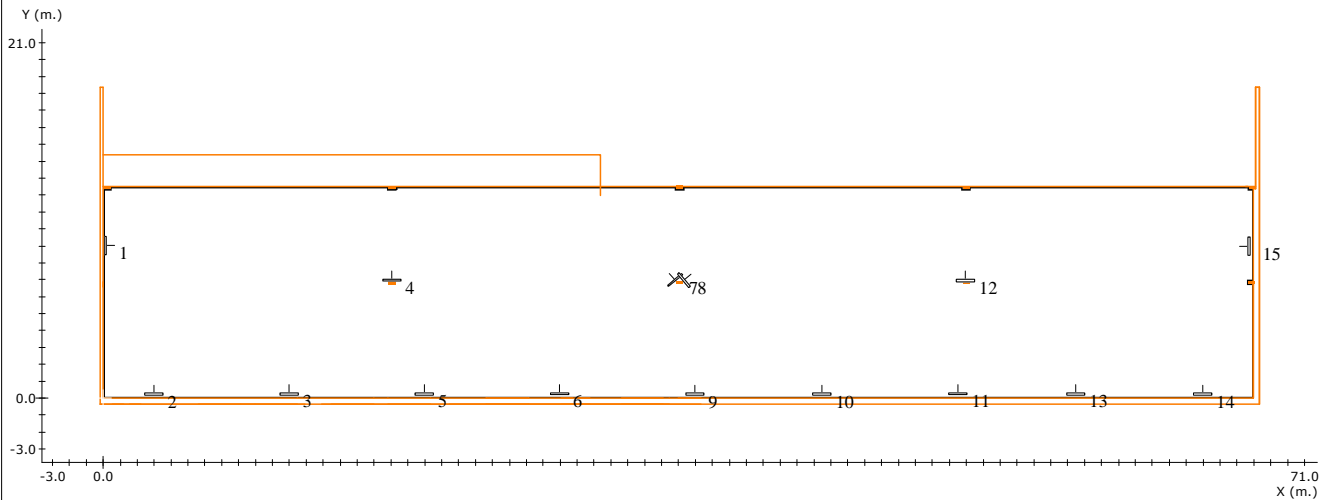
Lista de productos usados en el plano

Cantidad	Referencia	Fabricante	Precio (€)
12	HYDRA N5	Daisalux	742.56
41	HYDRA N2	Daisalux	N.D. *
27	HYDRA N3	Daisalux	N.D. *
Precio Total (PVP)			742.56

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Catálogo España y Portugal - 2014 Enero

Plano de situación de Productos



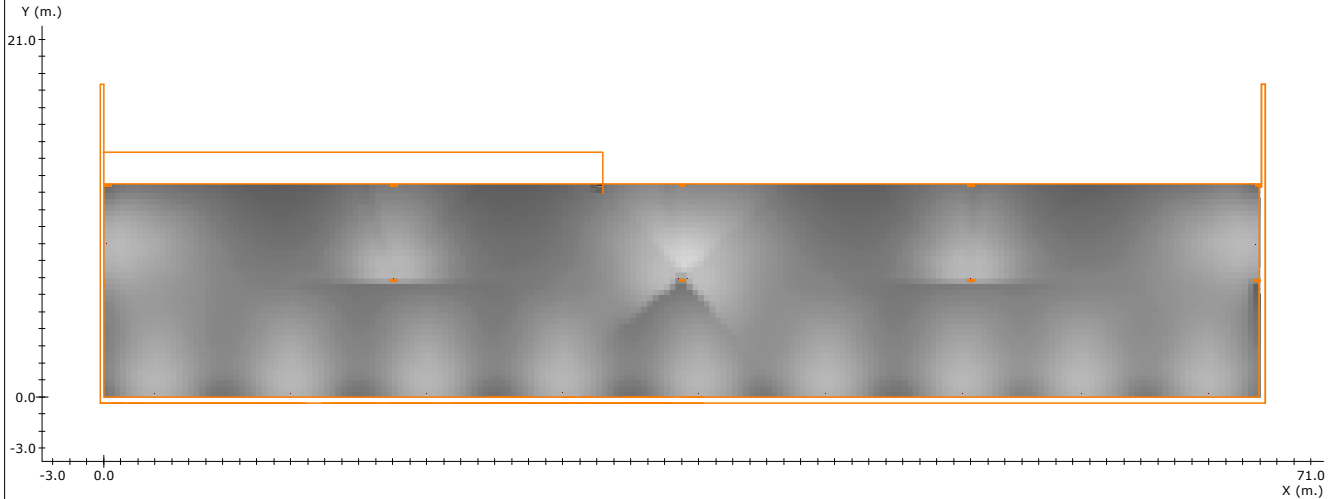
Situación de las Luminarias

Nº	Referencia	Fabricante	Coordenadas						Rót.
			x	y	h	γ	α	β	
1	NOVA N11	Daisalux	0.14	9.03	3.50	-90	90	0	--
2	NOVA N11	Daisalux	3.00	0.24	3.50	0	90	0	--
3	NOVA N11	Daisalux	11.00	0.26	3.50	0	90	0	--
4	NOVA N8	Daisalux	17.05	6.97	3.50	0	90	0	--
5	NOVA N11	Daisalux	18.96	0.26	3.50	0	90	0	--
6	NOVA N11	Daisalux	26.98	0.27	3.50	0	90	0	--
7	NOVA N11	Daisalux	33.79	6.98	3.50	40	90	0	--
8	NOVA N11	Daisalux	34.31	6.97	3.50	-50	90	0	--
9	NOVA N11	Daisalux	34.98	0.24	3.50	0	90	0	--
10	NOVA N11	Daisalux	42.47	0.25	3.50	0	90	0	--
11	NOVA N11	Daisalux	50.51	0.27	3.50	0	90	0	--
12	NOVA N8	Daisalux	50.96	6.95	3.50	0	90	0	--
13	NOVA N11	Daisalux	57.49	0.26	3.50	0	90	0	--
14	NOVA N11	Daisalux	64.96	0.25	3.50	0	90	0	--
15	NOVA N11	Daisalux	67.72	8.97	3.50	90	90	0	--

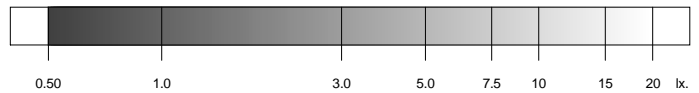
Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Catálogo España y Portugal - 2014 Enero

Gráfico de tramas del plano a 0.00 m.



Leyenda:



Factor de Mantenimiento: 1.000
 Resolución del Cálculo: 0.33 m.

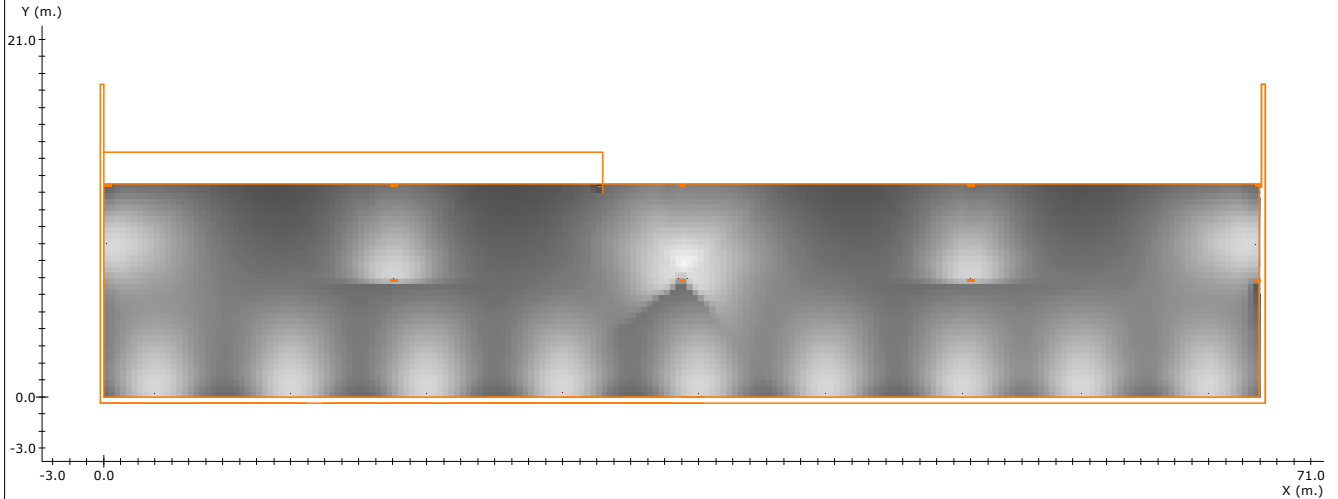
	<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
Uniformidad:	40.0	10.5 mx/mn
Superficie cubierta:	con 0.50 lx. o más	100.0 % de 834.3 m ²
Lúmenes / m ² :	----	9.92 lm/m ²
Iluminación media:	----	2.48 lx

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

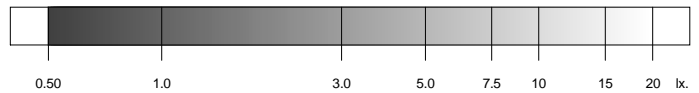
Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2014 Enero

Gráfico de tramas del plano a 1.00 m.



Leyenda:



Factor de Mantenimiento: 1.000

Resolución del Cálculo: 0.33 m.

Objetivos

Resultados

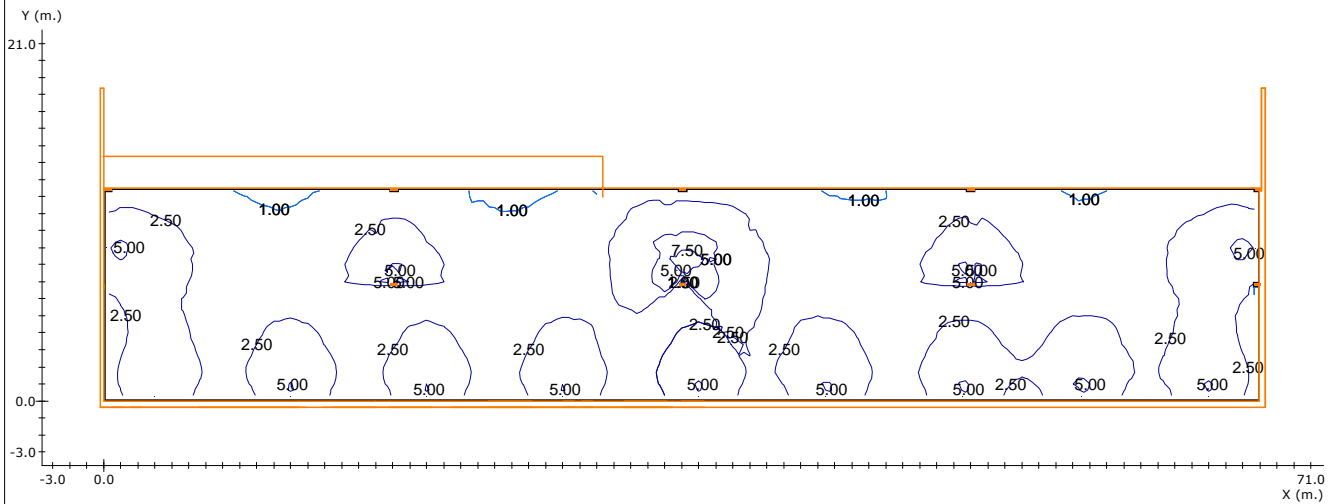
Uniformidad:	40.0	24.2 mx/mn
Superficie cubierta:	con 0.50 lx. o más	100.0 % de 834.3 m ²
Lúmenes / m ² :	----	9.92 lm/m ²
Iluminación media:	----	2.77 lx

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2014 Enero

Curvas isolux en el plano a 0.00 m.



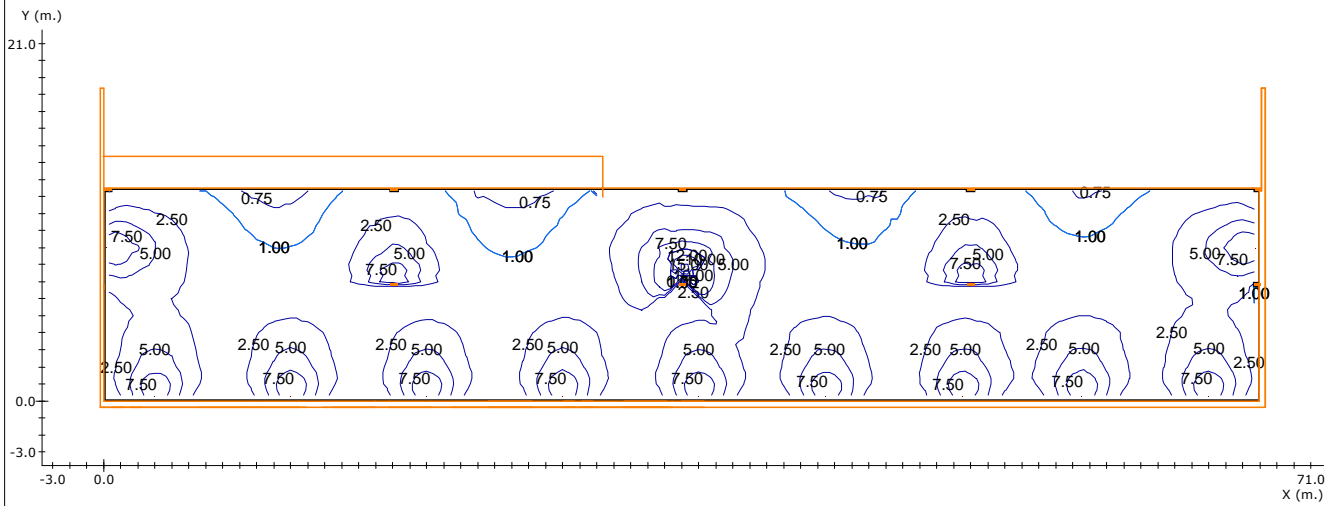
Factor de Mantenimiento: 1.000
Resolución del Cálculo: 0.33 m.

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2014 Enero

Curvas isolux en el plano a 1.00 m.



Factor de Mantenimiento: 1.000
Resolución del Cálculo: 0.33 m.

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2014 Enero

RESULTADO DEL ALUMBRADO ANTIPÁNICO EN EL VOLUMEN DE 0.00 m. a 1.00 m.

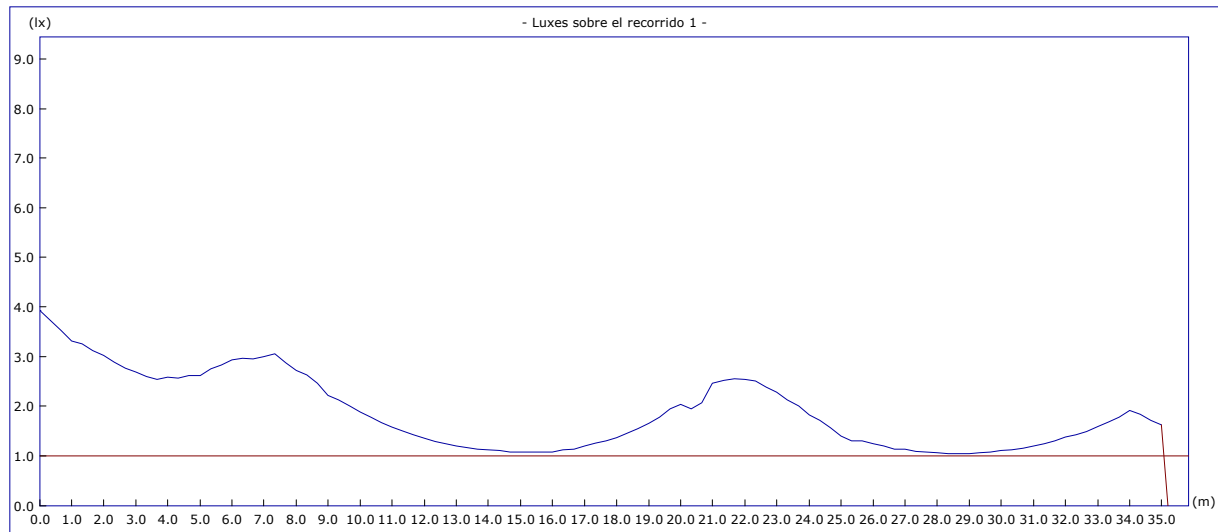
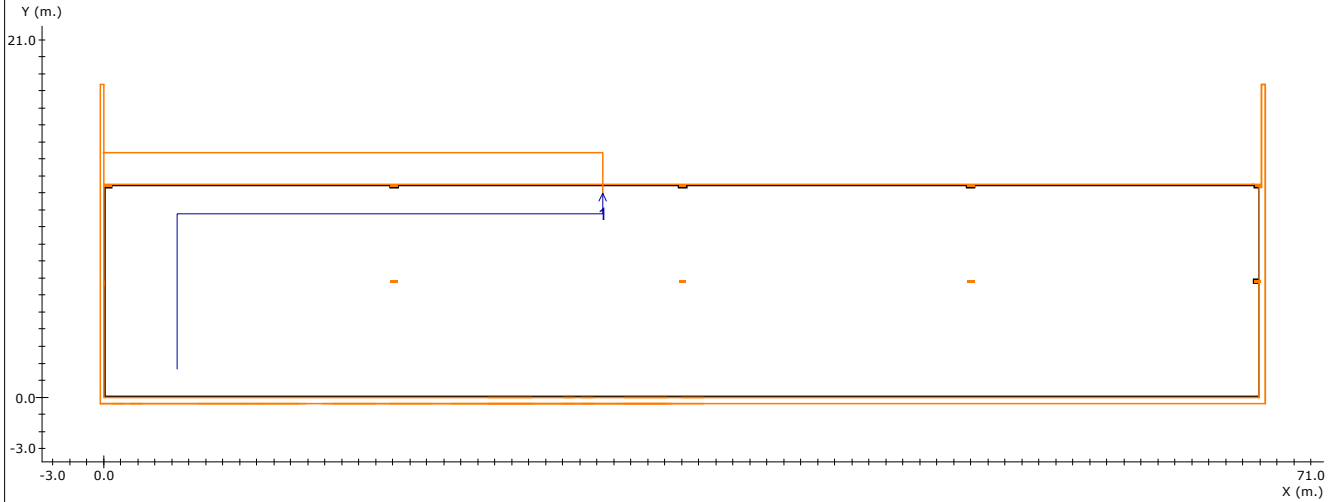
<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
Superficie cubierta: con 0.50 lx. o más	100.0 % de 834.3 m ²
Uniformidad: 40.0 mx/mn.	24.2 mx/mn
Lúmenes / m ² : ----	9.9 lm/m ²

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2014 Enero

Recorridos de Evacuación



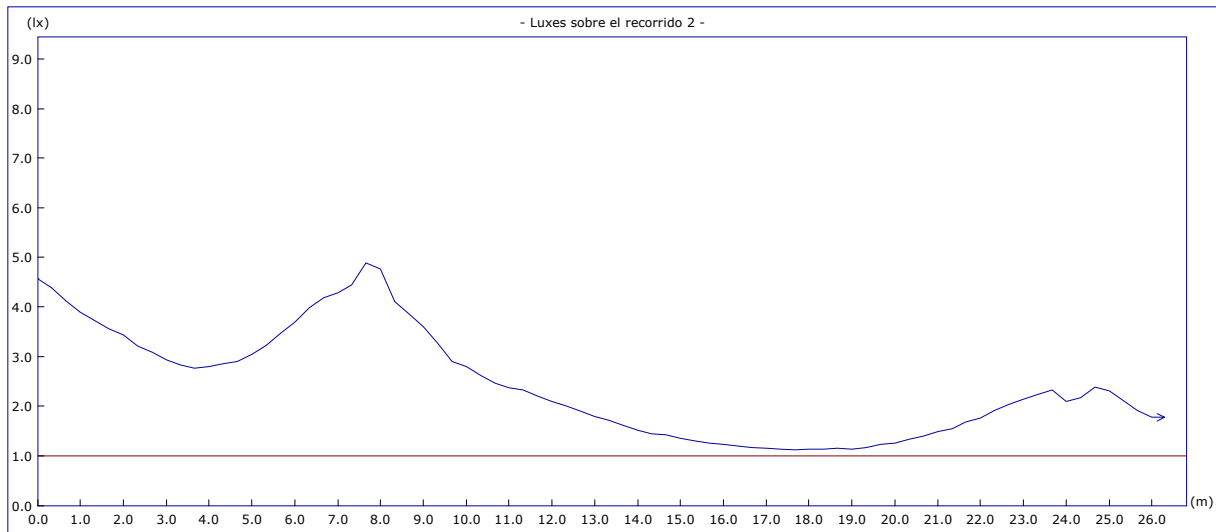
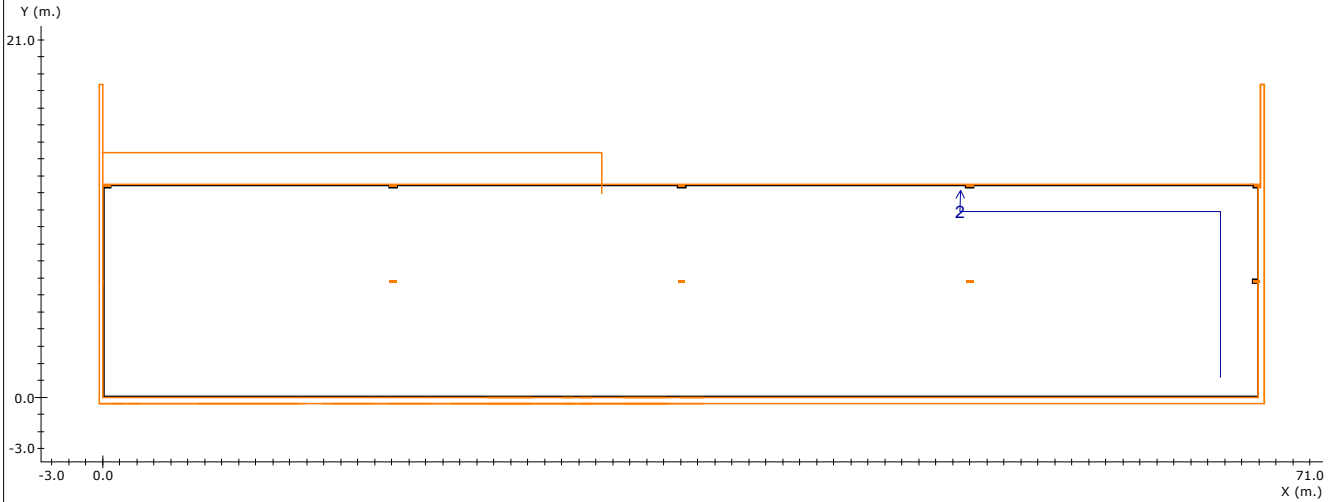
Altura del plano de medida:	0.00 m.		
Resolución del Cálculo:	0.33 m.		
Factor de Mantenimiento:	1.000	<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
		Uniform. en recorrido:	40.0 mx/mn 3.8 mx/mn
		lx. mínimos:	1.00 lx. 1.04 lx.
		lx. máximos:	---- 3.92 lx.
		Longitud cubierta:	con 1.00 lx. o más 100.0 %

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2014 Enero

Recorridos de Evacuación



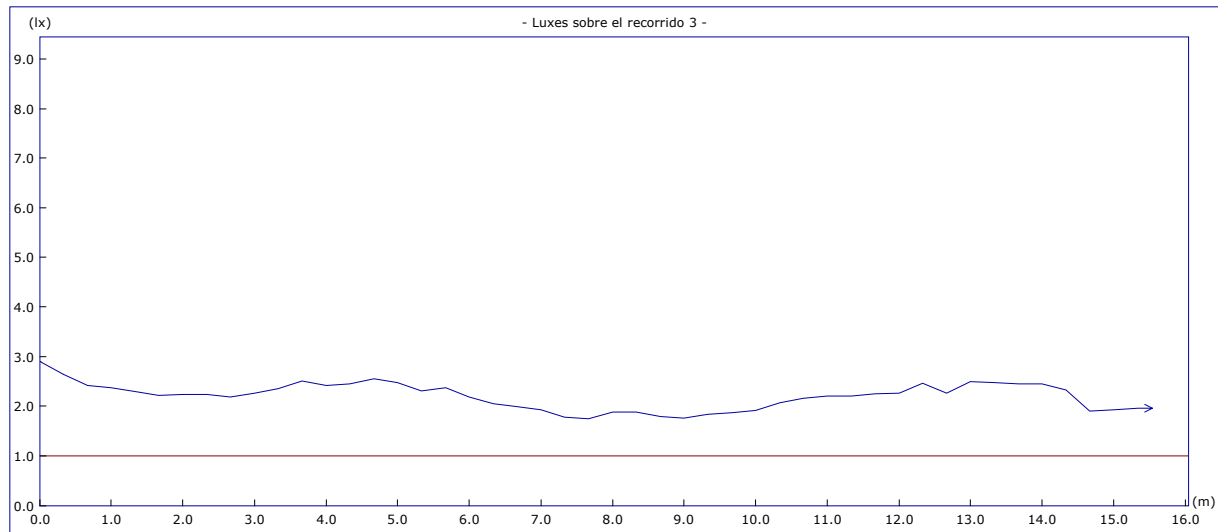
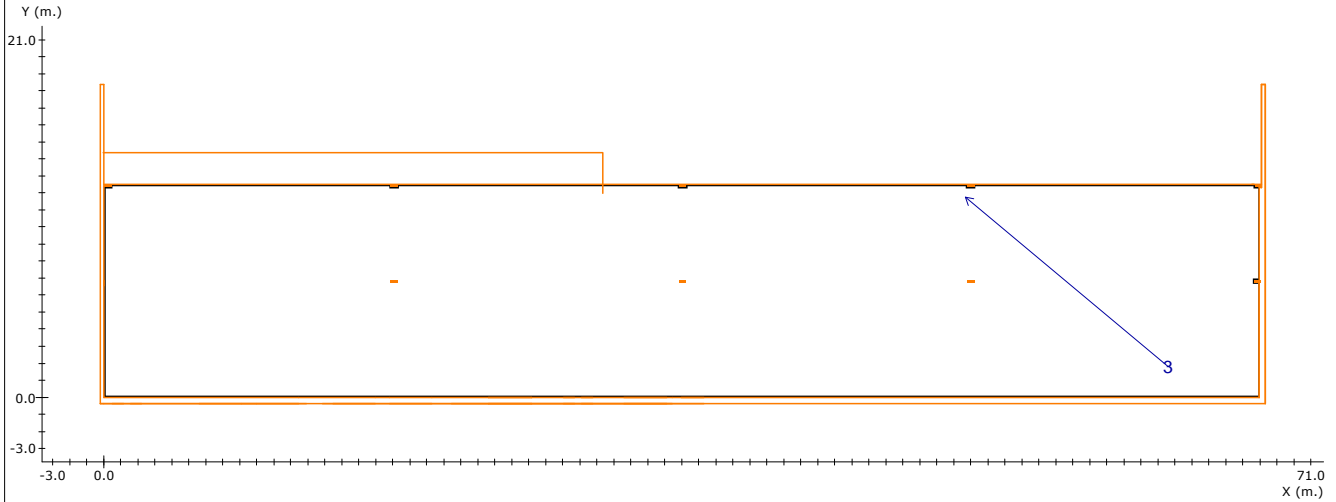
Altura del plano de medida:	0.00 m.		
Resolución del Cálculo:	0.33 m.		
Factor de Mantenimiento:	1.000	<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
		Uniform. en recorrido:	40.0 mx/mn 4.4 mx/mn
		lx. mínimos:	1.00 lx. 1.12 lx.
		lx. máximos:	---- 4.88 lx.
		Longitud cubierta:	con 1.00 lx. o más 100.0 %

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2014 Enero

Recorridos de Evacuación



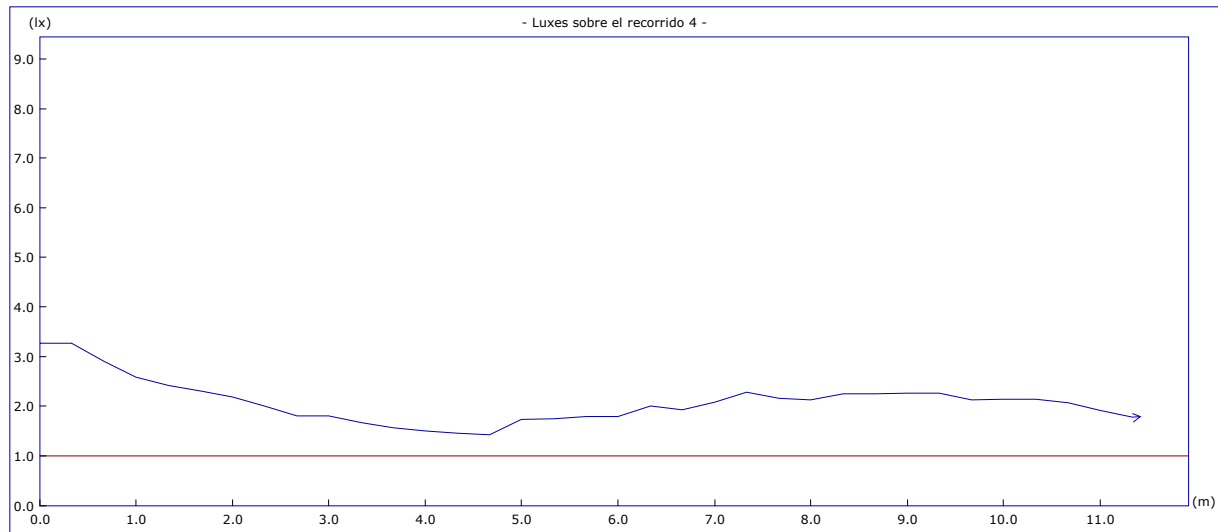
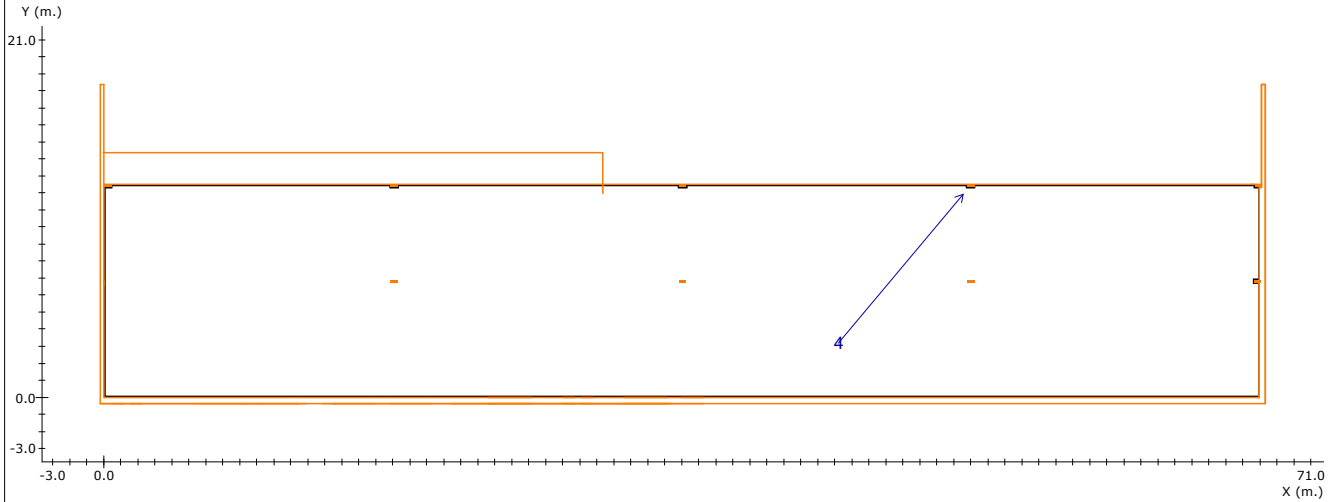
Altura del plano de medida:	0.00 m.		
Resolución del Cálculo:	0.33 m.		
Factor de Mantenimiento:	1.000	<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
		Uniform. en recorrido:	40.0 mx/mn 1.7 mx/mn
		lx. mínimos:	1.00 lx. 1.75 lx.
		lx. máximos:	---- 2.90 lx.
		Longitud cubierta:	con 1.00 lx. o más 100.0 %

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2014 Enero

Recorridos de Evacuación



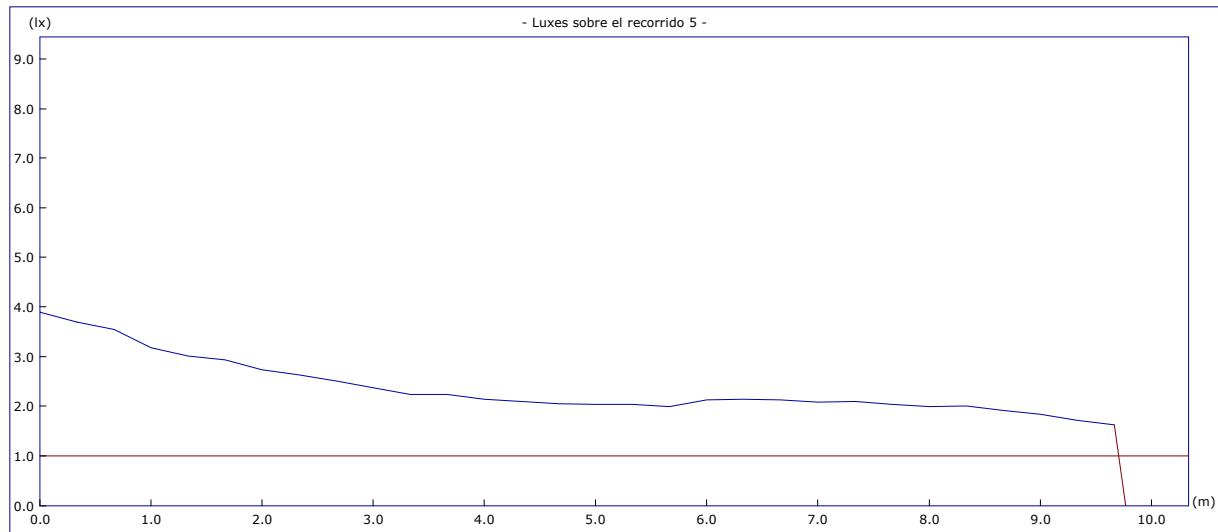
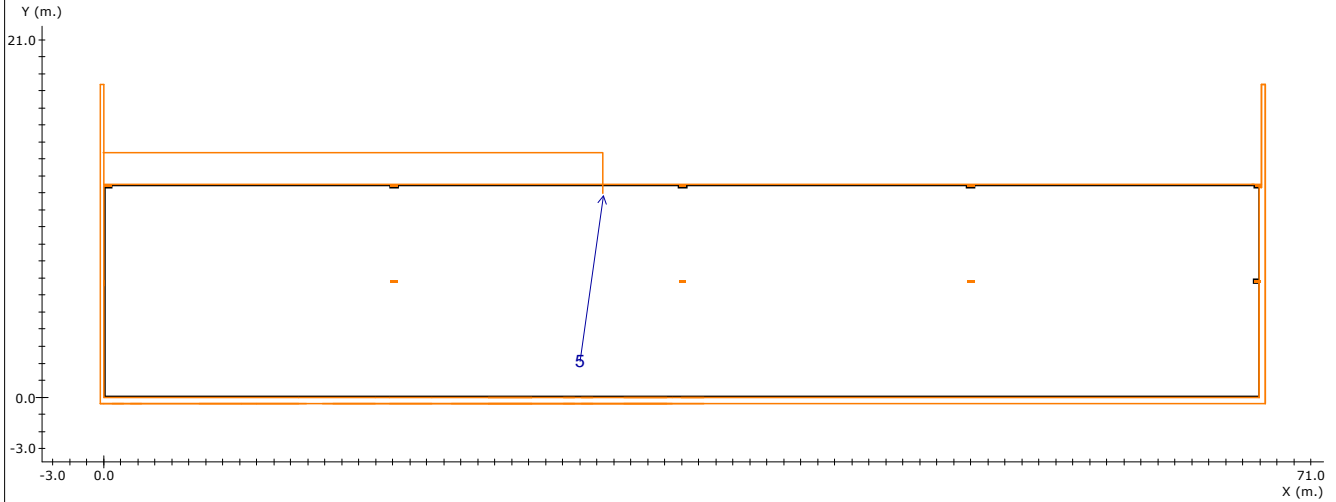
Altura del plano de medida:	0.00 m.		
Resolución del Cálculo:	0.33 m.		
Factor de Mantenimiento:	1.000	<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
		Uniform. en recorrido:	40.0 mx/mn 2.3 mx/mn
		lx. mínimos:	1.00 lx. 1.43 lx.
		lx. máximos:	---- 3.27 lx.
		Longitud cubierta:	con 1.00 lx. o más 100.0 %

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2014 Enero

Recorridos de Evacuación



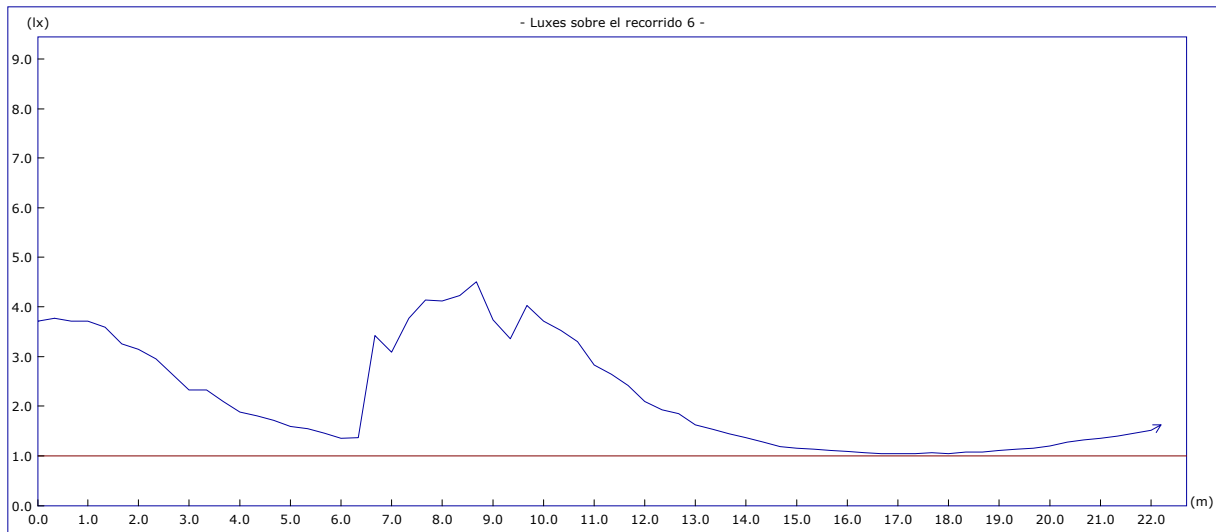
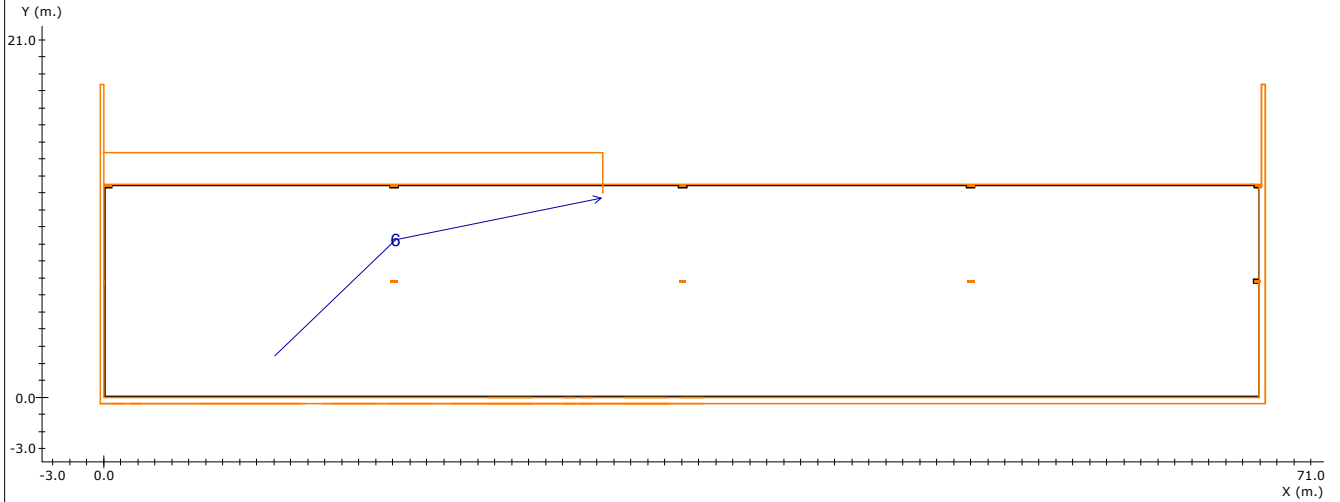
Altura del plano de medida:	0.00 m.		
Resolución del Cálculo:	0.33 m.		
Factor de Mantenimiento:	1.000	<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
		Uniform. en recorrido:	40.0 mx/mn 2.4 mx/mn
		lx. mínimos:	1.00 lx. 1.62 lx.
		lx. máximos:	---- 3.89 lx.
		Longitud cubierta:	con 1.00 lx. o más 100.0 %

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2014 Enero

Recorridos de Evacuación



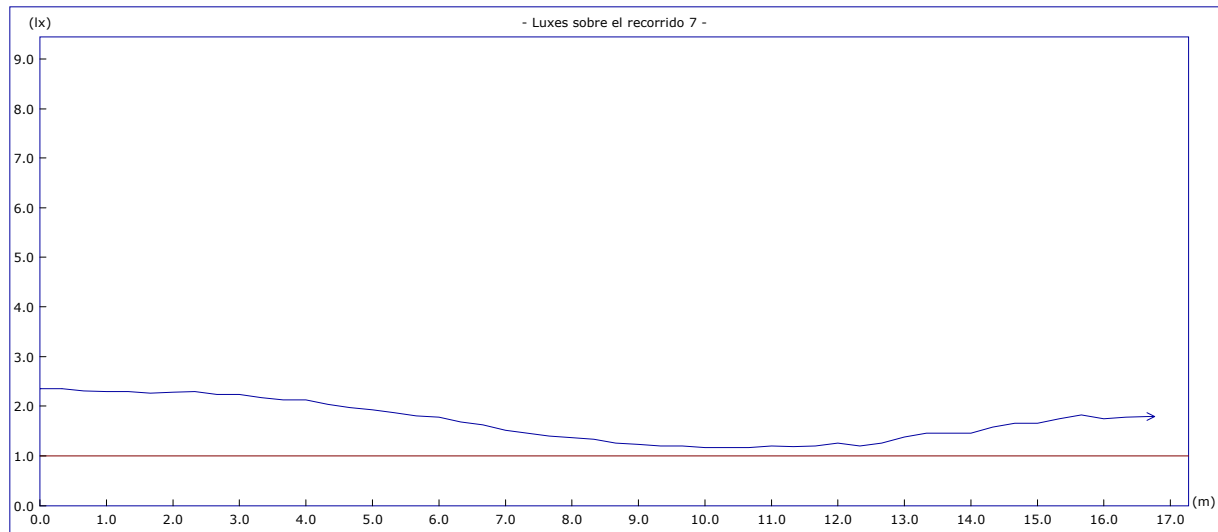
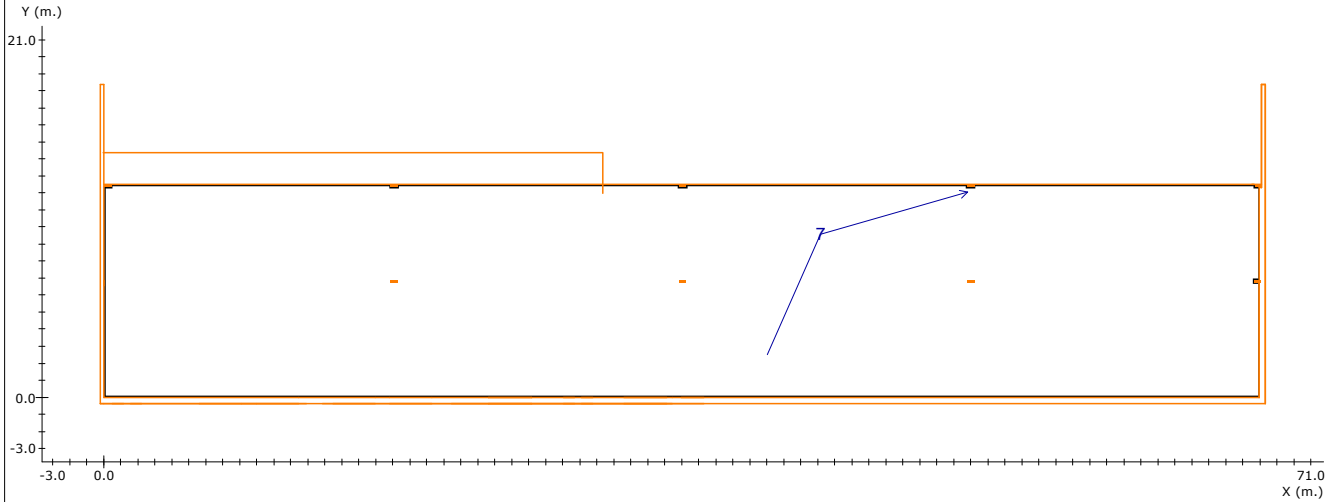
Altura del plano de medida:	0.00 m.		
Resolución del Cálculo:	0.33 m.		
Factor de Mantenimiento:	1.000	<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
		Uniform. en recorrido:	40.0 mx/mn 4.3 mx/mn
		lx. mínimos:	1.00 lx. 1.04 lx.
		lx. máximos:	---- 4.51 lx.
		Longitud cubierta:	con 1.00 lx. o más 100.0 %

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2014 Enero

Recorridos de Evacuación



Altura del plano de medida:	0.00 m.		
Resolución del Cálculo:	0.33 m.		
Factor de Mantenimiento:	1.000	<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
		Uniform. en recorrido:	40.0 mx/mn 2.0 mx/mn
		lx. mínimos:	1.00 lx. 1.16 lx.
		lx. máximos:	---- 2.36 lx.
		Longitud cubierta:	con 1.00 lx. o más 100.0 %

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2014 Enero

Plano de Situación de Puntos de Seguridad y Cuadros Eléctricos

No hay ni Puntos de Seguridad ni Cuadros Eléctricos definidos

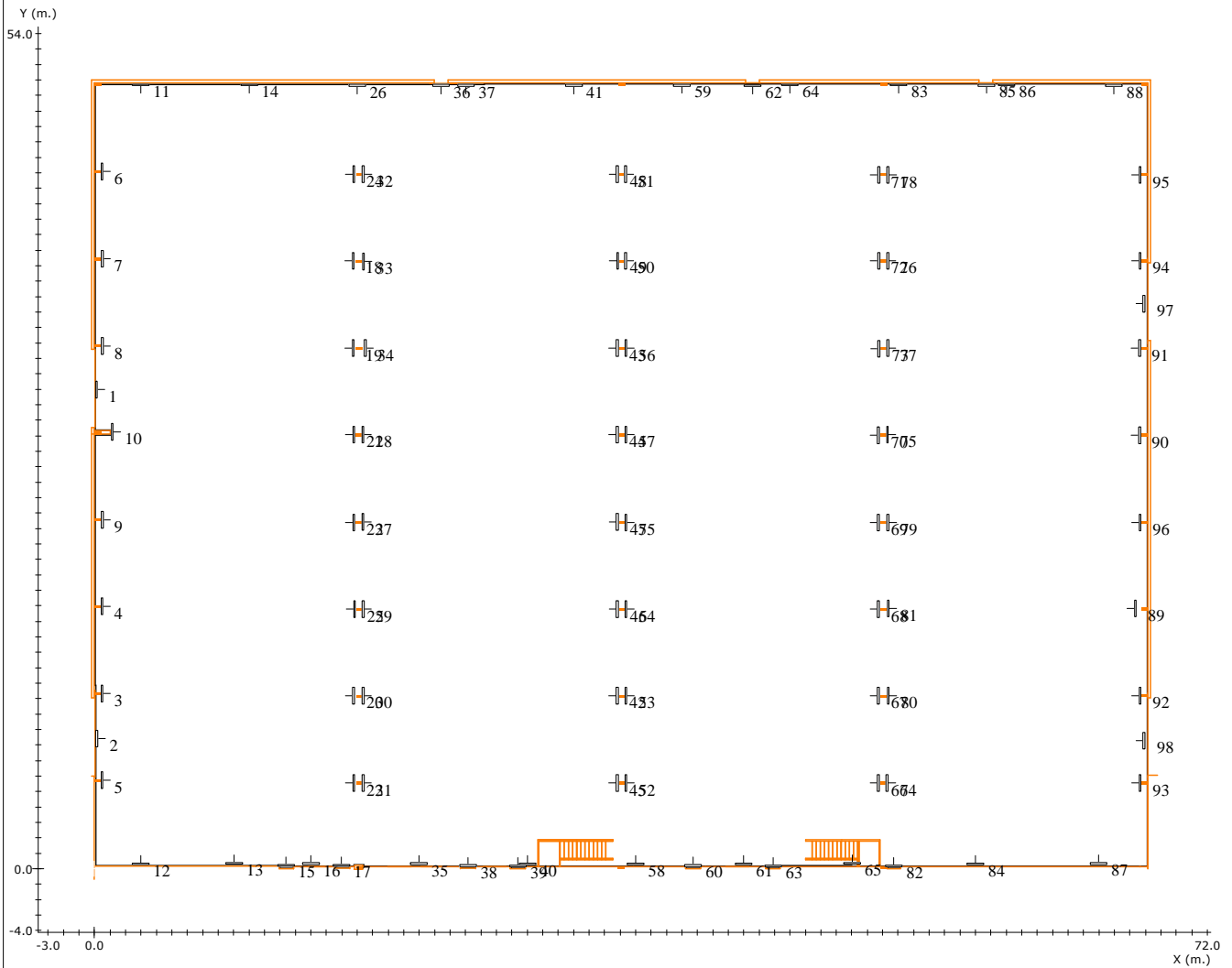
Lista de productos usados en el plano

Cantidad	Referencia	Fabricante	Precio (€)
13	NOVA N11	Daisalux	N.D. *
2	NOVA N8	Daisalux	N.D. *
Precio Total (PVP)			0.00

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Catálogo España y Portugal - 2014 Enero

Plano de situación de Productos



Situación de las Luminarias

Nº	Referencia	Fabricante	Coordenadas						Rót.
			x	y	h	γ	α	β	
1	NOVA N11	Daisalux	0.12	31.00	7.00	-90	90	0	--
2	NOVA N11	Daisalux	0.15	8.44	7.00	-90	90	0	--
3	NOVA N11	Daisalux	0.48	11.33	3.50	-90	90	0	--
4	NOVA N11	Daisalux	0.49	16.96	3.50	-90	90	0	--

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Catálogo España y Portugal - 2014 Enero

Nº	Referencia	Fabricante	Coordenadas						Rót.
			x	y	h	γ	α	β	
5	NOVA N11	Daisalux	0.49	5.72	3.50	-90	90	0	--
6	NOVA N11	Daisalux	0.49	45.08	3.50	-90	90	0	--
7	NOVA N11	Daisalux	0.50	39.47	3.50	-90	90	0	--
8	NOVA N11	Daisalux	0.50	33.82	3.50	-90	90	0	--
9	NOVA N11	Daisalux	0.50	22.57	3.50	-90	90	0	--
10	NOVA N11	Daisalux	1.15	28.24	3.50	-90	90	0	--
11	NOVA N11	Daisalux	2.97	50.68	3.50	180	90	0	--
12	NOVA N11	Daisalux	3.00	0.31	3.50	0	90	0	--
13	NOVA N11	Daisalux	9.03	0.36	3.50	0	90	0	--
14	NOVA N11	Daisalux	10.01	50.68	3.50	180	90	0	--
15	NOVA N3	Daisalux	12.39	0.22	2.50	0	90	0	--
16	NOVA N11	Daisalux	14.00	0.33	3.50	0	90	0	--
17	NOVA N3	Daisalux	15.98	0.22	2.50	0	90	0	--
18	NOVA N11	Daisalux	16.74	39.31	3.50	90	90	0	--
19	NOVA N11	Daisalux	16.74	33.68	3.50	90	90	0	--
20	NOVA N11	Daisalux	16.77	11.19	3.50	90	90	0	--
21	NOVA N11	Daisalux	16.77	28.07	3.50	90	90	0	--
22	NOVA N11	Daisalux	16.77	5.54	3.50	90	90	0	--
23	NOVA N11	Daisalux	16.77	22.41	3.50	90	90	0	--
24	NOVA N11	Daisalux	16.78	44.92	3.50	90	90	0	--
25	NOVA N11	Daisalux	16.83	16.81	3.50	90	90	0	--
26	NOVA N11	Daisalux	17.01	50.67	3.50	180	90	0	--
27	NOVA N11	Daisalux	17.36	22.42	3.50	-90	90	0	--
28	NOVA N11	Daisalux	17.37	28.08	3.50	-90	90	0	--
29	NOVA N11	Daisalux	17.38	16.80	3.50	-90	90	0	--
30	NOVA N11	Daisalux	17.38	11.18	3.50	-90	90	0	--
31	NOVA N11	Daisalux	17.38	5.54	3.50	-90	90	0	--
32	NOVA N11	Daisalux	17.39	44.91	3.50	-90	90	0	--
33	NOVA N11	Daisalux	17.40	39.28	3.50	-90	90	0	--

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Catálogo España y Portugal - 2014 Enero

Nº	Referencia	Fabricante	Coordenadas						Rót.
			x	y	h	γ	α	β	
34	NOVA N11	Daisalux	17.52	33.69	3.50	-90	90	0	--
35	NOVA N11	Daisalux	21.00	0.33	3.50	0	90	0	--
36	NOVA N3	Daisalux	22.42	50.67	2.50	-180	90	0	--
37	NOVA N11	Daisalux	24.02	50.67	3.50	180	90	0	--
38	NOVA N3	Daisalux	24.18	0.19	2.50	0	90	0	--
39	NOVA N3	Daisalux	27.42	0.19	2.50	0	90	0	--
40	NOVA N11	Daisalux	28.02	0.32	3.50	0	90	0	--
41	NOVA N11	Daisalux	31.02	50.67	3.50	180	90	0	--
42	NOVA N11	Daisalux	33.82	11.19	3.50	90	90	0	--
43	NOVA N11	Daisalux	33.82	33.66	3.50	90	90	0	--
44	NOVA N11	Daisalux	33.82	28.07	3.50	90	90	0	--
45	NOVA N11	Daisalux	33.82	5.54	3.50	90	90	0	--
46	NOVA N11	Daisalux	33.82	16.80	3.50	90	90	0	--
47	NOVA N11	Daisalux	33.82	22.42	3.50	90	90	0	--
48	NOVA N11	Daisalux	33.83	44.91	3.50	90	90	0	--
49	NOVA N11	Daisalux	33.83	39.32	3.50	90	90	0	--
50	NOVA N11	Daisalux	34.35	39.31	3.50	-90	90	0	--
51	NOVA N11	Daisalux	34.36	44.90	3.50	-90	90	0	--
52	NOVA N11	Daisalux	34.38	5.55	3.50	-90	90	0	--
53	NOVA N11	Daisalux	34.38	11.18	3.50	-90	90	0	--
54	NOVA N11	Daisalux	34.38	16.80	3.50	-90	90	0	--
55	NOVA N11	Daisalux	34.38	22.41	3.50	-90	90	0	--
56	NOVA N11	Daisalux	34.38	33.66	3.50	-90	90	0	--
57	NOVA N11	Daisalux	34.39	28.06	3.50	-90	90	0	--
58	NOVA N11	Daisalux	34.99	0.32	3.50	0	90	0	--
59	NOVA N11	Daisalux	38.01	50.68	3.50	180	90	0	--
60	NOVA N3	Daisalux	38.70	0.21	2.50	0	90	0	--
61	NOVA N11	Daisalux	41.99	0.32	3.50	0	90	0	--
62	NOVA N3	Daisalux	42.59	50.66	2.50	-180	90	0	--

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Catálogo España y Portugal - 2014 Enero

Nº	Referencia	Fabricante	Coordenadas						Rót.
			x	y	h	γ	α	β	
63	NOVA N3	Daisalux	43.91	0.18	2.50	0	90	0	--
64	NOVA N11	Daisalux	45.01	50.68	3.50	180	90	0	--
65	NOVA N11	Daisalux	49.01	0.35	3.50	0	90	0	--
66	NOVA N11	Daisalux	50.70	5.57	3.50	90	90	0	--
67	NOVA N11	Daisalux	50.70	11.18	3.50	90	90	0	--
68	NOVA N11	Daisalux	50.70	16.80	3.50	90	90	0	--
69	NOVA N11	Daisalux	50.70	22.39	3.50	90	90	0	--
70	NOVA N11	Daisalux	50.70	28.04	3.50	90	90	0	--
71	NOVA N11	Daisalux	50.74	44.88	3.50	90	90	0	--
72	NOVA N11	Daisalux	50.75	39.31	3.50	90	90	0	--
73	NOVA N11	Daisalux	50.75	33.65	3.50	90	90	0	--
74	NOVA N11	Daisalux	51.29	5.57	3.50	-90	90	0	--
75	NOVA N11	Daisalux	51.32	28.08	3.50	-90	90	0	--
76	NOVA N11	Daisalux	51.32	39.31	3.50	-90	90	0	--
77	NOVA N11	Daisalux	51.32	33.66	3.50	-90	90	0	--
78	NOVA N11	Daisalux	51.33	44.87	3.50	-90	90	0	--
79	NOVA N11	Daisalux	51.34	22.40	3.50	-90	90	0	--
80	NOVA N11	Daisalux	51.34	11.18	3.50	-90	90	0	--
81	NOVA N11	Daisalux	51.34	16.83	3.50	-90	90	0	--
82	NOVA N3	Daisalux	51.70	0.19	2.50	0	90	0	--
83	NOVA N11	Daisalux	52.02	50.68	3.50	180	90	0	--
84	NOVA N11	Daisalux	56.99	0.31	3.50	0	90	0	--
85	NOVA N3	Daisalux	57.69	50.68	2.50	-180	90	0	--
86	NOVA N11	Daisalux	59.02	50.68	3.50	180	90	0	--
87	NOVA N11	Daisalux	64.98	0.34	3.50	0	90	0	--
88	NOVA N11	Daisalux	65.94	50.66	3.50	180	90	0	--
89	NOVA N11	Daisalux	67.34	16.85	3.50	90	90	0	--
90	NOVA N11	Daisalux	67.62	28.04	3.50	90	90	0	--
91	NOVA N11	Daisalux	67.63	33.66	3.50	90	90	0	--

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

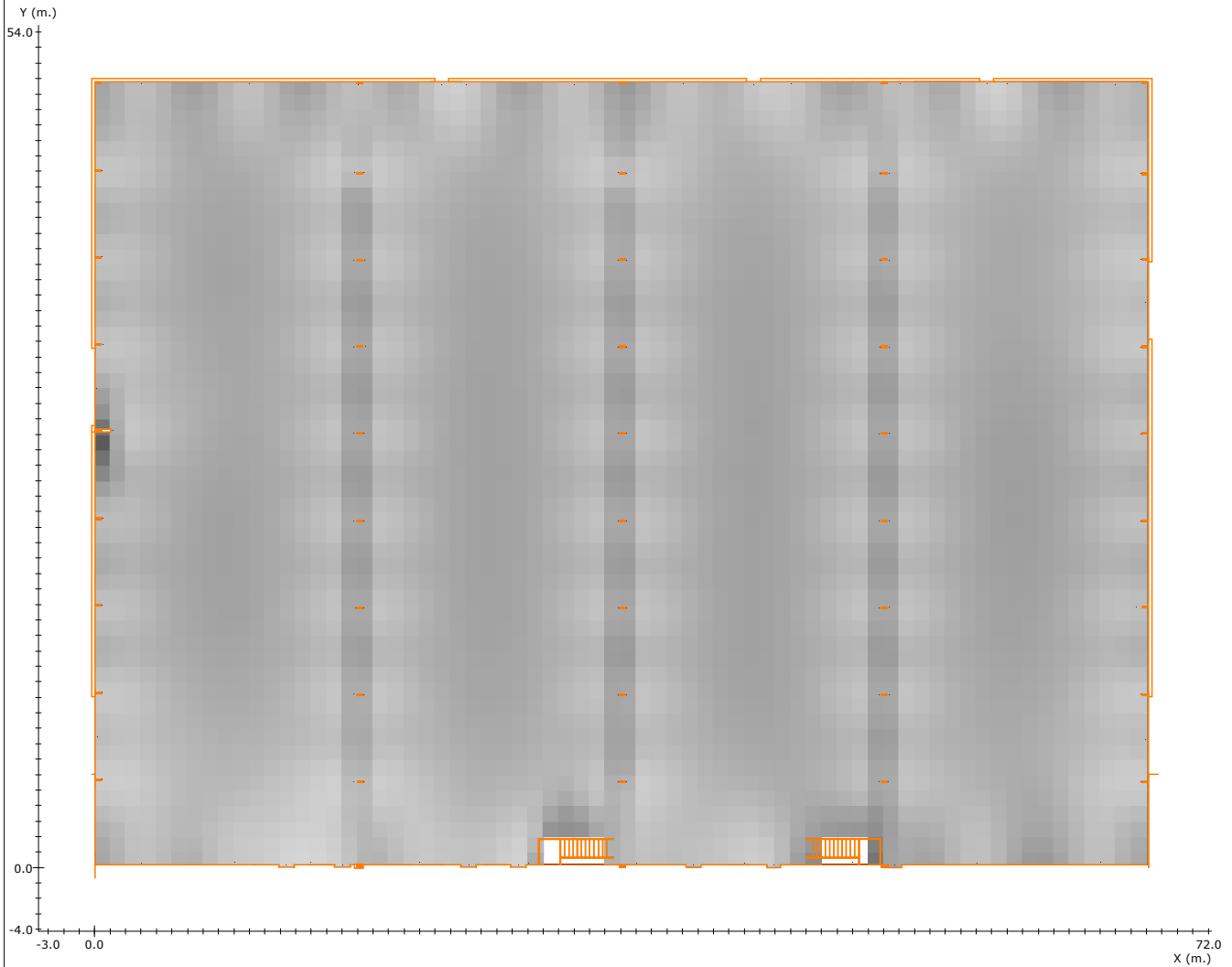
Nota 2: Catálogo España y Portugal - 2014 Enero

<u>Nº</u>	<u>Referencia</u>	<u>Fabricante</u>	<u>Coordenadas</u>						<u>Rót.</u>
			x	y	h	γ	α	β	
92	NOVA N11	Daisalux	67.64	11.20	3.50	90	90	0	--
93	NOVA N11	Daisalux	67.65	5.56	3.50	90	90	0	--
94	NOVA N11	Daisalux	67.66	39.32	3.50	90	90	0	--
95	NOVA N11	Daisalux	67.66	44.89	3.50	90	90	0	--
96	NOVA N11	Daisalux	67.66	22.41	3.50	90	90	0	--
97	NOVA N11	Daisalux	67.90	36.53	7.00	90	90	0	--
98	NOVA N11	Daisalux	67.90	8.31	7.00	90	90	0	--

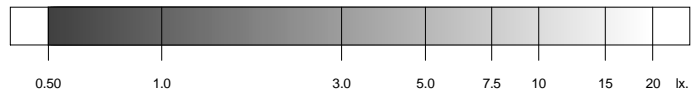
Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Catálogo España y Portugal - 2014 Enero

Gráfico de tramas del plano a 0.00 m.



Leyenda:



Factor de Mantenimiento: 1.000
 Resolución del Cálculo: 1.00 m.

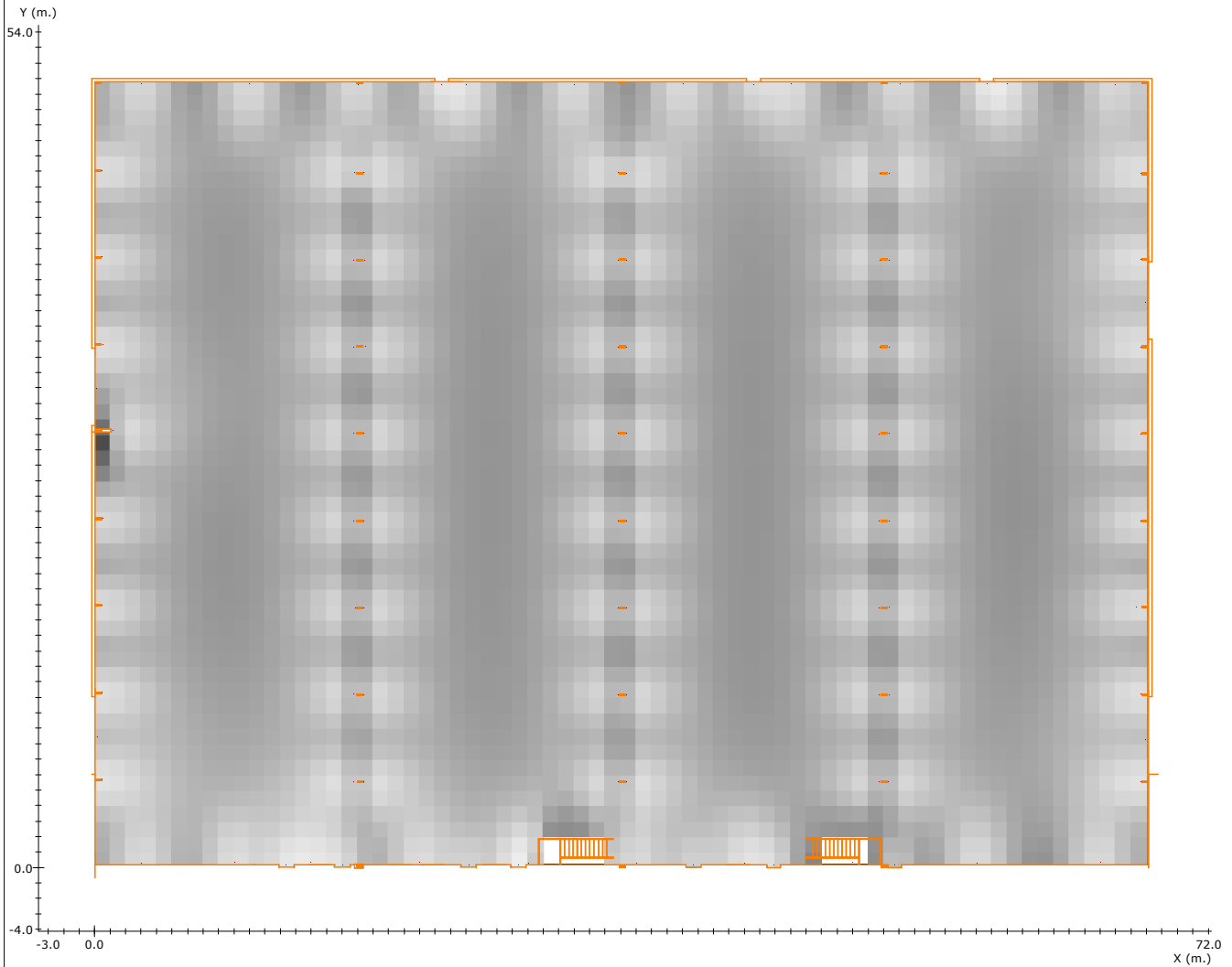
<u>Objetivos</u>		<u>Resultados</u>
Uniformidad:	40.0	17.9 mx/mn
Superficie cubierta:	con 0.50 lx. o más	100.0 % de 3332.0 m ²
Lúmenes / m ² :	----	15.50 lm/m ²
Iluminación media:	----	4.54 lx

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

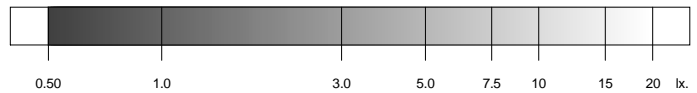
Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2014 Enero

Gráfico de tramas del plano a 1.00 m.



Leyenda:



Factor de Mantenimiento: 1.000
 Resolución del Cálculo: 1.00 m.

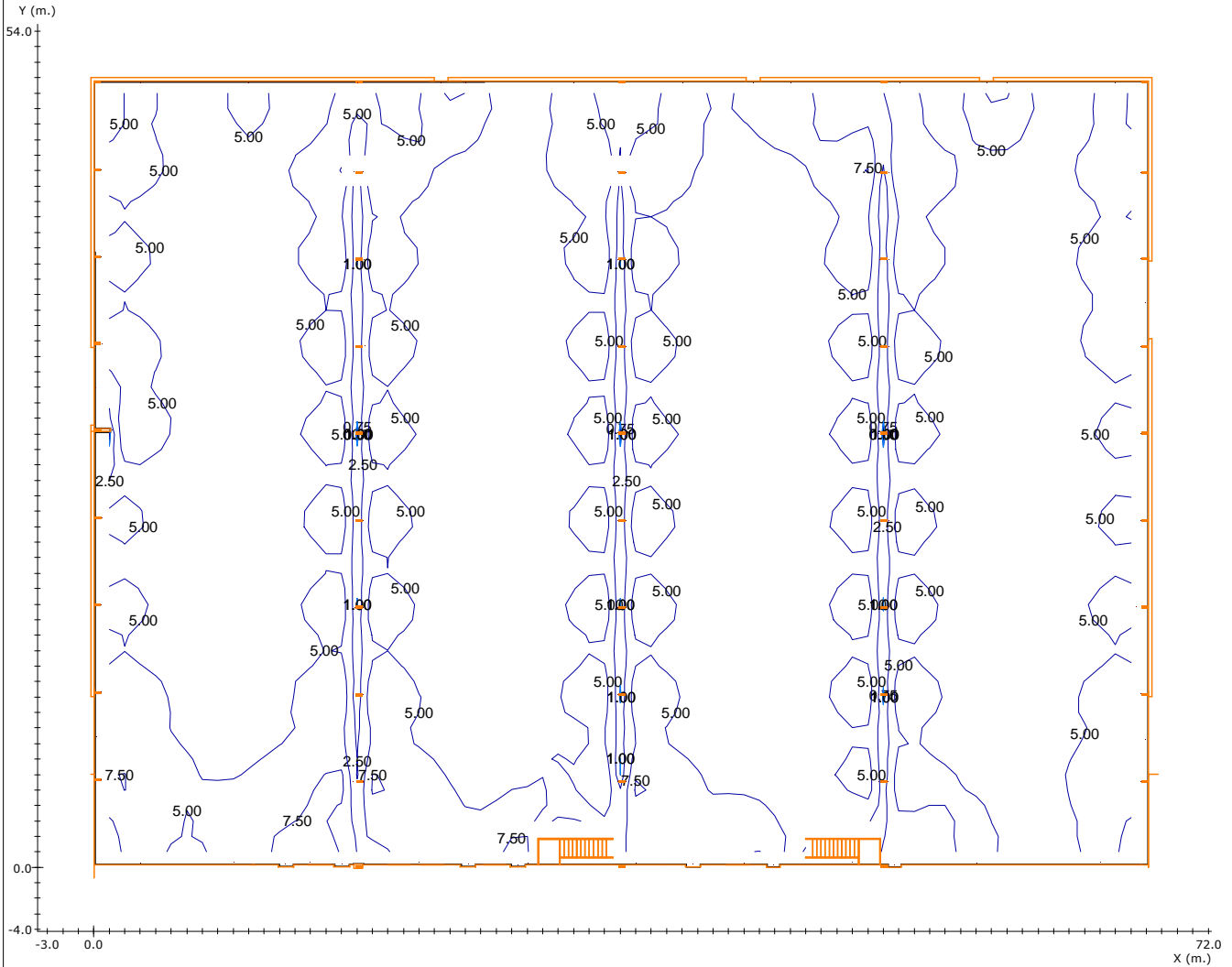
<u>Objetivos</u>		<u>Resultados</u>
Uniformidad:	40.0	28.5 mx/mn
Superficie cubierta:	con 0.50 lx. o más	100.0 % de 3332.0 m ²
Lúmenes / m ² :	----	15.50 lm/m ²
Iluminación media:	----	4.73 lx

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2014 Enero

Curvas isolux en el plano a 0.00 m.



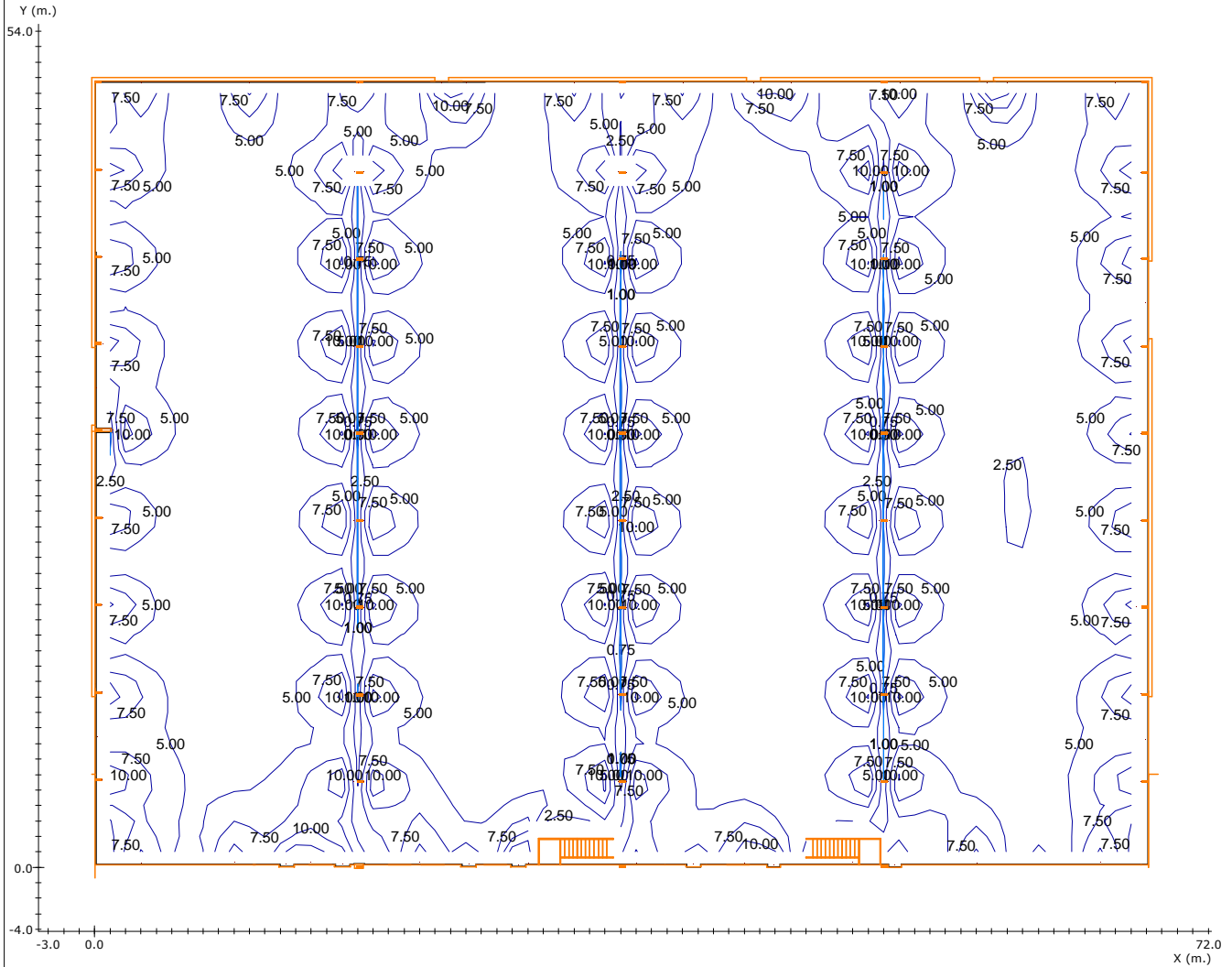
Factor de Mantenimiento: 1.000
 Resolución del Cálculo: 1.00 m.

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2014 Enero

Curvas isolux en el plano a 1.00 m.



Factor de Mantenimiento: 1.000
 Resolución del Cálculo: 1.00 m.

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2014 Enero

RESULTADO DEL ALUMBRADO ANTIPÁNICO EN EL VOLUMEN DE 0.00 m. a 1.00 m.

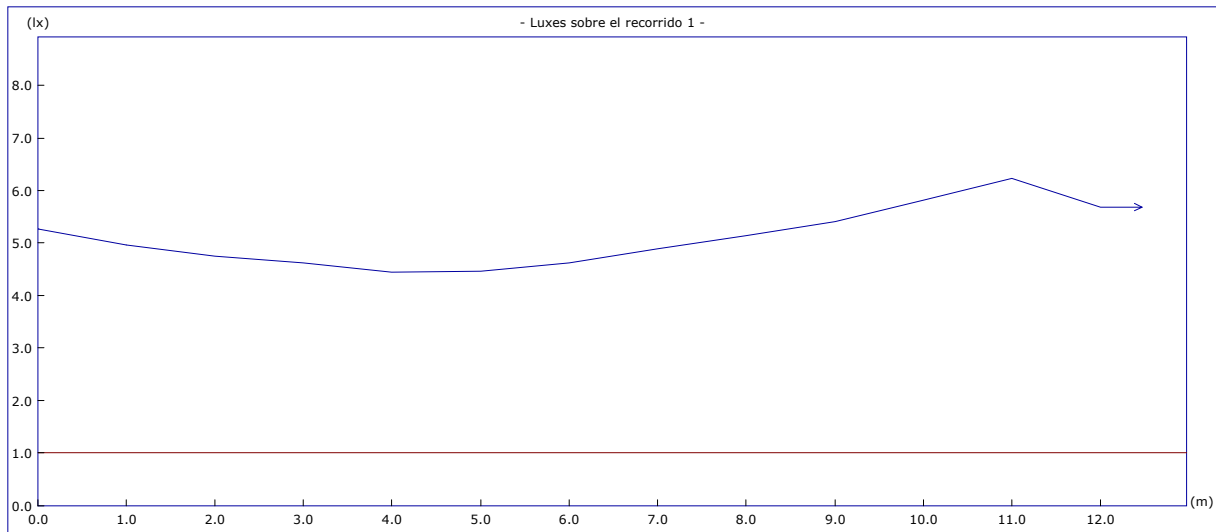
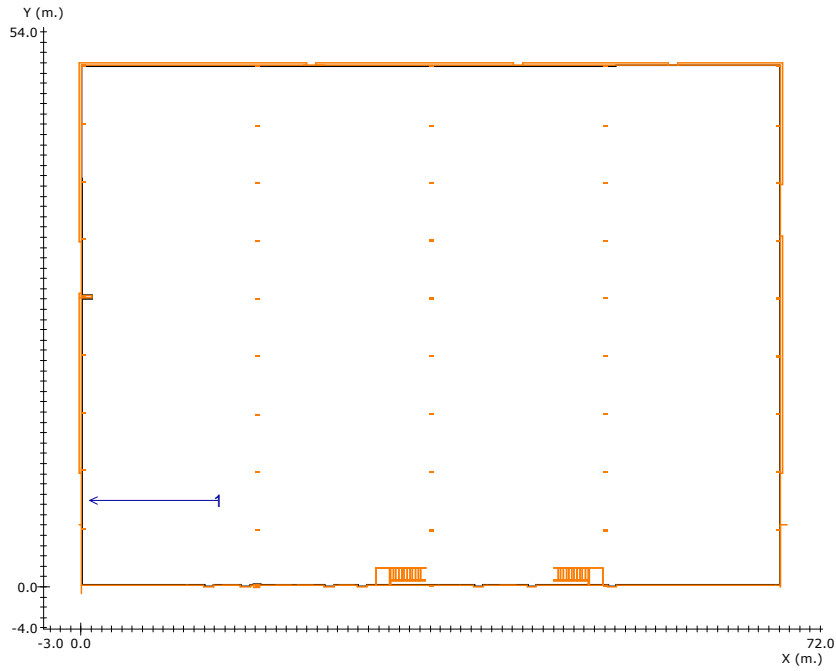
<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
Superficie cubierta: con 0.50 lx. o más	100.0 % de 3332.0
Uniformidad: 40.0 mx/mn.	28.5 mx/mn
Lúmenes / m ² : ----	15.5 lm/m ²

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2014 Enero

Recorridos de Evacuación



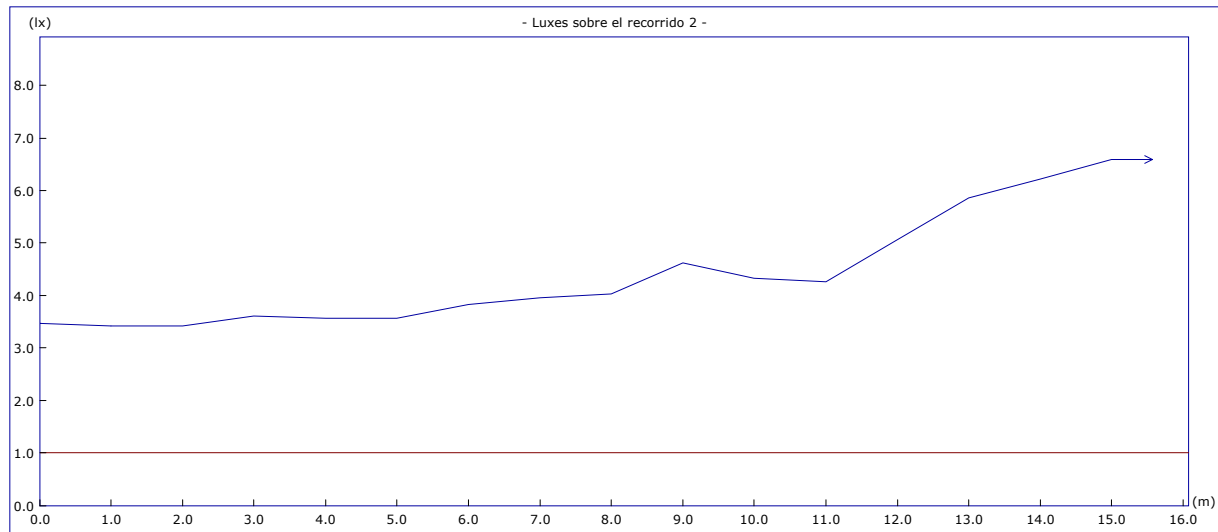
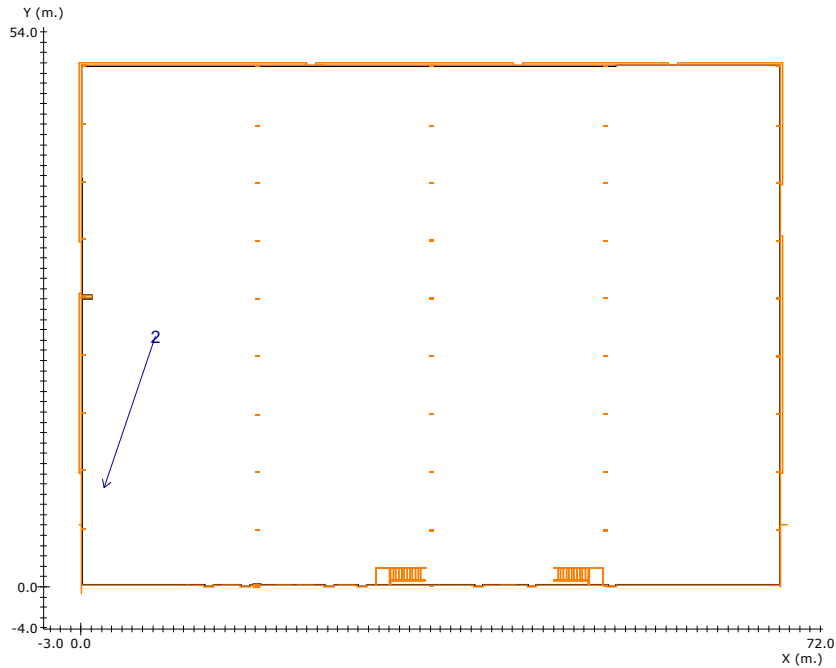
Altura del plano de medida:	0.00 m.		
Resolución del Cálculo:	1.00 m.		
Factor de Mantenimiento:	1.000	<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
		Uniform. en recorrido:	40.0 mx/mn 1.4 mx/mn
		lx. mínimos:	1.00 lx. 4.44 lx.
		lx. máximos:	---- 6.23 lx.
		Longitud cubierta:	con 1.00 lx. o más 100.0 %

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2014 Enero

Recorridos de Evacuación



Altura del plano de medida: 0.00 m.

Resolución del Cálculo: 1.00 m.

Factor de Mantenimiento: 1.000

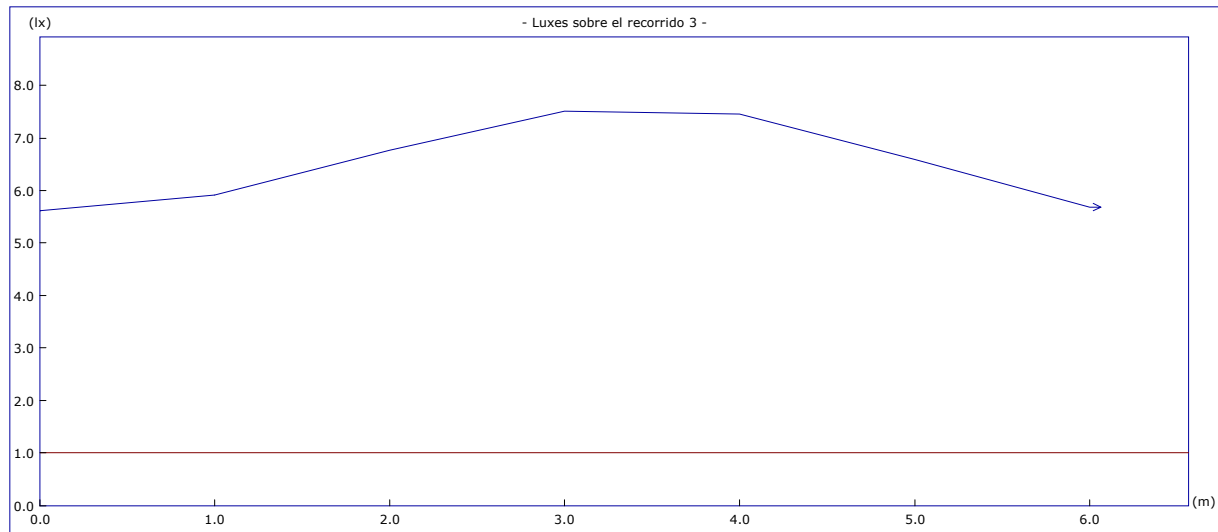
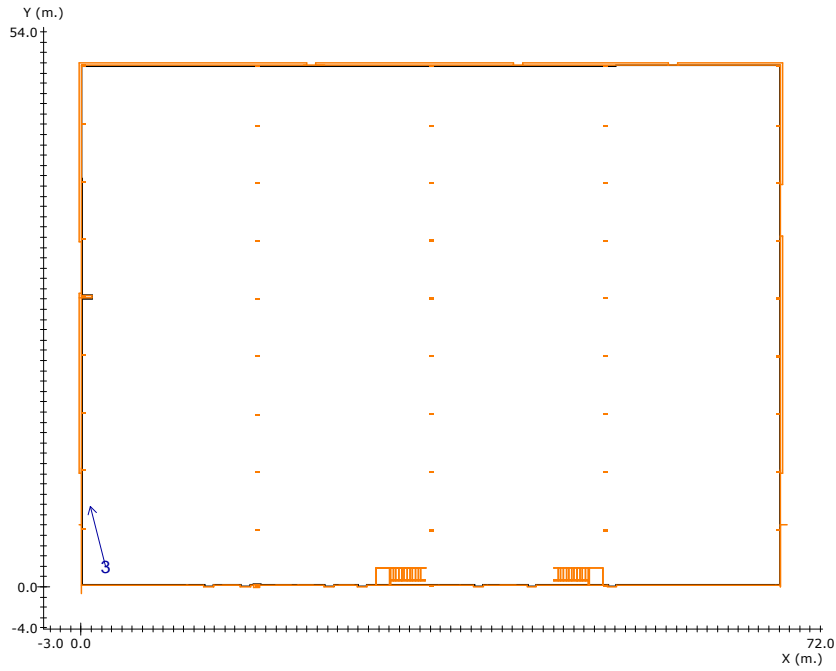
	<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
Uniform. en recorrido:	40.0 mx/mn	1.9 mx/mn
lx. mínimos:	1.00 lx.	3.42 lx.
lx. máximos:	---	6.59 lx.
Longitud cubierta:	con 1.00 lx. o más	100.0 %

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2014 Enero

Recorridos de Evacuación



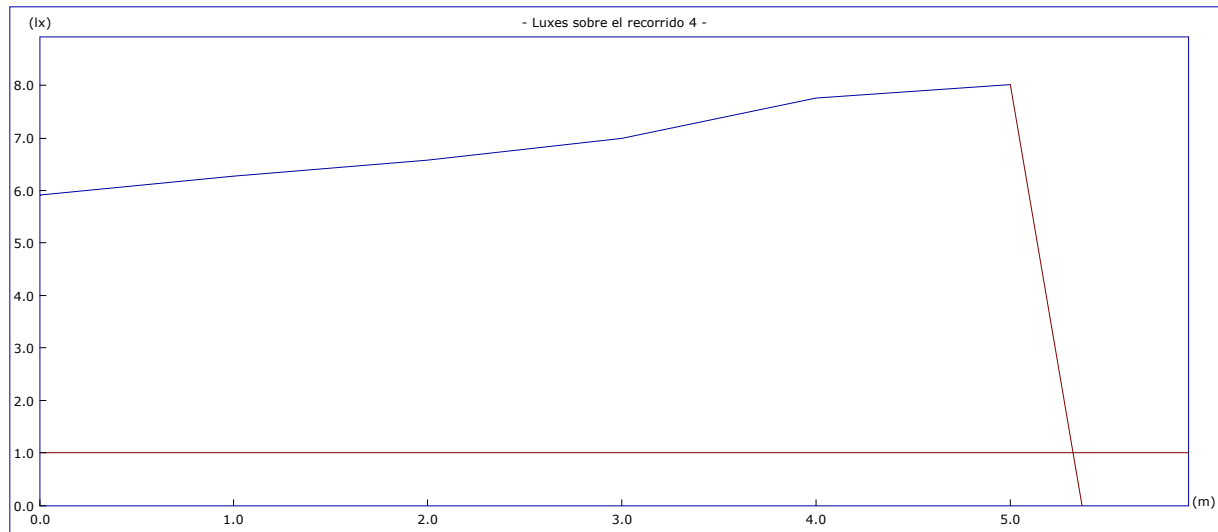
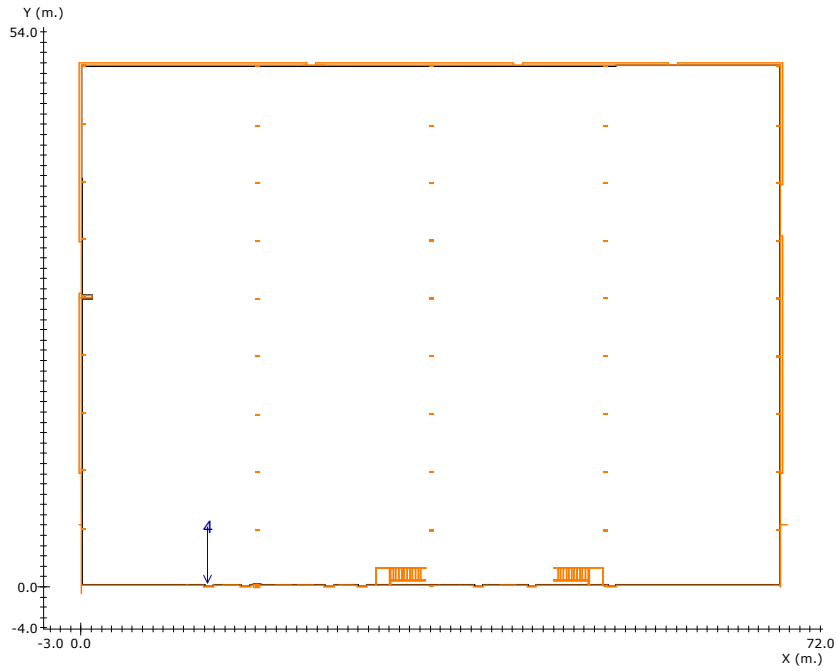
Altura del plano de medida:	0.00 m.		
Resolución del Cálculo:	1.00 m.		
Factor de Mantenimiento:	1.000	<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
		Uniform. en recorrido:	40.0 mx/mn 1.3 mx/mn
		lx. mínimos:	1.00 lx. 5.61 lx.
		lx. máximos:	---- 7.51 lx.
		Longitud cubierta:	con 1.00 lx. o más 100.0 %

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2014 Enero

Recorridos de Evacuación



Altura del plano de medida: 0.00 m.

Resolución del Cálculo: 1.00 m.

Factor de Mantenimiento: 1.000

Objetivos

Resultados

Uniform. en recorrido: 40.0 mx/mn

1.4 mx/mn

lx. mínimos: 1.00 lx.

5.91 lx.

lx. máximos: ---

8.02 lx.

Longitud cubierta: con 1.00 lx. o más

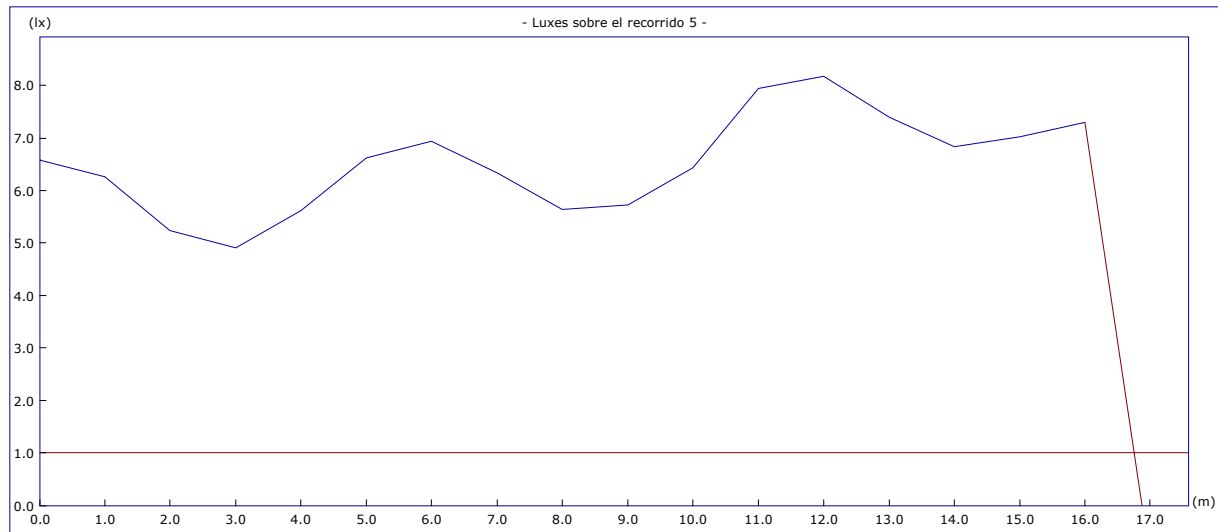
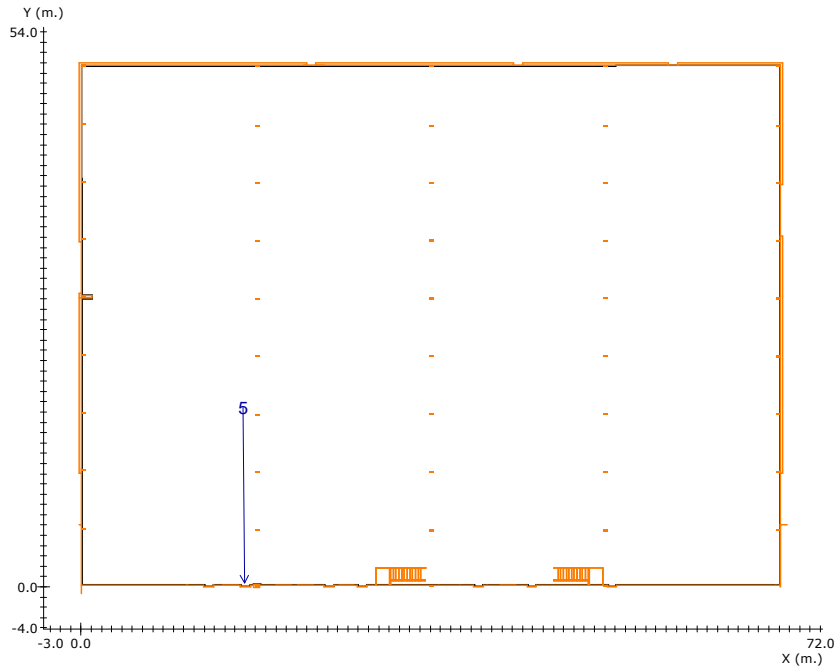
100.0 %

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2014 Enero

Recorridos de Evacuación



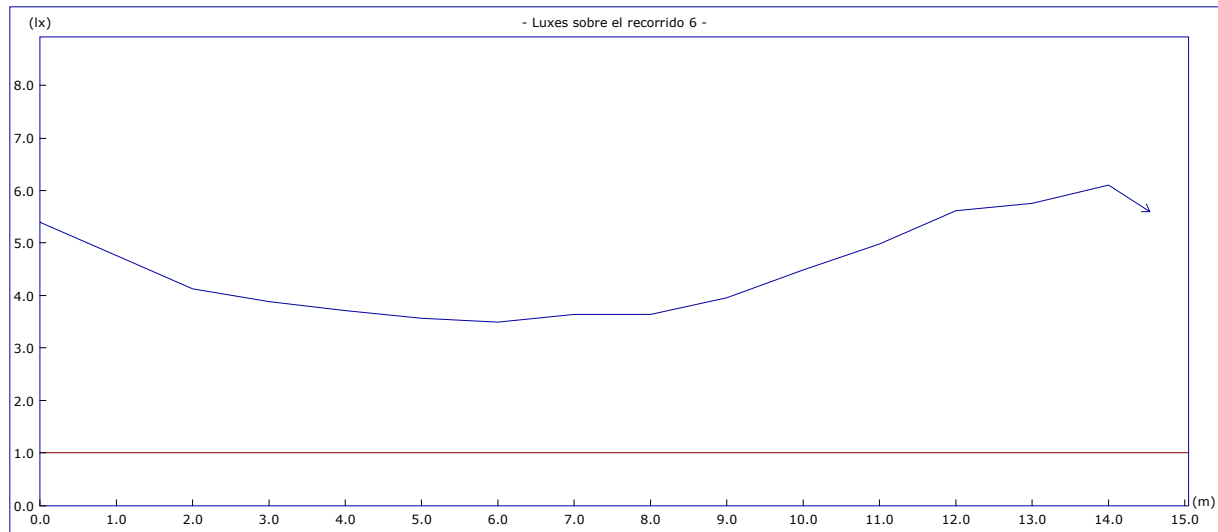
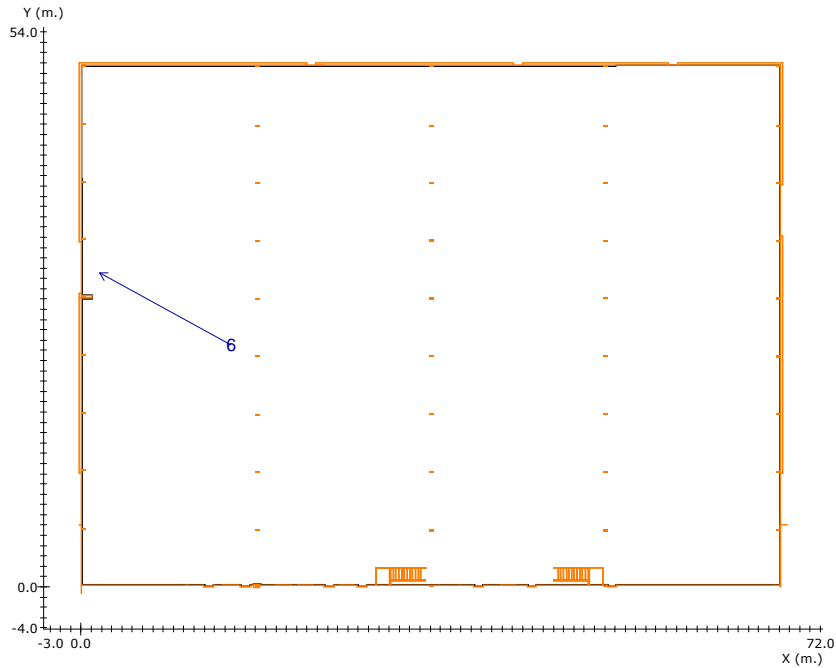
Altura del plano de medida:	0.00 m.		
Resolución del Cálculo:	1.00 m.		
Factor de Mantenimiento:	1.000	<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
		Uniform. en recorrido:	40.0 mx/mn 1.7 mx/mn
		lx. mínimos:	1.00 lx. 4.90 lx.
		lx. máximos:	---- 8.18 lx.
		Longitud cubierta:	con 1.00 lx. o más 100.0 %

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2014 Enero

Recorridos de Evacuación



Altura del plano de medida: 0.00 m.

Resolución del Cálculo: 1.00 m.

Factor de Mantenimiento: 1.000

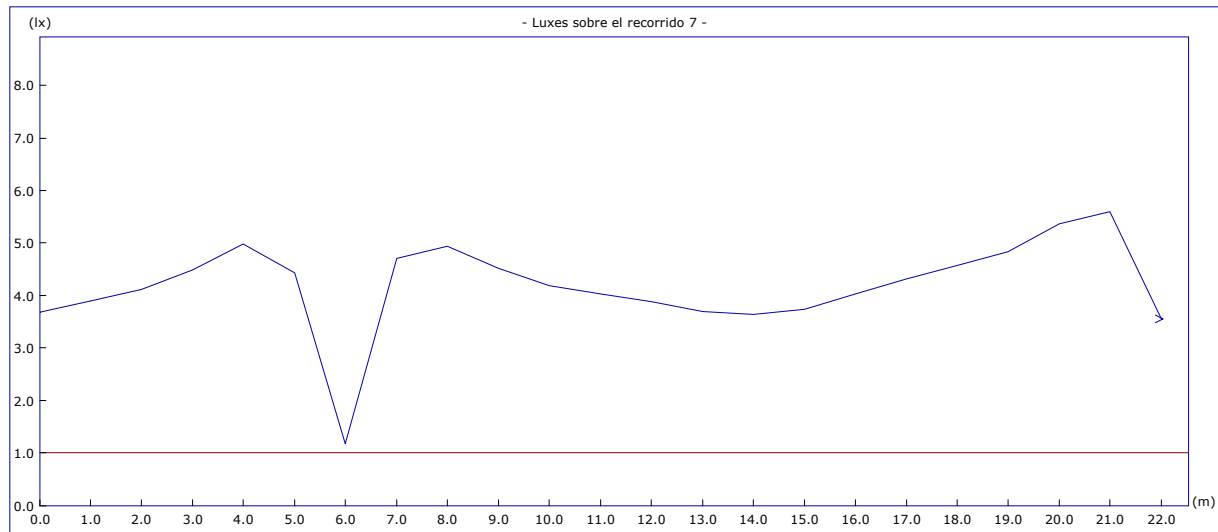
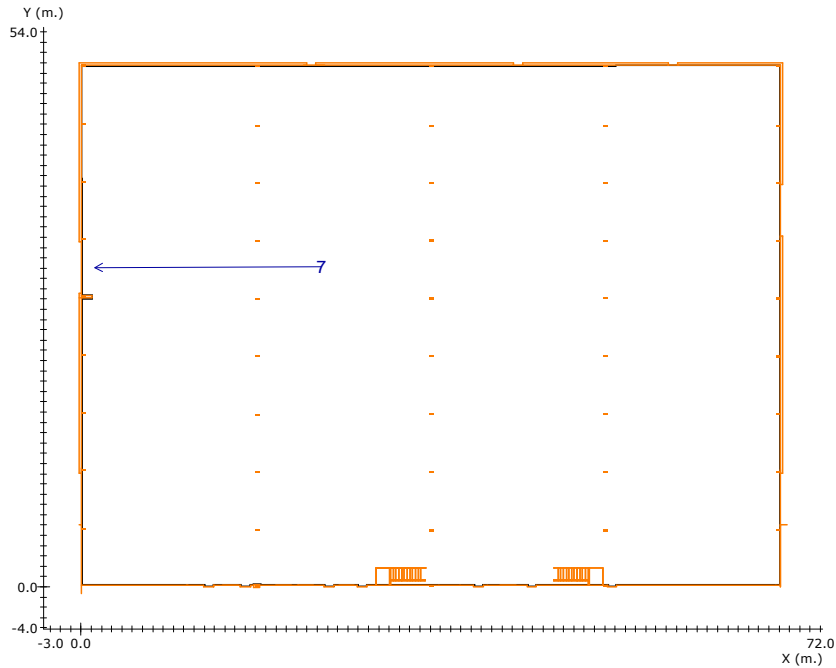
	<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
Uniform. en recorrido:	40.0 mx/mn	1.7 mx/mn
lx. mínimos:	1.00 lx.	3.50 lx.
lx. máximos:	---	6.10 lx.
Longitud cubierta:	con 1.00 lx. o más	100.0 %

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2014 Enero

Recorridos de Evacuación



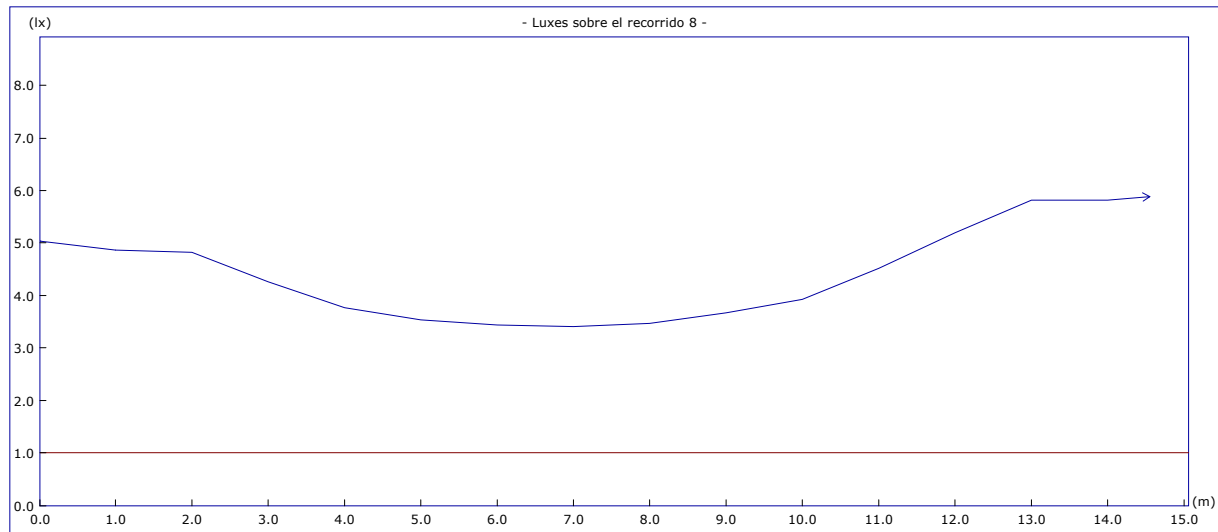
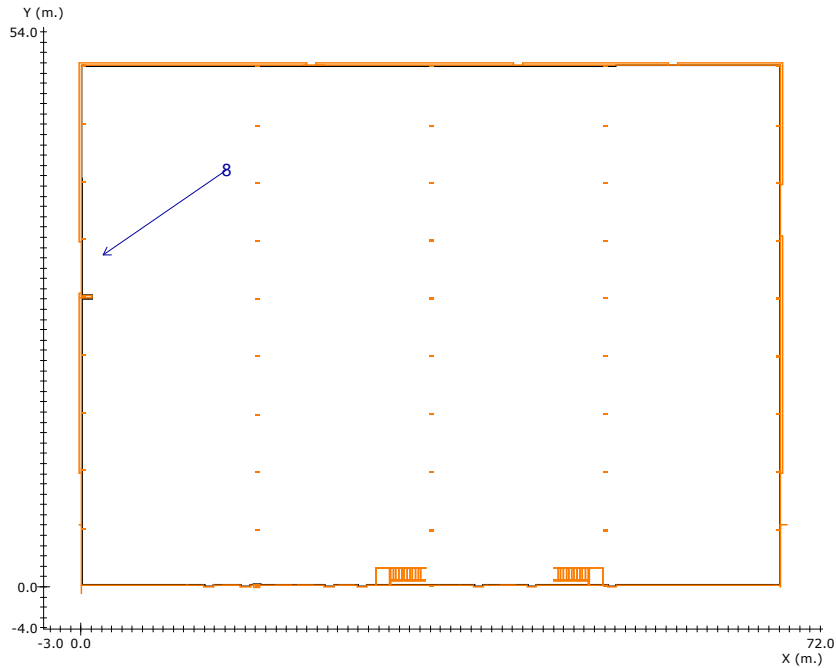
Altura del plano de medida:	0.00 m.		
Resolución del Cálculo:	1.00 m.		
Factor de Mantenimiento:	1.000	<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
		Uniform. en recorrido:	40.0 mx/mn 4.7 mx/mn
		lx. mínimos:	1.00 lx. 1.18 lx.
		lx. máximos:	---- 5.59 lx.
		Longitud cubierta:	con 1.00 lx. o más 100.0 %

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2014 Enero

Recorridos de Evacuación



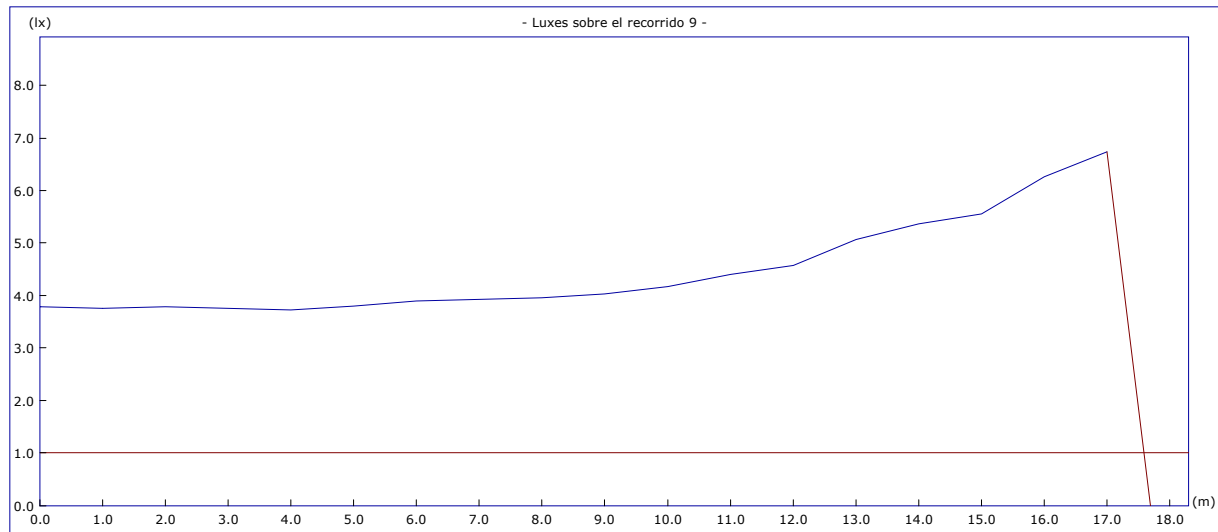
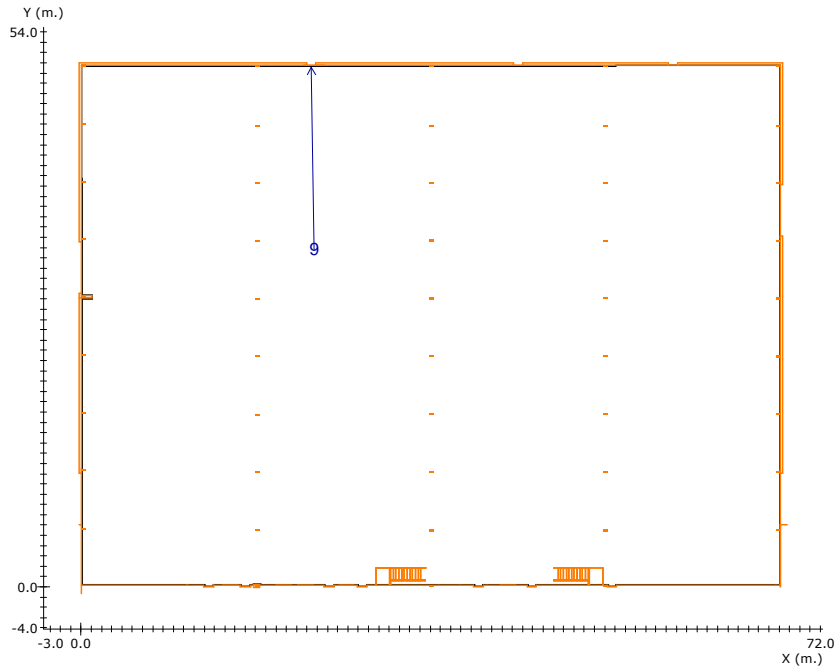
Altura del plano de medida:	0.00 m.		
Resolución del Cálculo:	1.00 m.		
Factor de Mantenimiento:	1.000	<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
		Uniform. en recorrido:	40.0 mx/mn 1.7 mx/mn
		lx. mínimos:	1.00 lx. 3.41 lx.
		lx. máximos:	---- 5.89 lx.
		Longitud cubierta:	con 1.00 lx. o más 100.0 %

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2014 Enero

Recorridos de Evacuación



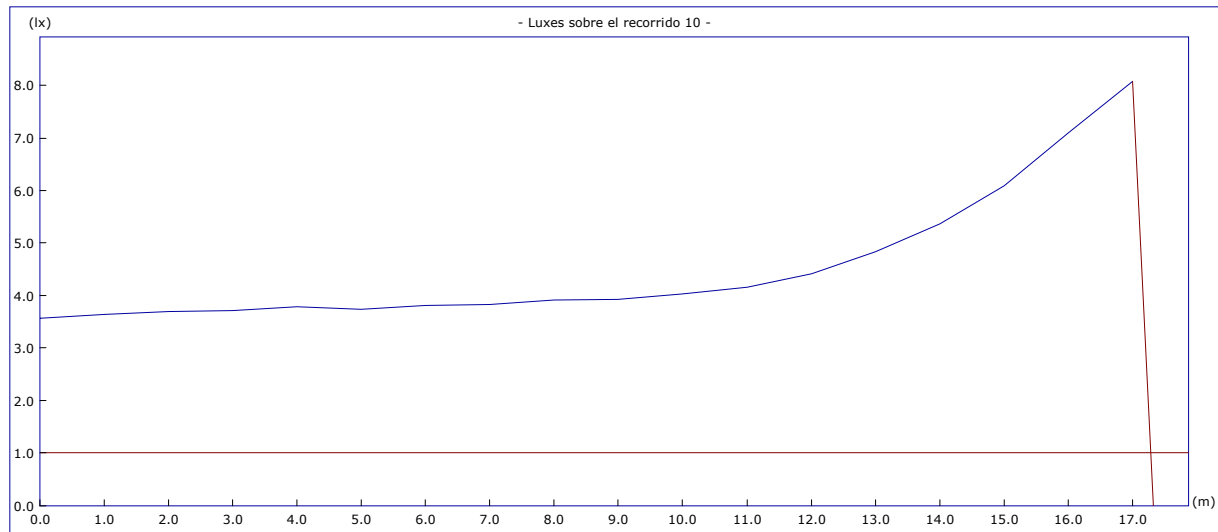
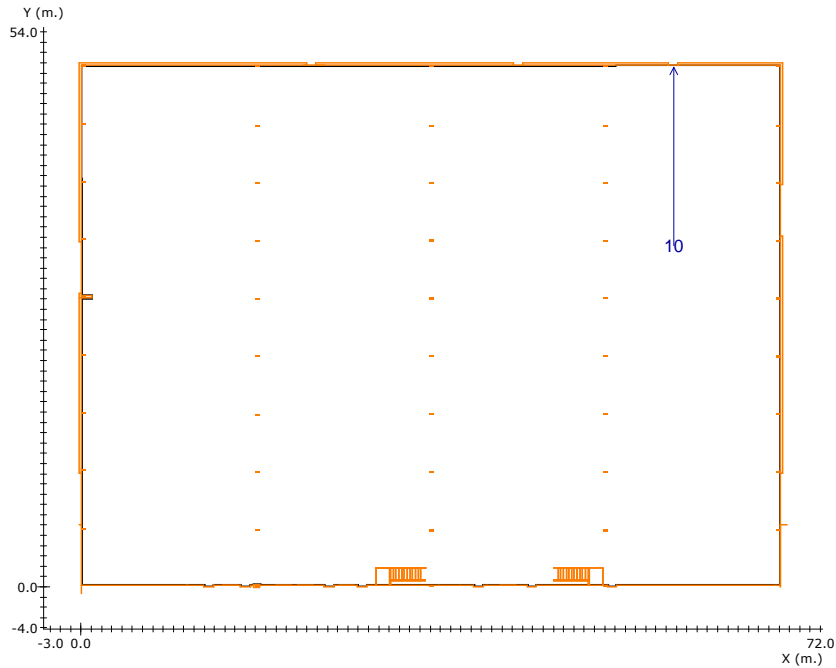
Altura del plano de medida:	0.00 m.		
Resolución del Cálculo:	1.00 m.		
Factor de Mantenimiento:	1.000	<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
		Uniform. en recorrido:	40.0 mx/mn 1.8 mx/mn
		lx. mínimos:	1.00 lx. 3.72 lx.
		lx. máximos:	---- 6.74 lx.
		Longitud cubierta:	con 1.00 lx. o más 100.0 %

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2014 Enero

Recorridos de Evacuación



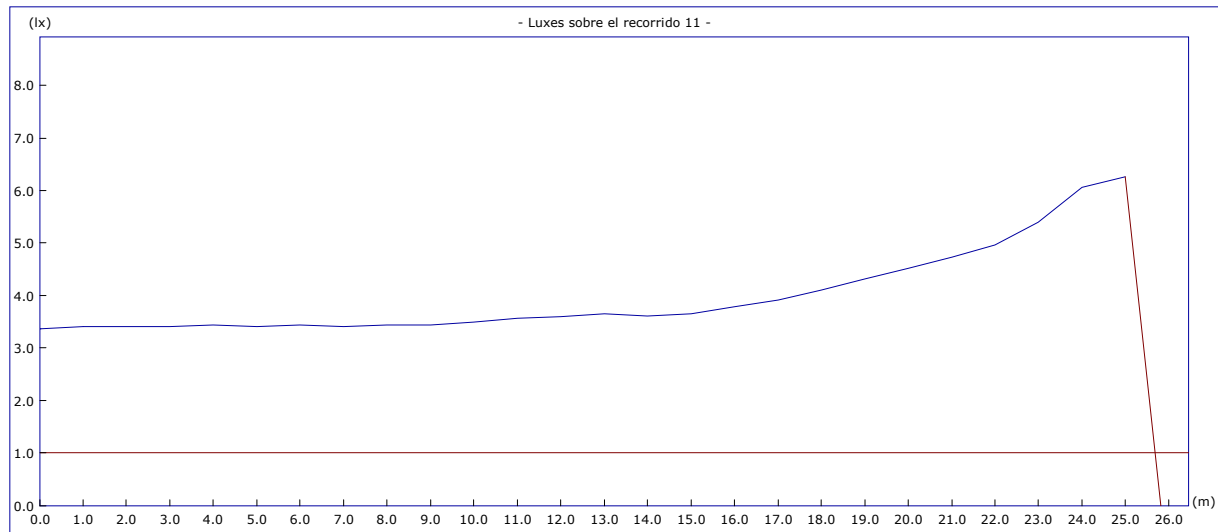
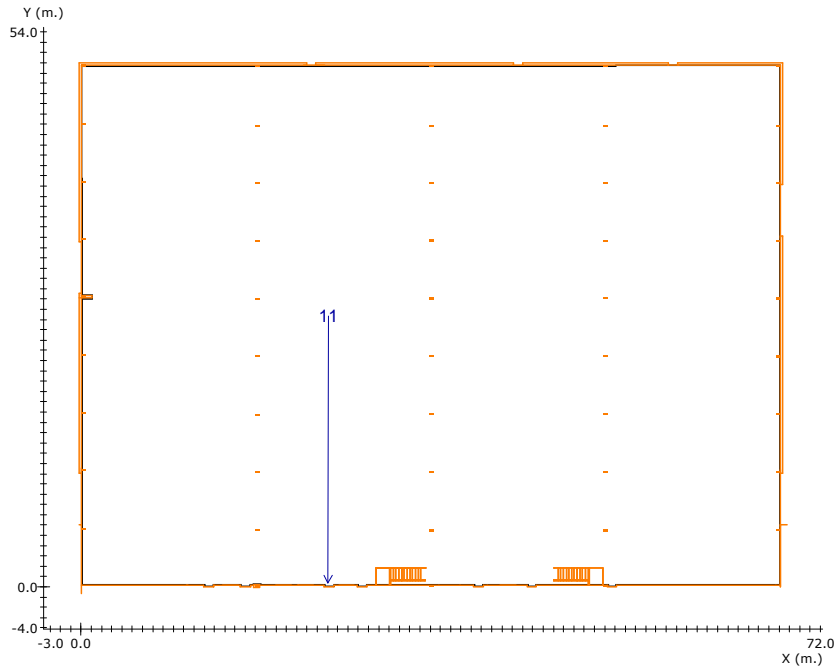
Altura del plano de medida:	0.00 m.		
Resolución del Cálculo:	1.00 m.		
Factor de Mantenimiento:	1.000	<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
		Uniform. en recorrido:	40.0 mx/mn 2.3 mx/mn
		lx. mínimos:	1.00 lx. 3.57 lx.
		lx. máximos:	---- 8.08 lx.
		Longitud cubierta:	con 1.00 lx. o más 100.0 %

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2014 Enero

Recorridos de Evacuación



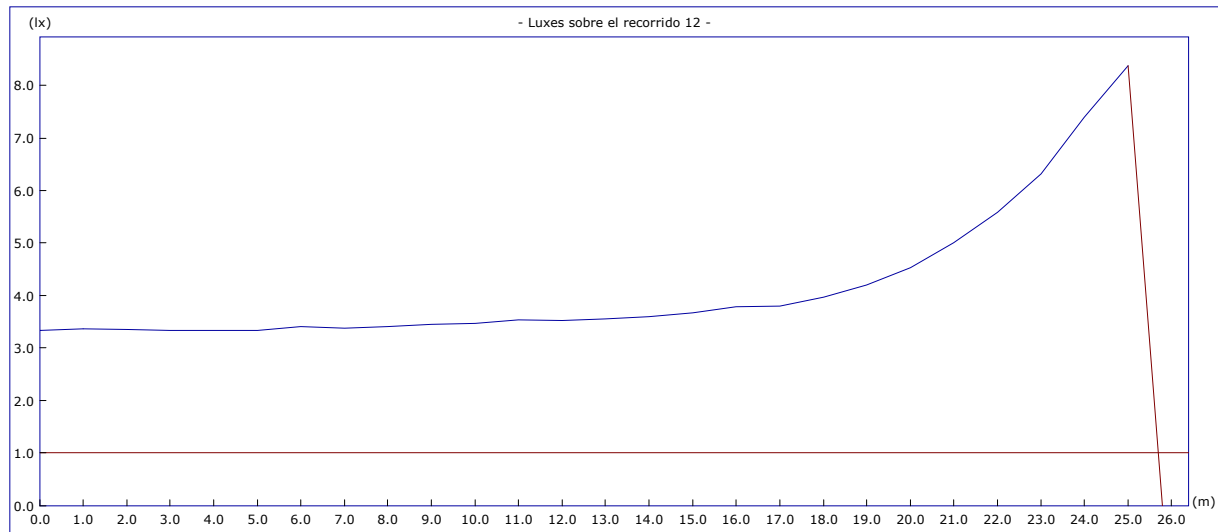
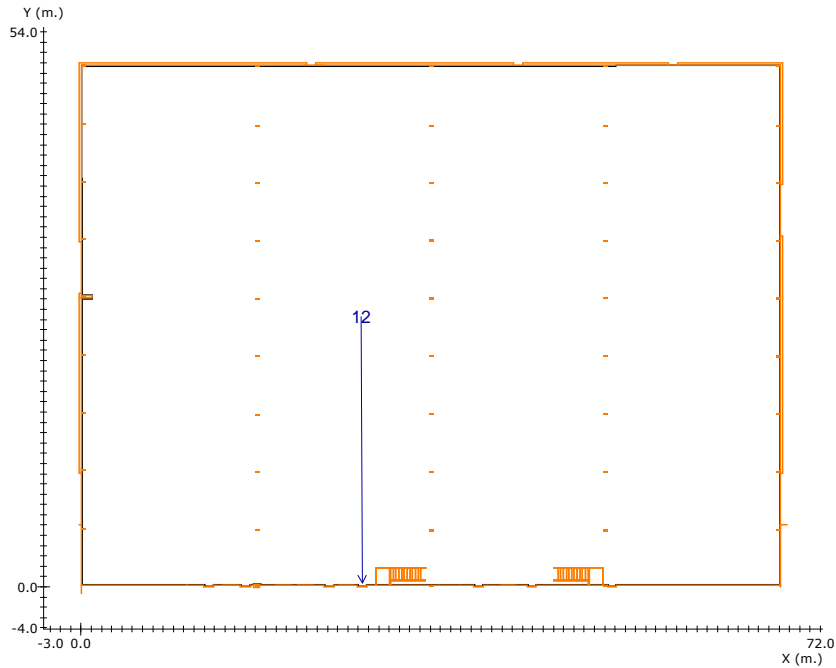
Altura del plano de medida:	0.00 m.		
Resolución del Cálculo:	1.00 m.		
Factor de Mantenimiento:	1.000	<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
		Uniform. en recorrido:	40.0 mx/mn 1.9 mx/mn
		lx. mínimos:	1.00 lx. 3.37 lx.
		lx. máximos:	---- 6.26 lx.
		Longitud cubierta:	con 1.00 lx. o más 100.0 %

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2014 Enero

Recorridos de Evacuación



Altura del plano de medida: 0.00 m.

Resolución del Cálculo: 1.00 m.

Factor de Mantenimiento: 1.000

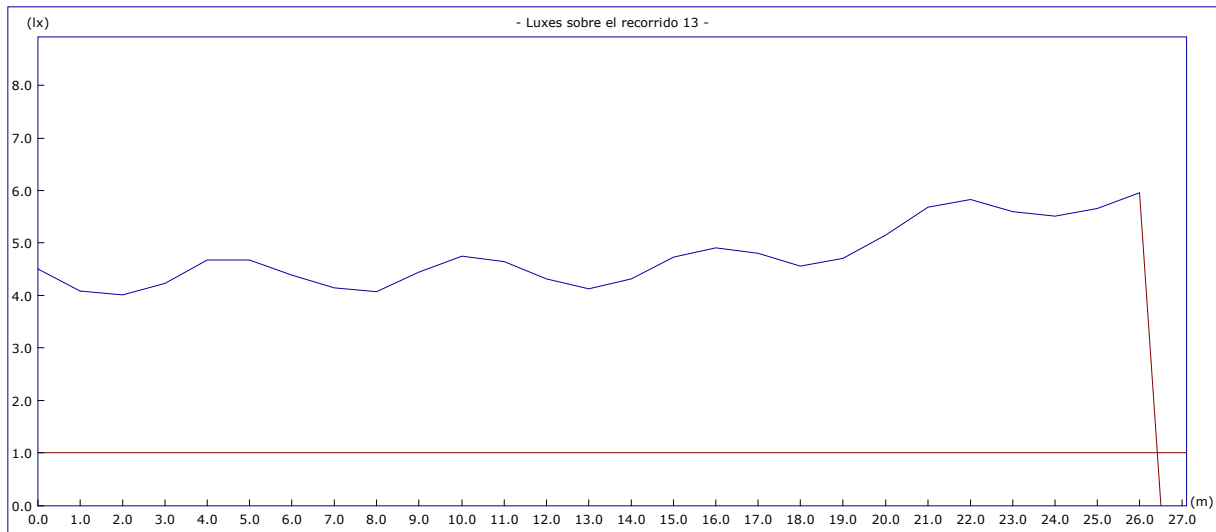
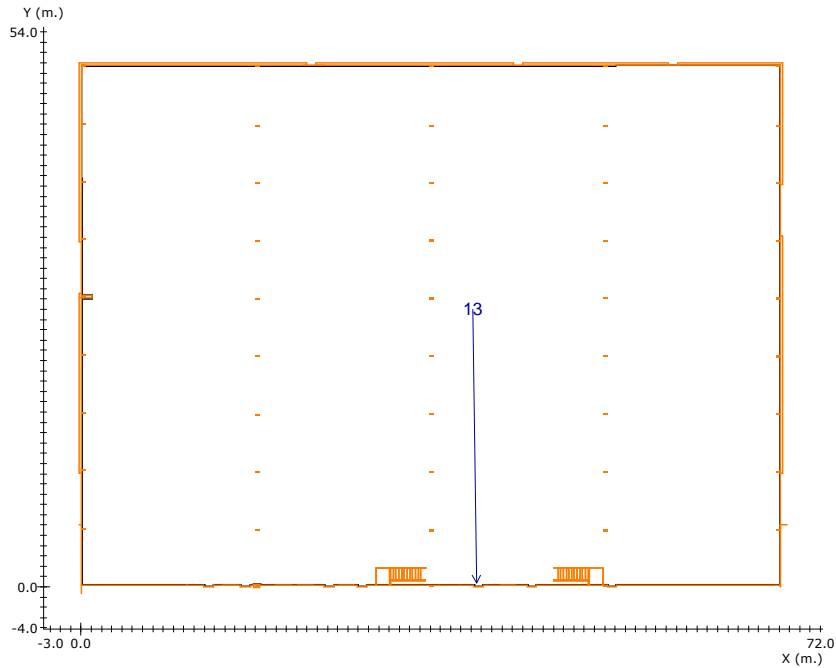
	<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
Uniform. en recorrido:	40.0 mx/mn	2.5 mx/mn
lx. mínimos:	1.00 lx.	3.33 lx.
lx. máximos:	---	8.38 lx.
Longitud cubierta:	con 1.00 lx. o más	100.0 %

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2014 Enero

Recorridos de Evacuación



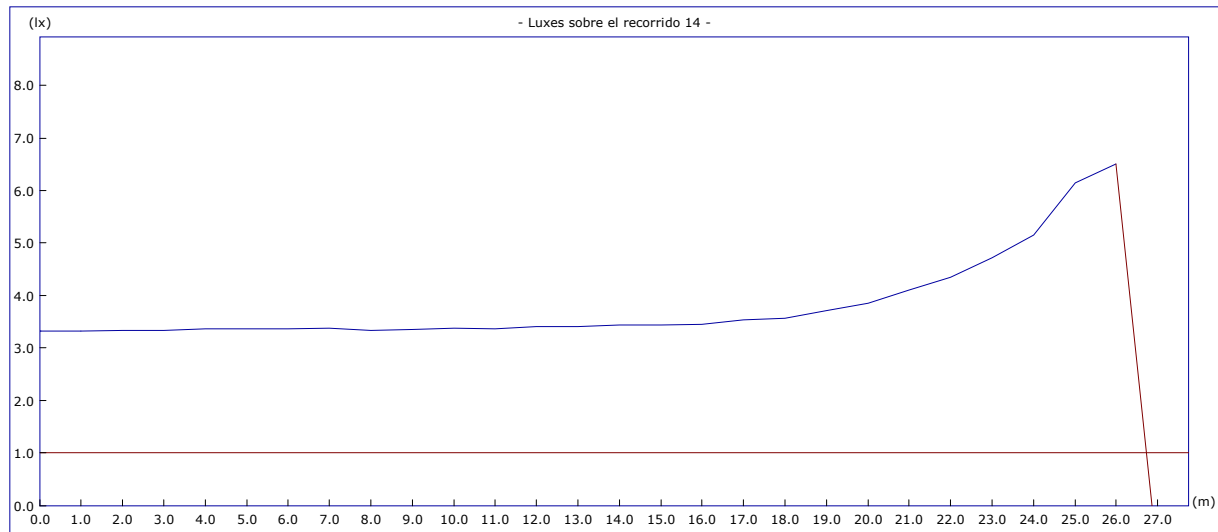
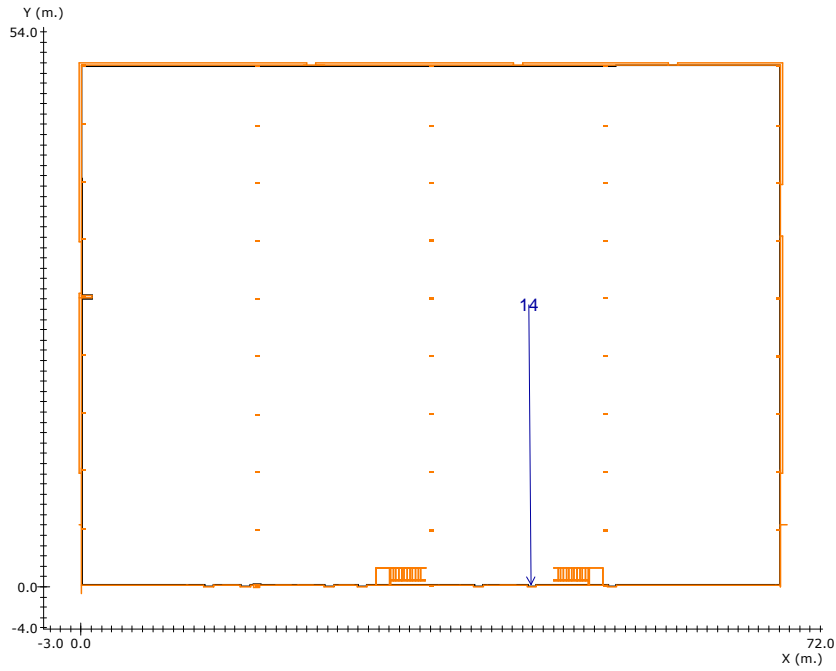
Altura del plano de medida:	0.00 m.		
Resolución del Cálculo:	1.00 m.		
Factor de Mantenimiento:	1.000	<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
		Uniform. en recorrido:	40.0 mx/mn 1.5 mx/mn
		lx. mínimos:	1.00 lx. 4.01 lx.
		lx. máximos:	---- 5.96 lx.
		Longitud cubierta:	con 1.00 lx. o más 100.0 %

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2014 Enero

Recorridos de Evacuación



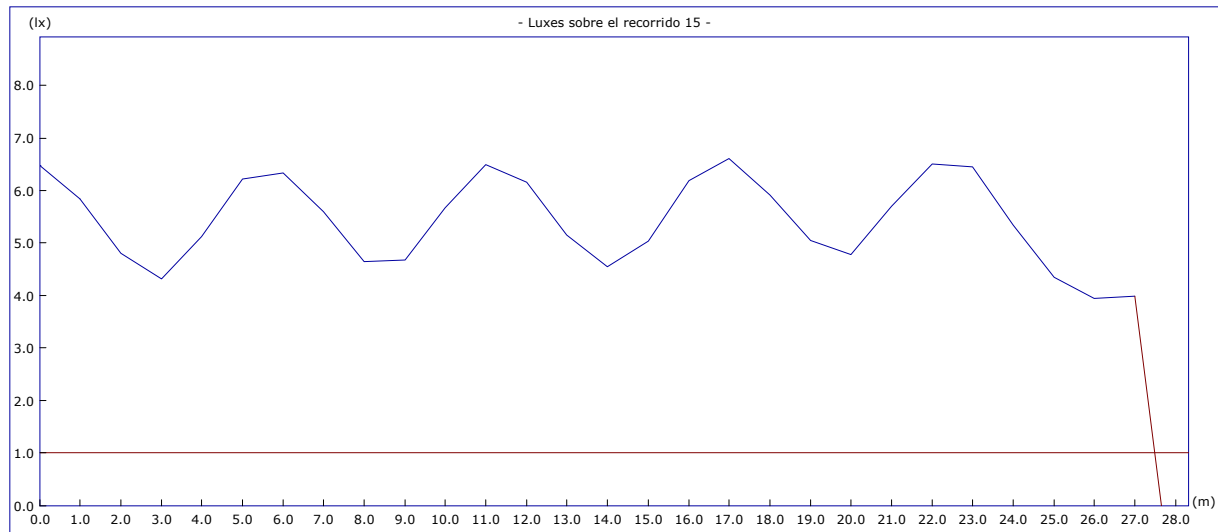
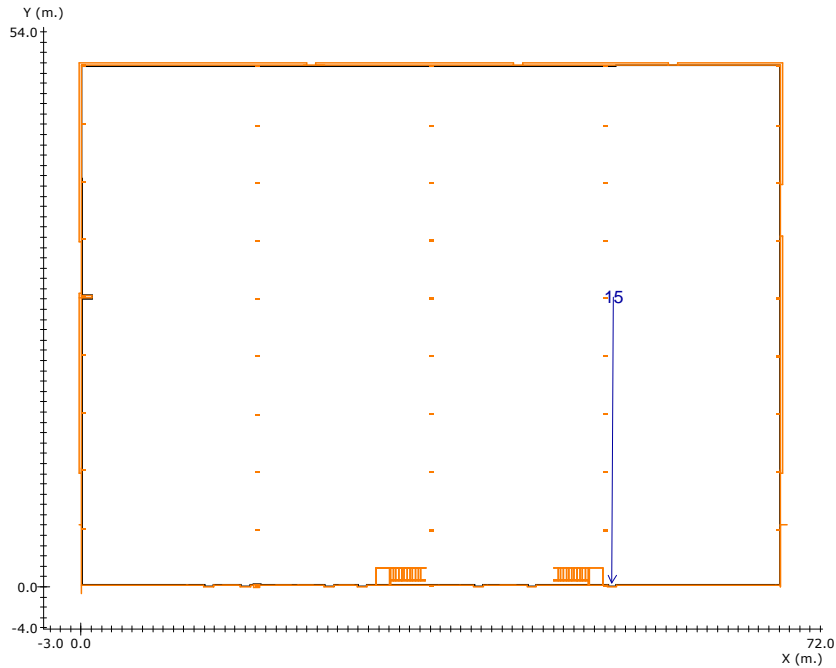
Altura del plano de medida:	0.00 m.		
Resolución del Cálculo:	1.00 m.		
Factor de Mantenimiento:	1.000	<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
		Uniform. en recorrido:	40.0 mx/mn 2.0 mx/mn
		lx. mínimos:	1.00 lx. 3.32 lx.
		lx. máximos:	---- 6.51 lx.
		Longitud cubierta:	con 1.00 lx. o más 100.0 %

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2014 Enero

Recorridos de Evacuación



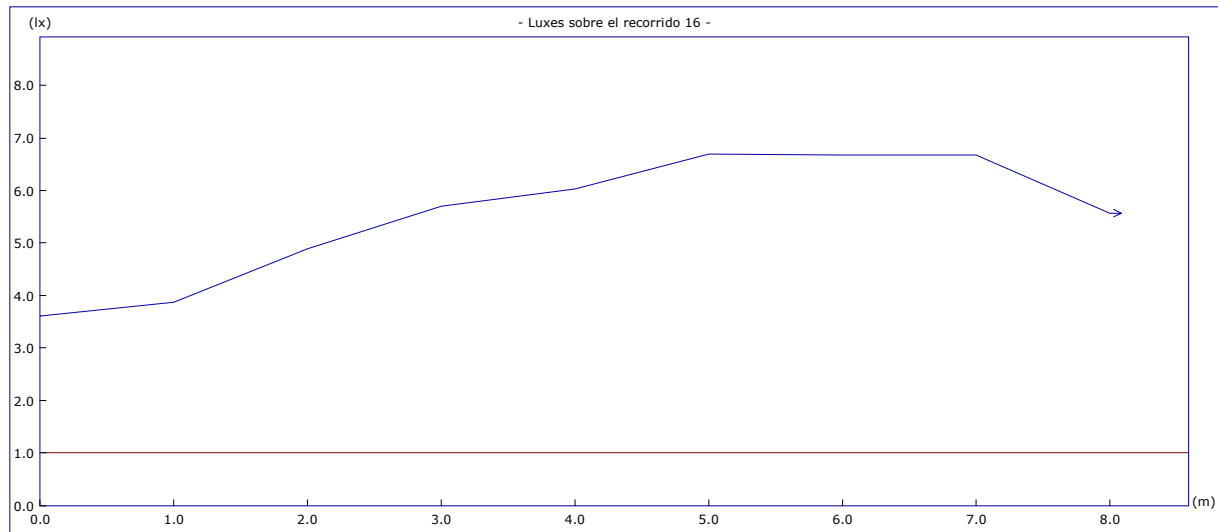
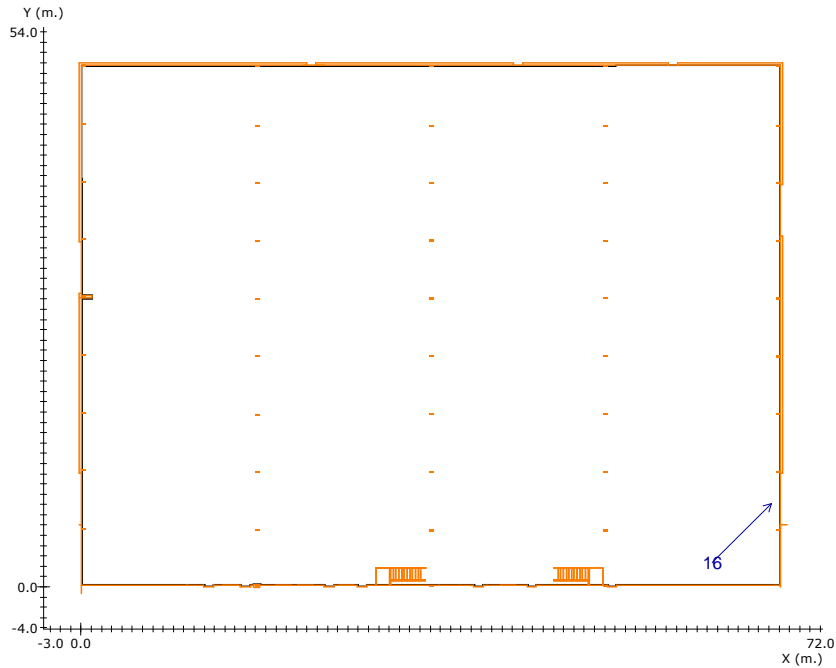
Altura del plano de medida:	0.00 m.		
Resolución del Cálculo:	1.00 m.		
Factor de Mantenimiento:	1.000	<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
		Uniform. en recorrido:	40.0 mx/mn 1.7 mx/mn
		lx. mínimos:	1.00 lx. 3.94 lx.
		lx. máximos:	---- 6.61 lx.
		Longitud cubierta:	con 1.00 lx. o más 100.0 %

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2014 Enero

Recorridos de Evacuación



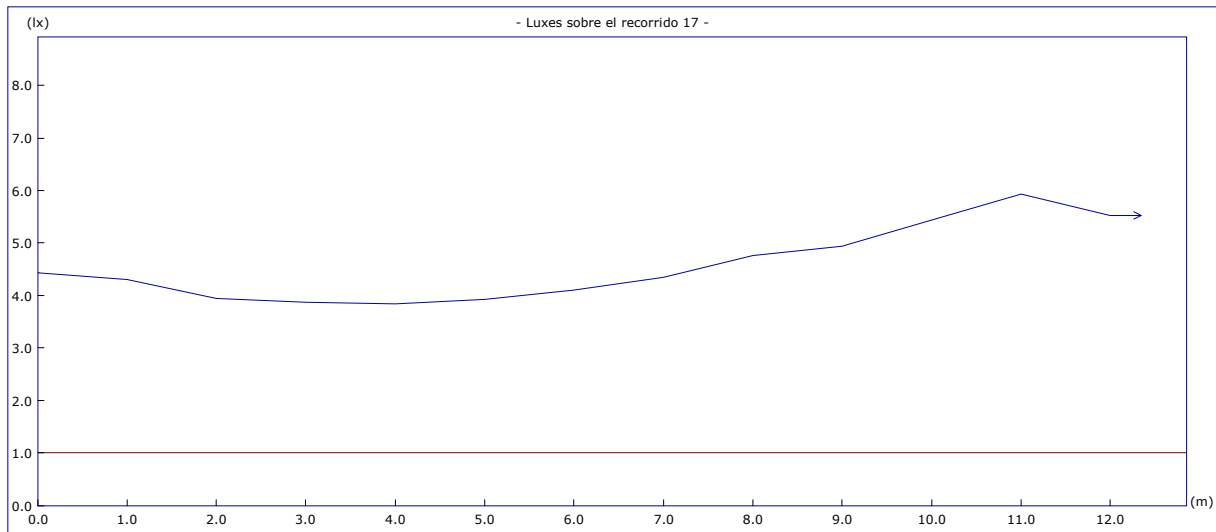
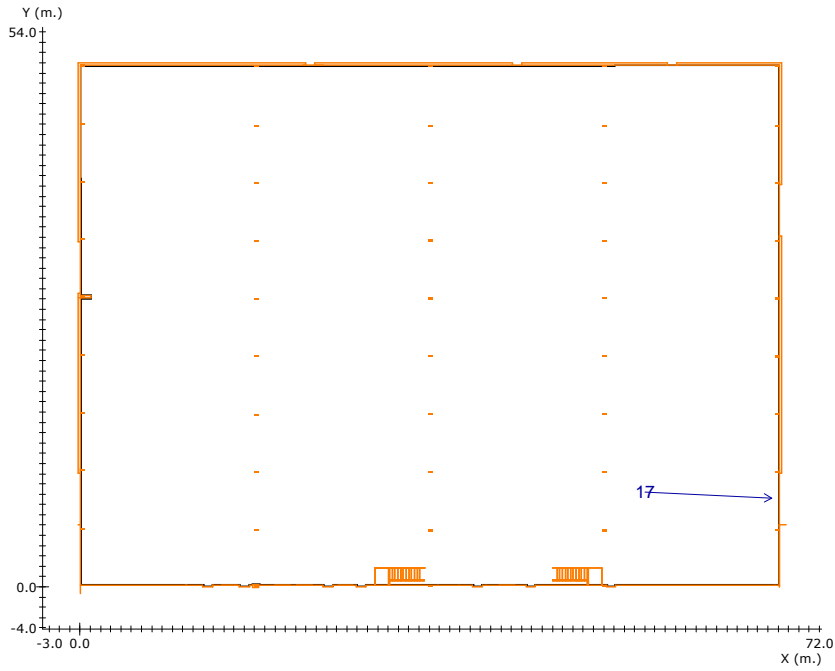
Altura del plano de medida:	0.00 m.		
Resolución del Cálculo:	1.00 m.		
Factor de Mantenimiento:	1.000	<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
		Uniform. en recorrido:	40.0 mx/mn 1.9 mx/mn
		lx. mínimos:	1.00 lx. 3.61 lx.
		lx. máximos:	---- 6.69 lx.
		Longitud cubierta:	con 1.00 lx. o más 100.0 %

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2014 Enero

Recorridos de Evacuación



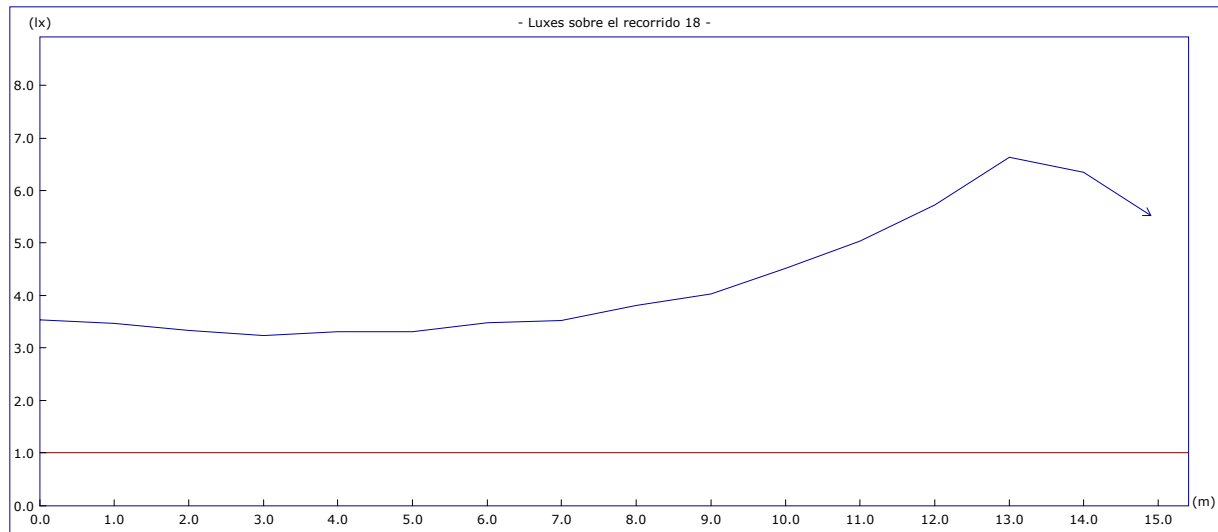
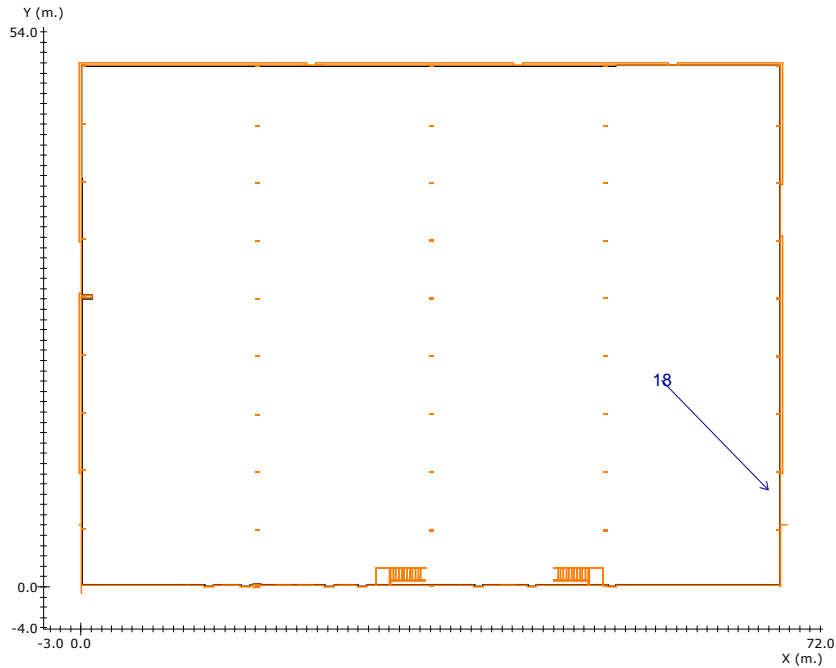
Altura del plano de medida:	0.00 m.		
Resolución del Cálculo:	1.00 m.		
Factor de Mantenimiento:	1.000	<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
		Uniform. en recorrido:	40.0 mx/mn 1.5 mx/mn
		lx. mínimos:	1.00 lx. 3.84 lx.
		lx. máximos:	---- 5.93 lx.
		Longitud cubierta:	con 1.00 lx. o más 100.0 %

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2014 Enero

Recorridos de Evacuación



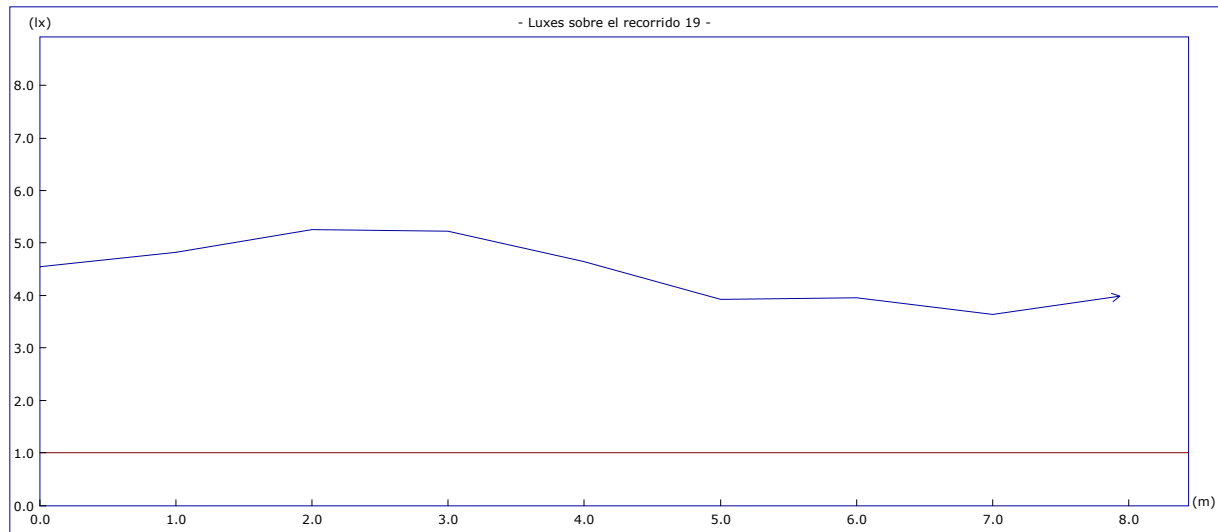
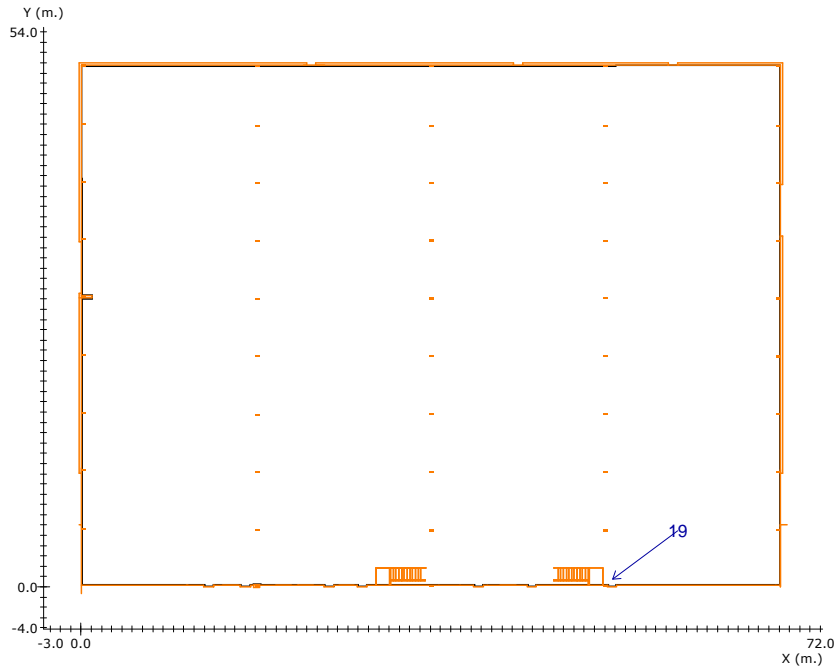
Altura del plano de medida:	0.00 m.		
Resolución del Cálculo:	1.00 m.		
Factor de Mantenimiento:	1.000	<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
		Uniform. en recorrido:	40.0 mx/mn 2.0 mx/mn
		lx. mínimos:	1.00 lx. 3.24 lx.
		lx. máximos:	---- 6.63 lx.
		Longitud cubierta:	con 1.00 lx. o más 100.0 %

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2014 Enero

Recorridos de Evacuación



Altura del plano de medida: 0.00 m.

Resolución del Cálculo: 1.00 m.

Factor de Mantenimiento: 1.000

Objetivos

Resultados

Uniform. en recorrido: 40.0 mx/mn

1.4 mx/mn

lx. mínimos: 1.00 lx.

3.63 lx.

lx. máximos: ---

5.25 lx.

Longitud cubierta: con 1.00 lx. o más

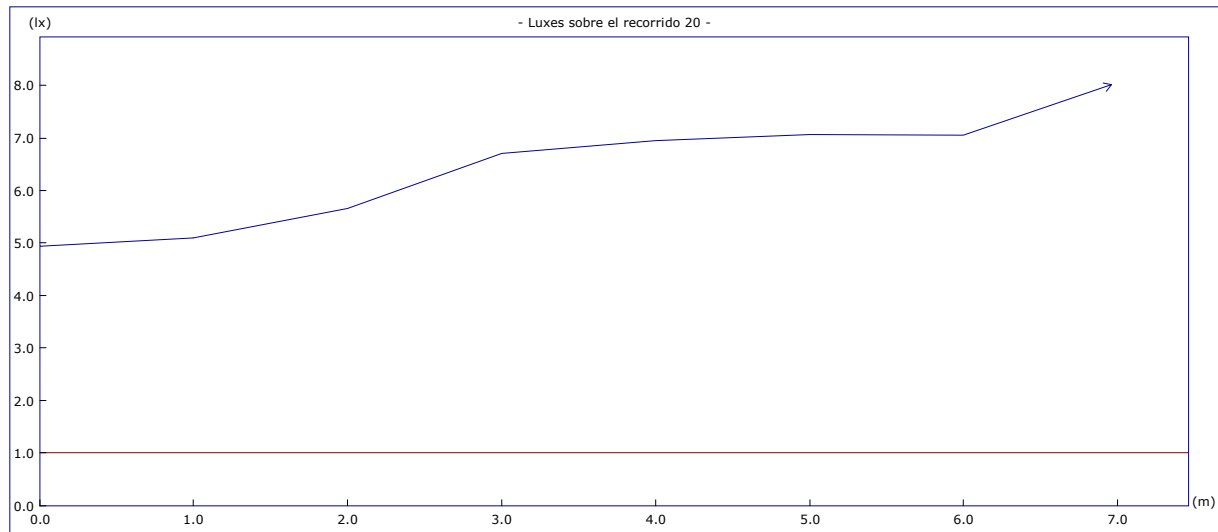
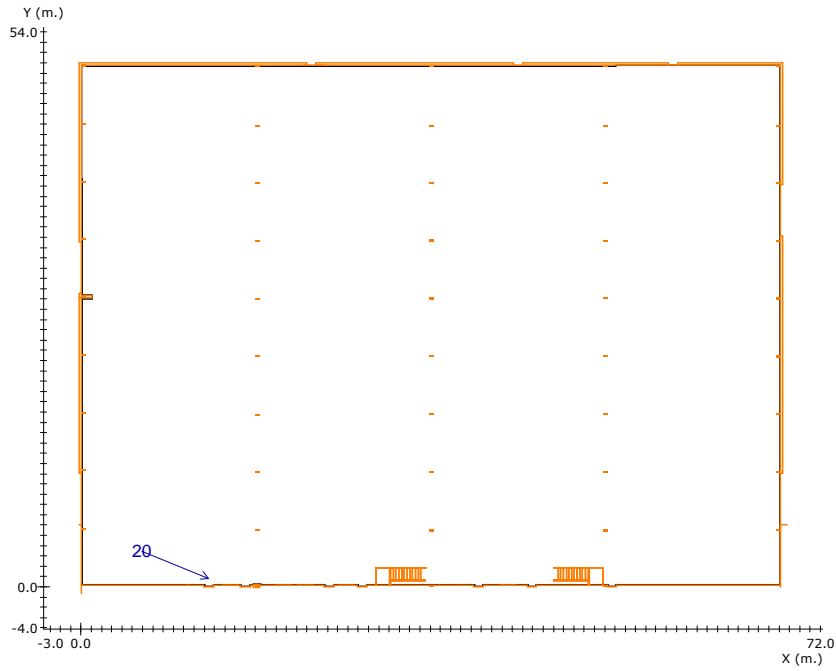
100.0 %

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2014 Enero

Recorridos de Evacuación



Altura del plano de medida: 0.00 m.

Resolución del Cálculo: 1.00 m.

Factor de Mantenimiento: 1.000

Objetivos

Resultados

Uniform. en recorrido: 40.0 mx/mn

1.6 mx/mn

lx. mínimos: 1.00 lx.

4.94 lx.

lx. máximos: ---

8.02 lx.

Longitud cubierta: con 1.00 lx. o más

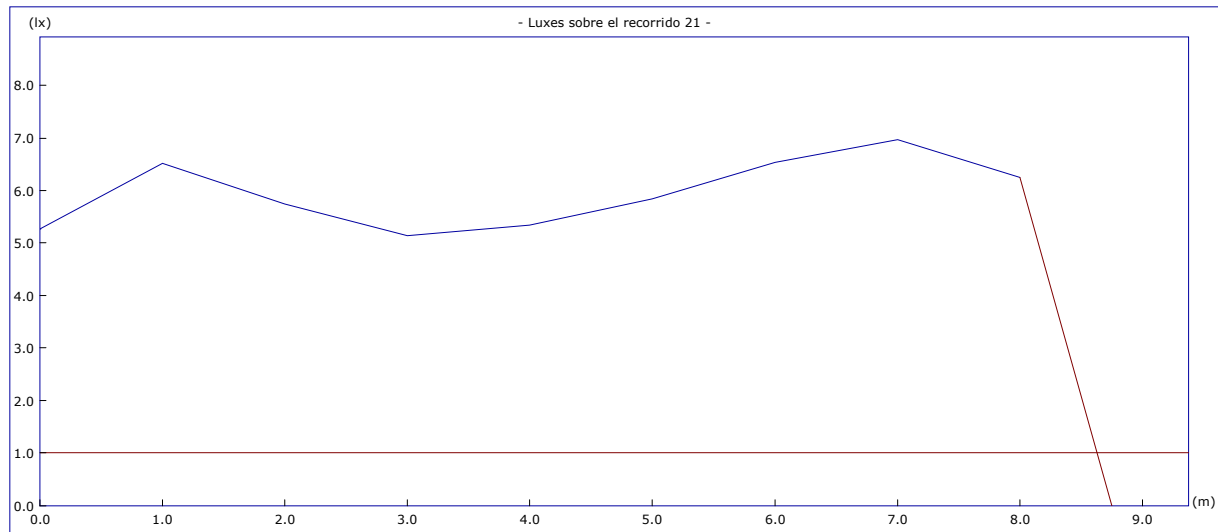
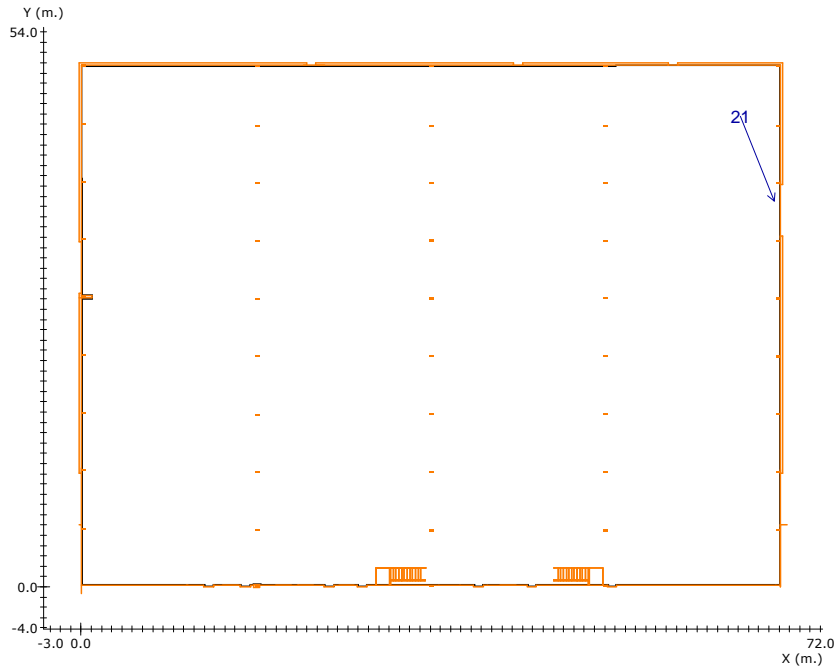
100.0 %

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2014 Enero

Recorridos de Evacuación



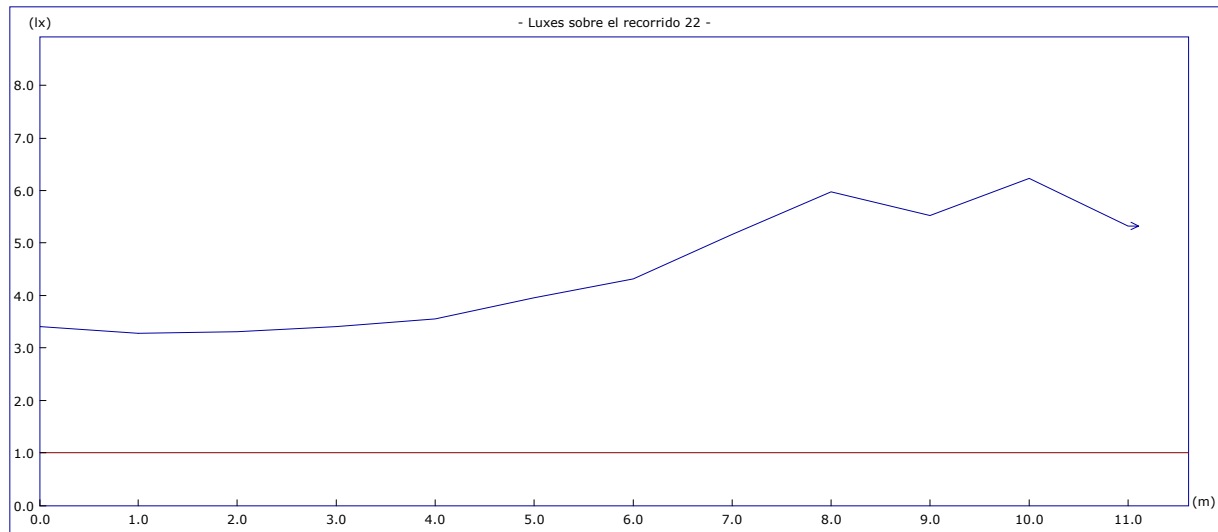
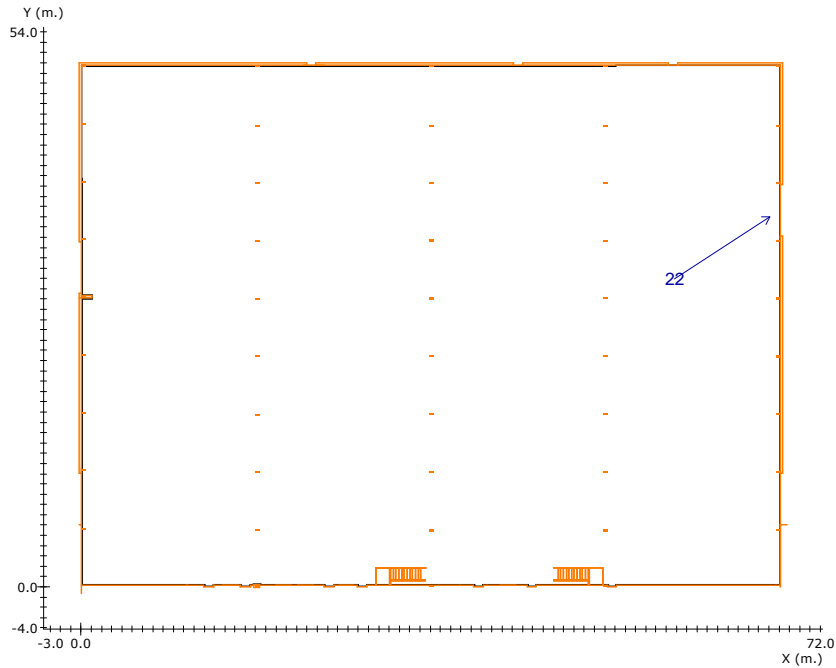
Altura del plano de medida:	0.00 m.		
Resolución del Cálculo:	1.00 m.		
Factor de Mantenimiento:	1.000	<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
		Uniform. en recorrido:	40.0 mx/mn 1.4 mx/mn
		lx. mínimos:	1.00 lx. 5.13 lx.
		lx. máximos:	---- 6.96 lx.
		Longitud cubierta:	con 1.00 lx. o más 100.0 %

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2014 Enero

Recorridos de Evacuación



Altura del plano de medida: 0.00 m.

Resolución del Cálculo: 1.00 m.

Factor de Mantenimiento: 1.000

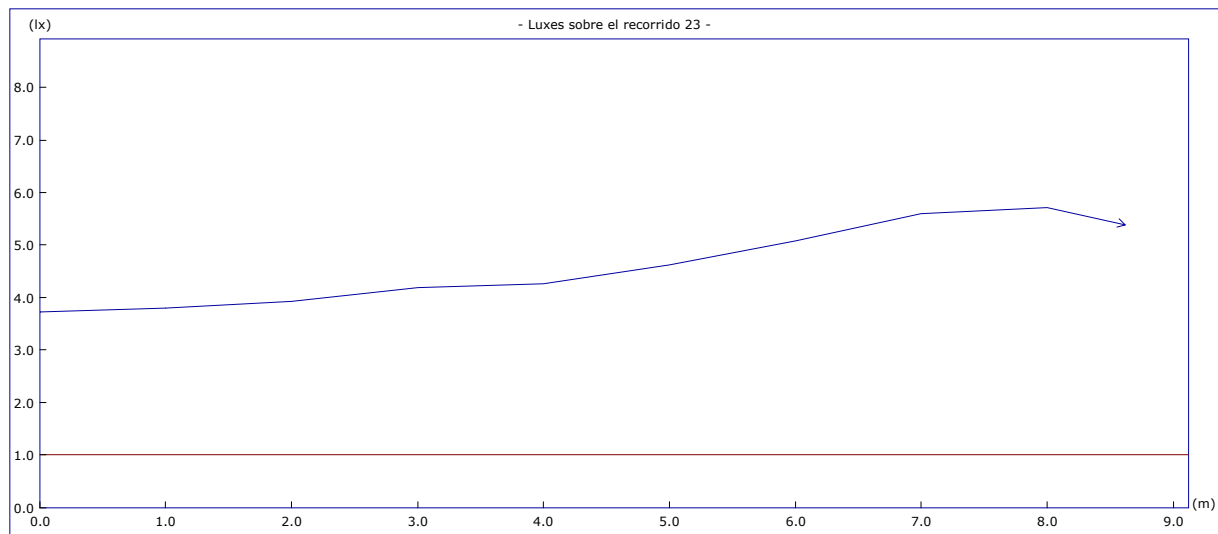
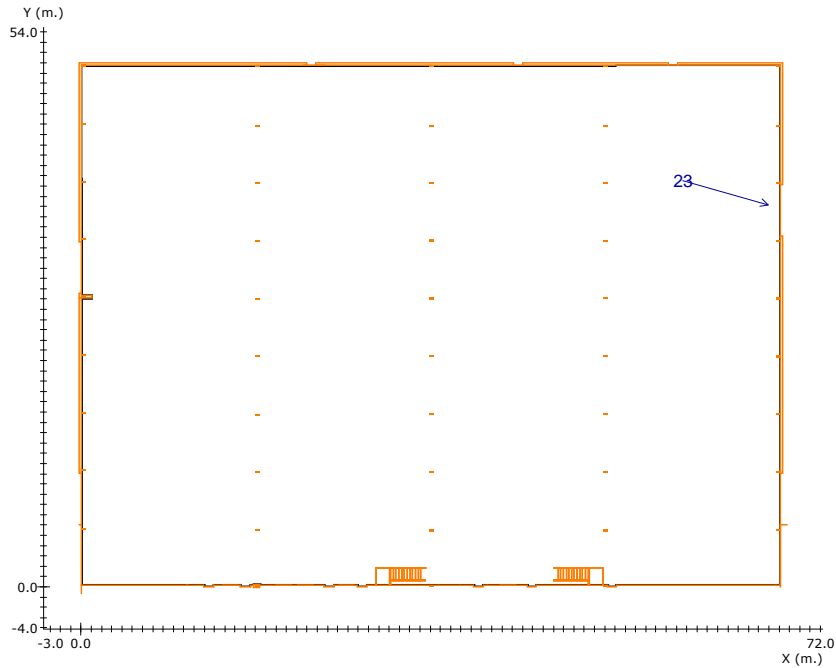
	<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
Uniform. en recorrido:	40.0 mx/mn	1.9 mx/mn
lx. mínimos:	1.00 lx.	3.28 lx.
lx. máximos:	---	6.23 lx.
Longitud cubierta:	con 1.00 lx. o más	100.0 %

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2014 Enero

Recorridos de Evacuación



Altura del plano de medida: 0.00 m.

Resolución del Cálculo: 1.00 m.

Factor de Mantenimiento: 1.000

Objetivos

Resultados

Uniform. en recorrido: 40.0 mx/mn

1.5 mx/mn

lx. mínimos: 1.00 lx.

3.72 lx.

lx. máximos: ---

5.71 lx.

Longitud cubierta: con 1.00 lx. o más

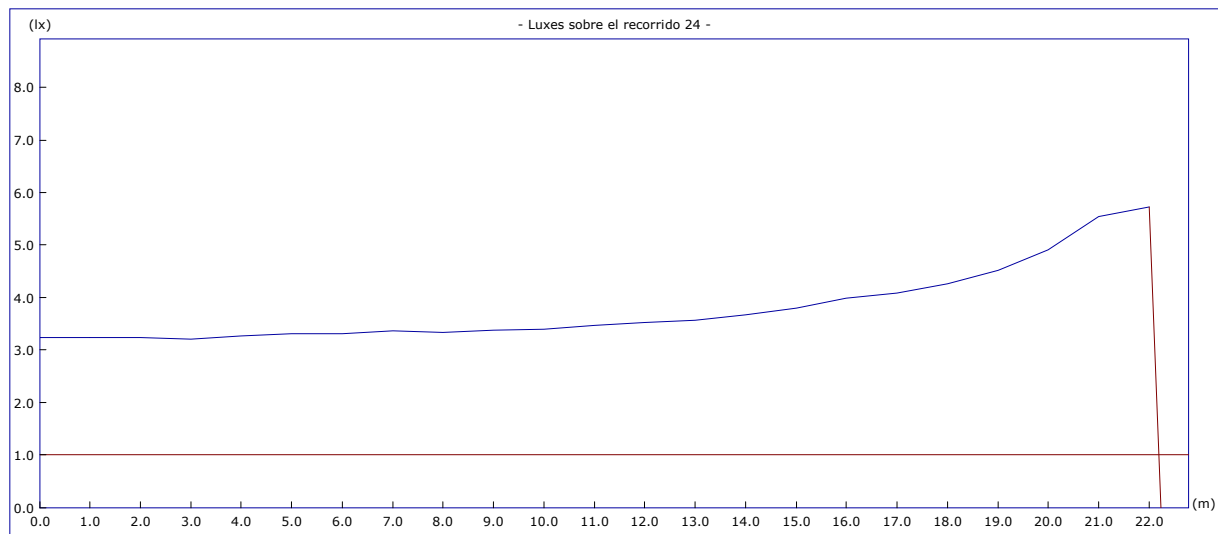
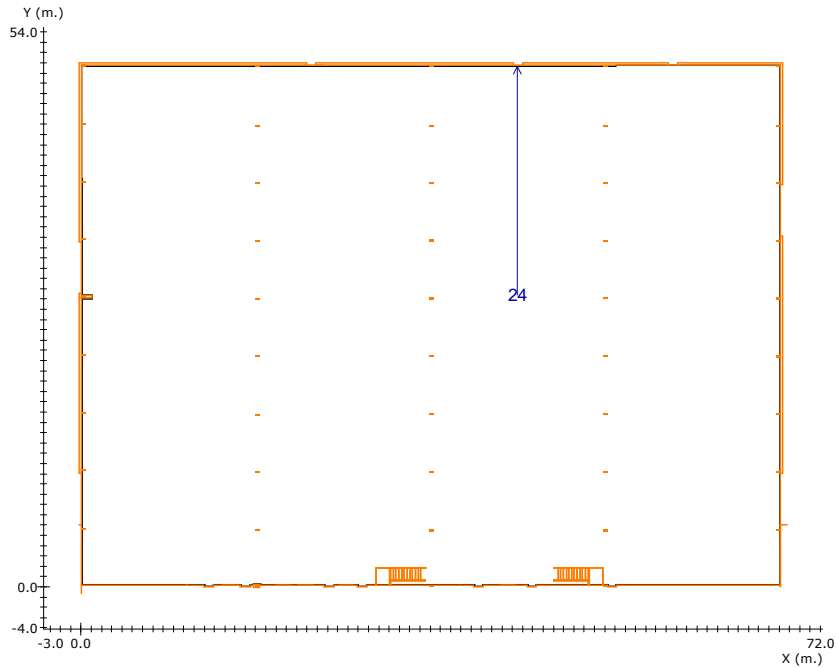
100.0 %

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2014 Enero

Recorridos de Evacuación



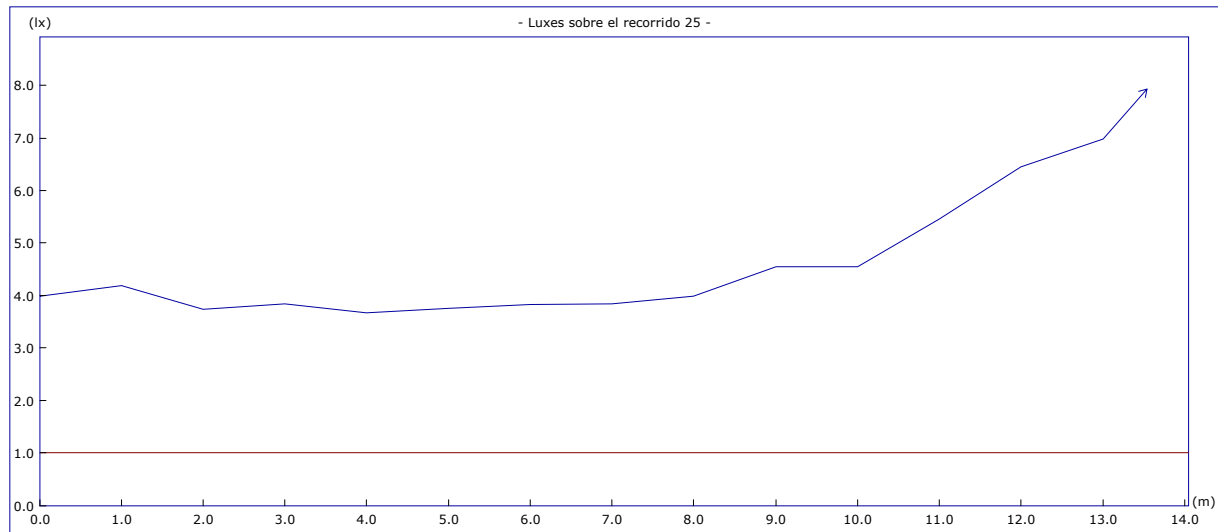
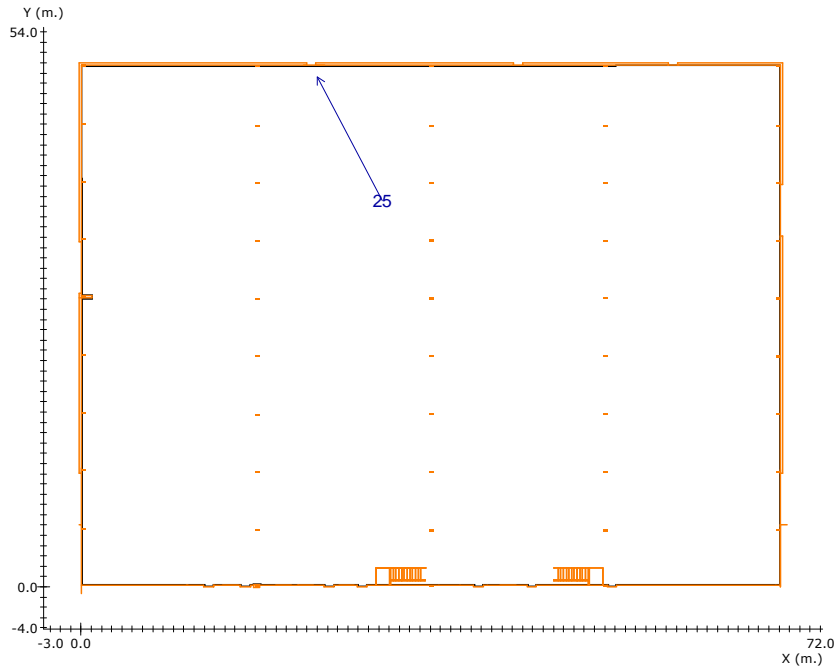
Altura del plano de medida:	0.00 m.		
Resolución del Cálculo:	1.00 m.		
Factor de Mantenimiento:	1.000	<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
		Uniform. en recorrido:	40.0 mx/mn 1.8 mx/mn
		lx. mínimos:	1.00 lx. 3.20 lx.
		lx. máximos:	---- 5.72 lx.
		Longitud cubierta:	con 1.00 lx. o más 100.0 %

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2014 Enero

Recorridos de Evacuación



Altura del plano de medida: 0.00 m.

Resolución del Cálculo: 1.00 m.

Factor de Mantenimiento: 1.000

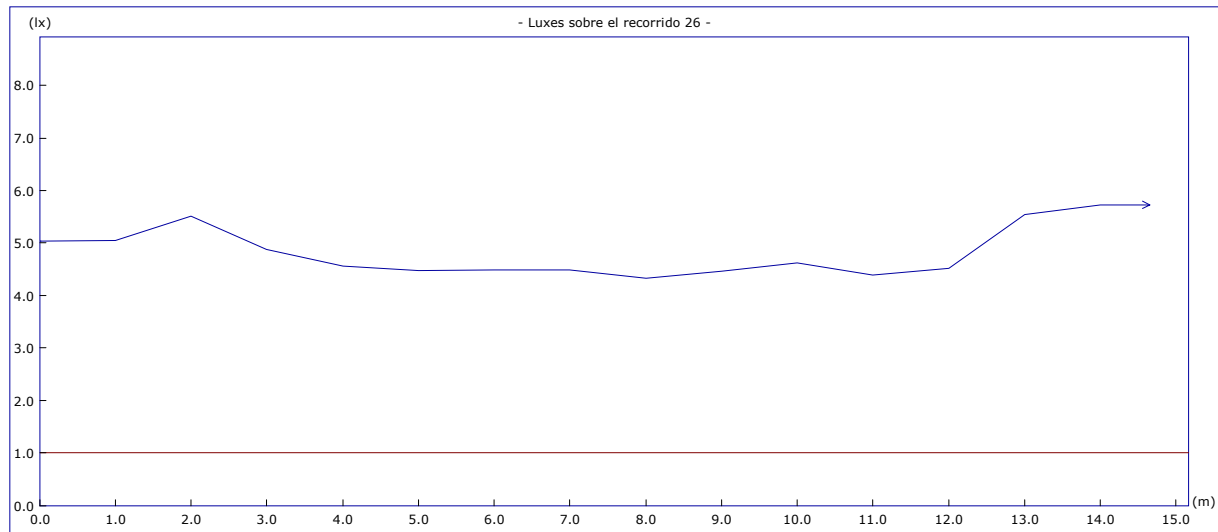
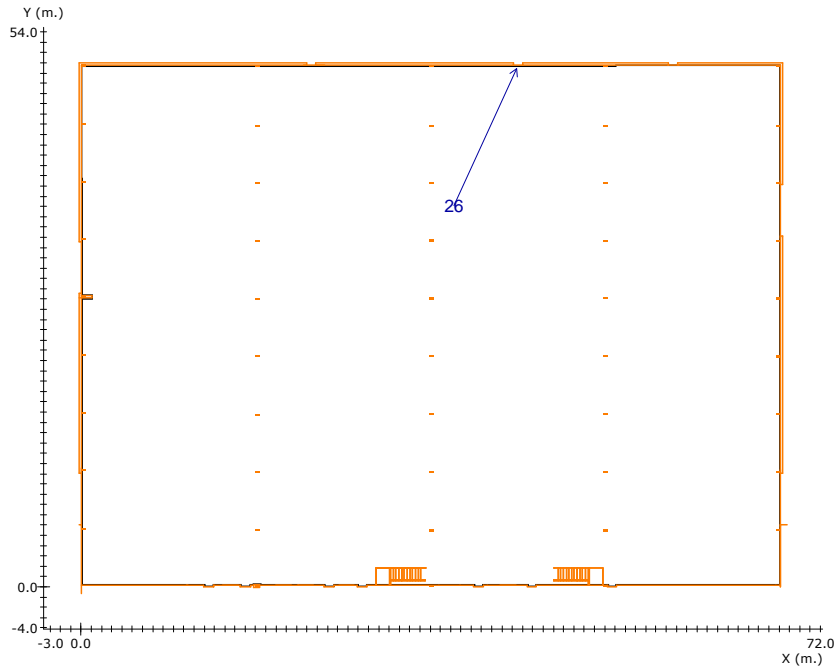
	<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
Uniform. en recorrido:	40.0 mx/mn	2.2 mx/mn
lx. mínimos:	1.00 lx.	3.66 lx.
lx. máximos:	---	7.93 lx.
Longitud cubierta:	con 1.00 lx. o más	100.0 %

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2014 Enero

Recorridos de Evacuación



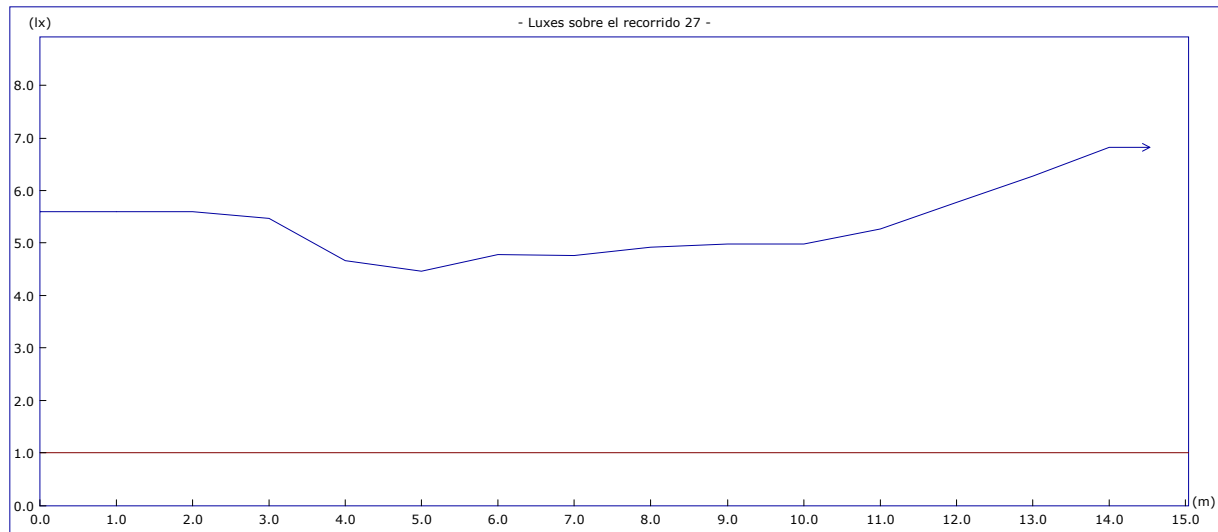
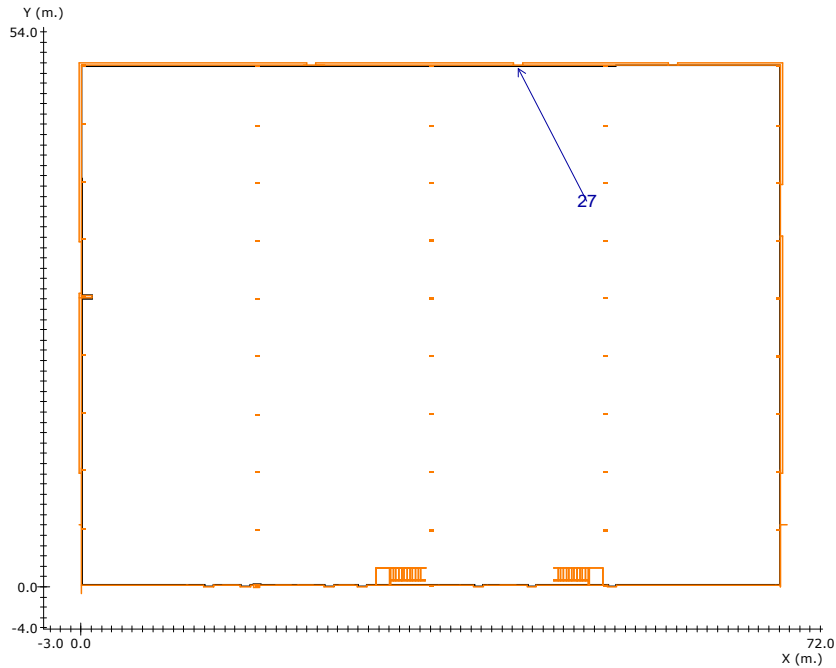
Altura del plano de medida:	0.00 m.		
Resolución del Cálculo:	1.00 m.		
Factor de Mantenimiento:	1.000	<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
		Uniform. en recorrido:	40.0 mx/mn 1.3 mx/mn
		lx. mínimos:	1.00 lx. 4.33 lx.
		lx. máximos:	---- 5.72 lx.
		Longitud cubierta:	con 1.00 lx. o más 100.0 %

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2014 Enero

Recorridos de Evacuación



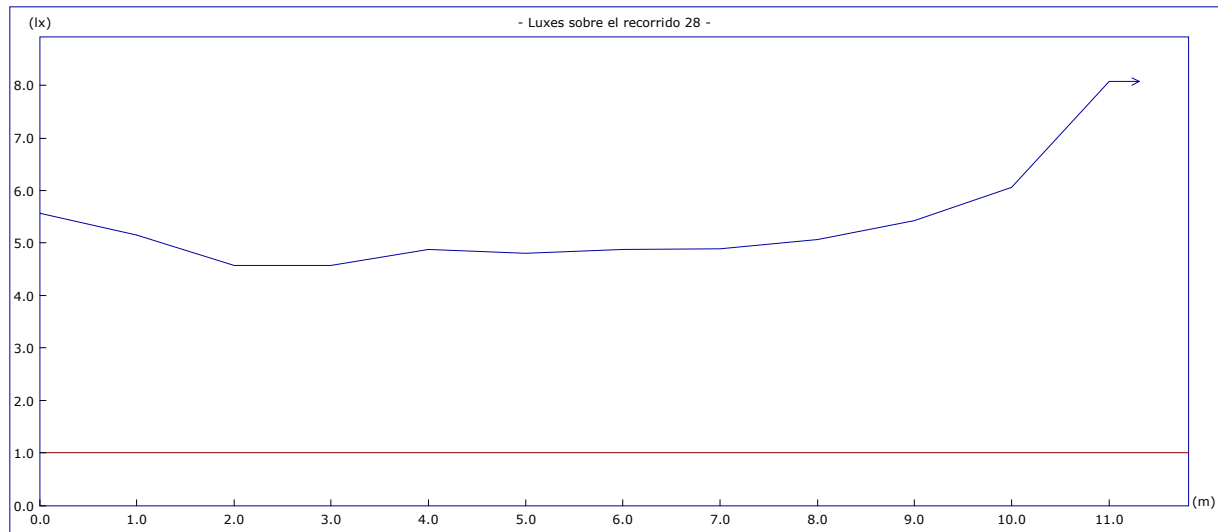
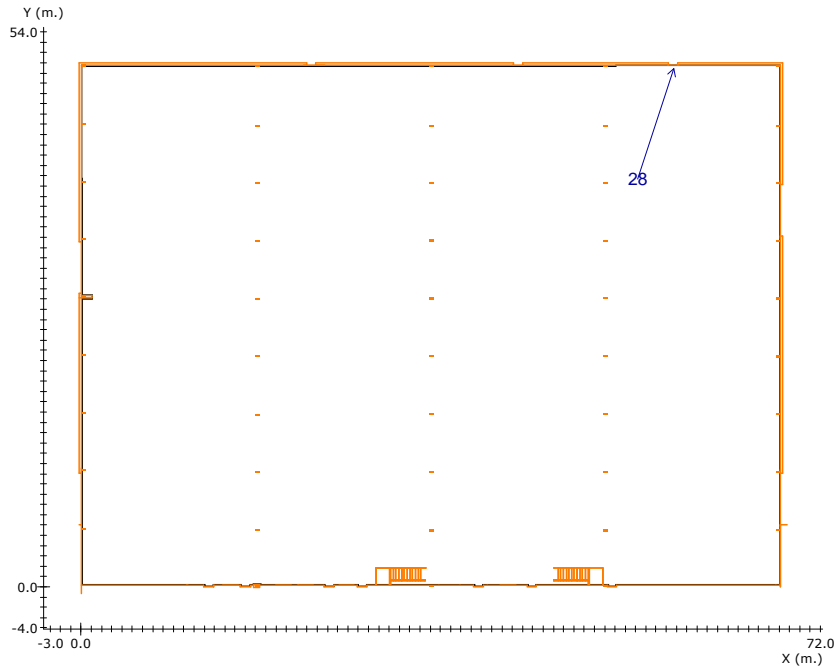
Altura del plano de medida:	0.00 m.		
Resolución del Cálculo:	1.00 m.		
Factor de Mantenimiento:	1.000	<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
		Uniform. en recorrido:	40.0 mx/mn 1.5 mx/mn
		lx. mínimos:	1.00 lx. 4.46 lx.
		lx. máximos:	---- 6.82 lx.
		Longitud cubierta:	con 1.00 lx. o más 100.0 %

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2014 Enero

Recorridos de Evacuación



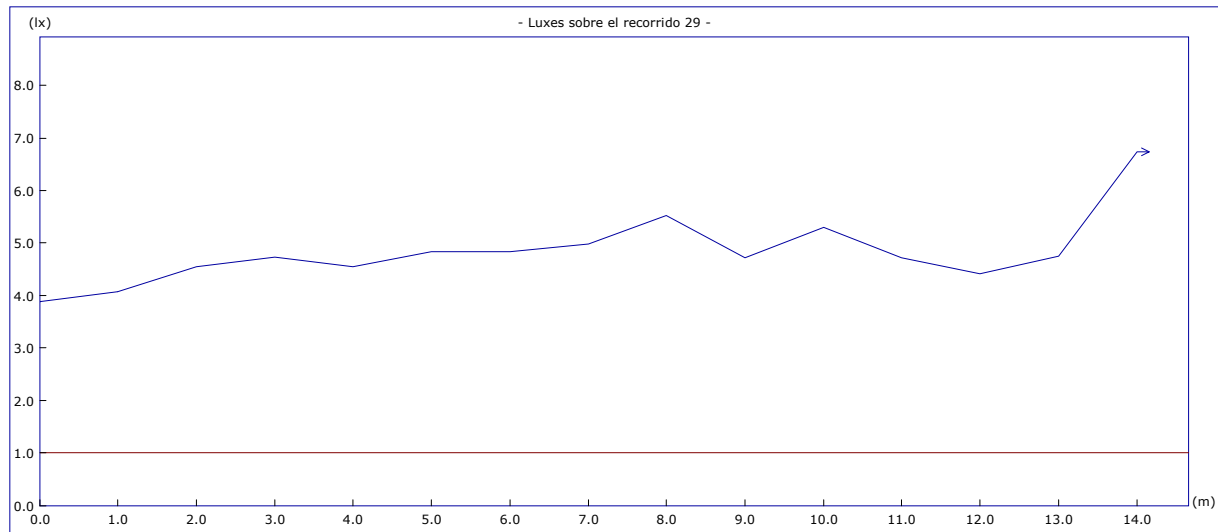
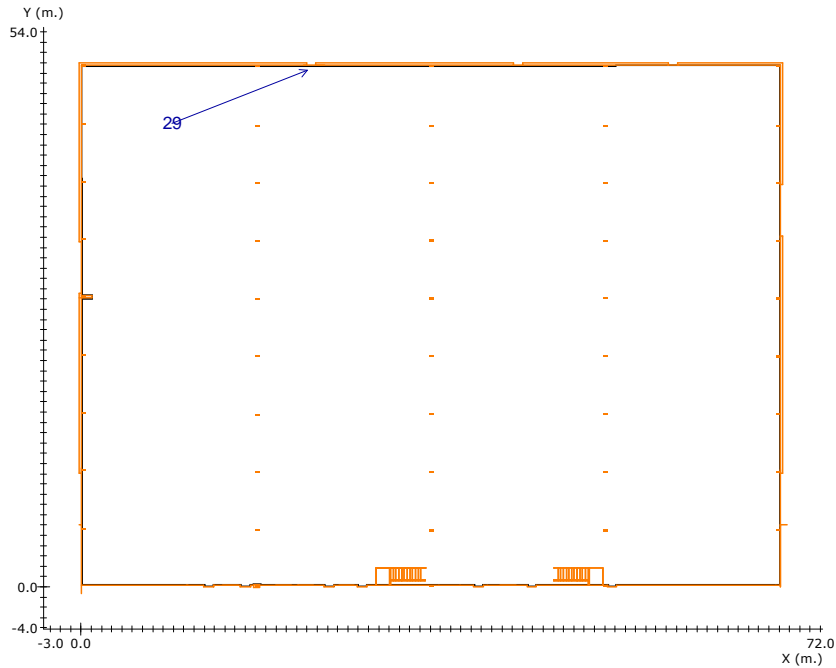
Altura del plano de medida:	0.00 m.		
Resolución del Cálculo:	1.00 m.		
Factor de Mantenimiento:	1.000	<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
		Uniform. en recorrido:	40.0 mx/mn 1.8 mx/mn
		lx. mínimos:	1.00 lx. 4.57 lx.
		lx. máximos:	---- 8.08 lx.
		Longitud cubierta:	con 1.00 lx. o más 100.0 %

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2014 Enero

Recorridos de Evacuación



Altura del plano de medida:	0.00 m.		
Resolución del Cálculo:	1.00 m.		
Factor de Mantenimiento:	1.000	<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
		Uniform. en recorrido:	40.0 mx/mn 1.7 mx/mn
		lx. mínimos:	1.00 lx. 3.88 lx.
		lx. máximos:	---- 6.74 lx.
		Longitud cubierta:	con 1.00 lx. o más 100.0 %

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2014 Enero

Plano de Situación de Puntos de Seguridad y Cuadros Eléctricos

No hay ni Puntos de Seguridad ni Cuadros Eléctricos definidos

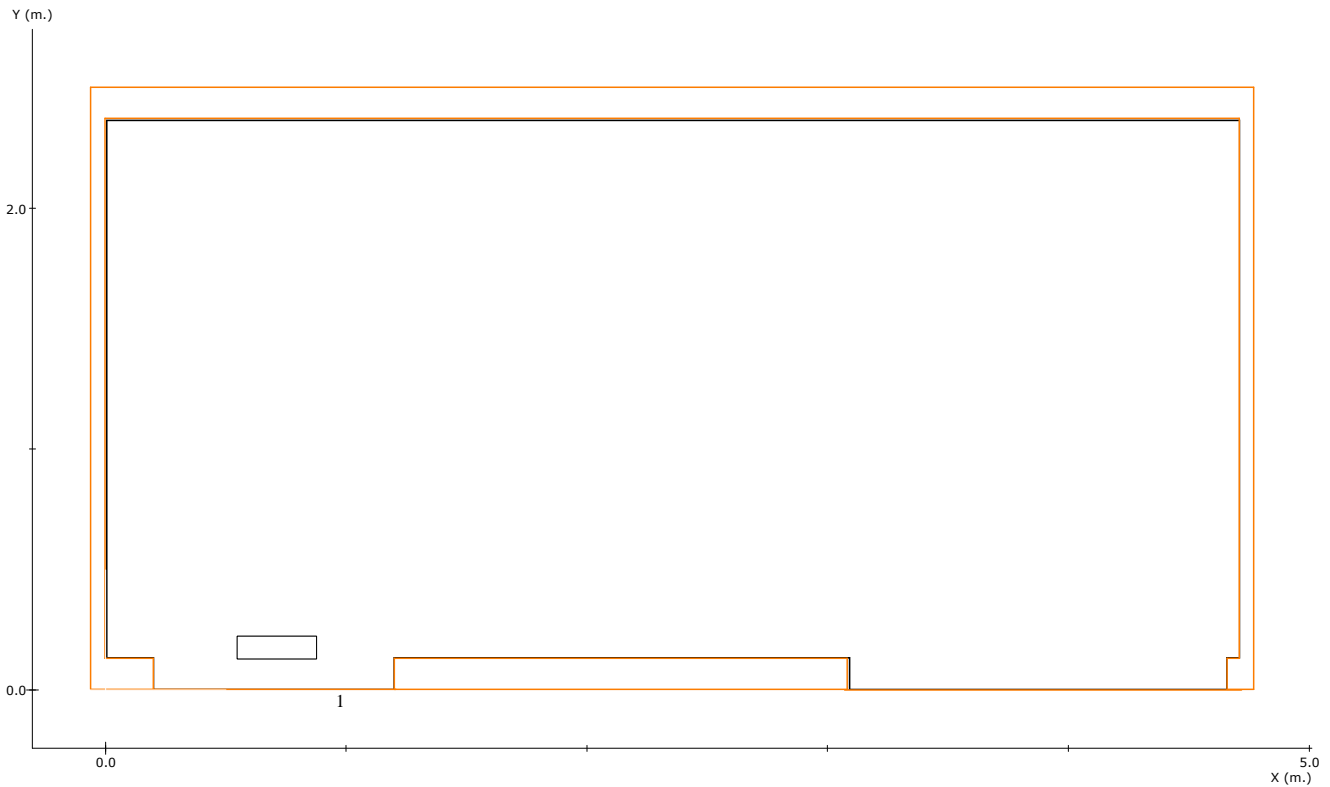
Lista de productos usados en el plano

Cantidad	Referencia	Fabricante	Precio (€)
88	NOVA N11	Daisalux	N.D. *
10	NOVA N3	Daisalux	N.D. *
Precio Total (PVP)			0.00

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Catálogo España y Portugal - 2014 Enero

Plano de situación de Productos



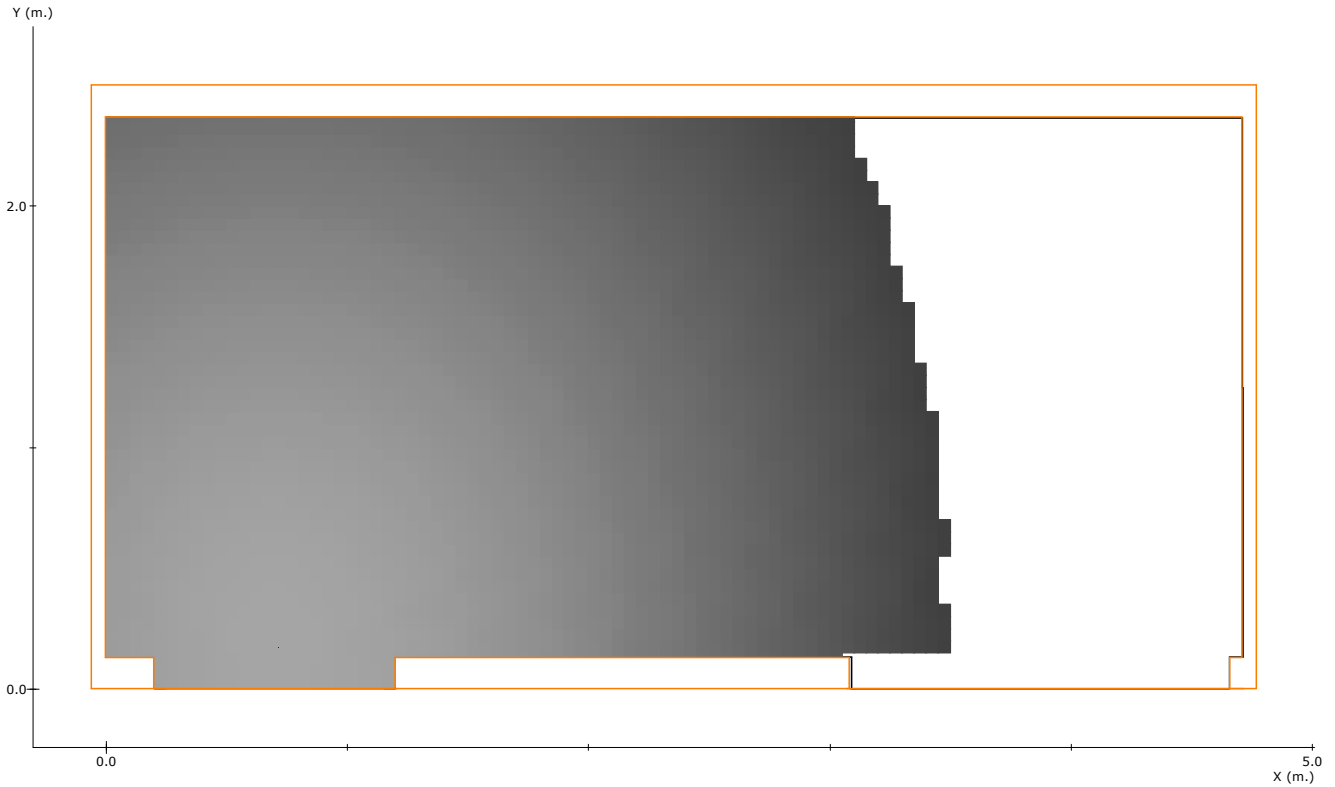
Situación de las Luminarias

<u>Nº</u>	<u>Referencia</u>	<u>Fabricante</u>	<u>Coordenadas</u>						<u>Rót.</u>
			x	y	h	γ	α	β	
1	HYDRA N2	Daisalux	0.71	0.18	2.35	0	0	0	--

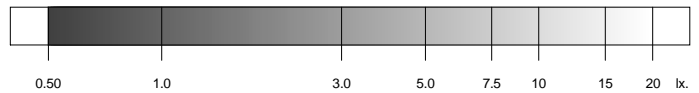
Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Catálogo España y Portugal - 2014 Enero

Gráfico de tramas del plano a 0.00 m.



Leyenda:



Factor de Mantenimiento: 1.000
 Resolución del Cálculo: 0.05 m.

Objetivos

Resultados

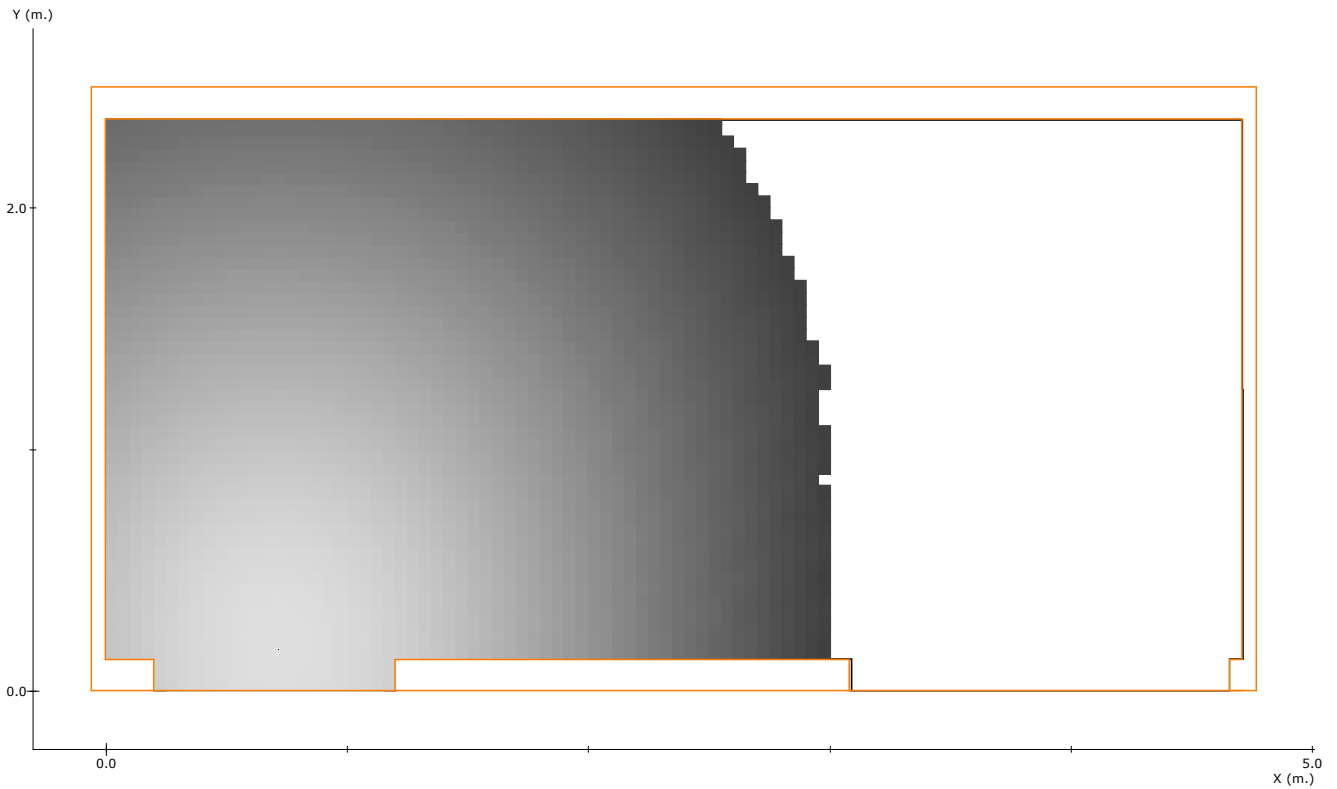
Uniformidad:	40.0	7.1 mx/mn
Superficie cubierta:	con 0.50 lx. o más	71.3 % de 10.7 m ²
Lúmenes / m ² :	----	8.86 lm/m ²
Iluminación media:	----	1.33 lx

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

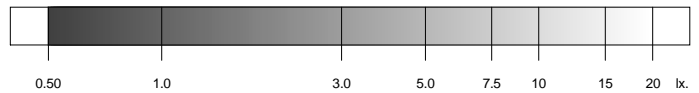
Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2014 Enero

Gráfico de tramas del plano a 1.00 m.



Legenda:



Factor de Mantenimiento: 1.000

Resolución del Cálculo: 0.05 m.

Objetivos

Resultados

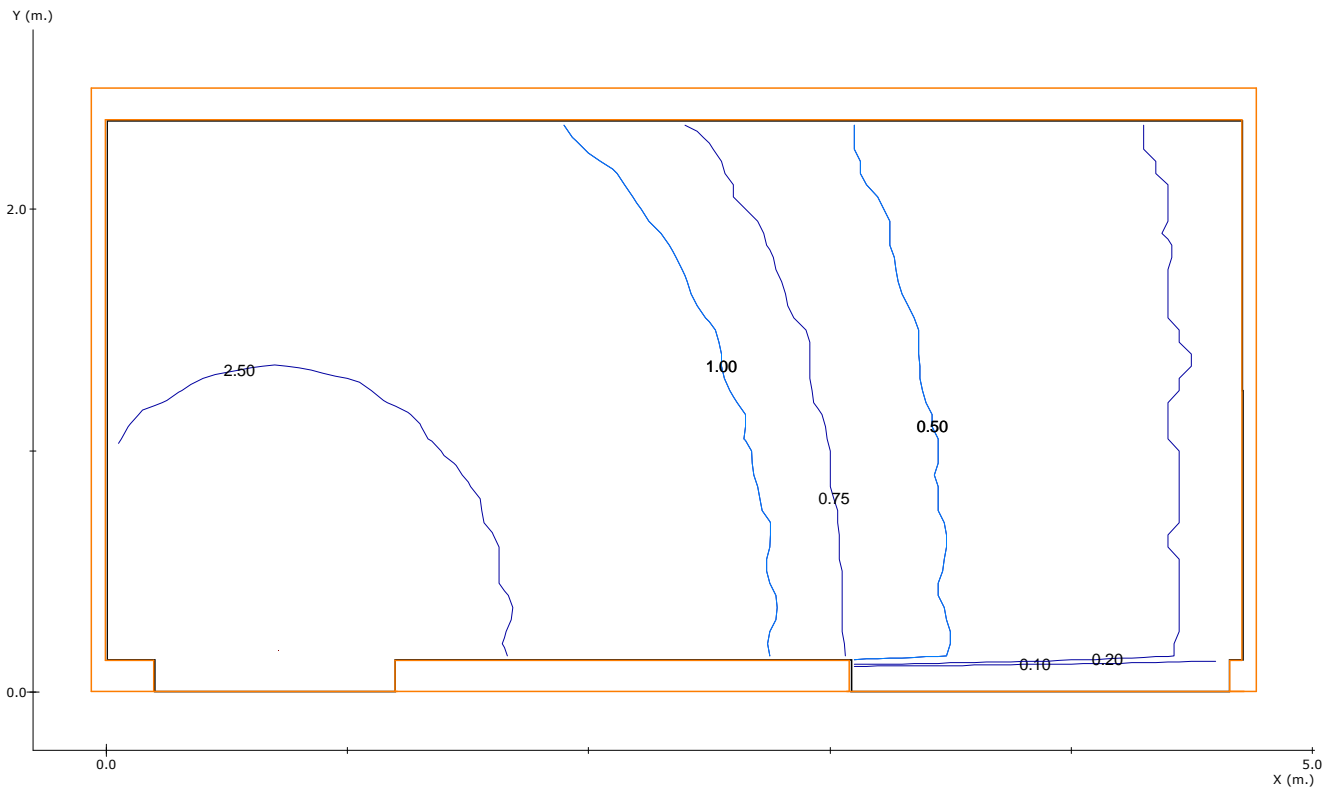
Uniformidad:	40.0	21.5 mx/mn
Superficie cubierta:	con 0.50 lx. o más	61.9 % de 10.7 m ²
Lúmenes / m ² :	----	8.86 lm/m ²
Iluminación media:	----	2.10 lx

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2014 Enero

Curvas isolux en el plano a 0.00 m.



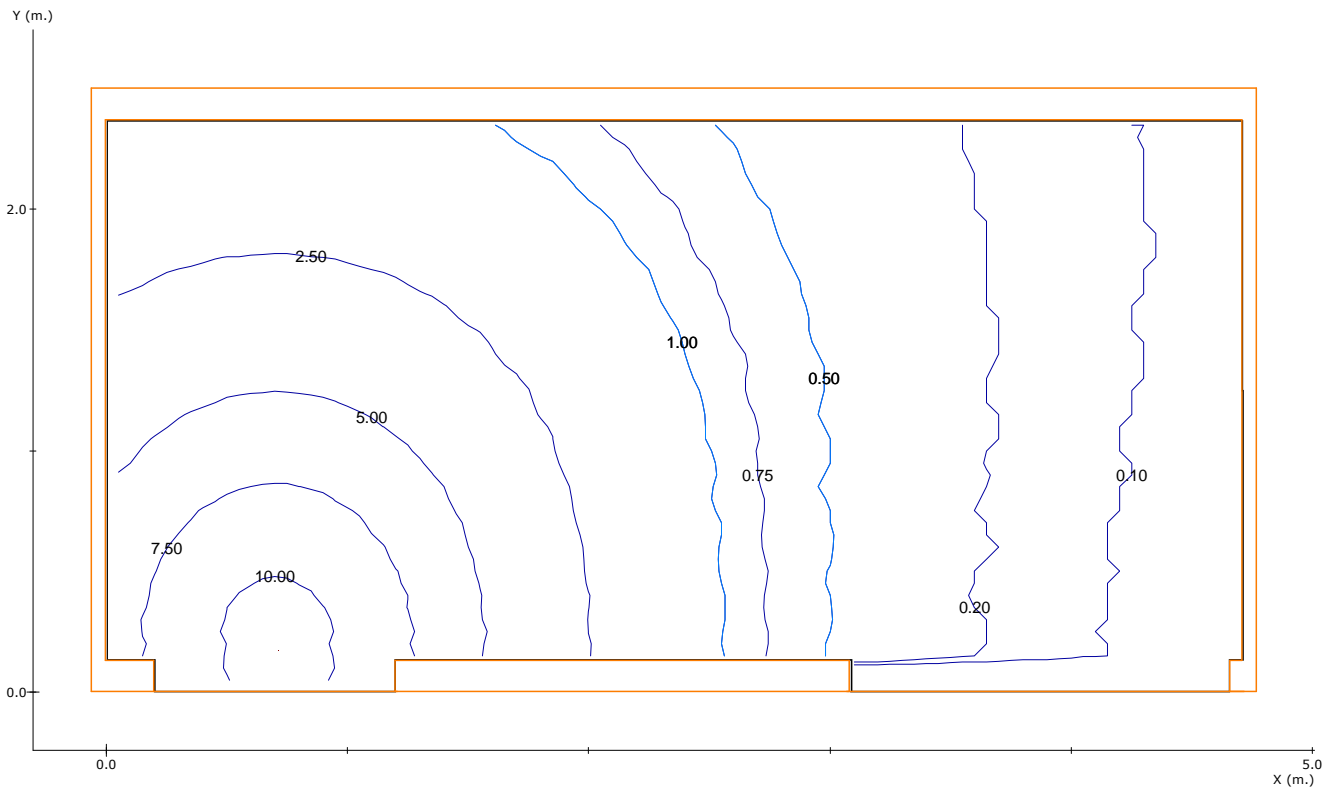
Factor de Mantenimiento: 1.000
Resolución del Cálculo: 0.05 m.

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2014 Enero

Curvas isolux en el plano a 1.00 m.



Factor de Mantenimiento: 1.000
Resolución del Cálculo: 0.05 m.

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2014 Enero

RESULTADO DEL ALUMBRADO ANTIPÁNICO EN EL VOLUMEN DE 0.00 m. a 1.00 m.

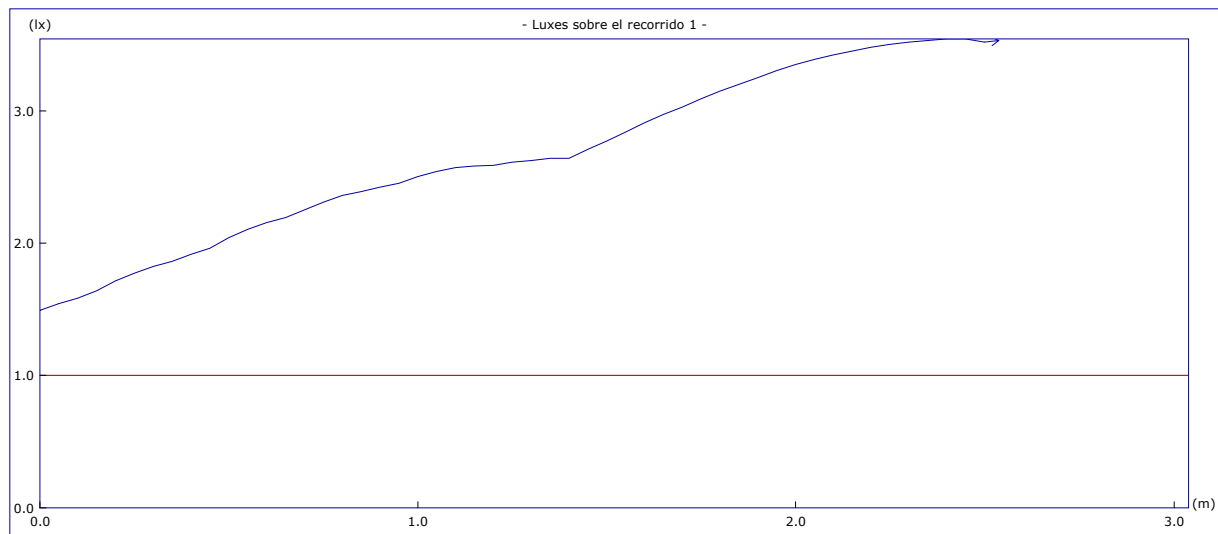
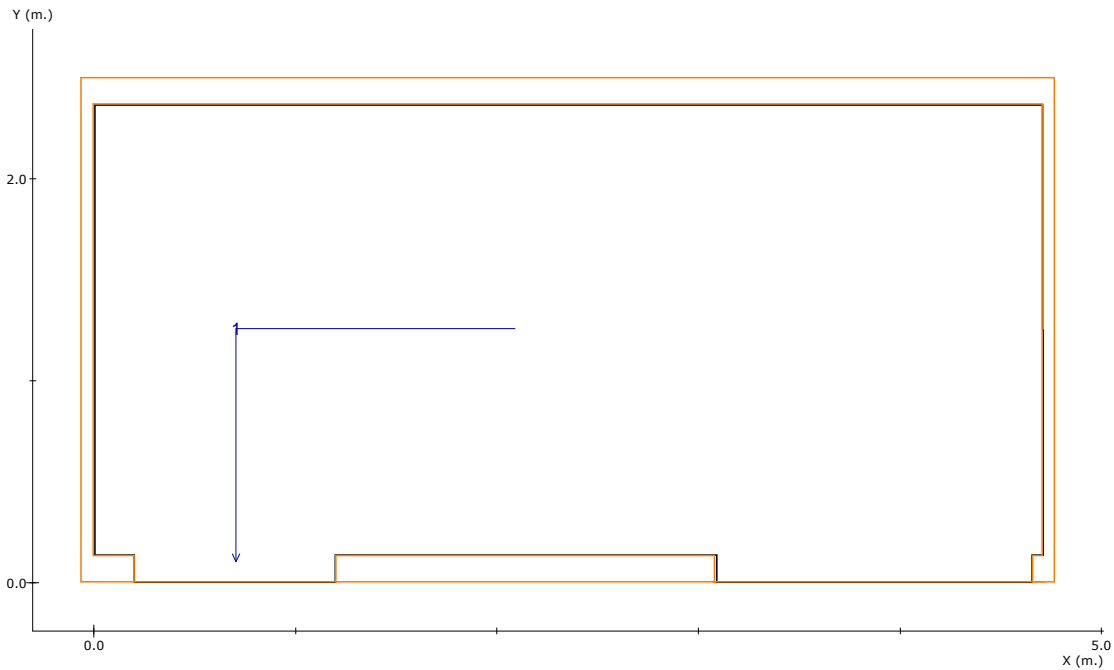
<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
Superficie cubierta: con 0.50 lx. o más	61.9 % de 10.7 m ²
Uniformidad: 40.0 mx/mn.	21.5 mx/mn
Lúmenes / m ² : ----	8.9 lm/m ²

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2014 Enero

Recorridos de Evacuación



Altura del plano de medida: 0.00 m.

Resolución del Cálculo: 0.05 m.

Factor de Mantenimiento: 1.000

	<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
Uniform. en recorrido:	40.0 mx/mn	2.4 mx/mn
lx. mínimos:	1.00 lx.	1.49 lx.
lx. máximos:	----	3.54 lx.
Longitud cubierta:	con 1.00 lx. o más	100.0 %

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España y Portugal - 2014 Enero

Plano de Situación de Puntos de Seguridad y Cuadros Eléctricos

No hay ni Puntos de Seguridad ni Cuadros Eléctricos definidos

Lista de productos usados en el plano

Cantidad	Referencia	Fabricante	Precio (€)
1	HYDRA N2	Daisalux	N.D. *
Precio Total (PVP)			0.00

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Catálogo España y Portugal - 2014 Enero

Lista de productos usados en el proyecto

Uds.	Referencia	Fabricante
42	HYDRA N2	Daisalux
27	HYDRA N3	Daisalux
12	HYDRA N5	Daisalux
101	NOVA N11	Daisalux
10	NOVA N3	Daisalux
2	NOVA N8	Daisalux

Daisalux no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Catálogo España y Portugal - 2014 Enero (6.00.13)

Ficha Técnica

Referencia : HYDRA N2

Fabricante: Daisalux Serie: Hydra Tipo producto: Luminarias de emergencia autónomas

Descripción:

Cuerpo rectangular con aristas pronunciadas que consta de una carcasa fabricada en policarbonato y difusor en idéntico material. Consta de una lámpara fluorescente que se ilumina si falla el suministro de red.

Características:

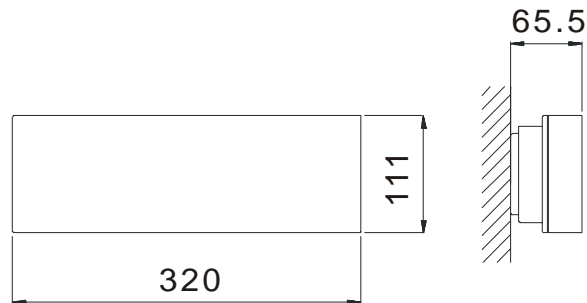
Formato: Hydra
Funcionamiento: No Permanente
Autonomía (h): 1
Lámpara en emergencia: FL 8 W
Piloto testigo de carga: LED
Lámpara en red: -
Grado de protección: IP42 IK04
Aislamiento eléctrico: Clase II
Dispositivo verificación: No
Puesta en reposo distancia: Si
Altura de colocación (m): -
Tipo de batería: NiCd Estanca alta temperatura

Acabados:

Tensión de alimentación: 220-230V 50/60Hz
Pulsador: Sin pulsador
Difusor: Opal

Fotometría:

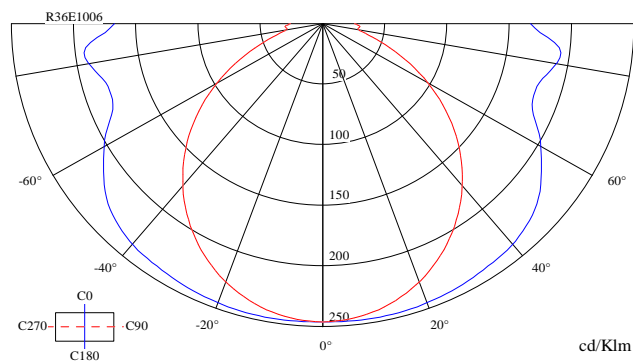
Flujo emerg. (lm):95



Hydra



Hydra



Curvas polares

Ficha Técnica

Referencia : HYDRA N3

Fabricante: Daisalux Serie: Hydra Tipo producto: Luminarias de emergencia autónomas

Descripción:

Cuerpo rectangular con aristas pronunciadas que consta de una carcasa fabricada en policarbonato y difusor en idéntico material. Consta de una lámpara fluorescente que se ilumina si falla el suministro de red.

Características:

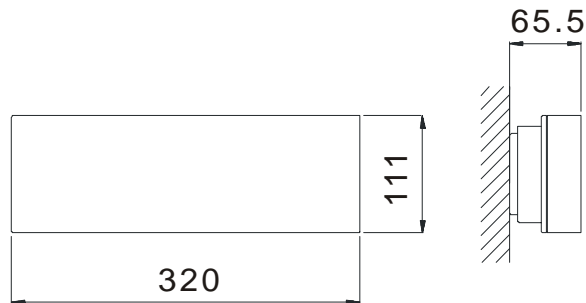
Formato: Hydra
Funcionamiento: No Permanente
Autonomía (h): 1
Lámpara en emergencia: FL 8 W
Piloto testigo de carga: LED
Lámpara en red: -
Grado de protección: IP42 IK04
Aislamiento eléctrico: Clase II
Dispositivo verificación: No
Puesta en reposo distancia: Si
Altura de colocación (m): -
Tipo de batería: NiCd Estanca alta temperatura

Acabados:

Tensión de alimentación: 220-230V 50/60Hz
Pulsador: Sin pulsador
Difusor: Opal

Fotometría:

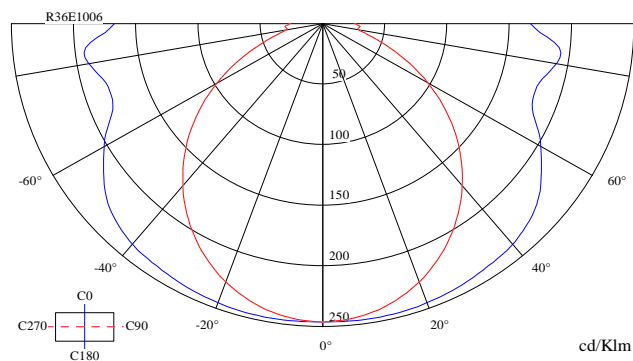
Flujo emerg. (lm):160



Hydra



Hydra



Curvas polares

Ficha Técnica

Referencia : HYDRA N5

Fabricante: Daisalux Serie: Hydra Tipo producto: Luminarias de emergencia autónomas

Descripción:

Cuerpo rectangular con aristas pronunciadas que consta de una carcasa fabricada en policarbonato y difusor en idéntico material. Consta de una lámpara fluorescente que se ilumina si falla el suministro de red.

Características:

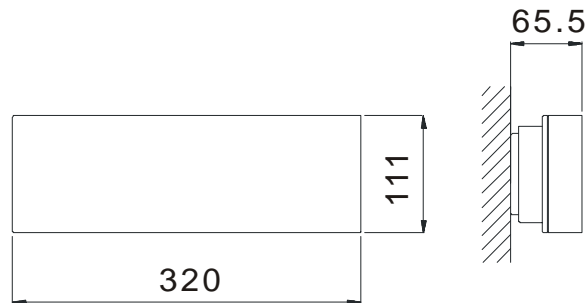
Formato: Hydra
Funcionamiento: No Permanente
Autonomía (h): 1
Lámpara en emergencia: FL 8 W
Piloto testigo de carga: LED
Lámpara en red: -
Grado de protección: IP42 IK04
Aislamiento eléctrico: Clase II
Dispositivo verificación: No
Puesta en reposo distancia: Si
Altura de colocación (m): -
Tipo de batería: NiCd Estanca alta temperatura

Acabados:

Tensión de alimentación: 220-230V 50/60Hz
Pulsador: Sin pulsador
Difusor: Opal

Fotometría:

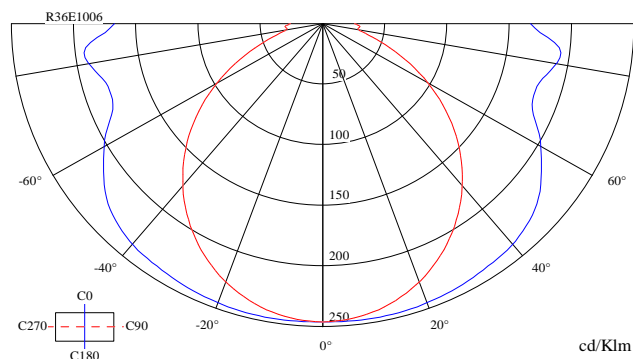
Flujo emerg. (lm):215



Hydra



Hydra



Curvas polares

Ficha Técnica

Referencia : NOVA N3

Fabricante: Daisalux Serie: Nova Tipo producto: Luminarias de emergencia autónomas

Descripción:

Cuerpo rectangular con aristas redondeadas que consta de una carcasa fabricada en policarbonato y difusor en idéntico material. Luminaria de emergencia autónoma. Consta de una lámpara fluorescente que se ilumina si falla el suministro de red.

Características:

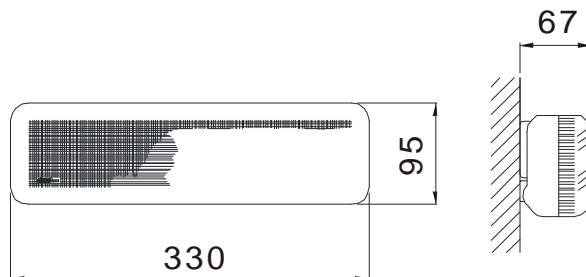
Formato: Nova
Funcionamiento: No Permanente
Autonomía (h): 1
Lámpara en emergencia: FL 8 W
Piloto testigo de carga: LED
Lámpara en red: -
Grado de protección: IP44 IK04
Aislamiento eléctrico: Clase II
Dispositivo verificación: No
Puesta en reposo distancia: Si
Altura de colocación (m): -
Tipo de batería: NiCd Estanca alta temperatura

Acabados:

Color carcasa: Blanco
Difusor: Plano moleteado
Tensión de alimentación: 220-230V 50/60Hz
Pulsador: Sin pulsador

Fotometría:

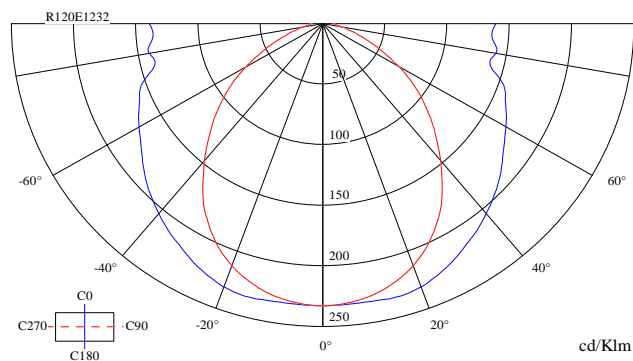
Flujo emerg. (lm):150



Nova



Nova



Curvas polares

Ficha Técnica

Referencia : NOVA N8

Fabricante: Daisalux Serie: Nova Tipo producto: Luminarias de emergencia autónomas

Descripción:

Cuerpo rectangular con aristas redondeadas que consta de una carcasa fabricada en policarbonato y difusor en idéntico material. Luminaria de emergencia autónoma. Consta de una lámpara fluorescente que se ilumina si falla el suministro de red.

Características:

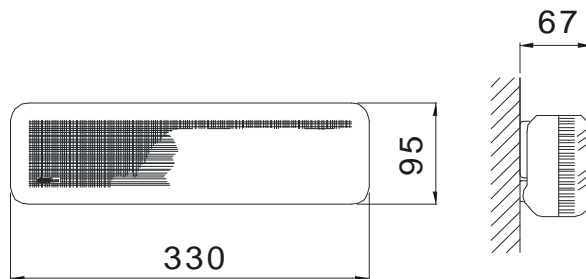
Formato: Nova
Funcionamiento: No Permanente
Autonomía (h): 1
Lámpara en emergencia: FL 8 W
Piloto testigo de carga: LED
Lámpara en red: -
Grado de protección: IP44 IK04
Aislamiento eléctrico: Clase II
Dispositivo verificación: No
Puesta en reposo distancia: Si
Altura de colocación (m): -
Tipo de batería: NiCd Estanca alta temperatura

Acabados:

Color carcasa: Blanco
Difusor: Plano moleteado
Tensión de alimentación: 220-230V 50/60Hz
Pulsador: Sin pulsador

Fotometría:

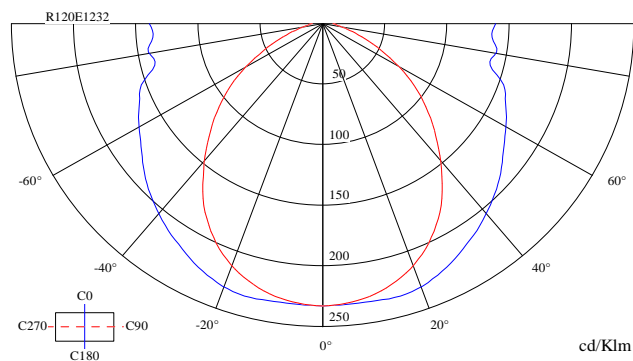
Flujo emerg. (lm):435



Nova



Nova



Curvas polares

Ficha Técnica

Referencia : NOVA N11

Fabricante: Daisalux Serie: Nova Tipo producto: Luminarias de emergencia autónomas

Descripción:

Cuerpo rectangular con aristas redondeadas que consta de una carcasa fabricada en policarbonato y difusor en idéntico material. Luminaria de emergencia autónoma. Consta de una lámpara fluorescente que se ilumina si falla el suministro de red.

Características:

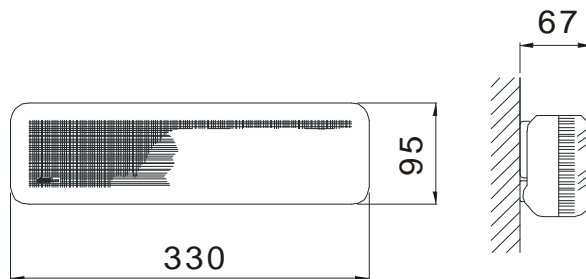
Formato: Nova
Funcionamiento: No Permanente
Autonomía (h): 1
Lámpara en emergencia: PL 11 W
Piloto testigo de carga: LED
Lámpara en red: -
Grado de protección: IP44 IK04
Aislamiento eléctrico: Clase II
Dispositivo verificación: No
Puesta en reposo distancia: Si
Altura de colocación (m): -
Tipo de batería: NiCd Estanca alta temperatura

Acabados:

Color carcasa: Blanco
Difusor: Plano moleteado
Tensión de alimentación: 220-230V 50/60Hz
Pulsador: Sin pulsador

Fotometría:

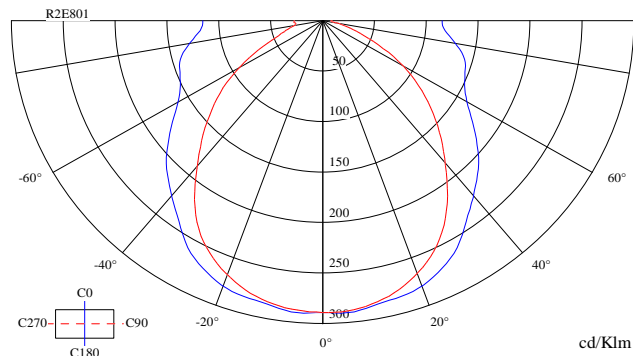
Flujo emerg. (lm):570



Nova



Nova

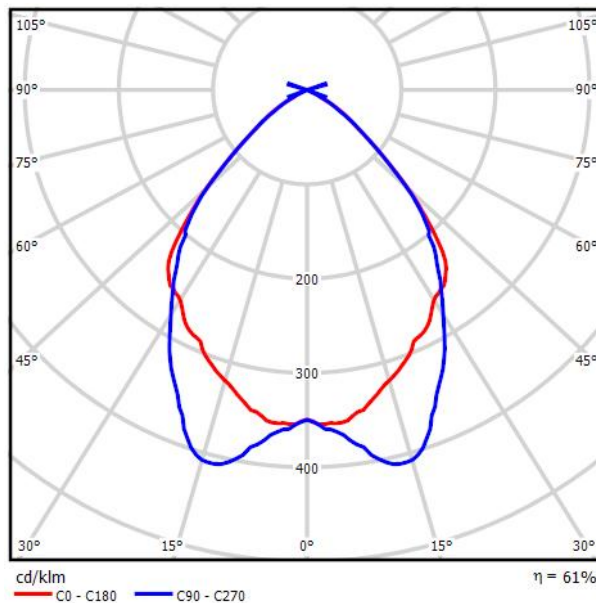


Curvas polares

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

PHILIPS FBS261 1xPL-C/4P18W HFP C / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 73 98 100 100 61

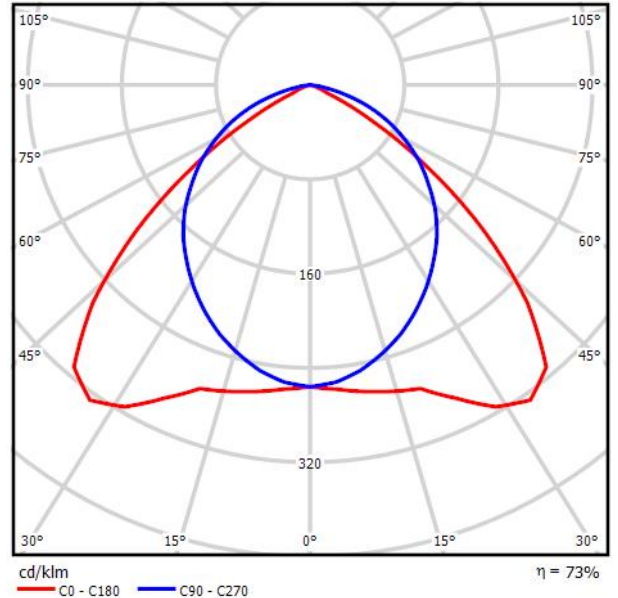
Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR												
e Techo		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
e Paredes		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
e Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local	X	Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	18.7	19.7	19.0	19.9	20.1	18.5	19.5	18.8	19.7	19.9	
	3H	18.6	19.5	18.9	19.7	20.0	18.4	19.3	18.7	19.5	19.7	
	4H	18.5	19.3	18.9	19.6	19.9	18.3	19.1	18.6	19.4	19.7	
	6H	18.5	19.2	18.8	19.5	19.8	18.3	19.0	18.6	19.3	19.6	
	8H	18.4	19.1	18.8	19.4	19.7	18.2	18.9	18.6	19.2	19.5	
12H	18.4	19.1	18.8	19.4	19.7	18.2	18.8	18.5	19.2	19.5		
4H	2H	18.7	19.4	19.0	19.7	20.0	18.5	19.3	18.8	19.5	19.8	
	3H	18.6	19.2	18.9	19.5	19.9	18.4	19.0	18.7	19.3	19.7	
	4H	18.5	19.1	18.9	19.4	19.8	18.3	18.9	18.7	19.2	19.6	
	6H	18.4	18.9	18.8	19.3	19.7	18.2	18.7	18.6	19.1	19.5	
	8H	18.4	18.8	18.8	19.2	19.6	18.2	18.6	18.6	19.0	19.4	
12H	18.4	18.8	18.8	19.2	19.6	18.2	18.5	18.6	18.9	19.4		
8H	4H	18.4	18.8	18.8	19.2	19.6	18.2	18.6	18.6	19.0	19.4	
	6H	18.3	18.7	18.8	19.1	19.5	18.1	18.5	18.6	18.9	19.3	
	8H	18.3	18.6	18.7	19.0	19.5	18.1	18.4	18.5	18.8	19.3	
	12H	18.2	18.5	18.7	18.9	19.4	18.0	18.3	18.5	18.7	19.2	
12H	4H	18.4	18.8	18.8	19.2	19.6	18.2	18.5	18.6	18.9	19.4	
	6H	18.3	18.6	18.7	19.0	19.5	18.1	18.4	18.5	18.8	19.3	
	8H	18.2	18.5	18.7	18.9	19.4	18.0	18.3	18.5	18.7	19.2	
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias												
S = 1.0H	+1.2 / -2.8					+1.1 / -3.6						
S = 1.5H	+3.3 / -7.6					+2.8 / -6.3						
S = 2.0H	+5.2 / -13.9					+4.7 / -19.3						
Tabla estándar	BK00					BK00						
Sumando de corrección	-1.5					-1.7						
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 1200lm Flujo luminoso total												

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

PHILIPS TBS160 3xTL-D18W HF C3 / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 54 90 99 100 73

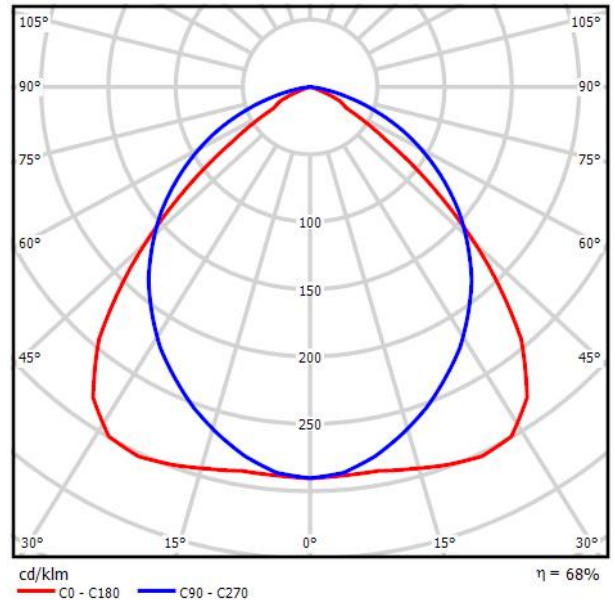
Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
a) Techo											
b) Paredes		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
c) Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
X	Y										
2H	2H	16.4	17.6	16.7	17.8	18.0	16.5	17.7	16.7	17.9	18.1
	3H	16.3	17.4	16.6	17.6	17.9	17.5	18.6	17.8	18.8	19.1
	4H	16.2	17.2	16.5	17.5	17.8	17.8	18.8	18.1	19.0	19.3
	6H	16.1	17.1	16.5	17.4	17.7	17.9	18.8	18.2	19.1	19.4
	8H	16.1	17.0	16.5	17.3	17.6	17.9	18.7	18.2	19.1	19.4
4H	12H	16.1	16.9	16.4	17.2	17.6	17.8	18.7	18.2	19.0	19.3
	2H	16.7	17.7	17.1	18.0	18.3	16.9	17.9	17.2	18.1	18.4
	3H	16.7	17.5	17.0	17.8	18.2	18.0	18.8	18.3	19.1	19.5
	4H	16.6	17.4	17.0	17.7	18.1	18.3	19.0	18.7	19.4	19.7
	6H	16.6	17.2	17.0	17.6	18.0	18.4	19.0	18.8	19.4	19.8
8H	12H	16.5	17.1	16.9	17.5	17.9	18.4	19.0	18.8	19.4	19.8
	16.5	17.0	16.9	17.4	17.8	18.4	18.9	18.9	19.3	19.8	
	4H	16.6	17.2	17.0	17.6	18.0	18.2	18.8	18.6	19.2	19.6
	6H	16.5	17.0	17.0	17.4	17.9	18.4	18.8	18.8	19.3	19.7
	8H	16.5	16.9	17.0	17.4	17.8	18.4	18.8	18.8	19.2	19.7
12H	16.5	16.8	17.0	17.3	17.8	18.4	18.7	18.9	19.2	19.7	
	4H	16.6	17.1	17.0	17.5	17.9	18.2	18.7	18.6	19.1	19.5
	6H	16.5	16.9	17.0	17.4	17.9	18.3	18.7	18.8	19.2	19.7
	8H	16.5	16.8	17.0	17.3	17.8	18.3	18.7	18.8	19.2	19.7
	Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias										
S = 1.0H		+0.7	-0.9			+0.2	-0.3				
S = 1.5H		+1.8	-4.6			+1.1	-1.3				
S = 2.0H		+3.3	-9.4			+1.2	-1.8				
Tabla estándar		BK01					BK03				
Sumando de corrección		-2.4					-0.2				
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 4050lm Flujo luminoso total											

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

PHILIPS TBS160 4xTL-D18W HF C3 / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 59 91 99 100 68

Emisión de luz 1:

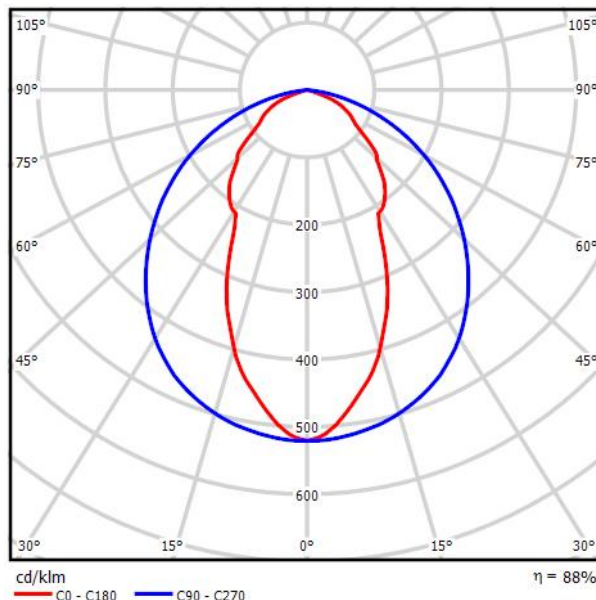
Valoración de deslumbramiento según UGR											
a) Techo		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
b) Paredes		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
c) Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local	X	Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara				Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	15.3	16.4	15.6	16.6	16.9	17.4	18.5	17.6	18.7	19.0
	3H	15.3	16.3	15.6	16.6	16.8	18.3	19.4	18.7	19.6	19.9
	4H	15.2	16.2	15.6	16.5	16.7	18.6	19.6	18.9	19.8	20.1
	6H	15.2	16.0	15.5	16.3	16.6	18.7	19.6	19.0	19.9	20.2
	8H	15.1	16.0	15.5	16.3	16.6	18.7	19.5	19.1	19.8	20.2
4H	12H	15.1	15.9	15.4	16.2	16.5	18.7	19.5	19.0	19.8	20.1
	2H	15.7	16.6	16.0	16.9	17.2	17.5	18.4	17.8	18.7	19.0
	3H	15.7	16.5	16.1	16.8	17.2	18.5	19.3	18.9	19.6	20.0
	4H	15.7	16.4	16.1	16.7	17.1	18.8	19.5	19.2	19.9	20.2
	6H	15.6	16.2	16.0	16.6	17.0	19.0	19.6	19.4	20.0	20.4
8H	12H	15.6	16.1	16.0	16.5	16.9	19.0	19.6	19.4	19.9	20.4
	15.5	16.0	16.0	16.4	16.9	19.0	19.5	19.4	19.9	20.3	
	4H	15.7	16.2	16.1	16.6	17.0	18.8	19.3	19.2	19.7	20.1
	6H	15.6	16.0	16.1	16.5	16.9	18.9	19.4	19.4	19.8	20.2
	8H	15.6	15.9	16.0	16.4	16.9	18.9	19.3	19.4	19.8	20.3
12H	15.5	15.9	16.0	16.3	16.8	18.9	19.3	19.4	19.7	20.2	
	4H	15.6	16.1	16.1	16.5	17.0	18.7	19.2	19.2	19.6	20.1
	6H	15.6	16.0	16.0	16.4	16.9	18.9	19.3	19.4	19.7	20.2
8H	15.5	15.9	16.0	16.3	16.8	18.9	19.2	19.4	19.7	20.2	
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H	+1.0 / -1.8				+0.3 / -0.4						
S = 1.5H	+2.2 / -5.2				+0.8 / -1.0						
S = 2.0H	+3.7 / -6.6				+1.1 / -1.9						
Tabla estándar	BK01				BK03						
Sumando de corrección	-3.6				0.2						
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 5400lm Flujo luminoso total											

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

PHILIPS TPS350 4xTL5-54W HFP NB / Hoja de datos de luminarias



Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 60 88 98 100 88

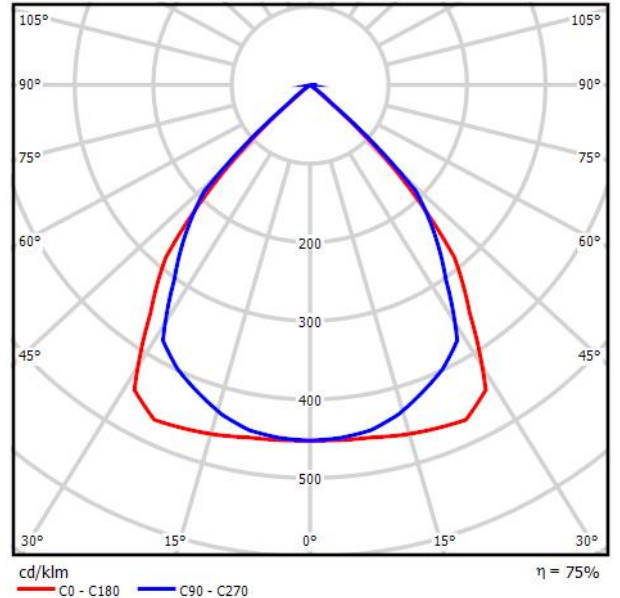
Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR												
		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
h Techo		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
h Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
X	Y											
2H	2H	18,6	19,7	18,8	19,9	20,1	22,5	23,6	22,8	23,9	24,1	
	3H	19,5	20,5	19,8	20,8	21,0	23,8	24,9	24,1	25,1	25,4	
	4H	19,5	20,5	19,8	20,7	21,0	24,3	25,3	24,6	25,5	25,8	
	6H	19,4	20,3	19,8	20,6	20,9	24,6	25,5	24,9	25,8	26,1	
	8H	19,4	20,3	19,8	20,6	20,9	24,6	25,5	25,0	25,8	26,1	
4H	12H	19,4	20,2	19,8	20,5	20,9	24,6	25,4	25,0	25,8	26,1	
	2H	19,2	20,2	19,6	20,5	20,7	22,6	23,5	22,9	23,8	24,1	
	3H	20,3	21,1	20,7	21,4	21,8	24,0	24,8	24,4	25,1	25,5	
	4H	20,3	21,1	20,7	21,4	21,8	24,5	25,2	24,9	25,6	25,9	
	6H	20,3	20,9	20,7	21,3	21,7	24,9	25,5	25,3	25,8	26,2	
8H	8H	20,3	20,8	20,7	21,2	21,6	24,9	25,5	25,4	25,9	26,3	
	12H	20,3	20,8	20,7	21,2	21,6	25,0	25,5	25,4	25,9	26,3	
	4H	20,5	21,1	20,9	21,5	21,9	24,5	25,1	24,9	25,5	25,9	
	6H	20,5	20,9	20,9	21,4	21,8	24,9	25,3	25,3	25,8	26,2	
	8H	20,5	20,9	20,9	21,3	21,8	25,0	25,4	25,4	25,8	26,3	
12H	12H	20,5	20,8	21,0	21,3	21,8	25,0	25,3	25,5	25,8	26,3	
	4H	20,5	21,0	21,0	21,4	21,9	24,5	25,0	24,9	25,4	25,8	
	6H	20,5	20,9	21,0	21,3	21,8	24,8	25,2	25,3	25,7	26,2	
8H	20,5	20,8	21,0	21,3	21,8	24,9	25,3	25,4	25,7	26,2		
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias												
S = 1.0H		+0,4 / -0,6					+0,5 / -0,6					
S = 1.5H		+0,9 / -1,2					+1,3 / -1,5					
S = 2.0H		+1,1 / -1,3					+2,3 / -2,2					
Tabla estándar		BK03					BK04					
Sumando de corrección		2,5					7,3					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 17900lm Flujo luminaria total												

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

PHILIPS TBS411 1xTL5-20W HFP C8 / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 81 100 100 100 75

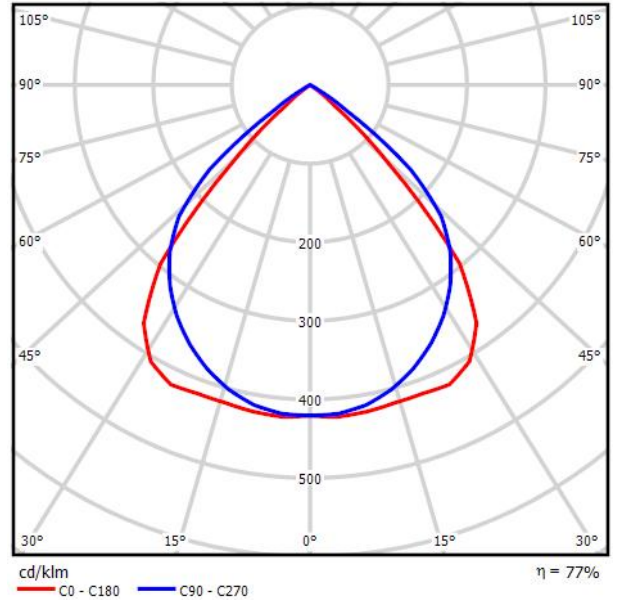
Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
a) Techo											
b) Paredes											
c) Suelo											
Tamaño del local		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
X	Y										
2H	2H	17,6	18,7	18,1	18,9	19,1	17,6	18,6	18,0	18,8	19,0
	3H	17,7	18,4	18,0	18,7	18,9	17,6	18,4	17,9	18,6	18,9
	4H	17,6	18,3	17,9	18,6	18,8	17,6	18,3	17,9	18,5	18,8
	6H	17,5	18,2	17,9	18,5	18,8	17,5	18,1	17,8	18,4	18,7
	8H	17,5	18,1	17,8	18,4	18,7	17,5	18,1	17,8	18,4	18,7
12H	17,5	18,1	17,8	18,4	18,7	17,4	18,0	17,8	18,3	18,6	
4H	2H	17,6	18,4	18,0	18,6	18,9	17,6	18,3	17,9	18,5	18,8
	3H	17,5	18,1	17,8	18,4	18,7	17,4	18,0	17,8	18,3	18,6
	4H	17,4	17,9	17,8	18,3	18,6	17,4	17,9	17,7	18,2	18,6
	6H	17,4	17,8	17,8	18,1	18,5	17,3	17,7	17,7	18,1	18,5
	8H	17,3	17,7	17,7	18,1	18,5	17,3	17,6	17,7	18,0	18,4
12H	17,3	17,6	17,7	18,0	18,4	17,2	17,6	17,6	18,0	18,4	
8H	4H	17,3	17,7	17,7	18,1	18,5	17,3	17,6	17,7	18,0	18,4
	6H	17,2	17,5	17,7	18,0	18,4	17,2	17,5	17,6	17,9	18,3
	8H	17,2	17,4	17,6	17,9	18,4	17,1	17,4	17,6	17,8	18,3
	12H	17,1	17,4	17,6	17,8	18,3	17,1	17,3	17,6	17,8	18,3
	12H	17,3	17,6	17,7	18,0	18,4	17,2	17,6	17,6	18,0	18,4
6H	17,2	17,4	17,6	17,9	18,4	17,1	17,4	17,6	17,8	18,3	
8H	17,1	17,4	17,6	17,8	18,3	17,1	17,3	17,6	17,8	18,3	
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H		-2.4 / -20.1					+2.8 / -15.4				
S = 1.5H		+4.3 / -31.8					+4.2 / -32.4				
S = 2.0H		+6.3 / -35.2					+6.2 / -35.6				
Tabla estándar		BK00					BK00				
Sumando de corrección		-1.8					-1.9				
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 1650lm Flujo luminoso total											

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

PHILIPS TBS411 1xTL5-13W HFP C8 / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



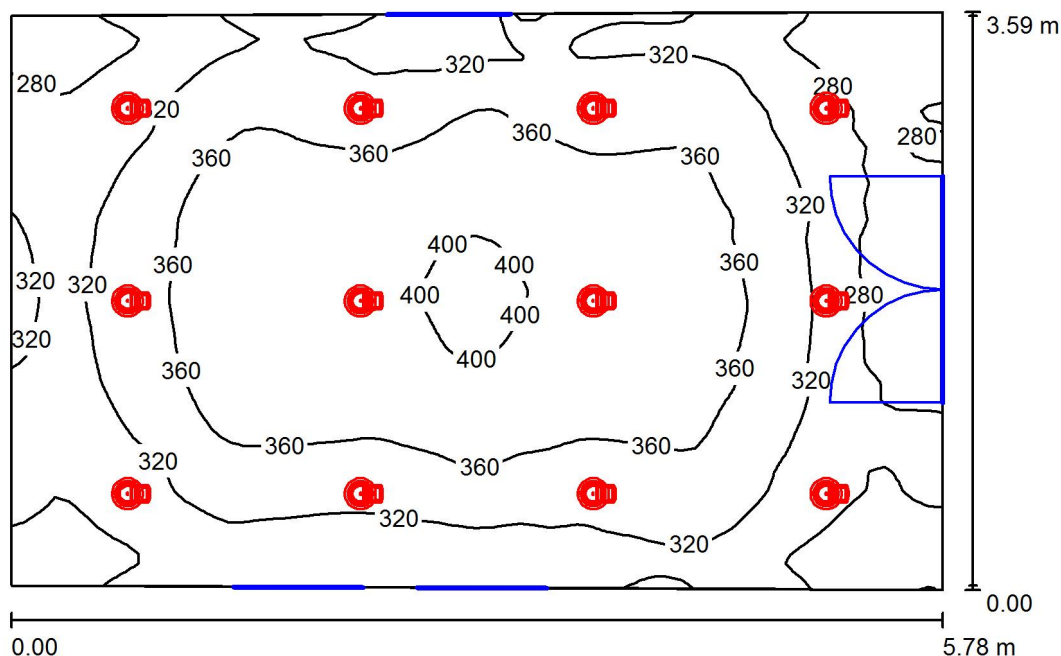
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 75 99 100 100 77

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
a) Techo											
b) Paredes		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
c) Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local	Mirado en perpendicular al eje de lámpara	Mirado longitudinalmente al eje de lámpara									
X	Y										
2H	2H	16.7	17.7	17.0	17.9	18.1	18.4	19.3	18.7	19.5	19.7
	3H	16.6	17.4	16.9	17.7	17.9	18.3	19.1	18.6	19.3	19.6
	4H	16.5	17.3	16.8	17.6	17.8	18.2	19.0	18.5	19.2	19.5
	6H	16.5	17.2	16.8	17.4	17.7	18.1	18.8	18.4	19.1	19.4
	8H	16.4	17.1	16.8	17.4	17.7	18.1	18.7	18.4	19.0	19.3
12H	16.4	17.0	16.7	17.3	17.7	18.0	18.7	18.4	19.0	19.3	
4H	2H	16.7	17.4	17.0	17.7	18.0	18.2	19.0	18.5	19.2	19.5
	3H	16.5	17.2	16.9	17.5	17.8	18.1	18.7	18.4	19.0	19.3
	4H	16.5	17.0	16.8	17.3	17.7	18.0	18.5	18.4	18.9	19.2
	6H	16.4	16.8	16.8	17.2	17.6	17.9	18.4	18.3	18.8	19.1
	8H	16.3	16.8	16.8	17.1	17.6	17.9	18.3	18.3	18.7	19.1
12H	16.3	16.7	16.7	17.1	17.5	17.8	18.2	18.3	18.6	19.1	
8H	4H	16.3	16.8	16.8	17.1	17.6	17.9	18.3	18.3	18.7	19.1
	6H	16.3	16.6	16.7	17.0	17.5	17.8	18.1	18.3	18.6	19.0
	8H	16.2	16.5	16.7	16.9	17.4	17.8	18.1	18.2	18.5	19.0
	12H	16.2	16.4	16.6	16.9	17.4	17.7	18.0	18.2	18.4	18.9
	12H	4H	16.3	16.7	16.7	17.1	17.5	17.8	18.2	18.3	18.6
6H		16.2	16.5	16.7	16.9	17.4	17.8	18.1	18.2	18.5	19.0
8H		16.2	16.4	16.6	16.9	17.4	17.7	18.0	18.2	18.4	18.9
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H		-2.3 / -12.3					+1.8 / -3.9				
S = 1.5H		+4.0 / -20.0					+3.0 / -16.3				
S = 2.0H		+6.0 / -23.4					+4.9 / -27.4				
Tabla estándar		BK00					BK00				
Sumando de corrección		-2.7					-1.1				
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 1150lm Flujo luminoso total											

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Entrada / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.500 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:47

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	333	240	411	0.721
Suelo	29	333	238	411	0.715
Techo	88	120	101	161	0.847
Paredes (5)	88	178	103	301	/

Plano útil:

Altura: 0.000 m
Trama: 64 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

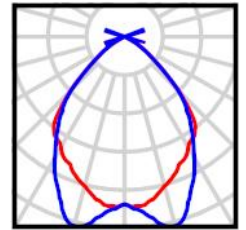
N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	12	PHILIPS FBS261 1xPL-C/4P18W HFP C (1.000)	732	1200	18.0
Total:			8784	14400	216.0

Valor de eficiencia energética: $10.51 \text{ W/m}^2 = 3.15 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 20.55 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Entrada / Lista de luminarias

12 Pieza PHILIPS FBS261 1xPL-C/4P18W HFP C
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 732 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 1200 lm
Potencia de las luminarias: 18.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 73 98 100 100 61
Lámpara: 1 x PL-C/4P18W/840 (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Entrada / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 8784 lm
Potencia total: 216.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	205	128	333	/	/
Suelo	205	128	333	29	31
Techo	0.00	120	120	88	34
Pared 1	47	123	170	88	48
Pared 2	60	123	183	88	51
Pared 3	56	121	177	88	50
Pared 4	59	120	179	88	50
Pared 5	28	136	164	88	46

Simetrías en el plano útil

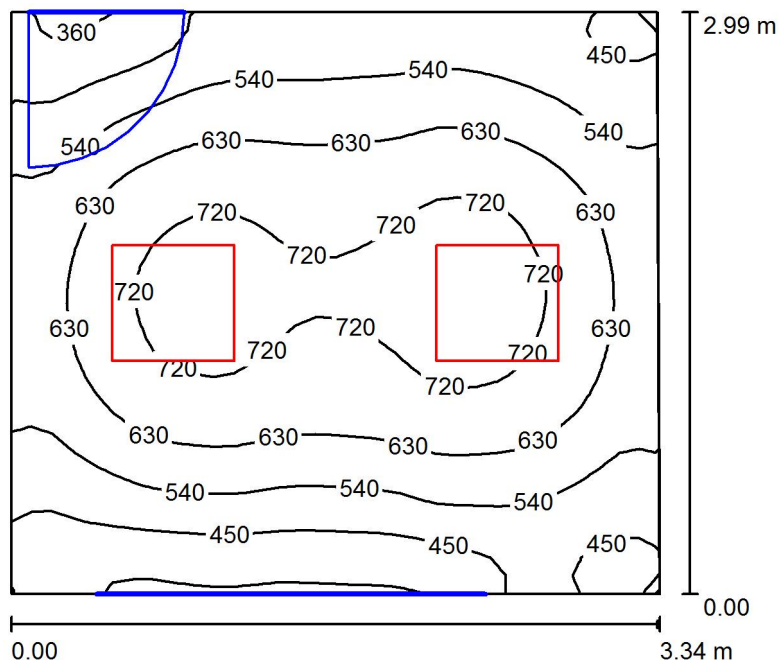
E_{\min} / E_m : 0.721 (1:1)

E_{\min} / E_{\max} : 0.584 (1:2)

Valor de eficiencia energética: $10.51 \text{ W/m}^2 = 3.15 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 20.55 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Recepción / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.580 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:39

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	588	332	772	0.564
Suelo	29	481	349	546	0.726
Techo	88	197	88	257	0.448
Paredes (4)	88	320	174	648	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 32 x 32 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

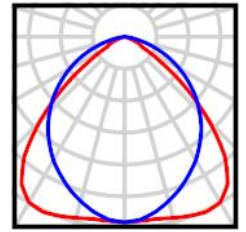
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	PHILIPS TBS160 4xTL-D18W HF C3 (1.000)	3672	5400	69.5
Total:			7344	10800	139.0

Valor de eficiencia energética: $13.93 \text{ W/m}^2 = 2.37 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 9.98 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Recepción / Lista de luminarias

2 Pieza PHILIPS TBS160 4xTL-D18W HF C3
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 3672 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 5400 lm
Potencia de las luminarias: 69.5 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 59 91 99 100 68
Lámpara: 4 x TL-D18W/840 (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Recepción / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 7344 lm
Potencia total: 139.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	371	218	588	/	/
Suelo	238	242	481	29	44
Techo	0.00	197	197	88	55
Pared 1	133	196	330	88	92
Pared 2	87	217	304	88	85
Pared 3	134	210	344	88	96
Pared 4	86	219	305	88	85

Simetrías en el plano útil

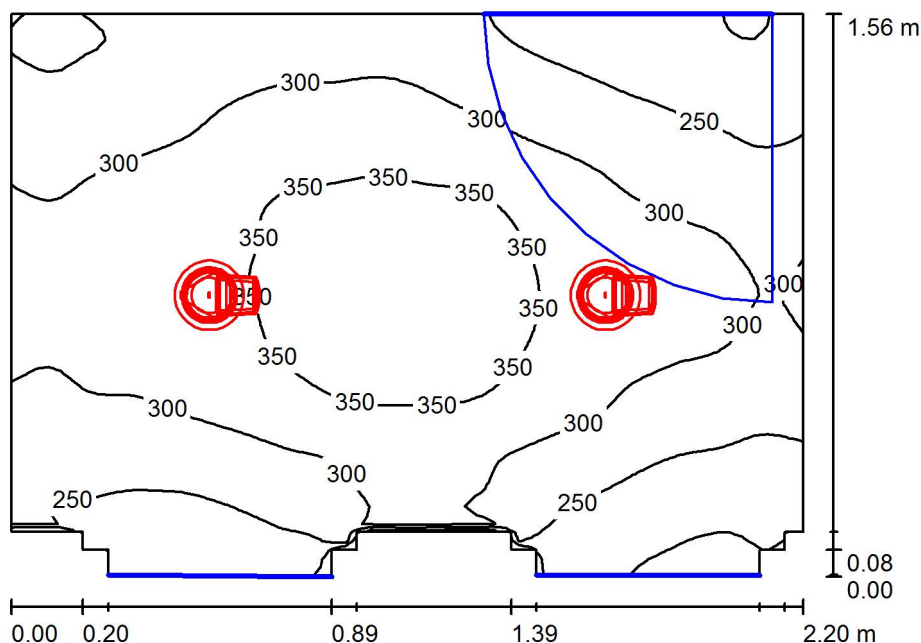
E_{\min} / E_{\max} : 0.564 (1:2)

E_{\min} / E_{\max} : 0.429 (1:2)

Valor de eficiencia energética: $13.93 \text{ W/m}^2 = 2.37 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 9.98 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Aseo 1 / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.500 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:21

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	295	179	390	0.606
Suelo	69	218	152	262	0.697
Techo	88	127	104	178	0.821
Paredes (20)	88	162	81	299	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 64 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

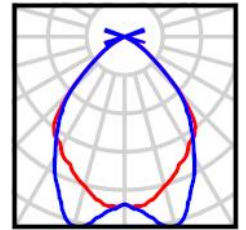
N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	PHILIPS FBS261 1xPL-C/4P18W HFP C (1.000)	732	1200	18.0
			Total: 1464	Total: 2400	36.0

Valor de eficiencia energética: $10.85 \text{ W/m}^2 = 3.68 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 3.32 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Aseo 1 / Lista de luminarias

2 Pieza PHILIPS FBS261 1xPL-C/4P18W HFP C
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 732 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 1200 lm
Potencia de las luminarias: 18.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 73 98 100 100 61
Lámpara: 1 x PL-C/4P18W/840 (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Aseo 1 / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 1464 lm
Potencia total: 36.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	167	128	295	/	/
Suelo	95	124	218	69	48
Techo	0.00	127	127	88	35
Pared 1	34	146	180	88	50
Pared 2	27	127	155	88	43
Pared 3	40	135	175	88	49
Pared 4	23	88	111	88	31
Pared 5	1.82	127	128	88	36
Pared 6	15	97	112	88	31
Pared 7	37	133	170	88	48
Pared 8	19	132	152	88	42
Pared 9	53	136	189	88	53
Pared 10	15	126	141	88	40
Pared 11	39	121	160	88	45
Pared 12	9.94	90	100	88	28
Pared 13	1.73	120	121	88	34
Pared 14	25	87	112	88	31
Pared 15	32	120	152	88	43
Pared 16	28	120	148	88	41
Pared 17	30	124	154	88	43
Pared 18	50	117	167	88	47
Pared 19	39	128	167	88	47
Pared 20	50	131	181	88	51

Simetrías en el plano útil

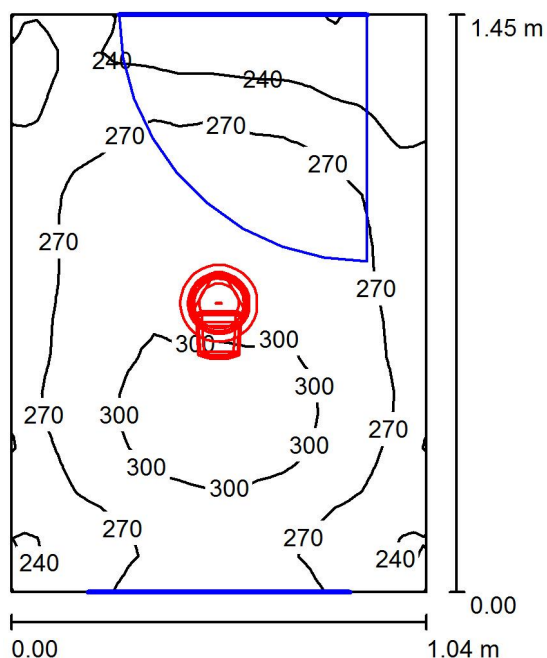
E_{\min} / E_m : 0.606 (1:2)

E_{\min} / E_{\max} : 0.459 (1:2)

Valor de eficiencia energética: $10.85 \text{ W/m}^2 = 3.68 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 3.32 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

WC 2 / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.500 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:19

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	271	206	314	0.761
Suelo	69	185	155	214	0.840
Techo	88	130	109	149	0.840
Paredes (4)	88	173	107	347	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 32 x 32 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

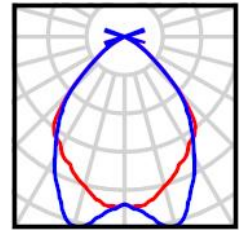
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	1	PHILIPS FBS261 1xPL-C/4P18W HFP C (1.000)	732	1200	18.0
Total:			732	1200	18.0

Valor de eficiencia energética: $11.98 \text{ W/m}^2 = 4.42 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 1.50 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

WC 2 / Lista de luminarias

1 Pieza PHILIPS FBS261 1xPL-C/4P18W HFP C
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 732 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 1200 lm
Potencia de las luminarias: 18.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 73 98 100 100 61
Lámpara: 1 x PL-C/4P18W/840 (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

WC 2 / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 732 lm
Potencia total: 18.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	124	147	271	/	/
Suelo	59	126	185	69	41
Techo	0.00	130	130	88	36
Pared 1	38	135	173	88	48
Pared 2	42	133	176	88	49
Pared 3	26	140	166	88	46
Pared 4	42	135	177	88	50

Simetrías en el plano útil

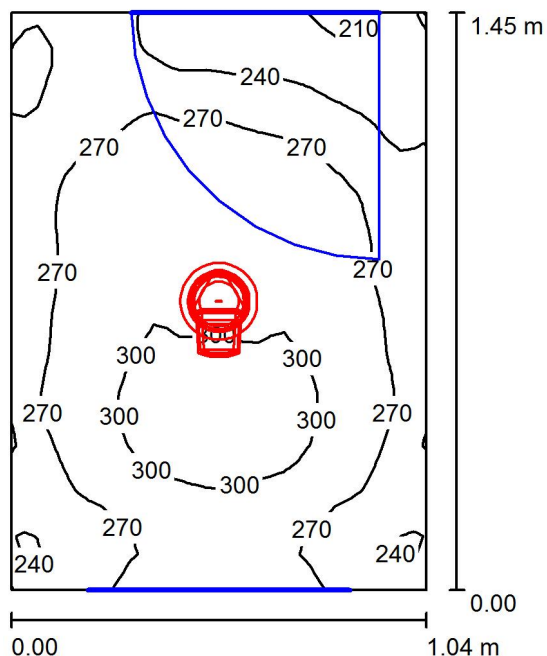
E_{\min} / E_{\max} : 0.761 (1:1)

E_{\min} / E_{\max} : 0.658 (1:2)

Valor de eficiencia energética: $11.98 \text{ W/m}^2 = 4.42 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 1.50 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

WC 1 / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.500 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:19

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	272	203	314	0.748
Suelo	69	185	151	214	0.819
Techo	88	130	109	150	0.840
Paredes (4)	88	174	107	348	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 32 x 32 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

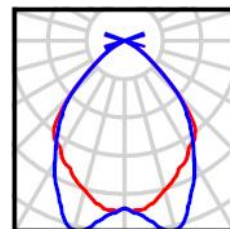
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	1	PHILIPS FBS261 1xPL-C/4P18W HFP C (1.000)	732	1200	18.0
Total:			732	1200	18.0

Valor de eficiencia energética: $11.98 \text{ W/m}^2 = 4.41 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 1.50 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

WC 1 / Lista de luminarias

1 Pieza PHILIPS FBS261 1xPL-C/4P18W HFP C
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 732 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 1200 lm
Potencia de las luminarias: 18.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 73 98 100 100 61
Lámpara: 1 x PL-C/4P18W/840 (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

WC 1 / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 732 lm
Potencia total: 18.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	124	148	272	/	/
Suelo	59	126	185	69	41
Techo	0.00	130	130	88	36
Pared 1	38	136	173	88	49
Pared 2	42	133	175	88	49
Pared 3	26	141	166	88	47
Pared 4	42	135	178	88	50

Simetrías en el plano útil

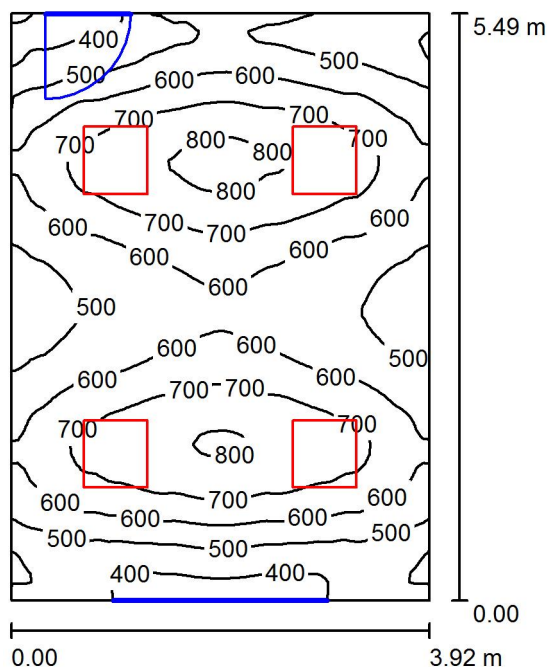
E_{\min} / E_{\max} : 0.748 (1:1)

E_{\min} / E_{\max} : 0.646 (1:2)

Valor de eficiencia energética: $11.98 \text{ W/m}^2 = 4.41 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 1.50 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Finanzas / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.500 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:71

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	596	344	833	0.577
Suelo	29	525	360	636	0.687
Techo	88	186	108	284	0.579
Paredes (4)	88	307	168	493	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 64 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

UGR

Pared izq 16
Pared inferior 16
(CIE, SHR = 0.25.)

Longi-

16
16

Tran

19
19

al eje de luminaria

Lista de piezas - Luminarias

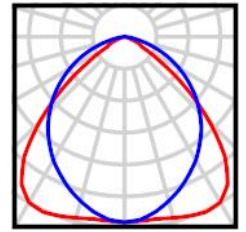
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	PHILIPS TBS160 4xTL-D18W HF C3 (1.000)	3672	5400	69.5
			Total: 14688	Total: 21600	278.0

Valor de eficiencia energética: $12.91 \text{ W/m}^2 = 2.17 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 21.54 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Finanzas / Lista de luminarias

4 Pieza PHILIPS TBS160 4xTL-D18W HF C3
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 3672 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 5400 lm
Potencia de las luminarias: 69.5 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 59 91 99 100 68
Lámpara: 4 x TL-D18W/840 (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Finanzas / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 14688 lm
Potencia total: 278.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	396	200	596	/	/
Suelo	298	226	525	29	48
Techo	0.00	186	186	88	52
Pared 1	114	191	305	88	85
Pared 2	102	204	306	88	86
Pared 3	114	197	310	88	87
Pared 4	107	200	307	88	86

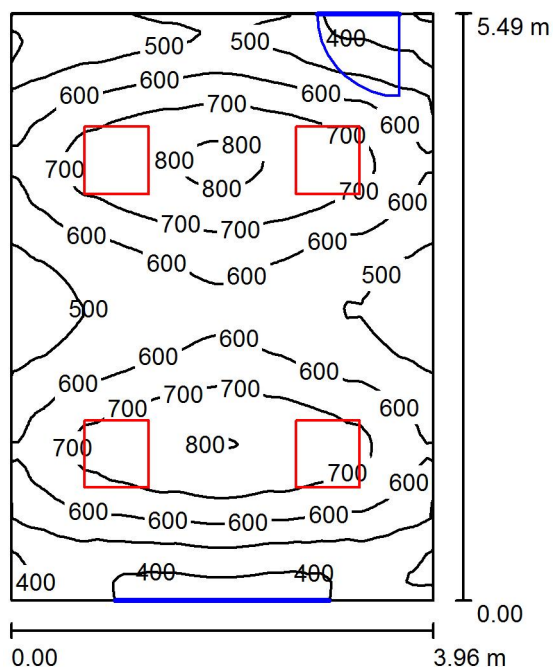
Simetrías en el plano útil
 E_{\min} / E_m : 0.577 (1:2)
 E_{\min} / E_{\max} : 0.413 (1:2)

UGR Longi- Tran al eje de luminaria
Pared izq 16 19
Pared inferior 16 19
(CIE, SHR = 0.25.)

Valor de eficiencia energética: 12.91 W/m² = 2.17 W/m²/100 lx (Base: 21.54 m²)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Gerencia / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.500 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:71

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	593	341	825	0.576
Suelo	29	520	359	632	0.690
Techo	88	186	107	270	0.576
Paredes (4)	88	306	173	489	/

Plano útil:		UGR	Longi-	Tran	al eje de luminaria
Altura:	0.850 m	Pared izq	16	19	
Trama:	64 x 64 Puntos	Pared inferior	16	19	
Zona marginal:	0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

Lista de piezas - Luminarias

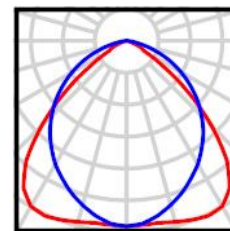
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	PHILIPS TBS160 4xTL-D18W HF C3 (1.000)	3672	5400	69.5
			Total: 14688	Total: 21600	278.0

Valor de eficiencia energética: $12.79 \text{ W/m}^2 = 2.16 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 21.74 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Gerencia / Lista de luminarias

4 Pieza PHILIPS TBS160 4xTL-D18W HF C3
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 3672 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 5400 lm
Potencia de las luminarias: 69.5 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 59 91 99 100 68
Lámpara: 4 x TL-D18W/840 (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Gerencia / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 14688 lm
Potencia total: 278.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	394	199	593	/	/
Suelo	297	223	520	29	48
Techo	0.00	186	186	88	52
Pared 1	113	197	309	88	87
Pared 2	101	201	302	88	85
Pared 3	113	190	303	88	85
Pared 4	106	201	308	88	86

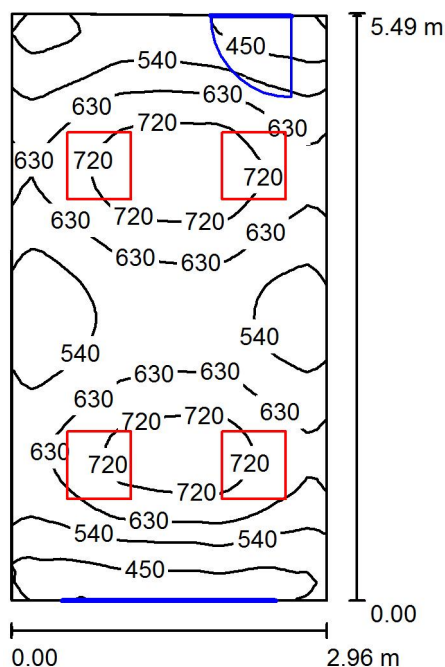
Simetrías en el plano útil

E_{\min} / E_m : 0.576 (1:2)	UGR	Longi-	Tran	al eje de luminaria
E_{\min} / E_{\max} : 0.414 (1:2)	Pared izq	16	19	
	Pared inferior	16	19	
	(CIE, SHR = 0.25.)			

Valor de eficiencia energética: 12.79 W/m² = 2.16 W/m²/100 lx (Base: 21.74 m²)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

RR.HH / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.580 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:71

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	596	351	799	0.590
Suelo	29	503	363	577	0.720
Techo	88	219	62	316	0.283
Paredes (4)	88	362	211	816	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 64 x 32 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

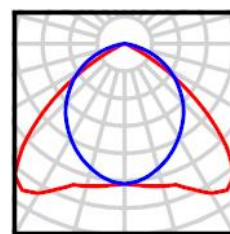
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	PHILIPS TBS160 3xTL-D18W HF C3 (1.000)	2957	4050	52.5
			Total: 11826	Total: 16200	210.0

Valor de eficiencia energética: $12.98 \text{ W/m}^2 = 2.18 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 16.17 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

RR.HH / Lista de luminarias

4 Pieza PHILIPS TBS160 3xTL-D18W HF C3
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 2957 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 4050 lm
Potencia de las luminarias: 52.5 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 54 90 99 100 73
Lámpara: 3 x TL-D18W/840 (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

RR.HH / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 11826 lm
Potencia total: 210.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	346	250	596	/	/
Suelo	240	264	503	29	46
Techo	0.00	219	219	88	61
Pared 1	96	236	332	88	93
Pared 2	150	232	382	88	107
Pared 3	100	245	345	88	97
Pared 4	134	233	367	88	103

Simetrías en el plano útil

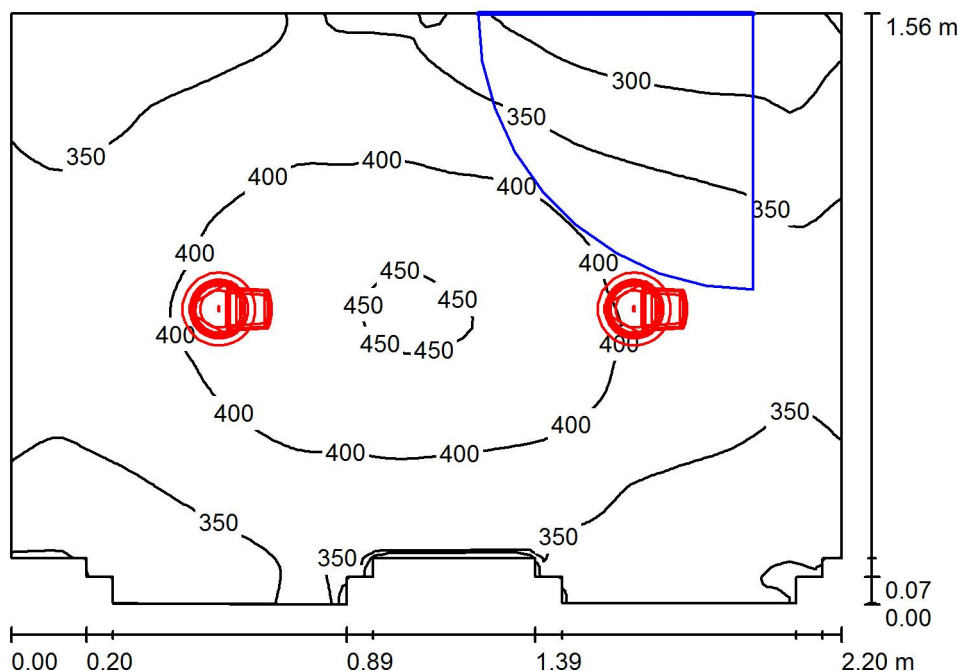
E_{\min} / E_{\max} : 0.590 (1:2)

E_{\min} / E_{\max} : 0.440 (1:2)

Valor de eficiencia energética: $12.98 \text{ W/m}^2 = 2.18 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 16.17 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Aseo 2 / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.500 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:20

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	368	257	460	0.697
Suelo	69	292	226	336	0.775
Techo	88	192	167	252	0.870
Paredes (20)	88	238	138	371	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 64 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

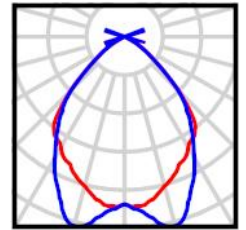
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	PHILIPS FBS261 1xPL-C/4P18W HFP C (1.000)	732	1200	18.0
Total:			1464	Total: 2400	36.0

Valor de eficiencia energética: $10.86 \text{ W/m}^2 = 2.95 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 3.31 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Aseo 2 / Lista de luminarias

2 Pieza PHILIPS FBS261 1xPL-C/4P18W HFP C
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 732 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 1200 lm
Potencia de las luminarias: 18.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 73 98 100 100 61
Lámpara: 1 x PL-C/4P18W/840 (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Aseo 2 / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 1464 lm
Potencia total: 36.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	167	201	368	/	/
Suelo	95	197	292	69	64
Techo	0.00	192	192	88	54
Pared 1	50	201	251	88	70
Pared 2	34	204	239	88	67
Pared 3	27	191	218	88	61
Pared 4	40	193	233	88	65
Pared 5	23	201	223	88	63
Pared 6	44	196	240	88	67
Pared 7	15	210	225	88	63
Pared 8	37	191	228	88	64
Pared 9	19	197	216	88	60
Pared 10	53	193	245	88	69
Pared 11	15	191	206	88	58
Pared 12	39	176	216	88	60
Pared 13	9.90	200	209	88	59
Pared 14	42	182	224	88	63
Pared 15	25	191	216	88	60
Pared 16	32	173	206	88	58
Pared 17	28	178	206	88	58
Pared 18	30	182	212	88	59
Pared 19	50	188	238	88	67
Pared 20	38	203	241	88	67

Simetrías en el plano útil

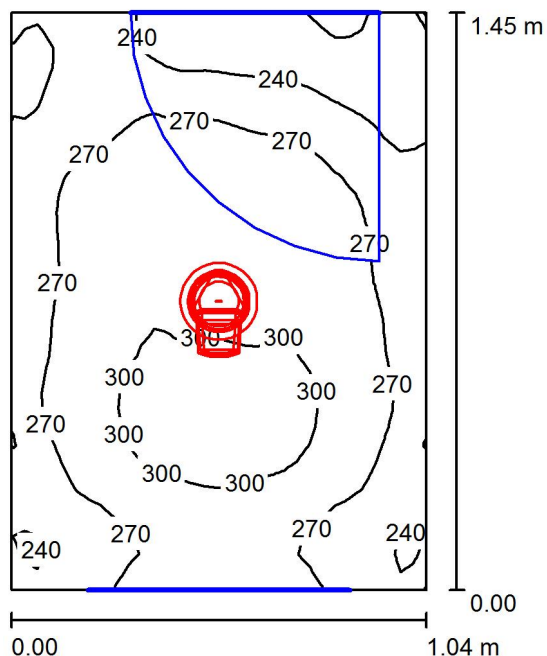
E_{\min} / E_m : 0.697 (1:1)

E_{\min} / E_{\max} : 0.558 (1:2)

Valor de eficiencia energética: 10.86 W/m² = 2.95 W/m²/100 lx (Base: 3.31 m²)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

WC 3 / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.500 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:19

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	271	203	314	0.748
Suelo	69	185	151	216	0.819
Techo	88	130	107	150	0.827
Paredes (4)	88	173	107	348	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 32 x 32 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

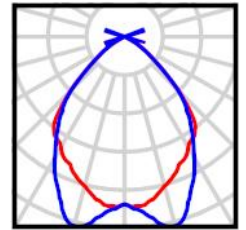
N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	1	PHILIPS FBS261 1xPL-C/4P18W HFP C (1.000)	732	1200	18.0
			Total: 732	Total: 1200	18.0

Valor de eficiencia energética: $11.98 \text{ W/m}^2 = 4.42 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 1.50 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

WC 3 / Lista de luminarias

1 Pieza PHILIPS FBS261 1xPL-C/4P18W HFP C
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 732 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 1200 lm
Potencia de las luminarias: 18.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 73 98 100 100 61
Lámpara: 1 x PL-C/4P18W/840 (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

WC 3 / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 732 lm
Potencia total: 18.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	124	147	271	/	/
Suelo	59	126	185	69	41
Techo	0.00	130	130	88	36
Pared 1	26	141	166	88	47
Pared 2	42	135	177	88	50
Pared 3	38	135	173	88	48
Pared 4	42	133	175	88	49

Simetrías en el plano útil

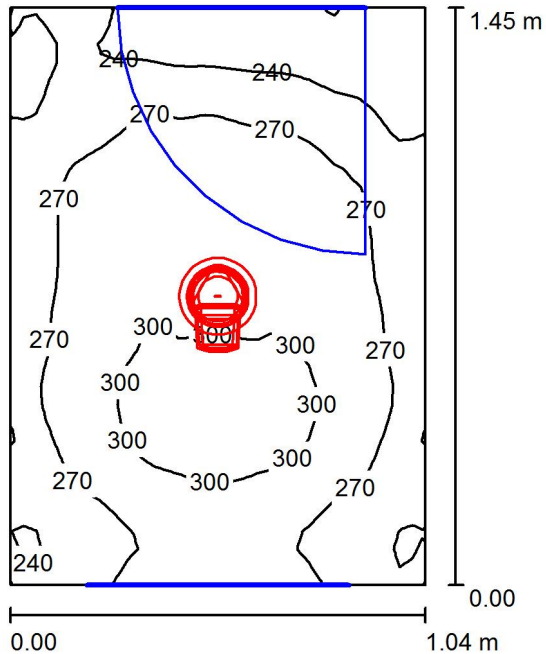
E_{\min} / E_{\max} : 0.748 (1:1)

E_{\min} / E_{\max} : 0.646 (1:2)

Valor de eficiencia energética: $11.98 \text{ W/m}^2 = 4.42 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 1.50 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

WC 4 / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.500 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:19

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	271	207	314	0.761
Suelo	69	185	153	216	0.826
Techo	88	130	109	149	0.840
Paredes (4)	88	173	107	347	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 32 x 32 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

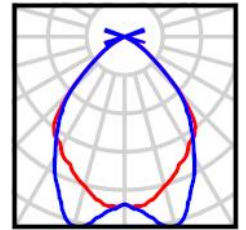
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	1	PHILIPS FBS261 1xPL-C/4P18W HFP C (1.000)	732	1200	18.0
			Total: 732	Total: 1200	18.0

Valor de eficiencia energética: $11.98 \text{ W/m}^2 = 4.42 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 1.50 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

WC 4 / Lista de luminarias

1 Pieza PHILIPS FBS261 1xPL-C/4P18W HFP C
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 732 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 1200 lm
Potencia de las luminarias: 18.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 73 98 100 100 61
Lámpara: 1 x PL-C/4P18W/840 (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

WC 4 / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 732 lm
Potencia total: 18.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	124	147	271	/	/
Suelo	59	126	185	69	41
Techo	0.00	130	130	88	36
Pared 1	42	135	177	88	50
Pared 2	38	135	173	88	48
Pared 3	42	133	176	88	49
Pared 4	26	140	166	88	46

Simetrías en el plano útil

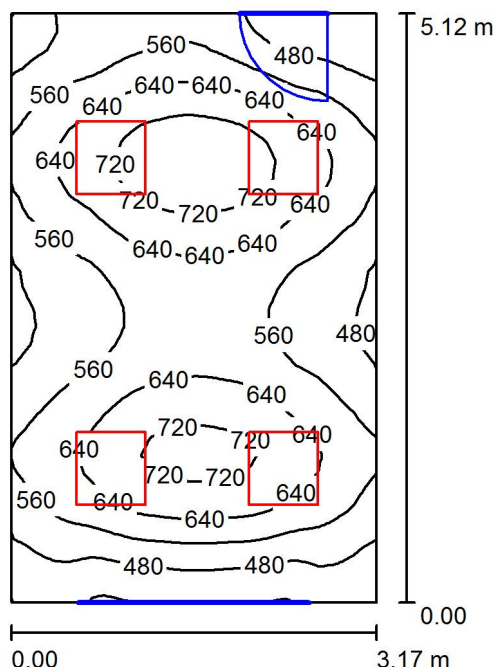
E_{\min} / E_{\max} : 0.761 (1:1)

E_{\min} / E_{\max} : 0.658 (1:2)

Valor de eficiencia energética: $11.98 \text{ W/m}^2 = 4.42 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 1.50 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Dirección técnica / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.580 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:66

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	589	393	782	0.667
Suelo	29	501	398	561	0.794
Techo	88	211	78	289	0.370
Paredes (4)	88	352	201	655	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 32 x 32 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

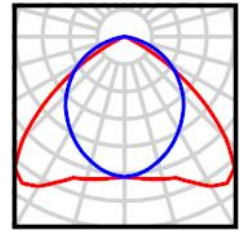
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	PHILIPS TBS160 3xTL-D18W HF C3 (1.000)	2957	4050	52.5
			Total: 11826	Total: 16200	210.0

Valor de eficiencia energética: $12.91 \text{ W/m}^2 = 2.19 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 16.26 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Dirección técnica / Lista de luminarias

4 Pieza PHILIPS TBS160 3xTL-D18W HF C3
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 2957 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 4050 lm
Potencia de las luminarias: 52.5 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 54 90 99 100 73
Lámpara: 3 x TL-D18W/840 (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Dirección técnica / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 11826 lm
Potencia total: 210.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	351	238	589	/	/
Suelo	245	256	501	29	46
Techo	0.00	211	211	88	59
Pared 1	134	229	363	88	102
Pared 2	101	229	330	88	92
Pared 3	141	216	357	88	100
Pared 4	113	233	346	88	97

Simetrías en el plano útil

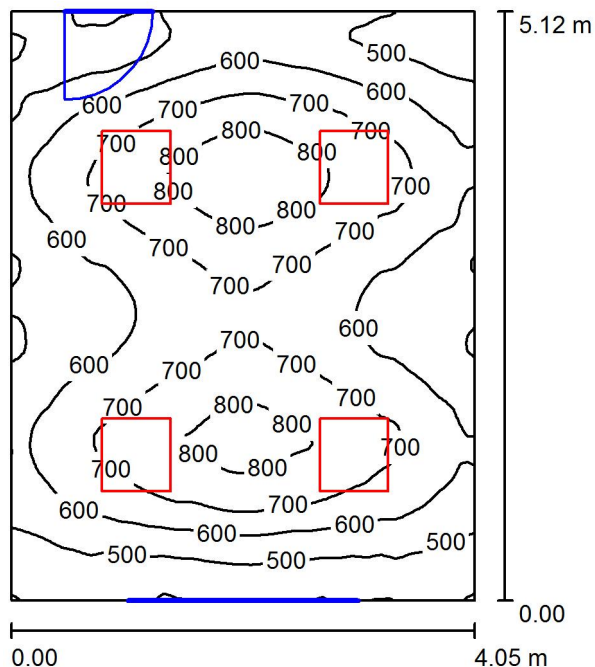
E_{\min} / E_{\max} : 0.667 (1:1)

E_{\min} / E_{\max} : 0.503 (1:2)

Valor de eficiencia energética: 12.91 W/m² = 2.19 W/m²/100 lx (Base: 16.26 m²)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Proceso / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.580 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:66

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	628	384	866	0.612
Suelo	29	552	392	670	0.711
Techo	88	206	119	322	0.579
Paredes (4)	88	340	189	492	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 64 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

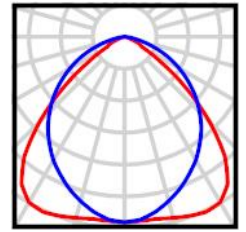
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	PHILIPS TBS160 4xTL-D18W HF C3 (1.000)	3672	5400	69.5
			Total: 14688	Total: 21600	278.0

Valor de eficiencia energética: $13.42 \text{ W/m}^2 = 2.14 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 20.71 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Proceso / Lista de luminarias

4 Pieza PHILIPS TBS160 4xTL-D18W HF C3
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 3672 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 5400 lm
Potencia de las luminarias: 69.5 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 59 91 99 100 68
Lámpara: 4 x TL-D18W/840 (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Proceso / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 14688 lm
Potencia total: 278.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	407	221	628	/	/
Suelo	305	247	552	29	51
Techo	0.00	206	206	88	58
Pared 1	113	217	330	88	92
Pared 2	120	225	346	88	97
Pared 3	117	224	340	88	95
Pared 4	115	232	347	88	97

Simetrías en el plano útil

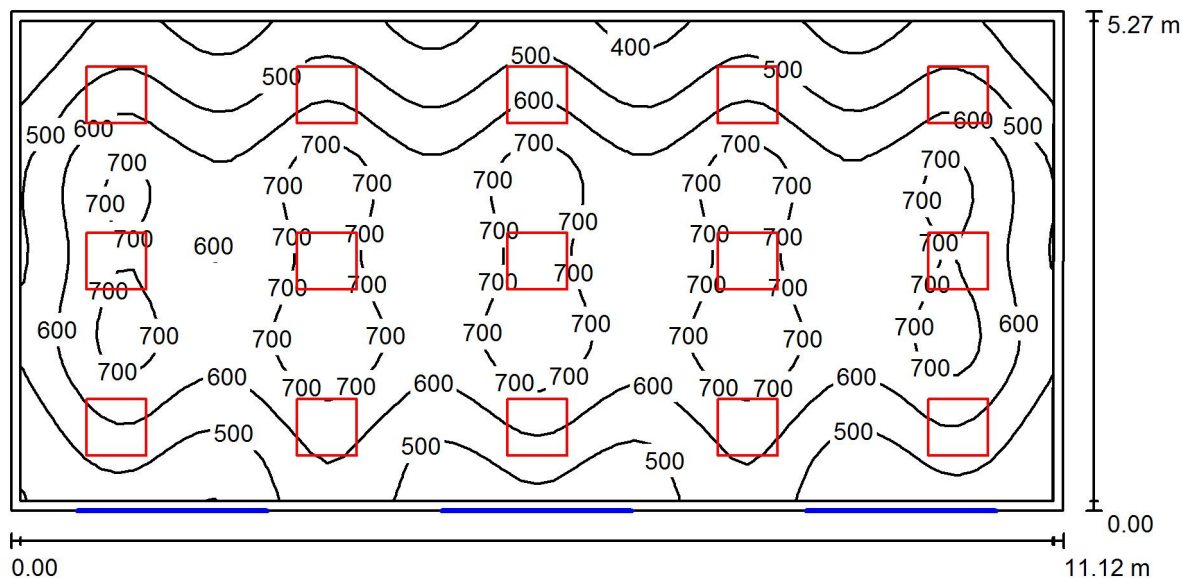
E_{\min} / E_{\max} : 0.612 (1:2)

E_{\min} / E_{\max} : 0.444 (1:2)

Valor de eficiencia energética: $13.42 \text{ W/m}^2 = 2.14 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 20.71 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Oficina Técnica Mecánica / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.500 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:80

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	592	301	789	0.509
Suelo	29	516	277	662	0.536
Techo	88	124	53	198	0.431
Paredes (4)	60	279	86	523	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 32 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.100 m

Lista de piezas - Luminarias

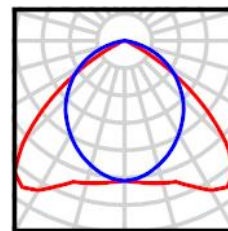
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	15	PHILIPS TBS160 3xTL-D18W HF C3 (1.000)	2957	4050	52.5
			Total: 44348	Total: 60750	787.5

Valor de eficiencia energética: $13.45 \text{ W/m}^2 = 2.27 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 58.55 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Oficina Técnica Mecánica / Lista de luminarias

15 Pieza PHILIPS TBS160 3xTL-D18W HF C3
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 2957 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 4050 lm
Potencia de las luminarias: 52.5 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 54 90 99 100 73
Lámpara: 3 x TL-D18W/840 (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Oficina Técnica Mecánica / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 44348 lm
Potencia total: 787.5 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.100 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	478	114	592	/	/
Suelo	389	127	516	29	48
Techo	0.00	124	124	88	35
Pared 1	141	118	260	88	73
Pared 2	142	131	273	88	77
Pared 3	142	129	272	88	76
Pared 4	157	140	297	6	5.67

Simetrías en el plano útil

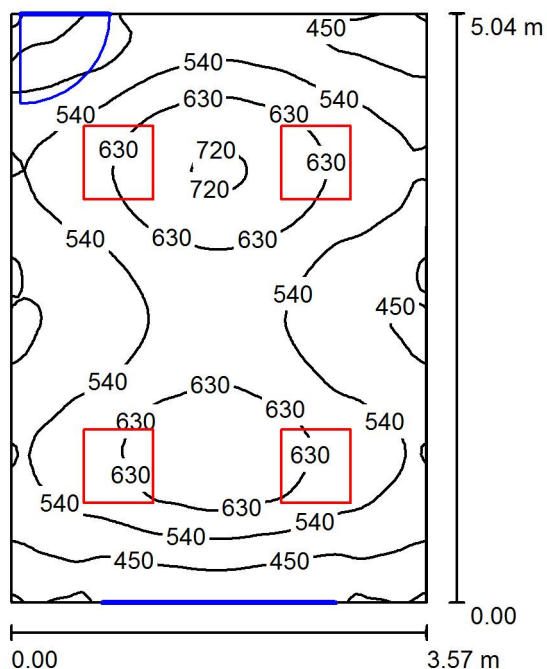
E_{\min} / E_{\max} : 0.509 (1:2)

E_{\min} / E_{\max} : 0.381 (1:3)

Valor de eficiencia energética: 13.45 W/m² = 2.27 W/m²/100 lx (Base: 58.55 m²)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Sala 1 / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.580 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:65

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	545	336	736	0.615
Suelo	29	467	328	531	0.702
Techo	88	190	101	280	0.532
Paredes (4)	88	317	178	540	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 64 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

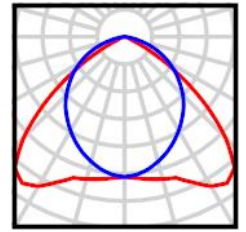
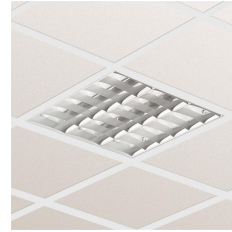
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	PHILIPS TBS160 3xTL-D18W HF C3 (1.000)	2957	4050	52.5
			Total: 11826	Total: 16200	210.0

Valor de eficiencia energética: $11.67 \text{ W/m}^2 = 2.14 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 17.99 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Sala 1 / Lista de luminarias

4 Pieza PHILIPS TBS160 3xTL-D18W HF C3
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 2957 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 4050 lm
Potencia de las luminarias: 52.5 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 54 90 99 100 73
Lámpara: 3 x TL-D18W/840 (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Sala 1 / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 11826 lm
Potencia total: 210.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	333	212	545	/	/
Suelo	238	229	467	29	43
Techo	0.00	190	190	88	53
Pared 1	106	207	314	88	88
Pared 2	126	193	319	88	89
Pared 3	99	211	311	88	87
Pared 4	123	199	322	88	90

Simetrías en el plano útil

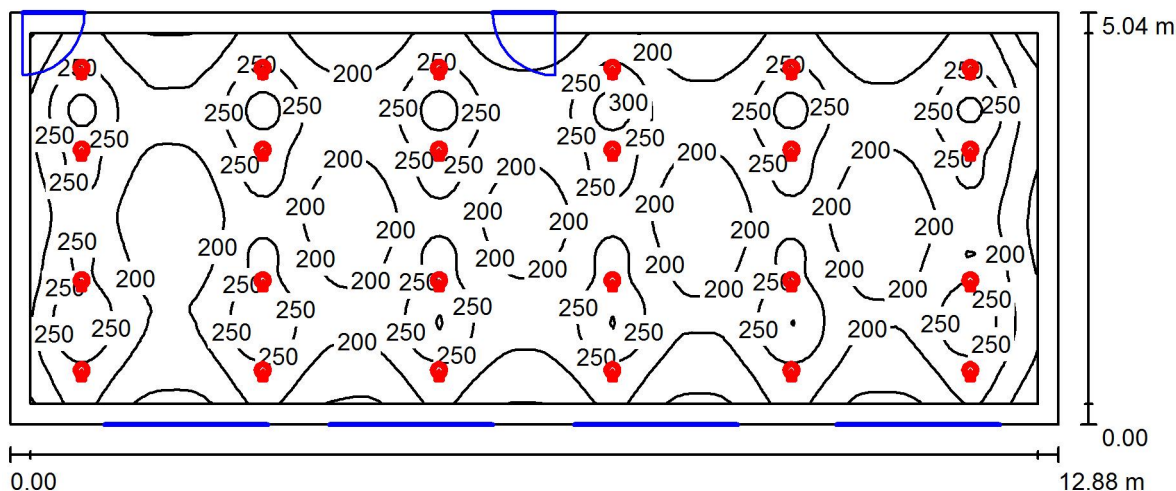
E_{\min} / E_{\max} : 0.615 (1:2)

E_{\min} / E_{\max} : 0.456 (1:2)

Valor de eficiencia energética: $11.67 \text{ W/m}^2 = 2.14 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 17.99 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Comedor / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.500 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:93

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	219	114	327	0.524
Suelo	20	188	93	240	0.496
Techo	70	34	22	38	0.650
Paredes (4)	50	70	24	152	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 64 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.250 m

Lista de piezas - Luminarias

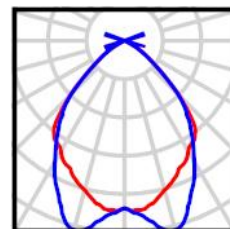
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	24	PHILIPS FBS261 1xPL-C/4P18W HFP C (1.000)	732	1200	18.0
			Total: 17568	Total: 28800	432.0

Valor de eficiencia energética: $6.65 \text{ W/m}^2 = 3.04 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 64.95 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Comedor / Lista de luminarias

24 Pieza PHILIPS FBS261 1xPL-C/4P18W HFP C
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 732 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 1200 lm
Potencia de las luminarias: 18.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 73 98 100 100 61
Lámpara: 1 x PL-C/4P18W/840 (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Comedor / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 17568 lm
Potencia total: 432.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.250 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	194	25	219	/	/
Suelo	160	28	188	20	12
Techo	0.00	34	34	70	7.51
Pared 1	42	30	72	50	11
Pared 2	38	31	69	50	11
Pared 3	34	29	63	50	10
Pared 4	41	31	73	50	12

Simetrías en el plano útil

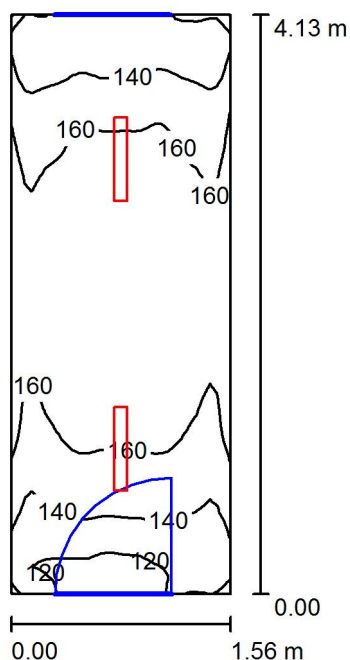
E_{\min} / E_{\max} : 0.524 (1:2)

E_{\min} / E_{\max} : 0.350 (1:3)

Valor de eficiencia energética: $6.65 \text{ W/m}^2 = 3.04 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 64.95 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Entrada Personal / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.580 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:54

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	154	106	179	0.685
Suelo	29	154	106	177	0.687
Techo	88	71	59	84	0.830
Paredes (4)	88	105	62	191	/

Plano útil:

Altura: 0.000 m
Trama: 64 x 32 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

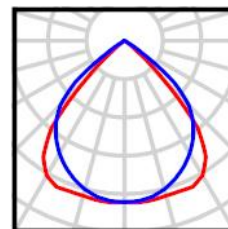
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	PHILIPS TBS411 1xTL5-13W HFP C8 (1.000)	885	1150	16.0
			Total: 1771	Total: 2300	32.0

Valor de eficiencia energética: $4.96 \text{ W/m}^2 = 3.22 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 6.45 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Entrada Personal / Lista de luminarias

2 Pieza PHILIPS TBS411 1xTL5-13W HFP C8
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 885 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 1150 lm
Potencia de las luminarias: 16.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 75 99 100 100 77
Lámpara: 1 x TL5-13W/840 (Factor de corrección
1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Entrada Personal / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 1771 lm
Potencia total: 32.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	73	81	154	/	/
Suelo	73	81	154	29	14
Techo	0.00	71	71	88	20
Pared 1	35	73	108	88	30
Pared 2	21	75	96	88	27
Pared 3	35	74	109	88	30
Pared 4	21	77	98	88	27

Simetrías en el plano útil

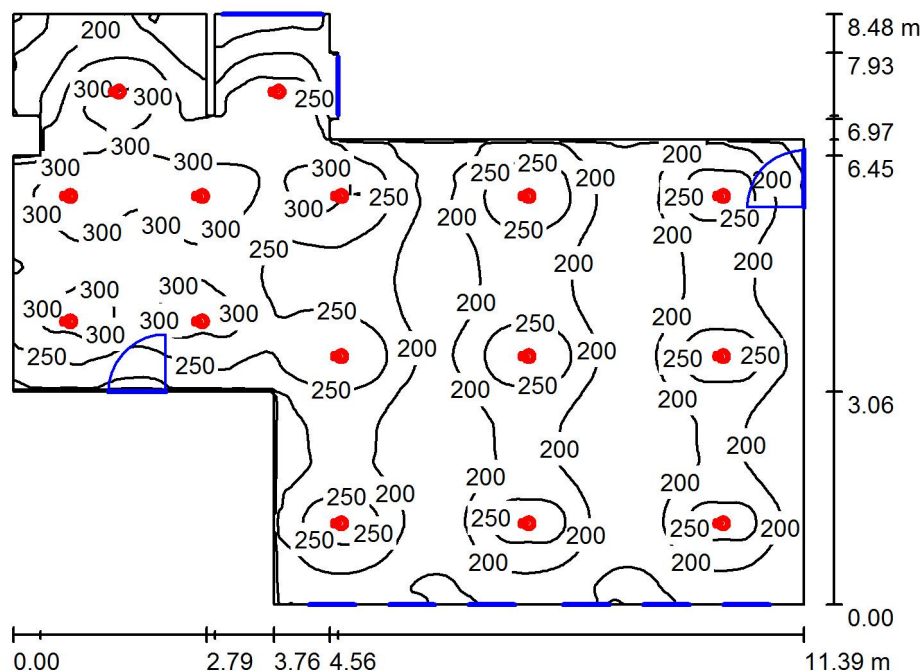
E_{\min} / E_{\max} : 0.685 (1:1)

E_{\min} / E_{\max} : 0.591 (1:2)

Valor de eficiencia energética: $4.96 \text{ W/m}^2 = 3.22 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 6.45 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Vestuarios / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.500 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:109

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	226	124	345	0.548
Suelo	69	216	135	310	0.624
Techo	88	138	94	218	0.681
Paredes (20)	88	149	80	249	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

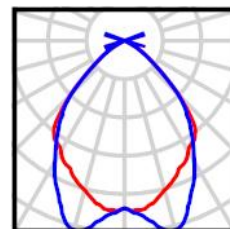
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	15	PHILIPS FBS261 1xPL-C/4P18W HFP C (1.000)	732	1200	18.0
			Total: 10980	Total: 18000	270.0

Valor de eficiencia energética: $3.72 \text{ W/m}^2 = 1.65 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 72.48 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Vestuarios / Lista de luminarias

15 Pieza PHILIPS FBS261 1xPL-C/4P18W HFP C
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 732 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 1200 lm
Potencia de las luminarias: 18.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 73 98 100 100 61
Lámpara: 1 x PL-C/4P18W/840 (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Vestuarios / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 10980 lm
Potencia total: 270.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	104	121	226	/	/
Suelo	90	126	216	69	47
Techo	0.00	138	138	88	39
Pared 1	29	124	154	88	43
Pared 2	14	87	101	88	28
Pared 3	15	105	120	88	34
Pared 4	17	109	126	88	35
Pared 5	16	100	116	88	32
Pared 6	6.90	107	114	88	32
Pared 7	24	99	123	88	35
Pared 8	26	137	163	88	46
Pared 9	16	142	158	88	44
Pared 10	17	138	154	88	43
Pared 11	10	133	143	88	40
Pared 12	3.80	131	135	88	38
Pared 13	31	146	176	88	49
Pared 14	27	161	187	88	52
Pared 15	33	148	181	88	51
Pared 16	25	148	174	88	49
Pared 17	20	126	145	88	41
Pared 18	17	125	142	88	40
Pared 19	16	126	143	88	40
Pared 20	23	128	152	88	42

Simetrías en el plano útil

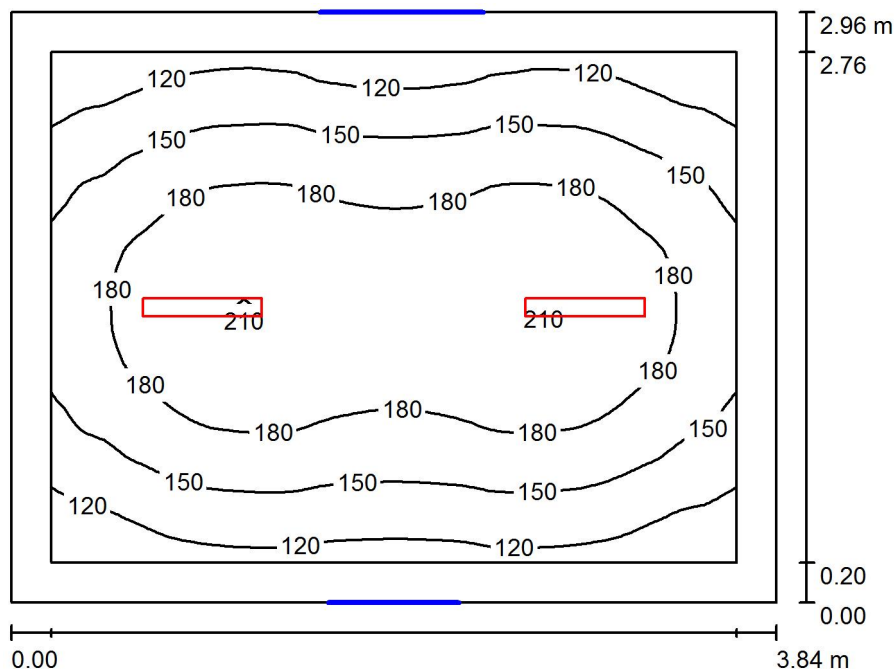
E_{\min} / E_m : 0.548 (1:2)

E_{\min} / E_{\max} : 0.358 (1:3)

Valor de eficiencia energética: 3.72 W/m² = 1.65 W/m²/100 lx (Base: 72.48 m²)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Cuadro Eléctrico / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.554 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:38

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	162	93	211	0.578
Suelo	29	124	95	144	0.760
Techo	88	46	38	55	0.836
Paredes (4)	88	65	39	126	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 64 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.200 m

UGR

Pared izq 17
Pared inferior 17
(CIE, SHR = 0.25.)

Longi- Tran al eje de luminaria
17 18
17 18

Lista de piezas - Luminarias

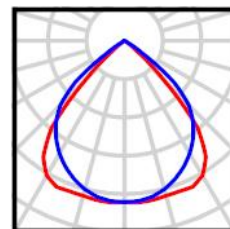
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	PHILIPS TBS411 1xTL5-13W HFP C8 (1.000)	885	1150	16.0
Total:			1771	2300	32.0

Valor de eficiencia energética: $2.82 \text{ W/m}^2 = 1.74 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 11.35 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Cuadro Eléctrico / Lista de luminarias

2 Pieza PHILIPS TBS411 1xTL5-13W HFP C8
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 885 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 1150 lm
Potencia de las luminarias: 16.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 75 99 100 100 77
Lámpara: 1 x TL5-13W/840 (Factor de corrección
1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Cuadro Eléctrico / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 1771 lm
Potencia total: 32.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.200 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	115	46	162	/	/
Suelo	70	54	124	29	11
Techo	0.00	46	46	88	13
Pared 1	15	47	62	88	17
Pared 2	23	46	69	88	19
Pared 3	14	48	62	88	17
Pared 4	23	46	69	88	19

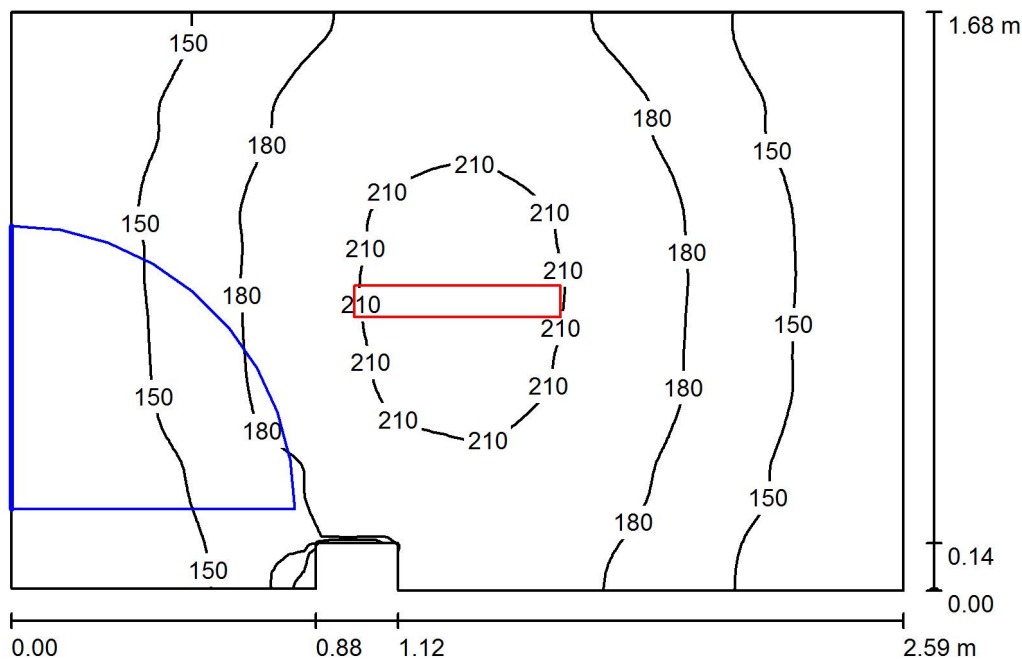
Simetrías en el plano útil

E_{\min} / E_m : 0.578 (1:2)	UGR	Longi-	Tran	al eje de luminaria
E_{\min} / E_{\max} : 0.443 (1:2)	Pared izq	17	18	
	Pared inferior	17	18	
	(CIE, SHR = 0.25.)			

Valor de eficiencia energética: $2.82 \text{ W/m}^2 = 1.74 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 11.35 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Equipo Limpieza / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.554 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:22

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	170	93	220	0.545
Suelo	29	126	93	151	0.734
Techo	88	64	54	93	0.847
Paredes (8)	88	88	49	195	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 64 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

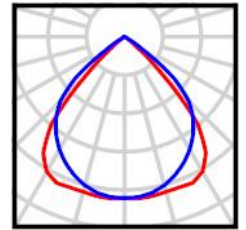
N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	1	PHILIPS TBS411 1xTL5-13W HFP C8 (1.000)	885	1150	16.0
			Total: 885	Total: 1150	16.0

Valor de eficiencia energética: $3.71 \text{ W/m}^2 = 2.19 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 4.31 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Equipo Limpieza / Lista de luminarias

1 Pieza PHILIPS TBS411 1xTL5-13W HFP C8
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 885 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 1150 lm
Potencia de las luminarias: 16.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 75 99 100 100 77
Lámpara: 1 x TL5-13W/840 (Factor de corrección
1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Equipo Limpieza / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 885 lm
Potencia total: 16.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	93	77	170	/	/
Suelo	51	76	126	29	12
Techo	0.00	64	64	88	18
Pared 1	17	63	81	88	23
Pared 2	0.00	64	64	88	18
Pared 3	43	67	110	88	31
Pared 4	9.36	80	89	88	25
Pared 5	27	69	95	88	27
Pared 6	20	67	87	88	24
Pared 7	25	67	92	88	26
Pared 8	15	66	81	88	23

Simetrías en el plano útil

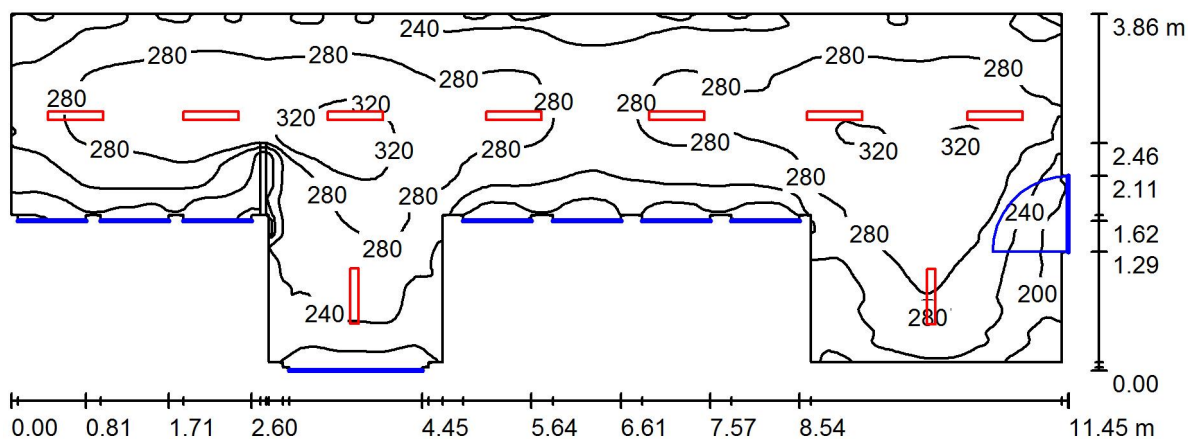
E_{\min} / E_m : 0.545 (1:2)

E_{\min} / E_{\max} : 0.421 (1:2)

Valor de eficiencia energética: $3.71 \text{ W/m}^2 = 2.19 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 4.31 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Aseo 3 / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.580 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:82

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	264	138	336	0.525
Suelo	69	231	140	293	0.608
Techo	88	130	96	196	0.736
Paredes (55)	88	148	69	283	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

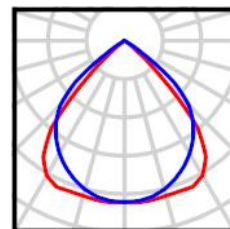
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	9	PHILIPS TBS411 1xTL5-13W HFP C8 (1.000)	885	1150	16.0
Total:			7969	10350	144.0

Valor de eficiencia energética: $4.42 \text{ W/m}^2 = 1.68 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 32.55 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Aseo 3 / Lista de luminarias

9 Pieza PHILIPS TBS411 1xTL5-13W HFP C8
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 885 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 1150 lm
Potencia de las luminarias: 16.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 75 99 100 100 77
Lámpara: 1 x TL5-13W/840 (Factor de corrección
1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Aseo 3 / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 7969 lm
Potencia total: 144.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	148	116	264	/	/
Suelo	108	123	231	69	51
Techo	0.00	130	130	88	36
Pared 1	23	99	122	88	34
Pared 2	22	125	148	88	41
Pared 3	23	124	148	88	41
Pared 4	18	128	146	88	41
Pared 5	31	123	154	88	43
Pared 6	34	132	166	88	47
Pared 7	13	86	99	88	28
Pared 8	0.24	110	110	88	31
Pared 9	10	86	96	88	27
Pared 10	35	127	162	88	45
Pared 11	11	87	97	88	27
Pared 12	0.15	108	108	88	30
Pared 13	12	86	99	88	28
Pared 14	34	126	160	88	45
Pared 15	12	89	101	88	28
Pared 16	0.25	108	108	88	30
Pared 17	12	84	96	88	27
Pared 18	34	130	165	88	46
Pared 19	12	92	104	88	29
Pared 20	0.16	114	114	88	32
Pared 21	11	86	96	88	27
Pared 22	35	131	167	88	47
Pared 23	20	144	164	88	46
Pared 24	37	141	179	88	50
Pared 25	17	139	157	88	44

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Aseo 3 / Resultados luminotécnicos

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Pared 26	17	143	160	88	45
Pared 27	11	101	112	88	31
Pared 28	0.14	125	125	88	35
Pared 29	5.55	101	107	88	30
Pared 30	44	145	190	88	53
Pared 31	34	122	156	88	44
Pared 32	41	112	154	88	43
Pared 33	21	110	131	88	37
Pared 34	15	87	102	88	29
Pared 35	0.21	102	103	88	29
Pared 36	3.03	88	91	88	25
Pared 37	35	119	154	88	43
Pared 38	11	88	99	88	28
Pared 39	0.20	101	101	88	28
Pared 40	11	88	100	88	28
Pared 41	36	120	156	88	44
Pared 42	6.18	86	92	88	26
Pared 43	0.23	100	100	88	28
Pared 44	14	87	101	88	28
Pared 45	25	118	143	88	40
Pared 46	35	107	142	88	40
Pared 47	47	129	176	88	49
Pared 48	35	132	167	88	47
Pared 49	15	143	158	88	44
Pared 50	32	122	154	88	43
Pared 51	19	128	147	88	41
Pared 52	24	120	144	88	40
Pared 53	24	127	151	88	42
Pared 54	23	98	122	88	34
Pared 55	6.69	119	126	88	35

Simetrías en el plano útil

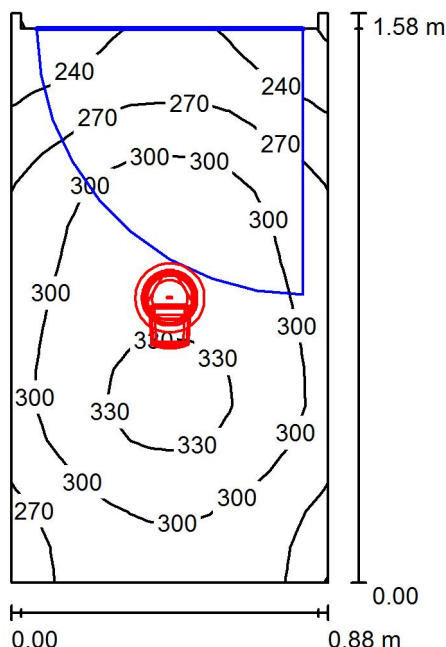
E_{\min} / E_{\max} : 0.525 (1:2)

E_{\min} / E_{\max} : 0.412 (1:2)

Valor de eficiencia energética: $4.42 \text{ W/m}^2 = 1.68 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 32.55 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Ducha 1 / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.500 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:21

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	291	202	343	0.693
Suelo	69	193	160	220	0.831
Techo	88	160	130	177	0.814
Paredes (8)	88	188	20	460	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 16 x 16 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

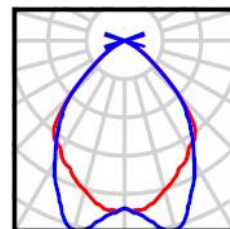
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	1	PHILIPS FBS261 1xPL-C/4P18W HFP C (1.000)	732	1200	18.0
			Total: 732	Total: 1200	18.0

Valor de eficiencia energética: $13.33 \text{ W/m}^2 = 4.58 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 1.35 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Ducha 1 / Lista de luminarias

1 Pieza PHILIPS FBS261 1xPL-C/4P18W HFP C
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 732 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 1200 lm
Potencia de las luminarias: 18.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 73 98 100 100 61
Lámpara: 1 x PL-C/4P18W/840 (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Ducha 1 / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 732 lm
Potencia total: 18.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	125	166	291	/	/
Suelo	59	134	193	69	42
Techo	0.00	160	160	88	45
Pared 1	44	151	196	88	55
Pared 2	4.40	111	115	88	32
Pared 3	0.00	81	81	88	23
Pared 4	13	156	170	88	48
Pared 5	0.00	82	82	88	23
Pared 6	5.18	111	117	88	33
Pared 7	44	151	196	88	55
Pared 8	35	155	190	88	53

Simetrías en el plano útil

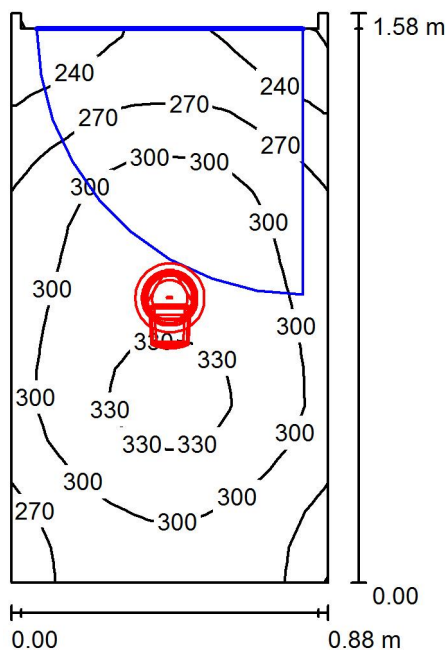
E_{\min} / E_m : 0.693 (1:1)

E_{\min} / E_{\max} : 0.588 (1:2)

Valor de eficiencia energética: $13.33 \text{ W/m}^2 = 4.58 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 1.35 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Ducha 2 / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.500 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:21

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	291	201	342	0.691
Suelo	69	193	160	220	0.831
Techo	88	160	131	176	0.819
Paredes (9)	88	187	20	460	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 16 x 16 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

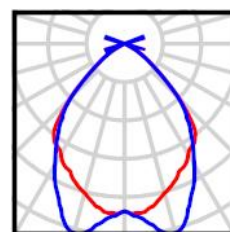
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	1	PHILIPS FBS261 1xPL-C/4P18W HFP C (1.000)	732	1200	18.0
			Total: 732	Total: 1200	18.0

Valor de eficiencia energética: $13.33 \text{ W/m}^2 = 4.59 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 1.35 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Ducha 2 / Lista de luminarias

1 Pieza PHILIPS FBS261 1xPL-C/4P18W HFP C
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 732 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 1200 lm
Potencia de las luminarias: 18.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 73 98 100 100 61
Lámpara: 1 x PL-C/4P18W/840 (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Ducha 2 / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 732 lm
Potencia total: 18.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	125	166	291	/	/
Suelo	59	133	193	69	42
Techo	0.00	160	160	88	45
Pared 1	44	151	195	88	55
Pared 2	4.40	110	115	88	32
Pared 3	0.00	81	81	88	23
Pared 4	31	139	170	88	48
Pared 5	8.80	158	167	88	47
Pared 6	0.00	82	82	88	23
Pared 7	5.18	111	116	88	33
Pared 8	44	151	195	88	55
Pared 9	35	155	190	88	53

Simetrías en el plano útil

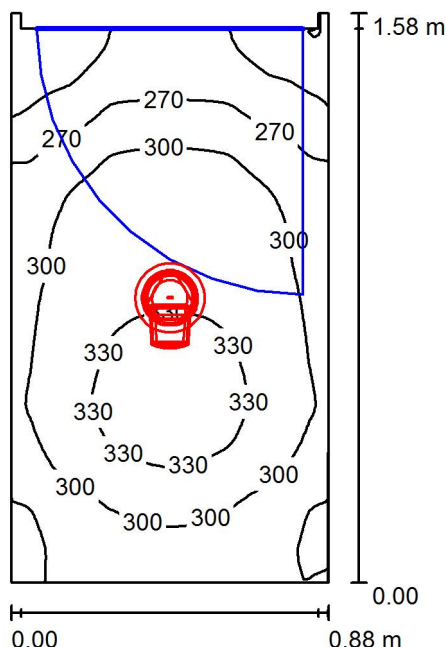
E_{\min} / E_m : 0.691 (1:1)

E_{\min} / E_{\max} : 0.586 (1:2)

Valor de eficiencia energética: $13.33 \text{ W/m}^2 = 4.59 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 1.35 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Ducha 3 / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.500 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:21

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	296	213	347	0.720
Suelo	69	198	160	222	0.807
Techo	88	166	139	181	0.841
Paredes (8)	88	193	20	466	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 64 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

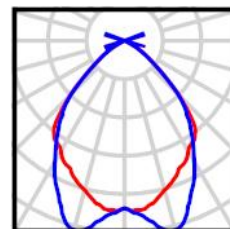
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	1	PHILIPS FBS261 1xPL-C/4P18W HFP C (1.000)	732	1200	18.0
			Total: 732	Total: 1200	18.0

Valor de eficiencia energética: $13.33 \text{ W/m}^2 = 4.50 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 1.35 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Ducha 3 / Lista de luminarias

1 Pieza PHILIPS FBS261 1xPL-C/4P18W HFP C
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 732 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 1200 lm
Potencia de las luminarias: 18.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 73 98 100 100 61
Lámpara: 1 x PL-C/4P18W/840 (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Ducha 3 / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 732 lm
Potencia total: 18.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	126	170	296	/	/
Suelo	60	138	198	69	43
Techo	0.00	166	166	88	46
Pared 1	44	158	203	88	57
Pared 2	5.22	119	124	88	35
Pared 3	0.00	88	88	88	25
Pared 4	13	161	174	88	49
Pared 5	0.00	85	85	88	24
Pared 6	5.18	114	119	88	33
Pared 7	44	155	200	88	56
Pared 8	35	159	194	88	54

Simetrías en el plano útil

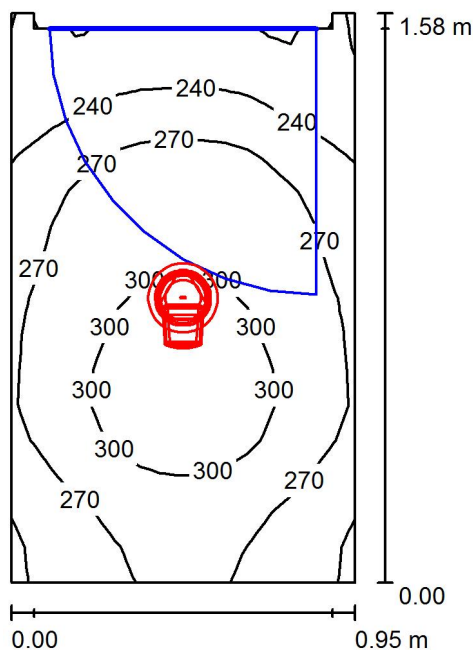
E_{\min} / E_m : 0.720 (1:1)

E_{\min} / E_{\max} : 0.615 (1:2)

Valor de eficiencia energética: $13.33 \text{ W/m}^2 = 4.50 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 1.35 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

WC 5 / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.500 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:21

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	270	201	321	0.743
Suelo	69	179	149	204	0.830
Techo	88	141	119	159	0.845
Paredes (8)	88	170	37	404	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 16 x 16 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

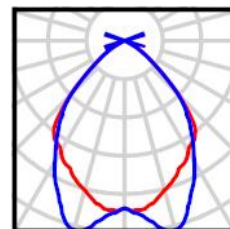
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	1	PHILIPS FBS261 1xPL-C/4P18W HFP C (1.000)	732	1200	18.0
			Total: 732	Total: 1200	18.0

Valor de eficiencia energética: $12.33 \text{ W/m}^2 = 4.56 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 1.46 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

WC 5 / Lista de luminarias

1 Pieza PHILIPS FBS261 1xPL-C/4P18W HFP C
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 732 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 1200 lm
Potencia de las luminarias: 18.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 73 98 100 100 61
Lámpara: 1 x PL-C/4P18W/840 (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

WC 5 / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 732 lm
Potencia total: 18.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	123	147	270	/	/
Suelo	59	120	179	69	39
Techo	0.00	141	141	88	39
Pared 1	43	135	177	88	50
Pared 2	17	123	140	88	39
Pared 3	0.00	105	105	88	29
Pared 4	13	142	155	88	43
Pared 5	0.00	108	108	88	30
Pared 6	17	124	141	88	39
Pared 7	43	135	177	88	50
Pared 8	34	137	171	88	48

Simetrías en el plano útil

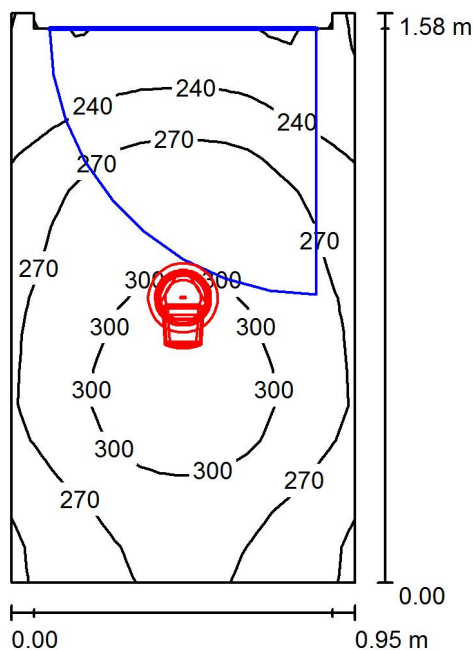
E_{\min} / E_{\max} : 0.743 (1:1)

E_{\min} / E_{\max} : 0.627 (1:2)

Valor de eficiencia energética: 12.33 W/m² = 4.56 W/m²/100 lx (Base: 1.46 m²)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

WC 6 / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.500 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:21

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	270	201	321	0.743
Suelo	69	179	149	204	0.830
Techo	88	141	119	159	0.845
Paredes (8)	88	170	37	404	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 16 x 16 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

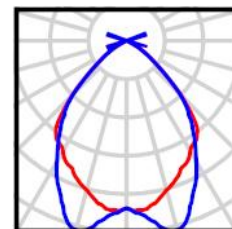
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	1	PHILIPS FBS261 1xPL-C/4P18W HFP C (1.000)	732	1200	18.0
			Total: 732	Total: 1200	18.0

Valor de eficiencia energética: $12.33 \text{ W/m}^2 = 4.56 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 1.46 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

WC 6 / Lista de luminarias

1 Pieza PHILIPS FBS261 1xPL-C/4P18W HFP C
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 732 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 1200 lm
Potencia de las luminarias: 18.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 73 98 100 100 61
Lámpara: 1 x PL-C/4P18W/840 (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

WC 6 / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 732 lm
Potencia total: 18.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	123	147	270	/	/
Suelo	59	120	179	69	39
Techo	0.00	141	141	88	39
Pared 1	43	135	177	88	50
Pared 2	17	123	140	88	39
Pared 3	0.00	105	105	88	29
Pared 4	13	142	155	88	43
Pared 5	0.00	108	108	88	30
Pared 6	17	124	141	88	39
Pared 7	43	135	177	88	50
Pared 8	34	137	171	88	48

Simetrías en el plano útil

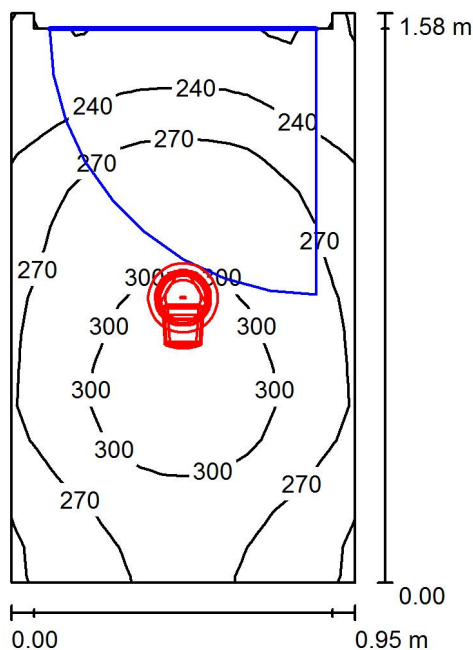
E_{\min} / E_m : 0.743 (1:1)

E_{\min} / E_{\max} : 0.627 (1:2)

Valor de eficiencia energética: $12.33 \text{ W/m}^2 = 4.56 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 1.46 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

WC 7 / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.500 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:21

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	270	201	321	0.743
Suelo	69	181	151	205	0.837
Techo	88	141	119	159	0.845
Paredes (8)	88	171	37	404	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 16 x 16 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

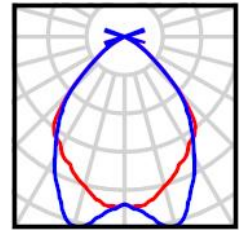
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	1	PHILIPS FBS261 1xPL-C/4P18W HFP C (1.000)	732	1200	18.0
			Total: 732	Total: 1200	18.0

Valor de eficiencia energética: $12.33 \text{ W/m}^2 = 4.56 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 1.46 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

WC 7 / Lista de luminarias

1 Pieza PHILIPS FBS261 1xPL-C/4P18W HFP C
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 732 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 1200 lm
Potencia de las luminarias: 18.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 73 98 100 100 61
Lámpara: 1 x PL-C/4P18W/840 (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

WC 7 / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 732 lm
Potencia total: 18.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	123	147	270	/	/
Suelo	59	122	181	69	40
Techo	0.00	141	141	88	39
Pared 1	43	135	177	88	50
Pared 2	17	124	140	88	39
Pared 3	0.00	106	106	88	30
Pared 4	13	142	155	88	44
Pared 5	0.00	109	109	88	30
Pared 6	17	124	141	88	39
Pared 7	43	135	177	88	50
Pared 8	34	137	171	88	48

Simetrías en el plano útil

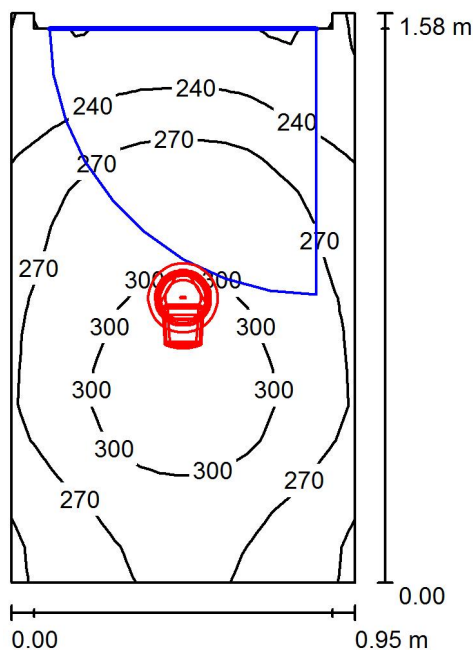
E_{\min} / E_m : 0.743 (1:1)

E_{\min} / E_{\max} : 0.627 (1:2)

Valor de eficiencia energética: 12.33 W/m² = 4.56 W/m²/100 lx (Base: 1.46 m²)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

WC 8 / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.500 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:21

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	270	201	321	0.743
Suelo	69	179	149	204	0.830
Techo	88	141	119	159	0.845
Paredes (8)	88	170	37	404	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 16 x 16 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

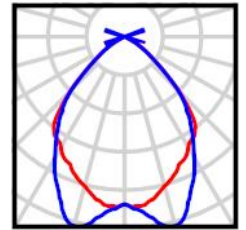
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	1	PHILIPS FBS261 1xPL-C/4P18W HFP C (1.000)	732	1200	18.0
			Total: 732	Total: 1200	18.0

Valor de eficiencia energética: $12.33 \text{ W/m}^2 = 4.56 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 1.46 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

WC 8 / Lista de luminarias

1 Pieza PHILIPS FBS261 1xPL-C/4P18W HFP C
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 732 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 1200 lm
Potencia de las luminarias: 18.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 73 98 100 100 61
Lámpara: 1 x PL-C/4P18W/840 (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

WC 8 / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 732 lm
Potencia total: 18.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	123	147	270	/	/
Suelo	59	120	179	69	39
Techo	0.00	141	141	88	39
Pared 1	43	135	177	88	50
Pared 2	17	123	140	88	39
Pared 3	0.00	105	105	88	29
Pared 4	13	142	155	88	43
Pared 5	0.00	108	108	88	30
Pared 6	17	124	141	88	39
Pared 7	43	135	177	88	50
Pared 8	34	137	171	88	48

Simetrías en el plano útil

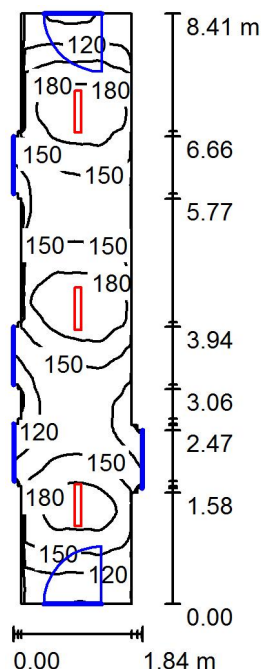
E_{\min} / E_m : 0.743 (1:1)

E_{\min} / E_{\max} : 0.627 (1:2)

Valor de eficiencia energética: $12.33 \text{ W/m}^2 = 4.56 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 1.46 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Pasillo 3 / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.580 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:108

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	150	81	204	0.544
Suelo	29	116	77	141	0.666
Techo	88	46	37	66	0.794
Paredes (36)	88	67	26	168	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 32 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

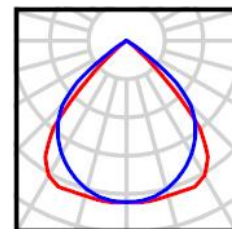
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	3	PHILIPS TBS411 1xTL5-13W HFP C8 (1.000)	885	1150	16.0
			Total: 2656	Total: 3450	48.0

Valor de eficiencia energética: $3.53 \text{ W/m}^2 = 2.36 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 13.58 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Pasillo 3 / Lista de luminarias

3 Pieza PHILIPS TBS411 1xTL5-13W HFP C8
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 885 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 1150 lm
Potencia de las luminarias: 16.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 75 99 100 100 77
Lámpara: 1 x TL5-13W/840 (Factor de corrección
1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Pasillo 3 / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 2656 lm
Potencia total: 48.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	97	53	150	/	/
Suelo	63	53	116	29	11
Techo	0.00	46	46	88	13
Pared 1	28	46	74	88	21
Pared 2	2.84	42	45	88	13
Pared 3	28	42	70	88	20
Pared 4	2.61	34	36	88	10
Pared 5	0.33	39	40	88	11
Pared 6	16	33	49	88	14
Pared 7	13	42	55	88	15
Pared 8	17	40	57	88	16
Pared 9	28	48	75	88	21
Pared 10	13	51	64	88	18
Pared 11	28	50	78	88	22
Pared 12	2.83	54	57	88	16
Pared 13	27	54	81	88	23
Pared 14	3.07	40	43	88	12
Pared 15	0.25	47	47	88	13
Pared 16	15	36	51	88	14
Pared 17	11	52	63	88	18
Pared 18	15	47	62	88	17
Pared 19	28	55	83	88	23
Pared 20	2.76	50	53	88	15
Pared 21	31	49	80	88	22
Pared 22	2.63	37	39	88	11
Pared 23	0.32	47	47	88	13
Pared 24	16	39	54	88	15
Pared 25	13	51	64	88	18

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Pasillo 3 / Resultados luminotécnicos

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Pared 26	17	49	65	88	18
Pared 27	16	46	63	88	18
Pared 28	15	41	56	88	16
Pared 29	11	43	54	88	15
Pared 30	15	33	47	88	13
Pared 31	0.26	41	41	88	12
Pared 32	3.06	37	40	88	11
Pared 33	28	45	73	88	20
Pared 34	2.81	51	54	88	15
Pared 35	28	46	74	88	21
Pared 36	13	47	61	88	17

Simetrías en el plano útil

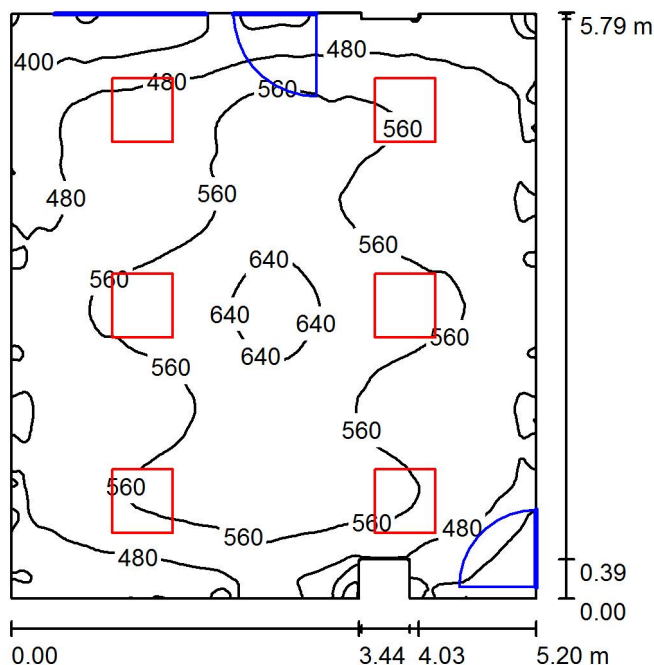
E_{\min} / E_{\max} : 0.544 (1:2)

E_{\min} / E_{\max} : 0.399 (1:3)

Valor de eficiencia energética: $3.53 \text{ W/m}^2 = 2.36 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 13.58 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Comercial / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.580 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:75

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	525	297	672	0.565
Suelo	29	463	299	574	0.645
Techo	88	171	92	310	0.537
Paredes (13)	88	288	146	883	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

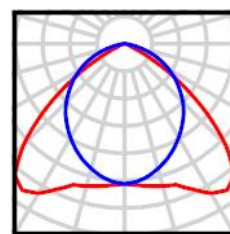
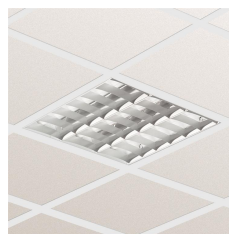
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	PHILIPS TBS160 3xTL-D18W HF C3 (1.000)	2957	4050	52.5
			Total: 17739	Total: 24300	315.0

Valor de eficiencia energética: $10.57 \text{ W/m}^2 = 2.01 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 29.79 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Comercial / Lista de luminarias

6 Pieza PHILIPS TBS160 3xTL-D18W HF C3
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 2957 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 4050 lm
Potencia de las luminarias: 52.5 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 54 90 99 100 73
Lámpara: 3 x TL-D18W/840 (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Comercial / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 17739 lm
Potencia total: 315.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	340	185	525	/	/
Suelo	262	202	463	29	43
Techo	0.00	171	171	88	48
Pared 1	101	194	295	88	83
Pared 2	2.51	248	251	88	70
Pared 3	157	181	338	88	95
Pared 4	29	217	245	88	69
Pared 5	99	175	274	88	77
Pared 6	94	184	278	88	78
Pared 7	110	178	288	88	81
Pared 8	110	180	290	88	81
Pared 9	33	199	231	88	65
Pared 10	236	174	411	88	115
Pared 11	13	196	209	88	58
Pared 12	95	164	259	88	73
Pared 13	109	185	295	88	83

Simetrías en el plano útil

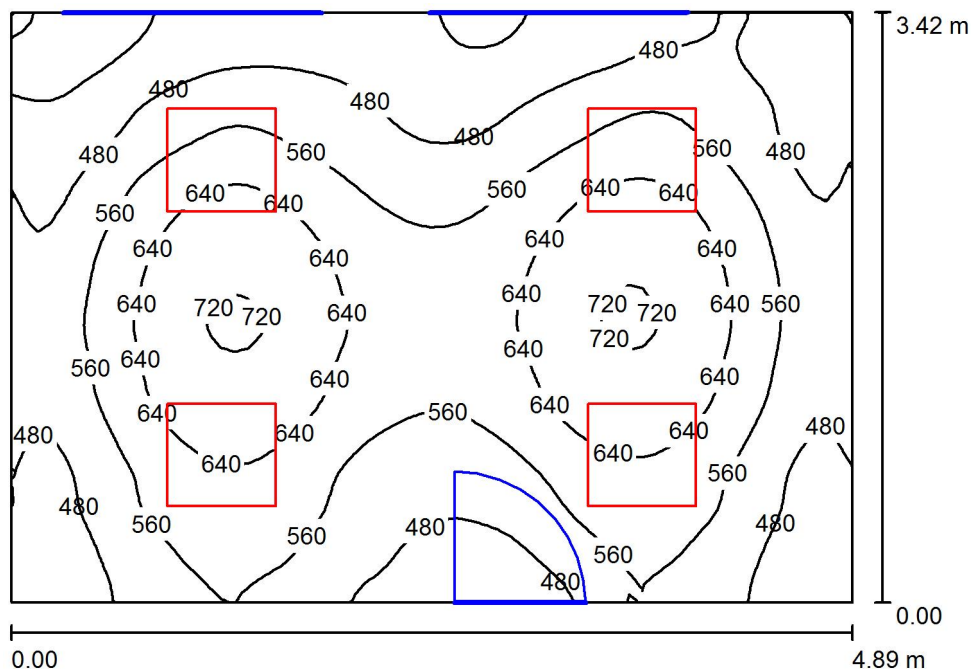
E_{\min} / E_m : 0.565 (1:2)

E_{\min} / E_{\max} : 0.442 (1:2)

Valor de eficiencia energética: $10.57 \text{ W/m}^2 = 2.01 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 29.79 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Dirección Industrial / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.580 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:44

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	552	345	736	0.626
Suelo	29	473	363	559	0.767
Techo	88	185	94	280	0.511
Paredes (4)	88	321	176	586	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 64 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

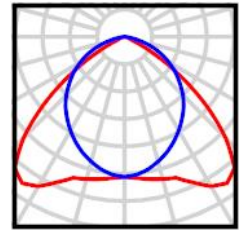
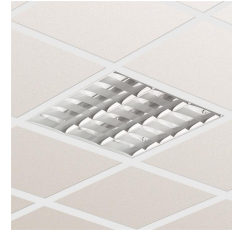
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	PHILIPS TBS160 3xTL-D18W HF C3 (1.000)	2957	4050	52.5
			Total: 11826	Total: 16200	210.0

Valor de eficiencia energética: $12.56 \text{ W/m}^2 = 2.28 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 16.72 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Dirección Industrial / Lista de luminarias

4 Pieza PHILIPS TBS160 3xTL-D18W HF C3
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 2957 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 4050 lm
Potencia de las luminarias: 52.5 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 54 90 99 100 73
Lámpara: 3 x TL-D18W/840 (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Dirección Industrial / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 11826 lm
Potencia total: 210.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	348	204	552	/	/
Suelo	247	226	473	29	44
Techo	0.00	185	185	88	52
Pared 1	114	203	317	88	89
Pared 2	106	208	314	88	88
Pared 3	114	201	316	88	88
Pared 4	134	199	333	88	93

Simetrías en el plano útil

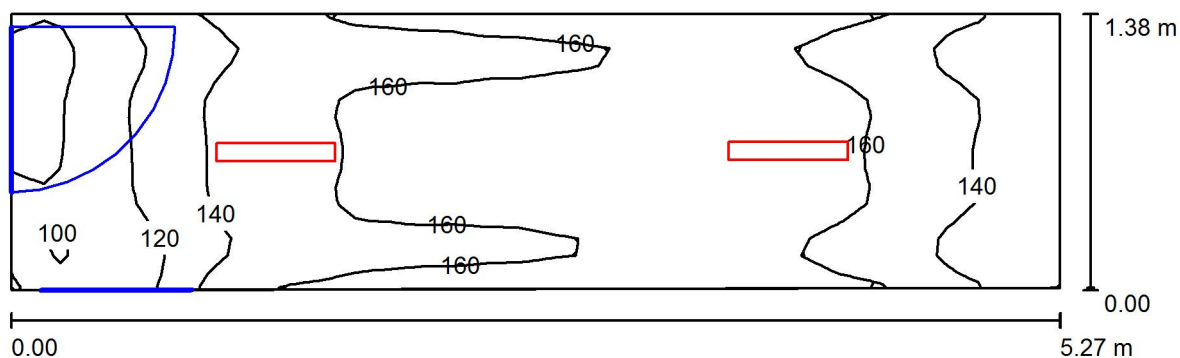
E_{\min} / E_{\max} : 0.626 (1:2)

E_{\min} / E_{\max} : 0.469 (1:2)

Valor de eficiencia energética: 12.56 W/m² = 2.28 W/m²/100 lx (Base: 16.72 m²)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Pasillo 2 / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.580 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:38

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	148	89	178	0.603
Suelo	29	148	90	175	0.607
Techo	88	76	53	97	0.694
Paredes (4)	88	108	54	236	/

Plano útil:

Altura: 0.000 m
Trama: 16 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

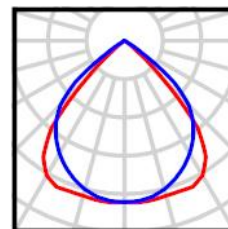
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	PHILIPS TBS411 1xTL5-13W HFP C8 (1.000)	885	1150	16.0
			Total: 1771	Total: 2300	32.0

Valor de eficiencia energética: $4.42 \text{ W/m}^2 = 2.98 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 7.24 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Pasillo 2 / Lista de luminarias

2 Pieza PHILIPS TBS411 1xTL5-13W HFP C8
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 885 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 1150 lm
Potencia de las luminarias: 16.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 75 99 100 100 77
Lámpara: 1 x TL5-13W/840 (Factor de corrección
1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Pasillo 2 / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 1771 lm
Potencia total: 32.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	63	85	148	/	/
Suelo	63	85	148	29	14
Techo	0.00	76	76	88	21
Pared 1	15	65	80	88	22
Pared 2	31	84	115	88	32
Pared 3	19	83	102	88	29
Pared 4	31	78	110	88	31

Simetrías en el plano útil

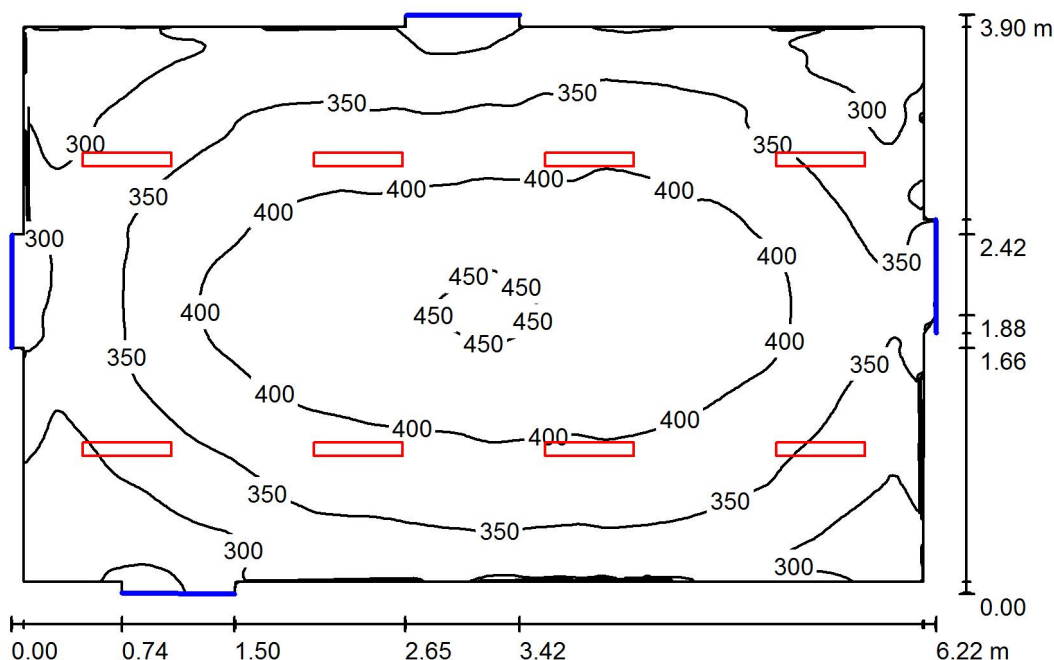
E_{\min} / E_{\max} : 0.603 (1:2)

E_{\min} / E_{\max} : 0.502 (1:2)

Valor de eficiencia energética: $4.42 \text{ W/m}^2 = 2.98 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 7.24 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Distribuidor / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.580 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:51

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	360	229	461	0.637
Suelo	29	361	212	461	0.588
Techo	88	124	100	191	0.806
Paredes (22)	88	179	76	311	/

Plano útil:

Altura: 0.000 m
Trama: 128 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

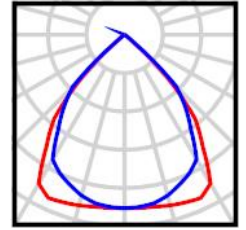
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	8	PHILIPS TBS411 1xTL5-20W HFP C8 (1.000)	1238	1650	24.0
Total:			9900	13200	192.0

Valor de eficiencia energética: $8.40 \text{ W/m}^2 = 2.33 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 22.85 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Distribuidor / Lista de luminarias

8 Pieza PHILIPS TBS411 1xTL5-20W HFP C8
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 1238 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 1650 lm
Potencia de las luminarias: 24.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 81 100 100 100 75
Lámpara: 1 x TL5-20W/840 (Factor de corrección
1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Distribuidor / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 9900 lm
Potencia total: 192.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	221	139	360	/	/
Suelo	221	140	361	29	33
Techo	0.00	124	124	88	35
Pared 1	64	120	184	88	52
Pared 2	48	129	177	88	50
Pared 3	15	93	109	88	30
Pared 4	30	113	143	88	40
Pared 5	25	99	123	88	35
Pared 6	60	128	188	88	53
Pared 7	63	136	198	88	56
Pared 8	35	127	162	88	45
Pared 9	46	127	174	88	49
Pared 10	13	166	179	88	50
Pared 11	64	138	201	88	56
Pared 12	53	140	192	88	54
Pared 13	62	131	193	88	54
Pared 14	20	91	111	88	31
Pared 15	7.81	109	117	88	33
Pared 16	17	100	117	88	33
Pared 17	58	124	182	88	51
Pared 18	64	129	193	88	54
Pared 19	16	89	105	88	29
Pared 20	9.14	102	111	88	31
Pared 21	20	94	115	88	32
Pared 22	57	114	171	88	48

Simetrías en el plano útil

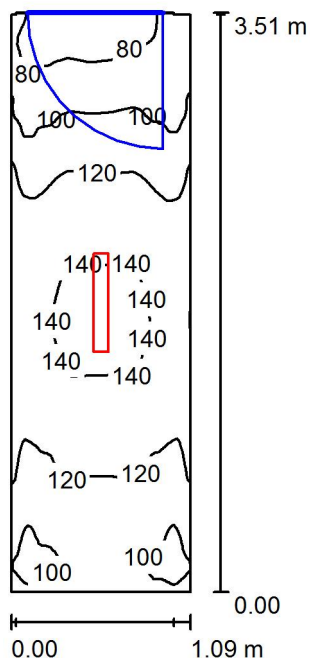
E_{\min} / E_m : 0.637 (1:2)

E_{\min} / E_{\max} : 0.498 (1:2)

Valor de eficiencia energética: $8.40 \text{ W/m}^2 = 2.33 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 22.85 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Pasillo 4 / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.580 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:46

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	116	70	145	0.602
Suelo	29	116	71	145	0.611
Techo	88	72	52	89	0.725
Paredes (8)	88	93	37	311	/

Plano útil:

Altura: 0.000 m
Trama: 64 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

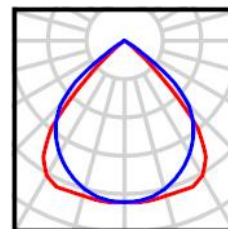
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	1	PHILIPS TBS411 1xTL5-13W HFP C8 (1.000)	885	1150	16.0
			Total: 885	Total: 1150	16.0

Valor de eficiencia energética: $4.18 \text{ W/m}^2 = 3.59 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 3.83 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Pasillo 4 / Lista de luminarias

1 Pieza PHILIPS TBS411 1xTL5-13W HFP C8
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 885 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 1150 lm
Potencia de las luminarias: 16.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 75 99 100 100 77
Lámpara: 1 x TL5-13W/840 (Factor de corrección
1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Pasillo 4 / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 885 lm
Potencia total: 16.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	46	70	116	/	/
Suelo	46	70	116	29	11
Techo	0.00	72	72	88	20
Pared 1	27	72	99	88	28
Pared 2	11	60	71	88	20
Pared 3	2.82	59	62	88	17
Pared 4	5.37	62	68	88	19
Pared 5	3.20	59	62	88	17
Pared 6	11	55	65	88	18
Pared 7	27	72	99	88	28
Pared 8	11	69	80	88	22

Simetrías en el plano útil

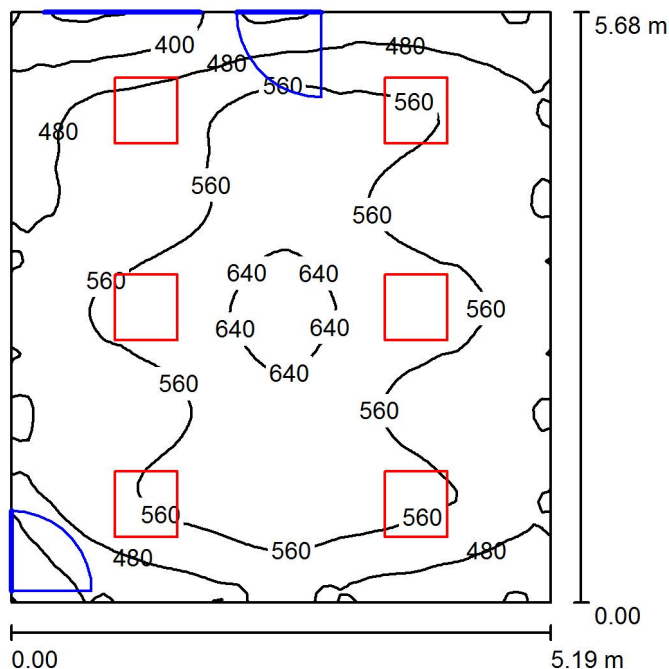
E_{\min} / E_m : 0.602 (1:2)

E_{\min} / E_{\max} : 0.483 (1:2)

Valor de eficiencia energética: $4.18 \text{ W/m}^2 = 3.59 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 3.83 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Industrial / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.580 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:73

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	531	311	679	0.586
Suelo	29	471	314	582	0.667
Techo	88	173	92	262	0.533
Paredes (4)	88	292	145	438	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 64 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

UGR

Pared izq 17
Pared inferior 17
(CIE, SHR = 0.25.)

Longi-

Tran

al eje de luminaria

Lista de piezas - Luminarias

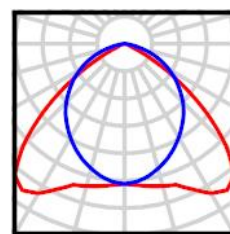
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	PHILIPS TBS160 3xTL-D18W HF C3 (1.000)	2957	4050	52.5
			Total: 17739	Total: 24300	315.0

Valor de eficiencia energética: $10.68 \text{ W/m}^2 = 2.01 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 29.49 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Industrial / Lista de luminarias

6 Pieza PHILIPS TBS160 3xTL-D18W HF C3
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 2957 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 4050 lm
Potencia de las luminarias: 52.5 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 54 90 99 100 73
Lámpara: 3 x TL-D18W/840 (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Industrial / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 17739 lm
Potencia total: 315.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	345	186	531	/	/
Suelo	265	206	471	29	43
Techo	0.00	173	173	88	48
Pared 1	111	185	296	88	83
Pared 2	108	184	292	88	82
Pared 3	111	173	283	88	79
Pared 4	120	179	299	88	84

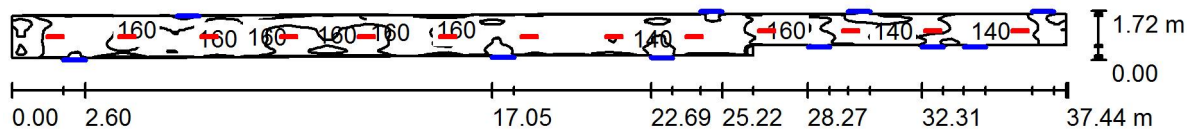
Simetrías en el plano útil
 E_{\min} / E_m : 0.586 (1:2)
 E_{\min} / E_{\max} : 0.459 (1:2)

UGR Longi- Tran al eje de luminaria
 Pared izq 17 18
 Pared inferior 17 18
 (CIE, SHR = 0.25.)

Valor de eficiencia energética: 10.68 W/m² = 2.01 W/m²/100 lx (Base: 29.49 m²)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Pasillo 1 / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.580 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:268

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	149	103	184	0.692
Suelo	29	150	104	191	0.695
Techo	88	73	43	108	0.593
Paredes (46)	88	104	47	354	/

Plano útil:

Altura: 0.000 m
Trama: 128 x 32 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

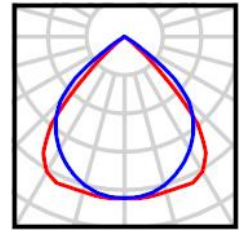
N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	13	PHILIPS TBS411 1xTL5-13W HFP C8 (1.000)	885	1150	16.0
			Total: 11511	Total: 14950	208.0

Valor de eficiencia energética: $4.07 \text{ W/m}^2 = 2.74 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 51.09 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Pasillo 1 / Lista de luminarias

13 Pieza PHILIPS TBS411 1xTL5-13W HFP C8
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 885 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 1150 lm
Potencia de las luminarias: 16.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 75 99 100 100 77
Lámpara: 1 x TL5-13W/840 (Factor de corrección
1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Pasillo 1 / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 11511 lm
Potencia total: 208.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	68	80	149	/	/
Suelo	68	82	150	29	14
Techo	0.00	73	73	88	21
Pared 1	15	70	85	88	24
Pared 2	28	73	101	88	28
Pared 3	4.31	55	59	88	17
Pared 4	1.16	63	64	88	18
Pared 5	18	54	72	88	20
Pared 6	30	81	111	88	31
Pared 7	16	52	68	88	19
Pared 8	5.74	63	69	88	19
Pared 9	4.04	53	57	88	16
Pared 10	32	77	110	88	31
Pared 11	13	50	62	88	17
Pared 12	2.28	62	65	88	18
Pared 13	6.30	53	59	88	17
Pared 14	31	70	101	88	28
Pared 15	6.59	68	75	88	21
Pared 16	41	90	131	88	37
Pared 17	14	54	68	88	19
Pared 18	3.23	68	72	88	20
Pared 19	5.09	55	60	88	17
Pared 20	35	72	107	88	30
Pared 21	32	63	95	88	27
Pared 22	36	72	108	88	30
Pared 23	35	67	102	88	29
Pared 24	29	74	103	88	29
Pared 25	7.51	53	60	88	17

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Pasillo 1 / Resultados luminotécnicos

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Pared 26	1.70	65	66	88	19
Pared 27	8.83	49	58	88	16
Pared 28	33	84	118	88	33
Pared 29	13	78	91	88	26
Pared 30	7.11	78	85	88	24
Pared 31	20	80	99	88	28
Pared 32	5.97	78	84	88	23
Pared 33	0.00	81	81	88	23
Pared 34	31	73	104	88	29
Pared 35	29	60	88	88	25
Pared 36	16	72	88	88	25
Pared 37	10	65	75	88	21
Pared 38	34	81	115	88	32
Pared 39	25	81	106	88	30
Pared 40	19	53	72	88	20
Pared 41	6.77	68	75	88	21
Pared 42	4.22	55	59	88	17
Pared 43	30	73	102	88	29
Pared 44	27	77	103	88	29
Pared 45	28	85	113	88	32
Pared 46	29	75	104	88	29

Simetrías en el plano útil

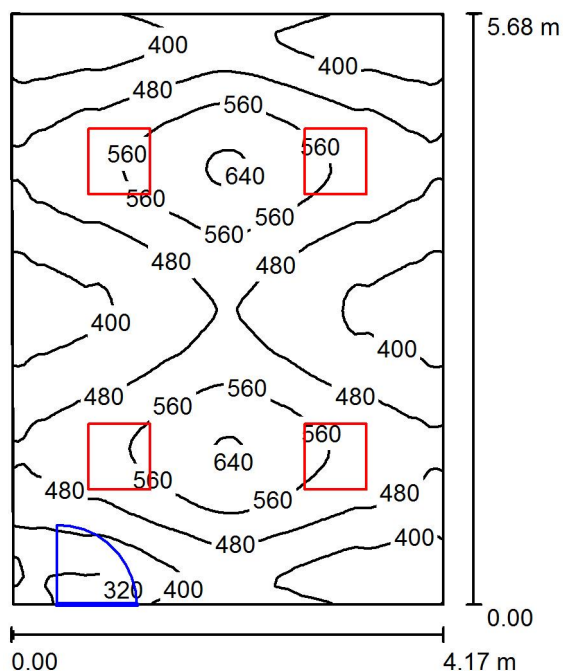
E_{\min} / E_m : 0.692 (1:1)

E_{\min} / E_{\max} : 0.559 (1:2)

Valor de eficiencia energética: $4.07 \text{ W/m}^2 = 2.74 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 51.09 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Archivo / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.580 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:73

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	471	292	653	0.620
Suelo	29	414	294	478	0.711
Techo	88	176	106	236	0.604
Paredes (4)	88	278	160	457	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 64 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

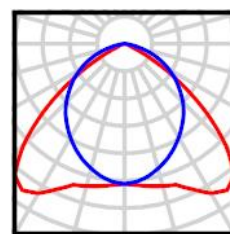
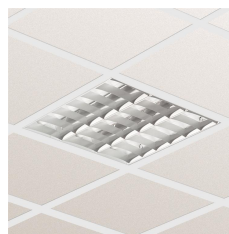
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	PHILIPS TBS160 3xTL-D18W HF C3 (1.000)	2957	4050	52.5
			Total: 11826	Total: 16200	210.0

Valor de eficiencia energética: $8.90 \text{ W/m}^2 = 1.89 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 23.61 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Archivo / Lista de luminarias

4 Pieza PHILIPS TBS160 3xTL-D18W HF C3
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 2957 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 4050 lm
Potencia de las luminarias: 52.5 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 54 90 99 100 73
Lámpara: 3 x TL-D18W/840 (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Archivo / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 11826 lm
Potencia total: 210.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	275	196	471	/	/
Suelo	205	208	414	29	38
Techo	0.00	176	176	88	49
Pared 1	82	189	271	88	76
Pared 2	99	184	282	88	79
Pared 3	83	189	272	88	76
Pared 4	99	184	284	88	80

Simetrías en el plano útil

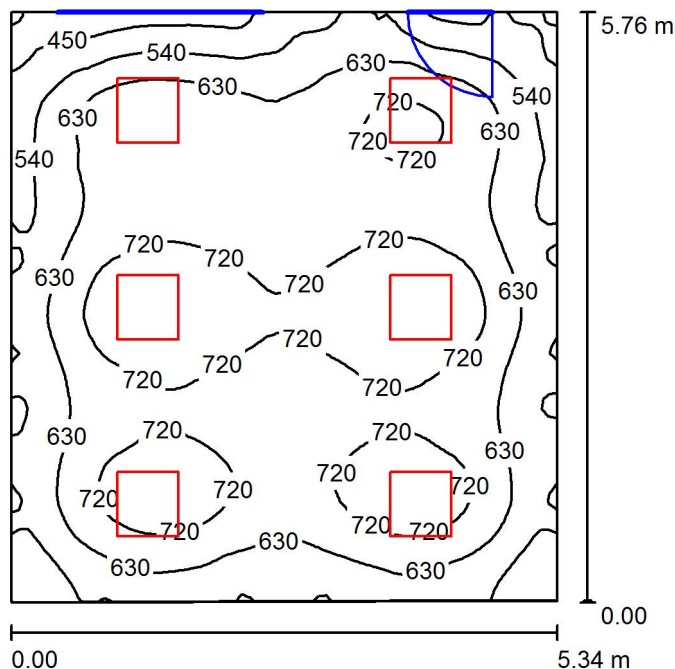
E_{\min} / E_{\max} : 0.620 (1:2)

E_{\min} / E_{\max} : 0.447 (1:2)

Valor de eficiencia energética: $8.90 \text{ W/m}^2 = 1.89 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 23.61 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Electrotecnia / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.580 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:74

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	651	390	801	0.600
Suelo	29	583	381	722	0.654
Techo	88	206	113	317	0.551
Paredes (4)	88	342	182	568	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 64 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

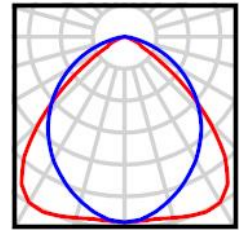
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	PHILIPS TBS160 4xTL-D18W HF C3 (1.000)	3672	5400	69.5
			Total: 22032	Total: 32400	417.0

Valor de eficiencia energética: $13.60 \text{ W/m}^2 = 2.09 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 30.67 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Electrotecnia / Lista de luminarias

6 Pieza PHILIPS TBS160 4xTL-D18W HF C3
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 3672 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 5400 lm
Potencia de las luminarias: 69.5 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 59 91 99 100 68
Lámpara: 4 x TL-D18W/840 (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Electrotecnia / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 22032 lm
Potencia total: 417.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	435	215	651	/	/
Suelo	342	241	583	29	54
Techo	0.00	206	206	88	58
Pared 1	112	216	327	88	92
Pared 2	122	227	349	88	98
Pared 3	111	216	327	88	92
Pared 4	146	221	366	88	103

Simetrías en el plano útil

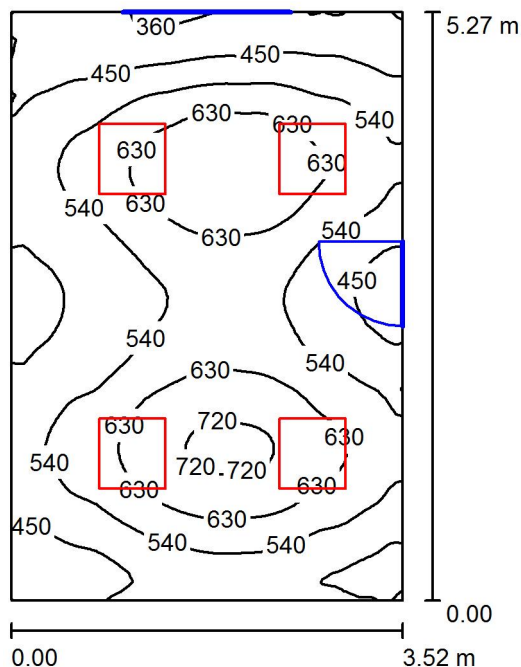
E_{\min} / E_{\max} : 0.600 (1:2)

E_{\min} / E_{\max} : 0.487 (1:2)

Valor de eficiencia energética: $13.60 \text{ W/m}^2 = 2.09 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 30.67 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Compras / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.580 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:68

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	544	338	743	0.622
Suelo	29	468	348	624	0.744
Techo	88	191	103	276	0.539
Paredes (4)	88	316	175	639	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 64 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

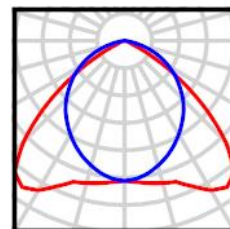
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	PHILIPS TBS160 3xTL-D18W HF C3 (1.000)	2957	4050	52.5
			Total: 11826	Total: 16200	210.0

Valor de eficiencia energética: $11.32 \text{ W/m}^2 = 2.08 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 18.54 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Compras / Lista de luminarias

4 Pieza PHILIPS TBS160 3xTL-D18W HF C3
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 2957 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 4050 lm
Potencia de las luminarias: 52.5 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 54 90 99 100 73
Lámpara: 3 x TL-D18W/840 (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Compras / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 11826 lm
Potencia total: 210.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	330	213	544	/	/
Suelo	235	233	468	29	43
Techo	0.00	191	191	88	53
Pared 1	136	204	340	88	95
Pared 2	93	206	299	88	84
Pared 3	108	199	307	88	86
Pared 4	104	208	312	88	87

Simetrías en el plano útil

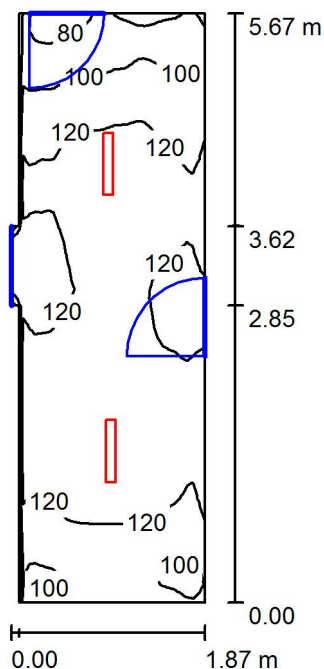
E_{\min} / E_{\max} : 0.622 (1:2)

E_{\min} / E_{\max} : 0.455 (1:2)

Valor de eficiencia energética: $11.32 \text{ W/m}^2 = 2.08 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 18.54 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Pasillo 5 / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.580 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:73

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	117	72	141	0.619
Suelo	29	117	72	157	0.612
Techo	88	49	39	64	0.787
Paredes (9)	88	72	29	146	/

Plano útil:

Altura: 0.000 m
Trama: 64 x 32 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

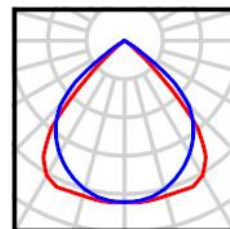
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	PHILIPS TBS411 1xTL5-13W HFP C8 (1.000)	885	1150	16.0
			Total: 1771	Total: 2300	32.0

Valor de eficiencia energética: $3.14 \text{ W/m}^2 = 2.69 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 10.18 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Pasillo 5 / Lista de luminarias

2 Pieza PHILIPS TBS411 1xTL5-13W HFP C8
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 885 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 1150 lm
Potencia de las luminarias: 16.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 75 99 100 100 77
Lámpara: 1 x TL5-13W/840 (Factor de corrección
1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Pasillo 5 / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 1771 lm
Potencia total: 32.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	59	58	117	/	/
Suelo	59	58	117	29	11
Techo	0.00	49	49	88	14
Pared 1	16	55	71	88	20
Pared 2	23	52	76	88	21
Pared 3	14	51	65	88	18
Pared 4	27	47	73	88	21
Pared 5	4.77	38	43	88	12
Pared 6	4.16	44	49	88	14
Pared 7	12	35	47	88	13
Pared 8	26	55	81	88	23
Pared 9	9.98	57	67	88	19

Simetrías en el plano útil

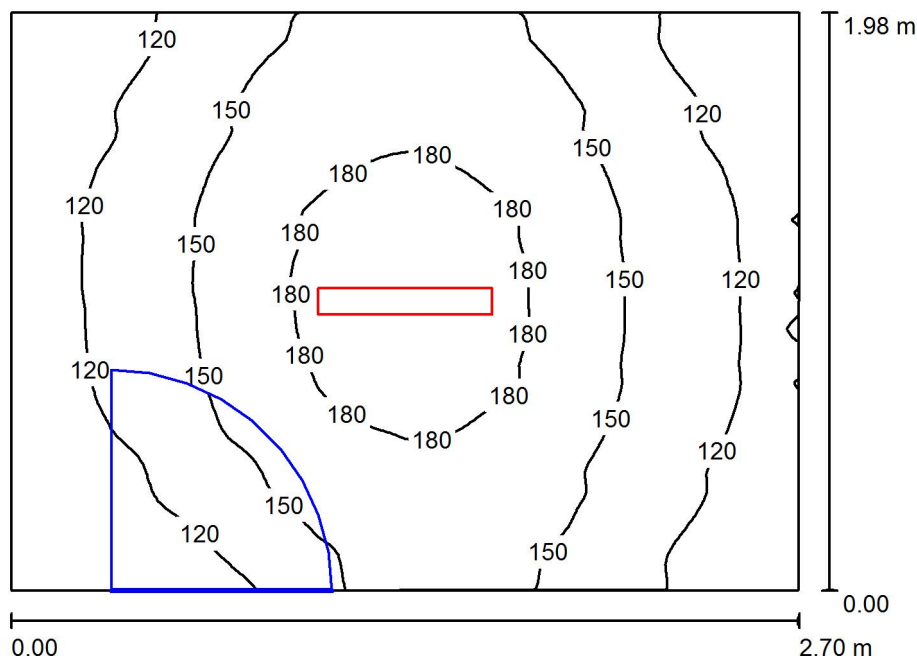
E_{\min} / E_m : 0.619 (1:2)

E_{\min} / E_{\max} : 0.514 (1:2)

Valor de eficiencia energética: $3.14 \text{ W/m}^2 = 2.69 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 10.18 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Servidores / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.580 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:26

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	145	95	195	0.655
Suelo	29	110	88	125	0.804
Techo	88	51	44	63	0.868
Paredes (4)	88	73	45	128	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 64 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

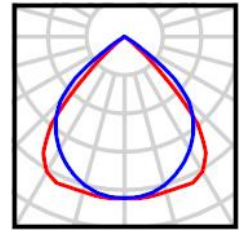
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	1	PHILIPS TBS411 1xTL5-13W HFP C8 (1.000)	885	1150	16.0
			Total: 885	Total: 1150	16.0

Valor de eficiencia energética: $2.99 \text{ W/m}^2 = 2.07 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 5.35 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Servidores / Lista de luminarias

1 Pieza PHILIPS TBS411 1xTL5-13W HFP C8
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 885 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 1150 lm
Potencia de las luminarias: 16.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 75 99 100 100 77
Lámpara: 1 x TL5-13W/840 (Factor de corrección
1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Servidores / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 885 lm
Potencia total: 16.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	86	59	145	/	/
Suelo	48	61	110	29	10
Techo	0.00	51	51	88	14
Pared 1	17	55	73	88	20
Pared 2	21	53	74	88	21
Pared 3	17	53	70	88	20
Pared 4	19	55	74	88	21

Simetrías en el plano útil

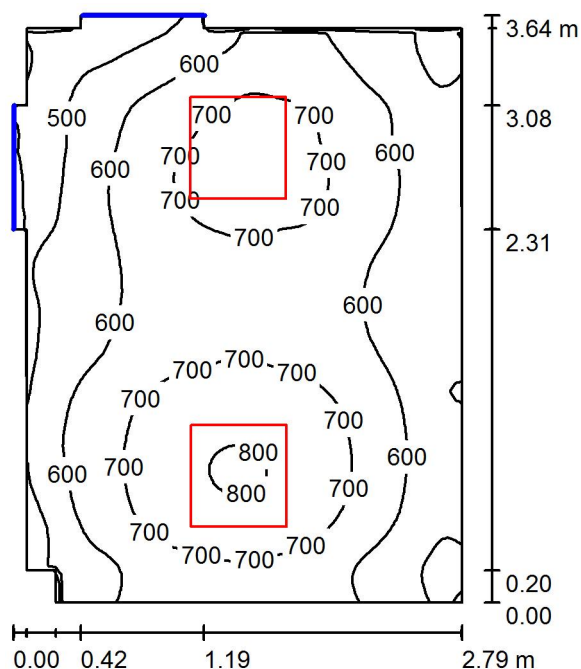
E_{\min} / E_{\max} : 0.655 (1:2)

E_{\min} / E_{\max} : 0.486 (1:2)

Valor de eficiencia energética: $2.99 \text{ W/m}^2 = 2.07 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 5.35 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Sistemas / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:47

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	625	360	814	0.576
Suelo	29	502	377	563	0.750
Techo	88	224	78	382	0.350
Paredes (14)	88	340	147	776	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 64 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

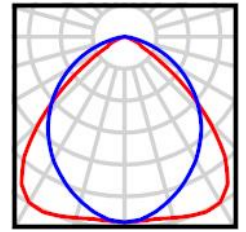
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	PHILIPS TBS160 4xTL-D18W HF C3 (1.000)	3672	5400	69.5
Total:			7344	10800	139.0

Valor de eficiencia energética: $14.33 \text{ W/m}^2 = 2.29 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 9.70 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Sistemas / Lista de luminarias

2 Pieza PHILIPS TBS160 4xTL-D18W HF C3
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 3672 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 5400 lm
Potencia de las luminarias: 69.5 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 59 91 99 100 68
Lámpara: 4 x TL-D18W/840 (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Sistemas / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 7344 lm
Potencia total: 139.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	367	258	625	/	/
Suelo	233	269	502	29	46
Techo	0.00	224	224	88	63
Pared 1	34	171	205	88	58
Pared 2	5.11	205	210	88	59
Pared 3	29	162	191	88	53
Pared 4	101	246	347	88	97
Pared 5	56	257	313	88	88
Pared 6	87	263	350	88	98
Pared 7	146	241	386	88	108
Pared 8	91	243	335	88	94
Pared 9	156	236	392	88	110
Pared 10	1.19	175	176	88	49
Pared 11	92	206	298	88	83
Pared 12	90	177	267	88	75
Pared 13	67	235	302	88	84
Pared 14	86	226	312	88	88

Simetrías en el plano útil

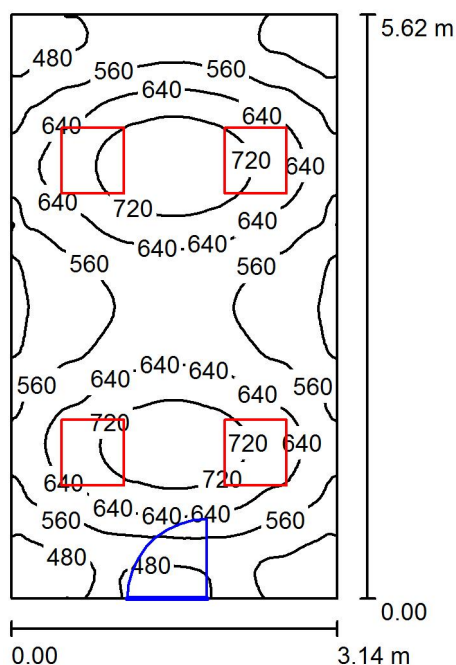
E_{\min} / E_{\max} : 0.576 (1:2)

E_{\min} / E_{\max} : 0.442 (1:2)

Valor de eficiencia energética: 14.33 W/m² = 2.29 W/m²/100 lx (Base: 9.70 m²)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Multiusos / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.580 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:73

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	596	397	788	0.666
Suelo	29	509	403	570	0.791
Techo	88	230	125	310	0.543
Paredes (4)	88	365	221	704	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 64 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

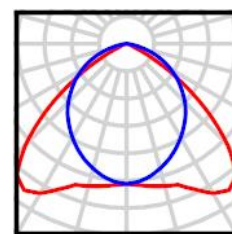
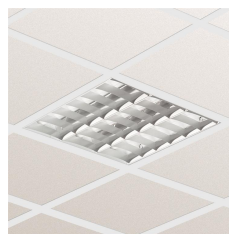
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	PHILIPS TBS160 3xTL-D18W HF C3 (1.000)	2957	4050	52.5
			Total: 11826	Total: 16200	210.0

Valor de eficiencia energética: $11.91 \text{ W/m}^2 = 2.00 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 17.64 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Multiusos / Lista de luminarias

4 Pieza PHILIPS TBS160 3xTL-D18W HF C3
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 2957 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 4050 lm
Potencia de las luminarias: 52.5 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 54 90 99 100 73
Lámpara: 3 x TL-D18W/840 (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Multiusos / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 11826 lm
Potencia total: 210.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	329	266	596	/	/
Suelo	233	276	509	29	47
Techo	0.00	230	230	88	65
Pared 1	133	240	373	88	104
Pared 2	100	246	346	88	97
Pared 3	133	247	380	88	106
Pared 4	92	252	344	88	96

Simetrías en el plano útil

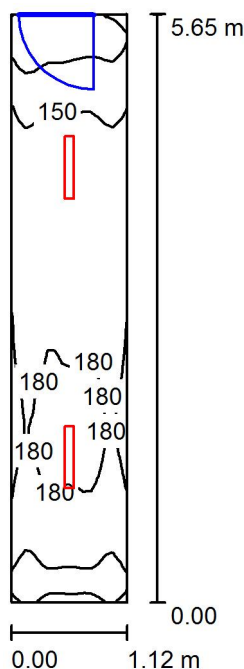
E_{\min} / E_{\max} : 0.666 (1:2)

E_{\min} / E_{\max} : 0.503 (1:2)

Valor de eficiencia energética: $11.91 \text{ W/m}^2 = 2.00 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 17.64 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Pasillo 6 / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.580 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:73

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	163	92	193	0.569
Suelo	29	162	93	190	0.572
Techo	88	101	71	131	0.708
Paredes (4)	88	133	59	340	/

Plano útil:

Altura: 0.000 m
Trama: 64 x 16 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

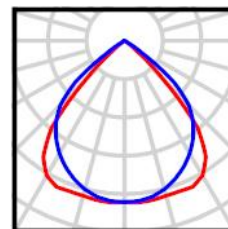
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	PHILIPS TBS411 1xTL5-13W HFP C8 (1.000)	885	1150	16.0
Total:			1771	2300	32.0

Valor de eficiencia energética: $5.08 \text{ W/m}^2 = 3.13 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 6.30 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Pasillo 6 / Lista de luminarias

2 Pieza PHILIPS TBS411 1xTL5-13W HFP C8
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 885 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 1150 lm
Potencia de las luminarias: 16.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 75 99 100 100 77
Lámpara: 1 x TL5-13W/840 (Factor de corrección
1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Pasillo 6 / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 1771 lm
Potencia total: 32.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	61	102	163	/	/
Suelo	61	101	162	29	15
Techo	0.00	101	101	88	28
Pared 1	19	106	124	88	35
Pared 2	33	104	137	88	38
Pared 3	12	86	98	88	27
Pared 4	33	104	137	88	38

Simetrías en el plano útil

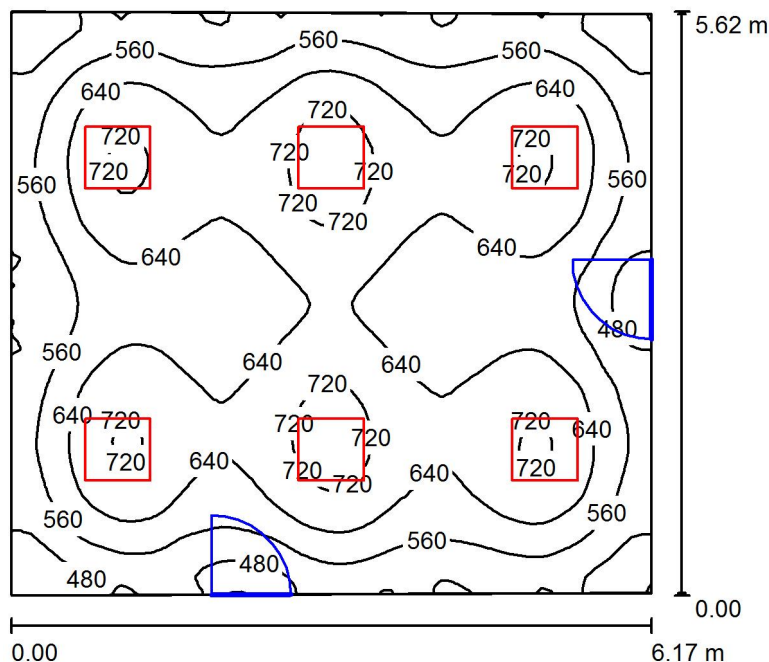
E_{\min} / E_{\max} : 0.569 (1:2)

E_{\min} / E_{\max} : 0.480 (1:2)

Valor de eficiencia energética: $5.08 \text{ W/m}^2 = 3.13 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 6.30 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Sala Consejo / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.580 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:73

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	610	393	762	0.644
Suelo	29	552	402	673	0.728
Techo	88	200	114	301	0.571
Paredes (5)	88	327	192	500	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 64 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

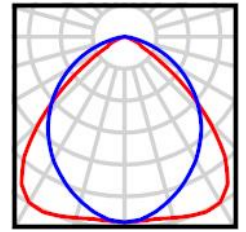
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	PHILIPS TBS160 4xTL-D18W HF C3 (1.000)	3672	5400	69.5
			Total: 22032	Total: 32400	417.0

Valor de eficiencia energética: $12.08 \text{ W/m}^2 = 1.98 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 34.52 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Sala Consejo / Lista de luminarias

6 Pieza PHILIPS TBS160 4xTL-D18W HF C3
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 3672 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 5400 lm
Potencia de las luminarias: 69.5 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 59 91 99 100 68
Lámpara: 4 x TL-D18W/840 (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Sala Consejo / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 22032 lm
Potencia total: 417.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	397	213	610	/	/
Suelo	316	236	552	29	51
Techo	0.00	200	200	88	56
Pared 1	98	217	315	88	88
Pared 2	129	211	341	88	95
Pared 3	99	219	319	88	89
Pared 4	128	206	335	88	94
Pared 5	56	227	282	88	79

Simetrías en el plano útil

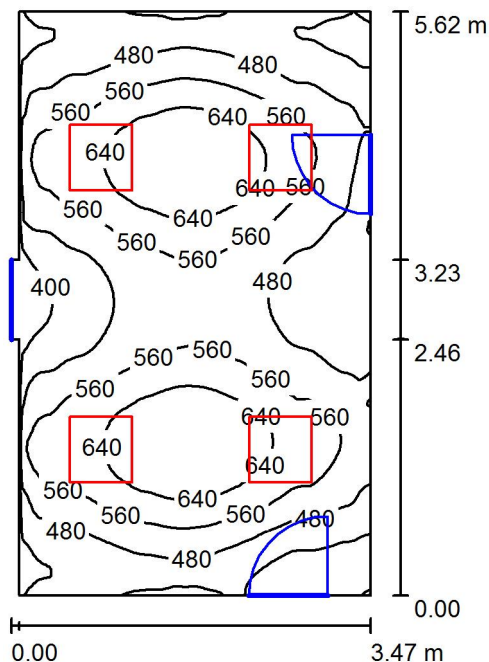
E_{\min} / E_m : 0.644 (1:2)

E_{\min} / E_{\max} : 0.515 (1:2)

Valor de eficiencia energética: $12.08 \text{ W/m}^2 = 1.98 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 34.52 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Control / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.580 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:73

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	529	329	723	0.622
Suelo	29	455	343	534	0.754
Techo	88	190	106	280	0.557
Paredes (8)	88	308	140	657	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 64 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

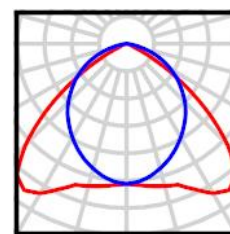
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	PHILIPS TBS160 3xTL-D18W HF C3 (1.000)	2957	4050	52.5
			Total: 11826	Total: 16200	210.0

Valor de eficiencia energética: $11.00 \text{ W/m}^2 = 2.08 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 19.09 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Control / Lista de luminarias

4 Pieza PHILIPS TBS160 3xTL-D18W HF C3
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 2957 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 4050 lm
Potencia de las luminarias: 52.5 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 54 90 99 100 73
Lámpara: 3 x TL-D18W/840 (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Control / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 11826 lm
Potencia total: 210.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	312	217	529	/	/
Suelo	226	229	455	29	42
Techo	0.00	190	190	88	53
Pared 1	112	199	311	88	87
Pared 2	95	203	299	88	84
Pared 3	135	206	341	88	96
Pared 4	43	142	184	88	52
Pared 5	8.43	169	177	88	50
Pared 6	45	144	189	88	53
Pared 7	134	207	341	88	95
Pared 8	93	210	303	88	85

Simetrías en el plano útil

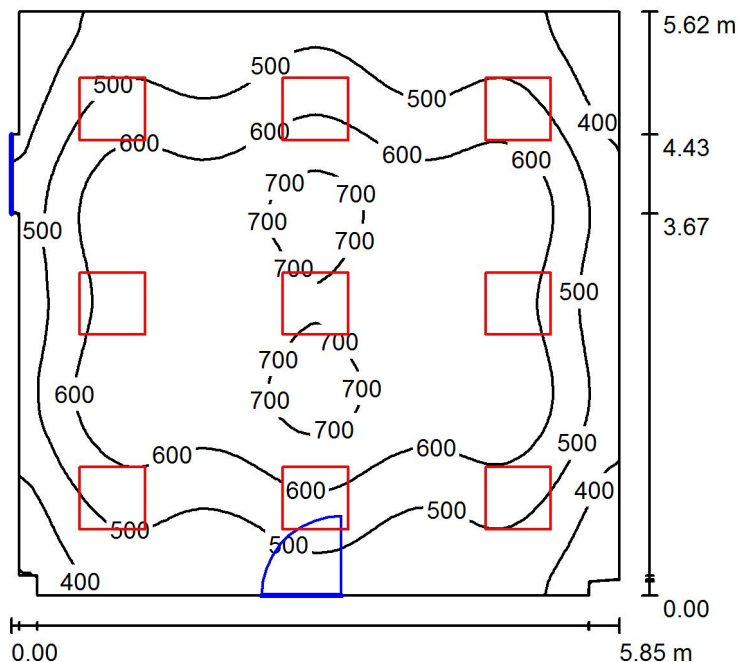
E_{\min} / E_m : 0.622 (1:2)

E_{\min} / E_{\max} : 0.455 (1:2)

Valor de eficiencia energética: 11.00 W/m² = 2.08 W/m²/100 lx (Base: 19.09 m²)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Administración / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.580 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:73

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	555	290	743	0.523
Suelo	20	471	277	622	0.587
Techo	70	97	45	132	0.466
Paredes (12)	50	254	76	449	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

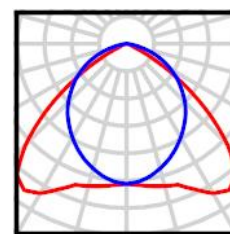
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	9	PHILIPS TBS160 3xTL-D18W HF C3 (1.000)	2957	4050	52.5
			Total: 26609	Total: 36450	472.5

Valor de eficiencia energética: $14.58 \text{ W/m}^2 = 2.63 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 32.41 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Administración / Lista de luminarias

9 Pieza PHILIPS TBS160 3xTL-D18W HF C3
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 2957 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 4050 lm
Potencia de las luminarias: 52.5 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 54 90 99 100 73
Lámpara: 3 x TL-D18W/840 (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Administración / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 26609 lm
Potencia total: 472.5 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	462	93	555	/	/
Suelo	368	103	471	20	30
Techo	0.00	97	97	70	22
Pared 1	54	87	141	50	23
Pared 2	53	74	128	50	20
Pared 3	66	91	157	50	25
Pared 4	178	103	281	50	45
Pared 5	103	103	206	50	33
Pared 6	106	103	209	50	33
Pared 7	160	97	257	50	41
Pared 8	108	104	212	50	34
Pared 9	109	97	206	50	33
Pared 10	161	99	260	50	41
Pared 11	160	98	258	50	41
Pared 12	149	100	249	50	40

Simetrías en el plano útil

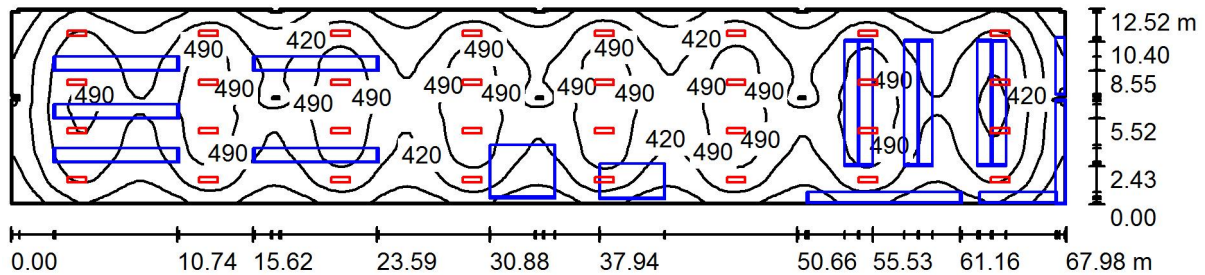
E_{\min} / E_{\max} : 0.523 (1:2)

E_{\min} / E_{\max} : 0.391 (1:3)

Valor de eficiencia energética: $14.58 \text{ W/m}^2 = 2.63 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 32.41 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Almacén / Resumen



Altura del local: 6.500 m, Altura de montaje: 6.500 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:487

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	428	218	555	0.509
Suelo	20	410	201	514	0.490
Techo	70	82	66	122	0.806
Paredes (31)	50	182	59	405	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.100 m

Lista de piezas - Luminarias

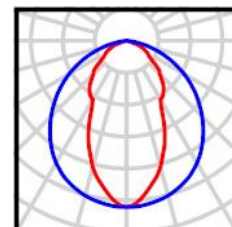
N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	32	PHILIPS TPS350 4xTL5-54W HFP NB (1.000)	15664	17800	236.0
Total:			501248	Total: 569600	7552.0

Valor de eficiencia energética: $8.88 \text{ W/m}^2 = 2.07 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 850.31 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Almacén / Lista de luminarias

32 Pieza PHILIPS TPS350 4xTL5-54W HFP NB
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 15664 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 17800 lm
Potencia de las luminarias: 236.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 60 88 98 100 88
Lámpara: 4 x TL5-54W/840 (Factor de corrección
1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Almacén / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 501248 lm
Potencia total: 7552.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.100 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	358	70	428	/	/
Suelo	337	73	410	20	26
Techo	0.00	82	82	70	18
Pared 1	108	69	177	50	28
Pared 2	31	81	111	50	18
Pared 3	126	71	197	50	31
Pared 4	29	83	113	50	18
Pared 5	108	71	179	50	28
Pared 6	41	71	112	50	18
Pared 7	68	78	145	50	23
Pared 8	105	76	182	50	29
Pared 9	64	84	149	50	24
Pared 10	69	68	137	50	22
Pared 11	66	74	141	50	22
Pared 12	68	81	149	50	24
Pared 13	114	80	195	50	31
Pared 14	67	83	150	50	24
Pared 15	69	68	137	50	22
Pared 16	65	76	141	50	22
Pared 17	104	81	185	50	30
Pared 18	167	73	240	50	38
Pared 19	106	75	181	50	29
Pared 20	68	86	154	50	24
Pared 21	69	67	136	50	22
Pared 22	63	82	145	50	23
Pared 23	106	76	181	50	29
Pared 24	70	78	148	50	24
Pared 25	38	71	109	50	17

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Almacén / Resultados luminotécnicos

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Pared 26	107	65	172	50	27
Pared 27	28	80	108	50	17
Pared 28	131	71	203	50	32
Pared 29	29	80	109	50	17
Pared 30	108	70	178	50	28
Pared 31	107	77	184	50	29

Simetrías en el plano útil

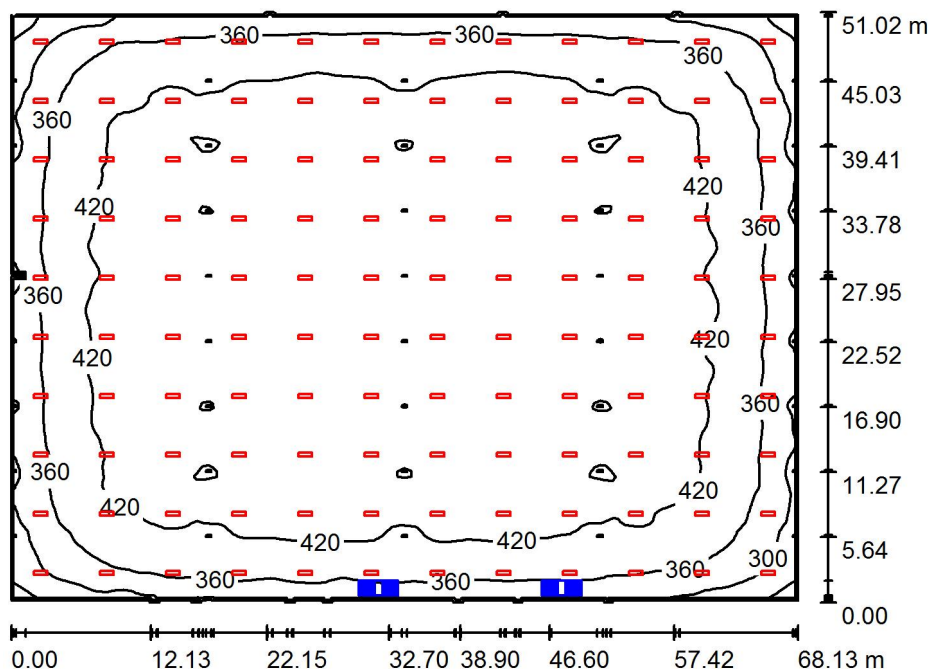
E_{\min} / E_{\max} : 0.509 (1:2)

E_{\min} / E_{\max} : 0.393 (1:3)

Valor de eficiencia energética: $8.88 \text{ W/m}^2 = 2.07 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 850.31 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Taller / Resumen



Altura del local: 10.000 m, Altura de montaje: 10.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:656

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	415	210	480	0.506
Suelo	20	407	192	480	0.471
Paredes (98)	50	168	45	869	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.200 m

Lista de piezas - Luminarias

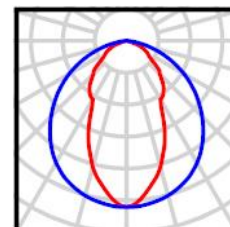
N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	120	PHILIPS TPS350 4xTL5-54W HFP NB (1.000)	15664	17800	236.0
Total:			1879680	2136000	28320.0

Valor de eficiencia energética: $8.20 \text{ W/m}^2 = 1.98 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 3452.04 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Taller / Lista de luminarias

120 Pieza PHILIPS TPS350 4xTL5-54W HFP NB
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 15664 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 17800 lm
Potencia de las luminarias: 236.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 60 88 98 100 88
Lámpara: 4 x TL5-54W/840 (Factor de corrección
1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Taller / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 1879680 lm
Potencia total: 28320.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.200 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	356	59	415	/	/
Suelo	347	60	407	20	26
Pared 1	61	70	131	50	21
Pared 2	63	65	128	50	20
Pared 3	57	66	123	50	20
Pared 4	79	60	139	50	22
Pared 5	40	68	109	50	17
Pared 6	55	55	110	50	17
Pared 7	41	66	107	50	17
Pared 8	109	63	172	50	27
Pared 9	50	65	115	50	18
Pared 10	57	58	116	50	18
Pared 11	48	64	112	50	18
Pared 12	76	60	136	50	22
Pared 13	53	68	121	50	19
Pared 14	57	60	118	50	19
Pared 15	55	68	123	50	20
Pared 16	79	59	139	50	22
Pared 17	56	70	126	50	20
Pared 18	96	60	157	50	25
Pared 19	63	72	134	50	21
Pared 20	104	61	166	50	26
Pared 21	60	71	132	50	21
Pared 22	68	66	134	50	21
Pared 23	56	69	125	50	20
Pared 24	82	62	144	50	23
Pared 25	42	71	113	50	18
Pared 26	68	63	130	50	21

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Taller / Resultados luminotécnicos

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Pared 27	44	72	116	50	18
Pared 28	110	63	173	50	28
Pared 29	48	68	117	50	19
Pared 30	57	63	120	50	19
Pared 31	46	68	114	50	18
Pared 32	77	62	140	50	22
Pared 33	55	70	126	50	20
Pared 34	59	60	119	50	19
Pared 35	59	68	127	50	20
Pared 36	107	66	173	50	28
Pared 37	49	68	117	50	19
Pared 38	63	63	126	50	20
Pared 39	47	67	113	50	18
Pared 40	79	60	139	50	22
Pared 41	57	69	126	50	20
Pared 42	62	64	126	50	20
Pared 43	60	71	131	50	21
Pared 44	105	64	169	50	27
Pared 45	43	66	109	50	17
Pared 46	68	62	130	50	21
Pared 47	40	65	105	50	17
Pared 48	50	60	110	50	18
Pared 49	85	61	146	50	23
Pared 50	54	71	125	50	20
Pared 51	69	57	126	50	20
Pared 52	59	70	129	50	21
Pared 53	104	64	168	50	27
Pared 54	54	60	115	50	18
Pared 55	52	56	109	50	17
Pared 56	52	60	112	50	18
Pared 57	72	57	128	50	20
Pared 58	49	64	113	50	18

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Taller / Resultados luminotécnicos

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Pared 59	49	51	100	50	16
Pared 60	54	62	115	50	18
Pared 61	95	61	157	50	25
Pared 62	114	60	173	50	28
Pared 62_1	129	46	176	50	28
Pared 63	88	58	147	50	23
Pared 64	52	65	117	50	19
Pared 65	41	60	101	50	16
Pared 66	45	64	109	50	17
Pared 67	69	58	126	50	20
Pared 68	47	62	109	50	17
Pared 69	51	55	106	50	17
Pared 70	49	58	107	50	17
Pared 71	101	69	171	50	27
Pared 72	48	71	119	50	19
Pared 73	84	61	145	50	23
Pared 74	39	71	110	50	17
Pared 75	88	61	149	50	24
Pared 76	40	71	110	50	18
Pared 77	82	59	141	50	22
Pared 78	47	68	115	50	18
Pared 79	104	64	168	50	27
Pared 80	56	62	118	50	19
Pared 81	49	60	109	50	17
Pared 82	50	65	115	50	18
Pared 83	68	60	128	50	20
Pared 84	49	64	114	50	18
Pared 85	45	62	107	50	17
Pared 86	56	62	118	50	19
Pared 87	95	53	149	50	24
Pared 88	56	60	116	50	19
Pared 89	0.00	58	58	50	9.29

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Taller / Resultados luminotécnicos

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Pared 89_1	97	68	165	50	26
Pared 90	129	51	180	50	29
Pared 91	35	74	110	50	17
Pared 92	267	65	331	50	53
Pared 93	41	71	111	50	18
Pared 93_1	0.47	73	73	50	12
Pared 94	131	59	190	50	30
Pared 95	92	63	155	50	25

Simetrías en el plano útil

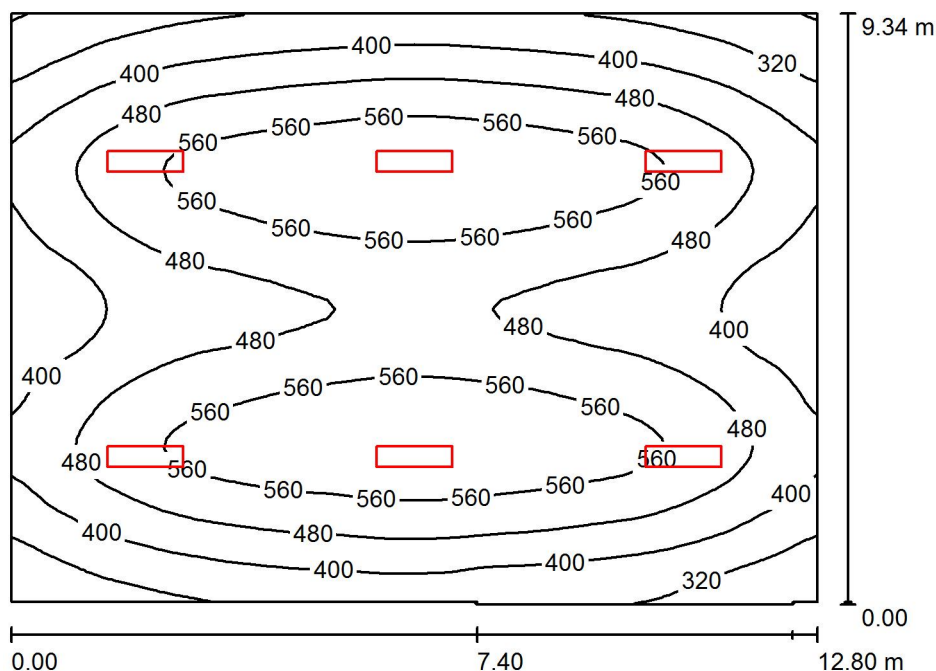
E_{\min} / E_{\max} : 0.506 (1:2)

E_{\min} / E_{\max} : 0.437 (1:2)

Valor de eficiencia energética: $8.20 \text{ W/m}^2 = 1.98 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 3452.04 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Servicios / Resumen



Altura del local: 6.000 m, Altura de montaje: 6.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:120

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	471	238	636	0.504
Suelo	20	436	252	556	0.579
Techo	70	93	71	108	0.763
Paredes (8)	50	219	69	556	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 64 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

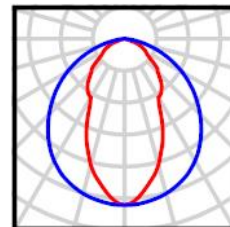
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	PHILIPS TPS350 4xTL5-54W HFP NB (1.000)	15664	17800	236.0
			Total: 93984	Total: 106800	1416.0

Valor de eficiencia energética: $11.88 \text{ W/m}^2 = 2.52 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 119.24 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Servicios / Lista de luminarias

6 Pieza PHILIPS TPS350 4xTL5-54W HFP NB
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 15664 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 17800 lm
Potencia de las luminarias: 236.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 60 88 98 100 88
Lámpara: 4 x TL5-54W/840 (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Servicios / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 93984 lm
Potencia total: 1416.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	379	92	471	/	/
Suelo	341	94	436	20	28
Techo	0.00	93	93	70	21
Pared 1	37	97	134	50	21
Pared 2	105	88	193	50	31
Pared 3	65	87	153	50	24
Pared 4	67	85	152	50	24
Pared 5	162	86	248	50	39
Pared 6	106	92	198	50	31
Pared 7	162	87	248	50	40
Pared 8	110	92	202	50	32

Simetrías en el plano útil

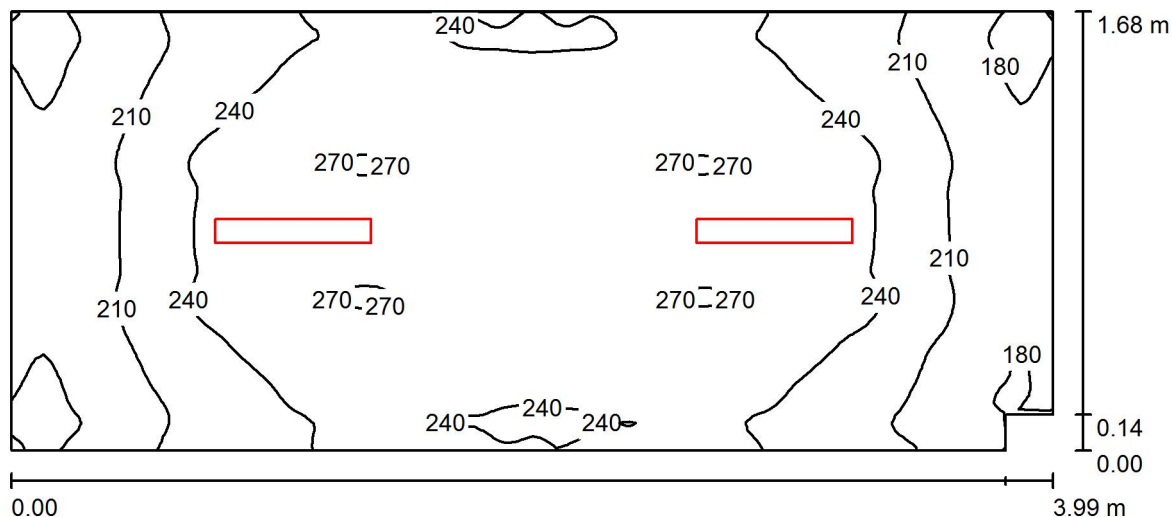
E_{\min} / E_m : 0.504 (1:2)

E_{\min} / E_{\max} : 0.373 (1:3)

Valor de eficiencia energética: $11.88 \text{ W/m}^2 = 2.52 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 119.24 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Botiquín / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.580 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:29

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	234	166	273	0.707
Suelo	29	184	142	208	0.770
Techo	88	92	77	115	0.835
Paredes (6)	88	128	79	200	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

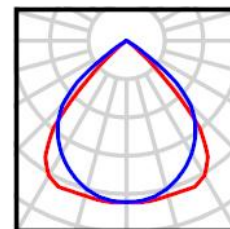
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	PHILIPS TBS411 1xTL5-13W HFP C8 (1.000)	885	1150	16.0
			Total: 1771	Total: 2300	32.0

Valor de eficiencia energética: $4.80 \text{ W/m}^2 = 2.05 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 6.67 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Botiquín / Lista de luminarias

2 Pieza PHILIPS TBS411 1xTL5-13W HFP C8
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 885 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 1150 lm
Potencia de las luminarias: 16.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 75 99 100 100 77
Lámpara: 1 x TL5-13W/840 (Factor de corrección
1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Botiquín / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 1771 lm
Potencia total: 32.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	124	110	234	/	/
Suelo	76	108	184	29	17
Techo	0.00	92	92	88	26
Pared 1	35	96	131	88	37
Pared 2	23	96	119	88	33
Pared 3	17	99	116	88	32
Pared 4	29	95	123	88	35
Pared 5	34	96	130	88	36
Pared 6	27	95	123	88	34

Simetrías en el plano útil

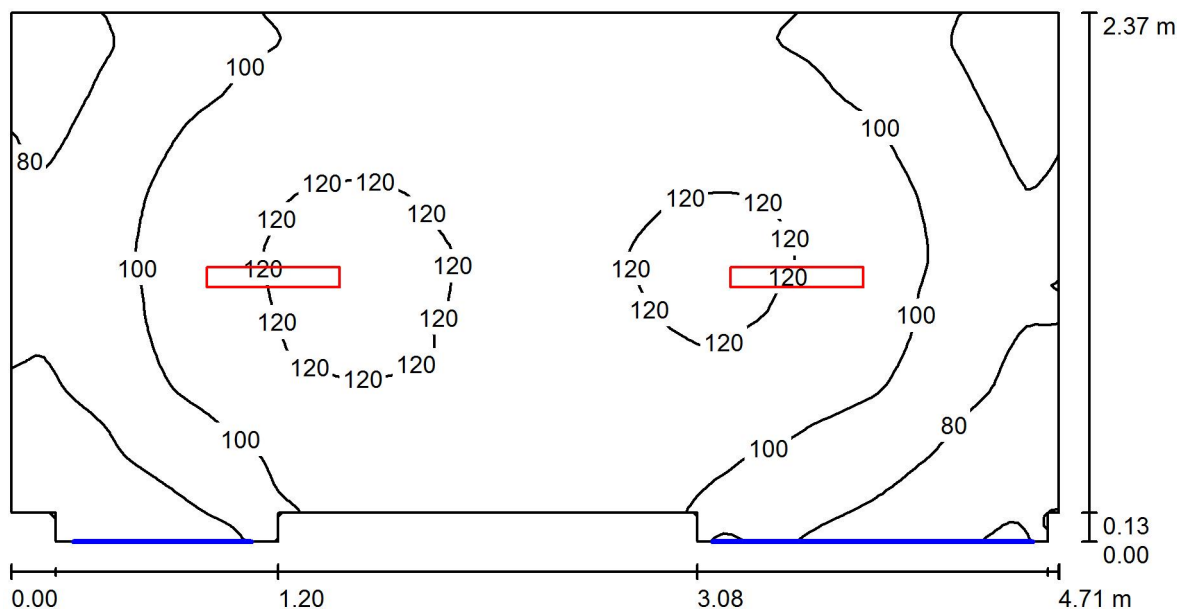
E_{\min} / E_{\max} : 0.707 (1:1)

E_{\min} / E_{\max} : 0.607 (1:2)

Valor de eficiencia energética: $4.80 \text{ W/m}^2 = 2.05 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 6.67 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Transformador / Resumen



Altura del local: 3.045 m, Altura de montaje: 3.045 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:34

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	101	57	124	0.564
Suelo	61	78	51	93	0.657
Techo	61	26	20	32	0.758
Paredes (12)	61	44	17	92	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

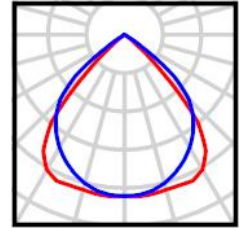
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	PHILIPS TBS411 1xTL5-13W HFP C8 (1.000)	885	1150	16.0
Total:			1771	2300	32.0

Valor de eficiencia energética: $2.94 \text{ W/m}^2 = 2.90 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 10.89 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Transformador / Lista de luminarias

2 Pieza PHILIPS TBS411 1xTL5-13W HFP C8
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 885 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 1150 lm
Potencia de las luminarias: 16.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 75 99 100 100 77
Lámpara: 1 x TL5-13W/840 (Factor de corrección
1.000).



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Transformador / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 1771 lm
Potencia total: 32.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	77	24	101	/	/
Suelo	52	26	78	61	15
Techo	0.00	26	26	61	5.09
Pared 1	12	27	39	61	7.65
Pared 2	12	22	34	61	6.56
Pared 3	8.28	24	32	61	6.19
Pared 4	1.66	23	25	61	4.81
Pared 5	24	32	55	61	11
Pared 6	7.76	21	29	61	5.61
Pared 7	5.26	23	28	61	5.52
Pared 8	11	22	33	61	6.40
Pared 9	11	26	37	61	7.11
Pared 10	20	26	46	61	8.87
Pared 11	19	28	47	61	9.14
Pared 12	20	27	47	61	9.15

Simetrías en el plano útil

E_{\min} / E_m : 0.564 (1:2)

E_{\min} / E_{\max} : 0.459 (1:2)

Valor de eficiencia energética: $2.94 \text{ W/m}^2 = 2.90 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 10.89 m^2)



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

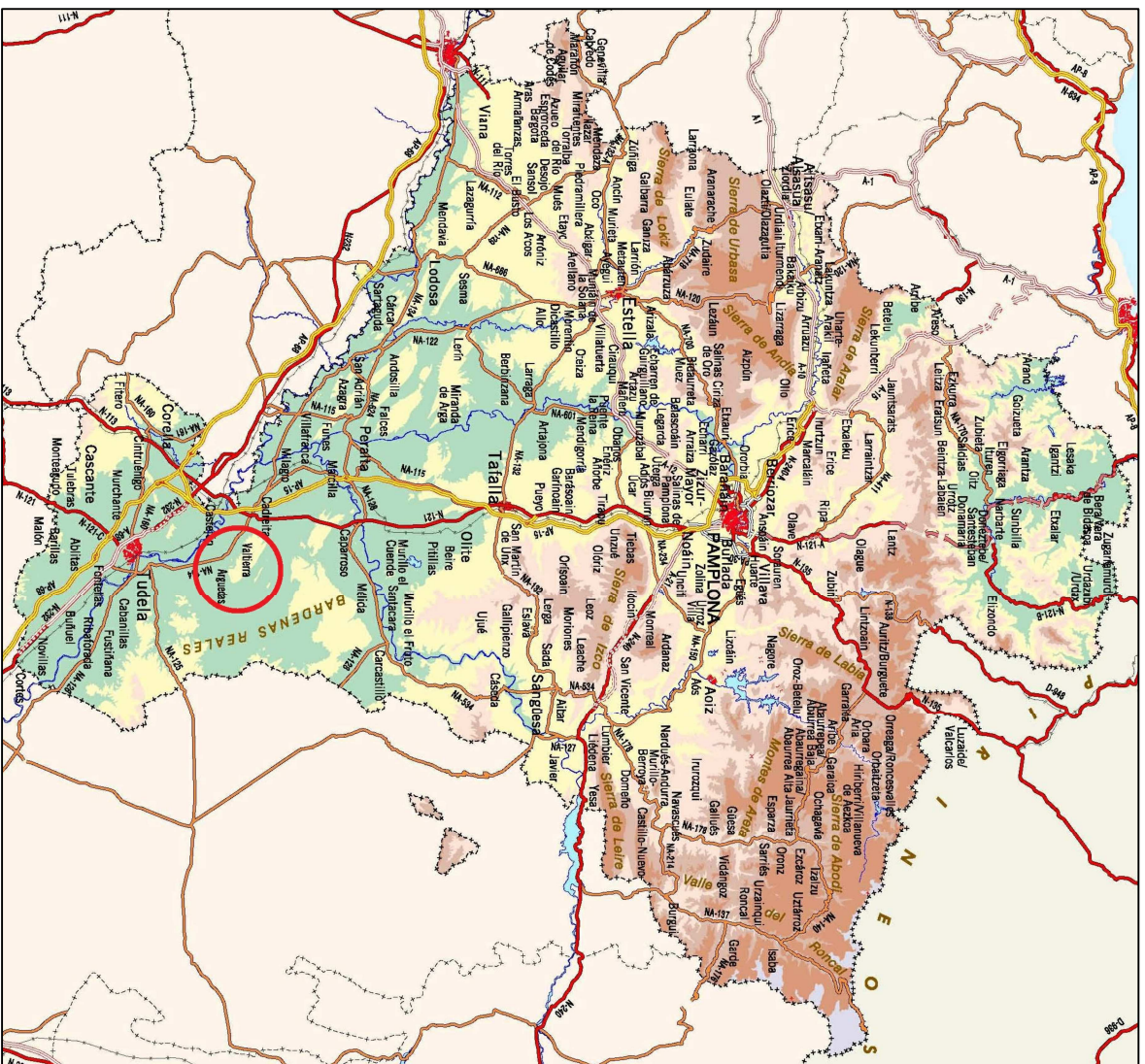
“INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL
EN BAJA TENSIÓN CON CENTRO DE
TRANSFORMACIÓN”

DOCUMENTO 3: PLANOS

Alumno: Miguel Onwu Villafranca

Tutor: Amaia Pérez Ezcurdia


Pamplona, 20 de Junio de 2014



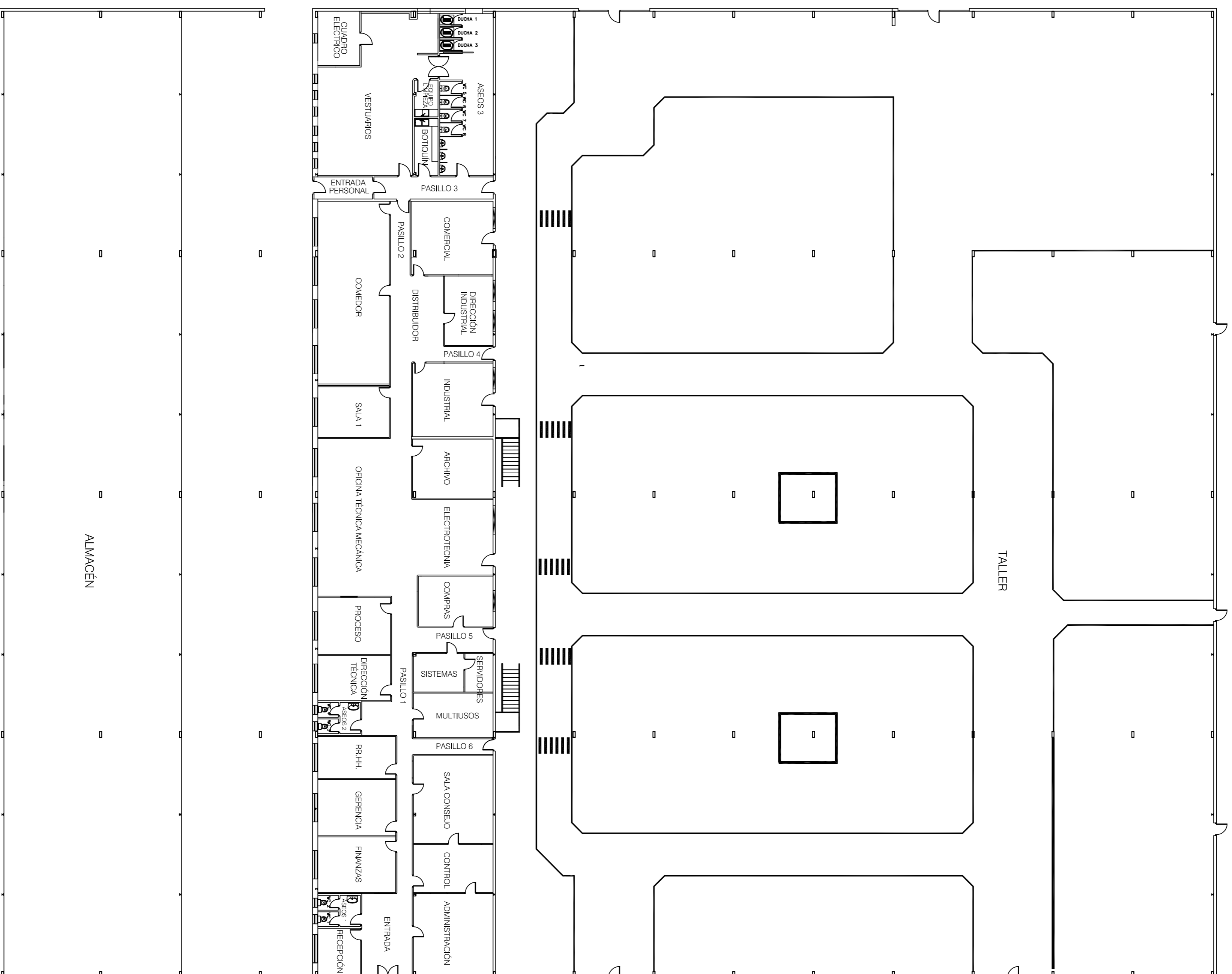
SITUACIÓN



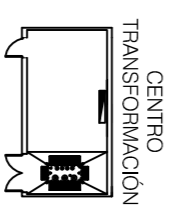
EMPLAZAMIENTO

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa		E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.		DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL	
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL		REALIZADO: MIGUEL ONWU VILLAFRANCA		FIRMA:	
PLANO: SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO		FECHA: 06/2014		ESCALA: S/E	
				Nº PLANO: 1	

PLANTA BAJA

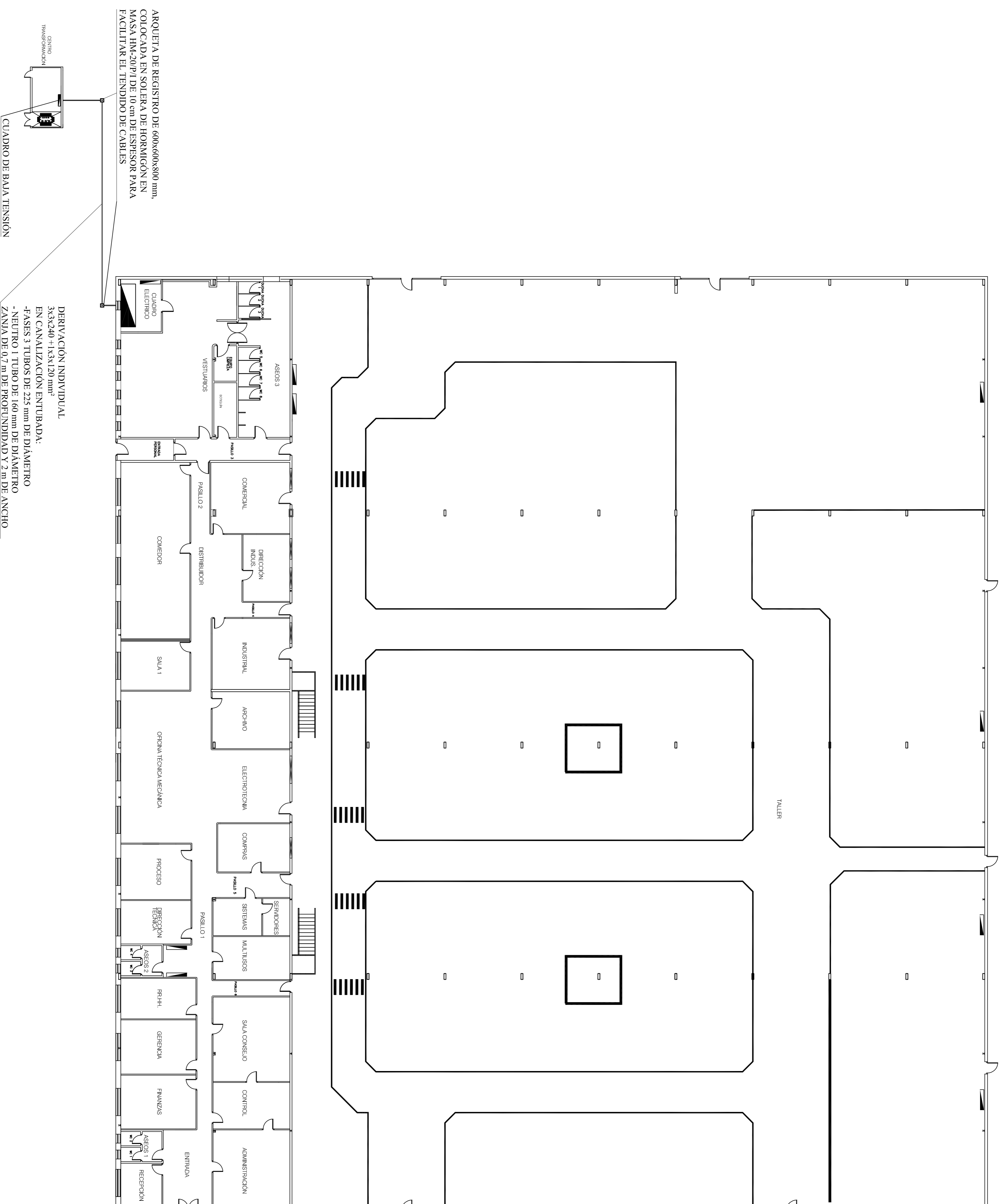


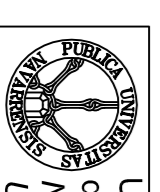
PLANTA PRIMERA



ZONA DE SERVICIO	ANCHURA (m)	LARGURA (m)	ALTURA (m)	SUPERFICIE (m ²)
Entrada	3,6	5,8	2,5	20,6
Recepción	3	3,3	2,5	10
Aseo 1	2,2	1,4	2,5	3,2
WC 1-2	1	1,4	2,5	1,5
Finanzas	4	5,5	2,5	21,2
Gerencia	4	5,5	2,5	27,73
RR.HH	3	5,5	2,5	16,2
Aseo 2	3	5,5	2,5	16,2
WC 3-4	2,2	1,4	2,5	3,22
Dirección técnica	1	1,4	2,5	1,5
Proceso	3,2	5,1	2,5	19,4
Oficina técnica mecánica	4	5,1	2,5	23,4
Sala 1	11,1	5,1	2,5	57,8
Comedor	3,6	5	2,5	23,5
Entrada personal	12,9	5	2,5	84,7
Vestuarios	1,6	4,1	2,5	6
Cuadro eléctrico	6,7	11,4	2,5	72,3
Equipo limpieza	3,9	3	2,5	11,2
Botiquin	1,7	2,6	2,5	4,3
Aseo 3	1,7	4	2,5	6,7
Ducha 1-2-3	3,8	11,4	2,5	32,2
WC 5-6-7-8	0,9	1,6	2,5	1,3
Pasillo 3	1,6	1,6	2,5	1,5
Comercial	5,2	5,8	2,5	13,1
Pasillo 2	1,4	5,3	2,5	37,1
Dirección industrial	4,9	3,4	2,5	23,9
Distribuidor	3,7	6,1	2,5	26,6
Pasillo 4	1,1	3,5	2,5	22,8
Industrial	5,2	5,1	2,5	6
Archivo	4,2	5,7	2,5	29,5
Electrotécnica	5,3	5,8	2,5	23,6
Compras	3,5	5,3	2,5	30,7
Pasillo 5	1,8	5,7	2,5	18,5
Pasillo 1	1,5	37,5	2,5	10,2
Servidores	2,7	2	2,5	60,2
Sistemas	2,7	3,6	2,5	5,4
Multusos	3,1	5,6	2,5	9,6
Pasillo 6	5,7	1,1	2,5	17,5
Sala consejo	6,2	5,6	2,5	6,4
Control	3,4	5,6	2,5	34,6
Administración	5,8	5,6	2,5	19
				32,3
ZONA INDUSTRIAL	ANCHURA (m)	LARGURA (m)	ALTURA (m)	SUPERFICIE (m²)
Taller	68,1	50,7	10	3449,8
Almacén	67,9	12,5	6,5	850,1
Centro de transformación	4,46	2,38	3,045	10,6

Universidad Pública de Navarra Ingeniero Técnico Industrial E.	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL E.	REALIZADO: MIGUEL ONWU VILLAFRANCA
PROYECTO: INSTALACION ELECTRICA DE BAJA TENSION Y CENTRO DE TRANSFORMACION DE UNA NAVE INDUSTRIAL	FIRMA:	FECHA: 08/2014
PLANO: SUPERFICIES DE LA NAVE	ESCALA: 1/200	N.º PLANO: 2




 Universidad Pública
de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.

DEPARTAMENTO:
DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL

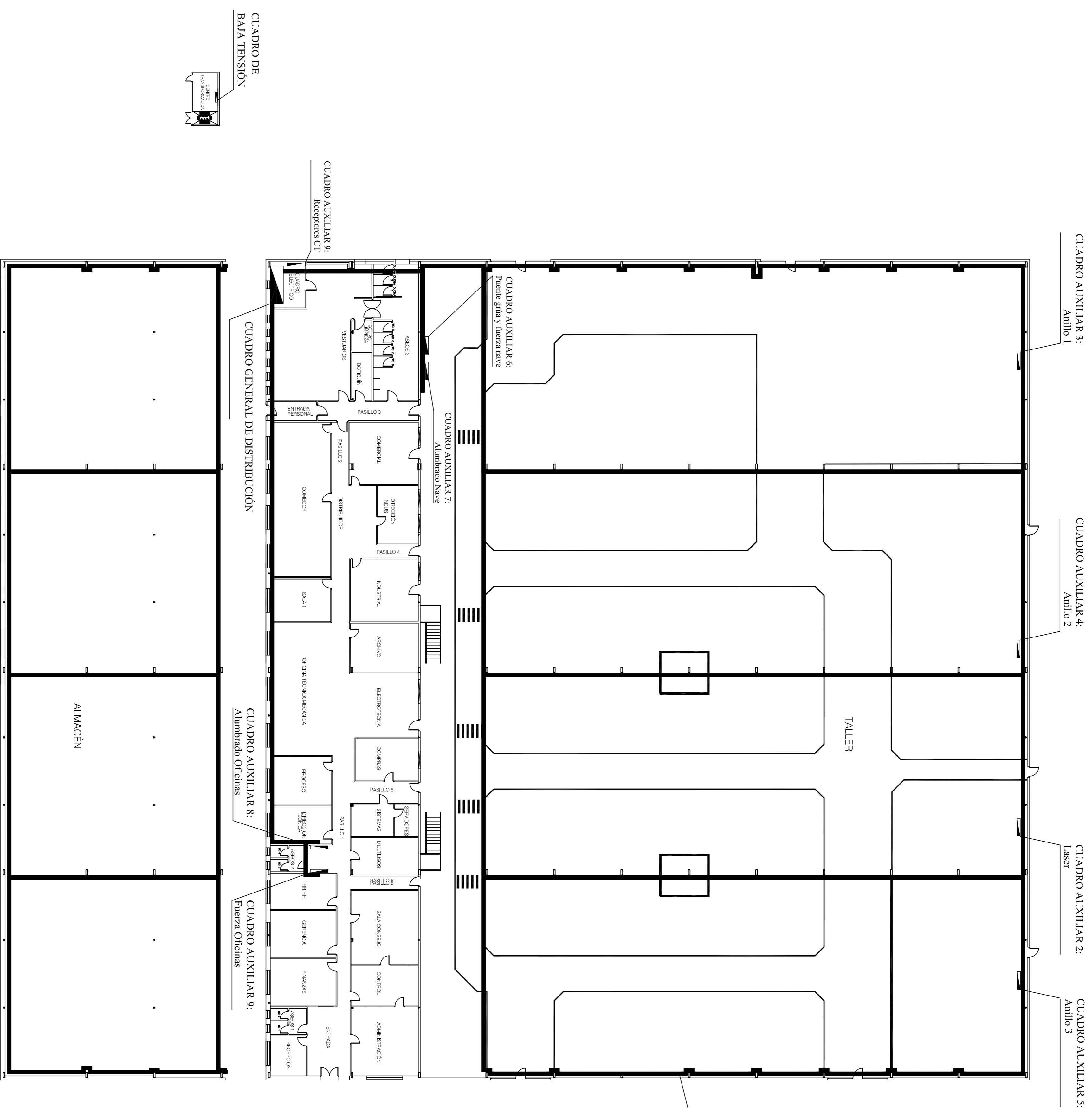
REALIZADO:
 MIGUEL OMU VILLAFRANCA

PROYECTO:
INSTALACION ELECTRICA DE BAJA TENSION Y CENTRO DE TRANSFORMACION DE UNA NAVE INDUSTRIAL

FRMA:
 FECHA: 08/2014

ESCALA: 1/150

PLANO: DERIVACION INDIVIDUAL



ALTURA MONTAJE BANDEJA

- ZONA DE TALLER: 4 METROS.
- ZONA DE ALMACEN: 3 METROS.
- ZONA DE OFICINAS: 2,9 METROS.

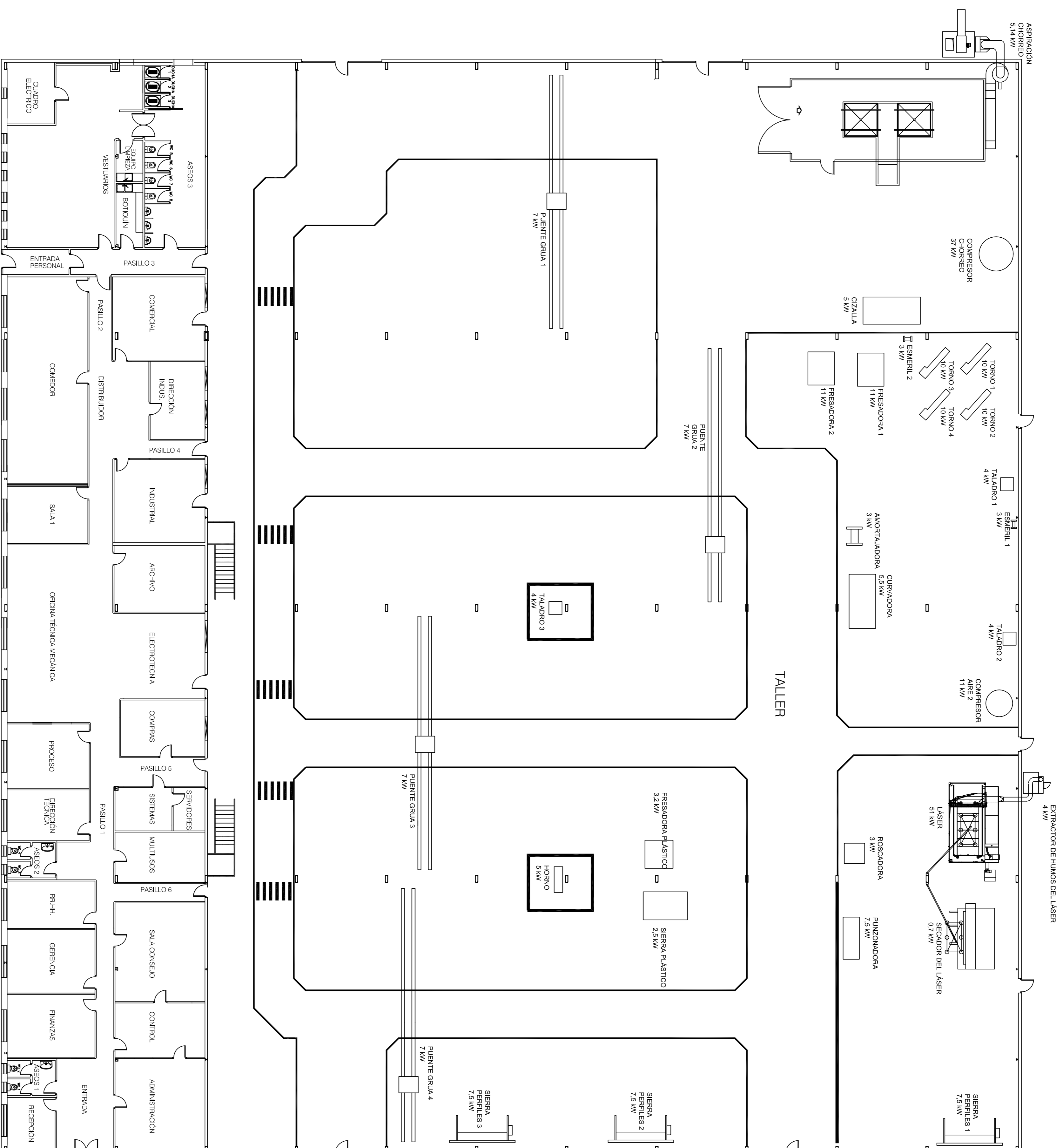
BANDEJA DE ACERO ELECTROSOLDADA 300 x 100 mm

PLANTA PRIMERA


PLANTA BAJA

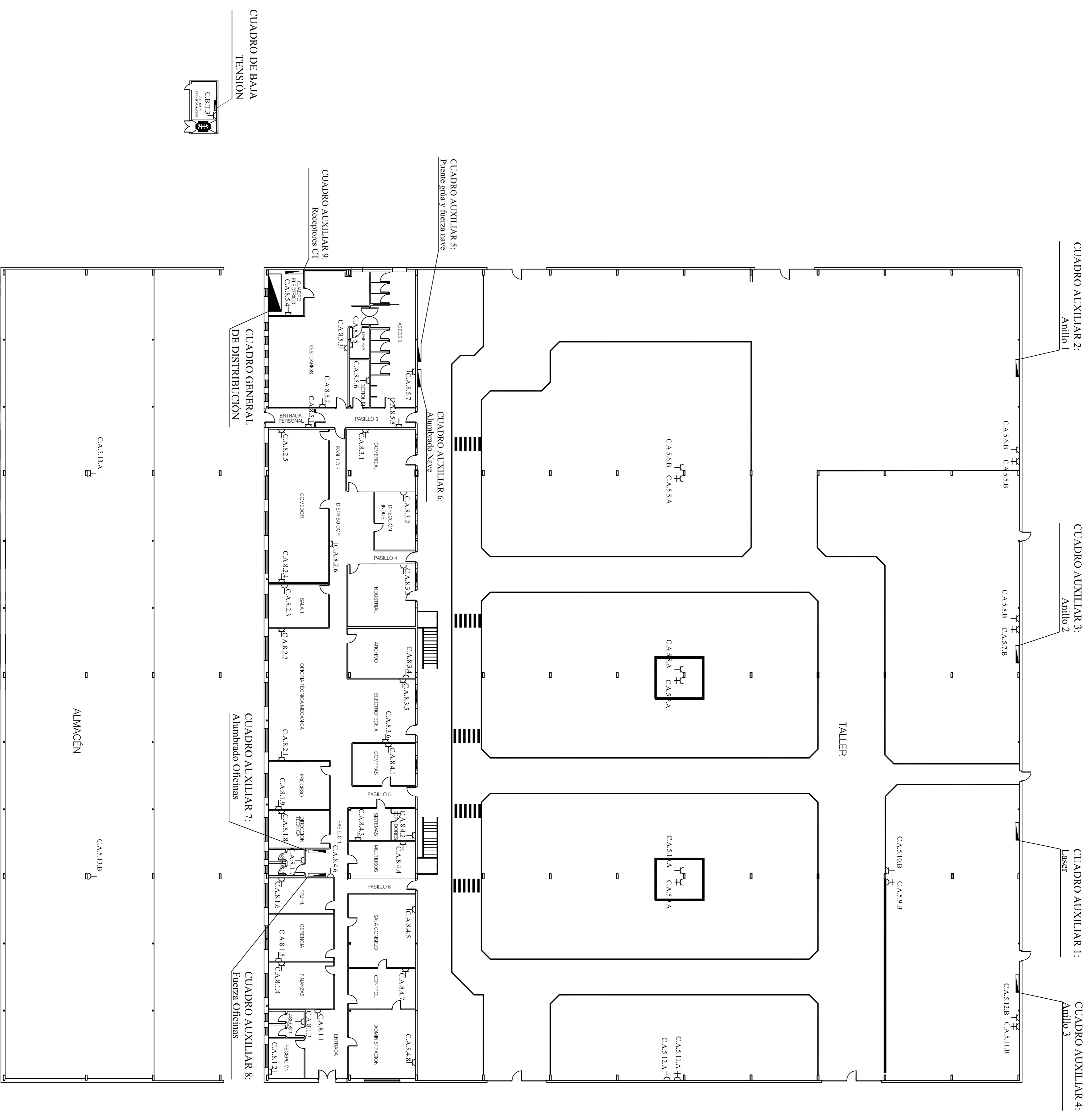
CUADRO DE BAJA TENSION

<p>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</p>	<p>E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.</p>	<p>DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</p>
	<p>PROYECTO: INSTALACION ELECTRICA DE BAJA TENSION Y CENTRO DE TRANSFORMACION DE UNA NAVE INDUSTRIAL</p>	<p>REALIZADO: MIGUEL ONWU VILLAFRANCA</p>
<p>PLANO: DISTRIBUCION CUADROS Y BANDEJA</p>	<p>FECHA: 08/2014</p>	<p>ESCALA: 1/200</p>
	<p>FRMA: </p>	<p>Nº PLANOS: 4</p>



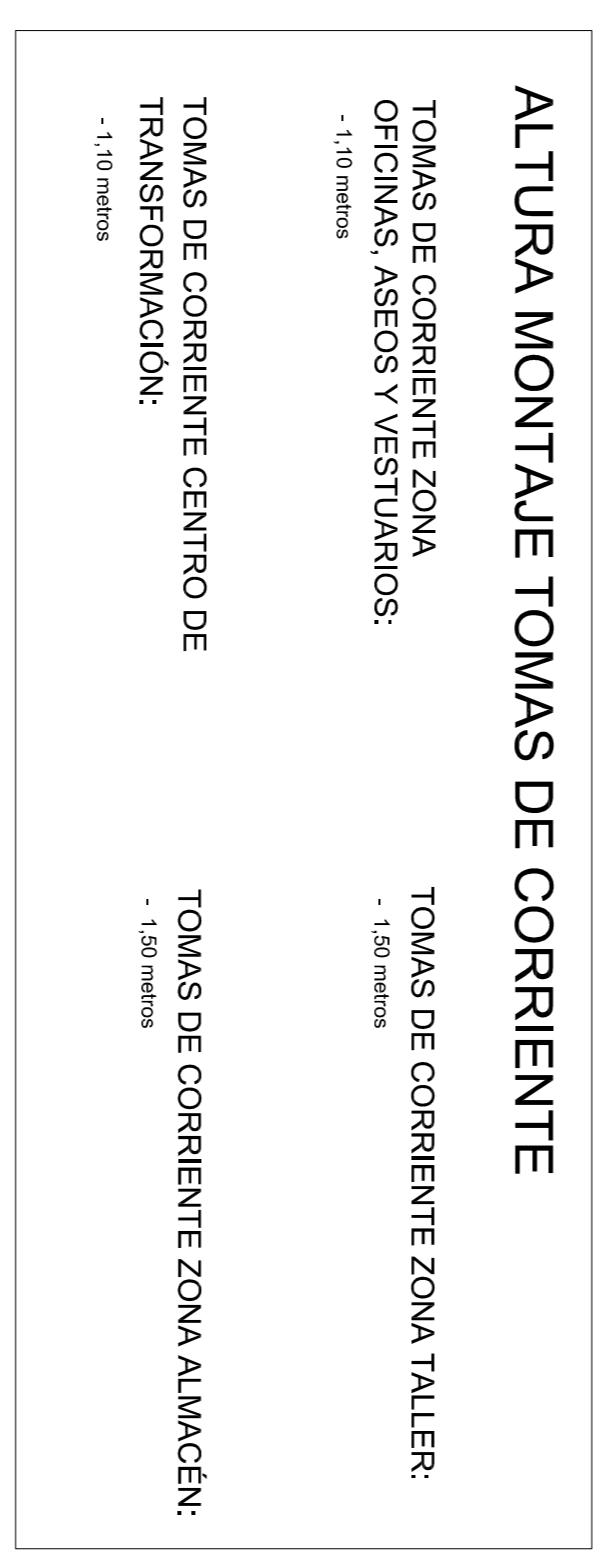
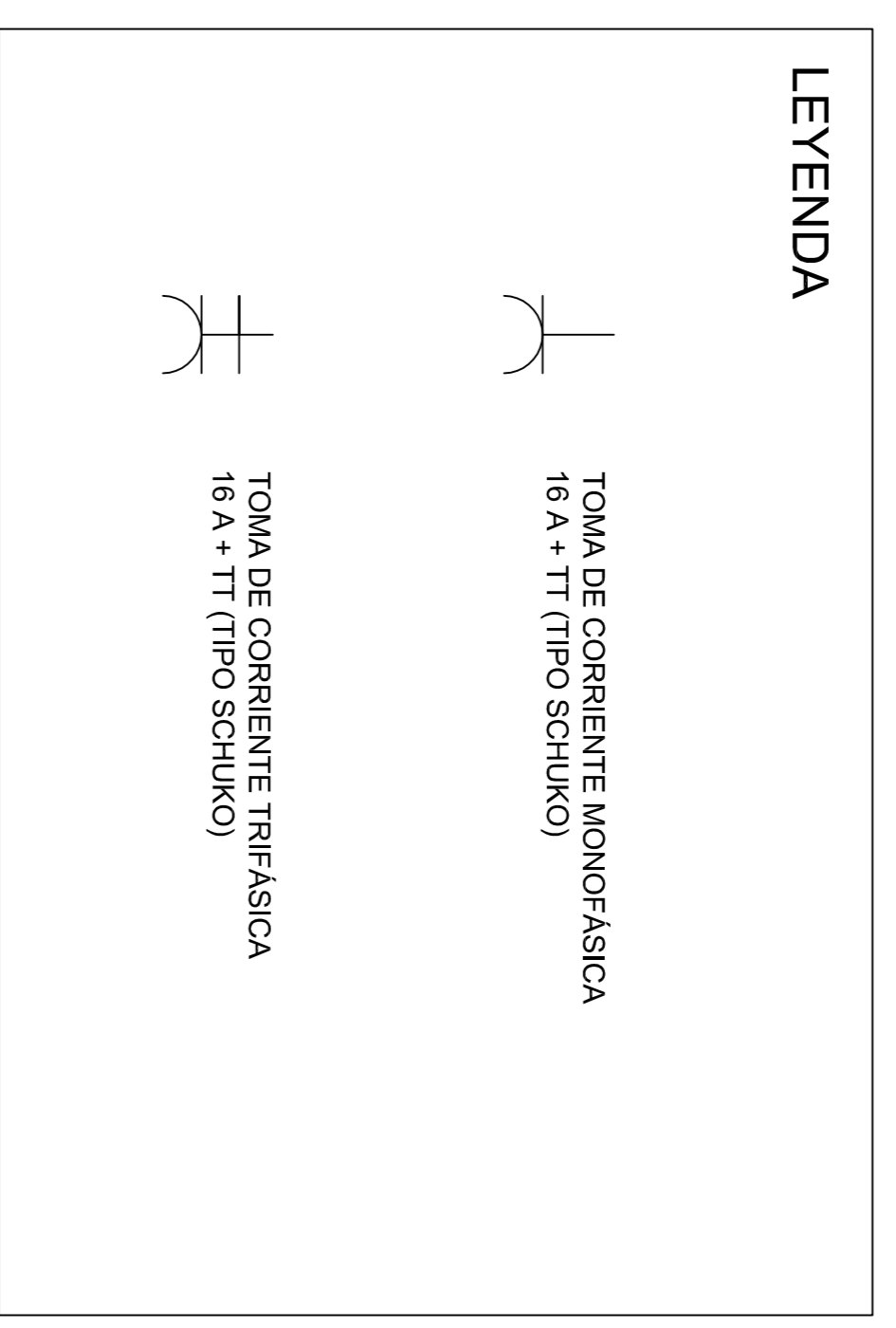
PLANTA BAJA

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
PROYECTO:	INSTALACION ELECTRICA DE BAJA TENSION Y CENTRO DE TRANSFORMACION DE UNA NAVE INDUSTRIAL	REALIZADO:
		MIGUEL ONWU VILLAFRANCA
PLANO:	DISTRIBUCION DE LA MAQUINARIA	FRMA:
		FECHA:
		08/2014
		ESCALA:
		1/150
		Nº PLANO:
		5

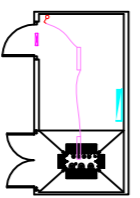
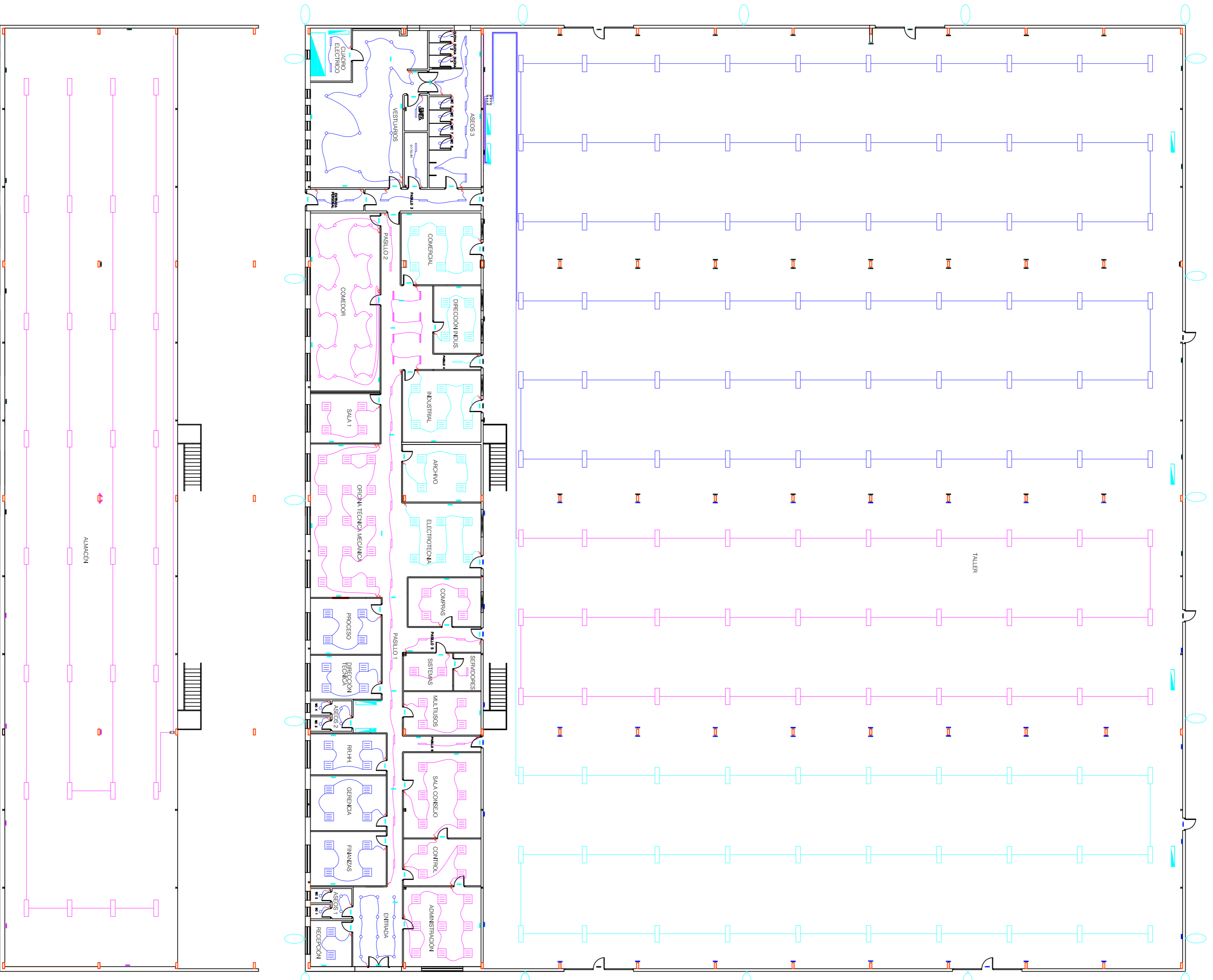


PLANTA BAJA

PLANTA PRIMERA



Universidad Pública de Navarra Departamento de Ingeniería Técnica Industrial E.	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	PROYECTO: INSTALACION ELECTRICA DE BAJA TENSION Y CENTRO DE TRANSFORMACION DE UNA NAVE INDUSTRIAL	REALIZADO: MIGUEL ONWU VILLAFRANCA
PLANO: DISTRIBUCION TOMAS DE CORRIENTE	FECHA: 08/2014	ESCALA: 1/200



LEYENDA

ALUMBRADO INTERIOR

- LUMINARIA PHILIPS TBS160 4xTL-D18W HF C3
- LAMPARA PHILIPS MASTER TL-D SUPER 80 18W/940 TSL
- LUMINARIA PHILIPS TBS160 3xTL-D18W HF C3 18W/940 TSL
- LAMPARA PHILIPS MASTER TL-D SUPER 80 18W/940 TSL
- LUMINARIA PHILIPS TBS281 1xPL-CDP18W HF C 18W/940LP 1CT
- LAMPARA PHILIPS MASTER PL-C 18W/940LP 1CT
- LUMINARIA NOVIA N11 11 W

ALUMBRADO DE EMERGENCIA

- LUMINARIA HODRA N2 8 W
- LAMPARA PHILIPS MASTER TL-D SUPER 80 18W/940 TSL
- LUMINARIA HODRA N3 3 W
- LUMINARIA HODRA N5 5 W
- LUMINARIA NOVIA N8 8 W
- LUMINARIA NOVIA N8 8 W

INTERRUPTORES

- INTERRUPTOR SIMPLE EMPOTRADO
- CONMUTADOR
- CONMUTADOR DE CRUCE

ALUMBRADO EXTERIOR

- LUMINARIA PHILIPS SRS241 SON-T100W 20W II GR ST LAMPARA PHILIPS MASTER SON-T 40W PLUS HG FREEE 100W E40 TSL

FASES DE CONEXION

- FASE R
- FASE S
- FASE T

ALTURA MONTAJE ALUMBRADO INTERIOR

LUMINARIAS ZONA OFICINAS Y VESTUARIOS

- Las siguientes luminarias se montarán a una altura de 2,5 metros:
- LUMINARIA PHILIPS TBS160 3xTL-D18W HF C3
 - LUMINARIA PHILIPS TBS281 1xPL-CDP18W HF C
 - LUMINARIA PHILIPS TBS241 1xTL-D20W HF C3
 - LUMINARIA PHILIPS TBS241 1xTL-D20W HF C3

LUMINARIAS ZONA TALLER

- Las siguientes luminarias se montarán a una altura de 6,5 metros:
- LUMINARIA PHILIPS TBS390 4xTL-S24W HF NB
 - LUMINARIAS PHILIPS TBS390 4xTL-S24W HF NB

ALTURA MONTAJE ALUMBRADO EXTERIOR

LUMINARIAS EXTERIOR

- Las siguientes luminarias se montarán a una altura de 8 metros:
- LUMINARIA PHILIPS SRS241 SON-T100W 20W II GR ST

ALTURA MONTAJE ALUMBRADO EMERGENCIA

LUMINARIAS ZONA OFICINAS Y VESTUARIOS

- Las siguientes luminarias se montarán a una altura de 2,5 metros e están adosadas en el techo:
- HODRA N2
 - HODRA N3
 - HODRA N5

LUMINARIAS ZONA TALLER

- Las siguientes luminarias se montarán a una altura de 2,5 metros e están adosadas sobre pared:
- NOVIA N3
 - NOVIA N8
- Las siguientes luminarias se montarán a una altura de 3,5 metros e están adosadas sobre pared:
- NOVIA N11

LUMINARIAS CENTRO DE TRANSFORMACION

- Las siguientes luminarias se montarán a una altura de 2,5 metros e están adosadas en el techo:
- HODRA N2
 - HODRA N3

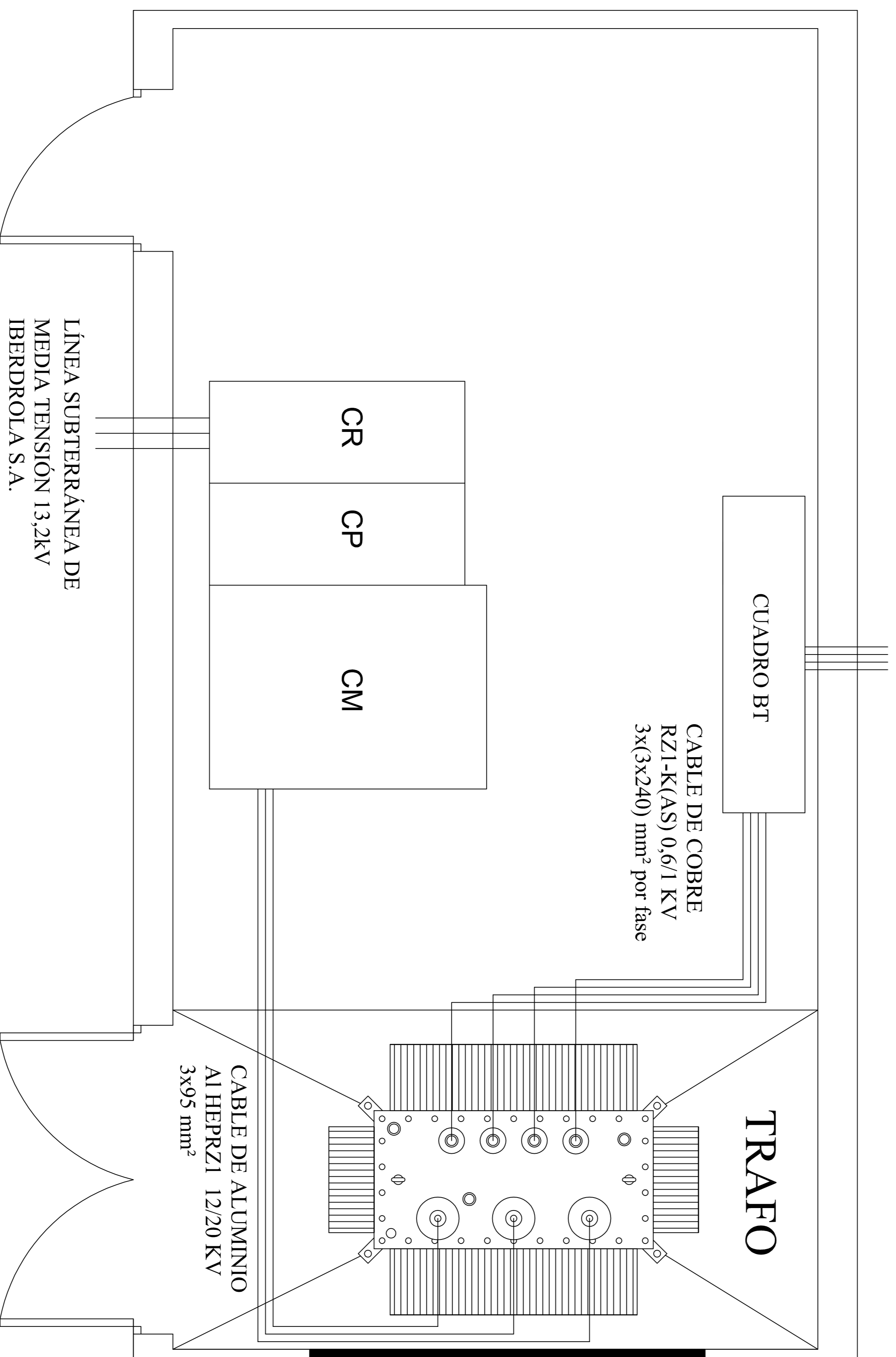
LUMINARIAS ZONA ALMACÉN

- Las siguientes luminarias se montarán a una altura de 2,5 metros e están adosadas sobre pared:
- NOVIA N8
 - NOVIA N11

	Universidad Pública de Navarra Departamento de Ingeniería Técnica Industrial E.	E.T.S.I.I.T. Ingeniero Técnico Industrial E.
	Proyecto: Instalación eléctrica de baja tensión y centro de transformación de una nave industrial.	Realizado: Miguel Onwu Villafrañca

Plano: Alumbrado interior, exterior y de emergencia.	Fecha: 08/2014	Escala: 1/200	Nº Plano: 7
--	----------------	---------------	-------------

LÍNEA DE BAJA TENSIÓN
400/230 V.
DERIVACIÓN
INDIVIDUAL
ENTERRADA.



REJILLAS DE VENTILACIÓN

LEYENDA:

- CR:** Celda de Remonte
Schneider SM6, modelo SIM16
- CP:** Celda de Protección
Schneider SM6, modelo QM16
- CM:** Celda de Medida
Schneider SM6, modelo GBC16
- TRAFO:** Transformador de
distribución en aceite Ormazabal,
13,2/0,42 KV, Potencia: 630 KVA.



Universidad Pública
de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.
INGENIERO TÉCNICO
INDUSTRIAL E.

DEPARTAMENTO:
PROYECTOS E ING. RURAL

PROYECTO:
INSTALACION ELECTRICA DE BAJA TENSIÓN Y CENTRO DE
TRANSFORMACION DE UNA NAVE INDUSTRIAL

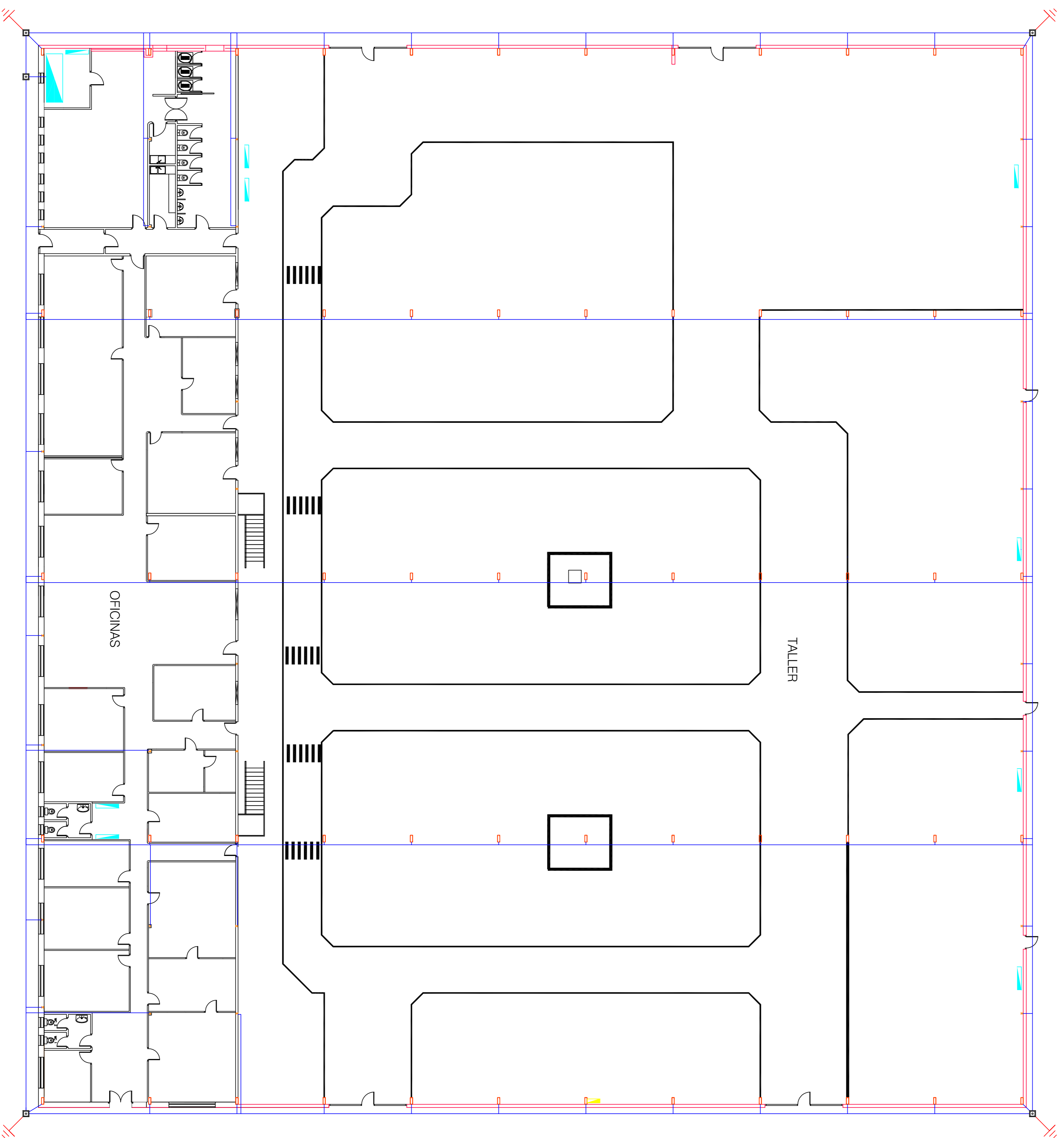
REALIZADO:
MIGUEL ONWU VILLAFRANCA

PLANO:
CENTRO DE TRANSFORMACION

FECHA:
08/2014

ESCALA:
1/10

Nº PLANO:
8



PLANTA BAJA

LEYENDA

— CONDUCTOR DESNUDO DE COBRE DE 50 mm²
DE SECCIÓN ENTERRADO A 0,8 m DE PROFUNDIDAD

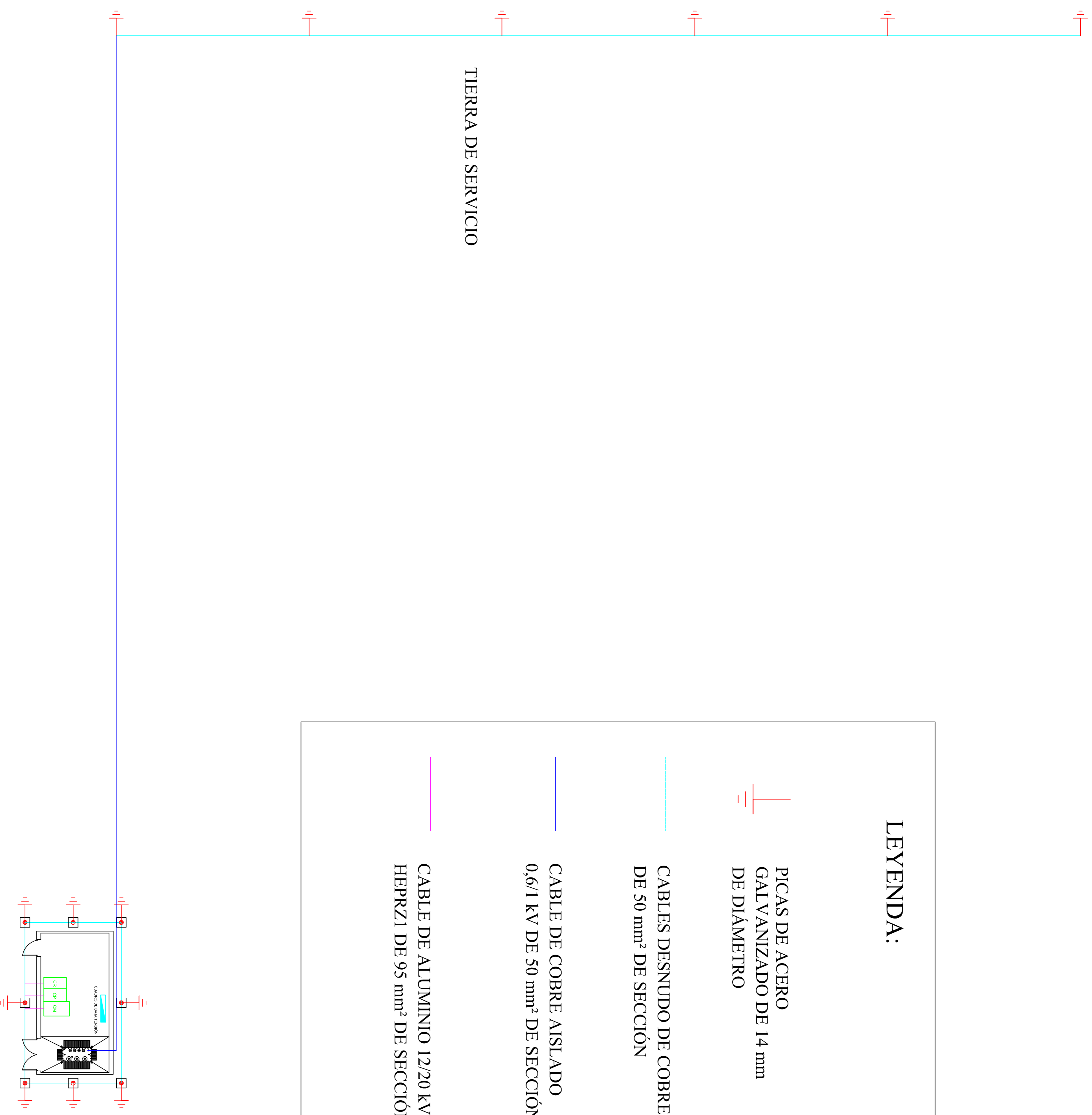
— PICAS DE ACERO GALVANIZADO DE 14 mm DE DIÁMETRO Y 2 m DE LARGO. ENTERRADAS A UNA PROFUNDIDAD DE 0,8 m. LA CONEXIÓN PICA CABLE SE REALIZA MEDIANTE SOLDADURA ALUMINOTÉCNICA

□ ARQUETAS DE CONEXIÓN PREFABRICADAS 50x40 mm

⊠ CAJA DE SECCIONAMIENTO

<p>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</p>	<p>E.T.S.I.I.T. INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL E.</p>	<p>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</p>
	<p>PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL</p>	<p>REALIZADO: MIGUEL OMU VILLAFRANCA</p>


<p>PLANO: PUESTA A TIERRA DE LA NAVE</p>	<p>FECHA: 08/2014</p>	<p>ESCALA: 1/150</p>	<p>FRMA: 9</p>
--	---------------------------	--------------------------	--------------------



LEYENDA:


 PICAS DE ACERO GALVANIZADO DE 14 mm DE DIÁMETRO


 CABLES DESNUDO DE COBRE DE 50 mm² DE SECCIÓN


 CABLE DE COBRE AISLADO 0,6/1 kV DE 50 mm² DE SECCIÓN


 CABLE DE ALUMINIO 12/20 kV AI HERRZI DE 95 mm² DE SECCIÓN

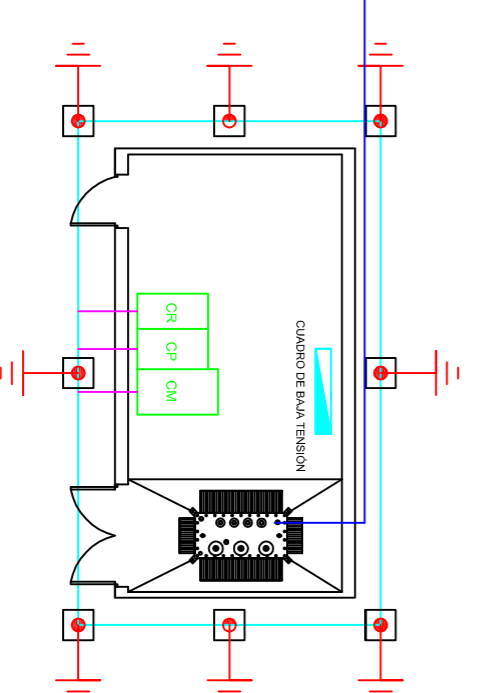
TIERRA DE PROTECCIÓN:

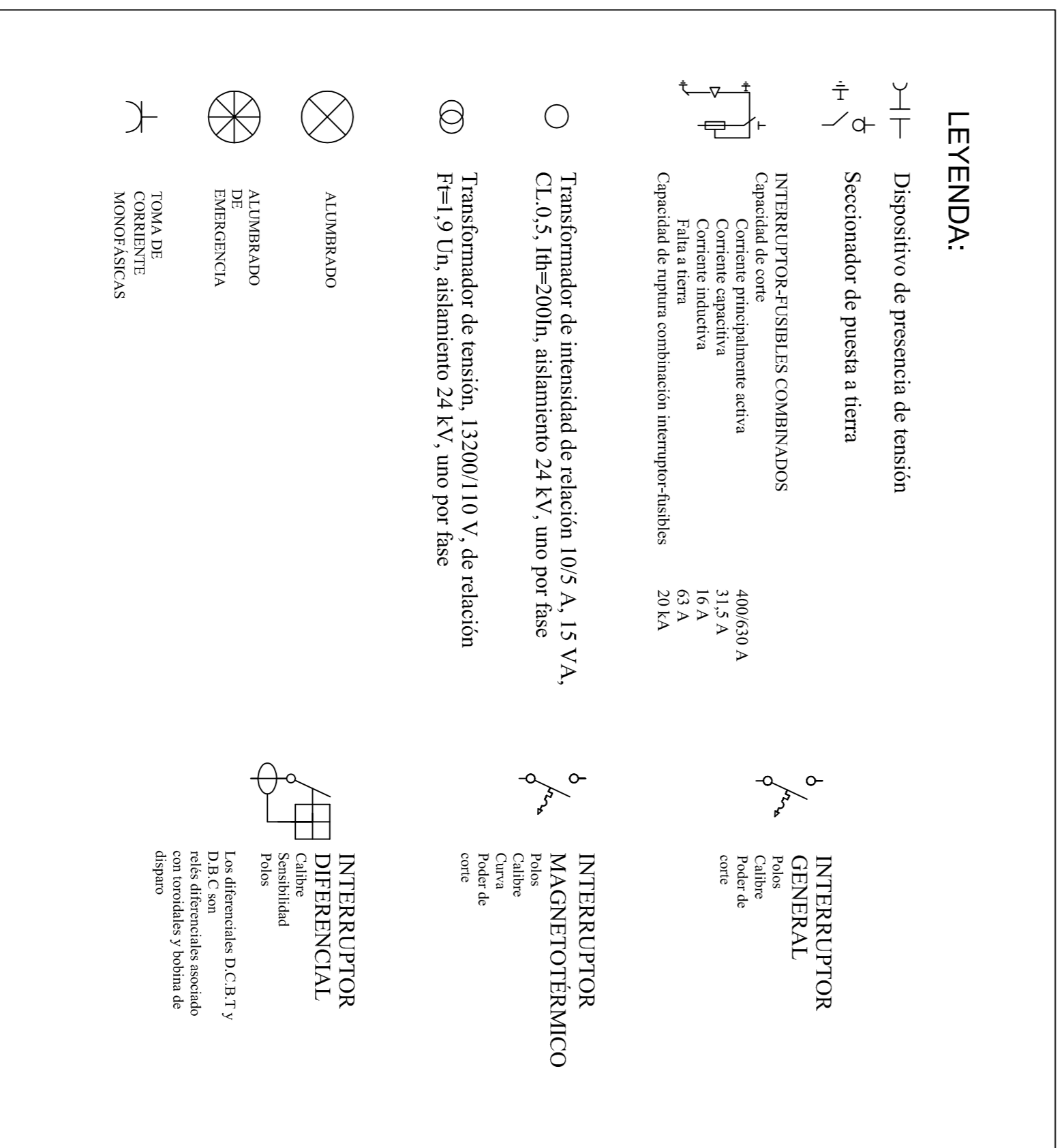
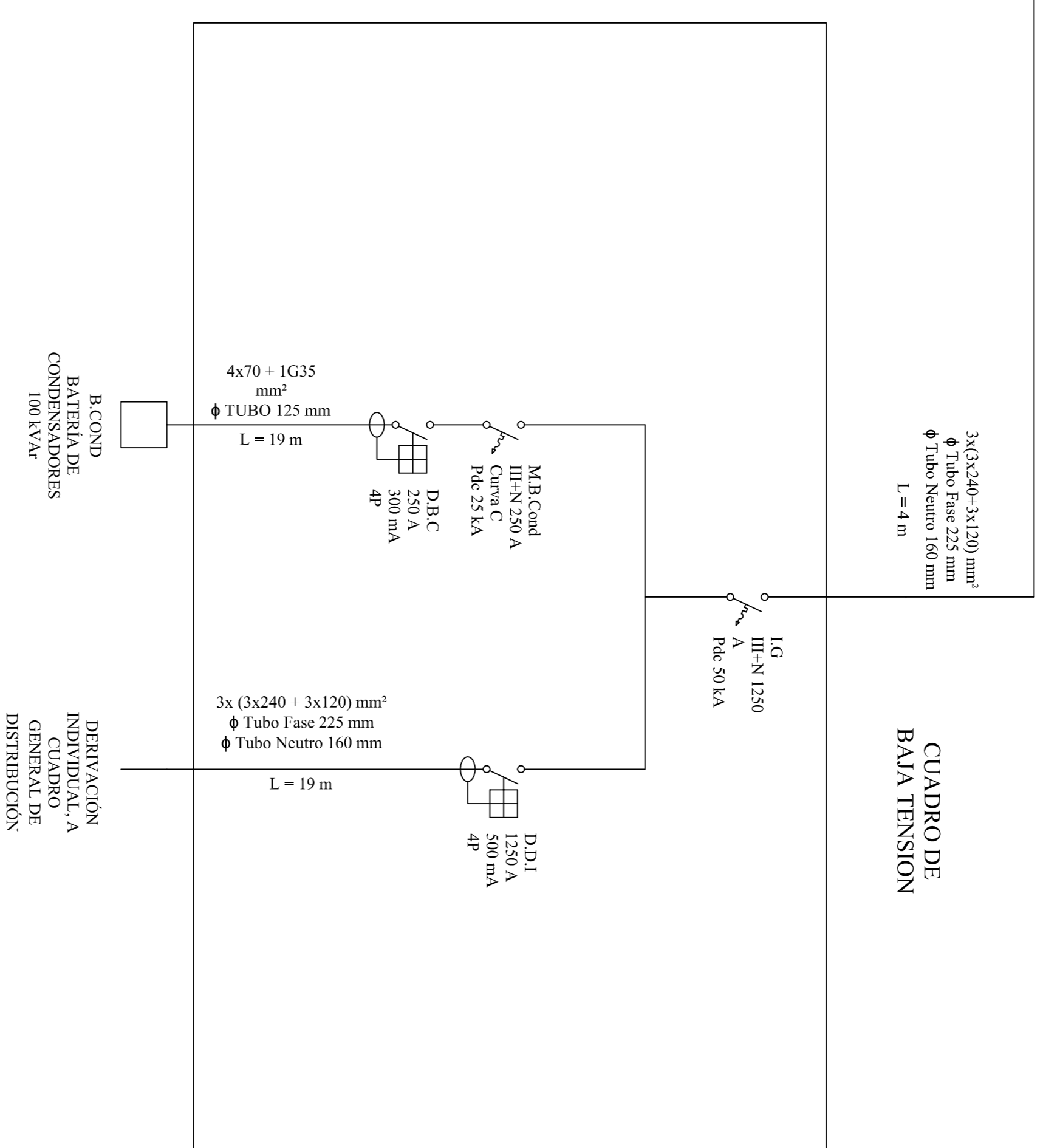
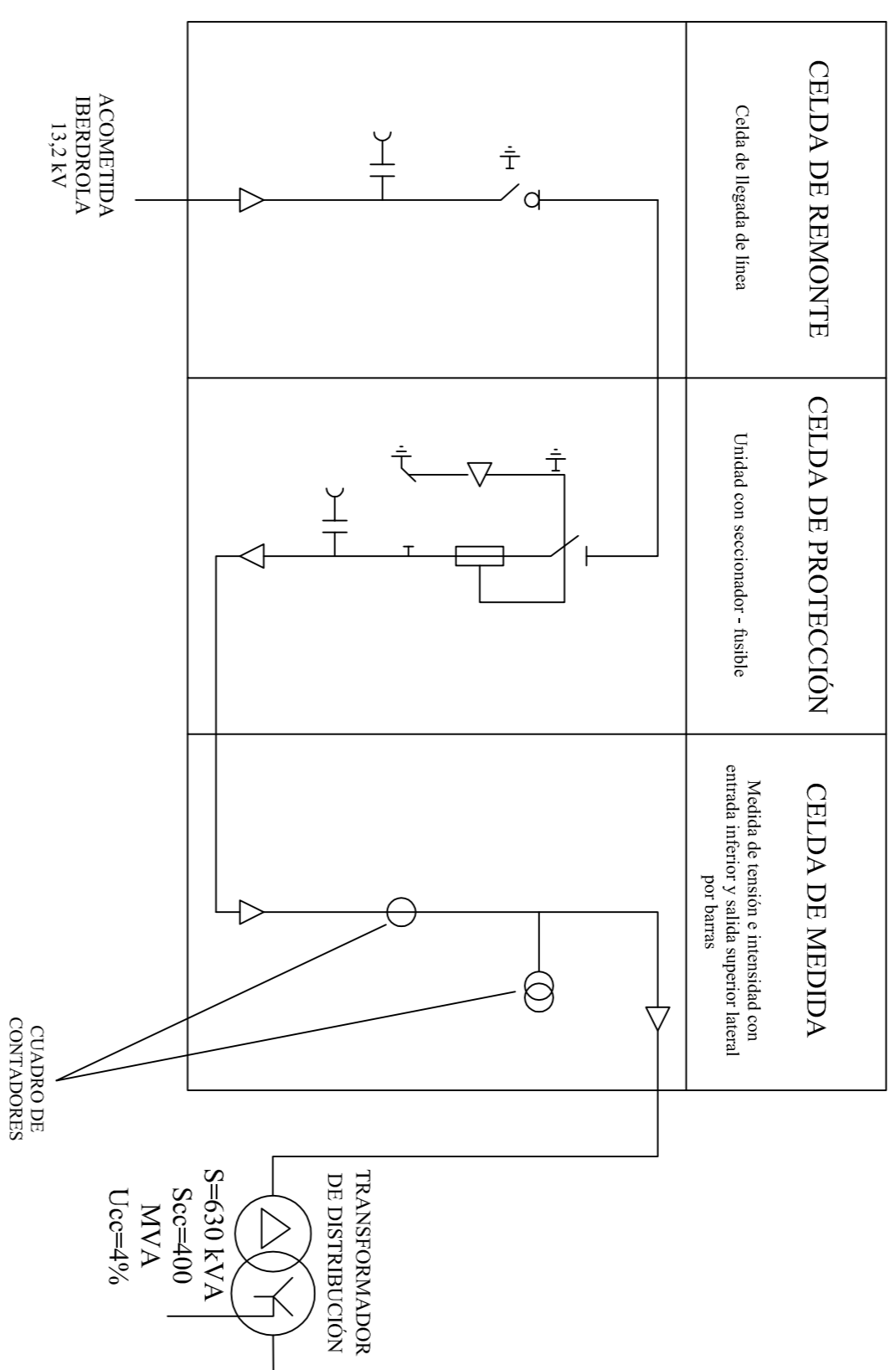
CÓDIGO UNESA 50-30/8/88. HAY 8 PICAS DE 8 m DE LARGO, ENTERRADAS A UNA PROFUNDIDAD DE 0,8 m Y SOBRE UN RECTÁNGULO DE 5x3 m. ESTARÁN UNIDAS POR UN CONDUCTOR DE COBRE DESNUDO DE 50 mm²

TIERRA DE SERVICIO:

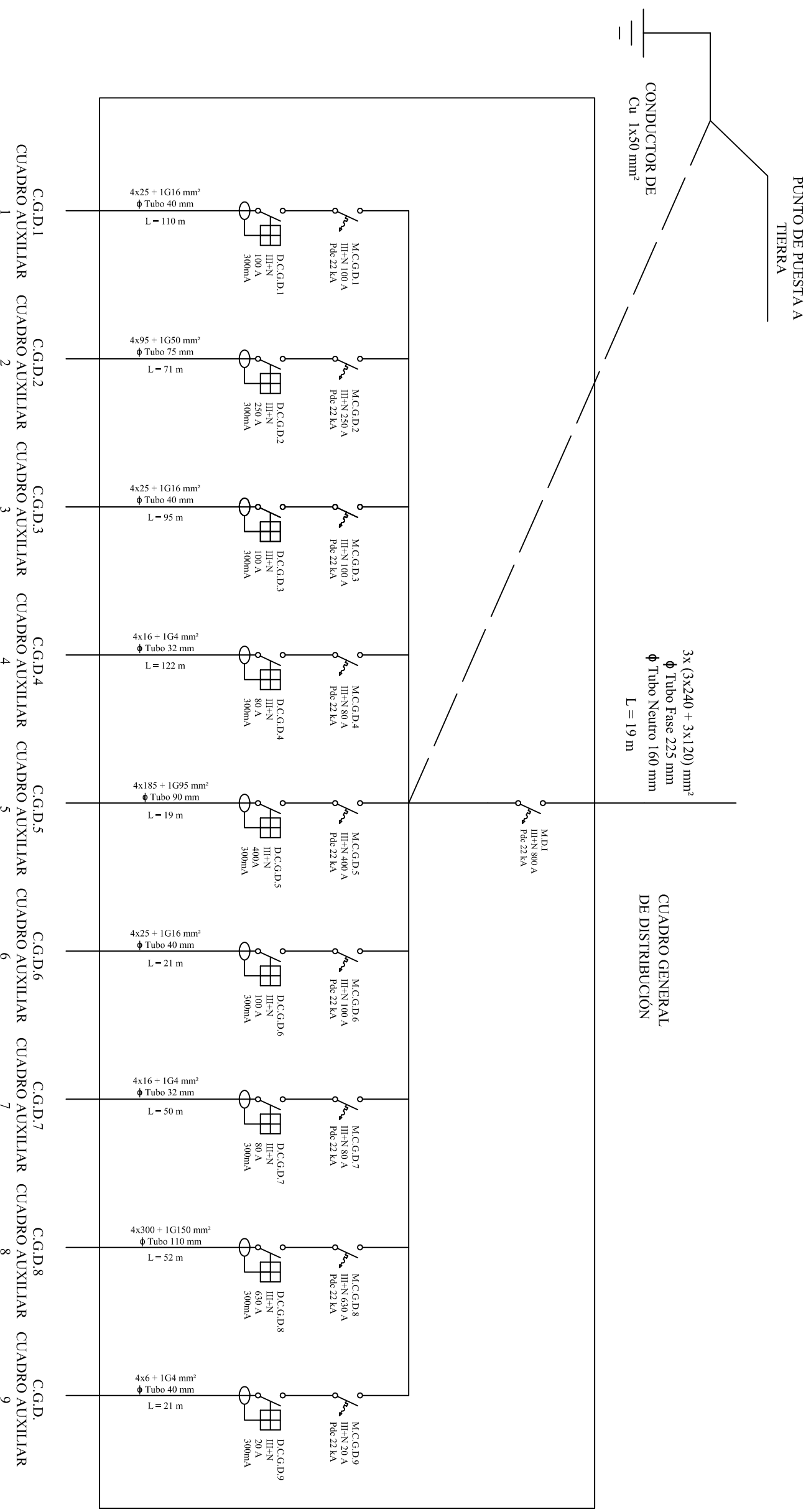
CÓDIGO UNESA 5/6/4. HAY 6 PICAS DE 4 m DE LARGO, ENTERRADAS A UNA PROFUNDIDAD DE 0,5 m DISPUESTAS EN HILERA CON UNA SEPARACIÓN DE 6 m ENTRE CADA PICA. ESTARÁN UNIDAS POR UN CONDUCTOR DE COBRE DESNUDO DE 50 mm²

TIERRA DE PROTECCIÓN

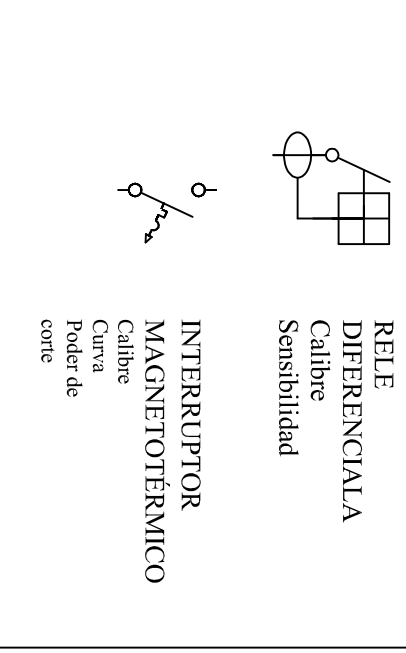




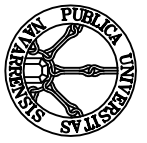
Todos los conductores en baja tensión excepto los del alumbrado de emergencia son: RZ1-K(AS) 0,6/1 kV
Los del alumbrado de emergencia son: SZ1-K(AS) 0,6/1 kV



LEYENDA:

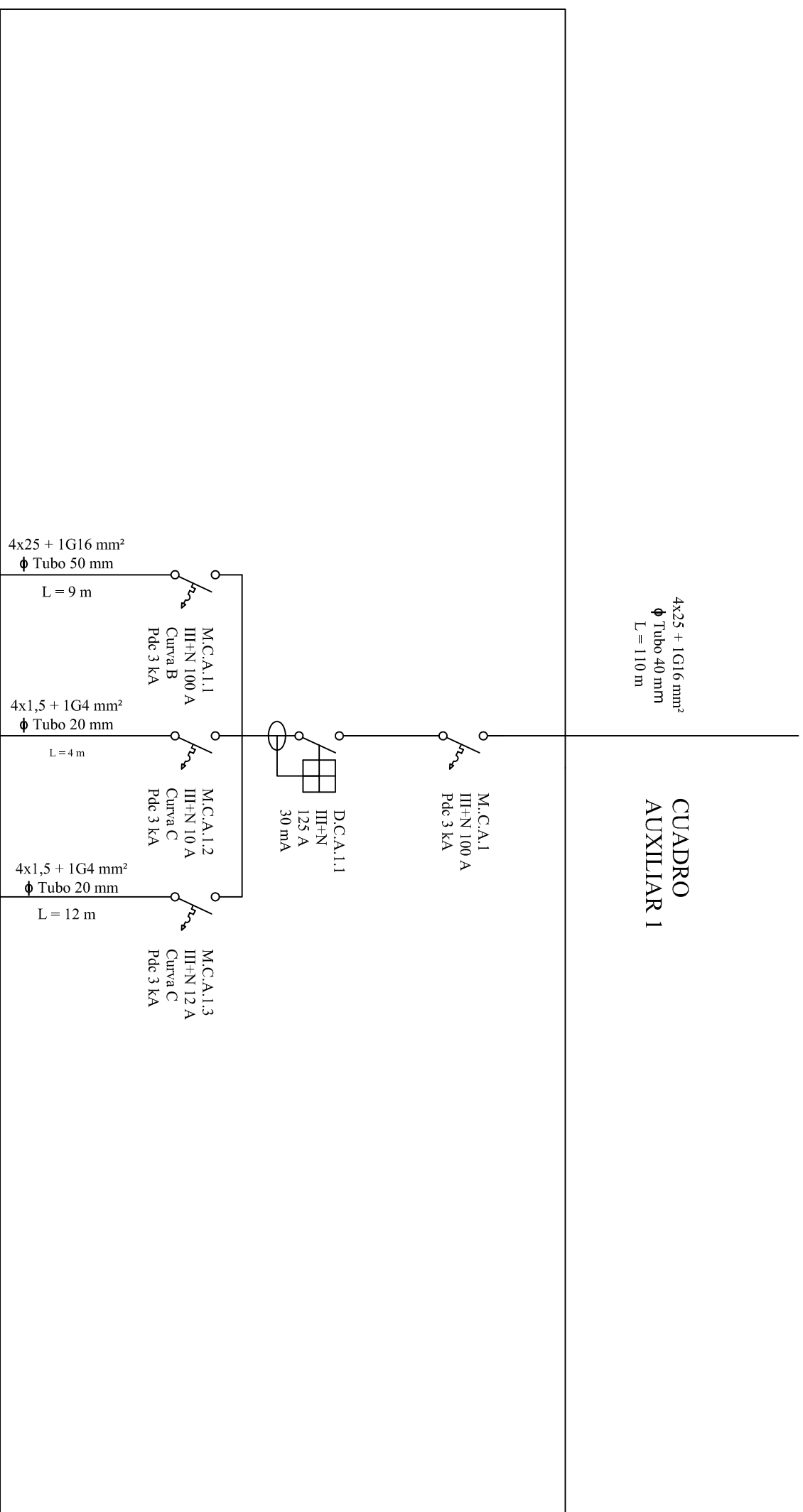


Todos los conductores en baja tensión excepto los del alumbrado de emergencia son: RZ1-K(AS) 0,6/1 kV
 Los del alumbrado de emergencia son: SZ1-K(AS) 0,6/1 kV

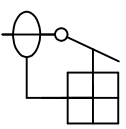
 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
		REALIZADO: MIGUEL ONWU VILLAFRANCA
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL		
PLANO: UNIFILAR CUADRO GENERAL	FIRMA:	FECHA: 06/2014
	ESCALA: S/E	Nº PLANO: 12

4x25 + 1G16 mm²
 ϕ Tubo 40 mm
 L = 110 m

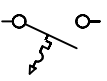
**CUADRO
 AUXILIAR 1**



LEYENDA



RELE DIFERENCIAL
 Calibre
 Sensibilidad
 Polos



INTERRUPTOR
MAGNETOTÉRMICO
 Calibre
 Curva
 Poder de
 corte



MAQUINARIA

Todos los conductores en baja
 tensión excepto los del
 alumbrado de emergencia son:
 RZ1-K(AS) 0,6/1 kV
 Los del alumbrado de
 emergencia son:
 SZ1-K(AS) 0,6/1 kV

C.A.1.1
 Láser
 51000 W

1

C.A.1.2
 Extractor Láser
 4000 W

2

C.A.1.3
 Secador Láser
 700 W

3



Universidad Pública
 de Navarra
 Nafarroako
 Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.
**INGENIERO TECNICO
 INDUSTRIAL E.**

DEPARTAMENTO:
**DEPARTAMENTO DE
 PROYECTOS E ING. RURAL**

PROYECTO:

**INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN Y CENTRO DE
 TRANSFORMACIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL**

REALIZADO:

MIGUEL ONWU VILLAFRANCA

FIRMA:

PLANO:

UNIFILAR CUADRO AUXILIAR 1

FECHA:
 06/2014

ESCALA:
 S/E

Nº PLANO:
 12

4x95 + 1G50 mm²
 ϕ Tubo 75 mm
 L = 71 m

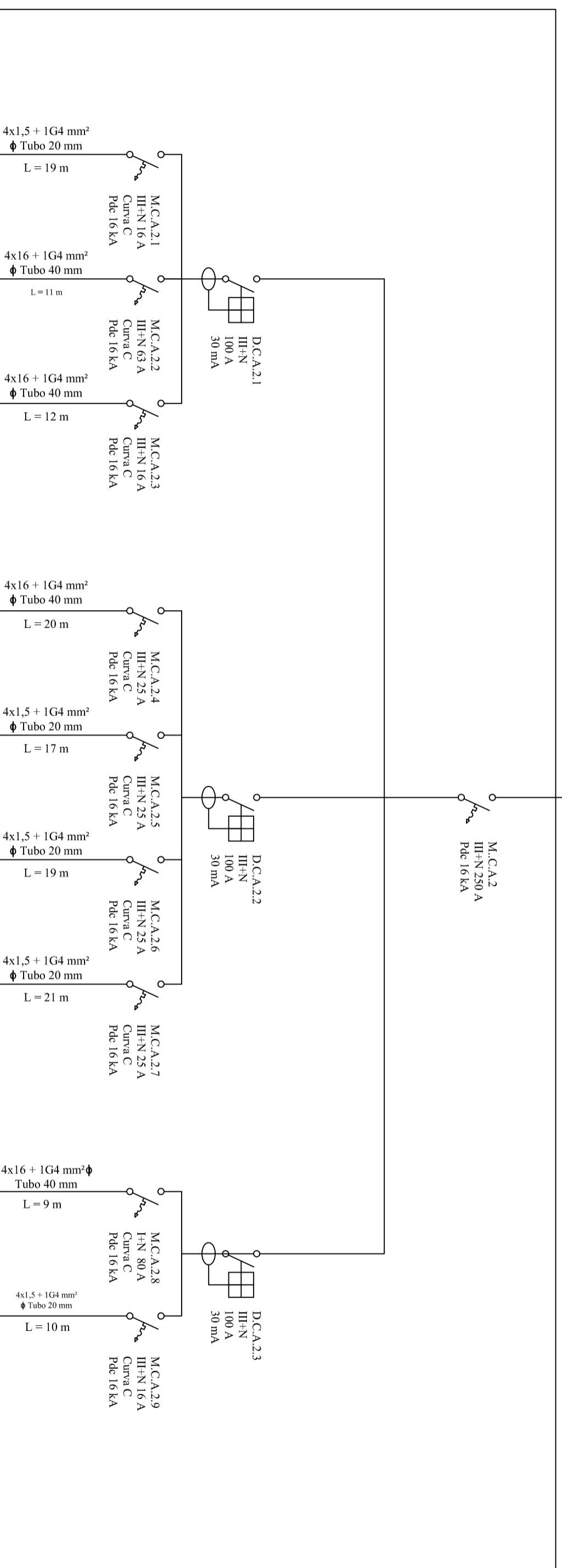
**CUADRO
 AUXILIAR 2**

M.C.A.2
 III+N 250 A
 Pdc 16 kA

D.C.A.2.1
 III+N
 100 A
 30 mA

D.C.A.2.2
 III+N
 100 A
 30 mA

D.C.A.2.3
 III+N
 100 A
 30 mA

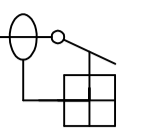


1	C.A.2.1 CIZALLA 5000 W	C.A.2.2 DOBLADORA 29000 W	C.A.2.3 CURVADORA 5500 W
---	------------------------------	---------------------------------	--------------------------------

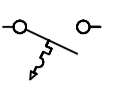
4	C.A.2.4 TORNO 10000 W	C.A.2.5 TORNO 10000 W	C.A.2.6 TORNO 10000 W
---	-----------------------------	-----------------------------	-----------------------------

8	C.A.2.8 COMPRESOR CHORREO 37000 W	C.A.2.9 TOMA DE ASPIRACIÓN CHORREO 5140 W
---	--	---

LEYENDA



RELE DIFERENCIAL
 Calibre
 Sensibilidad
 Poles



**INTERRUPTOR
 MAGNETOTERMICO**
 Calibre
 Curva
 Poder de
 corte



MAQUINARIA

Todos los conductores en baja
 tensión excepto los del
 alumbrado de emergencia son:
 RZ1-K(AS) 0,6/1 kV
 Los del alumbrado de
 emergencia son:
 SZ1-K(AS) 0,6/1 kV

Universidad Pública
 de Navarra
 Nafarroako
 Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.
**INGENIERO TECNICO
 INDUSTRIAL E.**

DEPARTAMENTO:
**DEPARTAMENTO DE
 PROYECTOS E ING. RURAL**

PROYECTO:
**INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN Y CENTRO DE
 TRANSFORMACIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL**

REALIZADO:
 MIGUEL ONWU VILLAFRANCA

PLANO:
 UNIFILAR CUADRO AUXILIAR 2

FECHA:
 06/2014

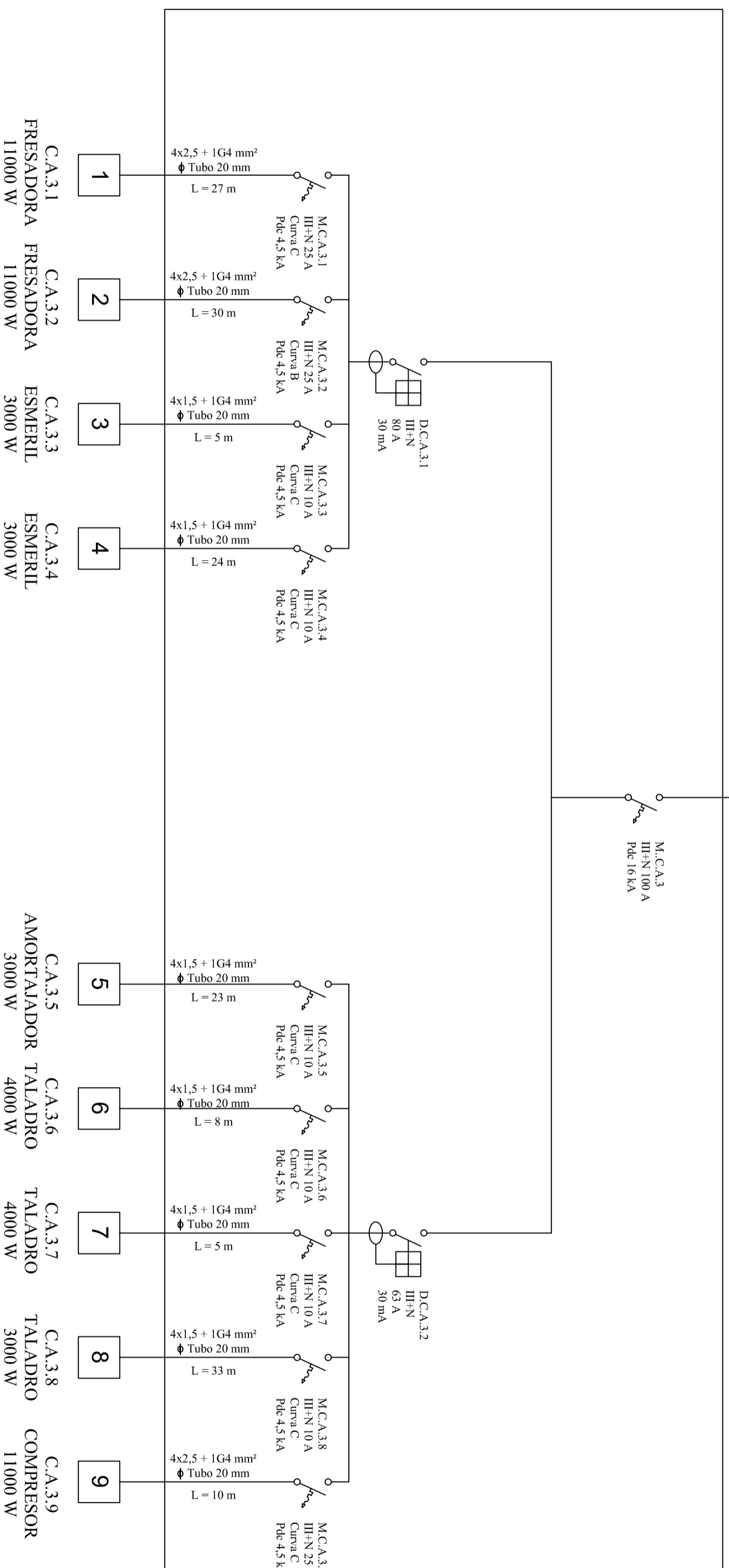
ESCALA:
 S/E

Nº PLANO:
 14

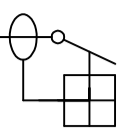
4x25 + 1G16 mm²
 ϕ Tubo 40 mm
 L = 95 m

CUADRO
 AUXILIAR 3

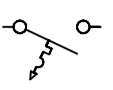
M.C.A.3
 III+N 100 A
 Pde 16 kA



LEYENDA



RELE DIFERENCIAL
 Calibre
 Sensibilidad
 Polos



INTERRUPTOR
 MAGNETOTERMICO
 Calibre
 Curva
 Poder de
 corte



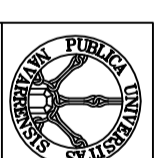
MAQUINARIA

Todos los conductores en baja tensión excepto los del alumbrado de emergencia son:

RZ1-K(AS) 0,6/1 kV

Los del alumbrado de emergencia son:

SZ1-K(AS) 0,6/1 kV



Universidad Pública
 de Navarra
 Nafarroako
 Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.
 INGENIERO TECNICO
 INDUSTRIAL E.

DEPARTAMENTO:
 DEPARTAMENTO DE
 PROYECTOS E ING. RURAL

PROYECTO:
 INSTALACION ELECTRICA DE BAJA TENSION Y CENTRO DE
 TRANSFORMACION DE UNA NAVE INDUSTRIAL

REALIZADO:
 MIGUEL ONWU VILLAFRANCA

PLANO:

UNIFILAR CUADRO AUXILIAR 3

FECHA:
 06/2014

ESCALA:
 S/E

Nº PLANO:
 15

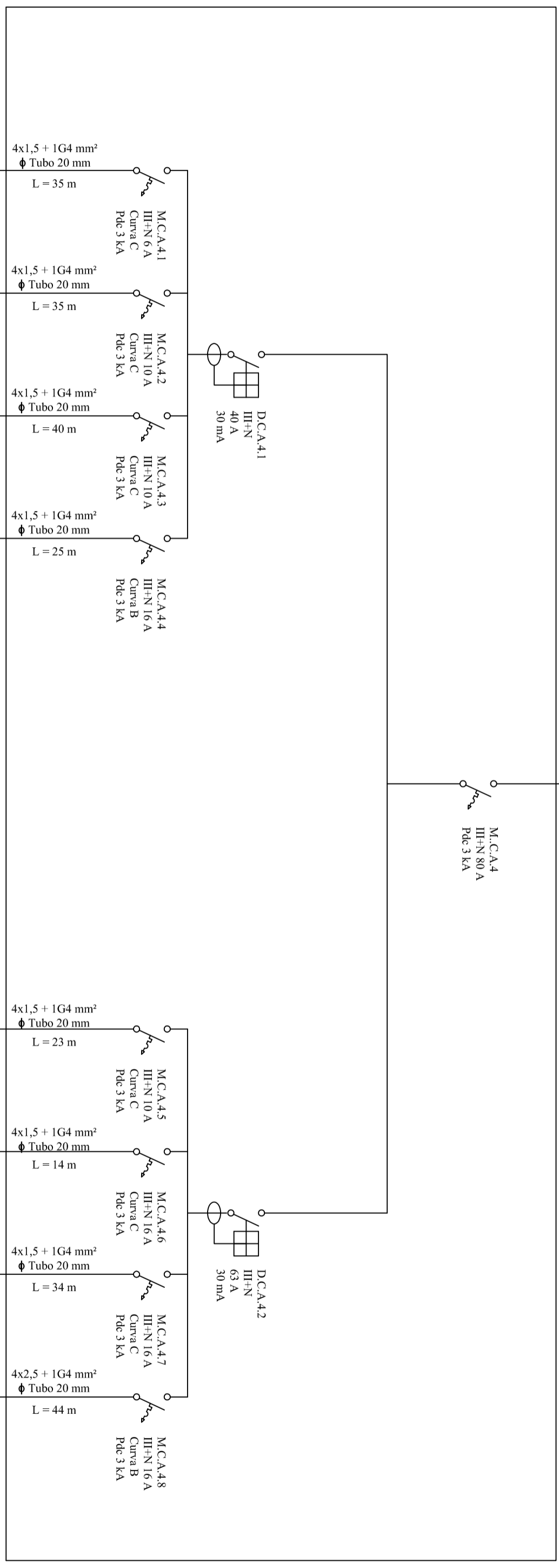
4x16 + 1G4 mm²
 φ Tubo 32 mm
 L = 122 m

CUADRO
 AUXILIAR 4

M.C.A.4
 III+N 80 A
 Pde 3 KA

D.C.A.4.1
 III+N
 40 A
 30 mA

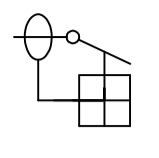
D.C.A.4.2
 III+N
 63 A
 30 mA



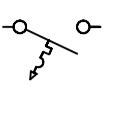
1 C.A.4.1 SIERRA DE PLÁSTICO 2500 W
 2 C.A.4.2 FRESADORA DE PLÁSTICO 3200 W
 3 C.A.4.3 HORNO 5000 W
 4 C.A.4.4 PUNZONADORA 5000 W

5 C.A.4.5 ROSCADORA 3000 W
 6 C.A.4.6 SIERRA DE PERFILES 7500 W
 7 C.A.4.7 SIERRA DE PERFILES 7500 W
 8 C.A.4.8 SIERRA DE PERFILES 7500 W

LEYENDA



RELE DIFERENCIAL
 Calibre
 Sensibilidad
 Poles



INTERRUPTOR
 MAGNETOTERMICO
 Calibre
 Curva
 Poder de corte



MAQUINARIA

Todos los conductores en baja tensión excepto los del alumbrado de emergencia son: RZ1-K(AS) 0,6/1 kV
 Los del alumbrado de emergencia son: SZ1-K(AS) 0,6/1 kV



Universidad Pública de Navarra
 Nafarroako Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.
 INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.

DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
 REALIZADO: MIGUEL ONWU VILLAFRANCA
 FIRMA:

PROYECTO: INSTALACION ELECTRICA DE BAJA TENSION Y CENTRO DE TRANSFORMACION DE UNA NAVE INDUSTRIAL

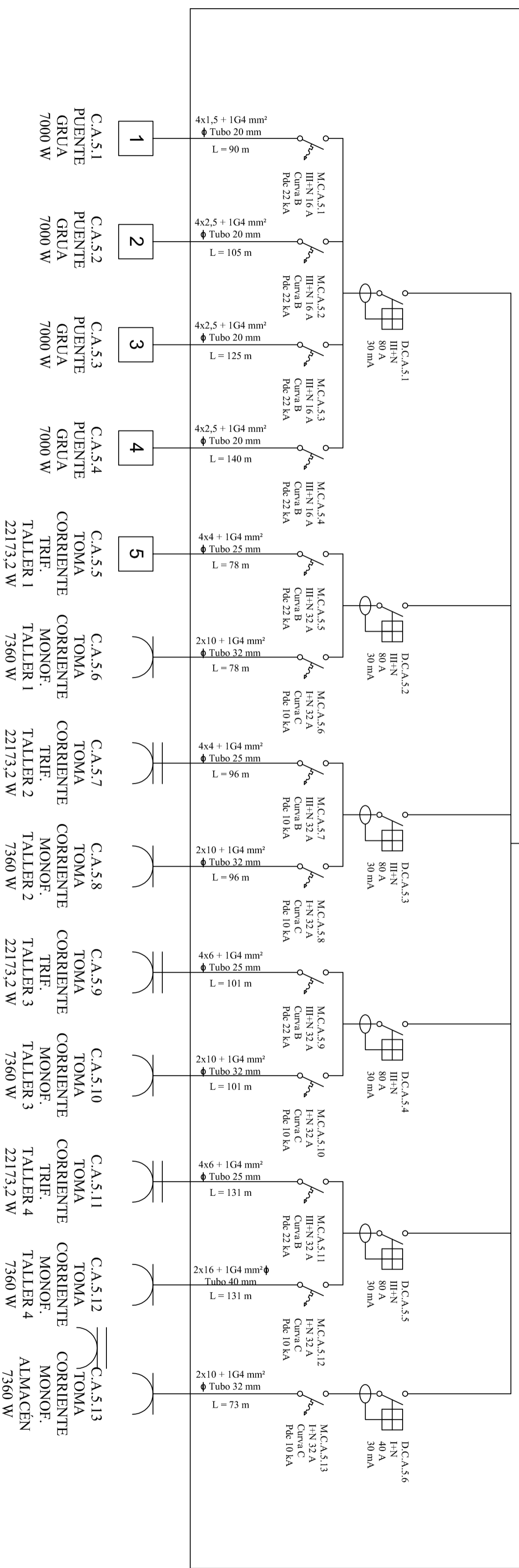
PLANO: UNIFILAR CUADRO AUXILIAR 4

FECHA: 06/2014 ESCALA: S/E Nº PLANO: 16

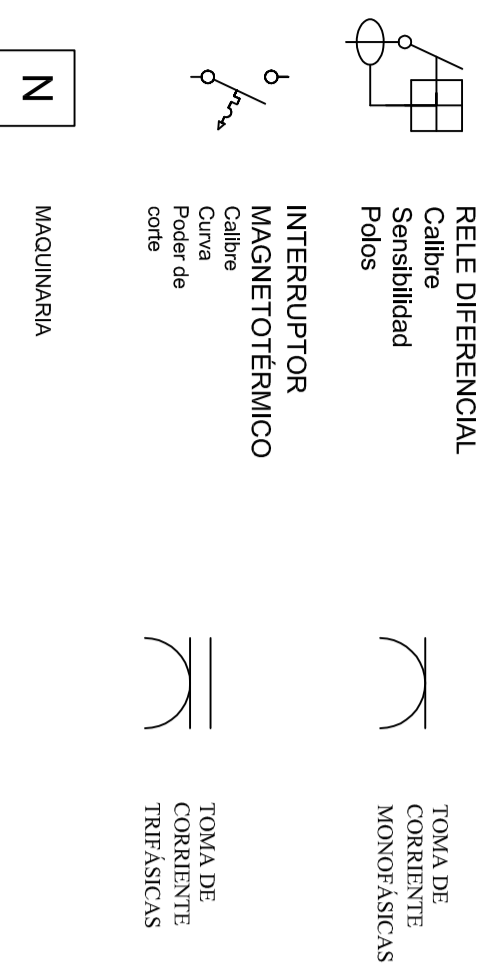
4x185 + 1G95 mm²
 ϕ Tubo 90 mm
 L = 19 m

CUADRO
 AUXILIAR 5

M.C.A.5
 III+N 400 A
 Pdc 22 kA



LEYENDA



Todos los conductores en baja tensión excepto los del alumbrado de emergencia son: RZ1-K(AS) 0,6/1 kV
 Los del alumbrado de emergencia son: SZ1-K(AS) 0,6/1 kV



Universidad Pública
 de Navarra
 Nafarroako
 Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.
 INGENIERO TECNICO
 INDUSTRIAL E.

DEPARTAMENTO:
 DEPARTAMENTO DE
 PROYECTOS E ING. RURAL

PROYECTO:
 INSTALACION ELÉCTRICA DE BAJA TENSION Y CENTRO DE
 TRANSFORMACIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL

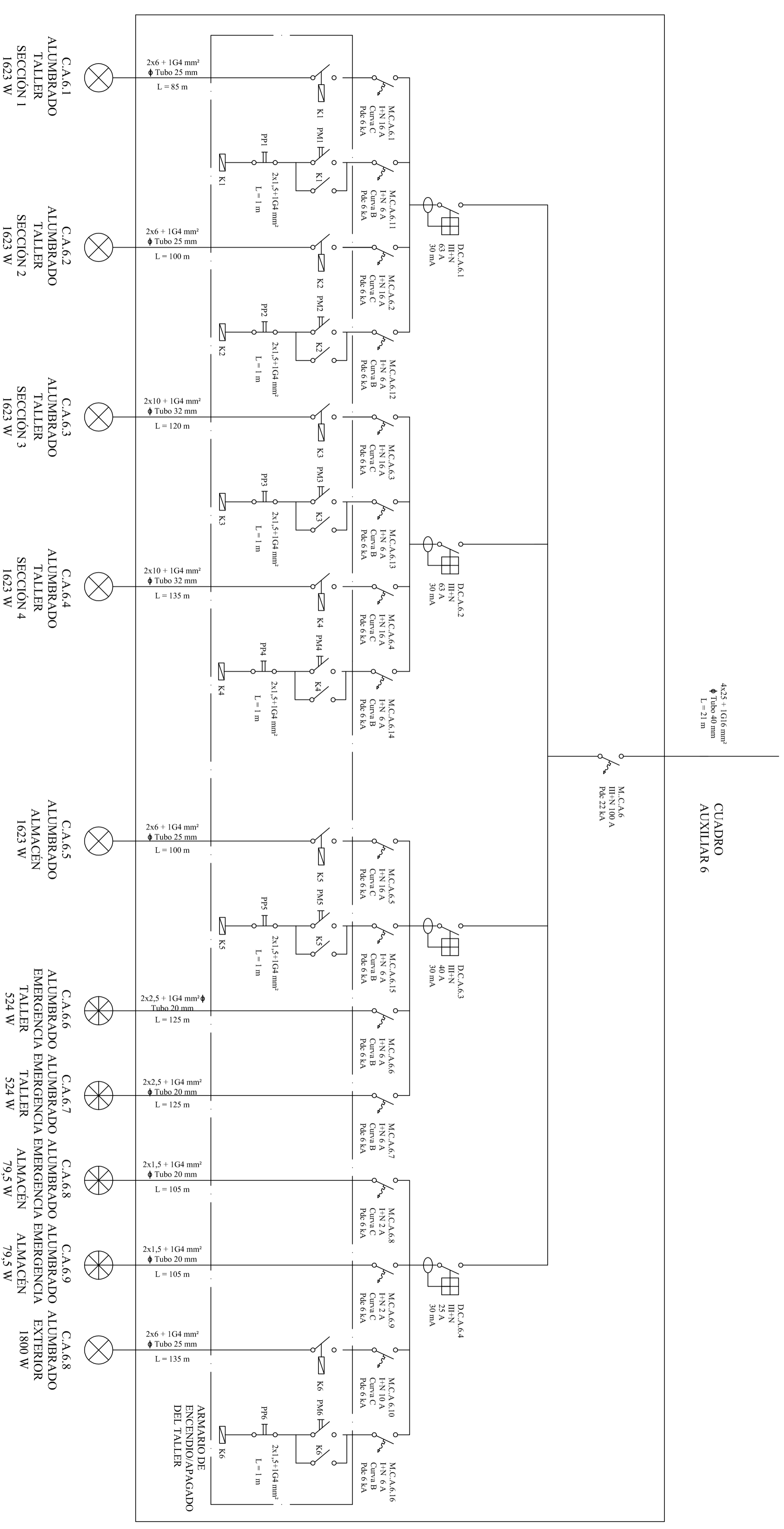
REALIZADO:
 MIGUEL ONWU VILLAFRANCA

PLANO:
 UNIFILAR CUADRO AUXILIAR 5

FECHA:
 06/2014

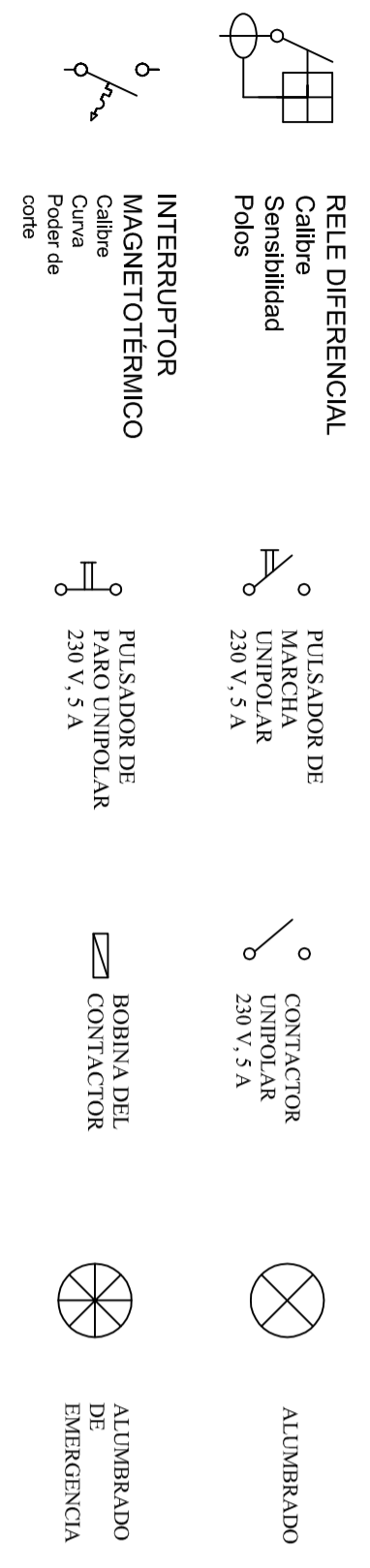
ESCALA:
 S/E

Nº PLANO:
 17



- C.A.6.1 ALUMBRADO TALLER SECCIÓN 1 1623 W
- C.A.6.2 ALUMBRADO TALLER SECCIÓN 2 1623 W
- C.A.6.3 ALUMBRADO TALLER SECCIÓN 3 1623 W
- C.A.6.4 ALUMBRADO TALLER SECCIÓN 4 1623 W
- C.A.6.5 ALUMBRADO ALMACÉN 1623 W
- C.A.6.6 ALUMBRADO EMERGENCIA TALLER 524 W
- C.A.6.7 ALUMBRADO EMERGENCIA TALLER 524 W
- C.A.6.8 ALUMBRADO EMERGENCIA ALMACÉN 79,5 W
- C.A.6.9 ALUMBRADO EMERGENCIA ALMACÉN 79,5 W
- C.A.6.8 ALUMBRADO EMERGENCIA EXTERIOR 1800 W

LEYENDA



4x25 + 1G16 mm²
 Φ Tubo 40 mm
 L = 21 m

CUADRO AUXILIAR 6

M.C.A.6
 H+N 100 A
 Pdc 22 kA

D.C.A.6.1
 H+N
 63 A
 30 mA


D.C.A.6.2
 H+N
 63 A
 30 mA

D.C.A.6.3
 H+N
 40 A
 30 mA

D.C.A.6.4
 H+N
 25 A
 30 mA

ARMARIO DE ENCENDIDO/APAGADO DEL TALLER

Todos los conductores en baja tensión excepto los del alumbrado de emergencia son: RZ1-K(AS) 0,6/1 kV
 Los del alumbrado de emergencia son: SZ1-K(AS) 0,6/1 kV

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
		REALIZADO: MIGUEL ONWU VILLAFRANCA
PROYECTO: INSTALACION ELECTRICA DE BAJA TENSION Y CENTRO DE TRANSFORMACION DE UNA NAVE INDUSTRIAL		FIRMA:
PLANO: UNIFILAR CUADRO AUXILIAR 6	FECHA: 06/2014	ESCALA: S/E
		Nº PLANO: 18

4x16 + 1G4 mm²
 ϕ Tubo 32 mm
 L = 50 m

**CUADRO
 AUXILIAR 7**

M.C.A.7
 III+N 80 A
 Pde 4,5 kA

D.C.A.7.1
 III+N
 63 A
 30 mA

M.C.A.7.1
 HN16 A
 Curva C
 Pde 2 kA

2x2.5 + 1G4 mm²
 ϕ Tubo 20 mm
 L = 25 m



M.C.A.7.2
 HN16 A
 Curva C
 Pde 2 kA

2x4 + 1G4 mm²
 ϕ Tubo 25 mm
 L = 42 m



M.C.A.7.3
 HN16 A
 Curva C
 Pde 2 kA

2x2.5 + 1G4 mm²
 ϕ Tubo 20 mm
 L = 40 m



D.C.A.7.2
 III+N
 40 A
 30 mA

M.C.A.7.4
 HN16 A
 Curva C
 Pde 2 kA

2x2.5 + 1G4 mm²
 ϕ Tubo 20 mm
 L = 28 m



M.C.A.7.5
 HN10 A
 Curva C
 Pde 2 kA

2x2.5 + 1G4 mm²
 ϕ Tubo 20 mm
 L = 55 m



M.C.A.7.6
 HN6 A
 Curva C
 Pde 2 kA

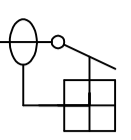
2x1,5 + 1G4 mm²
 ϕ Tubo 20 mm
 L = 52 m



C.A.7.1 ALUMBRADO OFICINA SECCIÓN 1 1800 W
 C.A.7.2 ALUMBRADO OFICINA SECCIÓN 1 1632,6 W
 C.A.7.3 ALUMBRADO OFICINA SECCIÓN 3 1632,5 W

C.A.7.4 ALUMBRADO OFICINA SECCIÓN 4 1935 W
 C.A.7.5 ALUMBRADO OFICINA SECCIÓN 5 746 W
 C.A.7.6 ALUMBRADO EMERGENCIA OFICINA 640 W

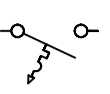
LEYENDA



RELE DIFERENCIAL
 Calibre
 Sensibilidad
 Polos



ALUMBRADO

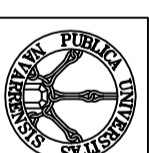


INTERRUPTOR
 MAGNETOTERMICO
 Calibre
 Curva
 Poder de
 corte



ALUMBRADO
 DE
 EMERGENCIA

Todos los conductores en baja
 tensión excepto los del
 alumbrado de emergencia son:
 RZ1-K(AS) 0,6/1 kV
 Los del alumbrado de
 emergencia son:
 SZ1-K(AS) 0,6/1 kV



Universidad Pública
 de Navarra
 Nafarroako
 Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.
 INGENIERO TECNICO
 INDUSTRIAL E.

DEPARTAMENTO:
 DEPARTAMENTO DE
 PROYECTOS E ING. RURAL

PROYECTO:
 INSTALACION ELECTRICA DE BAJA TENSION Y CENTRO DE
 TRANSFORMACION DE UNA NAVE INDUSTRIAL

REALIZADO:
 MIGUEL ONWU VILLAFRANCA

FIRMA:

PLANO:

UNIFILAR CUADRO AUXILIAR 7

FECHA:
 06/2014

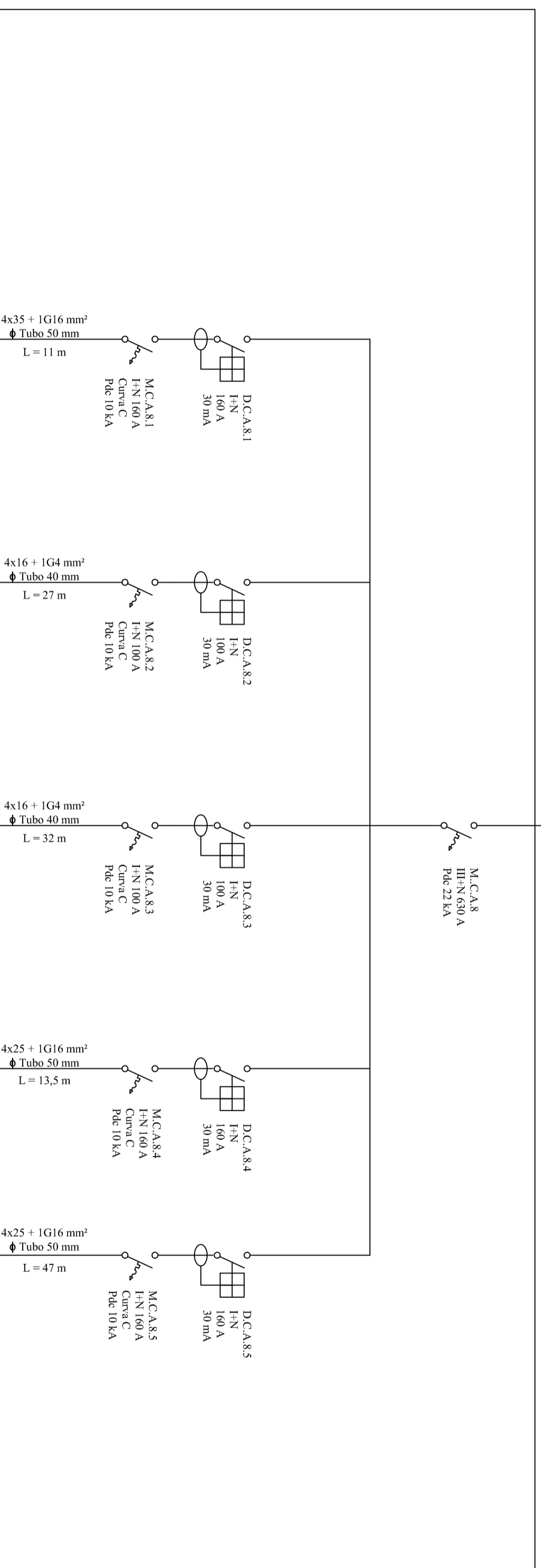
ESCALA:
 S/E

Nº PLANO:
 19

4x300 + 1G150 mm²
 ϕ Tubo 110 mm
 L = 52 m

CUADRO
 AUXILIAR 8

M.C.A.8
 III-N 630 A
 Pde 22 kA



C.A.8.1
 TOMAS
 CORRIENTE
 MONOF.
 OFICINA 1
 33120 W

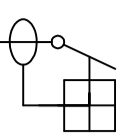
C.A.8.2
 TOMAS
 CORRIENTE
 MONOF.
 OFICINA 2
 22080 W

C.A.8.3
 TOMAS
 CORRIENTE
 MONOF.
 OFICINA 3
 22080 W

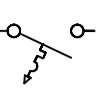
C.A.8.4
 TOMAS
 CORRIENTE
 MONOF.
 OFICINA 4
 29440 W

C.A.8.5
 TOMAS
 CORRIENTE
 MONOF.
 OFICINA 5
 29440 W

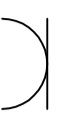
LEYENDA



RELE DIFERENCIAL
 Calibre
 Sensibilidad
 Poles



INTERRUPTOR
 MAGNETOTERMICO
 Calibre
 Curva
 Poder de
 corte



TOMA DE
 CORRIENTE
 MONOFÁSICAS

Todos los conductores en baja
 tensión excepto los del
 alumbrado de emergencia son:

R21-K(AS) 0,6/1 kV

Los del alumbrado de
 emergencia son:

SZ1-K(AS) 0,6/1 kV



Universidad Pública
 de Navarra
 Nafarroako
 Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.
 INGENIERO TECNICO
 INDUSTRIAL E.

DEPARTAMENTO:
 DEPARTAMENTO DE
 PROYECTOS E ING. RURAL

PROYECTO:
 INSTALACION ELÉCTRICA DE BAJA TENSION Y CENTRO DE
 TRANSFORMACIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL

REALIZADO:
 MIGUEL ONWU VILLAFRANCA

FIRMA:

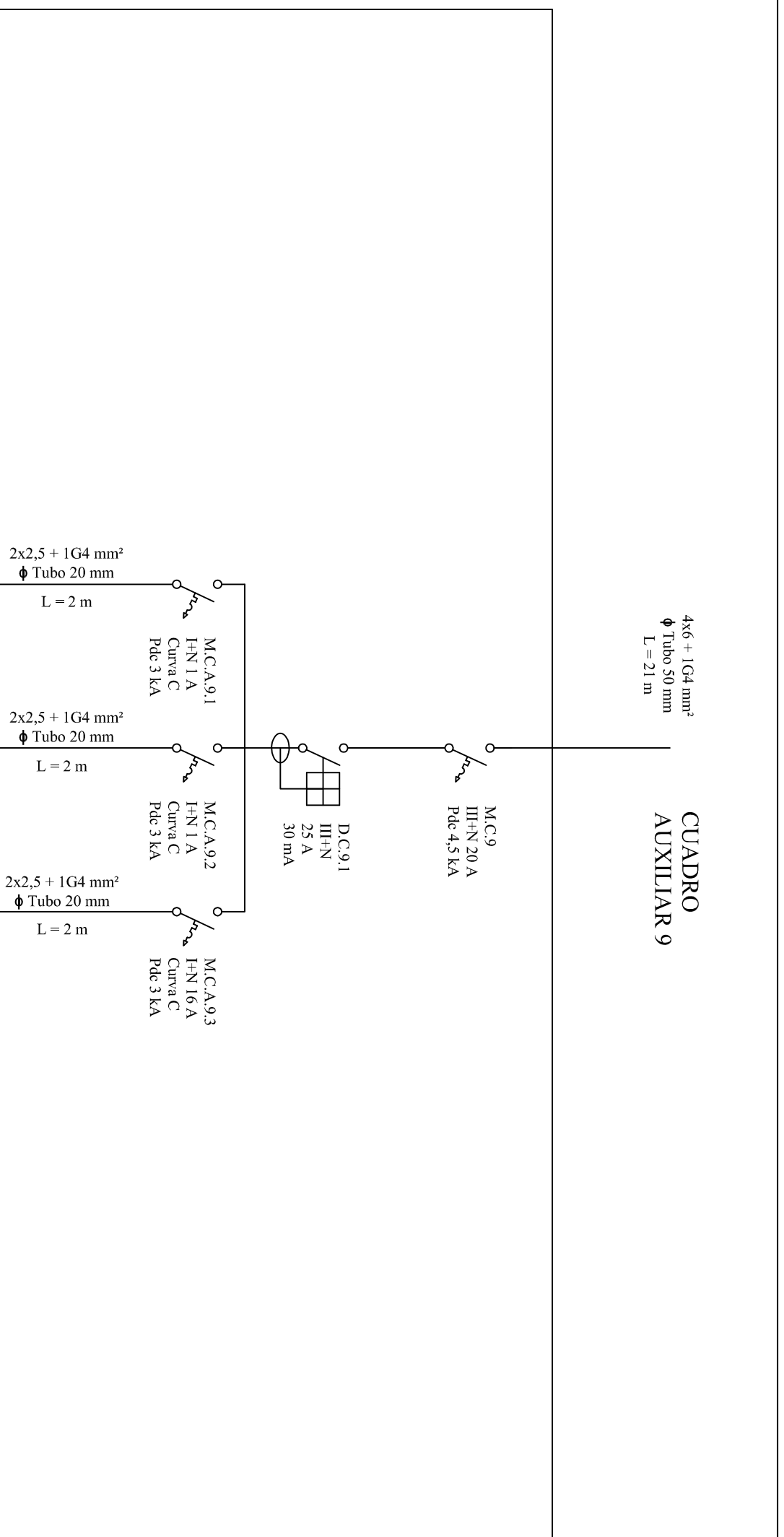
PLANO:

UNIFILAR CUADRO AUXILIAR 8

FECHA:
 06/2014

ESCALA:
 S/E

Nº PLANO:
 20

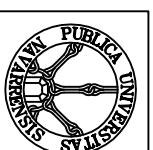


LEYENDA

	RELE DIFERENCIAL		ALUMBRADO
	INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO		ALUMBRADO DE EMERGENCIA
	TOMA DE CORRIENTE MONOFÁSICAS		

Todos los conductores en baja tensión excepto los del alumbrado de emergencia son: RZ1-K(AS) 0,6/1 kV
Los del alumbrado de emergencia son: SZ1-K(AS) 0,6/1 kV

- C.A.9.1 Alumbrado CT 25 W
- C.A.9.2 Alumbrado emergencia CT 8 W
- C.A.9.3 Toma de corriente Monof. 3680W



Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.

DEPARTAMENTO:
DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL

PROYECTO:
INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL

REALIZADO:
MIGUEL ONWU VILLAFRANCA

PLANO:

UNIFILAR CUADRO AUXILIAR 9

FECHA:
06/2014

ESCALA:
S/E

Nº PLANO:
21



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

“INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL
EN BAJA TENSIÓN CON CENTRO DE
TRANSFORMACIÓN”

DOCUMENTO 4: PLIEGO DE CONDICIONES

Alumno: Miguel Onwu Villafranca

Tutor: Amaia Pérez Ezcurdia

Pamplona, 20 de Junio de 2014



ÍNDICE:

4.1	OBJETO	2
4.2	CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVA	2
4.2.1	GENERAL	2
4.2.2	LEGALIDAD	2
4.2.3	AL FIINALIZAR LA OBRA	3
4.3	CONDICIONES ECONÓMICAS	3
4.3.1	CONTRATO	3
4.3.2	DERECHOS Y OBLIGACIONES DEL INSTALADOR	4
4.3.3	A CARGO DE LA PROPIEDAD	7
4.3.4	FIANZA	7
4.3.5	RESCISIÓN DE CONTRATO (Reglamento de la Ley de Obras Públicas y Servicios)	7
4.3.6	PAGO DE OBRA	11
4.4	CONDICIONES TÉCNICAS	12
4.4.1	CALIDAD DE LOS MATERIALES EN GENERAL	12
4.4.2	LOS MATERIALES ELÉCTRICO	12
4.4.3	NORMAS DE EJECUCIÓN EN GENERAL	17
4.4.4	NORMAS DE EJECUCIÓN EN LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA	18
4.4.5	CENTROS DE TRANSFORMACIÓN	22
4.5	CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD	27
4.6	CERTIFICADO Y DOCUMENTACIÓN QUE DEBE DISPONER EL TITULAR	27

4.1 OBJETO

El objeto de este pliego de condiciones es, establecer las exigencias que deben satisfacer los materiales, el montaje y la realización de la obra de la instalación eléctrica de baja tensión y el centro de transformación de una nave industrial en la que se fabrican máquinas para el proceso de vegetales.

La ubicación de la nave se encuentra en el polígono industrial de Arguedas-Valtierra (Navarra) en la parcela 3.1.

4.2 CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVA

4.2.1 GENRAL

Este pliego de condiciones, junto con la memoria, cálculos, presupuesto y planos, son los documentos que han servido de base para la total realización de las unidades de la Instalación y por consiguiente, son de obligada observancia por el Instalador quién sin embargo podrá proponer las modificaciones que considere oportunas.

Todas las condiciones de ejecución y calidad, así como las condiciones de recepción de materiales y características de los mismos que figuran en la memoria del presente proyecto han de considerarse condiciones facultativas y técnicas del presente pliego de condiciones.

La oferta que presente la empresa instaladora o el instalador deberá ajustarse a las especificaciones técnicas del proyecto, entendiéndose que de no requerir variaciones, se declaran de acuerdo con el mismo, tomando plena responsabilidad en cuanto a un correcto funcionamiento se refiere.

4.2.2 LEGALIDAD

La realización del proyecto deberá regirse por lo presente en este pliego y por las normativas específicas para cada actividad:

- Instalación eléctrica:
 - Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación. RD 3275/1982
 - Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. RD 842/2002
 - Construcción y ensayo de material eléctrico de seguridad aumentada. UNE 20.328

- Protección contra incendios:
 - Reglamento de instalaciones de protección contra incendios. RD 1942/1993
 - Reglamento de Seguridad contra incendios en los establecimientos instaladores. RD 786/2001
- Seguridad y salud:
 - La normativa que se refiere a este apartado aparece detallada en el Estudio Básico de Seguridad y Salud que se realiza a continuación.

4.2.3 AL FIINALIZAR LA OBRA

Durante la obra o al finalizar, el director de obra podrá revisar todos los trabajos e instalaciones para verificar que cumplen tanto con el proyecto como con las especificaciones de calidad.

Cuando se finaliza la obra, es deber del contratista solicitar la recepción del trabajo, en el cuál se incluyen las mediciones de conductividad de la tierra y el aislamiento de los cables. Al acabar también se le entregará el plano de final de obra, en el que aparece la obra y todos los edificios, carreteras, aceras que están junto a él. Junto con el plano se otorga el certificado de finalización de obra para que esta pueda legalizarse.

4.3 CONDICIONES ECONÓMICAS

4.3.1 CONTRATO

- El contrato será un documento de carácter privado en el que se establecerán las condiciones económicas generales de común acuerdo entre la Propiedad y el Instalador. El carácter del contrato puede ser cambiado a público a petición de una de las partes, corriendo todos los gastos que ello ocasione a cuenta del que lo solicite.
- En el Contrato Privado de Adjudicación de Obra se establecerán los plazos de ejecución de la obra de mutuo acuerdo entre la Propiedad y el Instalador. Como fecha de comienzo se cogerá aquella que el Instalador comunique a la Propiedad en un plazo no superior a 90 días a partir de la fecha en la que se firme el contrato.
- Tras la firma del contrato, dado el carácter de la instalación que se pretende con este proyecto, no se admitirán revisiones de los precios en los materiales. Solamente en el caso de que en el transcurso de la obra se aprobasen oficialmente aumentos de precio de jornales se admitirá

revisión en la cantidad contratada para mano de obra y en la parte proporcional en que ésta se pudiera ver afectada.

4.3.2 DERECHOS Y OBLIGACIONES DEL INSTALADOR

4.3.2.1 En la ejecución de obra

- La instalación se llevará a efecto, ateniéndose a las condiciones generales, al proyecto de detalles indicados en el mismo y a cuantas operaciones sean indispensables para que la instalación quede completamente bien acabada aunque no se indique expresamente en estos documentos.
- Para resolver cualquier duda en la interpretación de los documentos, el Instalador, consultará al respecto al autor del proyecto, obligándose a rehacer cuantas partes del trabajo no se hubiesen realizado de acuerdo con lo estipulado.
- Hasta la recepción definitiva, el Instalador es exclusivamente responsable de la ejecución de la instalación contratada y de las faltas que en ella puedan existir.
- El Instalador deberá presentarse en la obra siempre que sea convocado por la Dirección Facultativa o la Propiedad y especialmente asistirá a todas las visitas de obra oficiales, durante el periodo en que se desarrollen los trabajos.
- La interpretación de los trabajos realizados corresponde a la Dirección Facultativa por lo que el Instalador se verá obligado a demoler y rehacer todos aquellos trabajos que la dirección considere defectuosos.
- En el caso de que el instalador propusiera alguna modificación, habrá de presentarla detalladamente antes de realizar ningún trabajo o encargo de materiales y con tiempo suficiente para que no se altere el plan de obra y reservando a la Dirección Facultativa un plazo suficiente para estudiar la propuesta, que nunca será inferior a quince días.
- Junto con la oferta económica, el Instalador presentará unos plazos mínimos de ejecución de cada una de las partes y fases de su trabajo. Después de la adjudicación el Instalador y el Constructor, llegarán a un acuerdo sobre los plazos ofertados dentro del plan general de la obra.
- El plazo global de ejecución será el que se determine en el Contrato Privado de Adjudicación de Obra y establecido, de común acuerdo, entre la Propiedad y la Empresa Instaladora.
- La Dirección Facultativa puede, si lo considera necesario para la buena ejecución de la instalación, variar parcialmente el proyecto para lo cual se establecerá contratación separada y fijada por medio de precios contradictorios, previamente aprobados por las partes.

4. Pliego de condiciones



Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

- La instalación será ejecutada por operarios de aptitud reconocida, pudiendo la dirección Facultativa exigir la separación de aquellos que, a su juicio, no reúnan los conocimientos necesarios.

4.3.2.2 Incumplimiento del plazo de ejecución

- En caso de retraso injustificado el cumplimiento de las fechas de ejecución, el Instalador incurrirá en las penalidades establecidas en el Contrato, pudiéndosele imputar el total o parte de las penalidades en que hayan incurrido el resto de los oficios así como el Constructor, a causa del retraso del Instalador.
- En el caso de que el Instalador se viera, por causa justificada, obligado a retrasar los plazos de ejecución, deberá comunicarlo por escrito a la Propiedad y a la Dirección Facultativa, alegando las causas que determinan el retraso.
- Si el Instalador se negase a realizar por su cuenta los trabajos para ultimar la instalación en las condiciones contratadas o los demorase indefinidamente, se podrá ordenar su ejecución a un tercero, o directamente por administración, abonando su importe con la retención en concepto de fianza sin perjuicio de las acciones legales a que tenga derecho la Propiedad en el caso de que el importe de la fianza no bastase para abonar el importe de los gastos efectuados en las unidades.

4.3.2.3 En materia social

- Se supone que el Instalador está enterado de lo que dispone la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo, aprobado por Orden de 9 de Marzo de 1971, y el vigente Reglamento de Seguridad del Trabajo en la Industria de la Construcción y Siderometalúrgica, según las Ordenes del Ministerio de Obras Públicas de 20 de Mayo de 1952 y complementarias.
- El Instalador será responsable de todos los accidentes, daños o perjuicios que puedan ocurrir o sobrevenir como consecuencia directa o indirecta de la ejecución de la instalación debiendo tener presente todo cuanto se determina en las Ordenanzas de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- El Instalador es responsable de las condiciones de seguridad e higiene en el trabajo, debiendo éste adoptar y aplicar las disposiciones y medidas que dicte la Inspección de Trabajo, los organismos competentes y la normativa vigente.
- El Instalador deberá establecer un plan de seguridad e higiene que especifique las formas de aplicación de las medidas necesarias con el fin de asegurar eficazmente al personal que pueda estar en la obra, la higiene y primeros auxilios de enfermos o accidentados y la seguridad de las instalaciones. El plan debe ser entregado a la Propiedad en un tiempo máximo de 90 días después de la firma del contrato. La ausencia de este documento o su incumplimiento puede ser

motivo de ruptura de contrato. Si este documento se ve modificado por las circunstancias de la obra, se le deberá comunicar con la mayor rapidez posible a la Propiedad. Los gastos debidos a la puesta en funcionamiento del plan corren a cargo del Instalador, y se consideran incluidos en los precios del contrato. Las medidas de este plan podrían ser: formación del personal en materia de seguridad e higiene, carteles y señales de riesgo en la obra, mantenimiento de limpieza y seguridad en la obra, protecciones de las distintas instalaciones, suministro de Equipos de Protección Individual (EPIs) y Colectiva, ..

- En la ejecución del proyecto se debe fundar un Comité de Seguridad compuesto por una persona de cada empresa participante en la obra (carpinteros, electricistas, fontaneros,... si cada gremio fuera de empresas distintas), que se debe encargar de aplicar las medidas adoptadas por el Comité en su empresa y en la obra. Los gastos de este Comité se repartirán entre las distintas empresas proporcionalmente. Este Comité además se encargará de pasar los partes de accidentes que causen baja en el empleo a la Propiedad.
- El incumplimiento de las obligaciones del Instalador o del Comité en cuestión de Seguridad e Higiene no implicará responsabilidad alguna sobre la Propiedad.

4.3.2.4 En relación a los materiales

El Instalador tiene la obligación de saber la procedencia de todos los materiales y deberá presentar los albaranes de entrega de los materiales que constituyen la instalación si así se lo requieren. Además, todos los materiales que instale llevarán impreso en un lugar visible la marca y el modelo que deberán coincidir con las referencias que se dan en los documentos del proyecto.

4.3.2.5 Una vez finalizada la obra

- Al finalizar la instalación, el Instalador entregará a la Propiedad los diversos certificados de garantía de los equipos, así como los documentos de Recepción que se reseñan en las normativas correspondientes.
- Una vez terminadas las instalaciones, la empresa instaladora realizará ante la Dirección Facultativa las pertinentes pruebas de funcionamiento, durante el tiempo necesario para comprobar que la instalación se ha ejecutado correctamente. Durante la ejecución de las pruebas el Instalador queda obligado a reparar, a su costa, cuantos defectos y deformaciones se pudieran apreciar.
- Se establece un periodo de garantía mínima de un año para todos los elementos de la instalación que comenzará a contarse a partir del momento en que terminen las pruebas con el visto bueno de la Dirección Facultativa.

- Transcurrido el plazo de garantía se procederá a realizar la recepción definitiva de las instalaciones, quedando relevado, el Instalador, de toda responsabilidad.

4.3.3 A CARGO DE LA PROPIEDAD

- El Instalador, durante la ejecución de los trabajos tendrá derecho a disponer de un local suficientemente amplio para almacenamiento de sus materiales y herramientas, provisto de cerradura o candado, de manera que, tan sólo él, tenga acceso al mismo y siendo de su responsabilidad el extravío o robo de materiales.
- Al instalador, se le suministrará, por cuenta de la Propiedad, energía eléctrica y agua durante el tiempo de montaje.
- Podrá disponer de los elementos de transporte horizontal y vertical que existan en obra para cuya utilización deberá previamente ponerlo en conocimiento de la Propiedad.

4.3.4 FIANZA

- La fianza que, en concepto de garantía, se retendrá al Instalador será de un 7% de los pagos que se establezcan en contrato. Dicha fianza se le devolverá una vez finalizado el plazo de garantía.
- Dicha fianza sería retenida o utilizada por la Propiedad en caso que el Instalador se negase a realizar por su cuenta los trabajos para ultimar la instalación en las condiciones o en caso de su demora indefinida. Esta utilización de la fianza no perjudica a las acciones legales que la Propiedad tenga derecho.

4.3.5 RESCISIÓN DE CONTRATO (Reglamento de la Ley de Obras Públicas y Servicios)

Artículo 124. La rescisión administrativa de los contratos deberá ser el último medio que las dependencias y entidades utilicen, ya que en todos los casos, previamente, deberán promover la ejecución total de los trabajos y el menor retraso posible.

En el caso de rescisión, las dependencias y entidades optarán por aplicar retenciones o penas convencionales antes de iniciar el procedimiento de rescisión, cuando el incumplimiento del contrato derive del atraso en la ejecución de los trabajos.

Artículo 125. Cuando la Propiedad sea la que determine rescindir un contrato, dicha rescisión operará de pleno derecho y sin necesidad de declaración judicial, bastando para ello que se cumpla el procedimiento que para tal efecto se establece en la Ley; en tanto que si es el Instalador quien decide



rescindirlo, será necesario que acuda ante la autoridad judicial federal y obtenga la declaración correspondiente.

Artículo 126. Cuando se obtenga la resolución judicial que determine la rescisión del contrato por incumplimiento de alguna de las obligaciones, imputables a la Propiedad, se estará a lo que resuelva la autoridad judicial.

Artículo 127. La Propiedad procederá a la rescisión administrativa del contrato cuando se presente alguna de las siguientes causas:

- I. Si el Instalador, por causas imputables a él, no inicia los trabajos objeto del contrato dentro de los quince días siguientes a la fecha convenida sin causa justificada conforme a la Ley y este Reglamento;
- II. Si interrumpe injustificadamente la ejecución de los trabajos o se niega a reparar o reponer alguna parte de ellos, que hubiere sido detectada como defectuosa por la Propiedad o la Dirección Facultativa;
- III. Si no ejecuta los trabajos de conformidad con lo estipulado en el contrato o sin motivo justificado no acata las órdenes dadas por el residente de obra o por el supervisor;
- IV. Si no da cumplimiento a los programas de ejecución por falta de materiales, trabajadores o equipo de construcción y, que a juicio de la Propiedad, el atraso pueda dificultar la terminación satisfactoria de los trabajos en el plazo estipulado.

No implicará retraso en el programa de ejecución de la obra y, por tanto, no se considerará como incumplimiento del contrato y causa de su rescisión, cuando el atraso tenga lugar por la falta de información referente a planos, especificaciones o normas de calidad, de entrega física de las áreas de trabajo y de entrega oportuna de materiales y equipos de instalación permanente, de licencias, y permisos que deba proporcionar o suministrar la Propiedad, así como cuando la Propiedad hubiere ordenado la suspensión de los trabajos;

- V. Si es declarado en concurso mercantil en los términos de la Ley de Concursos

Mercantiles;

- VI. Si subcontrata partes de los trabajos objeto del contrato, sin contar con la autorización por escrito de la Propiedad;
- VII. Si cede los derechos de cobro derivados del contrato, sin contar con la autorización por escrito de la Propiedad;
- VIII. Si el Instalador no da a la Propiedad y a las dependencias que tengan facultad de intervenir, las facilidades y datos necesarios para la inspección, vigilancia y supervisión de los materiales y trabajos;
- IX. Si el Instalador cambia su nacionalidad por otra, en el caso de que haya sido establecido como requisito, tener una determinada nacionalidad;

- X. Si siendo extranjero, invoca la protección de su gobierno en relación con el contrato, y en general, por el incumplimiento de cualquiera de las obligaciones derivadas del contrato, las leyes, tratados y demás aplicables.

Las dependencias y entidades, atendiendo a las características, magnitud y complejidad de los trabajos, podrán establecer en los contratos otras causas de rescisión.

Artículo 128. En la notificación que la Propiedad realicen al Instalador respecto del inicio del procedimiento de rescisión, se señalarán los hechos que motivaron la determinación de dar por rescindido el propio contrato, relacionándolos con las estipulaciones específicas que se consideren han sido incumplidas.

Artículo 129. Si transcurrido el plazo que señala la fracción I del artículo 61 de la Ley, el Instalador no manifiesta nada en su defensa o si después de analizar las razones aducidas por éste, la Propiedad estima que las mismas no son satisfactorias, emitirá por escrito la determinación que proceda.

Los trámites para hacer efectivas las garantías se iniciarán a partir de que se dé por rescindido el contrato.

Artículo 130. El acta circunstanciada de la rescisión deberá contener, como mínimo, lo siguiente:

- I. Lugar, fecha y hora en que se levanta;
- II. Nombre y firma del residente de obra de la Propiedad y, en su caso, del supervisor y del superintendente de construcción del Instalador;
- III. Descripción de los trabajos y de los datos que se consideren relevantes del contrato que se pretende rescindir;
- IV. Importe contractual considerando, en su caso, los convenios de modificación;
- V. Descripción breve de los motivos que dieron origen al procedimiento de rescisión, así como de las estipulaciones en las que el Instalador incurrió en incumplimiento del contrato;
- VI. Relación de las estimaciones o de gastos aprobados con anterioridad al inicio del procedimiento de rescisión, así como de aquéllas pendientes de autorización;
- VII. Descripción pormenorizada del estado que guardan los trabajos;
- VIII. Periodo de ejecución de los trabajos, precisando la fecha de inicio y terminación contractual y el plazo durante el cual se ejecutaron los trabajos;
- IX. Relación pormenorizada de la situación legal, administrativa, técnica y económica en la que se encuentran los trabajos realizados, y los pendientes por ejecutar, y constancia de que el Instalador entregó toda la documentación necesaria para que la Propiedad pueda hacerse cargo y, en su caso, continuar con los trabajos.

La determinación de dar por rescindido administrativamente el contrato, no podrá ser revocada o modificada por la Propiedad.

Artículo 131. La Propiedad podrá, junto con el Instalador, dentro del finiquito, conciliar los saldos derivados de la rescisión con el fin de preservar los intereses de las partes.

Artículo 132. La Propiedad podrá hacer constar en el finiquito, la recepción de los trabajos que haya realizado el Instalador hasta la rescisión del contrato, así como de los equipos, materiales que se hubieran instalado en la obra o servicio o se encuentren en proceso de fabricación, siempre y cuando sean susceptibles de utilización dentro de los trabajos pendientes de realizar, debiendo en todo caso ajustarse a lo siguiente:

- I. Sólo podrá reconocerse el pago de aquellos materiales y equipos que cumplan con las especificaciones particulares de construcción, normas de calidad y hasta por la cantidad requerida para la realización de los trabajos faltantes de ejecutar, de acuerdo con el programa de ejecución vigente, a la fecha de rescisión;
- II. El reconocimiento de los materiales y equipos de instalación permanente se realizará invariablemente a los precios estipulados en los análisis de precios del contrato o, en su caso, a los precios de mercado; afectándose los primeros con los ajustes de costos que procedan; no se deberá considerar ningún cargo adicional por indirectos, financiamiento, fletes, almacenajes y seguros. Se entenderá por precio de mercado, el precio del fabricante o proveedor, en el momento en que se formalizó el pedido correspondiente, entre el Instalador y el proveedor;
- III. Se deberán reconocer al Instalador los anticipos amortizados, así como los pagos que a cuenta de materiales y fabricación de equipos haya realizado el Instalador al fabricante o proveedor de los mismos, siempre y cuando éste se comprometa a entregarlos, previo el pago de la diferencia a su favor, y en el caso de que existan fabricantes o proveedores que tengan la posesión o propiedad de los equipos y materiales que la Propiedad necesite, ésta bajo su responsabilidad, podrá subrogarse en los derechos que tenga el Instalador, debiendo seguir los criterios señalados en las fracciones anteriores.

Artículo 133. El sobrecosto es la diferencia entre el importe que le representaría a la Propiedad concluir con otro Instalador los trabajos pendientes, y el costo de la obra no ejecutada al momento de rescindir el contrato.

El sobrecosto que se determine al elaborar el finiquito, será independiente de las garantías, penas convencionales y demás cargos que deban considerarse en la rescisión administrativa.

Artículo 134. Para la determinación del sobrecosto y su importe, la Propiedad procederá conforme a lo siguiente:



- I. Cuando la Propiedad rescinda un contrato y exista una propuesta solvente susceptible de adjudicarse, el sobrecosto será la diferencia entre el precio de la siguiente propuesta más baja y el importe de la obra no ejecutada conforme al programa vigente, aplicando los ajustes de costos que procedan, y cuando una propuesta no sea susceptible de adjudicarse, la determinación del sobrecosto deberá reflejar el impacto inflacionario en el costo de la obra no ejecutada conforme al programa vigente, hasta el momento en que se notifique la rescisión, calculado conforme al procedimiento de ajustes de costos pactado en el contrato, debiendo agregarse un importe equivalente al diez por ciento de los trabajos faltantes por ejecutar.

4.3.6 PAGO DE OBRA

- Para realizar el pago del coste de la obra se realizarán certificaciones mensuales. Para ello se medirán mensualmente sobre las partes realmente ejecutadas del proyecto las unidades de obra. La medición de la obra realizada en un mes se llevará a cabo en los ocho primeros días siguientes a la fecha de cierre de certificaciones, estableciendo el periodo de un mes a partir de la fecha de comienzo de la obra.
- Las mediciones y valoraciones efectuadas serán utilizadas para la redacción de las certificaciones mensuales, y éstas son la base para calcular el precio que debe pagar la Propiedad al Instalador. La redacción de las certificaciones corresponde a la Propiedad.
- Las certificaciones y los pagos no implican la recepción de las obras ni tienen carácter definitivo, pudiendo ser modificadas en certificaciones posteriores o definitivamente en el pago final.
- El Instalador puede no estar conforme con alguna certificación, y para su modificación deberá exponer por escrito y en un tiempo máximo de diez días a partir de la fecha de entrega de la certificación por parte de la Propiedad los motivos de su reclamación y el coste de la misma. Entonces la Propiedad verá si considera o no dicha reclamación y en cualquier caso, el retraso en el pago por ésta no se considerará como demora y por lo tanto no podrá ser utilizada para incrementar el precio de la certificación. Una vez pasado el plazo de diez días o si no se pudiera realizar la medición de las unidades de obra tal y como se realizó en su momento por el avance de las obras se considerará la validez de la certificación y por lo tanto no se admitirá ningún tipo de reclamación.
- Los precios de unidades de obra, así como los de los materiales, maquinaria y mano de obra que no figuren entre los contratados, se fijarán entre el Director de Obra y el Instalador. Estos precios deberán ser presentados por el Instalador debidamente especificados.
- Los precios deberán ser presentados por el Contratista debidamente especificados, y la negociación de ellos será independiente de la ejecución de la unidad de obra, por lo que deberá realizar dicha obra una vez recibida la orden. Mientras no haya acuerdo o entendimiento entre las partes se certificará la base de los precios establecidos por la Propiedad. Cuando haya acuerdo, el

precio podrá certificarse a cuenta de acopios de materiales en la cantidad que la Dirección de Obra estime oportuno. En la liquidación final no podrán darse pagos por excesos de materiales, ya que estos correrán siempre a costa del Instalador.

- Las certificaciones por revisión irán separadas de las mensuales y el abono de dichas certificaciones no presupone la aceptación de los materiales en cuanto a su calidad, ya que la comprobación se realizará en el momento de puesta en obra. Del importe de certificaciones será descontado el porcentaje previamente fijado para el fondo de garantía.
- Las certificaciones serán abonadas en el plazo de 120 días siguientes desde la fecha en que quede firmada cada una de las certificaciones, y el abono será por transferencia bancaria. Si no se cumplen los plazos de pago, el Instalador mediante una solicitud de demora podrá solicitar intereses por retraso, que serán proporcionales a la tardanza. El tipo de interés por el retraso quedará impuesto por el Banco de España como tipo de descuento comercial para dicho periodo.

4.4 CONDICIONES TÉCNICAS

4.4.1 CALIDAD DE LOS MATERIALES EN GENERAL

- Los materiales que intervengan en la instalación serán nuevos, de reciente fabricación y no habrán sido utilizados en ensayos o en otras instalaciones.
- Los materiales a suministrar por la Empresa Instaladora serán los reseñados en el presupuesto y en los planos, en todo cuanto concierne a la parte mecánica, no siendo de su incumbencia el suministro de los materiales de obra civil, que correrán por cargo de la Propiedad.
- Los materiales se deberán utilizar e instalar de acuerdo con las recomendaciones del fabricante correspondiente, siempre que no haya contradicciones con los documentos del proyecto.

4.4.2 LOS MATERIALES ELÉCTRICO

4.4.2.1 Código de identificación de los conductores

El color de su aislamiento es la base del código que diferencia a unos conductores de otros:

- Azul claro: conductor de neutro.
- Amarillo-Verde: conductor de tierra y protección.
- Marrón, negro y gris: conductores activos.



Todos los cables que pertenezcan a un circuito deberán ir rotulados con su identificación sobre el propio cable.

4.4.2.2 Conductores activos

- Los cables utilizados para la instalación eléctrica deberán ser de cobre y la proporción mínima en cobre electrolítico será del 99%.
 - Las conexiones se efectuarán, siempre que sea posible, mediante terminales de presión, y únicamente se retirará la envoltura (del cable) indispensable para realizar la unión, es decir, sin que el cable pelado sobresalga del borne.
 - Las derivaciones se realizarán siempre con bornes o en cajas especializadas, jamás se harán empalmes de torsión con cubrimiento de cinta.
 - Para la selección de los conductores activos del cable adecuado a cada carga se usará el más desfavorable entre los siguientes criterios, es decir, escogeremos el que nos dé una mayor sección:
 - Intensidad máxima admisible. Como intensidad se tomará la propia de cada carga. Partiendo de las intensidades nominales así establecidas, se elegirá la sección del cable que admita esa intensidad de acuerdo a las prescripciones del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión ITC-19 o las recomendaciones del fabricante, adoptando los oportunos coeficientes correctores según las condiciones de la instalación. En cuanto a coeficientes de mayoración de la carga, se deberán tener presentes la ITC-REBT-44 para receptores de alumbrado y la ITC-REBT-47 para receptores de motor.
 - Caída de tensión en servicio. La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización, sea menor del 4,5% de la tensión nominal para alumbrado, y menor del 6,5% para los demás usos, considerando alimentados todos los receptores susceptibles de funcionar simultáneamente. Para la derivación individual la caída de tensión máxima admisible será del 1.5%. El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior y la de la derivación individual, de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límites especificados para ambas.
- Deberá tenerse en cuenta la caída de tensión en todo el sistema durante el arranque de motores, no debiendo provocar esto condiciones que impidan el arranque de los mismos, desconexión de contactores, parpadeo de alumbrado,...
- La sección del conductor de neutro será la especificada en la ITC-REBT-07, que se establece en función de la sección de los conductores de fase de la instalación.



4.4.2.3 Conductores de protección

- Estos conductores sirven para unir eléctricamente las masas de la instalación y la conexión de estas al conductor de tierra con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos.
- La sección de los conductores de protección será la indicada en la tabla 19.1 de la ITC REBT-19. Si la indicación conduce a valores no normalizados, se utilizará la sección superior más cercana. Esta sección puede ser utilizada siempre y cuando el conductor de protección esté realizado del mismo material que los conductores activos.
- Cuando el conductor de protección este fuera de la canalización de alimentación la sección de dichos conductores será de 2.5 mm² (si disponen de protección mecánica) ó de 4 mm² (si no disponen de protección mecánica).

4.4.2.4 Tubos protectores

- Los tubos protectores serán distintos si van empotrados o por falso techo que serán de PVC no propagadores de llamas normales o si van por montaje superficial, que serán rígidos blindados estancos de PVC o de acero galvanizado.
- El diámetro de los tubos deberemos sacarlo a partir de las diferentes tablas de la ITC-REBT 21.

4.4.2.5 Interruptores, conmutadores y tomas de corriente

- Los interruptores y conmutadores cortarán la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos sin posibilidad de tomar una posición intermedia. Serán de material aislante y permitirán como mínimo un total de 10000 maniobras de apertura y cierre con su carga nominal. Además tendrán el espacio suficiente para que ninguna de sus piezas supere los 65 °C de temperatura. Deberán llevar marcada la tensión y la corriente nominal.
- Las tomas de corriente serán de material aislante, llevarán marcadas su intensidad y tensión nominal y dispondrán de puesta a tierra. Todos ellos irán instalados en el interior de cajas empotradas en las paredes, de forma que al exterior sólo podrá aparecer el mando totalmente aislado. En caso de que existan más de una toma colindante deberán alojarse en la misma caja, la cual deberá estar suficientemente dimensionada para que no se produzcan contactos.



4.4.2.6 Cajas de empalmes y derivaciones

- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante y no propagador de la llama. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. La profundidad mínima será de 40 mm y su diámetro o lado interior mínimo de 60 mm. Si se desea que estas cajas sean estancas, se utilizara para empalmar los cables prensaestopas o recubrimiento de cola especial. La tapa de las cajas irá atornillada por lo menos en dos puntos.
- Las dimensiones mínimas de caja a utilizar serán de 100 x 100 mm. Las cajas que se instalen superficialmente deberán estar unidas en dos puntos como mínimo. Los agujeros de las paredes de la caja para la entrada de los tubos serán ajustados al diámetro de ellos.

4.4.2.7 Aparatos de protección

- Los interruptores magnetotérmicos serán de accionamiento manual y podrán cortar la corriente máxima del circuito en el que se coloquen sin sufrir ningún tipo de daño por temperatura. Solo tendrán 2 posiciones, y no permitirán la formación de arcos eléctricos permanentes.
- Los interruptores serán de corte omnipolar y cuando los magnetotérmicos o los diferenciales no aguanten las corrientes de cortocircuito irán protegidos con fusibles calibrados, que serán distintos dependiendo del circuito que protejan.

4.4.2.8 Cuadros de protección y maniobra

- Los cuadros serán metálicos contruidos con chapa de acero y del color que la Dirección Técnica decida. Los paneles estarán elevados respecto al suelo, y si se encuentran en talleres, por seguridad, se encontrarán como mínimo a 60 cm.
- Los cuadros estarán debidamente puestos a tierra mediante cobre electrolítico y los cables que entren y salgan de él deberán hacerlo por debajo, salvo contraindicación de la Dirección Técnica.
- El cierre de la puerta podrá ser con cerradura o a presión, pero se suele utilizar este segundo método a no ser que se especifique lo contrario.
- El conexionado entre los dispositivos de protección situados en los cuadros se ejecutará ordenadamente, disponiendo de regletas de conexionado para los conductores activos y para el conductor de protección.

4.4.2.9 Alumbrado

Las lámparas y tubos de descarga deberán cumplir las siguientes condiciones:

- Deberán quedar fuera del alcance de la mano tanto las lámparas como las conexiones.
- Los interruptores destinados a estas lámparas estarán previstos para cargas inductivas o en su defecto, tendrán una capacidad de corte no inferior a dos veces la intensidad del receptor o receptores.
- Los circuitos de alimentación a lámparas o tubos de descarga estarán previstos para transportar las cargas previstas para los receptores, a los elementos asociados y a sus correspondientes armónicos. La carga mínima prevista será 1.8 la potencia de los receptores.
- Todas las partes bajo tensión, excepto las partes destinadas a iluminar, estarán protegidas con elementos aislantes o metálicos puestos a tierra.

4.4.2.10 Alumbrados especiales

Las instalaciones destinadas a alumbrado de emergencia tienen por objeto asegurar, en caso de fallo de la alimentación del alumbrado normal, la iluminación en los locales y accesos hasta las salidas para una eventual evacuación del público o iluminar otros puntos que se señalen.

La alimentación del alumbrado de emergencia será automática en el momento que se produzca un corte breve.

- Alumbrado de seguridad:
 - Es el alumbrado de emergencia previsto para garantizar la seguridad de las personas que evacuen una zona o que tienen que terminar un trabajo potencialmente peligroso antes de abandonar la zona.
 - El alumbrado de seguridad estará previsto para entrar en funcionamiento automáticamente cuando se produce el fallo del alumbrado general o cuando la tensión de éste baje a menos del 70% de su valor nominal.
 - La instalación de este alumbrado será fija y estará provista de fuentes propias de energía. Sólo se podrá utilizar el suministro exterior para proceder a su carga, cuando la fuente propia de energía esté constituida por baterías de acumuladores o aparatos autónomos automáticos.
- Alumbrado de evacuación:

4. Pliego de condiciones



Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

- Es la parte del alumbrado de seguridad previsto para garantizar el reconocimiento y la utilización de los medios o rutas de evacuación cuando los locales estén o puedan estar ocupados.
 - En rutas de evacuación, el alumbrado de evacuación debe proporcionar, a nivel del suelo y en el eje de los pasos principales, una iluminancia horizontal mínima de 1 lux.
 - El alumbrado de evacuación deberá poder funcionar cuando se produzca el fallo de la alimentación normal, como mínimo durante una hora, proporcionando la iluminancia prevista.
- Alumbrado ambiente:
 - Es la parte del alumbrado de seguridad previsto para evitar todo riesgo de pánico y proporcionar una iluminación ambiente adecuada que permita a los ocupantes identificar y acceder a las rutas de evacuación e identificar obstáculos.
 - El alumbrado ambiente debe proporcionar una iluminancia horizontal mínima de 0.5 lux en todo el espacio considerado, desde el suelo hasta una altura de 1 metro.
 - El alumbrado ambiente deberá poder funcionar, cuando se produzca el fallo de la alimentación normal, como mínimo durante una hora, proporcionando la iluminación prevista.

4.4.3 NORMAS DE EJECUCIÓN EN GENERAL

- Se realizará la instalación de forma que permita la fácil introducción y retirada de los conductores, tanto en las bandejas como en los tubos, siempre, que estos estén colocados previamente.
- No se permitirán más de tres conductores en los bornes por cada extremo de conexión.
- Es preferible la utilización de interruptores omnipolares, pero en el caso de utilizarse unipolares, este deberá seccionar el conductor activo.
- No se utilizará un mismo conductor de neutro para varios circuitos. Cualquier conductor, activo o no, podrá seccionarse en cualquier punto de la instalación.
- Las tomas de corriente de una habitación deben estar conectadas a una misma fase, y si esto no fuera así, las tomas con distintas fases deberían estar separadas al menos 1.5 metros. Todas las tomas deberán tener un contacto de toma a tierra, ya que es obligatorio que los aparatos de uso en la actividad lleven enchufes con dispositivos de toma a tierra.
- Todos los interruptores o pulsadores de maniobra deberán ser de material aislante.
- Los circuitos eléctricos deberán ir protegidos contra sobrecargas (interruptores automáticos) o cortocircuito (fusibles), que irán dispuestos sobre el conductor activo.

- Deberá disponerse de un punto de puesta a tierra accesible y señalizado para poder medir la resistencia de tierra.

4.4.4 NORMAS DE EJECUCIÓN EN LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

4.4.4.1 Canalizaciones con tubos protectores en montaje interior

Para las canalizaciones bajo tubos protectores se tendrán en cuenta las siguientes preinscripciones:

- Las canalizaciones se harán siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las paredes que limitan el local donde se realiza la instalación.
- Los tubos deberán unirse entre sí mediante los accesorios adecuados para que se asegure la continuidad de la protección que dan a los conductores. Si los tubos deberían ser estancos, los empalmes se podrán recubrir con cola.
- Las curvas en los tubos no reducirán la sección mínima que especifica el fabricante.
- Deberá ser fácil la introducción de los conductores después de estar montados los tubos, por lo que se disponen de registros a 15 metros como máximo si son tramos rectos, y pudiendo haber 3 curvas como máximo entre registros. Dichos registros pueden servir además como cajas de derivación o empalme, siempre que las conexiones se realicen con los bornes de conexión adecuados.
- Si se colocan tubos metálicos deberá tenerse en cuenta los fenómenos de condensación que se pueden dar en ellos, asegurando la evacuación del agua que se cree y su ventilación adecuada. Además se deberá tener en cuenta que los bordes no tengan rebabas que puedan dañar los conductores. Los conductores metálicos que sean accesibles deben ponerse a tierra, con una distancia máxima entre puestas a tierra de diez metros, y jamás se podrá utilizar los tubos como conductor de protección o neutro.
- Para evitar los efectos del frío y el calor por instalaciones colindantes se protegerán las canalizaciones con pantallas de protección de calor, con distancia suficiente entre las distintas instalaciones o con materiales aislantes adecuados.

4.4.4.2 Canalizaciones con tubos protectores en montaje superficial

Cuando las canalizaciones se coloquen en montaje superficial se tendrán en cuenta también las siguientes preinscripciones:

4. Pliego de condiciones



Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

- Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que se instalan, curvándose y usando las bridas o abrazaderas necesarias, siempre que estas estén protegidas contra corrosión y sólidamente sujetas.
- La altura de los tubos deberá ser superior a los 2,50 metros, siempre que sea posible, para evitar daños mecánicos.

4.4.4.3 Conductores en bandeja

- Sólo se utilizan conductores aislados con cubierta, unipolares o multipolares. La anchura de las bandejas será de 100 mm como mínimo, con incrementos de 100 en 100 mm. La longitud de los tramos rectos será de dos metros. El fabricante indicará en su catálogo la carga máxima admisible por la bandeja en función de la anchura y de la distancia entre soportes. Todos los accesorios como codos, cambios de plano, reducciones, uniones, soportes,... tendrán la misma calidad y características que la bandeja.
- Las bandejas y sus accesorios se sujetarán a techos y paredes mediante herrajes, a distancias tales que no se produzcan flechas superiores a 10 mm y deberán estar perfectamente alineadas con los cerramientos de los locales.
- No se permitirá la unión entre bandejas o la fijación de las mismas a los soportes mediante soldadura, debiéndose utilizar piezas de unión y tornillería. Para las uniones o derivaciones de líneas se utilizarán cajas metálicas que se fijarán a las bandejas.

4.4.4.4 Normas eléctricas en presencia de otras canalizaciones no eléctricas

- En caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia mínima de 3 cm. En caso de proximidad con conductos de calefacción, de aire caliente, vapor o humo, las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que no puedan alcanzar una temperatura peligrosa y, por lo tanto, se mantendrán separadas por una distancia conveniente o por medio de pantallas calorífugas.
- Las canalizaciones eléctricas no se situarán por debajo de otras canalizaciones que puedan dar lugar a condensaciones, tales como las destinadas a conducción de vapor, de agua, de gas,... a menos que se tomen las disposiciones necesarias para proteger las canalizaciones eléctricas contra los efectos de estas condensaciones.

4.4.4.5 Acceso a las instalaciones

- Las canalizaciones deberán estar dispuestas de forma que faciliten su maniobra, inspección y acceso a sus conexiones. Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que mediante la conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, cambios,...
- En toda la longitud de los pasos de canalizaciones a través de elementos de la construcción, tales como muros, tabiques y techos, no se dispondrán empalmes o derivaciones de cables, estando protegidas contra los deterioros mecánicos, las acciones químicas y los efectos de la humedad.
- Las cubiertas, tapas, mandos y pulsadores de maniobra de aparatos tales como mecanismo, interruptores, bases, reguladores,... instalados en los locales húmedos o mojados serán de material aislante.

4.4.4.6 Alumbrado

- La masa de las luminarias suspendidas de cables flexibles no deben exceder de 5 Kg. Los conductores que deben ser capaces de soportar este peso, no deben presentar empalmes intermedios y el esfuerzo deberá realizarse sobre un elemento distinto del borne de conexión.
- Las partes metálicas accesibles de las luminarias deberán tener un elemento de conexión para su puesta a tierra, que irá conectado de manera fiable y permanente al conductor de protección.
- El uso de lámparas de gases con descargas a Alta Tensión, como por ejemplo las de neón, se permitirá cuando su ubicación esté fuera del local o cuando se instalen envolventes separadoras.
- En instalaciones de iluminación con lámparas de descarga realizadas en locales en los que funcionen máquinas con movimiento alternativo o rotatorio rápido, se deberán tomar las medidas necesarias para evitar la posibilidad de accidentes causados por ilusión óptica originada por el efecto estroboscópico.
- Los circuitos de alimentación estarán previstos para transportar la carga debida a los propios receptores, a sus elementos asociados y a sus corrientes armónicas y de arranque.
- Para receptores con lámparas de descarga, la carga mínima prevista en voltiamperios será de 1.8 veces la potencia en vatios de las lámparas. En el caso de distribuciones monofásicas, el conductor de neutro tendrá la misma sección que los de fase. Será aceptable un coeficiente diferente para el cálculo de la sección de los conductores siempre y cuando el factor de potencia de cada receptor sea mayor o igual a 0.9.

4.4.4.7 Motores

- Los motores deben instalarse de manera que la aproximación a sus partes en movimiento no pueda ser causa de accidente. Los motores no deben estar en contacto con materias fácilmente combustibles y se situarán de manera que no puedan provocar la ignición de estas.
- Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deben estar dimensionados para una intensidad del 125% de la intensidad a plena carga del motor. Los conductores de conexión que alimentan a varios motores deben estar dimensionados para una intensidad no inferior a la suma del 125% de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia más la intensidad a plena carga de todos los demás.
- Los motores deben estar protegidos contra cortocircuitos y contra sobrecargas en todas sus fases, debiendo esta última protección ser de tal naturaleza que cubra, en los motores trifásicos el riesgo de la falta de tensión en una de sus fases. En el caso de motores con arrancador estrella-triángulo, se asegurará la protección para ambas conexiones.
- Los motores deben estar protegidos contra la falta de tensión por un dispositivo de corte automático de la alimentación, cuando el arranque espontáneo del motor como consecuencia del restablecimiento de la tensión pueda provocar accidentes o perjudicar al motor.
- Los motores deben tener limitada la intensidad absorbida en el arranque, cuando se pudieran producir efectos que perjudicasen a la instalación u ocasionasen perturbaciones inaceptables al funcionamiento de otros receptores o instalaciones.
- En general, los motores de potencia superior a 0.75 KW deben estar previstos de reóstatos de arranque o dispositivos equivalentes que no permitan que la relación de corriente entre el periodo de arranque y el de marcha normal que corresponda a su plena carga, según las características del motor que debe indicar su placa, sea superior a la señalada:
 - De 0,75 KW a 1,5 KW 4,5
 - De 1,5 KW a 5 KW 3
 - De 5 KW a 15 KW 2
 - Más de 15 KW 1,5

4.4.4.8 Puesta a tierra

Las puestas a tierra se establecen principalmente con el fin de limitar la tensión que con respecto a tierra puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurando la actuación de las protecciones y disminuyendo el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados. La puesta o conexión a tierra es la unión eléctrica directa de una parte del circuito o de una parte conductora mediante una toma de tierra con un electrodo o grupo de ellos.

Mediante la instalación de puesta a tierra se deberá conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

La elección e instalación de los materiales que aseguren la puesta a tierra deben ser tales que:

- El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación y se mantenga de esta manera a lo largo del tiempo.
- Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de solicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.
- La solidez o la protección mecánica quede asegurada con independencia de las condiciones estimadas de influencia externas.
- Contemplan los posibles riesgos debidos a electrólisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.

4.4.4.9 Uniones a tierra

- Para la toma de tierra se pueden utilizar electrodos formados por: barras, tubos, pletinas, conductores desnudos (de cobre), placas, anillos o mallas metálicas, armaduras de hormigón enterradas (excepto las pretensadas) u otras estructuras que se demuestre que son apropiadas.
- El tipo y la profundidad de enterramiento de las tomas de tierra deben ser tales que la posible pérdida de humedad del suelo, la presencia del hielo u otros efectos climáticos, no aumenten la resistencia de la toma de tierra por encima del valor previsto. La profundidad nunca será inferior a 0.5 m.
- La sección de los conductores de tierra cuando están enterrados debe estar acorde con la tabla 2 de la ITC-REBT-18.

4.4.5 CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

4.4.5.1 Obra civil

4. Pliego de condiciones



Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

- Los Centros estarán constituidos enteramente con material no combustible, y los elementos delimitadores del Centro (muros exteriores, cubierta, puertas,...) deberán tener una resistencia al fuego de acuerdo con la norma NBE CPI-96.
- Los muros del Centro deberán tener entre sus parámetros una resistencia mínima de 100000Ω . La medición de esta resistencia se realizará aplicando una tensión de 500 V entre dos placas de 100 cm^2 cada una.
- El Centro de Transformación tendrá un aislamiento acústico de forma que no transmita niveles sonoros superiores a 30 dB durante la noche y de 55 dB durante el día.
- Ninguna de las aberturas del centro (rejillas) permitirá el paso de un objeto de 12 mm de diámetro, y las rejillas que den a partes con tensión no dejarán pasar objetos de más de 2.5 mm de diámetro.

4.4.5.2 Aparamenta de alta tensión

- La Aparamenta de Alta Tensión estará constituida por conjuntos compactos que se encontrarán bajo envolventes metálicas, y estarán diseñados para una tensión admisible de 24 KV.
- El interruptor y el seccionador de puesta a tierra será un único aparato que tenga tres posiciones (abierto, cerrado y puesto a tierra), con el fin de imposibilitar el cierre simultáneo del interruptor y del seccionador de puesta a tierra. Dicho elemento deberá ser capaz de soportar la intensidad nominal que vaya a circular por él y de soportar más de 100 maniobras de apertura y cierre.

4.4.5.3 Características constructivas

- Los conjuntos compactos deberán tener una envolvente única con dieléctrico de hexafluoruro de azufre (SF6). Toda la Aparamenta estará agrupada en el interior de una cuba metálica estanca rellena de hexafluoruro de azufre. En la cuba habrá una sobrepresión de 0,3 bar sobre la presión atmosférica. Se deberá encontrar sellada de tal forma que garantice que al menos durante 30 años no sea necesaria la reposición de gas. La cuba cumplirá la norma CEI 56. En la parte posterior se dispondrá de un sistema que asegure la evacuación de las eventuales sobrepresiones que puedan producirse sin daño ni para el operario ni para las instalaciones.
- La seguridad de explotación será completada por los dispositivos de enclavamiento por candados existentes en cada uno de los ejes de accionamiento.
- Los cables se conectarán desde la parte frontal de las cabinas y los accionamientos manuales irán reagrupados en el frontal de la celda a una altura cómoda.

4. Pliego de condiciones



Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

- El interruptor-seccionador tendrá un esquema del circuito principal donde se vea su eje de accionamiento. También se añadirá a este esquema la posición en la que se encuentre el interruptor-seccionador.

- Compartimento de aparallaje:

Estará relleno de SF₆ y sellado de por vida. El sistema de sellado será comprobado individualmente en fabricación y no se requerirá ninguna manipulación del gas durante toda la vida útil de la instalación. La presión relativa de llenado será de 0.3 bar.

Toda sobrepresión accidental originada en el interior del compartimento estará limitada por la apertura de la parte posterior del cárter. Los gases serán canalizados hacia la parte posterior de la cabina sin ninguna manifestación o proyección a la parte frontal. Las maniobras de cierre y apertura de los interruptores y cierre de los seccionadores de puesta a tierra se efectuarán con la ayuda de un mecanismo de acción brusca independiente del operador. El seccionador de puesta a tierra dentro del SF₆, deberá tener un poder de cierre en cortocircuito de 40 KA. El interruptor realizará las funciones de corte y seccionamiento.

- Compartimento de juego de barras:

Se compondrá de tres barras aisladas de cobre conexas mediante tornillos de cabeza Allen de métrica 8.

- Compartimento de conexión de cables:

Se podrán conectar cables ecos y cables con aislamiento de papel impregnado. Las extremidades de los cables serán simplificadas para cables secos o termorretráctiles para cables de papel impregnado.

- Compartimento de mando:

Contiene los mandos del interruptor y del seccionador de puesta a tierra, así como la señalización de presencia de tensión. Se podrán montar en obra los siguientes accesorios si se requieren posteriormente:

 - Motorizaciones
 - Bobinas de cierre y/o apertura
 - Contactos auxiliares
 -

Este compartimento deberá ser accesible en tensión, pudiéndose motorizar, añadir accesorios o cambiar mandos manteniendo la tensión en el Centro.

- Compartimento de control:

Si se trata de mandos motorizados, el compartimento estará equipado de bornas de conexión y fusibles de baja tensión. En cualquier caso, este compartimento será accesible con tensión tanto en barras como en los cables.

- Fusibles:

En la protección ruptofusible se utilizarán fusibles del modelo y calibre indicados en el capítulo de Cálculos de este proyecto. Se instalarán en tres compartimentos individuales estancos, cuya apertura estará enclavada con el seccionador de puesta a tierra, el cuál pondrá a tierra ambos extremos de los fusibles.

4.4.5.4 El transformador

El transformador a instalar será trifásico con neutro accesible en Baja Tensión, refrigeración natural en baño de aceite, con regulación de tensión primaria mediante conmutador accionable estando el transformador desconectado, servicio continuo y demás características detalladas en la memoria. La colocación del transformador se realizará de forma que éste quede correctamente instalado sobre vigas de apoyo.

- Normas de ejecución de las instalaciones:

Todas las normas de construcción e instalación del Centro se ajustarán, en todo caso, a los planos, mediciones y calidades que se expresan, así como a las directrices que la Dirección Facultativa estime oportunas. Además del cumplimiento de lo expuesto, las instalaciones se ajustarán a las normativas que le pudieran afectar, emanadas por organismos oficiales y en particular las de la propia compañía eléctrica.

Deberá tenerse cuidado con los materiales, de forma que estos no sufran alteraciones durante su depósito en la obra, debiendo quitar y reemplazar todos los que hubieran sufrido algún desperfecto.

- Pruebas reglamentarias:

La Aparamenta eléctrica que compone la instalación deberá ser sometida a los diferentes ensayos de tipo y de serie que contemplen las normas UNE o recomendaciones UNESA conforme a las cuales esté fabricada. Asimismo, una vez ejecutada la instalación, se procederá, por parte de una entidad acreditada por los organismos públicos competentes al efecto, a la medición reglamentaria de los siguientes valores: resistencia de aislamiento de la instalación y del sistema de puesta a tierra y la tensión de paso y de contacto.

4.4.5.5 Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad

- Prevenciones generales:

4. Pliego de condiciones



Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

- Queda prohibida la entrada en el Centro a toda persona ajena al servicio y siempre que el encargado del mismo se ausente, deberá dejarlo cerrado con llave.
- Se instalarán en sitios visibles y en su entrada placas con el símbolo de "Peligro de muerte".
- No está permitido tener en el interior del local nada más excepto lo destinado al servicio del Centro (banqueta, guantes,...).
- No está permitido fumar ni encender ningún tipo de combustible en el local, y en caso de incendio no se utilizará agua.
- No se tocará ninguna parte de la instalación en tensión sin encontrarse sobre la banqueta, aunque se esté aislado.
- En un sitio visible, en el interior del Centro, deberá estar el presente reglamento y el esquema de todas las conexiones de la instalación.

- Puesta en servicio:

Se conectarán primero los seccionadores de Alta Tensión, y a continuación el interruptor de Alta Tensión, dejando de esta forma el transformador en vacío. Seguido se conectará el interruptor general de Baja Tensión, y por último a la maniobra de la red de Baja Tensión.

Si al poner en servicio una línea se disparase el interruptor automático o se fundiera un fusible, antes de volver a conectar se reconocerá detenidamente la instalación y si se observase alguna irregularidad, se notificará en ese instante a la empresa suministradora (Iberdrola).

- Separación de servicio:

Se procederá en orden inverso al del párrafo uno del apartado anterior.

Si el interruptor fuera automático, sus relés deben regularse por disparo instantáneo con sobrecarga proporcional a la potencia del transformador, según la clase de la instalación.

Con el propósito de asegurar un buen contacto en las mordazas de los fusibles y cuchillas de los interruptores así como en las bornas de fijación de las líneas de Alta y Baja tensión, la limpieza se efectuará con la debida asiduidad. Si se tuviera que intervenir en la parte de la línea comprendida entre la celda de entrada y el seccionador aéreo exterior, se avisará por escrito a la compañía suministradora de la electricidad para que corte la corriente en la línea alimentadora. Los trabajos no podrán comenzar sin la conformidad de la compañía, que no restablecerá el servicio hasta recibir, con las debidas garantías, notificación de que la línea de Alta se encuentra en perfectas condiciones, para garantizar la seguridad de personas e instrumentos.

4. Pliego de condiciones

Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



La limpieza se hará sobre banqueta y con trapos perfectamente secos. El aislamiento necesario para garantizar la seguridad personal sólo se consigue teniendo la banqueta en perfectas condiciones y sin apoyar en otros objetos que estén puestos a tierra.

- Previsiones especiales:

No se modificarán los fusibles y al cambiarlos se emplearán de las mismas características de resistencia y curva de fusión.

No debe de sobrepasar los 60 °C la temperatura del líquido refrigerante en los aparatos que lo tuvieran, y cuando se precise cambiarlo, se empleará de la misma calidad y características.

Deben humedecerse con frecuencia las tomas de tierra, y se vigilará el buen estado de los aparatos, poniendo en conocimiento de la compañía suministradora cualquier anomalía en el funcionamiento del Centro para su corrección.

4.5 CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD

El usuario de las instalaciones, a fin de disponer de plenas garantías de seguridad en el uso de las mismas, deberá conectar los receptores en las condiciones de seguridad a la que está preparada la instalación:

- Las máquinas portátiles y otros aparatos que deban conectar deberán disponer de clavijas adecuadas para la conexión de dicha maquinaria tanto a los conductores de fase y neutro como al de protección o tierra.
- No sustituir ninguna lámpara ni realizar operación alguna en los receptores sin haberse antes cerciorado de que no hay posibilidad de existencia de corriente en el punto de manipulación, para lo cual lo más seguro será desconectar el interruptor Magnetotérmico del circuito al que pertenece dicho punto o desconectar el interruptor general.

4.6 CERTIFICADO Y DOCUMENTACIÓN QUE DEBE DISPONER EL TITULAR

A efectos de legalizar las instalaciones, se deberá disponer de la siguiente documentación:

- Empresa Promotora:
 - Nombre de la empresa

4. Pliego de condiciones

Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



- CIF y domicilio fiscal o Nombre, apellidos y DNI del representante legal
- Instalador autorizado:
 - Nombre de la empresa instaladora
 - Número de Carnet de Instalador Autorizado
 - Categoría y especialidad del Instalador
 - Domicilio fiscal
 - Certificados de Instalación Eléctrica en Baja Tensión
- Director de la Instalación Eléctrica:
 - Certificado de final de obra

4. Pliego de condiciones

Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



VALTIERRA, 20 DE JUNIO DE 2014

MIGUEL ONWU VILAFRANCA



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

“INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL
EN BAJA TENSIÓN CON CENTRO DE
TRANSFORMACIÓN”

DOCUMENTO 5: PRESUPUESTO

Alumno: Miguel Onwu Villafranca

Tutor: Amaia Pérez Ezcurdia

Pamplona, 20 de Junio de 2014

**ÍNDICE:**

5.1	CAPÍTULO 1: LÍNEA TRANSFORMADOR-CUADRO DE BAJA TENSIÓN	3
5.1.1	LÍNEA TRANSFORMADOR-CUADRO DE BAJA TENSIÓN	3
5.1.2	RESUMEN DEL CAPÍTULO 1	3
5.2	CAPÍTULO 2: DERIVACIÓN INDIVIDUAL	4
5.2.1	DERIVACIÓN INDIVIDUAL	4
5.2.2	RESUMEN DEL CAPÍTULO 2	5
5.3	CAPÍTULO 3: CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN	5
5.3.1	CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN	5
5.3.2	RESUMEN DEL CAPÍTULO 3	7
5.4	CAPÍTULO 4: CUADROS SECUNDARIOS DE PROTECCIÓN	7
5.4.1	CUADRO AUXILIAR 1	7
5.4.2	CUADRO AUXILIAR 2	8
5.4.3	CUADRO AUXILIAR 3	9
5.4.4	CUADRO AUXILIAR 4	10
5.4.5	CUADRO AUXILIAR 5	12
5.4.6	CUADRO AUXILIAR 6	13
5.4.7	CUADRO AUXILIAR 7	14
5.4.8	CUADRO AUXILIAR 8	16
5.4.9	CUADRO AUXILIAR 9	17
5.4.10	RESÚMEN DEL CAPÍTULO 4	18
5.5	CAPÍTULO 5: CONDUCTORES, TUBOS Y CANALIZACIONES	18
5.5.1	CONDUCTORES	18
5.5.2	TUBOS Y BANDEJA	21
5.5.3	RESÚMEN DEL CAPÍTULO 5	22
5.6	CAPÍTULO 6: PUESTA A TIERRA	23
5.6.1	PUESTA A TIERRA	23
5.6.2	RESÚMEN DEL CAPÍTULO 6	23
5.7	CAPÍTULO 7: ALUMBRADO	24
5.7.1	ALUMBRADO INTERIOR	24
5.7.2	ALUMBRADO DE EMERGENCIA	25



5.7.3	ALUMBRADO EXTERIOR	26
5.7.4	RESÚMEN DEL CAPÍTULO 7	26
5.8	CAPÍTULO 8: TOMAS DE CORRIENTE Y ELEMENTOS VARIOS	27
5.8.1	TOMAS Y ELEMENTOS VARIOS	27
5.8.2	RESÚMEN DEL CAPÍTULO 8	28
5.9	CAPÍTULO 9: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	29
5.9.1	EDIFICIO PREFABRICADO	29
5.9.2	CUADROS, PROTECCIONES Y CONDUCCIONES EN BAJA TENSIÓN.	29
5.9.3	PUESTA A TIERRA DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	31
5.9.4	EQUIPO DE SEGURIDAD	31
5.9.5	RESÚMEN DEL CAPÍTULO 9	31
5.10	CAPÍTULO 10: COMPENSACIÓN DE LA ENERGÍA REACTIVA	32
5.10.1	COMPENSACIÓN DE LA ENERGÍA REACTIVA	32
5.10.2	RESÚMEN DEL CAPÍTULO 10	32
5.11	CAPÍTULO 11: EQUIPO DE SEGURIDAD Y SALUD	32
5.11.1	EQUIPO DE SEGURIDAD Y SALUD	32
5.11.2	RESÚMEN DEL CAPÍTULO 11	34
5.12	RESUMEN DE TODOS LOS CAPÍTULOS	34
•	PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL:	34



5.1 CAPÍTULO 1: LÍNEA TRANSFORMADOR-CUADRO DE BAJA TENSIÓN

5.1.1 LÍNEA TRANSFORMADOR-CUADRO DE BAJA TENSIÓN

Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unidad (€)	Total (€)
Metros	Cable RZ1-K (AS) 0,6/1kV flexible. Marca: Prysmian 3x240 mm ² cobre. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	36	174,23	2090,76
Metros	Cable RZ1-K (AS) 0,6/1kV flexible. Marca: Prysmian 3x120 mm ² cobre. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	12	89,53	1074,36
Metros	Tubo AISCAN DRN blindado. Gris Enchufable. Libre de Halógenos para acometidas exteriores. De 225 mm de diámetro. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	36	10,03	360,46
Metros	Tubo AISCAN DRN blindado. Gris Enchufable. Libre de Halógenos para acometidas exteriores. De 160 mm de diámetro. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	12	6,12	73,44
			Total	3599,02

5.1.2 RESUMEN DEL CAPÍTULO 1

Total Capitulo 1	
Descripción	Presupuesto (€)
LT-CBT	3599,02
Total	3599,02



5.2 CAPÍTULO 2: DERIVACIÓN INDIVIDUAL

5.2.1 DERIVACIÓN INDIVIDUAL

Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unidad (€)	Total (€)
Metros	Cable RZ1-K (AS) 0,6/1kV flexible. Marca: Prysmian 3x240 mm ² cobre. Mano de obra de instalación, conexión y pequeño material incluido.	171	174,23	29793,33
Metros	Cable RZ1-K (AS) 0,6/1kV flexible. Marca: Prysmian 3x120 mm ² cobre. Mano de obra de instalación, conexión y pequeño material incluido.	57	89,53	5103,21
Metros	Tubo AISCAN DRN blindado. Gris Enchufable. Libre de Halógenos para acometidas exteriores. De 225 mm de diámetro. Mano de obra de instalación, conexión y pequeño material incluido.	171	14,87	2542,77
Metros	Tubo AISCAN DRN blindado. Gris Enchufable. Libre de Halógenos para acometidas exteriores. De 160 mm de diámetro. Mano de obra de instalación, conexión y pequeño material incluido.	57	12,34	703,38
Unidades	Arqueta de registro de 600x600x800 mm colocada en solera de hormigón en masa HM-20/P/20/I de 10 cm de espesor para facilitar el tendido de cables. Mano de obra de instalación, conexión y pequeño material incluido.	1	74,54	74,54
Unidades	Zanja de 60x80 cm para instalaciones. Mano de obra de instalación, conexión y pequeño material incluido.	1	18,61	18,61



Total	38235,84
--------------	-----------------

5.2.2 RESUMEN DEL CAPÍTULO 2

Total Capitulo 2	
Descripción	Presupuesto (€)
DI	38235,84
Total	38235,84

5.3 CAPÍTULO 3: CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN

5.3.1 CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN

Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unidad (€)	Total (€)
Unidades	Cofret metálico dividido en 4 filas de la marca Schneider Electric, modelo Okken, superficial. Sus dimensiones son 2350x1150x400 mm. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	1	650,56	650,56
Unidades	Interruptor General de corte omnipolar de 800 A de la marca Schneider Electric, modelo NS 800N, 50 kA de poder de corte, 3 polos. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	1	2716,51	2716,51
Unidades	Bloque Diferencial Vigi MH NSX 100 de 100 A de la marca Schneider Electric. Sensibilidad 300 mA, 4 polos. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	5	582,11	2910,55
Unidades	Bloque Diferencial Vigi MH NSX 250 de 250 A de la marca Schneider Electric. Sensibilidad 300 mA, 4 polos. Mano de obra de instalación,	1	465,69	465,69

5. Presupuesto

Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



	conexionado y pequeño material incluido.			
Unidades	Bloque Diferencial Vigi MB NSX 400 de 400 A de la marca Schneider Electric. Sensibilidad 300 mA, 4 polos. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	1	504,49	504,49
Unidades	Bloque Diferencial Vigi MB NSX 630 de 630 A de la marca Schneider Electric. Sensibilidad 300 mA, 4 polos. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	1	504,49	504,49
Unidades	Bloque Diferencial Vigi C60 de 25 A de la marca Schneider Electric. Sensibilidad 300 mA, 4 polos. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	1	293,45	293,45
Unidades	Interruptor Automático Magnetotérmico de 100 A de la marca Schneider Electric, modelo NSX 100B. 25 kA de poder de corte, 4 polos. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	5	407,48	2037,4
Unidades	Interruptor Automático Magnetotérmico de 250 A de la marca Schneider Electric, modelo NSX 250B. 25 kA de poder de corte, 4 polos. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	1	891,79	891,79
Unidades	Interruptor Automático Magnetotérmico de 400 A de la marca Schneider Electric, modelo NSX 400F. 36 kA de poder de corte, 4 polos. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	1	1825,55	1825,55
Unidades	Interruptor Automático Magnetotérmico de 630 A de la marca Schneider Electric, modelo NSX 630F. 36 kA de poder de corte, 4 polos.	1	2028,46	2028,46

5. Presupuesto

Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



	Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.			
Unidades	Interruptor Automático Magnetotérmico de 20 A de la marca Schneider Electric, modelo iC60L. 25 kA de poder de corte, 4 polos.	1	132,45	132,45
			Total	14961,39

5.3.2 RESUMEN DEL CAPÍTULO 3

Total Capitulo 3	
Descripción	Presupuesto (€)
C.G.D	14961,39
Total	14961,39

5.4 CAPÍTULO 4: CUADROS SECUNDARIOS DE PROTECCIÓN

5.4.1 CUADRO AUXILIAR 1

Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unidad (€)	Total (€)
Unidades	Cofret metálico de 48 módulos en 2 filas de la marca Schneider Electric, modelo Pragma 24, superficial. Sus dimensiones son 450x550x148 mm. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	1	292,95	292,95
Unidades	Interruptor Automático Magnetotérmico de 100 A de la marca Schneider Electric, modelo NSX 100B. 25 kA de poder de corte, 4 polos. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	1	407,48	407,48
Unidades	Interruptor Diferencial de 125 A de la	1	536,57	536,57

5. Presupuesto

Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



	marca Schneider Electric, modelo iID. Sensibilidad 30 mA, 4 polos. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.			
Unidades	Interruptor Automático Magnetotérmico de 100 A de la marca Schneider Electric, modelo C120N. 20 kA de poder de corte, 4 polos. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	1	366,52	366,52
Unidades	Interruptor Automático Magnetotérmico de 10 A de la marca Schneider Electric, modelo iDPN N. 10 kA de poder de corte, 4 polos. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	1	49,50	49,50
Unidades	Interruptor Automático Magnetotérmico de 2 A de la marca Schneider Electric, modelo iDPN N. 10 kA de poder de corte, 4 polos. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	1	25,08	25,08
			Total	1678,1

5.4.2 CUADRO AUXILIAR 2

Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unidad (€)	Total (€)
Unidades	Cofret metálico de 48 módulos en 2 filas de la marca Schneider Electric, modelo Pragma 24, superficial. Sus dimensiones son 450x550x148 mm. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	1	292,95	292,95
Unidades	Interruptor Automático Magnetotérmico de 250 A de la marca Schneider Electric, modelo NSX 250B. 25 kA de poder de	1	407,48	407,48

5. Presupuesto

Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



	corte, 4 polos. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.			
Unidades	Interruptor Diferencial de 100 A de la marca Schneider Electric, modelo RHP99+Toroidal. Sensibilidad 30 mA, 4 polos. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	3	502,75	1508,25
Unidades	Interruptor Automático Magnetotérmico de 16 A de la marca Schneider Electric, modelo iCL60. 25 kA de poder de corte, 4 polos. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	3	87,45	262,35
Unidades	Interruptor Automático Magnetotérmico de 25 A de la marca Schneider Electric, modelo iCL60. 25 kA de poder de corte, 4 polos. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	4	101,06	404,24
Unidades	Interruptor Automático Magnetotérmico de 80 A de la marca Schneider Electric, modelo NG125N. 25 kA de poder de corte, 4 polos. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	2	143,05	286,1
			Total	3161,37

5.4.3 CUADRO AUXILIAR 3

Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unidad (€)	Total (€)
Unidades	Cofret metálico de 48 módulos en 2 filas de la marca Schneider Electric, modelo Pragma 24, superficial. Sus dimensiones son 450x550x148 mm. Mano de obra de instalación,	1	292,95	292,95

5. Presupuesto

Miguel Onwu Villafranca

 Universidad Pública de Navarra
 Nafarroako Unibertsitate Publikoa


	conexionado y pequeño material incluido.			
Unidades	Interruptor Automático Magnetotérmico de 100 A de la marca Schneider Electric, modelo NSX 100B. 25 kA de poder de corte, 4 polos. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	1	407,48	407,48
Unidades	Interruptor Diferencial de 100 A de la marca Schneider Electric, modelo RHP99+Toroidal. Sensibilidad 300 mA, 4 polos. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	1	486,02	486,02
Unidades	Interruptor Diferencial de 63 A de la marca Schneider Electric, modelo iID. Sensibilidad 30 mA, 4 polos. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	1	353,35	353,35
Unidades	Interruptor Automático Magnetotérmico de 25 A de la marca Schneider Electric, modelo iDPN N. 10 kA de poder de corte, 4 polos. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	3	88,03	264,09
Unidades	Interruptor Automático Magnetotérmico de 10 A de la marca Schneider Electric, modelo iDPN N. 10 kA de poder de corte, 4 polos. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	6	49,50	297
			Total	2100,89

5.4.4 CUADRO AUXILIAR 4

Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unidad (€)	Total (€)
Unidades	Cofret metálico de 48 módulos en 2 filas	1	292,95	292,95

5. Presupuesto

Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



	de la marca Schneider Electric, modelo Pragma 24, superficial. Sus dimensiones son 450x550x148 mm. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.			
Unidades	Interruptor Automático Magnetotérmico de 100 A de la marca Schneider Electric, modelo NSX 100B. 25 kA de poder de corte, 4 polos. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	1	407,48	407,48
Unidades	Interruptor Diferencial de 100 A de la marca Schneider Electric, modelo RHP99+Toroidal. Sensibilidad 30 mA, 4 polos. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	3	486,02	1458,06
Unidades	Interruptor Automático Magnetotérmico de 6 A de la marca Schneider Electric, modelo iDPN N. 10 kA de poder de corte, 4 polos. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	1	37,03	37,03
Unidades	Interruptor Automático Magnetotérmico de 10 A de la marca Schneider Electric, modelo iDPN N. 10 kA de poder de corte, 4 polos. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	3	49,50	148,5
Unidades	Interruptor Automático Magnetotérmico de 16 A de la marca Schneider Electric, modelo iDPN N. 10 kA de poder de corte, 4 polos. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	4	63,05	252,2
			Total	2596,22



5.4.5 CUADRO AUXILIAR 5

Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unidad (€)	Total (€)
Unidades	Cofret metálico de 48 módulos en 2 filas de la marca Schneider Electric, modelo Pragma 24, superficial. Sus dimensiones son 450x550x148 mm. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	1	292,95	292,95
Unidades	Interruptor Automático Magnetotérmico de 400 A de la marca Schneider Electric, modelo NSX 400F. 36 kA de poder de corte, 4 polos. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	1	1825,55	1825,55
Unidades	Interruptor Diferencial de 80 A de la marca Schneider Electric, modelo RHP99+Toroidal. Sensibilidad 30 mA, 4 polos. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	5	352,85	1914,25
Unidades	Bloque Diferencial Vigi iC60 de 40 A de la marca Schneider Electric. Sensibilidad 300 mA, 30 polos. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	1	230,65	230,65
Unidades	Interruptor Automático Magnetotérmico de 16 A de la marca Schneider Electric, modelo iC60L. 25 kA de poder de corte, 4 polos. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	4	87,45	349,8
Unidades	Interruptor Automático Magnetotérmico de 32 A de la marca Schneider Electric, modelo NG125N. 50 kA de poder de corte, 4 polos. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	4	323,07	1292,28

5. Presupuesto

Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



	<p>Interruptor Automático Magnetotérmico de 32 A de la marca Schneider Electric, modelo iDPN N. 10 kA de poder de corte, 2 polos.</p> <p>Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.</p>	5	97,06	485,3
Total				6390,78

5.4.6 CUADRO AUXILIAR 6

Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unidad (€)	Total (€)
Unidades	<p>Cofret metálico de 48 módulos en 2 filas de la marca Schneider Electric, modelo Pragma 24, superficial. Sus dimensiones son 450x550x148 mm.</p> <p>Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.</p>	1	292,95	292,95
Unidades	<p>Interruptor Automático Magnetotérmico de 100 A de la marca Schneider Electric, modelo NSX 100B. 25 kA de poder de corte, 4 polos.</p> <p>Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.</p>	1	407,48	407,48
Unidades	<p>Interruptor Diferencial de 63 A de la marca Schneider Electric, modelo iLD. Sensibilidad 30 mA, 4 polos.</p> <p>Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.</p>	2	353,35	353,35
Unidades	<p>Interruptor Diferencial de 40 A de la marca Schneider Electric, modelo iLD. Sensibilidad 30 mA, 4 polos.</p> <p>Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.</p>	1	118,23	118,23
Unidades	<p>Interruptor Diferencial de 25 A de la marca Schneider Electric, modelo iLD. Sensibilidad 30 mA, 4 polos.</p>	1	141,85	141,85

5. Presupuesto

Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



	Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.			
Unidades	Interrupor Automático Magnetotérmico de 16 A de la marca Schneider Electric, modelo iDPN F. 6 kA de poder de corte, 2 polos. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	5	54,03	270,15
Unidades	Interrupor Automático Magnetotérmico de 10 A de la marca Schneider Electric, modelo iDPN F. 6 kA de poder de corte, 2 polos. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	1	38,75	38,75
Unidades	Interrupor Automático Magnetotérmico de 6 A de la marca Schneider Electric, modelo iDPN F. 6 kA de poder de corte, 2 polos. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	8	28,09	224,72
Unidades	Interrupor Automático Magnetotérmico de 2 A de la marca Schneider Electric, modelo iDPN F. 6 kA de poder de corte, 2 polos. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	2	20,03	40,06
			Total	1887,54

5.4.7 CUADRO AUXILIAR 7

Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unidad (€)	Total (€)
Unidades	Cofret metálico de 48 módulos en 2 filas de la marca Schneider Electric, modelo Pragma 24, superficial. Sus dimensiones son 450x550x148 mm. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	1	292,95	292,95

5. Presupuesto

Miguel Onwu Villafranca

 Universidad Pública de Navarra
 Nafarroako Unibertsitate Publikoa


Unidades	<p>Interruptor Automático Magnetotérmico de 100 A de la marca Schneider Electric, modelo NSX 100B. 25 kA de poder de corte, 4 polos.</p> <p>Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.</p>	1	407,48	407,48
Unidades	<p>Interruptor Diferencial de 63 A de la marca Schneider Electric, modelo iID. Sensibilidad 30 mA, 4 polos.</p> <p>Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.</p>	1	353,35	353,35
Unidades	<p>Interruptor Diferencial de 40 A de la marca Schneider Electric, modelo iID. Sensibilidad 30 mA, 4 polos.</p> <p>Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.</p>	1	118,23	118,23
Unidades	<p>Interruptor Automático Magnetotérmico de 16 A de la marca Schneider Electric, modelo iDPN F. 6 kA de poder de corte, 2 polos.</p> <p>Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.</p>	4	54,03	216,12
Unidades	<p>Interruptor Automático Magnetotérmico de 10 A de la marca Schneider Electric, modelo iDPN F. 6 kA de poder de corte, 2 polos.</p> <p>Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.</p>	1	38,75	38,75
Unidades	<p>Interruptor Automático Magnetotérmico de 6 A de la marca Schneider Electric, modelo iDPN F. 6 kA de poder de corte, 2 polos.</p> <p>Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.</p>	1	28,09	28,09
			Total	1454,97



5.4.8 CUADRO AUXILIAR 8

Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unidad (€)	Total (€)
Unidades	Cofret metálico de 48 módulos en 2 filas de la marca Schneider Electric, modelo Pragma 24, superficial. Sus dimensiones son 450x550x148 mm. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	1	292,95	292,95
Unidades	Interruptor Automático Magnetotérmico de 630 A de la marca Schneider Electric, modelo NSX 630F. 36 kA de poder de corte, 4 polos. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	1	2028,46	2028,46
Unidades	Bloque Diferencial Vigi MH NSX160 de 160 A de la marca Schneider Electric. Sensibilidad 30 mA, 2 polos. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	3	581,07	1743,21
Unidades	Bloque Diferencial Vigi C120 de 100 A de la marca Schneider Electric. Sensibilidad 30 mA, 2 polos. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	1	403,56	403,56
Unidades	Interruptor Automático Magnetotérmico de 160 A de la marca Schneider Electric, modelo NSX 160B. 10 kA de poder de corte, 2 polos. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	3	402,88	1208,64
Unidades	Interruptor Automático Magnetotérmico de 100 A de la marca Schneider Electric, modelo C120 N. 20 kA de poder de corte, 2 polos. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	1	385,95	385,95

5. Presupuesto

Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



Unidades	<p>Interruptor Automático Magnetotérmico de 6 A de la marca Schneider Electric, modelo iDPN F. 6 kA de poder de corte, 2 polos.</p> <p>Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.</p>	1	28,09	28,09
			Total	6090,86

5.4.9 CUADRO AUXILIAR 9

Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unidad (€)	Total (€)
Unidades	<p>Cofret metálico de 48 módulos en 2 filas de la marca Schneider Electric, modelo Pragma 24, superficial. Sus dimensiones son 450x550x148 mm.</p> <p>Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.</p>	1	292,95	292,95
Unidades	<p>Interruptor Automático Magnetotérmico de 20 A de la marca Schneider Electric, modelo iC60L. 25 kA de poder de corte, 4 polos.</p> <p>Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.</p>	1	95,05	95,05
Unidades	<p>Bloque Diferencial Vigi iC60 de 25 A de la marca Schneider Electric. Sensibilidad 30 mA, 2 polos.</p> <p>Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.</p>	1	302,06	302,06
Unidades	<p>Interruptor Automático Magnetotérmico de 1 A de la marca Schneider Electric, modelo iC60N. 50 kA de poder de corte, 2 polos.</p> <p>Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.</p>	2	46,21	92,42
Unidades	<p>Interruptor Automático Magnetotérmico de 16 A de la marca Schneider Electric,</p>	1	96,03	96,03

5. Presupuesto

Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



modelo iC60H. 30 kA de poder de corte, 2 polos. Mano de obra de instalación, conexiónado y pequeño material incluido.			
Total			878,51

5.4.10 RESÚMEN DEL CAPÍTULO 4

Total Capítulo 4	
Descripción	Presupuesto (€)
C.A.1	1678,1
C.A.2	3161,37
C.A.3	2100,89
C.A.4	2596,22
C.A.5	6390,78
C.A.6	1887,54
C.A.7	1454,97
C.A.8	6090,86
C.A.9	878,51
Total	26239,24

5.5 CAPÍTULO 5: CONDUCTORES, TUBOS Y CANALIZACIONES

5.5.1 CONDUCTORES

Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unidad (€)	Total (€)
Metros	Cable RZ1-K (AS) 0,6/1kV flexible. Marca: Prysmian 4x300 mm ² cobre. Mano de obra de instalación, conexiónado y pequeño material incluido.	52	240,83	12523,16

5. Presupuesto



Miguel Onwu Villafranca

 Universidad Pública de Navarra
 Nafarroako Unibertsitate Publikoa

Metros	Cable RZ1-K (AS) 0,6/1kV flexible. Marca: Prysmian 4x185 mm ² cobre. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	19	158,59	3013,21
Metros	Cable RZ1-K (AS) 0,6/1kV flexible. Marca: Prysmian 4x95 mm ² cobre. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	71	82,62	5866,02
Metros	Cable RZ1-K (AS) 0,6/1kV flexible. Marca: Prysmian 4x25 mm ² cobre. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	140	22,27	3117,8
Metros	Cable RZ1-K (AS) 0,6/1kV flexible. Marca: Prysmian 4x16 mm ² cobre. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	183	13,61	2490,63
Metros	Cable RZ1-K (AS) 0,6/1kV flexible. Marca: Prysmian 4x6 mm ² cobre. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	253	5,45	1378,85
Metros	Cable RZ1-K (AS) 0,6/1kV flexible. Marca: Prysmian 4x4 mm ² cobre. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	174	3,7	643,8
Metros	Cable RZ1-K (AS) 0,6/1kV flexible. Marca: Prysmian 4x2,5 mm ² cobre. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	481	2,5	1202,5
Metros	Cable RZ1-K (AS) 0,6/1kV flexible. Marca: Prysmian 4x1,5 mm ² cobre. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	528	1,8	950,4
Metros	Cable RZ1-K (AS) 0,6/1kV flexible. Marca: Prysmian 2x16 mm ² cobre. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	59	7,71	454,89

5. Presupuesto



Miguel Onwu Villafranca

 Universidad Pública de Navarra
 Nafarroako Unibertsitate Publikoa

Metros	Cable RZ1-K (AS) 0,6/1kV flexible. Marca: Prysmian 2x10 mm ² cobre. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	502	5,08	2550,16
Metros	Cable RZ1-K (AS) 0,6/1kV flexible. Marca: Prysmian 2x6 mm ² cobre. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	420	3,15	1323
Metros	Cable RZ1-K (AS) 0,6/1kV flexible. Marca: Prysmian 2x4 mm ² cobre. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	42	2,25	94,5
Metros	Cable RZ1-K (AS) 0,6/1kV flexible. Marca: Prysmian 2x2,5 mm ² cobre. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	354	1,55	548,7
Metros	Cable RZ1-K (AS) 0,6/1kV flexible. Marca: Prysmian 2x1,5 mm ² cobre. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	262	1,085	284,27
Metros	Cable RZ1-K (AS) 0,6/1kV flexible. Marca: Prysmian 1x35 mm ² cobre. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	22	7,29	160,38
Metros	Cable RZ1-K (AS) 0,6/1kV flexible. Marca: Prysmian 1x25 mm ² cobre. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	122	5,25	640,5
Metros	Cable RZ1-K (AS) 0,6/1kV flexible. Marca: Prysmian 1x150 mm ² cobre. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	52	28,88	1501,76
Metros	Cable RZ1-K (AS) 0,6/1kV flexible. Marca: Prysmian 1x95 mm ² cobre. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	19	18,89	358,91

5. Presupuesto

Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



Metros	Cable RZ1-K (AS) 0,6/1kV flexible. Marca: Prysmian 1x50 mm ² cobre. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	71	10,31	732,01
Metros	Cable RZ1-K (AS) 0,6/1kV flexible. Marca: Prysmian 1x16 mm ² cobre. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	307	3,39	1040,73
Metros	Cable RZ1-K (AS) 0,6/1kV flexible. Marca: Prysmian 1x4 mm ² cobre. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	3549	1,034	3669,666
			Total	44545,84

5.5.2 TUBOS Y BANDEJA

Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unidad (€)	Total (€)
Metros	Tubo de PVC corrugado de la marca Auscan y modelo C, de 110 mm de diámetro. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	52	9,54	496,08
Metros	Tubo de PVC corrugado de la marca Auscan y modelo C, de 90 mm de diámetro. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	19	9,03	171,57
Metros	Tubo de PVC corrugado de la marca Auscan y modelo C, de 75 mm de diámetro. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	71	8,75	621,25
Metros	Tubo de PVC corrugado de la marca Auscan y modelo C, de 50 mm de diámetro.	87	8,09	703,83

5. Presupuesto

Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

	Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.			
Metros	Tubo de PVC corrugado de la marca Auscan y modelo C, de 40 mm de diámetro. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	436	7,72	3365,92
Metros	Tubo de PVC corrugado de la marca Auscan y modelo C, de 32 mm de diámetro. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	775	7,53	5835,75
Metros	Tubo de PVC corrugado de la marca Auscan y modelo C, de 25 mm de diámetro. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	868	7,22	6266,96
Metros	Tubo de PVC corrugado de la marca Auscan y modelo C, de 20 mm de diámetro. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	1675	7,13	11942,75
Metros	Bandeja de rejilla de acero galvanizado de la marca Auscan de dimensiones 300x100, incluidos accesorios y material complementario	595	25,94	15434,3
			Total	44838,41

5.5.3 RESÚMEN DEL CAPÍTULO 5

Total Capítulo 5	
Descripción	Presupuesto (€)
Conductores	44545,84
Tubos y bandeja	44838,41
Total	89384,25



5.6 CAPÍTULO 6: PUESTA A TIERRA

5.6.1 PUESTA A TIERRA

Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unidad (€)	Total (€)
Unidades	Caja de seccionamiento a tierra de la marca Uriarte, modelo CST 50. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	1	38,99	38,99
Unidades	Pica de tierra de 2 metros de longitud de acero-cobre. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	4	31,75	127
Unidades	Arqueta de registro de instalación de tierra con tapa de registro URIARTE TR-230, de espesor 25 cm y 80 cm de profundidad. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	4	26,27	105,08
Metros	Conductor de cobre desnudo de 50 mm ² de sección. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	495	11,68	5781,6
			Total	6052,67

5.6.2 RESÚMEN DEL CAPÍTULO 6

Total Capítulo 6	
Descripción	Presupuesto (€)
Puesta a tierra	6052,67
Total	6052,67

5.7 CAPÍTULO 7: ALUMBRADO

5.7.1 ALUMBRADO INTERIOR

Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unidad (€)	Total (€)
Unidades	Luminaria Philips FBS261 1xPL-C/4P18W HFP C. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	66	165	10890
Unidades	Luminaria Philips TBS160 3xTL-D18W HF C3 Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	68	84	5712
Unidades	Luminaria Philips TBS160 4xTL-D18W HF C3. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	28	86	2408
Unidades	Luminaria Philips TPS350 4xTL5-54W HFP NB. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	158	318	50244
Unidades	Luminaria Philips TBS411 1xTL5-20W HFP C8. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	8	169	1352
Unidades	Luminaria Philips TBS160 3xTL-D18W HF C3 Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	42	119	4998
Unidades	Lámpara Philips Master PL-C 18W/840/4P 1CT. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	66	5,09	335,94
Unidades	Lámpara Philips Master TL-D Super 80 18W/840 1SL	316	3,70	1169,2

5. Presupuesto

Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



	Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.			
Unidades	Lámpara Philips Master TL5 HE Xtra Eco 13=14W/840 1SL. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	45	6,39	287,55
Unidades	Lámpara Philips Master TL5 HE Eco 19=21W/840 1SL. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	8	6,39	51,12
Unidades	Lámpara Philips Master TL5 HO Xtra 54W/840 1SL. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	632	7,99	5049,68
			Total	82497,49

5.7.2 ALUMBRADO DE EMERGENCIA

Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unidad (€)	Total (€)
Unidades	Luminaria de emergencia Daisalux Hydra N2 con lámpara fluorescente de 8 W. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	42	43,48	1826,16
Unidades	Luminaria de emergencia Daisalux Hydra N3 con lámpara fluorescente de 8 W. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	27	49,50	1336,5
Unidades	Luminaria de emergencia Daisalux Hydra N5 con lámpara fluorescente de 8 W. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	12	61,88	742,56
Unidades	Luminaria de emergencia Daisalux Nova N3 con lámpara fluorescente de 8 W. Mano de obra de instalación,	10	55,51	555,1

5. Presupuesto

Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



	conexionado y pequeño material incluido.			
Unidades	Luminaria de emergencia Daisalux Nova N8 con lámpara fluorescente de 8 W. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	2	88,97	177,94
Unidades	Luminaria de emergencia Daisalux Nova N11 con lámpara fluorescente de 11 W. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	101	107,03	10810,03
			Total	15448,29

5.7.3 ALUMBRADO EXTERIOR

Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unidad (€)	Total (€)
Unidades	Luminaria Philips SRS421 SON-T100W 230V II GR ST. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	20	708,48	14169,6
Unidades	Lámpara Philips MASTER SON-T APIA Plus Hg Free 100W E40 1SL. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	20	26,59	531,8
			Total	14701,4

5.7.4 RESÚMEN DEL CAPÍTULO 7

Total Capítulo 7	
Descripción	Presupuesto (€)
Alumbrado Interior	82497,49
Alumbrado de Emergencia	15448,29
Alumbrado exterior	14701,4

Total	112647,18
--------------	------------------

5.8 CAPÍTULO 8: TOMAS DE CORRIENTE Y ELEMENTOS VARIOS

5.8.1 TOMAS Y ELEMENTOS VARIOS

Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unidad (€)	Total (€)
Unidades	Toma de corriente industrial de la marca Schneider Electric 16 A en base empotrable y salida recta, 2P+T. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	11	5,63	61,93
Unidades	Toma de corriente industrial de la marca Schneider Electric 16 A en base empotrable y salida recta, 4P+T. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	8	6,9	55,2
Unidades	Toma de corriente de tipo domestico de la marca Schneider Electric 16 A en base empotrable, 2P+N. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	36	14,16	509,76
Unidades	Interruptor simple de la marca Schneider Electric modelo MTNN3 + tecla IP44. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	33	9,11	300,63
Unidades	Conmutador simple de la marca Schneider Electric modelo MTNN3 + tecla elegance. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	38	6,62	251,56
Unidades	Selector no luminoso con maneta corta negra de la marca Schneider Electric para encendido de la luz del taller. Mano de obra de instalación,	6	103,5	621

5. Presupuesto

Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



	conexionado y pequeño material incluido.			
Unidades	Contactor de la marca Schneider Electric modelo iCT 2 NA de In=16 A 230..240 V, para maniobra de encendido y apagado de la iluminación del taller. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	6	47,8	286,8
Unidades	Pulsadores de la marca Schneider Electric modelo Harmony XB7 2 NA para maniobra de encendido y apagado de la iluminación del taller. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	6	7,91	47,46
Unidades	Cofret de la marca Schneider Electric modelo Kaedra de una fila y 18 módulos, 280x448x160 mm. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	1	75,15	75,15
			Total	2209,49

5.8.2 RESÚMEN DEL CAPÍTULO 8

Total Capitulo 8	
Descripción	Presupuesto (€)
Tomas de Corriente y Elementos varios	2209,49
Total	2209,49

5.9 CAPÍTULO 9: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

5.9.1 EDIFICIO PREFABRICADO

Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unidad (€)	Total (€)
Unidades	Excavación de foso para alojar el edificio prefabricado, apertura por medios mecánicos, en cualquier tipo de terreno, retirada productos de la excavación y transporte a vertedero. Incluidos accesorios y mano de obra.	1	1055	1055
Unidades	Edificio de hormigón prefabricado Marca: ORMAZABAL Incluyendo transporte y montaje	1	23430,06	23430,06
Unidades	Celda de línea de entrada CGM-CML-24 ORMAZABAL.	1	1254	1245
Unidades	Celda de protección con fusible línea de entrada CGM-CMP-F24 ORMAZABAL.	1	4050	4050
Unidades	Celda de medida entrada CGM-CMM-24 ORMAZABAL.	1	4960	4960
Unidades	Transformador Ormazabal 630 kVA, aislamiento 24 kV. Mano de obra de instalación, conexión y pequeño material incluido.	1	12055	12055
			Total	46795,06

5.9.2 CUADROS, PROTECCIONES Y CONDUCCIONES EN BAJA TENSIÓN.

Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unidad (€)	Total (€)
Unidades	Cofret metálico de 48 módulos en 2 filas de la marca Schneider Electric, modelo Pragma 24, superficial. Sus dimensiones son 450x550x148 mm. Incluso cableado, conexión y mano de obra	1	284,09	284,09
Unidades	Interruptor General de corte omnipolar de	1	5689,85	5689,85

5. Presupuesto

Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



	1250 A de la marca Schneider Electric, modelo NS 1250N, 50 kA de poder de corte, 3 polos. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.			
Unidades	Interruptor Automático Magnetotérmico de 250 A de la marca Schneider Electric, modelo NSX 250B, 50 kA de poder de corte, 3 polos. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido	1	891,79	891,79
Unidades	Interruptor Diferencial de 1250 A de la marca Schneider Electric, modelo RHP99+Toroidal. Sensibilidad 300 mA, 4 polos. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	1	1314,82	1314,82
Unidades	Bloque Diferencial Vigi MH NSX 250 de 250 A de la marca Schneider Electric. Sensibilidad 300 mA, 4 polos. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	1	465,69	465,69
Metros	Cable RZ1-K (AS) 0,6/1kV flexible. Marca: Prysmian 4x70 mm2 cobre. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	19	62,95	1196,05
Metros	Cable RZ1-K (AS) 0,6/1kV flexible. Marca: Prysmian 1x35 mm2 cobre. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	19	7,29	138,51
Metros	Tubo de PVC corrugado de la marca Auscan y modelo C, de 125 mm de diámetro. Mano de obra de instalación, conexionado y pequeño material incluido.	19	10,21	193,99
			Total	10174,79



5.9.3 PUESTA A TIERRA DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unidad (€)	Total (€)
Unidades	Tierra de servicio según código 5/64 y conductor de cobre para su conexión. Totalmente instalada y conexcionada	1	2693	2693
Unidades	Tierra de protección según código 50-30/8/88 y conductor aprovechando el mallazo del C.T. Totalmente instalada y conexcionada	1	1602,53	1602,53
Metros	Cable Al HEPRZ1 12/20kV. Marca: Prysmian 1x95 mm2 aluminio	2	19,07	38,14
			Total	4333,67

5.9.4 EQUIPO DE SEGURIDAD

Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unidad (€)	Total (€)
Unidades	Banquillo aislante, pértiga de salvamento para tensiones inferiores a 30 kV, par de guantes protectores de 30 kV, armario de primeros auxilios de 500x120x30 mm, 2 Extintores de de nieve carbónica CO2 de 5 kg.	1	415	415
			Total	415

5.9.5 RESÚMEN DEL CAPÍTULO 9

Total Capítulo 9	
Descripción	Presupuesto (€)
Edificio Prefabricado	46795,06
Cuadros, Protecciones y Conductores en BT	10174,79
Puesta a Tierra del CT	4333,67

Equipo de Seguridad	415
Total	61718,52

5.10 CAPÍTULO 10: COMPENSACIÓN DE LA ENERGÍA REACTIVA

5.10.1 COMPENSACIÓN DE LA ENERGÍA REACTIVA

Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unidad (€)	Total (€)
Unidades	Batería de condensadores de la marca Schneider Electric modelo Varset 400 V de 100 kVAR en armario C1 y con interruptor automático NS. Mano de obra de instalación, conexión y pequeño material incluido.	1	3200	3200
			Total	3200

5.10.2 RESÚMEN DEL CAPÍTULO 10

Total Capítulo 10	
Descripción	Presupuesto (€)
Compensación de la Energía Reactiva	3200
Total	3200

5.11 CAPÍTULO 11: EQUIPO DE SEGURIDAD Y SALUD

5.11.1 EQUIPO DE SEGURIDAD Y SALUD

Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unidad (€)	Total (€)
Unidades	Casco de seguridad dieléctrico con pantalla para protección de descargas	4	3,73	14,92

5. Presupuesto

Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



	eléctricas			
Unidades	Arnés de seguridad para trabajos de electricidad, fabricado con fibra de nylon de 45 mm y elementos metálicos de acero inoxidable. Certificado CE.	4	54,45	217,8
Unidades	Placa señalización- información en PVC serigrafiado de 50x30 cm, fijada mecánicamente, incluso colocación y desmontaje.	1	3,43	3,43
Unidades	Señal de seguridad triangular de L= 70 cm, normalizada, con trípode tubular	1	15,96	15,96
Unidades	Gafas protectoras contra impactos	4	3,14	12,56
Unidades	Gafas antipolvo antiempañables, panorámicas	4	0,81	3,24
Unidades	Cascos protectores auditivos. Certificado CE	4	3,12	12,48
Unidades	Juego de tapones antirruído de silicona ajustables. Certificado CE.	4	1,41	5,64
Unidades	Faja protección lumbar. Certificado CE.	4	2,8	11,2
Unidades	Par de rodilleras ajustables de protección ergonómica. Certificado CE.	4	2,63	10,52
Unidades	Cinturón portaherramientas.	2	5,89	11,78
Unidades	Mono de trabajo, de una pieza de poliéster- algodón. Certificado CE.	4	15,29	61,16
Unidades	Par guantes de uso general de lona y serraje. Certificado CE.	4	1,4	5,6
Unidades	Par de botas de seguridad con puntera metálica para refuerzo y plantillas de acero flexibles, para riesgos de perforación. Certificado CE.	4	14,99	59,96
Metros	Cinta balizamiento bicolor rojo-blanco de material plástico, incluso colocación y desmontaje.	24	0,62	14,88
Unidades	Lámpara portátil de mano, con cesto protector y mango aislante.	1	3,45	3,45

5. Presupuesto

Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



Unidades	Extintor de polvo químico ABC polivalente antibrasa de eficacia 34A/233B, de 6 Kg. de agente extintor, con soporte, manómetro comprobable y boquilla con difusor, según norma UNE 23110. medida la unidad instalada.	2	22,84	45,68
			Total	510,26

5.11.2 RESÚMEN DEL CAPÍTULO 11

Total Capítulo 11	
Descripción	Presupuesto (€)
Equipo de seguridad y salud	510,26
Total	510,26

5.12 RESUMEN DE TODOS LOS CAPÍTULOS

5.13 PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL:

CAPÍTULO 1: LÍNEA TRANSFORMADOR-CUADRO DE BAJA TENSIÓN	3599,02
CAPÍTULO 2: DERIVACIÓN INDIVIDUAL	38235,84
CAPÍTULO 3: CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN	14961,39
CAPÍTULO 4: CUADROS SECUNDARIOS DE PROTECCIÓN	26239,24
CAPÍTULO 5: CONDUCTORES, TUBOS Y CANALIZACIONES	89384,25
CAPÍTULO 6: PUESTA A TIERRA	6052,67
CAPÍTULO 7: ALUMBRADO	112647,18
CAPÍTULO 8: TOMAS DE CORRIENTE Y ELEMENTOS VARIOS	2209,49
CAPÍTULO 9: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	61718,52
CAPÍTULO 10: COMPENSACIÓN DE LA ENERGÍA REACTIVA	3200
CAPÍTULO 11: EQUIPO DE SEGURIDAD Y SALUD	510,26

5. Presupuesto

Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	358757,86
--	------------------

- PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL POR CONTRATA:

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	358757,86
Gastos Generales 16%	57401,25
Beneficio Industrial 6%	21525,47

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL POR CONTRATA	437684,58
---	------------------

- PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA CON IVA:

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA	437684,58
21% IVA de PEC	91913,76

TOTAL PRESUPUESTO GENERAL	529598,34
----------------------------------	------------------

- PRESUPUESTO TOTAL GENERAL:

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA CON IVA	529598,34
REDACCIÓN DEL PROYECTO 4%	17507,38
DIRECCIÓN DEL PROYECTO 4%	17507,38

PRESUPUESTO TOTAL GENERAL	564613,1
----------------------------------	-----------------

El presupuesto total general asciende a la cifra de:

QUINIENTOS SESENTA Y CUATRO MIL SEISCIENTOS TRECE CON UN EUROS.

5. Presupuesto

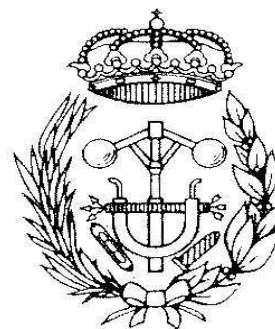
Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



VALTIERRA, 20 DE JUNIO DE 2014

MIGUEL ONWU VILLAFRANCA



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

“INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL
EN BAJA TENSIÓN CON CENTRO DE
TRANSFORMACIÓN”

DOCUMENTO 6: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y
SALUD

Alumno: Miguel Onwu Villafranca

Tutor: Amaia Pérez Ezcurdia

Pamplona, 20 de Junio de 2014



ÍNDICE:

6.1	DATOS GENERALES DE LA OBRA	2
6.1.1	SITUACIÓN	2
6.1.2	TÉCNICO REDACTOR DEL ESTUDIO	2
6.2	OBJETO	2
6.3	REAL DECRETO 1627/1997	3
6.4	DATOS DE LA OBRA	3
6.4.1	SITUACIÓN	3
6.4.2	CARÁCTERÍSTICAS DEL LOCAL	4
6.4.3	DESCRIPCIÓN DE LA OBRA	4
6.5	FASES DE LA OBRA	5
6.5.1	ACTUACIONES PREVIAS	5
6.6	RIESGOS LABORALES EVITABLES COMPLETAMENTE	6
6.7	RIESGOS LABORALES NO ELIMINABLES COMPLETAMENTE	6
6.8	PRIMEROS AUXILIOS	12
6.9	NORMAS DE SEGURIDAD APLICABLES A LA OBRA GENERAL	12



6.1 DATOS GENERALES DE LA OBRA

6.1.1 SITUACIÓN

La ubicación de la nave se encuentra en el polígono industrial de Arguedas-Valtierra (Navarra) en la parcela **3.1**.

6.1.2 TÉCNICO REDACTOR DEL ESTUDIO

El técnico redactor del estudio es Miguel Onwu Villafranca.

6.2 OBJETO

El objeto de este estudio es dar cumplimiento al Real Decreto 1627/1197 del 24 de Octubre por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, identificando, analizando y estudiando los diferentes riesgos laborales que puedan ser evitados, proponiendo las posibles medidas técnicas para ello; definiendo la relación de los riesgos que no pueden eliminarse especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a disminuir dichos riesgos.

Este estudio de seguridad establece, durante la ejecución de los trabajos de la unidad de obra citada, las previsiones respecto a la prevención de riesgos y accidentes profesionales.

Así mismo, este estudio de Seguridad y Salud pretende:

- Dar cumplimiento a la Ley 31/1995 de 8 de Noviembre de prevención de riesgos laborales en lo referente a la obligación de un empresario titular de un Centro de Trabajo de informar y dar instrucciones adecuadas, en relación con los riesgos existentes en el centro de trabajo y las medidas de protección y prevención correspondientes.
- Recordar a las diferentes partes, promotor, contratista, etc., de sus obligaciones en materia de seguridad, comunicar a los diferentes organismos la existencia de esta obra, obtener las licencias necesarias, etc.

Basándose en este Estudio Básico de Seguridad, se elaborará un Plan de Seguridad y Salud, en el que tendrán en cuenta las circunstancias particulares de los trabajos objeto del contrato



6.3 REAL DECRETO 1627/1997

El Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción expresa lo siguiente en el artículo 4:

1. El promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio de seguridad y salud en los proyectos de obras en que se den alguno de los supuestos siguientes:

a) Que el presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto sea igual o superior a 75 millones de pesetas (450.759,08 €).

b) Que la duración estimada sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.

c) Que el volumen de mano de obra estimada, entendiéndose por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, sea superior a 500.

d) Las obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.

2. En los proyectos de obras no incluidos en ninguno de los supuestos previstos en el apartado anterior, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio básico de seguridad y salud.

6.4 DATOS DE LA OBRA

6.4.1 SITUACIÓN

La ubicación de la nave se encuentra en el polígono industrial de Arguedas-Valtierra (Navarra) en la parcela 3.1. La parcela tiene una superficie de 9019m².

DATOS DEL EMPLAZAMIENTO	
Accesos a la obra	Los propios del local
Edificaciones colindantes	No hay edificaciones
Suministro de energía eléctrica	Enterrada desde arqueta
Suministro de agua	Acometida del polígono industrial
Sistema de saneamiento	El de la nave

Servidumbres y condicionantes

Saneamientos

6.4.2 CARÁCTERÍSTICAS DEL LOCAL

La nave tiene una superficie total de 4367,7 m² distribuida la mayor parte en planta baja y con un piso superior.

6.4.3 DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

Se pretende dotar a la nave de la instalación eléctrica necesaria para llevar a cabo su trabajo que consiste en la fabricación de máquinas para el procesado de verduras.

6.4.3.1 Peligrosidad de las tecnologías

Esta obra, además de las peligrosidades propias de las técnicas habituales de la construcción por sistema tradicional presenta peligrosidades especiales que están incluidas en el Anexo II del Real Decreto 1627/97:

- Graves caídas de altura, sepultamientos y hundimientos.
- En proximidad de líneas eléctricas de alta tensión, se debe señalizar y respetar la distancia de seguridad (5m) y llevar el calzado de seguridad.
- Montaje y desmontaje de elementos prefabricados pesados, como es el caso de las paredes de la nave.

6.4.3.2 Manejo y empleo de materiales

Los usuales en este tipo de obras: áridos, cemento, acero, materiales cerámicos, yeso, terrazo, azulejo,... No necesitarán atenciones ni técnicas especiales.

6.4.3.3 Equipos previstos

Se prevé la utilización de los equipos clásicos: hormigonera, sierras de disco, herramientas manuales (taladro, radial,...), puntales metálicos de altura regulable, andamios metálicos, tablonos, carretillas, calderetas,...



MEDIOS	CARACTERÍSTICAS
Andamios metálicos tubulares apoyados	<ul style="list-style-type: none"> - Deberán montarse bajo la supervisión de una persona competente. - Se apoyarán sobre base sólida y preparada adecuadamente. - Las cruces de San Andrés se colocan por ambos lados. - Correcta disposición de los accesos a los distintos niveles de trabajo. - Uso de cinturón de seguridad de sujeción.
Escaleras de mano	<ul style="list-style-type: none"> - Zapatillas antideslizantes. Deben sobrepasar 1 metro el punto de trabajo.
Instalación eléctrica	<ul style="list-style-type: none"> - Cuadro general en caja estanca de doble aislamiento y a una altura mayor de 1 metro. - Int. Diferencial de 0,3 A para líneas de fuerza. - Int. Diferencial de 0,03 A para líneas de alumbrado a tensión mayor de 24 V. - Int. Magnetotérmico general omnipolar accesible desde el exterior. - Int. Magnetotérmicos en líneas de máquinas, tomas de corriente y alumbrado. - La puesta a tierra se utilizará la del edificio.

6.4.3.4 Datos más relevantes

El precio de ejecución material de la obra asciende a la cantidad de 564613,1€. Para llevar a cabo el proyecto harán falta 4 empleados durante un periodo cercano a las 5 semanas.

6.5 FASES DE LA OBRA

6.5.1 ACTUACIONES PREVIAS

Comprende esta fase las labores previas a la ejecución de la obra.



6.5.1.1 Trabajos estructurales

Comprende esta fase los derribos y levantes necesarios para permitir los trabajos que llevarán a conseguir la correcta instalación eléctrica definida en este proyecto. Tendrán lugar tanto en la superficie exterior como en la interior, definidas anteriormente.

6.5.1.2 Montaje de instalaciones y acabados

Se encuentra en esta fase, que se solapa en parte con la anterior, el montaje de las instalaciones de fontanería, electricidad, prevención de incendios,... así como la última etapa de acabados que comprende en general aquellos trabajos de terminación tales como montaje de puertas, vidrios, pintura,... En este apartado nos referimos a la instalación de electricidad, objeto de este proyecto.

6.6 RIESGOS LABORALES EVITABLES COMPLETAMENTE

La tabla siguiente contiene la relación de los riesgos laborales que pudiendo presentarse en la obra, van a ser totalmente evitados mediante la adopción de las medidas técnicas que también se incluyen:

RIESGOS EVITABLES	MEDIDAS TÉCNICAS ADOPTADAS
Derivados de la rotura de instalaciones existentes.	Neutralización de dichas instalaciones.
Presencia de líneas eléctricas de alta tensión aéreas o subterráneas.	Corte del suministro, puesta a tierra y cortocircuito de los cables.
Derivados de la colocación de andamios para la realización de estructura de la nave.	Se realizarán las paredes con bloques de hormigón.

6.7 RIESGOS LABORALES NO ELIMINABLES COMPLETAMENTE

Este apartado contiene la identificación de los riesgos laborales que no pueden ser completamente evitados, y las medidas preventivas y protecciones técnicas que deberán adoptarse para el control y la reducción de este tipo de riesgos. La primera tabla se refiere a aspectos generales



que afectan a toda la obra, y las restantes a los aspectos específicos de cada una de las fases en las que ésta pueda dividirse.

<u>TODA LA OBRA</u>	
RIESGOS	
	Caídas de operarios al mismo nivel.
	Caídas de operarios a distinto nivel.
	Caídas de objetos sobre operarios.
	Caídas de objetos sobre terceros.
	Choques o golpes contra objetos.
	Fuertes vientos.
	Trabajos en condiciones de humedad.
	Contactos eléctricos directos e indirectos.
	Cuerpos extraños en los ojos.
	Sobreesfuerzos.
MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS	GRADO ADOPCIÓN
Orden y limpieza de las vías de circulación de la obra.	Permanente
Orden y limpieza de los lugares de trabajo.	Permanente
Recubrimiento, o distancia de seguridad (1 m) a líneas eléctricas de B.T.	Permanente
Iluminación adecuada y suficiente.	Permanente
No permanecer en el radio de acción de las máquinas.	Permanente
Puesta a tierra en cuadros, masas y máquinas sin doble aislamiento.	Permanente
Señalización de la obra (señales y carteles).	Permanente
Cintas de señalización y balizamiento a 10 m de distancia.	Alternativa al vallado
Vallado del perímetro completo de la obra, resistente y de más altura de 2 m.	Permanente
Pantalla inclinada rígida sobre aceras, vías de circulación o colindantes.	Permanente



Extintor de polvo seco, de eficacia 21 A-113 B	Permanente
Evacuación de escombros.	Frecuente
Escaleras auxiliares.	Ocasional
Información específica.	Para riesgos concretos
Cursos y charlas de formación.	Frecuente
Grúa parada y en posición veleta	Con viento fuerte
Grúa parada y en posición veleta	Final de cada jornada
EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPIs)	
EMPLEO	
Cascos de seguridad	Permanente
Calzado protector	Permanente
Ropa de trabajo	Permanente
Ropa impermeable o de protección	Con mal tiempo
Gafas de seguridad	Frecuente
Cinturones de protección del tronco	Ocasional
<u>FASE: ALBAÑILERÍA Y CERRAMIENTOS</u>	
RIESGOS	
Caídas de operarios al vacío.	
Caídas de materiales transportados, a nivel y a niveles inferiores.	
Atrapamientos y aplastamientos en manos durante el montaje de andamios.	
Atrapamientos por los medios de elevación y transporte.	
Lesiones y cortes en mano.	
Lesiones, pinchazos y cortes en pies.	
Dermatitis por contacto con hormigones, morteros y otros materiales.	
Incendios por almacenamiento de productos combustibles.	
Golpes o cortes con herramientas.	
Electrocuciones.	



Proyecciones de partículas al cortar materiales.	
MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS	GRADO ADOPCIÓN
Apuntalamientos y apeos.	Permanente
Pasos o pasarelas.	Permanente
Redes verticales.	Permanente
Redes horizontales.	Frecuente
Plataforma de carga y descarga de material.	Permanente
Barandillas rígidas a 0,9 m con listón intermedio y rodapié.	Permanente
Tableros o planchas rígidas en huecos horizontales.	Permanente
Escaleras peldañeadas y protegidas.	Permanente
Evitar trabajos superpuestos.	Permanente
Bajante de escombros adecuadamente sujetas.	Permanente
Protección de huecos de entrada de material en plantas.	Permanente
EQUIPOS PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPIs)	EMPLEO
Gafas de seguridad.	Frecuente
Guantes de cuero o goma.	Frecuente
Botas de seguridad.	Permanente
Cinturones y arneses de seguridad.	Frecuente
Mástiles y cables fiadores.	Frecuente
<u>FASE: ACABADOS</u>	
RIESGOS	
Caídas de operarios al vacío.	
Caídas de materiales transportados.	
Ambiente pulvígeno.	
Lesiones, pinchazos y cortes en pies.	
Dermatitis por contacto con materiales.	



	Incendio por almacenamiento de productos combustibles.	
	Inhalación por almacenamiento de productos combustibles.	
	Quemaduras.	
	Electrocución.	
	Atrapamientos con o entre objetos o herramientas.	
	Deflagraciones, explosiones e incendios.	
	MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS	GRADO ADOPCIÓN
	Ventilación adecuada y suficiente (natural o forzada).	Permanente
	Andamios.	Permanente
	Plataformas de carga y descarga de material.	Permanente
	Barandillas.	Permanente
	Escaleras peldañeadas y protegidas.	Permanente
	Evitar focos de inflamación.	Permanente
	Equipos autónomos de ventilación.	Permanente
	Almacenamiento correcto de los productos.	Permanente
	EQUIPOS PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPIs)	EMPLEO
	Gafas de seguridad.	Ocasional
	Guantes de cuero o goma.	Frecuente
	Botas de seguridad.	Frecuente
	Cinturones y arneses de seguridad.	Ocasional
	Mástiles y cables fiadores.	Ocasional
	Mascarilla filtrante.	Ocasional
	Equipos autónomos de respiración.	Ocasional
	<u>FASE: INSTALACIONES</u>	
	RIESGOS	
	Lesiones y cortes en manos y brazos.	

	Dermatitis por contacto con materiales.	
	Inhalación de sustancias tóxicas.	
	Quemaduras.	
	Golpes y aplastamiento de pies.	
	Incendio por almacenamiento de productos combustibles.	
	Electrocuciones.	
	Contactos eléctricos directos e indirectos.	
	Ambiente pulvígeno.	
	MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS	GRADO ADOPCIÓN
	Ventilación adecuada y suficiente (natural o forzada).	Permanente
	Escalera portátil de tijera con calzos de goma y tirantes.	Permanente
	Protección del hueco del ascensor.	Permanente
	Plataforma provisional para ascensoristas.	Permanente
	Realizar las conexiones eléctricas sin tensión.	Permanente
	EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPIs)	EMPLEO
	Gafas de seguridad.	Permanente
	Guantes de cuero o goma.	Ocasional
	Guantes aislantes.	Ocasional
	Botas de seguridad.	Ocasional
	Cinturones y arneses de seguridad.	Ocasional
	Mástiles y cables fiadores.	Ocasional
	Mascarilla filtrante.	Ocasional



6.8 PRIMEROS AUXILIOS

De acuerdo con el apartado A 3 Anexo VI del R.D. 486/97, la obra dispondrá del material de primeros auxilios que se indica en la tabla siguiente, en la que se incluye además la identificación y las distancias a los centros de asistencia sanitaria más cercanos:

PRIMEROS AUXILIOS Y ASISTENCIA SANITARIA		
NIVEL DE ASISTENCIA	NOMBRE Y UBICACIÓN	DISTANCIA APROX. (Km)
Primeros auxilios	Botiquín portátil	En la obra
Asistencia Primaria - Urgencias	Centro de salud de Valtierra	3,2
Asist. Especializada - Hospital	Hospital Reina Sofía (Tudela)	18,1

6.9 NORMAS DE SEGURIDAD APLICABLES A LA OBRA GENERAL

Ley de prevención de Riesgos Laborales.	Ley 31/95	08/11/1995	J.Estado	10/11/1995
Reglamento de los Servicios de Prevención.	RD 39/97	17/01/1997	M.Trab.	31/01/1997
Disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción.	RD 1627/97	24/10/1997	Varios	25/10/1997
Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud.	RD 485/97	14/04/1997	M.Trab.	23/04/1997
Modelo de libro de incidencias.	Orden	20/09/1986	M.Trab.	13/10/1986
Corrección de errores.				31/10/1986
Modelo de notificación de accidentes de trabajo.	Orden	16/12/1987		29/12/1987
Reglamento Seguridad e Higiene en el Trabajo de la Construcción.	Orden	20/05/1952	M.Trab.	15/06/1952
Modificación.	Orden	19/12/1953	M.Trab.	22/12/1953

6. Estudio básico de seguridad y salud

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



Miguel Onwu Villafranca

Complementario.	Orden	02/09/1966	M.Trab.	01/10/1966
Cuadro de enfermedades profesionales.	RRD 1995/78			25/08/1978
Ordenanza general de seguridad e higiene en el trabajo.	Orden	09/03/1971	M.Trab.	16/03/1971
Corrección de errores.				06/04/1971
Ordenanza trabajo industrias construcción, vidrio y cerámica.	Orden	28/08/1979	M.Trab.	
Anterior no derogada.	Orden	28/08/1970	M.Trab.	05/09/1970
Corrección de errores.				17/10/1970
Modificación (no derogada), Orden 28-08-70.	Orden	27/07/1973	M.Trab.	
Interpretación de varios artículos.	Orden	21/11/1970	M.Trab.	28/11/1970
Interpretación de varios artículos.	Resolución	24/11/1970	DGT	05/12/1970
Señalización y otras medidas en obras fijas en vías fuera de poblaciones.	Orden	31/08/1987	M.Trab.	
Protección de riesgos derivados de exposición a ruidos.	RD 1316/89	27/10/1989	M.Trab.	02/11/1989
Disposiciones mín. seg. Y salud sobre manipulación manual de cargas.	RD 487/97	23/04/1997	M.Trab.	23/04/1997
Reglamentos sobre trabajos con riesgo de amianto.	Orden	31/10/1984	M.Trab.	07/11/1984
Corrección de errores.				22/11/1984
Normas complementarias.	Orden	07/01/1987	M.Trab.	15/01/1987
Modelo libro de registro.	Orden	22/12/1987	M.Trab.	29/12/1987
Estatuto de los trabajadores.	Ley 8/80	01/03/1980	M.Trab.	
Regulación de la jornada laboral.	RD 2001/83	28/07/1983		03/08/1983
Formación de comités de seguridad.	D. 423/71	11/03/1971	M.Trab.	16/03/1971

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPI)

Condiciones comerc. Y libre circulación de EPI.	RD 1407/92	20/11/1992	MRCor.	28/12/1992
---	------------	------------	--------	------------

6. Estudio básico de seguridad y salud

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



Miguel Onwu Villafranca

Modificación: Marcado "CE" de conformidad y año de colocación.	RD 159/95	03/02/1995		08/03/1995
Modificación RD 159/95.	Orden	20/03/1997		06/03/1997
Disp. Mínimas de seg. Y salud de equipos de protección individual.	TD 773/97	30/05/1997	M. Presid.	12/06/1997
EPI contra caída de altura. Disp. De descenso.	UNEEN341	22/05/1997	AENOR	23/06/1997
Requisitos y método de ensayo: calzado seguridad/protección/trabajo.	UNEEN344/ A1	20/10/1997	AENOR	07/11/1997
Especificaciones calzado seguridad uso profesional.	UNEEN345/ A1	20/10/1997	AENOR	08/11/1997
Especificaciones calzado protección uso profesional.	UNEEN346/ A1	21/10/1997	AENOR	09/11/1997
Especificaciones calzado trabajo uso profesional.	UNEEN347/ A1	22/10/1997	AENOR	10/11/1997

INSTALACIONES Y EQUIPOS DE OBRA.

Disp. Mínimas de seg. Y salud para utilización de los equipos de trabajo.	RD 1215/97	18/07/1997	M. Trab.	18/07/1997
MIE-BT-028 del REBT	Orden	31/10/1973	MI	27/12/1973
ITC MIE-AEM 3 Carretillas automotoras de manutención.	Orden	26/05/1989	MIE	09/06/1989
Reglamento de aparatos elevadores para obras.	Orden	23/05/1977	MI	14/06/1977
Corrección de errores.				18/07/1977
Modificación.	Orden	07/03/1981	MIE	14/03/1981
Modificación.	Orden	16/11/1981	P. Gob.	21/07/1986
Reglamento Seguridad en las Máquinas.	RD 1495/86	23/05/1986	P. Gob.	21/07/1986
Corrección de errores.				04/10/1986
Modificación.	RD 590/89	19/05/1989	M.R.Cor.	19/05/1989
Modificaciones en la ITC MSG-SM-1.	Orden	08/04/1991	M.R.Cor.	11/04/1991
Modificación. (Adaptación a directivas de la CEE).	RD 830/91	24/05/1991	M.R.Cor.	31/05/1991

6. Estudio básico de seguridad y salud

Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



Regulación potencia acústica de maquinarias	RD 245/89	27/02/1989	MIE	11/03/1989
Ampliación y nuevas especificaciones	RD 71/92	31/01/1992	MIE	06/02/1992
Requisitos de seguridad y salud en máquinas	RD 1435/92	27/11/1992	M.R.Cor.	07/07/1988
ITC MIE-AEM 2 Grúas. Torres desmontables para obra.	Orden	28/06/1988	MIE	07/07/1988
Corrección de errores, Orden 28-06-88				05/10/1988
ITC MIE-AEM 4 Grúas, móviles autopropulsadas usadas	RD 2370/96	18/11/1996	MIE	24/12/1996

6. Estudio básico de seguridad y salud

Miguel Onwu Villafranca

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



VALTIERRA, 20 DE JUNIO DE 2014

MIGUEL ONWU VILAFRANCA