



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

TRABAJO FIN DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN CON APOYO FOTOVOLTAICO DE 100kW EN UN IES SITUADO EN ALBORAYA

AUTOR: CARLOS GINER LLOPIS

TUTOR: CARLOS ROLDÁN BLAY

Selección: CARLOS ROLDÁN PORTA

Curso Académico: 2018-19



ÍNDICE:

CAPÍTULO 1: MEMORIA	3
CAPÍTULO 2: CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS	14
CAPÍTULO 3: ESTUDIO LUMINOTÉCNICO CON DIALUX	35
CAPÍTULO 4: PRESUPUESTO	57
CAPÍTULO 5: PLANOS	67

CAPÍTULO 1: MEMORIA

ÍNDICE:

1	Objeto del proyecto	4
2	Contrato de mantenimiento	4
3	Emplazamiento y Distribución	4
4	Centro de Transformación	4
5	Potencia prevista	5
6	Descripción de las instalaciones de enlace	5
	6.1 Acometida	5
	6.2 Caja de protección y medida	6
	6.3 Puesta a tierra	6
	6.4 Derivación individual	6
	6.5 Dispositivos de mando y protección	6
	6.6 Conductores	7
7	Descripción de la instalación interior.....	8
	7.1 Clasificación y características de la instalación según riesgo de las dependencias de los locales	
	7.1.1 Locales de pública concurrencia	8
	7.1.2 Locales húmedos y mojados	8
	7.2 Cuadro general de distribución.....	8
	7.3 Líneas de distribución y canalización	9
	7.3.1 Sistema de instalación	9
	7.3.2 Longitud, sección y diámetro tubo	9
	7.3.3 Número de circuitos y utilización	10
8	Alumbrados especiales	11
	8.1 Alumbrado emergencia	11
	8.2 Alumbrado antipánico	11
9	Línea de puesta a tierra	11
	9.1 Tomas a tierra	11
	9.2 Conductores de protección	11
	9.3 Conductores de equipotencialidad	12
10	Generadores Fotovoltaicos	13
	10.1 Panel	13
	10.2 Sistema Colocación	13
	10.3 Aparamenta	13

1. OBJETO DEL PROYECTO

La finalidad de este proyecto es el desarrollo de la instalación eléctrica en baja tensión y el estudio luminotécnico para cada local del edificio de educación secundaria, además de la instalación de paneles fotovoltaicos para el abastecimiento parcial de la instalación.

La instalación de baja tensión deberá reunir las siguientes condiciones legales, técnicas y de seguridad.

Reglamentos y disposiciones consideradas.

- **Documento Básico DB HE Ahorro de Energía**, Código Técnico de la Edificación. (Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo).
- **Documento Básico DB SI Seguridad en caso de Incendio**, Código Técnico de la Edificación. (Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo).
- **Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias**. (Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto).

2. CONTRATO DE MANTENIMIENTO

Cómo se trata de una instalación en un local de pública concurrencia, si está sujeta a contrato de mantenimiento.

3. EMPLAZAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN

El edificio de educación secundaria se encuentra en el “Camí Vell d’Alboraià”, en la ciudad de Valencia.

- El edificio consta de dos plantas:

La primera está constituida principalmente por el gimnasio, el salón, despachos y el hall.

La planta primera está constituida mayormente por laboratorios y clases.

- La parte superior del edificio la ocupan un total de 318 paneles fotovoltaicos con su respectiva aparamenta.

4. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

El proyecto incluirá un centro de transformación de abonado para abastecer las necesidades de la instalación. El diseño del centro de transformación no procede en este proyecto, pero se situará en una zona fácilmente accesible desde el exterior del edificio.

5. POTENCIA PREVISTA

Tabla 1

Local	N.º	Consumo/Local (W)	Consumo Total (W)
Clase	15	1.605	4.815
Despacho	12	1.000	8.000
Baño	4	1.541	3.082
Salón	1	21.900	21.900
Laboratorio	4	3.425	6.850
Informática	4	1.575	1.575
Comedor	1	1.565	1.565
Cocina	1	8.540	8.540
Gym	2	1.658	3.316
Vestuario	2	2.885	5.770
Servidor	1	2.960	2.960
Sala C. General	1	200	200
Suma			106.490 W

La potencia instalada es de **106,49 kW**, pero la intensidad de diseño calculada más adelante es de **258,88 A**, que corresponde con una sección de **150 mm²**.

6. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES DE ENLACE

En lo que se refiere a la instalación eléctrica, el edificio se clasifica dentro del grupo llamado “*Locales de reunión, trabajo y usos sanitarios de pública concurrencia*”, según la instrucción **ITC-BT-28** y por tanto cumple con las características de dicha instrucción.

6.1. Acometida

El suministro de energía se realizará desde el centro de transformación hasta la Caja de Protección y Medida (CPM) mediante una acometida subterránea formada por dos cables, de forma que se dividan la corriente.

La línea está regulada por el ITC-BT-11. Los conductores del suministro serán de aluminio RZ1-K 0,6/1 kV con las siguientes características:

- Color según UNE 21089 y HD 308 S2 (marcados con colores para menos de cinco Conductores).
- No propagación de la llama según UNE-EN 60332-1-2, EN 60332-1-2.
- Bajo contenido de halógenos según UNE-EN 50267, EN 50267 e IEC 60754.
- El uso de polietileno reticulado (XLPE) admite una mayor densidad de corriente, a igualdad de sección, respecto al aislamiento con PVC.

6.2. Caja general de protección y medida

La instalación de la Caja de Protección y Medida (CPM) está regulada por los apartados del ITC-BT-13.

Debe ser instalada en la fachada exterior del edificio, en un lugar fácilmente accesible y de permanente acceso. Se instalará en un nicho en pared con una puerta metálica con grado de protección IK 10 según la UNA-EN 50102.

La CPM cumplirá todo lo que indican las siguientes normas:

- Todo lo que sobre el particular se indica en la Norma UNE-EN 60.439-1.
- Tendrá grado de inflamabilidad según la Norma UNE-EN 60.439-3.
- Tendrán grado de protección IK 08 según la Norma UNE-EN 50.102.

La CPM deberá tener ventilación con el fin de evitar la formación de condensaciones.

6.3. Puesta a tierra

El CPM estará conectado a tierra mediante una pica de cobre de 2 metros de longitud y 14 mm de diámetro.

6.4. Derivación individual

Desde la CPM se realizará la derivación individual hasta el **Cuadro General de Mando y Protección** mediante cable unipolar en conducto enterrado hasta el interior del edificio.

- Conductor de cobre unipolar y aislado con XLPE.
- 3 conductores de fase de 70 mm² y un neutro de 35 mm².
- El conductor de protección será de 35 mm².

La línea está regulada por el ITC-BT-11. Los conductores del suministro serán de aluminio RZ1-K 0,6/1 kV con las siguientes características:

- Color según UNE 21089 y HD 308 S2 (marcados con colores para menos de cinco Conductores).
- No propagación de la llama según UNE-EN 60332-1-2, EN 60332-1-2.
- Bajo contenido de halógenos según UNE-EN 50267, EN 50267 e IEC 60754.
- El uso de polietileno reticulado (XLPE) admite una mayor densidad de corriente, a igualdad de sección, respecto al aislamiento con PVC.

6.5. Dispositivos de mando y protección

El Cuadro General de Mando y Protección se situará lo más cerca posible de la derivación individual, en un local propio a la entrada del instituto. Se situará a 1,8 m del suelo y se tomarán las medidas necesarias para que solo puedan acceder a él los usuarios autorizados.

Deberá existir un interruptor general automático de corte omnipolar con poder de corte suficiente para cortar una corriente de cortocircuito mínima de 4,5kA.

6.6. Conductores

En esta instalación se emplearán cables de cobre aislados con RZ1 06/1, antillana y no propagadores de incendio de acuerdo con la norma UNE 21.123. Además, deberán tener baja emisión de humos opacos y gases tóxicos, nulo en gases corrosivos y libres de halógenos cumpliendo siempre con las normas internacionales.

La sección de los cables estará condicionada por la intensidad de diseño y la caída de tensión máxima admitida. Para la derivación individual se permitirá una caída de tensión máxima del 0,5%. En la línea que conecta el CGMP con el Cuadro Secundario del primer piso se permitirá una caída de tensión del 1%. Siendo la caída de tensión máxima total permitida para luminarias del 3% y para otros usos del 6,5% desde el centro de transformación.

Para la sección del conductor neutro se tendrán en cuenta el máximo desequilibrio que puede preverse las corrientes armónicas y su comportamiento en función de las condiciones establecidas ante las sobrecargas y cortocircuitos que pudieran presentarse.

Secciones (mm ²)		Diámetro exterior de los tubos (mm)
FASE	NEUTRO	
10	10	75
16	16	75
25	16	110
35	16	110
50	25	125
70	35	140
95	50	140
120	70	160
150	70	160
185	95	180
240	120	200

Tabla 2

Los conductores de protección sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación a la toma a tierra, y tendrán una sección mínima igual a la establecida en la siguiente tabla ITC-BT-18.

Sección de los conductores de fase de la instalación S_F (mm ²)	Sección mínima de los conductores de protección S_P (mm ²)
$S_F \leq 16$	$S_P = S_F$
$16 < S_F \leq 35$	$S_P = 16$
$S_F > 35$	$S_P = S_F / 2$

Tabla 3

La sección de los conductores a tierra no deberá ser inferior a la mínima exigida para los conductores de protección definidos en la siguiente tabla ITC-BT-18.

TIPO	Protegido mecánicamente	No protegido mecánicamente
Protegido contra la corrosión	Igual que conductor de protección	16 mm ² Cu 16 mm ² Acero Galv.
No protegido contra la corrosión	25 mm ² Cu 50 mm ² Fe	

Tabla 4

Todos los conductores de la instalación serán fácilmente distinguibles. El conductor de protección será verde y amarillo. El conductor neutro se identificará de color blanco, y los conductores de fase serán de color negro, rojo y azul.

7. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN INTERIOR

La instalación tiene como objetivo suministrar energía al alumbrado y cargas del edificio. Además, dotarlo de una serie de cuadros de protección y distribución que se ajuste a las potencias instaladas.

7.1. Clasificación y características de la instalación según riesgo de la dependencia de los locales

7.1.1 Locales de pública concurrencia

En lo que se refiere a la instalación eléctrica el local se clasifica dentro del grupo llamado “Locales de Reunión, Trabajo y Usos Sanitarios” de pública concurrencia, como dice la instrucción ITC-BT-25 y por tanto cumplirá con sus características.

7.1.2 Locales húmedos

Se consideran locales húmedos aquellos que contienen humedad, tales como los aseos y vestuarios. Los conductores discurrirán por el interior de tubos empotrados, según la instrucción ITC-BT-21.

7.1.3 Locales mojados

Los aseos que tengan duchas según el apartado 2 del ITC-BT-27, se consideran como locales mojados, por lo que su instalación deberá cumplir con la norma de dicha instrucción.

7.2 Cuadro general de mando y de protección

El cuadro General de mando y protección, cuya posición de servicio será vertical, se ubicará en el interior de un cuadro distribución de donde partirán los circuitos interiores.

Las envolventes de los cuadros se ajustarán a las normas UNE 20.451 y UNE-EN 60.439-3 con grado de protección mínimo IP 30 según UNE 20324 e IK 07 según UNE-EN 50.102.

Los dispositivos generales de mando y protección serán los siguientes:

- Un interruptor general automático de corte omnipolar a la entrada desde la derivación individual, que permita su accionamiento manual.
- Un interruptor diferencial general, destinado a la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos.
- Dispositivos de corte omnipolar, destinados a la protección cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores del local.
- Debido a que la instalación tiene bajo riesgo de sobretensión (alimentada por red subterránea), se considera suficiente la resistencia a sobretensiones de los equipos. Por tanto, no se requerirá protección adicional contra sobretensiones.

Del CGMP partirán circuitos a los siguientes cuadros secundarios, con su correspondiente apartamiento de mando y protección. Estos tendrán las mismas características que el CGMP:

- Cuadro secundario Laboratorios.
- Cuadro secundario Cocina y Comedor.
- Cuadro secundario Salón.
- Cuadro secundario Primer Piso

Y del Cuadro Secundario del Primer Piso parte una línea al Cuadro Secundario de los Laboratorios del primer piso.

7.3 LÍNEAS DE DISTRIBUCION Y CANALIZACIÓN

7.3.1 Sistema de instalación

La instalación se realizará mediante conductores de cobre aislados con RZ1 06/1. El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo el perímetro de los locales. Los cables irán metidos en tubos de PVC de fácil introducción y retirada.

Las conexiones entre conductores se deberán realizar dentro de cajas apropiadas. Los tubos se colocarán de manera que se adapten a la superficie en la que se instalan, además se recomienda que estén a una altura mínima de 2,5 m.

7.3.2. Longitud, sección y diámetro del tubo

La longitud de los circuitos será la distancia entre el cuadro que lo controle y el elemento más alejado.

La sección deberá de cumplir el Criterio Térmico y deberá tener una caída de tensión inferior a la permitida por la REBT.

El diámetro del tubo de protección se muestra en la siguiente tabla:

Sección nominal de los conductores unipolares (mm ²)	Diámetro exterior de los tubos (mm)				
	Número de conductores				
	1	2	3	4	5
1,5	12	12	16	16	16
2,5	12	12	16	16	20
4	12	16	20	20	20
6	12	16	20	20	25
10	16	20	25	32	32
16	16	25	32	32	32
25	20	32	32	40	40
35	25	32	40	40	50
50	25	40	50	50	50
70	32	40	50	63	63
95	32	50	63	63	75
120	40	50	63	75	75
150	40	63	75	75	
185	50	63	75		
240	50	75			

Tabla 5

7.3.3 Número de circuitos y utilización

Las instalaciones estarán subdivididas para que el fallo de uno de los circuitos no afecte a todo el local. Además, se instalará un Cuadro Secundario en las zonas dónde se requiera gran potencia y dónde el uso sea muy distinto.

Los dispositivos de protección generales de cada línea que se encuentren aguas arriba estarán debidamente retrasados de los dispositivos aguas abajo.

Se deberán instalarán tres circuitos independientes para abastecer las luminarias según la Instrucción ITC-BT-28 del reglamento, de este modo el fallo de una de las líneas permitirá el uso normal del local.

8 ALUMBRADOS ESPECIALES

8.1 Alumbrado de emergencia

El alumbrado de emergencia tiene 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.

La alimentación del alumbrado será automática y de corte breve.

8.2 Alumbrado antipánico o ambiente

Proporciona una iluminación constante de ambiente que permite a los ocupantes identificar y acceder a las rutas de evacuación e identificar obstáculos.

Debe proporcionar una iluminancia mínima de 0,5 lux en todo el espacio considerado, además debe poder funcionar, como mínimo durante un hora, cuando se produzca un fallo en la alimentación normal. Este tipo de iluminación se dispondrá en el Salón.

9 LÍNEA DE PUESTA A TIERRA

Las puestas a tierra se establecen principalmente con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas ITC-BT-18.

9.1 Tomas a tierra

La toma a tierra estará constituida por un conductor de cobre que bordeará todo el edificio a una profundidad de 1m, para que la posible pérdida de humedad del suelo u otros efectos climáticos no afecten a la resistencia de la toma de tierra. El conductor de cobre utilizado como electrodo será de construcción y resistencia eléctrica según la clase 2 de la norma UNE 21.002.

9.2 Conductores de protección

Estos conductores unen eléctricamente las masas metálicas a la línea principal de tierra. La sección de los conductores de tierra será la indicada en la tabla ITC-BT-18.

Sección de los conductores de fase de la instalación S_F (mm ²)	Sección mínima de los conductores de protección S_P (mm ²)
$S_F \leq 16$	$S_P = S_F$
$16 < S_F \leq 35$	$S_P = 16$
$S_F > 35$	$S_P = S_F / 2$

Tabla 6

Los conductores de protección deben de estar convenientemente protegidos contra deterioros mecánicos, químicos, electroquímicos y electrodinámicos. Las conexiones deben de ser accesibles para verificaciones y ensayos.

9.3 Conductores de equipotencialidad

El conductor principal de equipotencialidad debe tener una sección no inferior a la mitad de la del conductor de protección de sección mayor, con un mínimo de 6 mm^2 . Sin embargo, su sección puede ser reducida a $2,5 \text{ mm}^2$ si es de cobre.

La unión de equipotencialidad suplementaria puede estar asegurada, bien por elementos conductores no desmontables, tales como estructuras metálicas no desmontables, bien por conductores suplementarios, o por combinación de los dos.

10 GENERADORES FOTOVOLTAICOS

10.1 Panel

Es el encargado de captar la radiación solar para el aprovechamiento de la misma. Se ha optado por usar el panel “Talesun Policristalino” de la marca “AutoSolar”, con una potencia de 320W y una eficiencia de conversión máxima de 16.5 %. Sus características se muestran en la siguiente tabla:

Potencia Máxima	320 W
Voltaje en funcionamiento	37.1 V
Corriente en funcionamiento	8.63 A
Voltaje en Circuito Abierto	45.5 V
Corriente de Cortocircuito	9.16 A

Tabla 6. 1

10.2 Sistema de Colocación

El sistema de orientación será de ángulo fijo, eligiendo el ángulo más eficiente para las coordenadas en las que se llevará a cabo el proyecto. Para determinar el ángulo de posicionamiento usaremos el “Photovoltaic Geographical Information System” de la Comisión Europea.

Los cálculos y esquemas de montaje se encuentran en el Capítulo 2 del proyecto.

10.3 Aparamenta

Inversor

Su papel es el de transformar la corriente continua generada por los paneles fotovoltaicos en corriente alterna que llegará al Cuadro General de Mando y Protección. Se han seleccionado dos inversores de la marca “INGECON” que se ajustan a las necesidades de la instalación. En la tabla se muestran las características del inversor “40TL M480” de la marca:

Rango Potencia	41.2 – 53.6 kW
Rango de Tensión	200 – 820 V
Tensión Máxima	1000 V
Corriente Máxima	40 A
Número de Entradas	5

Tabla 6. 2

Cableado

El cableado se realizará de la misma manera que la instalación de baja tensión. Mediante conductores de cobre protegidos con XLPE y encerrados en tubo de PVC. La línea que conecta la Instalación Fotovoltaica y el C.G.M.P estará formada por dos conductores que bajarán desde la azotea hasta el C.G.M.P. de la Planta Baja, por dentro del tubo de mampostería atornillado a la fachada del edificio.

CAPÍTULO 2: CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

ÍNDICE:

1	Tensión Nominal y Caída de Tensión Admisible	15
2	Fórmulas utilizadas	16
2.1	Cálculo de la Sección por Criterio Térmico	16
2.2	Comprobación de Caída de Tensión Admisible	16
2.3	Cálculo de las Corriente de Cortocircuito	17
3	Potencia de cálculo	19
4	Cálculos eléctricos	20
4.1	Criterio Térmico líneas a Cuadros Secundarios	20
4.2	Criterio Térmico Luminarias y Tomas de Corriente	21
4.3	Criterio Caída de Tensión líneas a Cuadros Secundarios	24
4.4	Criterio Caída de Tensión en Luminarias y Tomas de Corriente	25
4.5	Selección de las Protecciones.....	28
4.5.1	Sobrecargas y Cortocircuitos	28
4.5.2	Sobreintensidades	31
4.5.3	Armónicos	31
4.6	Puesta a Tierra	31
4.7	Instalación Fotovoltaica.....	32
4.7.1	Colocación	32
4.7.2	Sección Cables	33

1. TENSIÓN NOMINAL Y CAÍDA DE TENSIÓN ADMISIBLE

Tensión nominal: 400/230 V a frecuencia normalizada 50 Hz.

De acuerdo con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, la sección de los conductores a utilizar se determinará de manera que la caída de tensión entre el origen de la instalación interior y cualquier punto de utilización sea menor que:

- 3 % Para alumbrado ITC-BT-19.
- 5 % Para otros usos ITC-BT-19.
- 1 % Para la Derivación Individual ITC-BT-07.

Para el cálculo de las caídas de tensión se han utilizado las siguientes fórmulas:

Para las luminarias y tomas de corriente que parten de los cuadros se utilizará la fórmula para líneas de sección uniforme con múltiples cargas, debido a que es la más ajustada para este caso:

$$\Delta U = \frac{R_u}{U_n} \cdot [L_1 P_1 + L_2 P_2 + L_3 P_3 + \dots] + \frac{X_u}{U_n} \cdot [L_1 Q_1 + L_2 Q_2 + L_3 Q_3 + \dots] \quad \text{Ecuación 1}$$

Para las líneas que conectar Cuadros de Mando y Protección utilizaremos la expresión de la caída de tensión en función de la potencia. Debido a que las secciones de los conductores no son excesivamente grandes (hasta 95 mm² en conductores de cobre) el sumando correspondiente a la resistencia tiene un peso mayor que la reactancia. Por tanto, despreciaremos el valor de la reactancia.

- Para línea monofásica:

$$\Delta U = \frac{L \cdot \rho \cdot P}{S \cdot U_n} \cdot 200 \quad \text{Ecuación 2}$$

- Para línea trifásica:

$$\Delta U = \frac{L \cdot \rho \cdot P}{S \cdot U_n} \cdot 100 \quad \text{Ecuación 3}$$

R_u : Resistencia unitaria del conductor, por unidad de longitud.

X_u : Resistividad unitaria del conductor, por unidad de longitud (0,0001 Ω/m).

L_A : Longitud desde origen de la línea hasta elemento de potencia P_A y Q_A .

ρ : Resistividad del cobre, en nuestro caso para 90°C.

S : Sección del conductor.

2. FÓRMULAS UTILIZADAS

Para el cálculo de las secciones de los conductores seguiremos los siguientes pasos:

- Cálculo de la sección por Criterio Térmico.
- Cálculo de la sección en función de la Caída de Tensión.

2.1 Cálculo de la Sección por Criterio Térmico.

La Sección Mínima Normalizada y la Máxima Intensidad Admisible Normalizada se obtienen de la tabla A52-1 de la Instrucción ITC-BT-19 del Reglamento de Baja Tensión, que cumple con la norma UNE 20460 5.523.

Para Líneas Monofásicas A52-1 Columna 10 (Mampostería).

Para Líneas Trifásicas A52-1 Columna 8 (Mampostería).

Primero calculamos la intensidad de diseño:

- Para luminarias (1,8 está destinado a lámparas de descarga. Al no situarse las lámparas led dentro de este grupo, ni en el de las lámparas incandescentes, optaremos por usar este valor porque es el más desfavorable):

$$I_b = 1,8 \cdot \frac{P_T}{230 \cdot 0,8} \quad \text{Ecuación 4}$$

- Para motores trifásicos (Aire Acondicionado, Nevera, Lavavajillas):

$$I_b = 1,25 \cdot \frac{P_1}{400 \cdot \sqrt{3} \cdot 0,8} + \frac{P_2}{400 \cdot \sqrt{3} \cdot 0,8} + \frac{P_3}{400 \cdot \sqrt{3} \cdot 0,8} + \dots \quad \text{Ecuación 5}$$

- Para otros usos (Tomas de Corriente, Horno, Microondas):

$$I_b = 1 \cdot \frac{P_T}{230 \cdot 0,8} \quad \text{Ecuación 6}$$

Una vez calculada la Intensidad de diseño que circulará por el conductor, aplicamos los factores de corrección de la Instrucción ITC-BT-19.

- Para una Temperatura Ambiente de 40°C (Más desfavorable para Valencia):
 $K_T = 0,91$ (Tabla 52-D1).
- Para la agrupación de cables:
Ka distinta en cada caso (Tabla 52-E1).

Buscamos en la tabla el valor directamente superior al calculado con la fórmula:

$$I_z = I_b \cdot K_a \cdot K_T \quad \text{Ecuación 7}$$

Ahora que tenemos la sección deseada, podemos calcular la Intensidad Admisible aplicando la fórmula anterior de forma inversa:

$$I_{adm} = \frac{I_{Tabla}}{K_a \cdot K_T} \quad \text{Ecuación 8}$$

2.2 Comprobación de Caída de Tensión Admisible.

Para el cálculo de la sección por Caída de Tensión supondremos los cables a una temperatura de 90°C, que corresponde con la temperatura normal de funcionamiento para cables de cobre aislados con XLPE. La resistencia para conductores de cobre se calcula con la siguiente fórmula, que depende de la temperatura T:

$$R(T) = \rho_{20} \cdot \frac{234,5 + T}{254,5} \cdot \frac{L}{S} \quad (\Omega); \text{ siendo } \rho_{20} = 0,01724 \left(\Omega \cdot \frac{\text{mm}^2}{\text{m}} \right) \quad \text{Ecuación 9}$$

La Resistividad considerada tendrá un valor de: $X = 0.0001 \quad (\Omega)$

Para obtener la sección mínima que cumplirá con la caída de tensión admisible debemos aplicar las siguientes fórmulas.

- Para el caso de las luminarias: *Ecuación 10*

$$\Delta U = \frac{R_u}{U_n} \cdot [L_1 P_1 + L_2 P_2 + L_3 P_3 + \dots] + \frac{X_u}{U_n} \cdot [L_1 Q_1 + L_2 Q_2 + L_3 Q_3 + \dots]$$

- Para las líneas que conectan Cuadros de Mando y Protección con elementos de potencia:
 - Para línea monofásica:

$$\Delta U = \frac{L \cdot \rho \cdot P}{S \cdot U_n} \cdot 200 \quad \text{Ecuación 11}$$

- Para línea trifásica:

$$\Delta U = \frac{L \cdot \rho \cdot P}{S \cdot U_n} \cdot 100 \quad \text{Ecuación 12}$$

2.3 Cálculo de las Corrientes de Cortocircuito

El cálculo de las corrientes de cortocircuito sirve para seleccionar correctamente las protecciones. La corriente que se genera en cierto punto de la instalación depende de la impedancia generada por la línea, de modo que podemos calcular la intensidad en cada punto por medio del siguiente método. La impedancia del transformador es dada por el fabricante ($R_{Tr} = 6,77 \text{ m}\Omega$; $X_{Tr} = 37,94 \text{ m}\Omega$).

- Primero calcularemos la impedancia generada por la línea de distribución:

$$Z_L = \frac{1,1 \cdot 20.000^2}{350 \cdot 10^6} \quad (\text{m}\Omega) ; \quad X_L = 0,995 \cdot Z_L \quad (\text{m}\Omega) ; \quad R_L = 0,1 \cdot X_L \quad (\text{m}\Omega)$$

Ecuación 13

Ecuación 14

Ecuación 15

- Después calcularemos la impedancia de la instalación (en mΩ), que cómo hemos visto en la comprobación del criterio de la caída de tensión, dependerá de la temperatura, sección y longitud.

La impedancia total en el punto dónde se produzca el cortocircuito se obtendrá a partir de la resistencia total y la reactiva total del cableado hasta dicho punto:

$$Z_T = \sqrt{R_T^2 + X_T^2} \quad \text{Ecuación 16}$$

- Una vez calculada la impedancia, calculamos la corriente inicial simétrica:
 - Contacto entre Fases:

$$I_{cc} = \frac{U_L}{\sqrt{3} \cdot Z_T} \quad \text{Ecuación 17}$$

- Contacto entre Fase y Neutro:

$$I_{cc} = \frac{U_F}{2 \cdot Z_T} \quad \text{Ecuación 18}$$

U_L : Tensión Compuesta 400V.

U_F : Tensión Simple 230V.

- A continuación, calcularemos la corriente máxima asimétrica:

$$I_{cc,max} = \sqrt{2} \cdot X \cdot I_k \quad (\text{kA}) \quad \text{Ecuación 19}$$

$$X = f(\Sigma R_L / \Sigma X_L) \quad \text{Ecuación 20}$$

- Y la corriente de cortocircuito mínima (Para circuitos con Neutro Distribuido):

$$I_{cc,min} = 0,333 \cdot I_k \quad ; \quad \text{Si } S_n = 0,5 \cdot S_f \quad \text{Ecuación 21}$$

$$I_{cc,min} = 0,5 \cdot I_k \quad ; \quad \text{Si } S_n = S_f \quad \text{Ecuación 22}$$

Se tendrá en cuenta la intensidad mínima de cortocircuito para determinar la sensibilidad del Interruptor Automático, ya que deberá cortar tanto la $I_{cc,max}$ como la mínima $I_{cc,min}$ posible en la línea en la que opera.

Los dispositivos seleccionados para el corte de la corriente de cortocircuito deberán tener un poder de corte superior a la intensidad prevista de cortocircuito y deberán actuar en un intervalo de tiempo que no permita que los cables alcancen su temperatura máxima permitida. Para ello deberán cumplir con la siguiente condición:

$$(I^2 \cdot t)_{Dispositivo} \leq (I^2 \cdot t)_{adm} = (K \cdot S)^2 \quad \text{Ecuación 23}$$

Siendo $K = 143$ para conductor de cobre con aislamiento XLPE.

3. POTENCIA DE CÁLCULO

La Potencia Normal hace referencia a la que se obtiene aplicando el coeficiente de simultaneidad en las Tomas de Corriente y Luminarias, “0,05” y “1” respectivamente.

La Potencia Máxima es la obtenida al usar todas las tomas de corriente simultáneamente.

Para el cálculo de nuestra instalación tomaremos cómo potencia de cálculo la Normal.

Tabla 7

	Cantidad	Potencia/Local (W)		Potencia Total (W)	
		Máxima	Normal	Máxima	Normal
Planta Baja					
Clases	3	1.605	953	4.815	2.858
Despachos	8	1.000	905	8.000	7.240
Baños	2	1.541	1.446	3.082	2.892
Salón	1	21.900	21.235	21.900	21.235
Laboratorio	2	3.425	3.140	6.850	6.280
Informática	1	1.575	1.290	1.575	1.290
Comedor	1	1.565	1.185	1.565	1.185
Cocina	1	8.540	8.445	8.540	8.445
Gym	2	1.658	1.468	3.316	2.936
Vestuarios	2	2.885	2.743	5.770	5.485
Servidores	1	2.960	2.770	2.960	2.770
Sala CGMP	1	350	160	350	160
Biblioteca	1	2.530	1.580	2.530	1.580
Hall	1	710	520	710	520
Sala Común	1	1.160	970	1.160	970
Piso 1					
Clases	12	1.605	953	19.260	11.430
Despachos	4	1.000	905	4.000	3.620
Baños	2	1.541	1.446	3.082	2.892
Laboratorio	2	3.425	3.140	6.850	6.280
Informática	3	1.575	1.290	4.725	3.870
Total (PB + P1)		76.092	68.780	111.040	93.938

4. CÁLCULOS ELÉCTRICOS

4.1 Criterio Térmico Líneas a Cuadros Secundarios.

- De Centro Transformación a C.G.M.P, y de C.G.M.P a Cuadro 1º Piso. $K_a=0,73$

<i>Tabla 8</i>	W	I _b (A)	Buscar en Tabla	I _{Tabla} (A)	S (mm ²)	I _{adm} (A)
De C.T a C.G.M.P	93.938	169,484	258,675	299	120	198,626
De C.G.M.P a Cuadro 1º Piso	45.320	81,767	124,797	137	35	89,762

- De Cuadro Primer Piso a Cuadro Laboratorios Primer Piso. $K_a=0,73$

<i>Tabla 9</i>	W	I _b (A)	Buscar en Tabla	I _{Tabla} (A)	S (mm ²)	I _{adm} (A)
Luminarias (3 Líneas)	295	2,885	4,404	24	1,5	15,724
Aire y Nevera	730	1,632	2,492	33	2,5	21,621
Horno y T.C.	2150	11,684	17,833	33	2,5	21,621
Total		29,521	45,056	46	6	30,1392

- De Cuadro General a Cuadro Cocina y Comedor. $K_a=0,73$

<i>Tabla 10</i>	W	I _b (A)	Buscar en Tabla	I _{Tabla} (A)	S (mm ²)	I _{adm} (A)
Luminarias (3 Líneas)	235	2,299	3,509	24	1,5	15,725
T.C. y Horno	1700	9,239	14,101	33	2,5	21,622
Aire x 2 , Nevera y Lava	3500	7,217	11,015	33	2,5	21,622
Microondas	2100	11,413	17,419	33	2,5	21,622
Microondas	2100	11,413	17,419	33	2,5	21,622
Total		41,581	63,463	85	16	55,692

- De Cuadro General a Laboratorios Planta Baja. $K_a=0,73$

<i>Tabla 11</i>	W	I _b (A)	Buscar en Tabla	I _{Tabla} (A)	S (mm ²)	I _{adm} (A)
Luminarias (3 Líneas)	295	2,739	4,181	24	1,5	15,725
Aire y Nevera	730	1,633	2,492	33	2,5	21,622
Horno y T.C.	2150	11,685	17,834	33	2,5	21,622
Total		29,374	44,832	46	6	30,139

- De Cuadro General a Salón. $K_a=0,73$

<i>Tabla 12</i>	W	I _b (A)	Buscar en Tabla	I _{Tabla} (A)	S (mm ²)	I _{adm} (A)
Luminarias (3 Líneas)	580	5,674	8,660	24	1,5	15,725
T.C.	900	4,891	7,465	33	2,5	21,622
Aire	20000	45,105	68,842	85	16	55.692
Total		55,671	84,968	85	16	55,692

Desde cada Cuadro Secundario parten líneas de Alumbrado ($1,5 \text{ mm}^2$) y líneas para Tomas de Corriente ($2,5 \text{ mm}^2$). Además, desde el Cuadro Secundario del Salón parte una línea independiente para el Aire Acondicionado, debido a su gran potencia (10 mm^2). Los cálculos para estas líneas no son necesarios, ya que la potencia es mucho menor que en los casos en los que se cumplen los criterios Térmicos y de Caída de Tensión.

4.2 Criterio Térmico Luminarias y Tomas de Corriente

Los circuitos que abastecen las Luminarias y las Tomas de Corriente de los locales de la planta baja y primer piso parten del propio “Cuadro General de Mando y Protección” y del “Cuadro del Primer Piso” respectivamente.

Para las luminarias, dividiremos los locales en tres grupos para que la intensidad demandada no supere los 10A. A su vez, cada local dispondrá de tres líneas independientes con el objetivo de asegurar el normal funcionamiento del local si una de ellas falla.

- Luminarias Planta Baja. $K_a=0,75$

<i>Tabla 13</i>	W	I_b (A)	Buscar en Tabla	I_{Tabla} (A)	S (mm^2)	I_{adm} (A)
Líneas Grupo 1	822	8,041	12,273	23	1,5	15,070
Líneas Grupo 2	942	9,215	14,065	23	1,5	15,070
Líneas Grupo 3	837	8,188	12,497	23	1,5	15,070

- Luminarias Primer Piso. $K_a=0,75$

<i>Tabla 14</i>	W	I_b (A)	Buscar en Tabla	I_{Tabla} (A)	S (mm^2)	I_{adm} (A)
Líneas Grupo 1	757	7,405	11,303	23	1,5	15,070
Líneas Grupo 2	720	7,043	10,750	23	1,5	15,070
Líneas Grupo 3	697	6,818	10,407	23	1,5	15,070

Para las Tomas de Corriente no se requieren tres líneas independientes, las cargas se dividirán en siete grupos de manera que la intensidad de diseño (I_b) no supere los 16A.

Tabla 15

Planta Baja (A)	
Línea 1	13,126
Línea 2	13,249
Línea 3	14,103
Línea 4	14,064
Línea 5	13,112
Línea 6	14,945
Línea 7	14,945

Tabla 16

Primer Piso (A)	
Línea 1	14,702
Línea 2	14,865
Línea 3	14,946
Línea 4	14,946
Línea 5	14,946
Línea 6	9,2702
Línea 7	15,217

El conjunto de cargas que pertenecen a cada grupo se muestra en la tabla siguiente. Desde una misma línea se abastecen las Tomas de Corriente y los Aires Acondicionados, de modo que calcularemos la intensidad de diseño (I_b) usando la fórmula correspondiente para cada caso y posteriormente las sumaremos.

Tabla 17

Tomas Corriente Planta Baja		
Local	W	I _b
Despacho	165	0,897
Despacho	165	0,897
Clase	665	3,614
Sala CGMP	200	1,087
Gimnasio	265	1,440
Hall	200	1,087
Despacho	165	0,897
Despacho	165	0,897
Despacho	165	0,897
Clase	665	3,614
Gimnasio	265	1,440
Despacho	165	0,897
Despacho	165	0,897
Despacho	165	0,897
Sala Común	200	1,087
Clase	665	3,614
Baño	1.400	7,609
Biblioteca	1.195	6,495
Baño	1.400	7,609
Vestuario	2.750	14,946
Vestuario	2.750	14,946

Tabla 19

Motores Primera Planta · 1,25		
Local	W	I _b
Aire Acond.	700	1,578
Aire Acond.	700	1,262
Aire Acond.	700	1,262
Aire Acond.	700	1,578
Aire Acond.	700	1,262
Aire Acond.	700	1,262
Aire Acond.	700	1,578
Aire Acond.	700	1,262
Aire Acond.	700	1,262
Aire Acond.	700	1,578
Aire Acond.	700	1,262
Aire Acond.	700	1,262
Aire Acond.	700	1,578
Aire Acond.	700	1,262
Aire Acond.	700	1,262
Aire Acond.	700	1,262
Aire Acond.	700	1,262

Tabla 18

Motores Planta Baja · 1,25		
Local	W	I _b
Aire Acond.	700	1,578
Aire Acond.	700	1,262
Aire Acond.	700	1,262
Aire Biblio.	1.400	3,157
Aire Acond.	700	1,262
Aire Acond.	700	1,262
Aire Acond.	700	1,262
Aire Acond.	700	1,262
Aire Acond.	700	1,262
Aire Acond.	700	1,578
Aire Acond.	700	1,262
Aire Acond.	700	1,262
Aire Acond.	700	1,262
Aire Acond.	700	1,262
Aire Acond.	700	1,262

Tabla 20

Tomas Corriente Primera Planta		
Local	W	I _b
Informática	650	3,533
Informática	650	3,533
Informática	650	3,533
Informática	650	3,533
Clase	665	3,614
Clase	665	3,614
Clase	665	3,614
Clase	665	3,614
Clase	665	3,614
Clase	665	3,614
Clase	665	3,614
Clase	665	3,614
Clase	665	3,614
Clase	665	3,614
Clase	665	3,614
Baño	1.400	7,609
Baño	1.400	7,609
Despacho	165	0,897
Despacho	165	0,897
Despacho	165	0,897
Despacho	165	0,897

En la siguiente tabla (A52-1 de la Instrucción ITC-BT-19) se muestran las secciones mínimas necesarias para cumplir el Criterio Térmico.

- Tomas de Corriente Planta Baja.

Líneas	I_b (A)	Buscar en Tabla	I_{Tabla} (A)	S (mm ²)	I_{adm} (A)
Línea 1	13,126	20,03409448	31	2,5	21,6216
Línea 2	13,249	20,2218052	31	2,5	21,6216
Línea 3	14,103	21,52512343	31	2,5	21,6216
Línea 4	14,064	21,46592177	31	2,5	21,6216
Línea 5	13,112	20,01239087	31	2,5	21,6216
Línea 6	14,945	22,81082444	31	2,5	21,6216
Línea 7	14,945	22,81082444	31	2,5	21,6216

Tabla 21

- Tomas de Corriente Primer Piso.

Líneas	I_b (A)	Buscar en Tabla	I_{Tabla} (A)	S (mm ²)	I_{adm} (A)
Línea 1	14,702	22,440	31	2,5	21,622
Línea 2	14,865	22,688	31	2,5	21,622
Línea 3	14,947	22,813	31	2,5	21,622
Línea 4	14,947	22,813	31	2,5	21,622
Línea 5	14,947	22,813	31	2,5	21,622
Línea 6	9,270	14,149	31	2,5	21,622
Línea 7	15,217	23,226	31	2,5	21,622

Tabla 22

La sección necesaria, según la tabla A52-1 de la Instrucción ITC-BT-19, es de 1,5 mm², pero seleccionamos 2,5 mm² debido a que es la sección típica para tomas de corriente.

4.3 Criterio Caída de Tensión Cuadros Secundarios.

Aplicaremos la fórmula para para la caída de tensión en función de la potencia. Debido a que las secciones son pequeñas ($S \leq 95 \text{ mm}^2$) despreciaremos la potencia reactiva.

- De Centro de Transformación a Cuadro General. C.D.T. $\leq 0,5 \%$.

<i>Tabla 23</i>	S (mm ²)	Longitud (m)	P (W)	C.D.T. %	Tipo de línea
C.T. a C.G.M.P.	120	20	46.816	0,368	Trifásica 100

Para cada cuadro aplicaremos el criterio en la línea más desfavorable. Primero calcularemos la caída de tensión en la línea que parte desde cada cuadro secundario hasta la carga más desfavorable. Después calcularemos la caída de tensión que se produce en la línea que alimenta dicho cuadro, y finalmente las sumaremos.

La caída de tensión obtenida debe ser menos del 5%, desde el C.G.M.P. ITC-BT-19.

- De Cuadro General a Salón.

<i>Tabla 24</i>	S (mm ²)	Longitud (m)	P (W)	C.D.T. %	Tipo de línea
Aire Acond.	16	22,390	20000	0,385	Trifásica 100
Aire Acond.	16	68,530	20000	1,177	Trifásica 100
T.C. y Luminarias	16	68,530	2640	0,470	Trifásica 100
Suma				1,935	< 5 %

- De Cuadro General a Laboratorio.

<i>Tabla 25</i>	S (mm ²)	Longitud (m)	P (W)	C.D.T. %	Tipo de línea
Horno y T.C	2,5	26,830	2150	1,918	Monofásica 100
Horno, T.C. y Luminarias	6	59,150	2430	1,827	Trifásica 100
Nevera y Aire Acondicionado	6	59,150	730	0,198	Trifásica 100
Suma				3,942	< 5 %

- De Cuadro General a Cocina y Comedor.

<i>Tabla 26</i>	S (mm ²)	Longitud (m)	P (W)	C.D.T. %	Tipo de línea
Microondas	2,5	6,270	2100	0,438	Monofásica 200
Aire Acond. y Lavavajillas	10	82,120	3500	0,395	Trifásica 100
Horno y T.C.	10	82,120	1700	0,580	Trifásica 100
Microondas y Luminarias	10	82,120	2805	0,957	Trifásica 100
Suma				2,370	< 5 %

- De Cuadro General a Cuadro Secundario Primer Piso.

<i>Tabla 27</i>	S (mm²)	Longitud (m)	P (W)	C.D.T. %	Tipo de línea
Luminarias	35	44,670	2271	0,12	Trifásica 100
T.C.	35	44,670	4095	0,652	Trifásica 100
Laboratorio	35	44,670	2430	0,237	Trifásica 100
Suma				1,086	

- De Cuadro Secundario Primer Piso a Laboratorios Primer Piso.

<i>Tabla 28</i>	S (mm²)	Longitud (m)	P (W)	C.D.T. %	Tipo de línea
Horno y T.C	2,5	26,830	2150	1,6	Monofásica 200
Horno, T.C. y Luminarias	6	21	2430	0,204	Trifásica 100
Nevera y Aire Acondicionado	6	21	730	0,202	Trifásica 100
Suma				2,007	

Si realizamos la suma de la caída de tensión en la línea que alimenta el Cuadro Secundario del Primer Piso y la caída de tensión de la línea que va al Cuadro del Laboratorio del Primer Piso obtenemos el siguiente valor:

$$\varepsilon_T = 1,086 + 2,007 = 3,093 \leq 5 \% \quad \text{Ecuación 25}$$

4.4 Criterio Caída de Tensión en Luminarias y Tomas de Corriente.

Para las luminarias aplicaremos la fórmula para línea de sección uniforme con múltiples cargas. Comprobaremos la caída de tensión en la Línea 3 del Grupo 2, tanto para la Planta Baja como para el Primer Piso, que son las más alejadas. Si estas líneas cumplen el criterio aseguramos que las demás también lo harán, al ser las más desfavorables.

La caída de tensión obtenida debe ser menos del 3%, desde el C.G.M.P. según la el apartado ITC-BT-19 del Reglamento de Baja Tensión. En la tabla se recoge la longitud y la potencia de cada luminaria individual respecto la entrada del local al cual pertenece. A su vez se indica la distancia desde el Cuadro General a cada local.

Luminarias Planta Baja					Luminarias Primera Planta				
	P (W)	L (m)	L-P	L-Q		P (W)	L (m)	L-P	L-Q
Gim.		38,16			Desp.		16,00		
1	21	15,54	1127,79	845,84	7	15	7,44	351,60	263,70
2	21	16,89	1156,02	867,02	8	15	8,72	370,73	278,04
3	21	18,23	1184,25	888,19	9	15	9,99	389,85	292,39
4	21	10,52	1022,28	766,71	Desp.		19,00		
5	21	11,86	1050,51	787,88	7	15	7,44	396,60	297,45
6	21	13,21	1078,74	809,06	8	15	8,72	415,73	311,79
7	21	14,55	1106,97	830,23	9	15	9,99	434,85	326,14
8	21	15,90	1135,20	851,40	Clase		23,00		
9	21	17,24	1163,43	872,57	1	15	8,44	471,60	353,70
10	21	18,59	1191,66	893,75	2	15	10,17	497,55	373,16
11	21	19,93	1219,89	914,92	3	15	6,64	444,60	333,45
Pasillo		7,53			4	15	8,37	470,55	352,91
1	15	61,75	1039,20	779,40	5	15	10,10	496,50	372,38
2	15	63,62	1067,24	800,43	6	15	11,83	522,45	391,84
3	15	65,49	1095,29	821,47	Clase		30,00		
4	15	67,36	1123,34	842,50	1	15	8,44	576,60	432,45
5	15	69,23	1151,38	863,54	2	15	10,17	602,55	451,91
6	15	71,10	1179,43	884,57	3	15	6,64	549,60	412,20
7	15	72,97	1207,48	905,61	4	15	8,37	575,55	431,66
8	15	74,84	1235,52	926,64	5	15	10,10	601,50	451,13
9	15	76,71	1263,57	947,68	6	15	11,83	627,45	470,59
10	15	78,58	1291,62	968,71	Clase		37,00		
11	15	80,45	1319,66	989,75	1	15	8,44	681,60	511,20
12	15	82,32	1347,71	1010,78	2	15	10,17	707,55	530,66
13	15	84,19	1375,75	1031,82	3	15	6,64	654,60	490,95
14	15	86,06	1403,80	1052,85	4	15	8,37	680,55	510,41
15	15	87,93	1431,85	1073,89	5	15	10,10	706,50	529,88
Vestu.		39,53			6	15	11,83	732,45	549,34
5	15	5,06	668,85	501,64	Clase		44,00		
6	15	7,28	702,15	526,61	1	15	8,44	786,60	589,95
7	15	3,58	646,65	484,99	2	15	10,17	812,55	609,41
Gim.		52,34			3	15	6,64	759,60	569,70
1	21	15,54	1425,57	1069,18	4	15	8,37	785,55	589,16
2	21	16,89	1453,80	1090,35	5	15	10,10	811,50	608,63
3	21	18,23	1482,03	1111,52	6	15	11,83	837,45	628,09
4	21	10,52	1320,06	990,05	Clase		34,00		
5	21	11,86	1348,29	1011,22	1	15	8,44	636,60	477,45
6	21	13,21	1376,52	1032,39	2	15	10,17	662,55	496,91
7	21	14,55	1404,75	1053,56	3	15	6,64	609,60	457,20
8	21	15,90	1432,98	1074,74	4	15	8,37	635,55	476,66
9	21	17,24	1461,21	1095,91	5	15	10,10	661,50	496,13
10	21	18,59	1489,44	1117,08	6	15	11,83	1279,20	515,59
11	21	19,93	1517,67	1138,25	Clase		40,00		
Vestu.		57,65			1	15	8,44	726,60	544,95
7	15	3,58	918,45	688,84	2	15	10,17	752,55	564,41
8	15	5,80	951,75	713,81	3	15	6,64	699,60	524,70
9	15	8,02	985,05	738,79	4	15	8,37	725,55	544,16
Hall		45,39			5	15	10,10	751,50	563,63
1	15	14,89	904,20	678,15	6	15	11,83	777,45	583,09
2	15	16,74	931,95	698,96	Clase		48,00		
3	15	18,59	959,70	719,78	1	15	8,44	846,60	634,95
4	15	20,44	987,45	740,59	2	15	10,17	872,55	654,41
5	15	7,27	789,90	592,43	3	15	6,64	819,60	614,70
6	15	9,13	817,76	613,32	4	15	8,37	845,55	634,16
7	15	10,98	845,61	634,21	5	15	10,10	871,50	653,63
8	15	12,84	873,47	655,10	6	15	11,83	897,45	673,09

9	15	14,70	901,33	676,00	Baño		56,00		
10	15	16,56	929,19	696,89	1	11	6,55	688,05	516,04
11	15	18,41	957,04	717,78	2	11	7,41	697,51	523,13
12	15	20,27	984,90	738,68	3	11	8,27	706,97	530,23
13	15	22,13	1012,76	759,57	4	11	9,13	716,43	537,32

C.D.T.	3,26	Porcentual (%)	1,42	C.D.T.	1,81	Porcentual (%)	0,79
--------	------	----------------	------	--------	------	----------------	------

Tabla 29

Para las tomas de corriente aplicaremos el mismo método que para las luminarias, pero en este caso la caída de tensión admisible será del 5% desde el C.G.M.P ITC-BT-19. La distancia calculada es desde el C.G.M.P. a cada luminaria.

Tomas de Corriente Línea 4 Planta Baja					Tomas de Corriente Línea 5 Primera Planta				
	P (W)	L (m)	L·P	L·Q		P (W)	L (m)	L·P	L·Q
Clase		80,66			Clase		80,66		
1,00	50	2,03	4134,50	3100,88	1,00	50	2,03	4134,50	3100,88
2,00	50	5,43	4304,50	3228,38	2,00	50	5,43	4304,50	3228,38
3,00	50	8,83	4474,50	3355,88	3,00	50	8,83	4474,50	3355,88
4,00	50	12,23	4644,50	3483,38	4,00	50	12,23	4644,50	3483,38
5,00	50	15,63	4814,50	3610,88	5,00	50	15,63	4814,50	3610,88
6,00	350	7,00	30681,00	23010,75	6,00	350	7,00	24897,60	23010,75
7,00	65	9,00	5827,90	4370,93	7,00	65	9,00	5827,90	4370,93
8,00	700	5,00	34946,80	44971,50	8,00	700	5,00	34946,80	44971,50
Aire		73,45			Clase		80,66		
1,00	700	5,00	34946,80	44971,50	1,00	50	2,03	4134,50	3100,88
Baño		91,02			2,00	50	5,43	4304,50	3228,38
1,00	50	3,75	4738,50	3553,88	3,00	50	8,83	4474,50	3355,88
2,00	50	5,17	4809,50	3607,13	4,00	50	12,23	4644,50	3483,38
3,00	1300	3,75	106487,50	92400,75	5,00	50	15,63	4814,50	3610,88
					6,00	350	7,00	30681,00	23010,75
C.D.T.	9,46	Porcentual (%)	4,11		7,00	65	9,00	5827,90	4370,93

Tabla 30

8,00	700	5,00	34946,80	44971,50
Clase 1		80,66		
1,00	50	2,03	4134,50	3100,88
2,00	50	5,43	4304,50	3228,38
3,00	50	8,83	4474,50	3355,88
4,00	50	12,23	4644,50	3483,38
5,00	50	15,63	4814,50	3610,88
6,00	350	7,00	26498,40	23010,75
7,00	65	9,00	5827,90	4370,93
8,00	700	5,00	34946,80	44971,50
C.D.T.	10,5	Porcentual (%)	4,564	

Cómo podemos observar se cumplen los criterios en todos los casos, por tanto, las secciones elegidas para cada línea serán las seleccionadas en el criterio térmico, que se muestran en la siguiente tabla:

Líneas	Secciones elegidas	Diámetro tubos
Línea de Centro Transf. a C.G.M.P	3x120 + 2x70 mm ² RZ1 0,6/1 kV	75 mm ²
Líneas de Alumbrado que parten de Cuadros	2x1,5 + TT mm ² RZ1 0,6/1 kV	12 mm ²
Tomas de Corriente que parten de Cuadros	2x2,5 + TT mm ² RZ1 0,6/1 kV	12 mm ²
Línea de C.G.M.P a Cuadro Salón	3x16 + 2x16 mm ² RZ1 0,6/1 kV	32 mm ²
De Cuadro Salón a Aire Salón	3x16 + 2x16 mm ² RZ1 0,6/1 kV	32 mm ²
Línea de C.G.M.P a Cuadro Cocina	3x10 + 2x10 mm ² RZ1 0,6/1 kV	32 mm ²
Línea de C.G.M.P a Cuadro Laboratorio	3x6 + 2x6 mm ² RZ1 0,6/1 kV	20 mm ²
Línea de C.G.M.P a Cuadro 1º Piso	3x35 + 2x16 mm ² RZ1 0,6/1 kV	40 mm ²
De Cuadro 1º Piso a Cuadro Laboratorio 1º Piso	3x6 + 2x6 mm ² RZ1 0,6/1 kV	25 mm ²

Tabla 31

4.5 Selección de las Protecciones

4.5.1 Sobrecargas y Cortocircuitos.

Las protecciones contra sobrecargas se instalarán en todos los circuitos en los que quede dividida la instalación. La protección se efectuará por medio de Interruptor magnetotérmico, y sus curvas coincidirán con el tipo de carga que protejan ITC-BT-19:

- Alumbrado: Curva tipo “B”.
- Tomas de Corriente: Curva tipo “C”.
- Motores: Curva tipo “D”.

Para que los interruptores automáticos tengan selectividad (los dispuestos aguas arriba actúen con retraso respecto los de aguas abajo), el calibre de los dispuestos aguas arriba deben tener calibre superior.

Para seleccionar las protecciones adecuadas debemos saber el valor de las corrientes de cortocircuito máximas y mínimas posibles.

- El Poder de Corte del Interruptor Automático debe ser mayor que la corriente de cortocircuito máxima, para asegurar que cortará el arco:

$$\text{Poder de Corte} > I_{cc,m\acute{a}x} \quad \text{Ecuación 24}$$

- La corriente de actuación debe de ser menor que la corriente de cortocircuito mínima, para asegurar que disparará, en cualquier caso:

$$I_a < I_{cc,min} \quad \text{Ecuación 25}$$

- La energía que dejará pasar el Interruptor Automático debe ser menor que la admisible por el cable, con el objetivo de que el cable no alcance su temperatura máxima admisible:

$$(I^2 \cdot t)_{Disp} \leq (I^2 \cdot t)_{adm} = (K \cdot S)^2 \quad \text{Ecuación 26}$$

Selección de los Interruptores Automáticos

A continuación, se muestra la tabla con los valores de las corrientes de cortocircuito en cada punto de la instalación, y la protección que se ha elegido:

		$S (mm^2)$	L (m)	R (mΩ)	X (mΩ)	$\Sigma R (m\Omega)$	$\Sigma X (m\Omega)$	$\Sigma Z (m\Omega)$	$I_k (kA)$	$\Sigma R/\Sigma X$	$f(\Sigma R/\Sigma X)$	$I_S (kA)$	$S_n (mm^2)$	$I_{cc,min} (kA)$	Int. Automático elegido
0	Red y Trafo	-	-	6,895	39,191	6,895	39,191	39,793	5,804	0,176	1,65	13,542	-	-	-
A	Cuadro General	120	11,5	2,107	1,150	9,002	40,341	41,333	5,587	0,223	1,58	12,485	120	-	Int. Auto. 200A de 4P a 16 kA
B	Luminarias	1,5	96,19	1409,623	9,619	1418,624	49,960	1419,504	0,141	28,395	1	0,199	1,5	0,070	Int. Auto. 32A de 4P a 6 kA
C	T.C	2,5	96,19	845,774	9,619	854,775	49,960	856,234	0,234	17,109	1	0,330	2,5	0,117	Int. Auto. 40A de 4P a 6 kA
D	Cuadro Salón	16	68,53	94,151	6,853	103,153	47,194	113,436	2,036	2,186	1	2,879	10	0,678	Int. Auto. 50A de 4P a 6 kA
E	Luminarias Salon	1,5	29,95	438,904	2,995	542,057	50,189	544,375	0,367	10,800	1	0,520	1,5	0,184	-
F	T.C. Salón	2,5	26,31	231,337	2,631	334,490	49,825	338,180	0,591	6,713	1	0,836	2,5	0,296	-
G	Aire Salón	10	22,39	49,217	2,239	152,370	49,433	160,188	1,442	3,082	1	2,039	10	0,721	-
H	Cuadro Lab	4	59,59	327,475	5,959	336,476	46,300	339,647	0,680	7,267	1	0,962	4	0,340	Int. Auto. 32A de 4P a 6 kA
I	Luminarias Lab	1,5	32	468,946	3,200	805,422	49,500	806,942	0,248	16,271	1	0,351	1,5	0,124	-
J	T.C Lab	2,5	20,73	182,273	2,073	518,750	48,373	521,000	0,384	10,724	1	0,543	2,5	0,192	-
K	Cuadro Comedor	10	85,05	186,956	8,505	195,957	48,846	201,953	1,144	4,012	1	1,617	10	0,572	Int. Auto. 40A de 4P a 6 kA
L	Luminarias Comedor	1,5	15	219,818	1,500	415,776	50,346	418,813	0,478	8,258	1	0,675	1,5	0,239	-
M	T.C. Comedor	2,5	15,2	133,650	1,520	329,607	50,366	333,433	0,600	6,544	1	0,848	2,5	0,300	-
N	Cuadro Primer Piso	25	44,67	39,277	4,467	48,279	44,808	65,868	3,506	1,077	1	4,958	16	1,168	Int. Auto. 80A de 4P a 6 kA
O	Luminarias 1P	1,5	65,13	954,452	6,513	1002,731	51,321	1004,043	0,199	19,538	1	0,282	1,5	0,100	Int. Auto. 32A de 4P a 6 kA
P	T.C. 1P	2,5	95,66	841,113	9,566	889,392	54,374	891,053	0,224	16,357	1	0,317	2,5	0,112	Int. Auto. 40A de 4P a 6 kA
Q	Cuadro Lab 1P	6	Zoe Gotusso	70,928	1,936	119,207	46,744	128,044	1,804	2,550	1	2,551	6	0,902	Int. Auto. 32A de 4P a 6 kA
R	Luminarias Lab 1P	1,5	22,42	328,555	2,242	447,762	48,986	450,434	0,444	9,141	1	0,628	1,5	0,222	-
T	T.C Lab 1P	2,5	29,14	256,220	2,914	375,427	49,658	378,697	0,528	7,560	1	0,747	2,5	0,264	-

Tabla 32

Los Interruptores Automáticos elegidos se muestran en la última columna de la tabla. Su intensidad nominal ha sido ajustada a las necesidades de las líneas que protegen.

Selección de los Interruptores Diferenciales

Los Interruptores Diferenciales tienen como finalidad proteger a los usuarios frente a contactos indirectos, teniendo en cuenta las corrientes de fuga, de forma que no se generen falsos disparos.

Para la selección de los Interruptores Diferenciales tendremos en cuenta la intensidad que circula por la línea que protegen y las corrientes de fuga. También debemos asegurar que las protecciones sean selectivas (que no dispare ninguna protección aguas arriba de la instalación, de forma que solo se corte la alimentación en la zona afectada), y para ello debemos cumplir con la siguiente condición:

$$I_{\Delta n,A} \geq 2 \cdot I_{\Delta n,B} \quad \text{Ecuación 27}$$

Por ejemplo, si en las tomas de corriente del Cuadro del Salón tenemos un Interruptor Diferencial con sensibilidad 30mA, a la entrada del Cuadro debemos instalar un I.D. de sensibilidad 300 mA.

Interruptor Diferencial	Características
Luminarias Planta Baja	2x25 30 mA
T.Corriente Planta Baja	2x40 300mA
Luminarias Salón	2x25 30 mA
Tomas Corriente Salón	2x25 30 mA
Aire Salón	4x40 300 mA
Luminarias Lab. Planta Baja	2x25 30 mA
T.C. Lab. Planta Baja	4x25 300 mA
Luminarias Comedor y Cocina	2x25 30 mA
T.C. Comedor y Cocina	2x25 300 mA
Luminarias Primera Planta	2x25 30 mA
T.Corriente Primera Planta	2x40 300 mA
Luminarias Lab. Primer Piso	2x25 30 mA
T.C. Lab. Primer Piso	2x25 300 mA

Tabla 32

A la entrada del C.G.M.P. se dispondrá un Diferencial con Relé Magnetotérmico de Intensidad Nominal 200A, Intensidad Diferencial Nominal 1000mA, y Poder de Corte 16kA.

En el esquema de la instalación se muestra la posición y calibre de cada interruptor diferencial.

4.5.2 Sobreintensidades

Nuestra instalación se clasifica cómo situación natural. Según el ITC-BT-23, cuando se prevé un bajo riesgo de sobretensiones en una instalación (debido a que está alimentada por una red subterránea en su totalidad), se considera suficiente la resistencia a las sobretensiones de los equipos y no se requiere ninguna protección suplementaria contra las sobretensiones transitorias.

4.5.3 Armónicos

Una tensión armónica es una onda senoidal cuya frecuencia es múltiplo de la frecuencia fundamental de la tensión de alimentación, según la norma UNE EN 50160

En la práctica, lo habitual es mantener el THD (Total Harmonic Distorsion) de la instalación por debajo del 10%:

$$THD_f = \frac{\sqrt{h_2^2 + h_3^2 + h_4^2 + h_5^2 + \dots}}{h_1} \quad \text{Ecuación 28}$$

Nuestra instalación no requiere protección para armónicos, ya que estos solo presentan un problema cuándo se dispone de grandes cargas trifásicas y monofásicas con diferentes regímenes de consumo.

4.6 Puesta a Tierra

La resistividad del terreno la obtenemos de la tabla 3 del ITC-BT-18. Nuestro caso corresponde con la resistividad de Las Margas y Arcillas compactas ($\rho = 100$ a 200), seleccionamos el caso más desfavorable ($\rho = 200$).

Nuestra toma a tierra consiste en un cable desnudo de cobre de 35 mm^2 (según recomienda el REBT ITC-BT-26), formando un anillo cerrado que cubre todo el perímetro del edificio, situado en el fondo de las zanjas de cimentación de la edificación.

La longitud del conductor de cobre será de 265,58 metros.

$$R_T = \frac{2 \cdot \rho}{L} = \frac{2 \cdot 200}{265,58} = 1,506 \Omega \quad \text{Ecuación 29}$$

La Máxima Tensión de Contacto que se puede generar sin que se disparen los diferenciales es igual a:

$$U_C = I_{\Delta n, \text{máx}} \cdot (R_T + R_n) = 1 \cdot (1,506 + 5) = 5,506 \text{ V} \quad \text{Ecuación 30}$$

El diseño del centro de transformación no entra en el proyecto, por tanto, seleccionamos una resistencia de puesta a tierra del neutro con valor alto (desfavorable).

Debemos asegurar que la tensión de contacto no supere el límite admisible para locales húmedos, ya que el local dispone de vestuarios. Según la instrucción ITC-BT-18 debemos cumplir con la siguiente condición:

$$U_C \leq U_{c, \text{adm}} = 24 \text{ V (para locales húmedos)} \quad \text{Ecuación 31}$$

Nuestra toma a tierra cumple con dicha condición.

4.7 Instalación Fotovoltaica

4.7.1 Colocación

Con el objetivo de conseguir la mayor incidencia de luz solar posible, colocaremos los paneles con una inclinación de 35 grados y de cara al sur geográfico (calculada en la PGIS de la Comisión Europea). Debemos tener en cuenta las sombras generadas por los paneles, ya que podrían influir en la eficiencia de los mismos.

Para asegurar que no se produzcan sombras los separaremos entre ellos una distancia de 2,80 metros (para una latitud de 39.4967 grados), calculada a partir de la siguiente fórmula del libro “Generación de Energía Solar Fotovoltaica” de Lluís Jutglar:

$$L = \frac{h}{\tan(61 - \text{Latitud})} \quad \text{Ecuación 32}$$

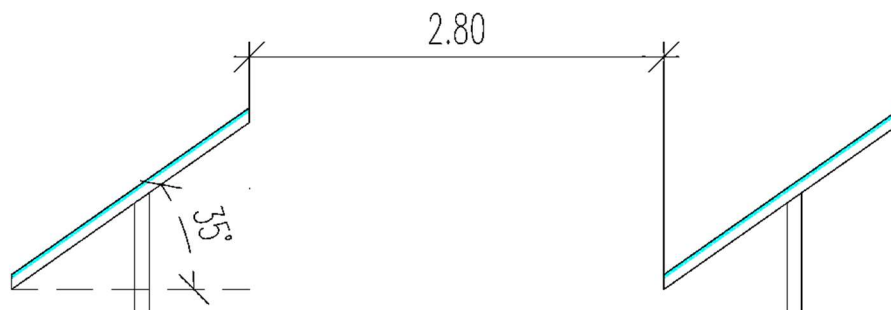


Ilustración 1

Conexión de los Paneles

Para determinar la cantidad de paneles que podemos poner en serie y paralelo, debemos comprobar las siguientes condiciones, para no sobrepasar las corrientes y tensiones máximas admisibles del Inversor.

- Tensión de funcionamiento:

$$200 \text{ V} \leq 37,1 \text{ (V/Panel)} \cdot N^{\circ}\text{Paneles} \leq 820 \text{ V} \quad \text{Ecuación 33}$$

- Tensión en circuito abierto:

$$45,5 \text{ (V/Panel)} \cdot N^{\circ}\text{Paneles} \leq 1000 \text{ V} \quad \text{Ecuación 34}$$

Podremos colocar un máximo de 21 Paneles en serie.

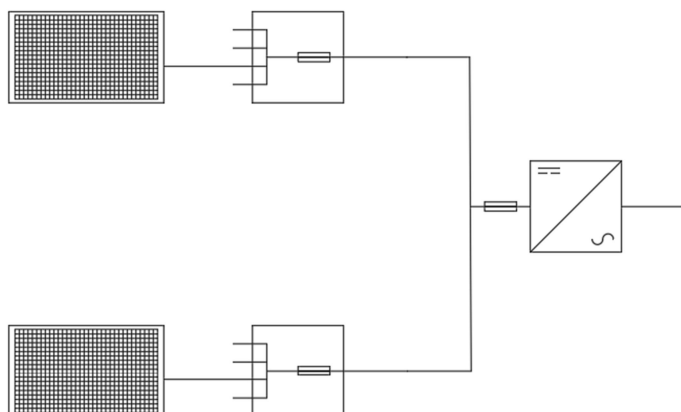
- Corriente de funcionamiento:

$$8,63 \left(\frac{\text{A}}{\text{Panel}} \right) \cdot N^{\circ}\text{Paneles} \leq 40 \quad \text{Ecuación 35}$$

Formaremos 4 filas de paneles por cada entrada del inversor.

Finalmente nos decidimos por colocar dos inversores que se repartirán de igual forma la potencia generada por los paneles fotovoltaicos. A cada inversor le llegan dos líneas que provienen de dos cajas de conexión. Las cajas de conexión servirán para agrupar los paneles en grupos de 4 filas y 21 paneles en serie cómo máximo. La disposición en Capítulo 5: Planos.

Cada borne a la salida de las cajas de conexión dispondrá de protección por fusible. Los bornes a la entrada de los inversores también dispondrán de fusibles como método de protección.



4.7.2 Sección Cables

Para dimensionar el cableado de la instalación deberemos cumplir con los criterios Térmico y de Caída de Tensión, según el Reglamento Eléctrico de Baja Tensión. Los pasos a seguir serán los mismos que los empleados en el dimensionado de la instalación de baja tensión.

Desde cada inversor partirá una línea independiente al Cuadro General de Mando y Protección, de forma que la potencia total de la instalación quede dividida y podamos seleccionar un conductor de menor sección (más barato).

Criterio Térmico

Para la selección de las secciones por medio de Criterio Térmico, emplearemos los siguientes valores de corrección:

- $K_T = 0,91$ para la situación más desfavorable, 40°C .
- $K_a = 0,85$ para la agrupación de conductores.

Buscaremos los valores en la tabla A52-1 del REBT. Para las líneas que operan con corriente continua nos situamos en la columna 10 y para el caso de corriente alterna en la columna 8:

<i>Tabla 33</i>	I_b (A)	Buscar en Tabla	I_{Tabla} (A)	S (mm ²)	I_{adm} (A)
Interconexión Paneles	8,630	10,777	23	4	15,07
Paneles en serie a Caja Conexión	8,630	10,777	23	4	15,07
Caja Conexión a Inversor 4 x 8,63	34,520	43,107	54	6	35,381
De Inversor a C.G.M.P.	91,799	114,634	137	35	89,762

Tabla 33

Seleccionamos sección de 4 mm² para las interconexiones ya que es lo comúnmente empleado en este tipo de instalaciones.

Líneas	Secciones
Interconexión Paneles	2x4+ TT mm ² RZ1 0,6/1 kV.
Paneles en serie a Caja Conexión	2x4+ TT mm ² RZ1 0,6/1 kV.
Caja Conexión a Inversor	2x6 + TT mm ² RZ1 0,6/1 kV.
De Inversor a C.G.M.P.	Línea Trifásica 3x35 + 2x16 mm ² RZ1 0,6/1 kV.

Tabla 34

Criterio Caída de Tensión

Según la instrucción ITC-BT-40 del REBT, las caídas de tensión máximas admisibles son las siguientes:

- 1,5 % Para la línea de Corriente Continua.
- 2 % Para la línea de Corriente Alterna.

Las secciones mínimas necesarias para cumplir con el criterio de Caída de Tensión serán las calculadas con las siguientes fórmulas:

- Continua:

$$\varepsilon = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot S \cdot U^2} \quad \text{Ecuación 36}$$

U: Tensión en rama (21 · 24 = 504 V).

γ : Inverso de la resistividad (Cobre 45,49 a 40°C)

- Alterna:

$$\varepsilon = \frac{L}{U_n^2} \cdot \left(\frac{\rho}{S} \cdot P + X_u \cdot \frac{P}{\tan 0,8} \right) \quad \text{Ecuación 37}$$

X_u : 0,0001 Ω /m.

ρ : 0,0219 $\frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$

En la siguiente tabla se muestran los valores de la caída de tensión en cada tramo la línea. La longitud elegida es la más desfavorable (la más larga de la instalación).

	S (mm ²)	L (m)	P (W)	U _F (V)	C.D.T. (%)
Interconexión entre Paneles	4	18,9 = 0,9 · 21	6720	504	0,0055
De fila paneles a Caja Conexión	4	20	6720	504	0,0058
De Caja Conexión a Inversor	6	80	26880	504	0,062
De Inversor a C.G.M.P.	35	15	50880	400	0,037

Tabla 34

Cómo podemos observar, ninguno de los conductores supera su caída de tensión máxima admisible. La elección de los cables es la correcta.

CAPÍTULO 3: ESTUDIO LUMINOTÉCNICO CON DIALUX

1. Cálculo del número y posición de luminarias	36
2. Tipos de luminarias empleadas	36
3. Situación y Diagramas Iluminancia en locales	37
3.1 Clase	37
3.2 Despacho	38
3.3 Informática	39
3.4 Laboratorio Pequeño	40
3.5 Laboratorio Grande	41
3.6 Servidores	42
3.7 Vestuarios	43
3.8 Sala Cuadro General de Mando y Protección	44
3.9 Pasillos y Escaleras Planta Baja	45
3.10 Entrada Salón	46
3.11 Biblioteca	47
3.12 Comedor	48
3.13 Cocina	49
3.14 Hall	50
3.15 Salón	51
3.16 Gimnasios	52
3.17 Baños	53
3.18 Pasillos Primer Piso	54
3.19 Butacas Salón Primer Piso	55
3.20 Laboratorio Primer Piso	56

1. CÁLCULO DEL NÚMERO Y POSICIÓN DE LUMINARIAS

Buscaremos el número y la posición de luminarias óptimo para conseguir la iluminancia deseada. Según el CTE-DB los espacios educativos (gimnasios, aulas, bares y pasillos) deben de tener una iluminancia entre 200 y 500 lux, pero las zonas de lectura (cómo oficinas y bibliotecas) deben de alcanzar una iluminancia de 500 lux, para cumplir con la norma UNE-EN 12464.

Simularemos cada local usando el programa DIALUX para definir la posición de cada luminaria, con el objetivo de conseguir una iluminancia media de 500 lux.

2. TIPOS DE LUMINARIAS EMPLEADAS


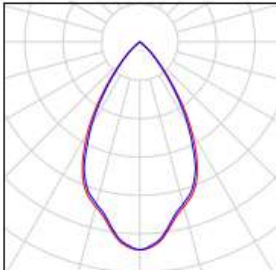
- Para el Gimnasio utilizaremos la siguiente luminaria:

Luminaria (Emisión de luz)		
<p>Philips - BPS640 W21L125 1xLED24/830 MLO-PC Emisión de luz 1 Lámpara: 1xLED24/830/- Grado de eficacia de funcionamiento: 99.88% Flujo luminoso de lámparas: 1850 lm Flujo luminoso de las luminarias: 1848 lm Potencia: 21.0 W Rendimiento lumínico: 88.0 lm/W</p> <p>Indicaciones colorimétricas 1xLED24/830/-: CCT 3000 K, CRI 100</p>		

- Para los Cubículos de los Baños usaremos la siguiente:

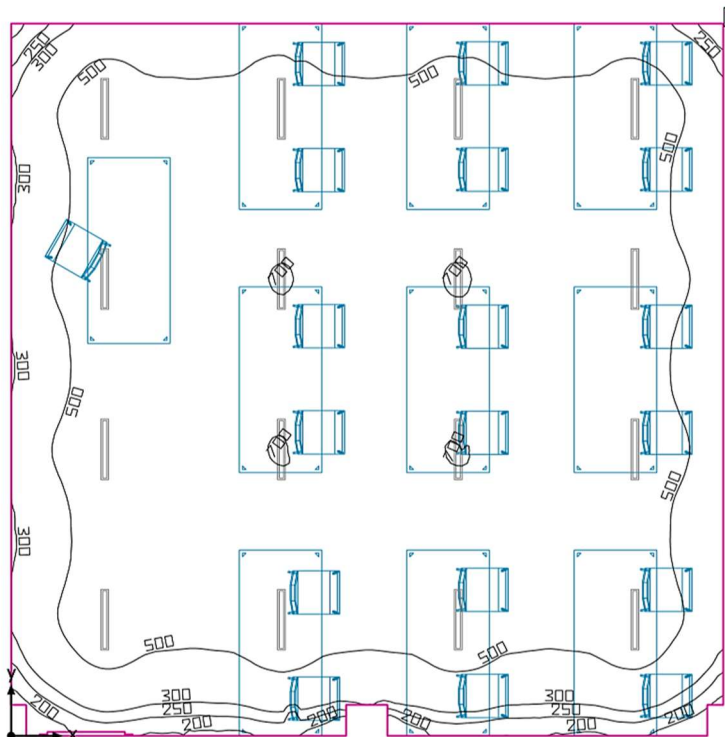
Luminaria (Emisión de luz)		
<p>Philips - DN130B D165 1xLED10S/830 Emisión de luz 1 Lámpara: 1xLED10S/830/- Grado de eficacia de funcionamiento: 100% Flujo luminoso de lámparas: 1100 lm Flujo luminoso de las luminarias: 1100 lm Potencia: 11.0 W Rendimiento lumínico: 100.0 lm/W</p> <p>Indicaciones colorimétricas 1xLED10S/830/-: CCT 3000 K, CRI 100</p>		

- Para las demás situaciones usaremos la siguiente:

Luminaria (Emisión de luz)		
<p>RZB Rudolf Zimmermann, Bamberg GmbH - 641318.004.76 Alea Spot Emisión de luz 1 Lámpara: 1x1xLED Modul 830 15 W Fotometría absoluta Flujo luminoso de las luminarias: 1900 lm Potencia: 15.0 W Rendimiento lumínico: 126.7 lm/W</p> <p>Indicaciones colorimétricas 1x1xLED Modul 830 15 W: CCT 3000 K, CRI 80</p>		

3. Situación de Luminarias y Diagramas Iluminancia en locales

3.1 Clase



Altura interior del local: 3.820 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 50.0%, Suelo 20.0%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil (Local 1)	Iluminancia vertical (Adaptativamente) [lx] Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	524 (≥ 500)	145	717	0.28	0.20

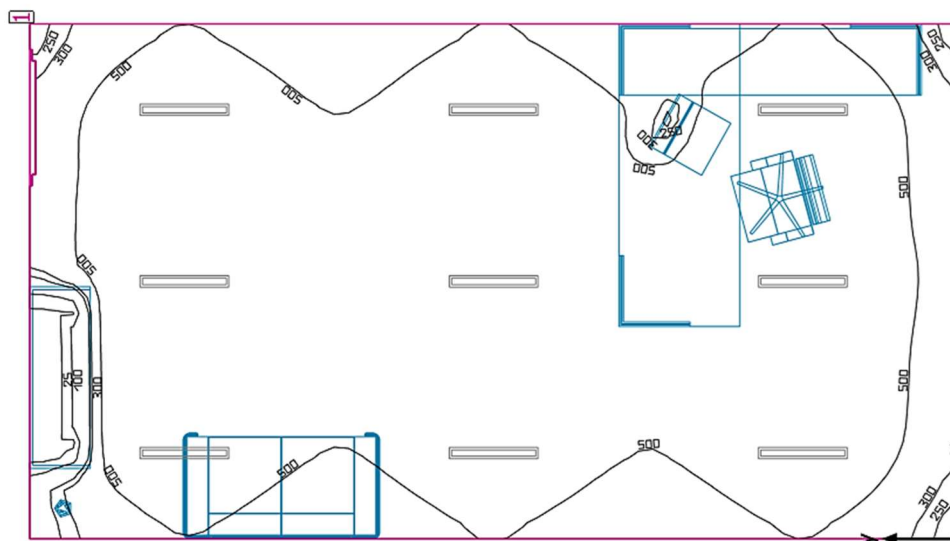
#	Luminaria	Φ (Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
16	RZB Rudolf Zimmermann, Bamberg GmbH - 641318.004.76 Alea Spot	1900	15.0	126.7
Suma total de luminarias		30400	240.0	126.7

Potencia específica de conexión: $5.06 \text{ W/m}^2 = 0.97 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Superficie de planta de la estancia 47.40 m^2)

Consumo: 420 - 660 kWh/a de un máximo de 1700 kWh/a

Las magnitudes de consumo de energía no tienen en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación.

3.2 Despacho



Altura interior del local: 3.820 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 50.0%, Suelo 20.0%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil (Local 2)	Iluminancia vertical (Adaptativamente) [lx] Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	587 (≥ 500)	1.65	881	0.003	0.002

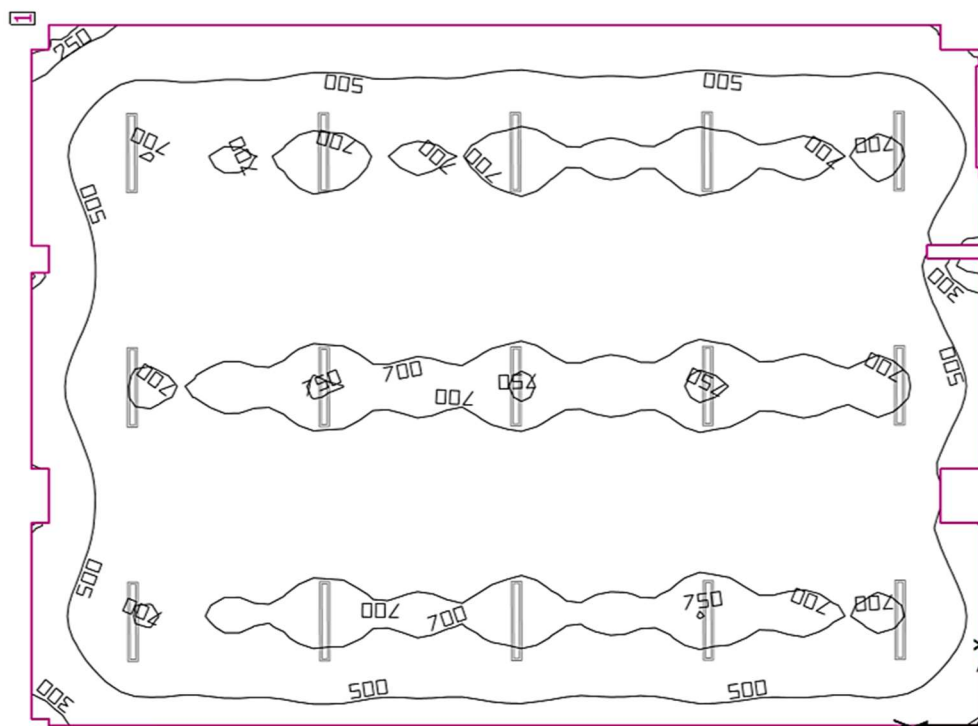
# Luminaria	Φ (Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
9 RZB Rudolf Zimmermann, Bamberg GmbH - 641318.004.76 Alea Spot	1900	15.0	126.7
Suma total de luminarias	17100	135.0	126.7

Potencia específica de conexión: $6.47 \text{ W/m}^2 = 1.10 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Superficie de planta de la estancia 20.87 m^2)

Consumo: 230 - 370 kWh/a de un máximo de 750 kWh/a

Las magnitudes de consumo de energía no tienen en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación.

3.3 Informática



Altura interior del local: 3.820 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 50.0%, Suelo 20.0%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil (Local 3)	Iluminancia vertical (Adaptativamente) [lx] Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	601 (≥ 500)	216	760	0.36	0.28

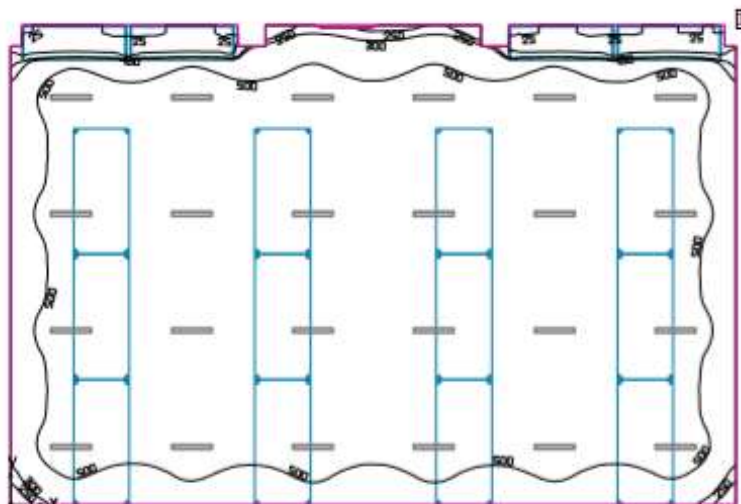
#	Luminaria	Φ (Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
15	RZB Rudolf Zimmermann, Bamberg GmbH - 641318.004.76 Alea Spot	1900	15.0	126.7
Suma total de luminarias		28500	225.0	126.7

Potencia específica de conexión: $6.23 \text{ W/m}^2 = 1.04 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Superficie de planta de la estancia 36.11 m^2)

Consumo: 390 - 620 kWh/a de un máximo de 1300 kWh/a

Las magnitudes de consumo de energía no tienen en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación.

3.4 Laboratorio Pequeño



Altura interior del local: 3.820 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 50.0%, Suelo 20.0%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil (Local 3)	Iluminancia vertical (Adaptativamente) [lx] Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	517 (≥ 500)	10.6	711	0.021	0.015

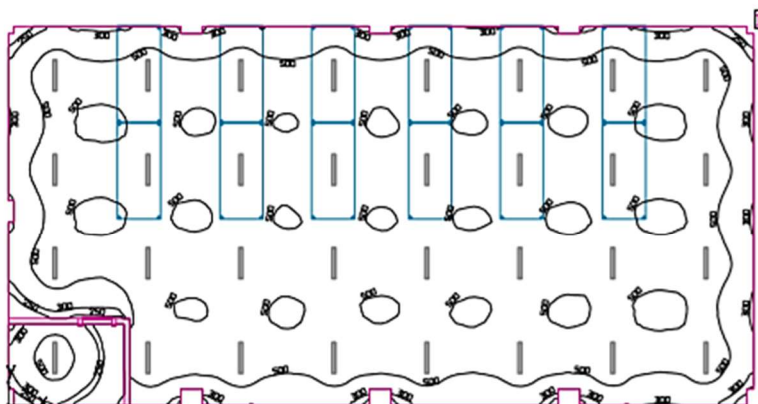
#	Luminaria	Φ (Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
24	RZB Rudolf Zimmermann, Bamberg GmbH - 641318.004.76 Alea Spot	1900	15.0	126.7
Suma total de luminarias		45600	360.0	126.7

Potencia específica de conexión: $5.03 \text{ W/m}^2 = 0.97 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Superficie de planta de la estancia 71.63 m^2)

Consumo: 620 - 990 kWh/a de un máximo de 2550 kWh/a

Las magnitudes de consumo de energía no tienen en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación.

3.5 Laboratorio Grande



Altura interior del local: 3.820 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 50.0%, Suelo 20.0%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil (Local 2)	Iluminancia vertical (Adaptativamente) [lx] Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	523 (≥ 500)	91.2	700	0.17	0.13

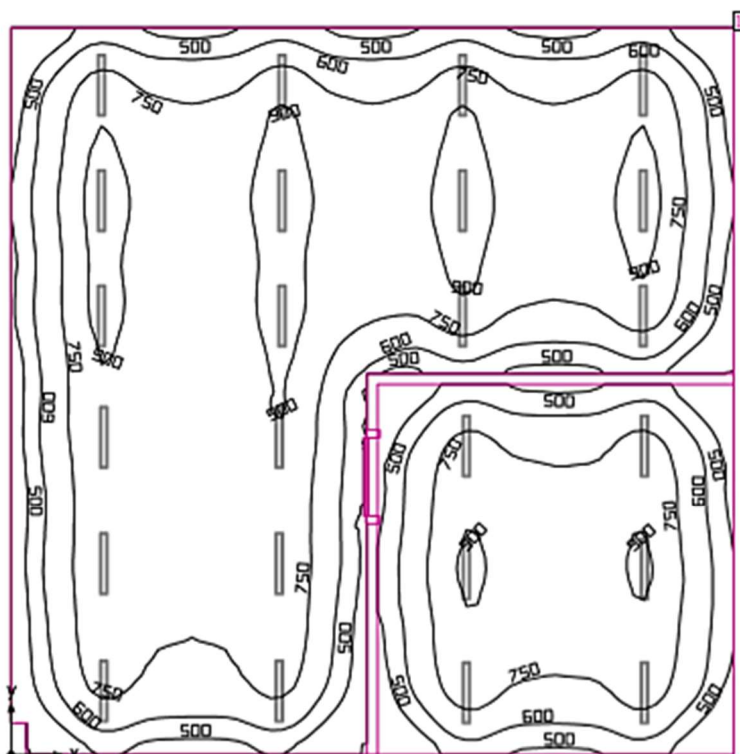
#	Luminaria	Φ (Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
32	RZB Rudolf Zimmermann, Bamberg GmbH - 641318.004.76 Alea Spot	1900	15.0	126.7
	Suma total de luminarias	60800	480.0	126.7

Potencia específica de conexión: $4.97 \text{ W/m}^2 = 0.95 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Superficie de planta de la estancia 96.54 m^2)

Consumo: 830 - 1300 kWh/a de un máximo de 3400 kWh/a

Las magnitudes de consumo de energía no tienen en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación.

3.6 Servidores



Altura interior del local: 3.820 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 50.0%, Suelo 27.7%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil (Local 5)	Iluminancia vertical (Adaptativamente) [lx] Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	739 (≥ 500)	296	981	0.40	0.30

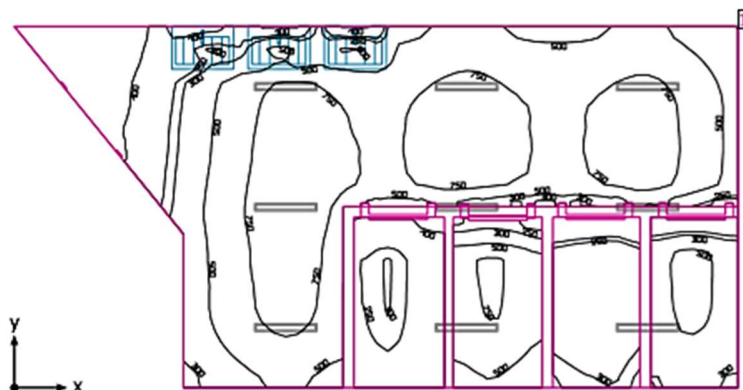
#	Luminaria	Φ (Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
24	RZB Rudolf Zimmermann, Bamberg GmbH - 641318.004.76 Alea Spot	1900	15.0	126.7
Suma total de luminarias		45600	360.0	126.7

Potencia específica de conexión: $7.63 \text{ W/m}^2 = 1.03 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Superficie de planta de la estancia 47.19 m^2)

Consumo: 990 kWh/a de un máximo de 1700 kWh/a

Las magnitudes de consumo de energía no tienen en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación.

3.7 Vestuarios



Altura interior del local: 3.820 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 50.0%, Suelo 20.0%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Min	Max	Min./medio	Min./máx.
1 Plano útil (Local 7)	Iluminancia vertical (Adaptativamente) [lx] Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	564 (≥ 500)	25.5	907	0.045	0.028

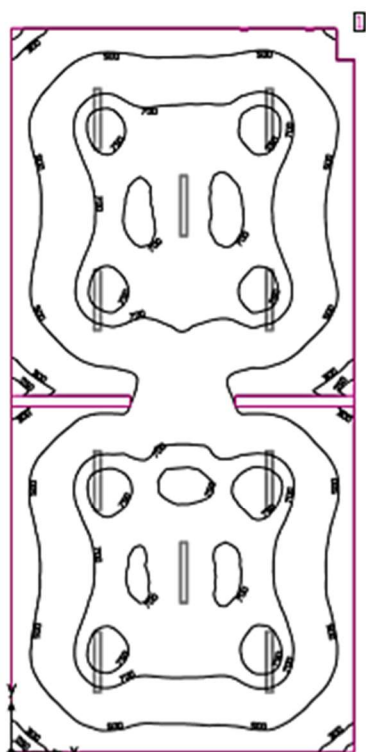
# Luminaria	Φ (Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
9 RZB Rudolf Zimmermann, Bamberg GmbH - 641318.004.76 Alea Spot	1900	15.0	126.7
Suma total de luminarias	17100	135.0	126.7

Potencia específica de conexión: $7.02 \text{ W/m}^2 = 1.24 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Superficie de planta de la estancia 19.22 m^2)

Consumo: 370 kWh/a de un máximo de 700 kWh/a

Las magnitudes de consumo de energía no tienen en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación.

3.8 Sala Cuadro General de Mando y Protección



Altura interior del local: 3.820 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 50.0%, Suelo 20.0%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil (Local 2)	Iluminancia vertical (Adaptativamente) [lx] Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	600 (≥ 500)	221	783	0.37	0.28

#	Luminaria	Φ(Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
10	RZB Rudolf Zimmermann, Bamberg GmbH - 641318.004.76 Alea Spot	1900	15.0	126.7
	Suma total de luminarias	19000	150.0	126.7

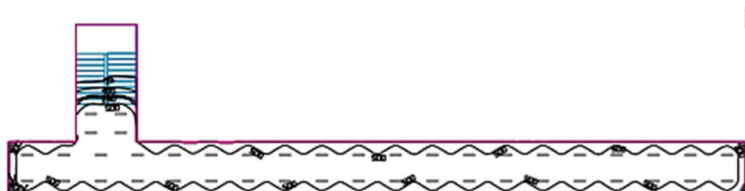
Potencia específica de conexión: $6.67 \text{ W/m}^2 = 1.11 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Superficie de planta de la estancia 22.49 m^2)

Consumo: 410 kWh/a de un máximo de 800 kWh/a

Las magnitudes de consumo de energía no tienen en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación.

3.9 Pasillos y Escaleras Planta Baja

Los pasillos de la planta baja son simétricamente iguales, por lo que bastará con el estudio luminotécnico de uno de ellos.



Altura interior del local: 3.820 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 50.0%, Suelo 20.0%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil (Local 5)	Iluminancia vertical (Adaptativamente) [lx] Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	511 (≥ 500)	0.56	987	0.001	0.001

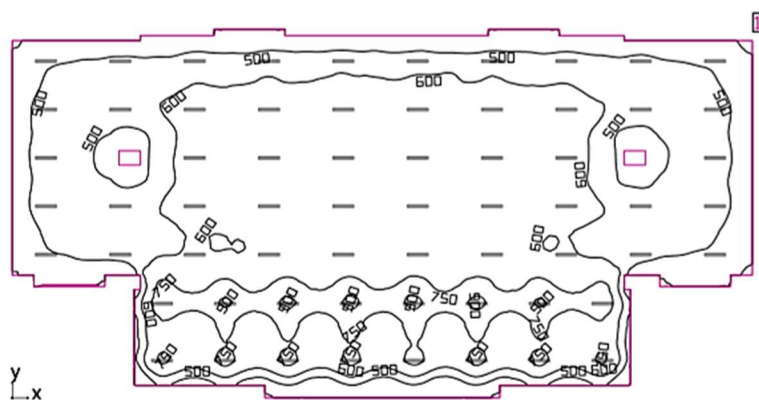
#	Luminaria	Φ (Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
44	RZB Rudolf Zimmermann, Bamberg GmbH - 641318.004.76 Alea Spot	1900	15.0	126.7
Suma total de luminarias		83600	660.0	126.7

Potencia específica de conexión: $5.38 \text{ W/m}^2 = 1.05 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Superficie de planta de la estancia 122.64 m^2)

Consumo: 1800 kWh/a de un máximo de 4300 kWh/a

Las magnitudes de consumo de energía no tienen en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación.

3.10 Entrada Salón



Altura interior del local: 3.820 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 50.0%, Suelo 50.0%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil (Local 2)	Iluminancia vertical (Adaptativamente) [lx] Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	606 (≥ 500)	256	937	0.42	0.27

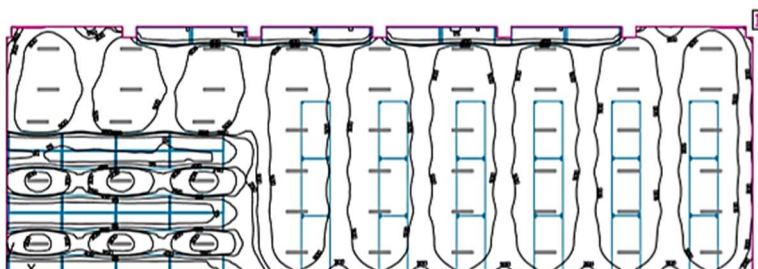
#	Luminaria	Φ (Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
64	RZB Rudolf Zimmermann, Bamberg GmbH - 641318.004.76 Alea Spot	1900	15.0	126.7
Suma total de luminarias		121600	960.0	126.7

Potencia específica de conexión: $5.15 \text{ W/m}^2 = 0.85 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Superficie de planta de la estancia 186.56 m^2)

Consumo: 2650 kWh/a de un máximo de 6550 kWh/a

Las magnitudes de consumo de energía no tienen en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación.

3.11 Biblioteca



Altura interior del local: 3.820 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 50.0%, Suelo 20.0%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil (Local 4)	Iluminancia vertical (Adaptativamente) [lx] Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	503 (≥ 500)	9.86	943	0.020	0.010

#	Luminaria	Φ (Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
51	RZB Rudolf Zimmermann, Bamberg GmbH - 641318.004.76 Alea Spot	1900	15.0	126.7
	Suma total de luminarias	96900	765.0	126.7

Potencia específica de conexión: $5.33 \text{ W/m}^2 = 1.06 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Superficie de planta de la estancia 143.50 m^2)

Consumo: 1600 - 2100 kWh/a de un máximo de 5050 kWh/a

Las magnitudes de consumo de energía no tienen en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación.

3.12 Comedor



Altura interior del local: 3.820 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 50.0%, Suelo 20.0%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Min	Max	Min./medio	Min./máx.
1 Plano útil (Local 2)	Iluminancia vertical (Adaptativamente) [lx] Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	633 (≥ 500)	135	977	0.21	0.14

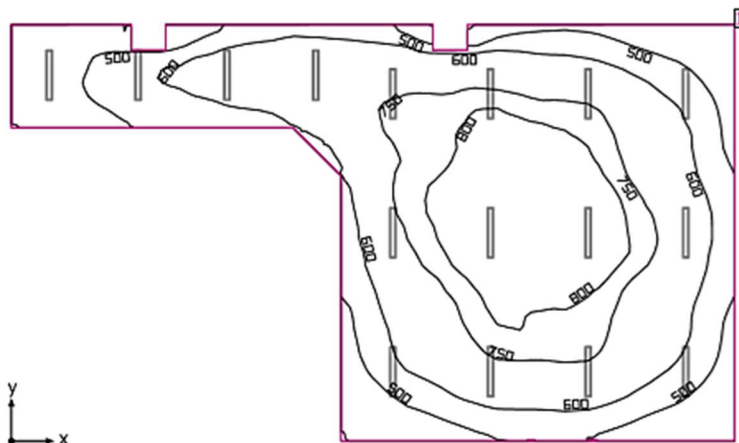
#	Luminaria	Φ (Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
31	RZB Rudolf Zimmermann, Bamberg GmbH - 641318.004.76 Alea Spot	1900	15.0	126.7
	Suma total de luminarias	58900	465.0	126.7

Potencia específica de conexión: $6.99 \text{ W/m}^2 = 1.11 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Superficie de planta de la estancia 66.49 m^2)

Consumo: 880 - 1300 kWh/a de un máximo de 2350 kWh/a

Las magnitudes de consumo de energía no tienen en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación.

3.13 Cocina



Altura interior del local: 3.820 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 50.0%, Suelo 20.0%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil (Local 3)	Iluminancia vertical (Adaptativamente) [lx] Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	648 (≥ 500)	283	899	0.44	0.31

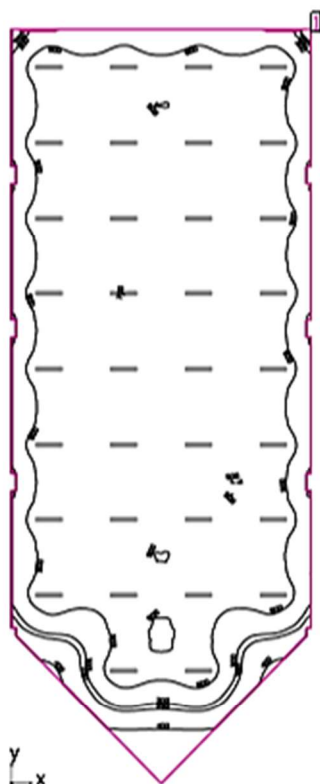
#	Luminaria	Φ (Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
16	RZB Rudolf Zimmermann, Bamberg GmbH - 641318.004.76 Alea Spot	1900	15.0	126.7
Suma total de luminarias		30400	240.0	126.7

Potencia específica de conexión: $9.03 \text{ W/m}^2 = 1.39 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Superficie de planta de la estancia 26.57 m^2)

Consumo: 660 kWh/a de un máximo de 950 kWh/a

Las magnitudes de consumo de energía no tienen en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación

3.14 Hall



Altura interior del local: 3.820 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 50.0%, Suelo 20.0%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil (Local 6)	Illuminancia vertical (Adaptativamente) [lx] Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	512 (\approx 500)	27.6	701	0.054	0.039

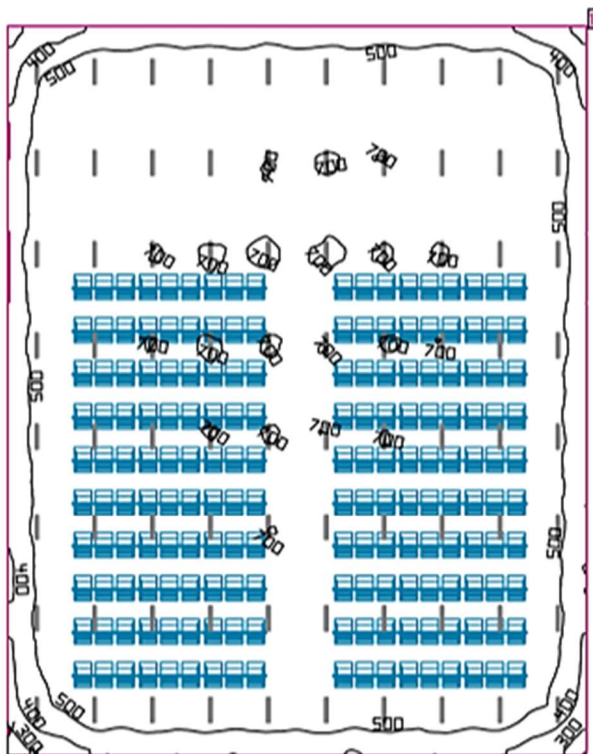
#	Luminaria	Φ (Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
34	RZB Rudolf Zimmermann, Bamberg GmbH - 641318.004.76 Alea Spot	1900	15.0	126.7
Suma total de luminarias		64600	510.0	126.7

Potencia específica de conexión: $4.88 \text{ W/m}^2 = 0.95 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Superficie de planta de la estancia 104.51 m^2)

Consumo: 1200 - 1400 kWh/a de un máximo de 3700 kWh/a

Las magnitudes de consumo de energía no tienen en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación.

3.15 Salón



Altura interior del local: 3.820 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 50.0%, Suelo 50.0%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil (Local 6)	Iluminancia vertical (Adaptativamente) [lx] Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	607 (≥ 500)	247	717	0.41	0.34

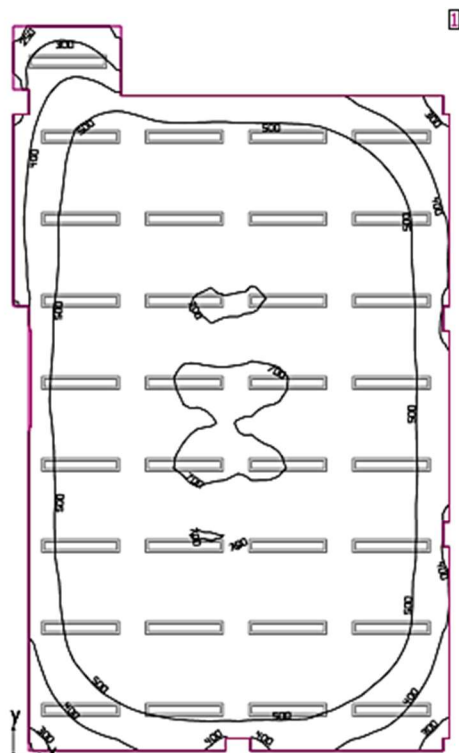
#	Luminaria	Φ (Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
80	RZB Rudolf Zimmermann, Bamberg GmbH - 641318.004.76 Alea Spot	1900	15.0	126.7
Suma total de luminarias		152000	1200.0	126.7

Potencia específica de conexión: $5.16 \text{ W/m}^2 = 0.85 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Superficie de planta de la estancia 232.56 m^2)

Consumo: 3300 kWh/a de un máximo de 8150 kWh/a

Las magnitudes de consumo de energía no tienen en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación.

3.16 Gimnasios



Altura interior del local: 3.820 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 50.0%, Suelo 20.0%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil (Local 1)	Iluminancia vertical (Adaptativamente) [lx] Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	569 (≥ 500)	210	706	0.37	0.30

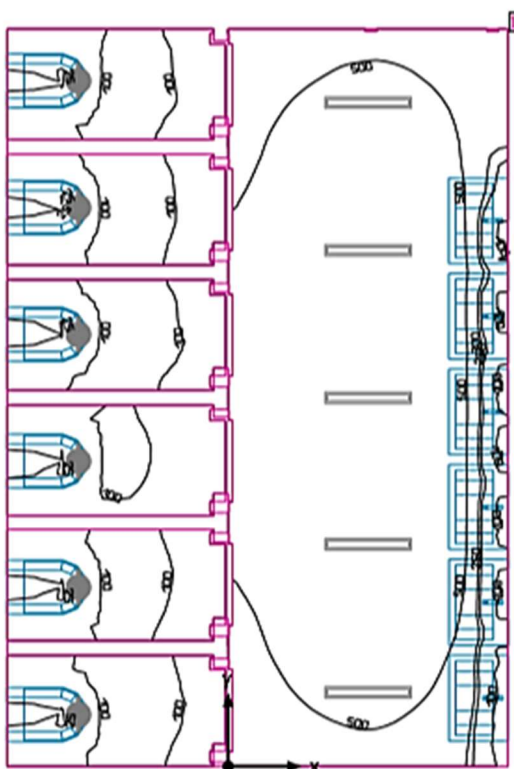
#	Luminaria	Φ (Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
33	Philips - BPS640 W21L125 1xLED24/830 MLO-PC	1848	21.0	88.0
	Suma total de luminarias	60984	693.0	88.0

Potencia específica de conexión: $9.29 \text{ W/m}^2 = 1.63 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Superficie de planta de la estancia 74.58 m^2)

Consumo: 1200 - 1900 kWh/a de un máximo de 2650 kWh/a

Las magnitudes de consumo de energía no tienen en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación.

3.17 Baños



Altura interior del local: 2.500 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 50.0%, Suelo 20.0%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil (Local 3)	Illuminancia vertical (Adaptativamente) [lx] Altura: 0.010 m, Zona marginal: 0.000 m	365 (\approx 500)	13.4	758	0.037	0.018

# Luminaria	Φ (Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
6 Philips - DN130B D165 1xLED10S/830	1100	11.0	100.0
5 RZB Rudolf Zimmermann, Bamberg GmbH - 641318.004.76 Alea Spot	1900	15.0	126.7
Suma total de luminarias	16100	141.0	114.2

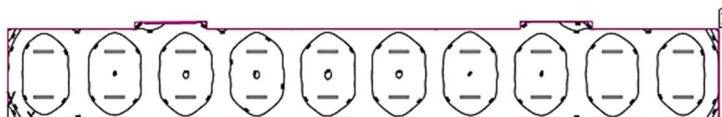
Potencia específica de conexión: $8.30 \text{ W/m}^2 = 2.27 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Superficie de planta de la estancia 16.99 m^2)

Consumo: 390 kWh/a de un máximo de 600 kWh/a

Las magnitudes de consumo de energía no tienen en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación.

3.18 Pasillos Primer Piso

Los pasillos de la planta baja son simétricamente iguales, por lo que bastará con el estudio luminotécnico de uno de ellos.



Altura interior del local: 3.820 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 50.0%, Suelo 50.0%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil (Local 3)	Iluminancia vertical (Adaptativamente) [lx] Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	524 (≥ 500)	124	759	0.24	0.16

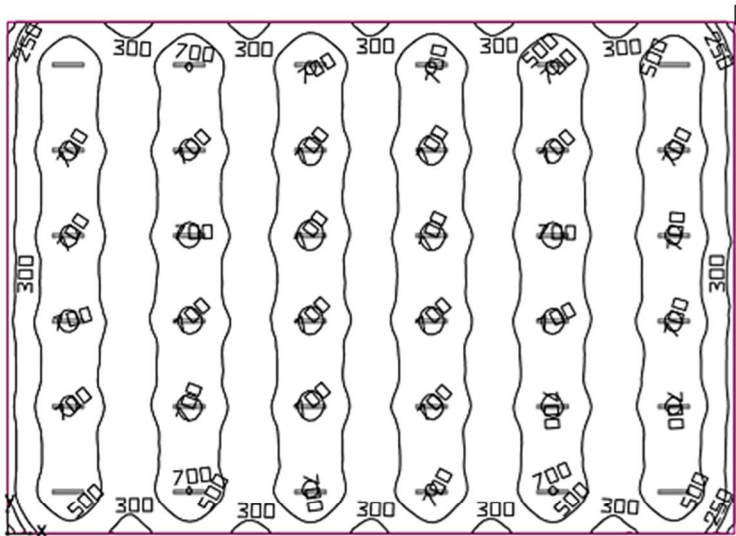
#	Luminaria	Φ (Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
20	RZB Rudolf Zimmermann, Bamberg GmbH - 641318.004.76 Alea Spot	1900	15.0	126.7
Suma total de luminarias		38000	300.0	126.7

Potencia específica de conexión: $5.17 \text{ W/m}^2 = 0.99 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Superficie de planta de la estancia 57.98 m^2)

Consumo: 830 kWh/a de un máximo de 2050 kWh/a

Las magnitudes de consumo de energía no tienen en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación.

3.19 Butacas Salón Primera Planta



Altura interior del local: 3.820 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 50.0%, Suelo 50.0%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil (Local 4)	Iluminancia vertical (Adaptativamente) [lx] Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	507 (≥ 500)	183	750	0.36	0.24

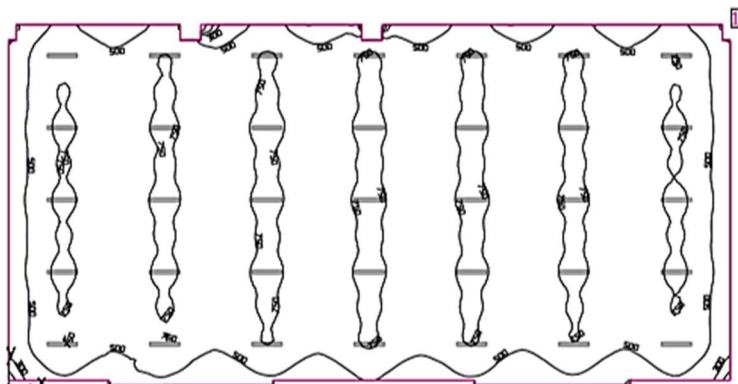
#	Luminaria	Φ (Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
36	RZB Rudolf Zimmermann, Bamberg GmbH - 641318.004.76 Alea Spot	1900	15.0	126.7
Suma total de luminarias		68400	540.0	126.7

Potencia específica de conexión: $4.14 \text{ W/m}^2 = 0.82 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Superficie de planta de la estancia 130.29 m^2)

Consumo: 1500 kWh/a de un máximo de 4600 kWh/a

Las magnitudes de consumo de energía no tienen en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación.

3.20 Laboratorio Primer Piso



Altura interior del local: 3.820 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 50.0%, Suelo 50.0%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil (Local 2)	Iluminancia vertical (Adaptativamente) [lx] Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	627 (≥ 500)	197	827	0.31	0.24

#	Luminaria	Φ (Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
35	RZB Rudolf Zimmermann, Bamberg GmbH - 641318.004.76 Alea Spot	1900	15.0	126.7
	Suma total de luminarias	66500	525.0	126.7

Potencia específica de conexión: $5.42 \text{ W/m}^2 = 0.86 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Superficie de planta de la estancia 96.89 m^2)

Consumo: 1150 - 1450 kWh/a de un máximo de 3400 kWh/a

Las magnitudes de consumo de energía no tienen en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación.

CAPÍTULO 4: PRESUPUESTO

1	Resumen del Presupuesto	58
2	Instalación de enlace	59
3	Líneas Eléctricas	60
4	Cuadros	62
5	Canalizaciones	63
6	Mecanismos	64
7	Puesta a Tierra	65
8	Alumbrado	65
9	Instalación Fotovoltaica	66

1 RESUMEN DEL PRESUPUESTO

SUBCAPÍTULO	IMPORTE (€)
Instalación de enlace	5.671
Líneas Eléctricas	23.327
Cuadros	6.100
Canalizaciones	12.044
Mecanismos	6.624
Puesta a Tierra	1.135
Alumbrado	64.961
Instalación Fotovoltaica	67.440
PRESUPUESTO TOTAL	187.302

2 INSTALACIÓN DE ENLACE

Unidad	Materiales	Rendimiento	Precio unitario	Importe
Ud.	Transformador. Transformador trifásico en baño de aceite, con refrigeración natural, de 100 kVA de potencia, de 24 kV de tensión asignada, 20 kV de tensión del primario y 420 V de tensión del secundario en vacío, de 50 Hz de frecuencia, y grupo de conexión Dyn11. Según UNE 21428, UNE-EN 50464 e IEC 60076-1.	1	3.907,88	3.907,880
m	Línea Trifásica 3x35 + 2x16 mm² RZ1 0,6/1 kV. Línea de cobre trifásica formada por tres fases de 35 mm ² de sección y neutro más tierra de 16 mm ² de sección, colocada bajo tubo según REBT.	20	32	640
m	Tubo Rígido de acometida Ø70 mm. Tubo rígido para acometida, no propagador de la llama y libre de halógenos, para canalización enterrada con grado de protección IP 54. Incremento del 30% sobre el precio del tubo en concepto de uniones, accesorios y piezas según REBT.	25	3	75
Ud.	Caja de Protección y Medida E10-250/400. Caja de protección y medida con interruptor de corte con potencia hasta 90 kV. Dimensiones 570x1235x235 mm. Equipo de medida indirecta en baja tensión con contador de activa y reactiva, así como maxímetro, interruptor horario y transformadores de intensidad. Interruptor de corte en carga tetrapolar, montado en hornacina, modelo FACT-3C.VAF de "Centraelectrico", cableado, compuerta metálica CPM 120x70 homologada, hornamentable y con puesta a tierra del neutro.	1	1.048	1.048

3 LÍNEAS ELÉCTRICAS

Unidad	Materiales	Rendimiento	Precio unitario	Importe
m	Línea Monofásica 2x1.5 + TT mm² RZ1 0,6/1 kV. Circuito monofásico con circuito de protección a tierra, bajo tubo de PVC empotrado de 12 mm de diámetro, totalmente aislado. Los cables son no propagadores de incendios y con baja emisión de humos halógenos y opacos de acuerdo a la norma UNE 211002. Serán no propagadores de llama de acuerdo con la norma UNE-EN 50.085. Temperatura máxima de utilización 90°C.	7320 x 3	0,5	10.980
m	Línea Monofásica 2x2.5 + TT mm² RZ1 0,6/1 kV. Circuito monofásico con circuito de protección a tierra, bajo tubo de PVC empotrado de 12 mm de diámetro, totalmente aislado. Los cables son no propagadores de incendios y con baja emisión de humos halógenos y opacos de acuerdo a la norma UNE 211002. Serán no propagadores de llama de acuerdo con la norma UNE-EN 50.085. Temperatura máxima de utilización 90°C.	946 x 3	0,90	2.554
m	Línea Monofásica 2x4+ TT mm² RZ1 0,6/1 kV. Circuito monofásico con circuito de protección a tierra, bajo tubo de PVC empotrado de 12 mm de diámetro, totalmente aislado. Los cables son no propagadores de incendios y con baja emisión de humos halógenos y opacos de acuerdo a la norma UNE 211002. Serán no propagadores de llama de acuerdo con la norma UNE-EN 50.085. Temperatura máxima de utilización 90°C.	365 x 3	0,94	1.029
m	Línea Monofásica 2x6 + TT mm² RZ1 0,6/1 kV. Circuito monofásico con circuito de protección a tierra, bajo tubo de PVC empotrado de 12 mm de diámetro, totalmente aislado. Los cables son no propagadores de incendios y con baja emisión de humos halógenos y opacos de acuerdo a la norma UNE 211002. Serán no propagadores de llama de acuerdo con la norma UNE-EN 50.085. Temperatura máxima de utilización 90°C	90 x 3	2,42	654
m	Línea Trifásica 3x6 + 2x6 mm² RZ1 0,6/1 kV. Circuito trifásico con circuito de protección a tierra, bajo tubo de PVC empotrado de 12 mm de diámetro, totalmente aislado. Los cables son no propagadores de incendios y con baja emisión de humos halógenos y opacos de acuerdo a la norma UNE 211002. Serán no propagadores de llama de acuerdo con la norma UNE-EN 50.085. Temperatura máxima de utilización 90°C	105 x 5	2,42	1.270

Unidad	Materiales	Rendimiento	Precio unitario	Importe
Ud.	Línea Trifásica 3x10 + 2x10 mm² RZ1 0,6/1 kV. Circuito trifásico con circuito de protección a tierra, bajo tubo de PVC empotrado de 12 mm de diámetro, totalmente aislado. Los cables son no propagadores de incendios y con baja emisión de humos halógenos y opacos de acuerdo a la norma UNE 211002. Serán no propagadores de llama de acuerdo con la norma UNE-EN 50.085. Temperatura máxima de utilización 90°C.	106 x 5	2,92	1.548
Ud.	Línea Trifásica 3x16 + 2x16 mm² RZ1 0,6/1 kV. Circuito trifásico con circuito de protección a tierra, bajo tubo de PVC empotrado de 12 mm de diámetro, totalmente aislado. Los cables son no propagadores de incendios y con baja emisión de humos halógenos y opacos de acuerdo a la norma UNE 211002. Serán no propagadores de llama de acuerdo con la norma UNE-EN 50.085. Temperatura máxima de utilización 90°C.	103 x 5	3,96	2.039
Ud.	Línea Trifásica 3x35 + 2x16 mm² RZ1 0,6/1 kV. Circuito trifásico con circuito de protección a tierra, bajo tubo de PVC empotrado de 12 mm de diámetro, totalmente aislado. Los cables son no propagadores de incendios y con baja emisión de humos halógenos y opacos de acuerdo a la norma UNE 211002. Serán no propagadores de llama de acuerdo con la norma UNE-EN 50.085. Temperatura máxima de utilización 90°C.	95 x 5	6,85	3.253

4 CUADROS

Unidad	Materiales	Rendimiento	Precio unitario	Importe
Ud.	Cuadro General de Mando y Protección. Cuadro para protección y distribución, que contiene interruptores automáticos y diferenciales, según el esquema unifilar descrito en Capítulo 5. Montado en armario metálico modular, en cofre tipo P prisma de dimensiones 2000x700x400 mm, con puerta plana con cerradura y llave de seguridad, cableado, bornas, pletinas y accesorios. Incluye posibles modificaciones o adecuaciones que se consideren necesarias en el cuadro y en sus elementos constitutivos, para que la unidad quede totalmente terminada y en funcionamiento.	1	2.600	2.600
Ud.	Cuadro Secundario Salón Cuadro para protección y distribución, que contiene interruptores automáticos y diferenciales, según el esquema unifilar descrito en Capítulo 5. Montado en armario metálico modular, en cofre tipo Pragma F prisma de dimensiones 750x400x200 mm, con puerta plana con cerradura y llave de seguridad, cableado, bornas, pletinas y accesorios. Incluye posibles modificaciones o adecuaciones que se consideren necesarias en el cuadro y en sus elementos constitutivos, para que la unidad quede totalmente terminada y en funcionamiento.	1	700	700
Ud.	Cuadro Secundario Laboratorios Planta Baja Cuadro para protección y distribución, que contiene interruptores automáticos y diferenciales, según el esquema unifilar descrito en Capítulo 5. Montado en armario metálico modular, en cofre tipo Pragma F prisma de dimensiones 750x400x200 mm, con puerta plana con cerradura y llave de seguridad, cableado, bornas, pletinas y accesorios. Incluye posibles modificaciones o adecuaciones que se consideren necesarias en el cuadro y en sus elementos constitutivos, para que la unidad quede totalmente terminada y en funcionamiento.	1	1.200	1.200
Ud.	Cuadro Secundario Cocina y Comedor Cuadro para protección y distribución, que contiene interruptores automáticos y diferenciales, según el esquema unifilar descrito en Capítulo 5. Montado en armario metálico modular, en cofre tipo Pragma F prisma de dimensiones 750x400x200 mm, con puerta plana con cerradura y llave de seguridad, cableado, bornas, pletinas y accesorios. Incluye posibles modificaciones o adecuaciones que se consideren necesarias en el cuadro y en sus elementos constitutivos, para que la unidad quede totalmente terminada y en funcionamiento.	1	1.600	1.600

Ud.	Cuadro Secundario Primer Piso Cuadro para protección y distribución, que contiene interruptores automáticos y diferenciales, según el esquema unifilar descrito en Capítulo 5. Montado en armario metálico modular, en cofre tipo Pragma F prisma de dimensiones 1000x600x300 mm, con puerta plana con cerradura y llave de seguridad, cableado, bornas, pletinas y accesorios. Incluye posibles modificaciones o adecuaciones que se consideren necesarias en el cuadro y en sus elementos constitutivos, para que la unidad quede totalmente terminada y en funcionamiento.	1	2.100	2.100
Ud.	Cuadro Secundario Laboratorios Primer Piso Cuadro para protección y distribución, que contiene interruptores automáticos y diferenciales, según el esquema unifilar descrito en Capítulo 5. Montado en armario metálico modular, en cofre tipo Pragma F prisma de dimensiones 750x400x200 mm, con puerta plana con cerradura y llave de seguridad, cableado, bornas, pletinas y accesorios. Incluye posibles modificaciones o adecuaciones que se consideren necesarias en el cuadro y en sus elementos constitutivos, para que la unidad quede totalmente terminada y en funcionamiento.	1	1.200	1.200

5 CANALIZACIONES

Unidad	Materiales	Rendimiento	Precio unitario	Importe
m	Tubo rígido de PVC 12 mm² Tubo enchufable libre de halógenos, no propagador de llama para canalización de superficie con un grado de protección IP 54 y con un incremento sobre el precio en concepto de uniones, accesorios y piezas especiales.	25000	0,34	8.500
m	Tubo rígido de PVC 20 mm² Tubo enchufable libre de halógenos, no propagador de llama para canalización de superficie con un grado de protección IP 54 y con un incremento sobre el precio en concepto de uniones, accesorios y piezas especiales.	780	0,45	351
m	Tubo rígido de PVC 25 mm² Tubo enchufable libre de halógenos, no propagador de llama para canalización de superficie con un grado de protección IP 54 y con un incremento sobre el precio en concepto de uniones, accesorios y piezas especiales.	200	0,66	132
m	Tubo rígido de PVC 32 mm² Tubo enchufable libre de halógenos, no propagador de llama para canalización de superficie con un grado de protección IP 54 y con un incremento sobre el precio en concepto de uniones, accesorios y piezas especiales.	500	0,86	430

m	Tubo rígido de PVC 40 mm2 Tubo enchufable libre de halógenos, no propagador de llama para canalización de superficie con un grado de protección IP 54 y con un incremento sobre el precio en concepto de uniones, accesorios y piezas especiales.	300	1,27	381
m	Tubo rígido de PVC 50 mm2 Tubo enchufable libre de halógenos, no propagador de llama para canalización de superficie con un grado de protección IP 54 y con un incremento sobre el precio en concepto de uniones, accesorios y piezas especiales.	200	1,75	350
Ud.	Caja de derivación cuadrada Caja de registro y derivación de 100x100x55 mm con 7 conos de entrada y tapa opaca. IP-555. Totalmente instalada.	100	4	400
m	Canal de mecanismos para instalación bajo mesas Canal de PVC de dimensiones 100x50 mm, con tabique separador y tapa final para su instalación bajo las mesas, incluyendo parte proporcional de accesorios.	100	15	1.500

6 MECANISMOS

Unidad	Materiales	Rendimiento	Precio unitario	Importe
Ud.	Interruptor conmutado estanco 10A 250V Interruptor de superficie con mecanismo completo con tecla y con marco, totalmente instalado, conectado y en correcto funcionamiento.	95	9,4	893
Ud.	Toma de corriente monofásica de 10-16A Toma de corriente con toma de tierra lateral. Incluye caja registro y caja de mecanismos con tornillos y base de enchufe de 16A Totalmente instalada y en correcto funcionamiento.	255	12,4	3.162
Ud.	Toma de corriente monofásica de 25A Toma de corriente con toma de tierra lateral. Incluye caja registro y caja de mecanismos con tornillos y base de enchufe de 25A Totalmente instalada y en correcto funcionamiento.	16	14,6	233
Ud.	Detector de movimiento interior pasillo Detector de movimiento para alumbrado interior. Detección hasta 25m, dotado de retardo de apagado entre 1 y 35 min. Totalmente instalado y en correcto funcionamiento.	8	42	336

7 PUESTA A TIERRA

Unidad	Materiales	Rendimiento	Precio unitario	Importe
m	Línea principal de puesta a tierra desnuda 50mm² Línea instalada con conductor de cobre desnudo recocido de 50 mm ² de sección, empotrada. Incluye parte proporcional de partes especiales.	270	3,2	864
Ud.	Arqueta de conexión a tierra 38x50x25 Arqueta formada por muro aparejado de ladrillo macizo de 12 cm es espesor, con juntas de mortero de 1 cm de espesor enfoscado con mortero de cemento M-20A, solera de hormigón en masa HM15/B/40/LLA y tapa de hormigón armado HA25/B/20/LLA con parrilla formada de redondos de diámetro 8 mm. Incluye refuerzo perimetral formado por perfil de acero laminado L60.60, soldado a la malla con cerco de perfil L70.70 y patillas de anclaje en cada uno de sus ángulos.	1	110	110
Ud.	Seccionador con caja para línea de tierra Seccionador compuesto por pletinas de cobre niquelado y bridas de conexión de acero bicromatado, incluye mano de obra. Totalmente instalado y en correcto funcionamiento.	1	12,4	12,4
Ud.	Red equipotencial Red equipotencial para conexión entre canalizaciones metálicas, masas de aparatos sanitarios metálicos y demás elementos conductores accesibles. Emplea conductor de cobre aislado 0,75 kV, cero halogenuros, con secciones de 2,5 mm ² . Incluye collarines de unión y demás accesorios con unión a sistema de puesta a tierra general. Totalmente instalado y en correcto funcionamiento.	10	14,6	146

8 ALUMBRADO

Unidad	Materiales	Rendimiento	Precio unitario	Importe
Ud.	Luminaria Philips BPS640 LED Luminaria de potencia 21W, con flujo luminoso 1848 lm y rendimiento 88 lm/W. Totalmente instalado y en correcto funcionamiento.	66	86	5.676
Ud.	Luminaria Philips DN130B LED Luminaria de potencia 11W, con flujo luminoso 1100 lm y rendimiento 100 lm/W. Totalmente instalado y en correcto funcionamiento.	24	35	840

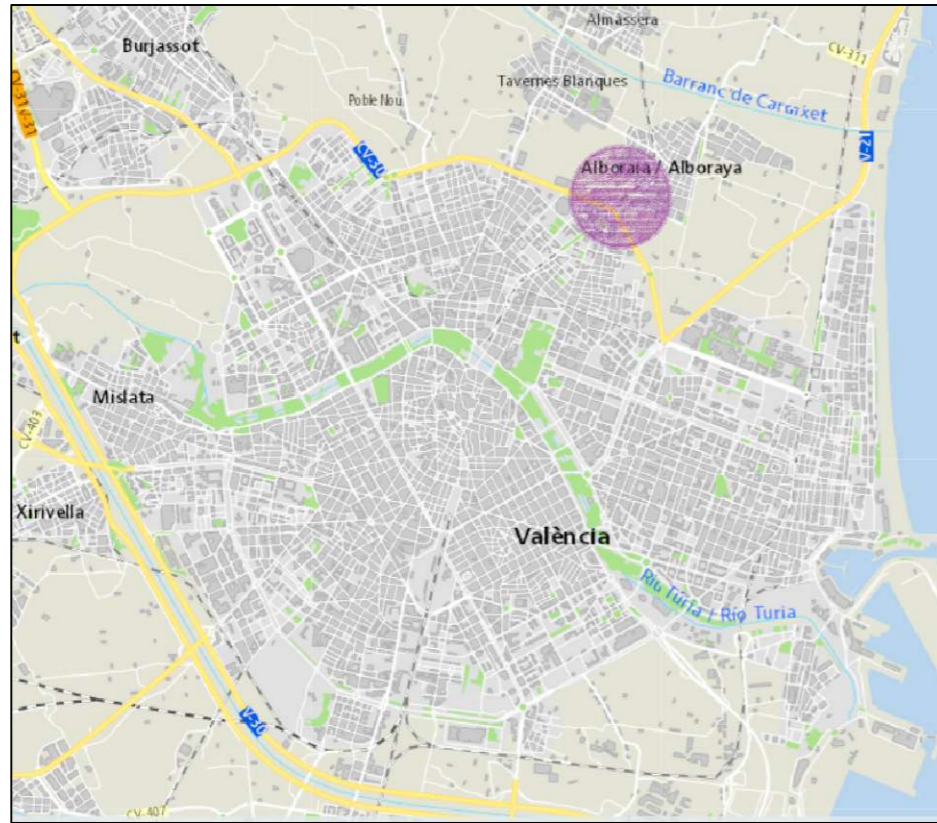
Ud.	Luminaria RZB Rudolf Zimmermann LED Luminaria de potencia 15W, con flujo luminoso 1900 lm y rendimiento 126,7 lm/W. Totalmente instalado y en correcto funcionamiento.	1060	47	49.820
Ud.	Punto de luz 1,5 mm2+TT en tubo Punto de luz instalado con cable de cobre de 1,5 mm ² de sección, en montaje bajo tubo de PVC empotrado de 20 mm de diámetro. Totalmente instalado y en correcto funcionamiento.	1150	7,5	8.625

9 INSTALACION FOTOVOLTAICA

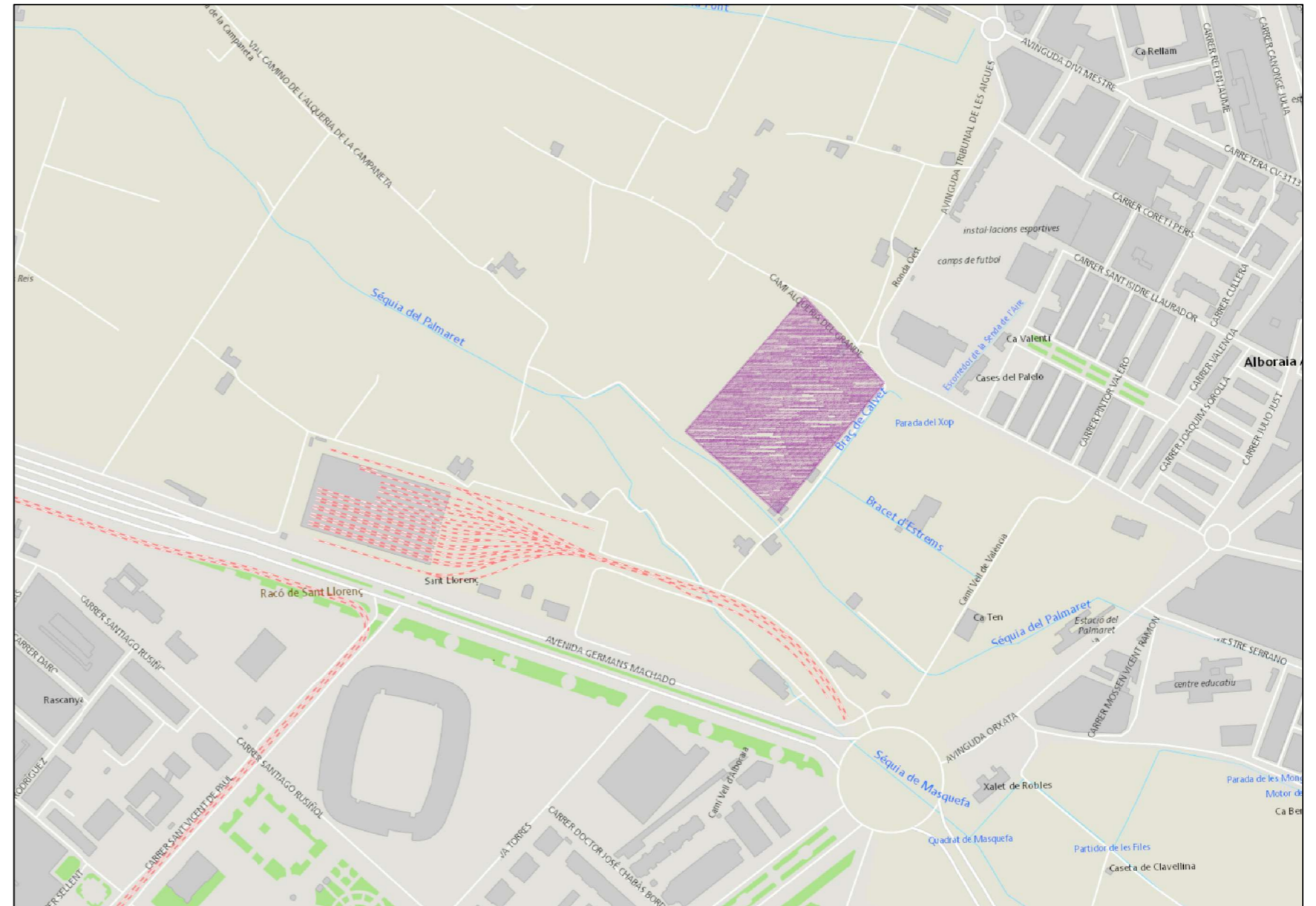
Unidad	Materiales	Rendimiento	Precio unitario	Importe
Ud.	Panel Solar "Talesun" Policristalino 320W 24V Panel fotovoltaico de 320W a 24V de dimensiones 1960x990x40 mm y 24Kg de peso. Eficiencia máxima 17%. Totalmente instalado y en correcto funcionamiento.	318	155	49.290
Ud.	Inversor 40TL M480 Inversor fotovoltaico de 41,2-53,6 kW de potencia y 40A de corriente de funcionamiento, 62,5 Kg y dimensiones 706x735x268 mm. Incluye descargadores de tipo 3 DC y AC, fusibles y medición de corrientes de entrada. Eficiencia 98%. Totalmente instalado y en correcto funcionamiento.	2	7.605	15.210
Ud.	Cuadro de strings STC4 40A Cuadro de strings o caja de conexiones, de hasta 4 entradas con fusibles de 16A de protección en positivo y negativo. Dimensiones 380x380x225 mm. Totalmente instalado y en correcto funcionamiento.	4	255	1.020
Ud.	Soporte Inclinado CVA915XL Soporte para módulos solares en posición vertical inclinada. Material Aluminio EN AW 600 y tornillería de acero inoxidable. Cada unidad admite un máximo de 20 paneles. Totalmente instalado y en correcto funcionamiento.	16	120	1.920

CAPÍTULO 5: PLANOS

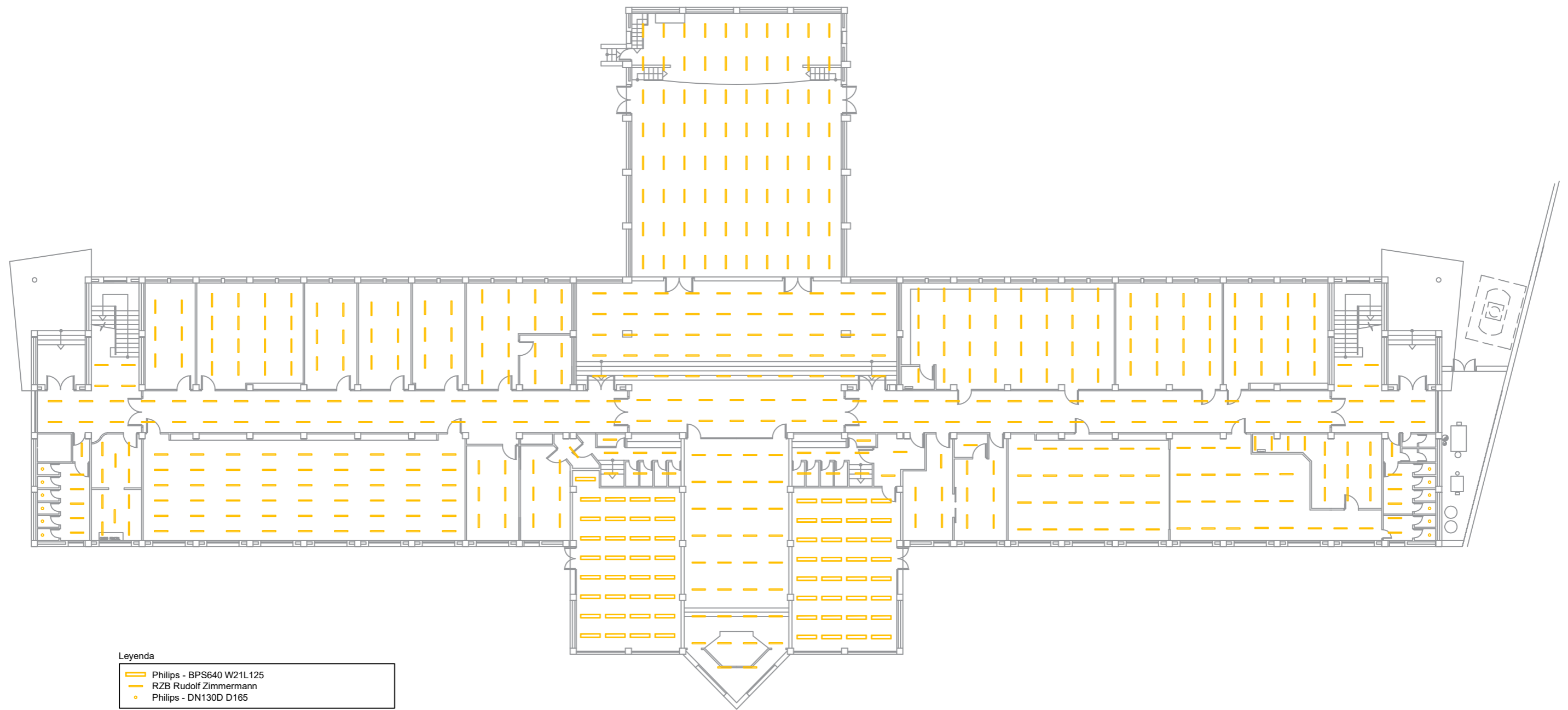
- 1 Emplazamiento
- 2 Luminarias Planta Baja
- 3 Luminarias Primer Piso
- 4 Canalizaciones Planta Baja
- 5 Canalizaciones Primer Piso
- 6 Esquema Unifilar Instalación
- 7 Red Puesta a Tierra
- 8 Paneles Fotovoltaicos



Situado en Alboraya

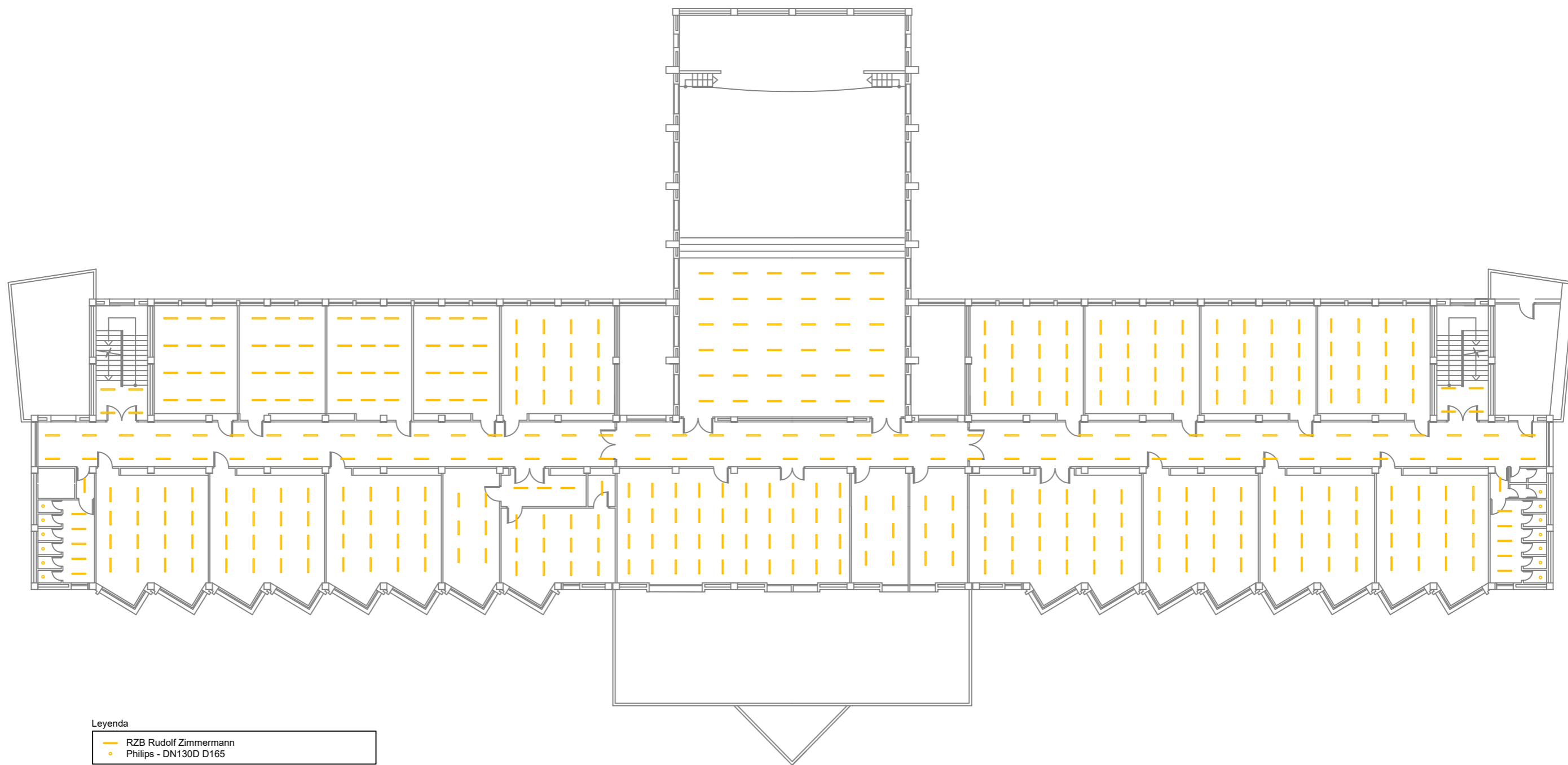


Emplazamiento marcado en morado (Dirección: Camí Vell d'Alboraya).



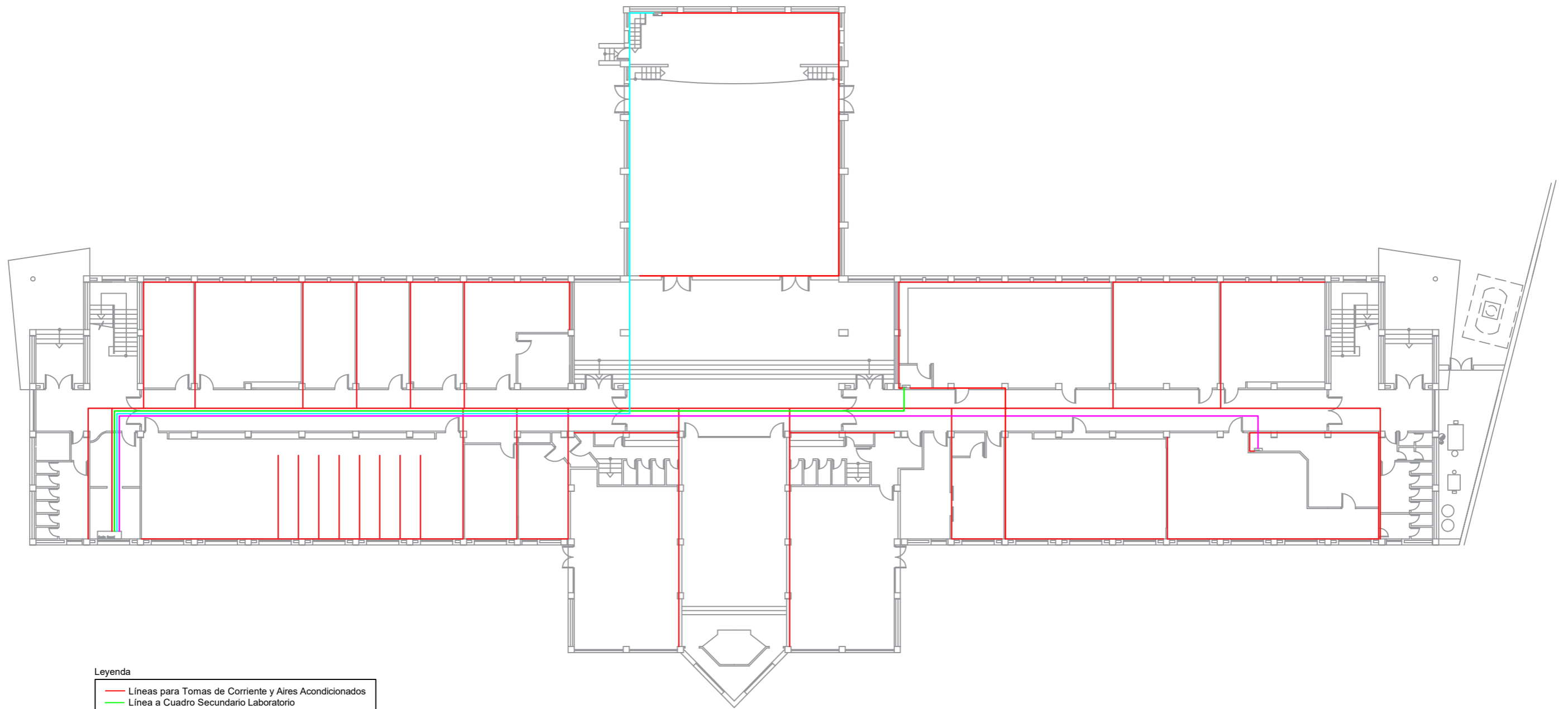
Leyenda

- Philips - BPS640 W21L125
- RZB Rudolf Zimmermann
- Philips - DN130D D165



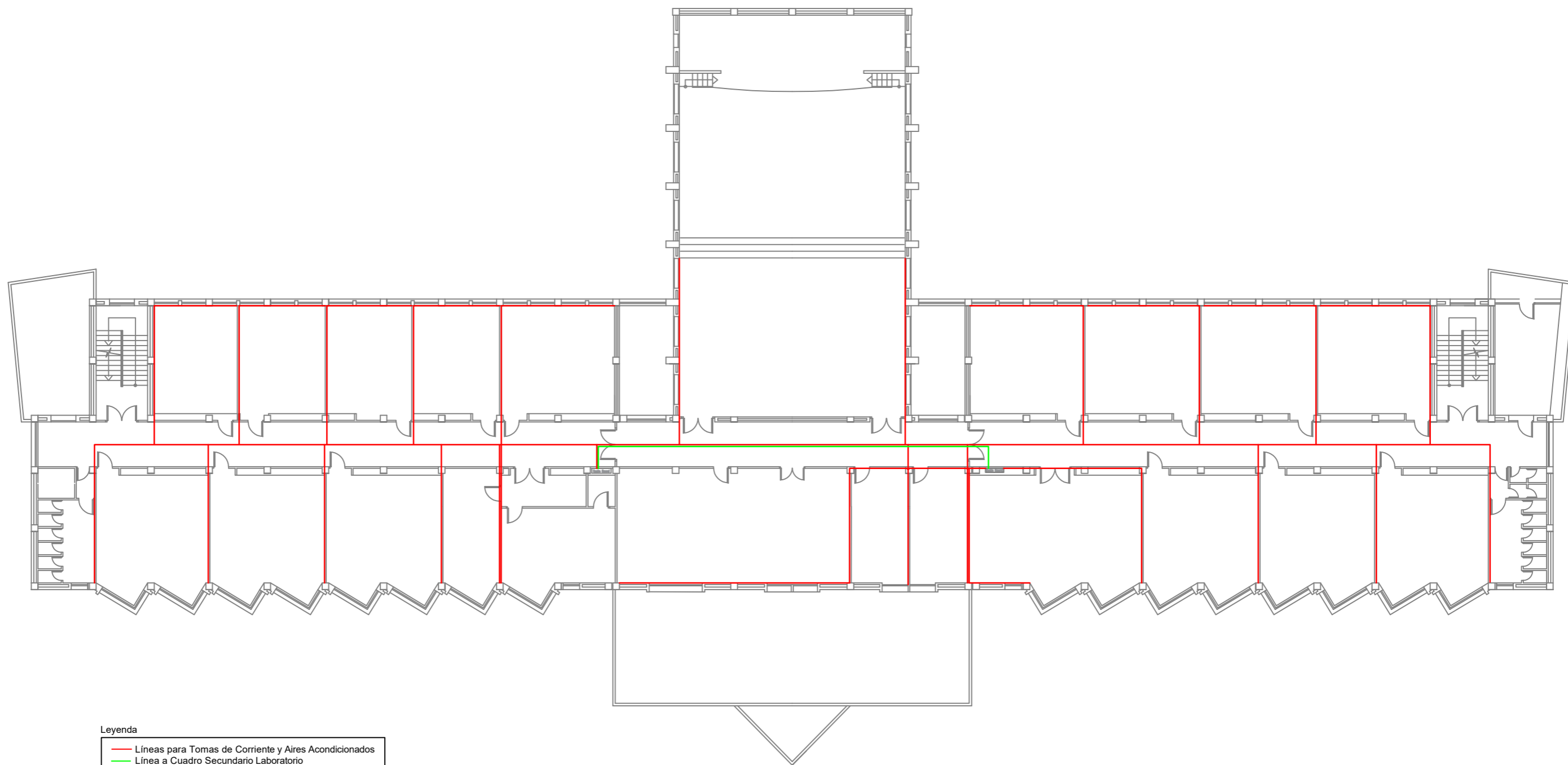
Leyenda

—	RZB Rudolf Zimmermann
•	Philips - DN130D D165



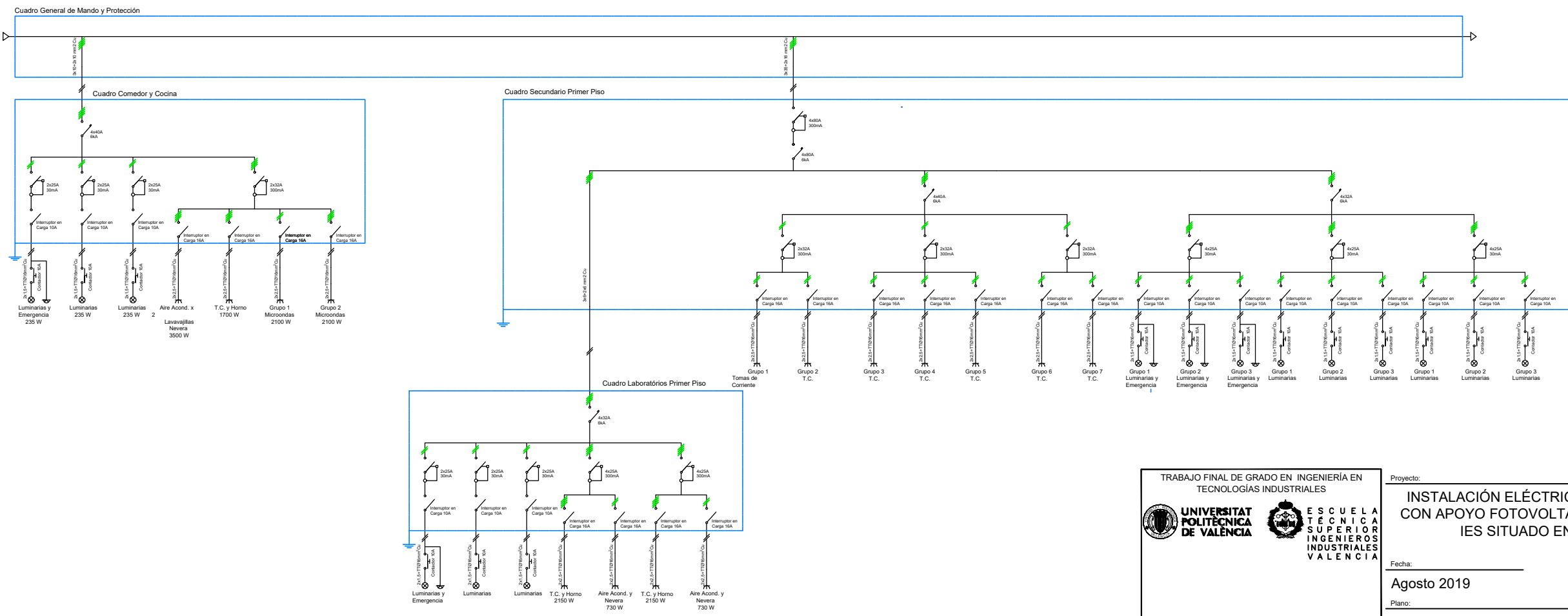
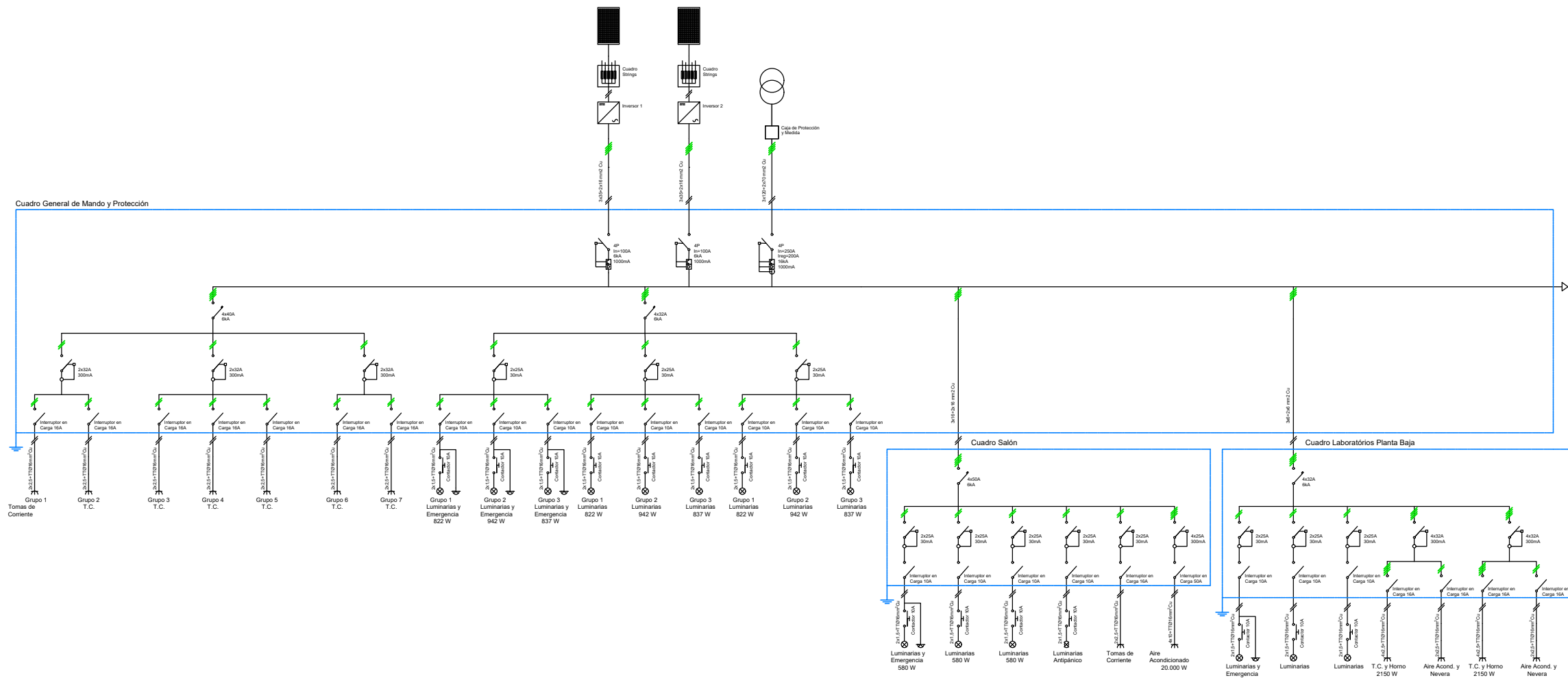
Leyenda

- Líneas para Tomas de Corriente y Aires Acondicionados
- Línea a Cuadro Secundario Laboratorio
- Línea a Cuadro Secundario Cocina
- Línea a Cuadro Secundario Salón



Leyenda

—	Líneas para Tomas de Corriente y Aires Acondicionados
—	Línea a Cuadro Secundario Laboratorio



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN
TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

UNIVERSITAT DE VALÈNCIA
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES VALENCIA

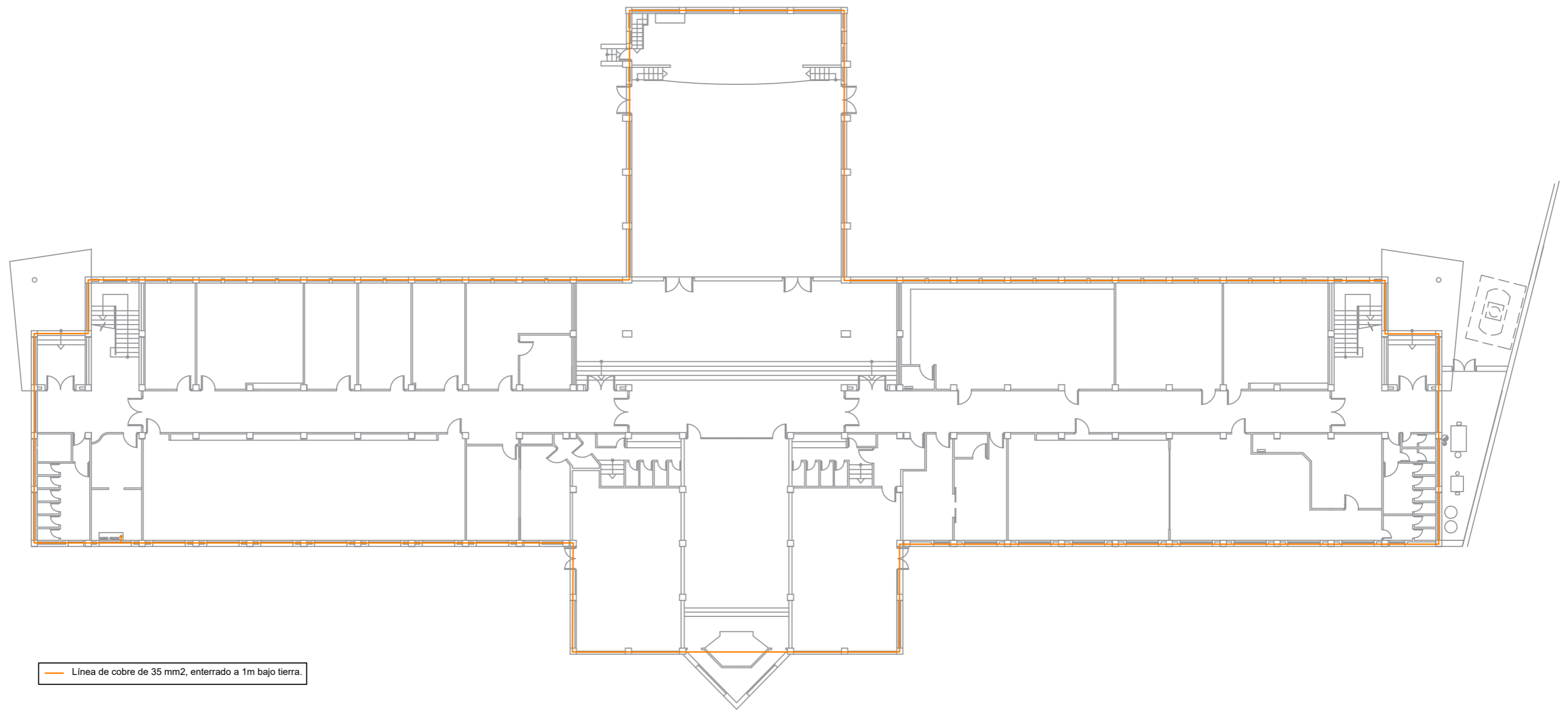
Autor
Carlos Giner Llopis

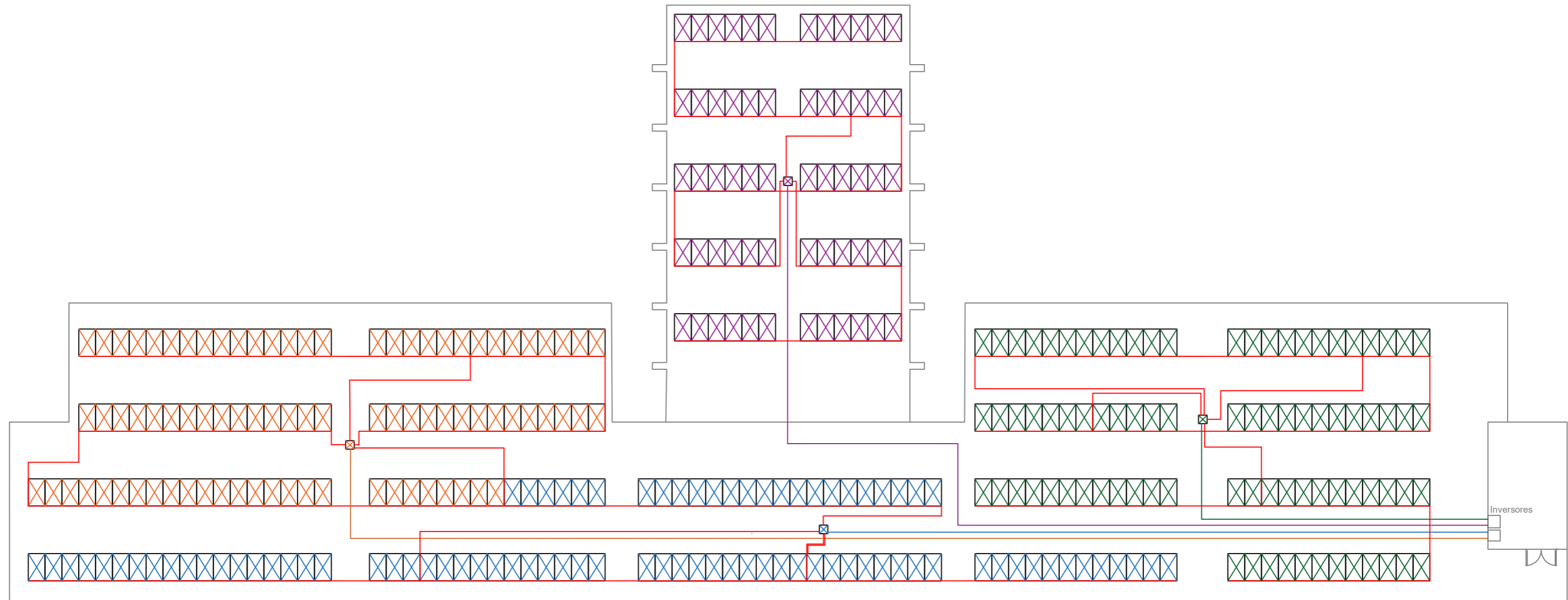
Proyecto:
**INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN
CON APOYO FOTOVOLTAICO DE 100kW EN UN
IES SITUADO EN ALBORAYA**

Fecha:
Agosto 2019

Plano:
Esquema Unifilar Instalación

Nº Plano:
6





Leyenda

- Líneas de Interconexión entre Paneles. Cu 2x4+TT mm2.
- Líneas que unen Cuadros Strings a Inversores. Cu 2x6+TT mm2.
- X Cuadros Strings
- X Paneles Asociados a su Cuadro de Strings por código de colores.

Bibliografía

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto de 2002).
- Tecnología Eléctrica, de Carlos Roldán Porta, Martín Riera Guasp y José Roger Folch. 2º Edición. Editorial Síntesis.
- Generación de Energía Solar Fotovoltaica, de Lluís Jutglar. Editorial Marcombo.
- Photovoltaic Geographical Information System, de la Comisión Europea. https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html
- Visor Cartográfico, Instituto Cartográfico Valenciano. <https://visor.gva.es/visor/>