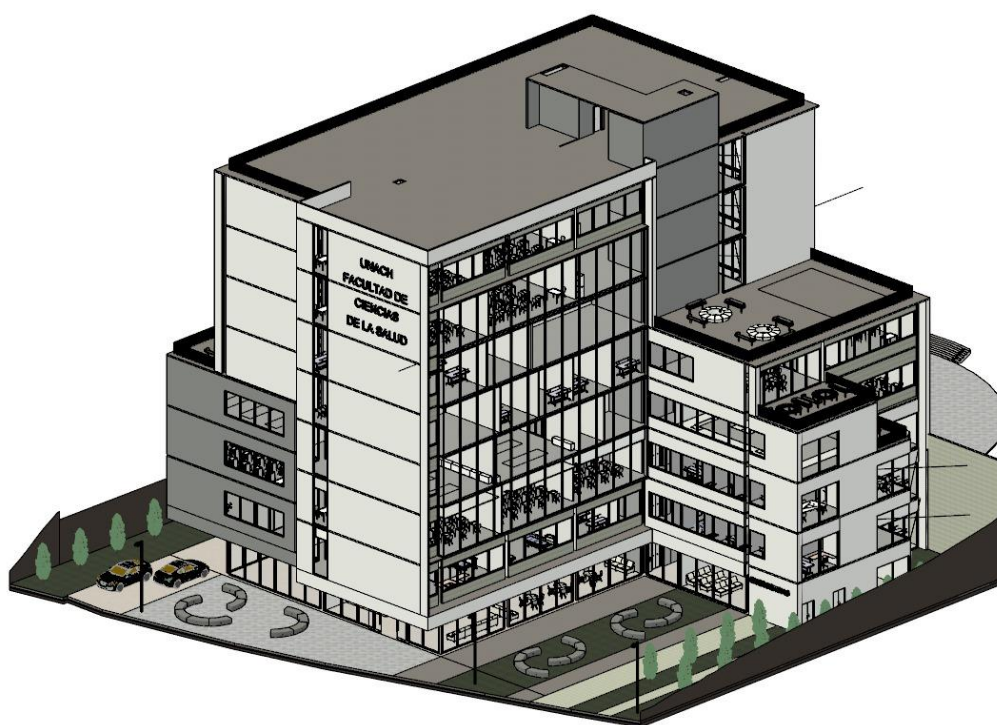


MEMORIA DE CÁLCULO

INGENIERÍA ELÉCTRICA



EDIFICIO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

ELABORADO POR
ING. DAVID FLORES HERRERA H.

JUNIO DE 2024

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	4
1.1 GEOMETRÍA	4
2. ASPECTOS DEL DISEÑO ELÉCTRICO.....	5
2.1 NORMATIVA	5
2.2 CIRCUITOS DE ILUMINACIÓN	5
2.3 CIRCUITO DE FUERZA	6
2.2 TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN	6
2.2.1 TABLERO DE DISTRIBUCIÓN PRINCIPAL (TDP)	7
2.2.2 TABLERO DE DISTRIBUCIÓN (CENTRO DE CARGA)	7
2.2.3 TABLERO DE CUARTO DE BOMBAS (TCB).....	7
2.3 CARGA Y DEMANDA	7
2.4 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	10
2.5 GENERADOR DE EMERGENCIA Y TABLERO DE TRANSFERENCIA.....	10
2.6 SISTEMA DE ENERGÍA REGULADA.....	10
2.6 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA Y PROTECCIÓN CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS	11
2.6.1 MALLA DE PUESTA A TIERRA GENERAL	11
2.6.2 SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS	12
3. ANEXOS	12

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Modelo General	4
-------------------------------------	---

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Caída de voltaje en el circuito de iluminación más crítico	5
Tabla 2 Caída de voltaje en el circuito de fuerza más crítico	6
Tabla 3 Abreviatura de puntos eléctricos	8
Tabla 4 Demanda calculada para abastecimiento de energía eléctrica	9
Tabla 5 Demanda por tablero y alimentadores (Energía normal)	10
Tabla 6 Demanda por tablero y alimentadores (Energía Regulada).....	11
Tabla 7 Cálculo de resistencia según Schwarz	12

DISEÑO ELÉCTRICO

EDIFICIO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

1. INTRODUCCIÓN

El presente proyecto corresponde al Edificio de la facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Nacional de Chimborazo, mismo que se encuentra ubicado en la ciudad de Riobamba. Para el diseño eléctrico se ha considerado el cumplimiento de normas nacionales e internacionales afines a esta rama de la ingeniería, de tal manera de contar con un sistema eléctrico que brinde una calidad adecuada de energía a los diferentes equipos eléctricos y además sea un sistema seguro para los usuarios de la edificación. El sistema eléctrico está compuesto por un transformador propio de 350 kVA ubicado en el subsuelo 1, junto a este se tiene un generador de emergencia de la misma capacidad del transformador para poder alimentar a la totalidad de la edificación. Desde estos equipos parten los diferentes alimentadores y tableros. Además, se cuenta con un sistema de energía regulada de 20 kVA para alimentarán a las cargas más sensibles.

1.1 GEOMETRÍA

La estructura está constituida por: 11 niveles destinados para parqueadero de vehículos livianos, aulas, entre otros usos.

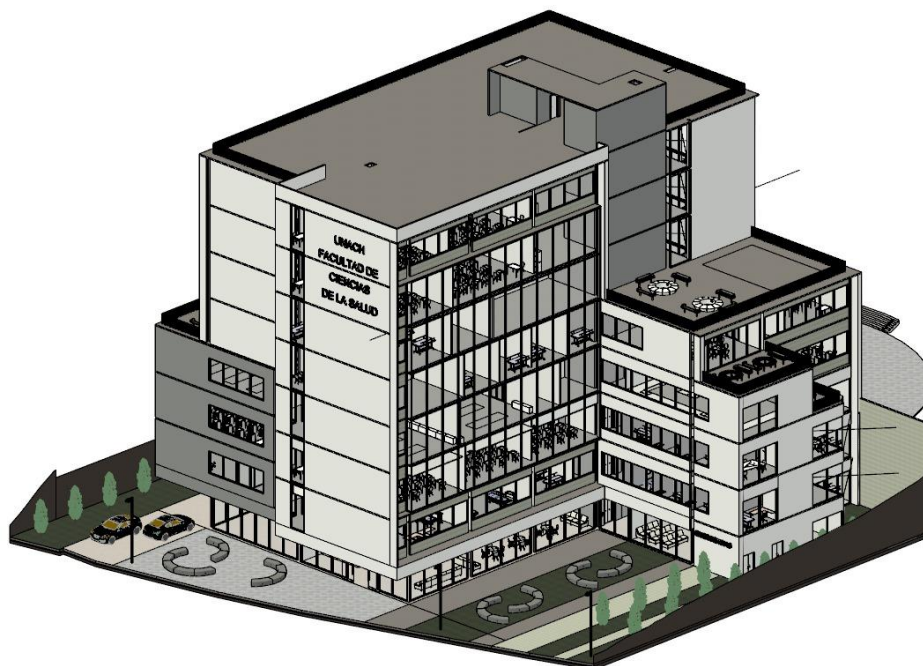


Ilustración 1. Modelo General

2. ASPECTOS DEL DISEÑO ELÉCTRICO

2.1 NORMATIVA

- Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-10.
- Código Eléctrico Nacional CPE INEN 19-2001.
- National Electrical Code NEC 2008 (NFPA 70).
- IEEE80-2000 "IEEE Guide for Safety in AC Substation Grounding"
- UNE 21186:2011 Protección contra el rayo

2.2 CIRCUITOS DE ILUMINACIÓN

En el sistema de iluminación está compuesto únicamente por de luminarias de tecnología LED. La ubicación y distribución de los puntos de iluminación se encuentra a detalle en los planos adjuntos.

Para el cálculo de los circuitos de iluminación se ha considerado una potencia de 36 voltamperios por punto en los circuitos que no se tenga especificado la demanda de la carga. El circuito de iluminación con mayor momento eléctrico es el siguiente:

Circuito 7 de la Planta Baja (Sala de emergencia): 19 puntos de iluminación.

Para el cálculo del conductor se ha considerado un factor de simultaneidad del 80%. Además, la sección del conductor debe cumplir con la corriente mínima de circulación y cuya sumatoria de caída de voltaje debe ser menor al 5% en total, tal como lo especifica el NEC.

A continuación, se presenta una tabla con el calibre de conductor y la caída de voltaje respectiva para el circuito en mención.

DESCRIPCIÓN	CONDUCTOR NECESARIO	CAÍDA DE VOLTAJE	UBICACIÓN
Circuito de iluminación No. 7	2x14 AWG THHN + 1X14 AWG tipo TW	3,16%	Planta Baja (Sala de Emergencia)

Tabla 1 Caída de voltaje en el circuito de iluminación más crítico

El circuito en cuestión tiene una caída de voltaje de 3,16%, en vista de que este circuito parte del Tablero de Distribución TPBA con una caída de voltaje de 1,33%, por lo tanto, en el punto más lejano se estaría obteniendo una caída de voltaje acumulada de 4,49%, lo cual se encuentra dentro de los solicitado por el NEC.

De acuerdo con la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-10 el nivel de iluminación mínima para oficinas es de 300 luxes y para corredores y salas de espera es de 50 luxes, por ende, se han tomado como referencia estos valores para los estudios lumínicos de la iluminación de interiores y exteriores del edificio, los resultados se muestran en el Anexo 2.

2.3 CIRCUITO DE FUERZA

En el sistema de fuerza corresponde a los tomacorrientes de 120V, para los cuales se ha considerado una potencia de 180 voltamperios. La ubicación y distribución de los tomacorrientes se encuentra a detalle en los planos adjuntos. El circuito de fuerza con mayor momento eléctrico es el siguiente:

Circuito 5 de la Planta Baja (Sala de emergencia): 10 puntos de tomacorrientes.

Para el cálculo del conductor se ha considerado un factor de simultaneidad del 70%. Además, la sección del conductor debe cumplir con la corriente mínima de circulación y cuya sumatoria de caída de voltaje debe ser menor al 5% en total, tal como lo especifica el NEC.

A continuación, se presenta una tabla con el calibre de conductor y la caída de voltaje respectiva para el circuito en mención.

DESCRIPCIÓN	CONDUCTOR NECESARIO	CAÍDA DE VOLTAJE	UBICACIÓN
Circuito de iluminación No. 5	2x12 AWG THHN + 1X12 AWG tipo TW	3,59%	Planta Baja (Sala de Emergencia)

Tabla 2 Caída de voltaje en el circuito de fuerza más crítico

El circuito en cuestión tiene una caída de voltaje de 3,59%, en vista de que este circuito parte del Tablero de Distribución TPBB con una caída de voltaje de 0,93%, por lo tanto, en el punto más lejano se estaría obteniendo una caída de voltaje acumulada de 4,52%, lo cual se encuentra dentro de los solicitado por el NEC.

2.2 TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN

Dentro de un sistema eléctrico es necesaria la implementación de los tableros eléctricos que cumplan con las funciones de maniobra, mando medición o una función específica. En el presente proyecto se ha visto la necesidad de instalar los siguientes tableros:

2.2.1 TABLERO DE DISTRIBUCIÓN PRINCIPAL (TDP)

Este tablero será de construcción especial, en su totalidad tendrá protecciones tipo caja moldeada de acuerdo con lo que se indica en los diagramas unifilares. Las protecciones cuidarán los conductores que alimentarán a los diferentes tableros secundarios (centros de carga) de cada piso. El tablero estará ubicado cerca al cuarto de transformación para su fácil acceso y distribución de carga. Además, este tablero contará con una protección contra transitorios.

El tablero tendrá un breaker principal caja moldeada de 900A, 1 Breaker caja moldeada de 350A con curva tipo D para protección del alimentador para el cuarto de bombas, 12 Breaker caja moldeada de 50A, 15 Breaker caja moldeada de 70A y 1 Breaker caja moldeada de 80A

2.2.2 TABLERO DE DISTRIBUCIÓN (CENTRO DE CARGA)

Dentro de la edificación se tienen los diferentes tableros de distribución para cada uno de los pisos. Se dispondrá tableros individuales que contengan los circuitos de iluminación, de fuerza y cargas especiales. Los cuales contarán con una protección térmica (conocida como Disyuntor o Breaker) y una protección diferencial, en caso de no instalar una protección diferencial en los circuitos de fuerza (tomacorrientes) se debe instalar tomacorrientes con protección GFCI en las áreas húmedas tales como baños. La primera protección tiene como objeto proteger al cable de sobre cargas y la segunda proteger a los usuarios contra descargas directas o indirectas. Además, los tableros más alejados contarán con una protección contra transitorios tal como se puede ver en los diagramas unifilares del proyecto.

En cada piso se tendrá tres tipos de tableros. Uno para los sistemas de iluminación, otro para los sistemas de fuerza (tomacorrientes) y finalmente un tablero para las cargas especiales.

2.2.3 TABLERO DE CUARTO DE BOMBAS (TCB)

Este tablero será de construcción especial, tendrá protecciones tipo caja moldeada que cuidarán los conductores que alimentarán a los diferentes tableros de control de las bombas. El tablero estará ubicado en el cuarto de bombas. Además, este tablero contará con una protección contra transitorios.

2.3 CARGA Y DEMANDA

El presente proyecto dotará de servicio eléctrico al edificio de la Facultad de Ciencias de la Salud compuesto por 11 plantas. A continuación, se muestra el resumen de las cargas a ser abastecidas:

MEMORIA DE CÁLCULO
EDIFICIO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

“CONSULTORIA PARA LOS ESTUDIOS DEFINITIVOS DE LA CONSTRUCCION DEL EDIFICIO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD DE LA UNACH CAMPUS EDISON RIERA Y DEL EDIFICIO ADMINISTRATIVO Y POSGRADO DE LA UNACH CAMPUS DOLOROSA, AÑO 2023.”

DESCRIPCIÓN CARGA	ABREVIATURA	POTENCIA (VA)
Salidas Iluminación	SI	36
Salidas tomacorrientes 110 V	ST-110	180
Salidas tomacorrientes 220 V	ST-220	1200
Cargas Especiales (Bombas)	C.ESP	746 – 55950
Salida de Señalización de Seguridad	S.SS	2,5
Cargas Ingeniería Mecánica	CIM	60 - 2200

Tabla 3 Abreviatura de puntos eléctricos

En la siguiente tabla se resume la demanda calculada de cargas a instalarse en el edificio de la Facultad de Ciencias de la Salud.

UBICACIÓN	NOMBRE TABLERO	POTENCIA (W)	FACTOR DE COINCIDENCIA	DEMANDA (W)
SUBSUELO NIVEL -8.16	TS2	5964	0,9	5368
	TCB	73491	1	73491
SUBSUELO NIVEL -4.08	TS1	10772	0,9	9695
PLANTA BAJA NIVEL +0.00	TPBA	8750	0,9	7875
	TPBB	9702	0,8	7762
	TPBC	10225	0,8	8180
PLANTA NIVEL +4.08	TP1A	8526	0,9	7673
	TP1B	11214	0,8	8971
	TP1C	10745	0,8	8596
	TP1D	17640	0,8	14112
PLANTA NIVEL +8.16	TP2A	7216	0,9	6494
	TP2B	11088	0,8	8870
	TP2C	15280	0,8	12224
PLANTA NIVEL +12.24	TP3A	7644	0,9	6880
	TP3B	9198	0,8	7358
	TP3C	12332	0,8	9866
	TP3D	11760	0,8	9408
PLANTA NIVEL +16.32	TP4A	6174	0,9	5557
	TP4B	12474	0,8	9979
	TP4C	11237	0,8	8990
PLANTA NIVEL +20.40	TP5A	5040	0,9	4536
	TP5B	8946	0,8	7157
	TP5C	11279	0,8	9023
PLANTA NIVEL +24.48	TP6A	4410	0,9	3969
	TP6B	6300	0,8	5040
	TP6C	5880	0,8	4704
PLANTA NIVEL +28.56	TP7A	4410	0,9	3969
	TP7B	6300	0,8	5040
	TP7C	5880	0,8	4704

MEMORIA DE CÁLCULO
EDIFICIO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

“CONSULTORIA PARA LOS ESTUDIOS DEFINITIVOS DE LA CONSTRUCCION DEL EDIFICIO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD DE LA UNACH CAMPUS EDISON RIERA Y DEL EDIFICIO ADMINISTRATIVO Y POSGRADO DE LA UNACH CAMPUS DOLOROSA, AÑO 2023.”

PLANTA NIVEL +32.64	TP8	22533	1	22533
DEMANDA TOTAL (W)				308023
DEMANDA MÁXIMA CALCULADA (VA)				334808

Tabla 4 Demanda calculada para abastecimiento de energía eléctrica

La demanda calculada es 334,81 kVA con un factor de potencia de 0,92. Por lo que se ha considerado un transformador normalizado de 350 kVA. Cabe recalcar que la demanda de cada uno de los tableros fue calculada mediante el producto de las cargas instaladas por su respectivo factor de coincidencia.

A continuación, se indican los detalles de demanda de los diferentes tableros y las características de sus alimentadores eléctricos con sus respectivas caídas de voltaje.

Nombre TD	Demanda Proyectada (VA)	Longitud (m)	Voltaje de Línea (V)	Corriente (A)	Caída de Voltaje (%)	Protección Breaker (A)	Alimentador
TS2	5964	27	220	15,65	0,57%	3P-70A	3x6 (8) THHN + 8 DESN.
TCB	113607	64	220	298,14	2,54%	3P-350A	2x[3x2/0 (1/0)] THHN + 2 DESN.
TS1	10772	23	220	28,27	0,88%	3P-70A	3x6 (8) THHN + 8 DESN.
TPBA	8750	27	220	22,96	1,33%	3P-50A	3x8 (8) THHN + 10 TW
TPBB	9702	27	220	21,16	0,93%	3P-70A	3x6 (8) THHN + 8 DESN.
TPBC	10225	27	220	26,83	0,98%	3P-70A	3x6 (8) THHN + 8 DESN.
TP1A	8526	31	220	22,37	1,49%	3P-50A	3x8 (8) THHN + 10 TW
TP1B	11214	31	220	29,43	1,96%	3P-50A	3x8 (8) THHN + 10 TW
TP1C	10745	31	220	28,20	1,18%	3P-70A	3x6 (8) THHN + 8 DESN.
TP1D	17640	31	220	46,29	1,94%	3P-70A	3x6 (8) THHN + 8 DESN.
TP2A	7216	35	220	18,94	1,42%	3P-50A	3x8 (8) THHN + 10 TW
TP2B	11088	35	220	29,10	1,37%	3P-70A	3x6 (8) THHN + 8 DESN.
TP2C	15280	35	220	40,10	1,89%	3P-70A	3x6 (8) THHN + 8 DESN.
TP3A	7644	40	220	20,06	1,72%	3P-50A	3x8 (8) THHN + 10 TW
TP3B	9198	40	220	24,14	1,30%	3P-70A	3x6 (8) THHN + 8 DESN.
TP3C	12332	40	220	32,36	1,75%	3P-70A	3x6 (8) THHN + 8 DESN.
TP3D	11760	40	220	30,86	1,67%	3P-70A	3x6 (8) THHN + 8 DESN.
TP4A	6174	44	220	16,20	1,53%	3P-50A	3x8 (8) THHN + 10 TW
TP4B	12474	44	220	32,74	1,94%	3P-70A	3x6 (8) THHN + 8 DESN.
TP4C	11237	44	220	29,49	1,75%	3P-70A	3x6 (8) THHN + 8 DESN.
TP5A	5040	48	220	13,23	1,36%	3P-50A	3x8 (8) THHN + 10 TW
TP5B	8946	48	220	18,19	1,52%	3P-70A	3x6 (8) THHN + 8 DESN.
TP5C	11279	48	220	29,60	1,92%	3P-70A	3x6 (8) THHN + 8 DESN.
TP6A	4410	53	220	11,57	1,32%	3P-50A	3x8 (8) THHN + 10 TW
TP6B	6300	53	220	16,53	1,88%	3P-50A	3x8 (8) THHN + 10 TW
TP6C	5880	53	220	15,43	1,10%	3P-70A	3x6 (8) THHN + 8 DESN.
TP7A	4410	57	220	11,57	1,41%	3P-50A	3x8 (8) THHN + 10 TW
TP7B	6300	57	220	16,53	1,27%	3P-70A	3x6 (8) THHN + 8 DESN.

TP7C	5880	57	220	15,43	1,19%	3P-70A	3x6 (8) THHN + 8 DESN.
TP8	22533	61	220	59,13	3,06%	3P-80A	3x4 (6) THHN + 8 DESN.

Tabla 5 Demanda por tablero y alimentadores (Energía normal)

Al usar esta combinación de conductores tanto en los alimentadores como en los circuitos secundarios se cumple con una caída de voltaje acumulada menor al 5%, tal como lo estipula el NEC.

2.4 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

La demanda requerida por el edificio de la Facultad de Ciencias de la Salud es de 350 kVA, por lo cual la empresa distribuidora de energía debe tener la capacidad de abastecer del servicio y por parte del usuario deberá construir un centro de transformación basándose con los lineamientos de la empresa distribuidora, este centro estará compuesto básicamente por una acometida en medio voltaje 13,8kV pasando por equipos de protección hasta llegar al transformador de 350kVA, desde este centro de transformación se alimentará en bajo voltaje al Tablero de Distribución Principal.

2.5 GENERADOR DE EMERGENCIA Y TABLERO DE TRANSFERENCIA

Se ha considerado la instalación de un generador de emergencia en caso de ausencia del suministro eléctrico por parte de la empresa distribuidora de energía.

El generador actuará una vez que en el tablero de transferencia automático (TTA) cense ausencia de voltaje en la acometida de la empresa distribuidora. La capacidad del generador será de la misma que el transformador, ya que se ha contemplado la alimentación de la totalidad del edificio mediante esta fuente de suministro.

2.6 SISTEMA DE ENERGÍA REGULADA

La edificación contará con un sistema de energía regulada mediante la instalación de un UPS trifásico de 20 kVA en el subsuelo 1, la función de este sistema es dotar de una energía estable a las diferentes cargas sensibles que se encuentran en la edificación. A continuación, se presentan los detalles de demanda de los diferentes tableros de energía regulada y las características de sus alimentadores eléctricos con sus respectivas caídas de voltaje:

Nombre TDR	Demanda Proyectada (VA)	Longitud (m)	Voltaje de Línea (V)	Corriente (A)	Caída de Voltaje (%)	Protección Breaker (A)	Alimentador
TUPS	20000	11	220	52,49	0,78%	3P-70A	3x6 (8) THHN + 8 DESN.
TPBR	2974	27	220	7,80	0,72%	3P-40A	3x10 (10) THHN + 10 TW

TP1R	6261	31	220	16,43	0,69%	3P-70A	3x6 (8) THHN + 8 DESN.
TP2R	2739	35	220	7,19	0,86%	3P-40A	3x10 (10) THHN + 10 TW
TP3R	4539	40	220	11,91	1,63%	3P-40A	3x10 (10) THHN + 10 TW
TP4R	3757	44	220	9,86	1,48%	3P-40A	3x10 (10) THHN + 10 TW
TP5R	4070	48	220	10,68	1,75%	3P-40A	3x10 (10) THHN + 10 TW
TP6R	959	53	220	2,52	0,46%	3P-40A	3x10 (10) THHN + 10 TW
TP7R	959	57	220	2,52	0,49%	3P-40A	3x10 (10) THHN + 10 TW

Tabla 6 Demanda por tablero y alimentadores (Energía Regulada)

Al usar esta combinación de conductores tanto en los alimentadores como en los circuitos secundarios se cumple con una caída de voltaje acumulada menor al 5%, tal como lo estipula el NEC.

2.6 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA Y PROTECCIÓN CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

Para el sistema de puesta a tierra se ha considerado una resistencia máxima de puesta a tierra de 10 Ohm para la Malla de Protección general sin considerar mejoramiento de suelo, misma que ha sido calculada para una resistividad máxima de 100 Ohm-m.

El Sistema de puesta a tierra está conformado por tres mallas. La primera malla corresponde a una malla de protección general, ésta tendrá la función de protección contra corrientes de fuga, estática, sistema de referencia para los equipos electrónicos. Este sistema en conjunto con las protecciones diferenciales a instalarse en los tableros, tienen como objeto proteger tanto a los usuarios de la edificación como a los equipos eléctricos. Para garantizar la protección de los equipos eléctricos se debe instalar un Sistema de Supresor de Transientes calibrado de acuerdo a la ubicación de los tableros de distribución. Además, se contará con dos mallas para el Sistema de protección contra descargas atmosféricas (Sistema de Pararrayos)

2.6.1 MALLA DE PUESTA A TIERRA GENERAL

Para el diseño de la malla de puesta a tierra se ha basado en la Norma IEEE80-2000 "IEEE Guide for Safety in AC Substation Grounding".

La malla de puesta a tierra general está compuesta por 6 varillas de 2,4 m de largo de alta camada, mismas que están separadas una distancia de 4 m en el ancho y de 4 m a lo largo. Dichas varillas están unidas con cable No. 1/0 AWG de cobre desnudo y con soldadura exotérmica tipo Cadweld o similar. La malla de tierra irá enterrada a 60 cm de profundidad.

PARÁMETRO	VALOR
RESISTIVIDAD (Ohm-m)	100

PROFUNDIDAD DE LA MALLA (m)	0,6
ANCHO DE LA MALLA (m)	4
LARGO DE LA MALLA (m)	8
NÚMERO DE VARILLAS ANCHO	2
NÚMERO DE VARILLAS LARGO	3
DIÁMETRO DE VARILLA (m)	0,0143
LONGITUD VARILLA (m)	2,4
CALIBRE DE CONDUCTOR (No.)	1/0
SECCIÓN CONDUCTOR (mm ²)	53,49
DIÁMETRO DEL CONDUCTOR (m)	0,008
CANTIDAD DE VARILLAS	6
ÁREA CUBIERTA POR LA MALLA (m ²)	32
LONGITUD TOTAL DEL CONDUCTOR ENTERRADO (m)	32
k1	1,16
k2	4,67
R1 (Ohm)	9,37
R2 (Ohm)	9,15
Rm (Ohm)	6,16
RG (Ohm)	7,71

Tabla 7 Cálculo de resistencia según Schwarz

Mediante el uso de mejoradores de suelo se puede garantizar una resistencia de puesta a tierra menor a 50hm.

2.6.2 SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

Para el análisis del sistema de protección contra descargas atmosféricas se utilizó la norma UNE 21186:2011. La norma indica que se tiene un nivel de riesgo 4, por ende, es necesario la instalación de un pararrayos. Los detalles de este cálculo y sistema se encuentran en el Anexo 1.

3. ANEXOS

- Anexo 1: Informe del Sistema de protección contra descargas atmosféricas de acuerdo con la norma UNE 21186:2011.
- Anexo 2: Estudios lumínicos.
- Anexo 3: Planos eléctricos.

MEMORIA DE CÁLCULO
EDIFICIO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

“CONSULTORIA PARA LOS ESTUDIOS DEFINITIVOS DE LA CONSTRUCCION DEL EDIFICIO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD DE LA UNACH CAMPUS EDISON RIERA Y DEL EDIFICIO ADMINISTRATIVO Y POSGRADO DE LA UNACH CAMPUS DOLOROSA, AÑO 2023.”



Atentamente,

Ing. David Flores H.
Ingeniero Eléctrico

ANEXO 1

Informe del Sistema de protección contra descargas atmosféricas de
acuerdo con la norma UNE 21186:2011.

Informe de Proyecto

UNACH SALUD

Riobamba, Ecuador

UNE 21186:2011

INGENIERIA EVOLUTIVA

2024-06-12

Índice

1. Introducción	3
a. Acerca del software	3
b. Limitaciones del estudio	3
c. Responsabilidades sobre el software	3
d. Política de protección de datos	4
e. Explicación de la tecnología de avance de cebado	4
2. Datos generales de proyecto	5
a. Normativas de aplicación	5
b. Datos del proyecto	5
3. Diseño de la instalación	7
a. Esquema general de la instalación	7
b. Identificación de zonas y estructuras	8
c. Determinación del riesgo y nivel de protección	11
i. Cálculo de riesgo de la estructura 18486	11
4. Solución propuesta	16
a. Esquema general de la instalación	16
b. Identificación de los pararrayos	17
c. Identificación de elementos de puesta a tierra	18
d. Lista de materiales global para instalación de pararrayos	19
e. Lista de material por cada pararrayos	22
f. Funcionamiento del cálculo de optimización de pararrayos	23

1. Introducción

a. Acerca del software

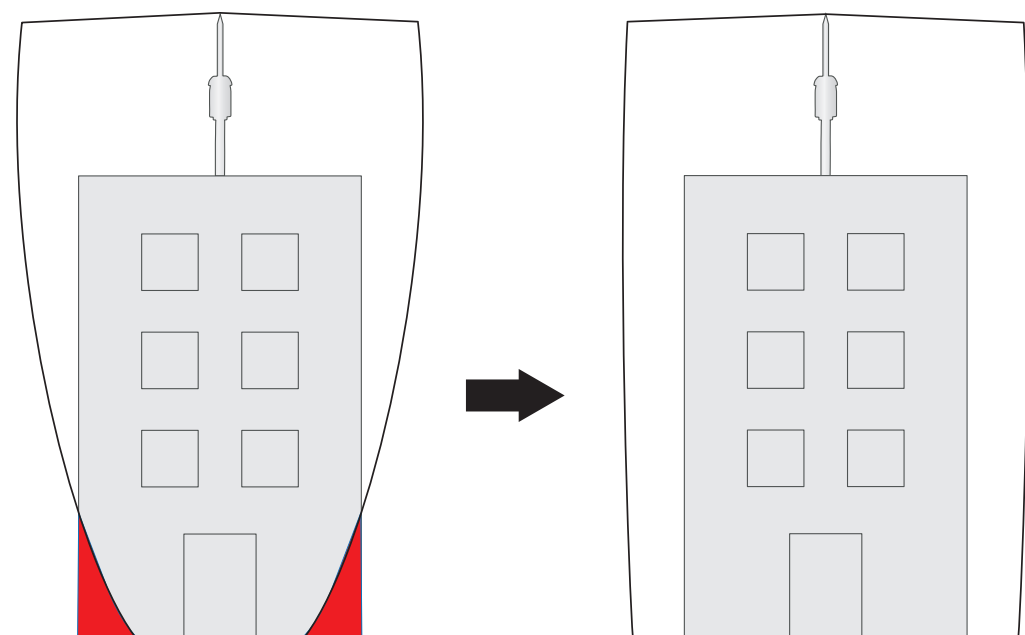
Este estudio ha sido realizado mediante el software de cálculo de pararrayos nimbus® project designer de Cirprotec. El alcance de este software es realizar un estudio basado en normativas nacionales e internacionales, del nivel de riesgo de la instalación ante los efectos del rayo; proponiendo soluciones basadas en pararrayos de tipo PDC y sus accesorios para instalación y puesta a tierra.

Los resultados obtenidos mediante este software son de carácter orientativo y aproximado, y en ningún caso pueden sustituir un diseño completo de la instalación realizado in situ por un especialista.

b. Limitaciones del estudio

Para facilitar el uso y simplificar los procesos de cálculo del software nimbus® project designer, se toman una serie de simplificaciones durante la realización del proyecto. Se trata de los siguientes:

- Por defecto y a menos que se compongan varios elementos, el terreno del área a proteger se considera de una altura uniforme, así como los tejados de las diferentes estructuras
- A la hora de hacer el cálculo de riesgo de la instalación, y para una misma área a proteger, se considera un nivel de riesgo global, tomando el más restrictivo de los calculados o introducidos manualmente.
- No se tienen en cuenta las reducciones de radio de protección debido a la altura, siendo ésta una simplificación aceptada y sugerida por las normativas.



Ejemplo: nimbus® 60 en nivel de protección 2 sobre edificio de 100 metros de altura. Radio real vs simplificación.

c. Responsabilidades sobre el software

El contenido del informe del proyecto ha sido generado a partir de la información aportada por el usuario, teniendo en cuenta las limitaciones y simplificaciones especificadas anteriormente (El optimizador nimbus® propone soluciones en base a criterios de coste de, todo el sistema de protección contra el rayo (SPCR) de la instalación y no solamente del número de pararrayos).

Cirprotec, S.L.U. no se hace responsable bajo ningún concepto de la solución de protección propuesta, que será responsabilidad exclusiva del usuario del software. En ningún caso, Cirprotec, S.L.U. se hará responsable de cualquier daño directo o indirecto, daños materiales o inmateriales (tales como pérdida de ingresos, pérdida de beneficios, interrupción de las operaciones, costes financieros, pérdida de pedidos, etc.), producidos

al usuario de software y/o a un tercero (incluidos sus empleados y productos), como consecuencia del uso del software y/o la solución de protección por parte del usuario del software o el tercero. Como tal, el usuario del software renuncia a cualquier reclamación contra de Cirprotec, S.L.U. y/o sus compañías de seguros y garantías de Cirprotec, S.L.U. y a sus reclamos sobre cualquier otra compañía de seguros de terceros.

d. Política de protección de datos

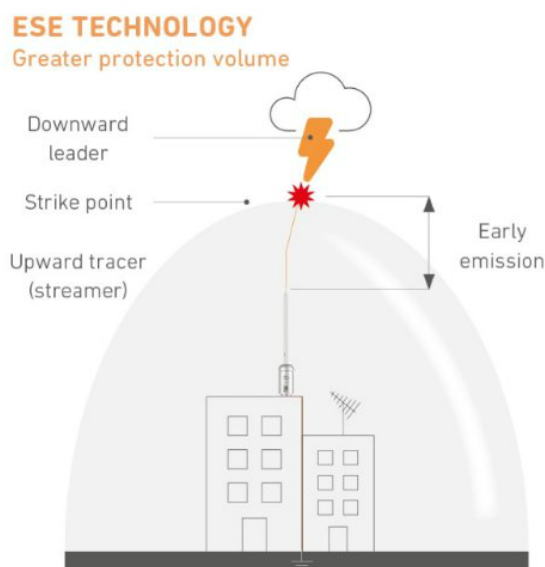
La base legal para el tratamiento de sus datos es la obtención del consentimiento del usuario del fichero. Por ello CIRPROTEC, S.L.U. solicita su consentimiento para tratar sus datos con el fin de gestionar el acceso a la aplicación WEB y firmar el informe del proyecto.

Le informamos que, si lo desea, puede ejercer los derechos que el RGPD 679/2016 reconoce a las personas interesadas en acceder a sus datos, a solicitar la rectificación de los datos inexactos, a oponerse al tratamiento de sus datos en determinadas circunstancias, a cancelar el tratamiento de sus datos en determinadas circunstancias, a solicitar la supresión de sus datos cuando los datos ya no fueran necesarios para la finalidad para la que se recogieron, al olvido, a la limitación del tratamiento y a la portabilidad de los datos, dirigiéndose por escrito a datos@cirprotec.com con copia de su DNI.

e. Explicación de la tecnología de avance de cebado

Durante el proyecto todos los cálculos se han realizado tomando como referencia los pararrayos activos con dispositivo de cebado electrónico PDC.

Este tipo de dispositivos basan su tecnología en la generación de pulsos de alta frecuencia que rompen la rigidez dieléctrica del aire, facilitando la descarga del rayo hasta el propio pararrayos; cubriendo así una mayor área que una punta Franklin.



La diferencia entre la altura donde llega el trazador de una Punta Franklin y el trazador de un Pararrayos Activo (PDC) se denomina avance de cebado o tiempo de avance de cebado (Δt). Este se obtiene gracias a la emisión anticipada del trazador ascendente.

La tecnología PDC se sirve del gradiente atmosférico para generar una ionización tal que permite aumentar la altura del punto de impacto del rayo, lo que incrementa el volumen protegido. Esto facilita la protección de grandes áreas, simplificando y reduciendo costes de material e instalación.

2. Datos generales de proyecto

a. Normativas de aplicación

En el presente documento se contemplan las siguientes normativas

- UNE 21186:2011. Normativa española de pararrayos con dispositivo de cebado electrónico (PDC).
En la normativa de producto, se calcula la necesidad de protección mediante el cálculo de los riesgos asociados a la instalación, a partir de información relativa a cada estructura particular. En caso de los riesgos sean mayores a los admisibles, será necesaria la aplicación de elementos de protección tanto contra el rayo como contra las sobretensiones.
- IEC 62561:2011. Normativa internacional de componentes de los sistemas de protección contra el rayo
En esta norma se especifican las características de los elementos que forman parte de un sistema de protección contra el rayo, teniendo a su vez 7 apartados:
 1. Requisitos de los componentes de conexión.
 2. Requisitos para los conductores y electrodos de puesta a tierra.
 3. Requisitos para explosores aislantes.
 4. Requisitos para las fijaciones del conductor.
 5. Requisitos para las arquetas de inspección de los electrodos de tierra y para el sellado de los electrodos de tierra.
 6. Requisitos para los contadores de impactos de rayos (CIR).
 7. Requisitos para los compuestos que mejoran las puestas a tierra.
- IEC 62305-2. Normativa internacional de protección contra el rayo. Gestión de riesgos.

b. Datos del proyecto

Datos del usuario

Nombre: David

Apellidos: Flores

Empresa:

País: Ecuador

Teléfono:

Correo electrónico: p4torreyana@gmail.com

Datos del cliente

Empresa: INGENIERIA EVOLUTIVA

Persona de contacto: ING. DAVID FLORES

Correo de contacto: i.evolutiva@gmail.com

Teléfono:

Datos del proyecto

Nombre: UNACH SALUD

Ubicación: Riobamba, Ecuador

Datos normativos

Normativa de referencia: UNE 21186:2011

Tipo de conductor bajante: Cable 70mm²

Margen de seguridad adicional en accesorios: 10 %

b. Identificación de zonas y estructuras

ID de la zona/estructura	18486
Nombre	Estructura 18486
Dimensiones	8 x 12
Altura / Altura total	37 / 37 m
Nivel de protección	Nivel 4
¿Nivel de protección calculado?	Sí
¿Zona prohibida?	No
Material de la estructura	Madera, ladrillo, hormigón
Material de la cubierta	Hormigón / Grava

ID de la zona/estructura	18487
Nombre	Estructura 18487
Dimensiones	42 x 24
Altura / Altura total	33 / 37 m
Nivel de protección	Nivel 4
¿Nivel de protección calculado?	No
¿Zona prohibida?	No
Material de la estructura	Madera, ladrillo, hormigón
Material de la cubierta	Hormigón / Grava

ID de la zona/estructura	18488
Nombre	Estructura 18488
Dimensiones	19 x 11
Altura / Altura total	21 / 21 m
Nivel de protección	Nivel 4
¿Nivel de protección calculado?	No
¿Zona prohibida?	No
Material de la estructura	Madera, ladrillo, hormigón
Material de la cubierta	Hormigón / Grava

ID de la zona/estructura	18489
Nombre	Estructura 18489
Dimensiones	40 x 5
Altura / Altura total	21 / 21 m
Nivel de protección	Nivel 4
¿Nivel de protección calculado?	No
¿Zona prohibida?	No
Material de la estructura	Madera, ladrillo, hormigón
Material de la cubierta	Hormigón / Grava

ID de la zona/estructura	18490
Nombre	Estructura 18490
Dimensiones	12 x 4
Altura / Altura total	16 / 16 m
Nivel de protección	Nivel 4
¿Nivel de protección calculado?	No
¿Zona prohibida?	No
Material de la estructura	Madera, ladrillo, hormigón
Material de la cubierta	Hormigón / Grava

ID de la zona/estructura	18491
Nombre	Estructura 18491
Dimensiones	67 x 53
Altura / Altura total	0 / 37 m
Nivel de protección	Nivel 4
¿Nivel de protección calculado?	No
¿Zona prohibida?	No
Material de la estructura	No aplica
Material de la cubierta	No aplica

c. Determinación del riesgo y nivel de protección

Solamente las estructuras con una altura determinada son susceptibles de que se le aplique un cálculo de riesgo de rayo.

De todos los niveles de riesgo introducidos/calculados, el nivel más alto (restrictivo) es el que finalmente se utiliza globalmente para todo el perímetro de la instalación

Los siguiente cálculos de riesgo se han realizado conforme a la normativa UNE 21186:2011.

i. Cálculo de riesgo de la estructura 18486

Dimensiones de la estructura			
Identificación de parámetro		Selección de parámetro	Valor numérico
L	Longitud de la estructura (m)	8	8
W	Ancho de la estructura (m)	12	12
H	Altura de la estructura (m)	37	37
Hp	Protrusión más alta sobre el tejado (m)	37	37

Atributos de la estructura			
Identificación de parámetro		Selección de parámetro	Valor numérico
rf	Riesgo de incendio	Bajo	0.001
Ks1	Material de la estructura	Madera, ladrillo u hormigón	1
Ks3	Tipo de cableado interno	Sin apantallar	1

- Las dimensiones utilizadas aquí son las introducidas gráficamente en el editor de estructuras
- La altura máxima de protrusión representa el elemento más alto por encima del tejado (chimenea, antena...)
- Tipo de cableado interno hace referencia al apantallamiento del cableado interno de la estructura

Influencias medioambientales			
Identificación de parámetro		Selección de parámetro	Valor numérico
Cd	Ubicación relativa de la estructura	Rodeado por alturas similares o inferiores	0.5
Ce	Densidad de la ubicación	Suburbano	0.5
Ng	Densidad anual de rayos (rayos/Km ²)	1	1

- La densidad de descargas atmosféricas anuales representa el número de rayos por Km² y año en la ubicación. Se puede obtener a partir de un mapa isoceraunico. Está directamente relacionado con el número de días anuales con tormenta.

LÍNEAS CONDUCTIVAS			
Identificación de parámetro		Selección de parámetro	Valor numérico
Línea eléctrica			
PL	Tipo de servicio eléctrico entrante	Cable aéreo	1
PLD0	Tipo de cable externo	Sin apantallar	1
Ct	Presencia de un MT/BT transformador	Transformador propio	0.2
Otros servicios aéreos (datos, telecomunicaciones ...)			
Noh	Número de servicios con cableado interior	1	1
PLD1	Tipo de cable externo aéreo	Sin apantallar	1
Otros servicios subterráneos (datos, telecomunicaciones ...)			
Nug	Número de servicios con cableado interior	1	1
PLD2	Tipo de cable externo enterrado	Sin apantallar	1

- En el apartado líneas de alimentación se especifican las características de la red eléctrica que llega a la estructura; por ejemplo si es aéreo o enterrado o si se dispone de un transformador propio.
- En las categorías de otros servicios se introducen el total de líneas de comunicaciones que llegan a dicha estructura.

Categorías de pérdida			
Identificación de parámetro		Selección de parámetro	Valor numérico
Categoría 1 - PÉRDIDA DE VIDA HUMANA			
hz	Peligros especiales para la vida	Nivel medio de pánico (<1000 personas simultáneamente)	5
Lf	Pérdida de vida debida a incendio	Comercial, industrial, escuela	0.05
Lo	Pérdida de vida debido a la sobretensión	Sistemas eléctricos de seguridad (ascensores)	1.0E-5
CATEGORÍA 2 - PÉRDIDA DE SERVICIOS ESENCIALES			
Lf2	Pérdida de servicio debido a incendio	Suministro de agua y gas	0.1
Lo2	Pérdida de servicio debido a las sobretensiones	Suministro de agua y gas	0.01
CATEGORÍA 3 - PÉRDIDA DE PATRIMONIO CULTURAL			
Lf3	Pérdida de patrimonio cultural debido a incendio	Sin valor patrimonial	0
CATEGORÍA 4 - PÉRDIDA ECONÓMICA			
h4	Peligros económicos especiales	Riesgo medioambiental	200
Lf4	Pérdida económica debido a incendio	Escuelas, edificios comerciales	0.2
Lo4	Pérdida económica debida a sobretensión	Escuelas, edificios de culto	0.001
Lt4	Posible riesgo de impacto para el ganado	Sin riesgo de choque en ganado	0

- En pérdida de vida humana se introducen las características de la instalación que determinan el riesgo para las personas que se encuentren dentro.
- Pérdida de servicios esenciales sólo es aplicable si la estructura en cuestión es parte de la red de generación/distribución de servicios.
- Pérdida de valor cultural sólo es aplicable si la estructura se trata de un bien cultural.
- Pérdida económica engloba todos los parámetros que determinan los daños materiales orientados al negocio.

Una vez aplicadas las siguientes medidas de protección:

Medidas de protección (resultados)			
Identificación de parámetro		Selección de parámetro	Valor numérico
Pb	Nivel de protección contra rayo	Nivel 4	0.2
Pc	Protección contra sobretensiones	Sistema completo de protección	1.0E-5
rp	Protección contra el fuego adicional	Sin medidas	1
Pa	Protección eléctrica adicional	Sin medidas	1

- El nivel de protección contra el rayo determina un nivel de seguridad, siendo el más alto el nivel 1 y el más bajo el nivel 4. Mayor el nivel de seguridad aumenta la certeza que en los radios de protección se capturará el rayo.

Se puede ver cómo una vez aplicadas las medidas de protección necesarias el riesgo calculado se mantiene por debajo de los valores admisibles.

Riesgo calculado (Resultados)		
Nombre del riesgo	Riesgo tolerable (Rt)	Riesgo calculado
Pérdida de vida humana (R1)	1.00E-05	1.37E-06
Pérdida de servicios esenciales (R2)	1.00E-03	1.83E-04
Pérdida de patrimonio cultural (R3)	1.00E-03	0.00E+00
Pérdida económica (R4)	1.00E-03	2.05E-04

R1	Parámetro principal	$R1 = Ra + Rb + Rc + Rm + Ru + Rv + Rw + Rz$	1.37E-06
Ra1	Parámetro principal	$Ra1 = Nd \cdot Pa \cdot La$	2.16E-08
Rb1	Parámetro principal	$Rb1 = Nd \cdot Pb \cdot Lb$	1.08E-06
Rc1	Parámetro principal	$Rc1 = Nd \cdot Pspd \cdot Lo$	6.49E-09
Rm1	Parámetro principal	$Rm1 = Nm \cdot Pm \cdot Lo$	4.89E-08
Ru1	Parámetro principal	$Ru1 = (NL1 \cdot Noh \cdot PLD1 + NL2 \cdot Nug \cdot PLD2 + NL0 \cdot Ct \cdot PLD0) \cdot La \cdot Peq$	3.40E-10
Rv1	Parámetro principal	$Rv1 = (NL1 \cdot Noh \cdot PLD1 + NL2 \cdot Nug \cdot PLD2 + NL0 \cdot Ct \cdot PLD0) \cdot Lb \cdot Peq$	8.49E-08
Rw1	Parámetro principal	$Rw1 = (NL1 \cdot Noh \cdot PLD1 + NL2 \cdot Nug \cdot PLD2 + NL0 \cdot Ct) \cdot Lo \cdot Pspd$	3.40E-09
Rz1	Parámetro principal	$Rz1 = ((Ni1 - NL1) \cdot Noh \cdot PLD1 + ((Ni2 - NL2) \cdot Nug \cdot PLD2 + ((Ni0 - NL0) \cdot Ct) \cdot Lo \cdot Pspd$	1.24E-07
R2	Parámetro principal	$R2 = Rb + Rc + Rm + Rv + Rw + Rz$	1.83E-04
Rb2	Parámetro principal	$Rb2 = Nd \cdot Pb \cdot rp \cdot rf \cdot Lf2$	4.32E-07
Rc2	Parámetro principal	$Rc2 = Nd \cdot Pspd \cdot Lo2$	6.49E-06
Rm2	Parámetro principal	$Rm2 = Nm \cdot Pm \cdot Lo2$	4.89E-05
Rv2	Parámetro principal	$Rv2 = (NL1 \cdot Noh \cdot PLD1 + NL2 \cdot Nug \cdot PLD2 + NL0 \cdot Ct \cdot PLD0) \cdot Peq \cdot rp \cdot rf \cdot Lf2$	3.40E-08
Rw2	Parámetro principal	$Rw2 = (NL1 \cdot Noh \cdot PLD1 + NL2 \cdot Nug \cdot PLD2 + NL0 \cdot Ct) \cdot Lo2 \cdot Pspd$	3.40E-06
Rz2	Parámetro principal	$Rz2 = ((Ni1 - NL1) \cdot Noh \cdot PLD1 + ((Ni2 - NL2) \cdot Nug \cdot PLD2 + ((Ni0 - NL0) \cdot Ct) \cdot Lo2 \cdot Pspd$	1.24E-04
R3	Parámetro principal	$R3 = Rb + Rv$	0.00E+00
Rb3	Parámetro principal	$Rb3 = Nd \cdot Pb \cdot rp \cdot rf \cdot Lf3$	0.00E+00
Rv3	Parámetro principal	$Rv3 = (NL1 \cdot Noh \cdot PLD1 + NL2 \cdot Nug \cdot PLD2 + NL0 \cdot Ct \cdot PLD0) \cdot Peq \cdot rp \cdot rf \cdot Lf3$	0.00E+00
R4	Parámetro principal	$R4 = Ra + Rb + Rc + Rm + Ru + Rv + Rw + Rz$	2.05E-04
Ra4	Parámetro principal	$Ra4 = Nd \cdot Pa \cdot ra \cdot Lt4$	0.00E+00
Rb4	Parámetro principal	$Rb4 = Nd \cdot Pb \cdot rp \cdot rf \cdot Lf4 \cdot h4$	1.73E-04
Rc4	Parámetro principal	$Rc4 = Nd \cdot Pspd \cdot Lo4$	6.49E-07
Rm4	Parámetro principal	$Rm4 = Nm \cdot Pm \cdot Lo4$	4.89E-06
Ru4	Parámetro principal	$Ru4 = (NL1 \cdot Noh \cdot PLD1 + NL2 \cdot Nug \cdot PLD2 + NL0 \cdot Ct \cdot PLD0) \cdot Peq \cdot ra \cdot Lt4$	0.00E+00
Rv4	Parámetro principal	$Rv4 = (NL1 \cdot Noh \cdot PLD1 + NL2 \cdot Nug \cdot PLD2 + NL0 \cdot Ct \cdot PLD0) \cdot Peq \cdot rp \cdot rf \cdot Lf4 \cdot h4$	1.36E-05
Rw4	Parámetro principal	$Rw4 = (NL1 \cdot Noh \cdot PLD1 + NL2 \cdot Nug \cdot PLD2 + NL0 \cdot Ct) \cdot Lo4 \cdot Pspd$	3.40E-07
Rz4	Parámetro principal	$Rz4 = ((Ni1 - NL1) \cdot Noh \cdot PLD1 + (Ni2 - NL2) \cdot Nug \cdot PLD2 + (Ni0 - NL0) \cdot Ct) \cdot Lo4 \cdot Pspd$	1.24E-05

Se ha/n realizado 1 cálculo/s de riesgo y el nivel máximo introducido o calculado es el Nivel 4. Se toma como referencia para todo el proyecto

b. Identificación de los pararrayos

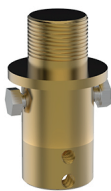
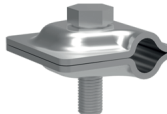
ID del pararrayos	39988
Modelo de pararrayos	Nimbus 15
Nombre	Nimbus 15
Instalado sobre	18486
Elemento de instalación	Mástil (estructura)
Altura respecto estructura	6
Radio de protección	53
Número de puestas a tierra	2
Asignado manual / calculado	Manual

c. Identificación de elementos de puesta a tierra

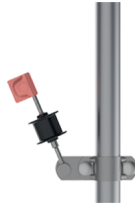
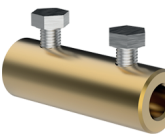
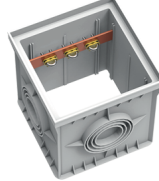
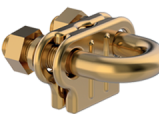
ID del puesta a tierra	553773
Tipo de puesta a tierra	Triangular
Instalado sobre estructura	18486
Instalado en pararrayos	39988

ID del puesta a tierra	553774
Tipo de puesta a tierra	Triangular
Instalado sobre estructura	18486
Instalado en pararrayos	39988

d. Lista de materiales global para instalación de pararrayos

Cód. Acc.	Referencia	Cant.	Imagen
77901115	Nimbus 15 Pararrayos con dispositivo de cebado. Acero inoxidable AISI 316. Avance de cebado: 15 us. CTE SU8; UNE 21.186:2011; NFC 17-102:2011.	1	
77902610	Adaptación Nimbus cable mástil 3/6m Pieza de adaptación Nimbus a mástil, diámetro 36,5 mm.	1	
77903110	Mástil galvanizado, 6m Mástil of 6 m. de acero galvanizado. (2 tramo de 3 m).	1	
77904100	Soporte tejado plano galvanizado mast. 3/6 metros Pie soporte mástil con fijación en tejado plano o suelo.	1	
77908200	Cable 70mm2 Cable trenzado de cobre electrolítico desnudo de 70 mm2.	157	
776001273	Manguito multibajante cable Borna unión múltiple diámetro 8-10mm inoxidable.	1	
779001162	Soporte piramidal universal vacío Soporte piramidal vacío para conductores sobre tejados para pletina de 30x2 mm o cable.	22	
Continúa en la siguiente página			

Cuadro 2 Continúa en la página previa

Cód. Acc.	Referencia	Cant.	Imagen
77920510	Spark gap de protección equipotencial mástil antena Kit vía Chispas para protección de mástil antena.	1	
77909100	Grapa cable bajante bronce Soporte M-8 bronce con tirafondo, para cables de 50 mm ² y 70 mm ² .	232	
77912000	Manguito seccionador de latón para cable Manguito de unión cable 8-10mm	2	
77920130	Contador de descargas de rayo Contador de descargas de rayo para cable y pletina	1	
77920200	Tubo de protección bajante galvanizado para cable Tubo de protección bajante de 3 m. Diámetro de 32 mm. Acero galvanizado	2	
77930000	Placa de señalización de puesta a tierra Placa de señalización de toma de tierra	2	
77930110	Arqueta completa PVC 300x300mm Arqueta registro polipropileno de 300x300 mm. con regleta equipotencial incluida y 3 terminales brida.	2	
77934200	Grapa unión cable - pica de puesta a tierra Grapa abarcón latón conexión jabalina hasta 18mm diámetro. Cable 8-10mm	6	

Continúa en la siguiente página

Cuadro 2 Continúa en la página previa

Cód. Acc.	Referencia	Cant.	Imagen
77932100	Pica de puesta a tierra Cu 2m Jabalina de cobre 300 micras 2 m, diámetro 14 mm.	6	
77938310	Cemento conductor para puesta a tierra Saco aditivo mejora de tierra 11,36Kg	2	
77920310	Spark gap de equipotencialización de tierras Vía chispas equipotencializador de tierras independientes.	2	

e. Lista de material por cada pararrayos

- Lista de accesorios del pararrayos 1
Código de pararrayos: 39988
Código de puesta a tierra: Code 000, code 001

Cód. accesorio	Referencia	Cantidad
77901115	Nimbus 15	1
77902610	Adaptación Nimbus cable mástil 3/6m	1
77903110	Mástil galvanizado, 6m	1
77904100	Soporte tejado plano galvanizado mast. 3/6 metros	1
77908200	Cable 70mm2	157
776001273	Manguito multibajante cable	1
779001162	Soporte piramidal universal vacío	22
77920510	Spark gap de protección equipotencial mástil antena	1
77909100	Grapa cable bajante bronce	232
77912000	Manguito seccionador de latón para cable	2
77920130	Contador de descargas de rayo	1
77920200	Tubo de protección bajante galvanizado para cable	2
77930000	Placa de señalización de puesta a tierra	2
77930110	Arqueta completa PVC 300x300mm	2
77934200	Grapa unión cable - pica de puesta a tierra	6
77932100	Pica de puesta a tierra Cu 2m	6
77938310	Cemento conductor para puesta a tierra	2
77920310	Spark gap de equipotencialización de tierras	2

f. Funcionamiento del cálculo de optimización de pararrayos

La solución propuesta en los apartados anteriores está basada en un cálculo de optimización de pararrayos realizado por el propio software nimbus® project designer.

Dicho cálculo determina el número y modelo de pararrayos (según su radio de cobertura) necesario para proteger completamente las diferentes áreas y estructuras del proyecto. El criterio principal es el número de pararrayos, junto con criterios de optimización económica (coste de la instalación del sistema completo de protección contra el rayo (SPCR) desde pararrayos hasta puestas a tierra) y de facilidad de instalación.

El resultado del cálculo es un compromiso entre precisión, tiempo de cálculo, coste económico y complejidad del proyecto; esta aproximación es el resultado de la resolución del cálculo en un tiempo razonable.

El optimizador nimbus® trabaja con cualquier tipo de instalación (tanto por extensión como por complejidad de estructuras).

Otras consideraciones:

- La solución del optimizador puede ser sensible al trazado exacto de las líneas que representan las áreas (estructura o perímetros) y la escala del plano.

- Para completar la resolución de un proyecto es necesario que todas las áreas a proteger queden cubiertas por los radios de los pararrayos. En algunos casos por limitaciones gráficas el optimizador nimbus® puede proponer una solución que deje pequeñas áreas desprotegidas, por lo que deberá ajustarse manualmente. (En ningún caso se puede generar un informe del proyecto si queda alguna área desprotegida).

Cirprotec se reserva el derecho a introducir mejoras en el algoritmo sin previo aviso, lo que podría eventualmente hacer variar ligeramente la solución con respecto a informes del mismo proyecto emitidos con anterioridad.

cirprotec

SPECIALIST IN LIGHTNING AND SURGE PROTECTION

nimbus.cirprotec.com



CIRPROTEC, S.L.U.

Lepanto 49 · 08223 TERRASSA · BARCELONA · ESPAÑA

Tel. +34 93 733 16 84 · Fax +34 93 733 27 64

comercial@cirprotec.com (España)

sales-america@cirprotec.com (América)

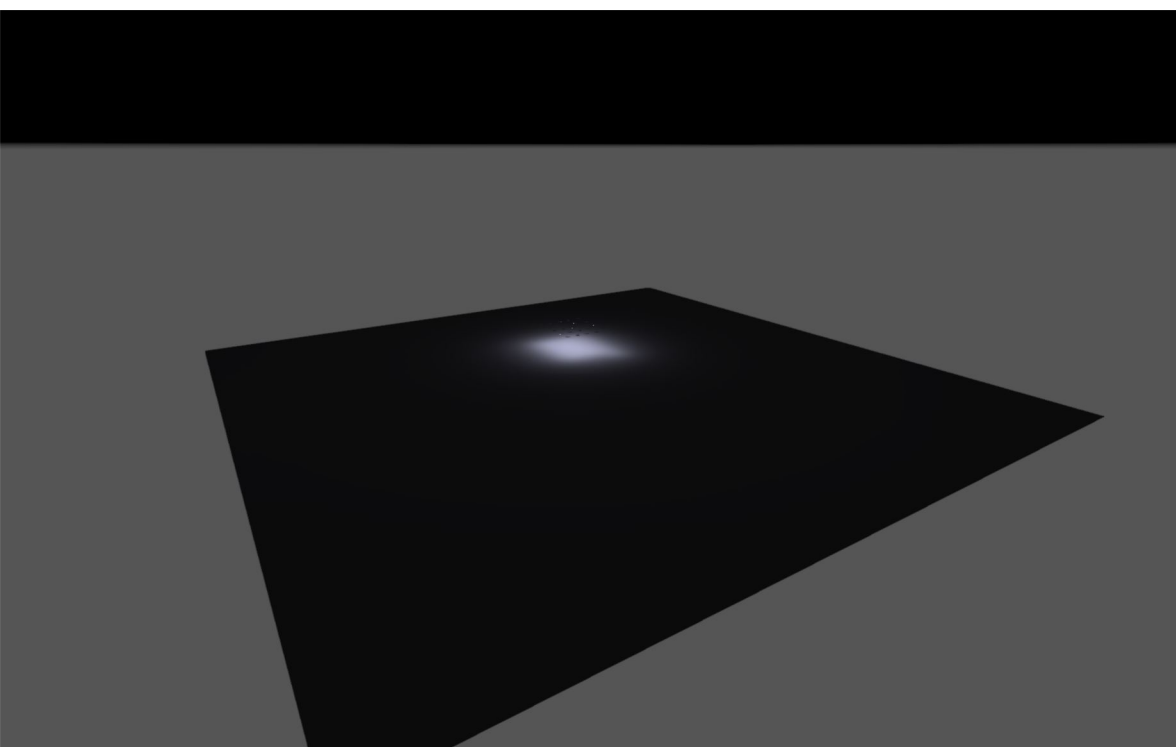
www.cirprotec.com

ISO 9001
ISO 14001
OHSAS 18001
BUREAU VERITAS
Certification



ANEXO 2

Estudios Lumínicos



Iluminación interior Salud P1

Contenido

Portada 1

Contenido 2

Fichas de producto

SIMON - 726.70 Pantalla 60x60 General 120° 4000K On/Off Blanco (1x 726.70 3

Pantalla 60x60 General 120° 4000K On/Off Blanco)

Terreno 1

Objetos de cálculo / Escena de luz 15

Superficie de cálculo 1 / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular7

Superficie de cálculo 2 / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular8

Ficha de producto

SIMON - 726.70 Pantalla 60x60 General 120° 4000K On/Off Blanco



Nº de artículo	72670033-884
P	36.0 W
Φ Lámpara	3400 lm
Φ Luminaria	3400 lm
η	100.00 %
Rendimiento lumínico	94.4 lm/W
CCT	4000 K
CRI	80

726.70 Pantalla 60x60 General 120° 4000K On/Off Blanco

Características técnicas:

2,6 kg

CRI 80

IP 20

Certificaciones:

2006/95/CE - Directiva Baja Tensión.

2004/108/CE - Directiva CEM.

UNE-EN 60598: 2005 Luminarias.

UNE-EN 62031: 2009 Módulos LED para alumbrado general.

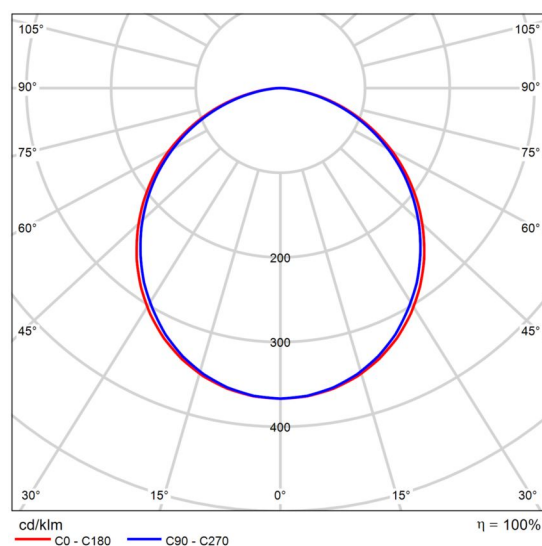
Requisitos de seguridad.

UNE-EN 61347-2-13: 2007 Dispositivos de control de lámpara.

UNE-EN 55015:2007 Límites y métodos de medida de las características relativas a la perturbación radioeléctrica de los equipos de iluminación y similares.

UNE-EN 61547 Equipos para alumbrado de uso general.

Requisitos de inmunidad - CEM.



CDL polar

Valoración de deslumbramiento según UGR												
p Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30		
p Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30		
p Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20		
Tamaño del local	X	Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	16.3	17.7	16.6	17.9	18.1	16.3	17.6	16.6	17.9	18.1	
	3H	17.8	19.0	18.1	19.3	19.6	17.8	19.0	18.1	19.3	19.5	
	4H	18.3	19.5	18.7	19.8	20.1	18.3	19.5	18.7	19.8	20.1	
	6H	18.7	19.8	19.1	20.1	20.4	18.7	19.8	19.1	20.1	20.4	
	8H	18.8	19.8	19.2	20.2	20.5	18.8	19.8	19.2	20.1	20.5	
	12H	18.8	19.8	19.2	20.2	20.5	18.8	19.8	19.2	20.1	20.5	
4H	2H	17.0	18.1	17.3	18.4	18.7	17.0	18.1	17.3	18.4	18.7	
	3H	18.6	19.6	19.0	19.9	20.3	18.6	19.6	19.0	19.9	20.3	
	4H	19.3	20.2	19.7	20.5	20.9	19.3	20.2	19.7	20.5	20.9	
	6H	19.8	20.5	20.2	20.9	21.3	19.8	20.5	20.2	20.9	21.3	
	8H	19.9	20.6	20.3	21.0	21.4	19.9	20.6	20.3	21.0	21.4	
	12H	20.0	20.6	20.4	21.0	21.5	20.0	20.6	20.4	21.0	21.5	
8H	4H	19.5	20.3	20.0	20.7	21.1	19.5	20.3	20.0	20.7	21.1	
	6H	20.1	20.7	20.6	21.1	21.6	20.1	20.7	20.6	21.2	21.6	
	8H	20.3	20.8	20.8	21.3	21.8	20.3	20.9	20.8	21.3	21.8	
	12H	20.4	20.9	20.9	21.3	21.8	20.5	20.9	21.0	21.4	21.9	
	4H	19.5	20.2	20.0	20.6	21.1	19.6	20.2	20.0	20.6	21.1	
	6H	20.2	20.7	20.6	21.1	21.6	20.2	20.7	20.7	21.2	21.6	
12H	8H	20.4	20.8	20.9	21.3	21.8	20.4	20.9	20.9	21.3	21.8	
	12H	20.4	20.8	20.9	21.3	21.8	20.4	20.9	20.9	21.3	21.8	
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias												
S = 1.0H		+0.1 / -0.1					+0.1 / -0.1					
S = 1.5H		+0.2 / -0.4					+0.2 / -0.4					
S = 2.0H		+0.4 / -0.7					+0.4 / -0.7					
Tabla estándar		BK05					BK05					
Sumando de corrección		2.9					2.9					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 3400lm Flujo luminoso total												

Diagrama UGR (SHR: 0.25)

Ficha de producto

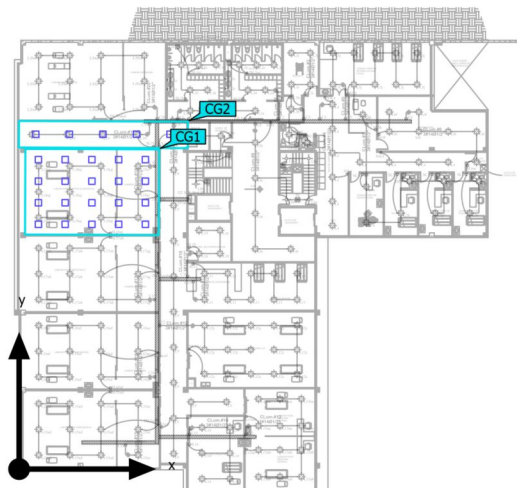
SIMON - 726.70 Pantalla 60x60 General 120° 4000K On/Off Blanco

UNE-EN 61000-3-2 Compatibilidad electromagnética (CEM).

UNE-EN 61000-3-3 Compatibilidad electromagnética (CEM).

Terreno 1 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo



Terreno 1 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo

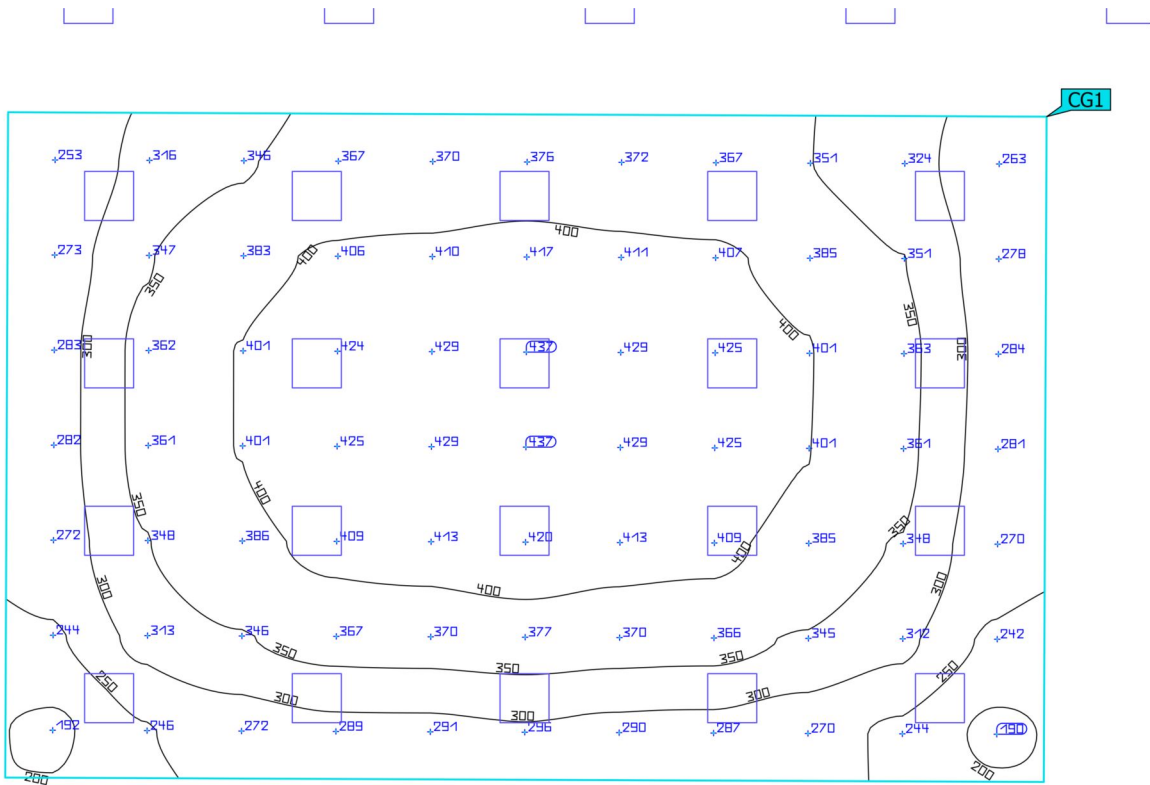
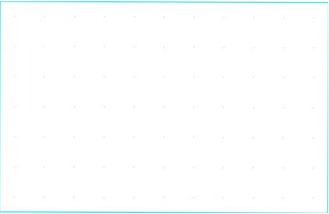
Superficie de cálculo

Propiedades	$\bar{E}$	$E_{\min}$	$E_{\max}$	$U_o (g_1)$	g_2	Índice
Superficie de cálculo 1 Iluminancia perpendicular Altura: 0.900 m	349 lx	190 lx	437 lx	0.54	0.43	CG1
Superficie de cálculo 2 Iluminancia perpendicular Altura: 0.000 m	201 lx	76.7 lx	301 lx	0.38	0.25	CG2

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (5.1.4 Estándar (área de tránsito al aire libre))

Terreno 1 (Escena de luz 1)

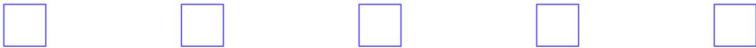
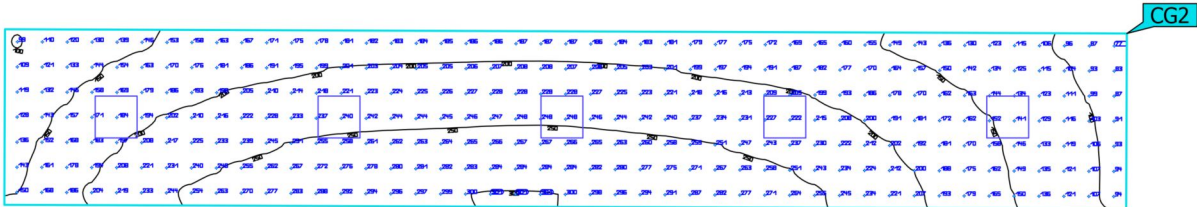
Superficie de cálculo 1



Propiedades	$\bar{E}$	$E_{\min}$	$E_{\max}$	$U_o (g_1)$	g_2	Índice
Superficie de cálculo 1 Iluminancia perpendicular Altura: 0.900 m	349 lx	190 lx	437 lx	0.54	0.43	CG1

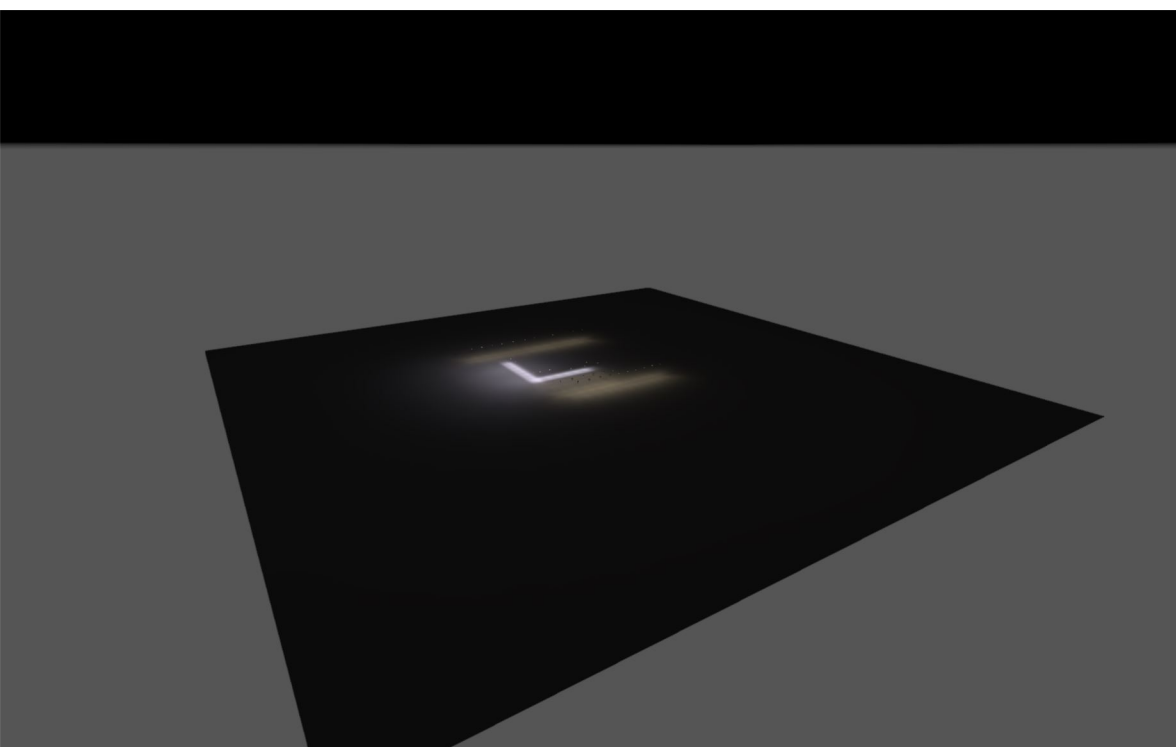
Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (5.1.4 Estándar (área de tránsito al aire libre))

Terreno 1 (Escena de luz 1)
Superficie de cálculo 2



Propiedades	$\bar{E}$	$E_{\min}$	$E_{\max}$	$U_o (g_1)$	g_2	Índice
Superficie de cálculo 2 Iluminancia perpendicular Altura: 0.000 m	201 lx	76.7 lx	301 lx	0.38	0.25	CG2

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (5.1.4 Estándar (área de tránsito al aire libre))



Iluminación exterior Salud

Contenido

Portada 1

Contenido 2

Contactos 3

Fichas de producto

Disano Illuminazione S.p.A - 1583 Vista - FX 3000K CRI 70 29W CLD Grafito (1x Led5050_fx_3k)4

LEDVANCE - LED ECO STREET HE 120W 840 WV (1x LED ECO STREET HE 120W 840 WV)5

Performance in Lighting - GUELL 1 A40/W 51W 840 GR-94 DALI (1x 3115062 | 840) 6

Terreno 1

Objetos de cálculo / Escena de luz 18

Superficie de cálculo 1 / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular10

Contactos



Ingeniería Eléctrica
Ing. David Flores

Ingeniería Evolutiva

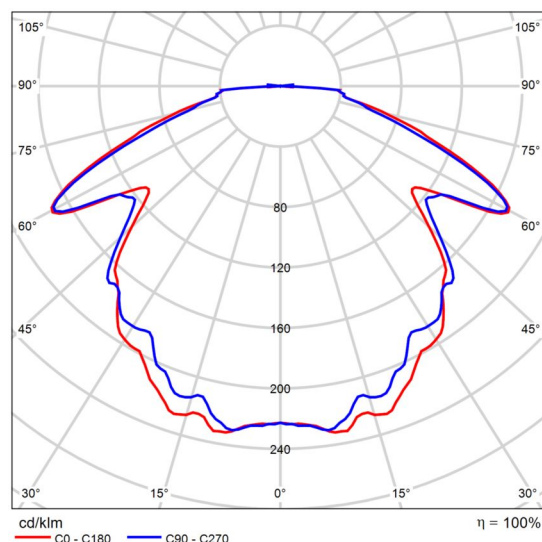
T 0985865836
i.evolutiva@gmail.com

Ficha de producto

Disano Illuminazione S.p.A - 1583 Vista - FX 3000K CRI 70 29W CLD Grafito



Nº de artículo	422304-39
P	29.0 W
Φ Lámpara	3432 lm
Φ Luminaria	3432 lm
η	100.00 %
Rendimiento lumínico	118.3 lm/W
CCT	3000 K
CRI	70



CDL polar

Cuerpo: de aluminio fundido a presión. Fijación columna: adecuado para columnas de 60 mm de diámetro. Difusor: de policarbonato irrompible y autoextinguible V2 antideslumbrante, estabilizado contra los rayos UV, exterior liso y resistente al polvo. Barnizado: fase de pretratamiento superficial del metal, barnizado con polvo de poliéster, resistente a la corrosión, a la niebla salina y estabilizado a los rayos UV. Disipador: integrado. Low flicker: luminaria con Flicker muy reducido: luz uniforme para una mayor seguridad visual. Riesgo fotobiológico: grupo de riesgo exento, según la norma EN62471. : EN60598-1. Tienen un grado de protección según la norma EN60529. Equipamiento-Dotación: -seccionador. -conector rápido IP67. -válvula anticondensación. -dispositivo de control de la temperatura con rearme automático. -dispositivo de protección conforme a EN 61547 contra los fenómenos impulsivos. -funciones integradas ADVANCED PROG. Montaje (descripción): en columna diám. 76/60 mm o en brazo.

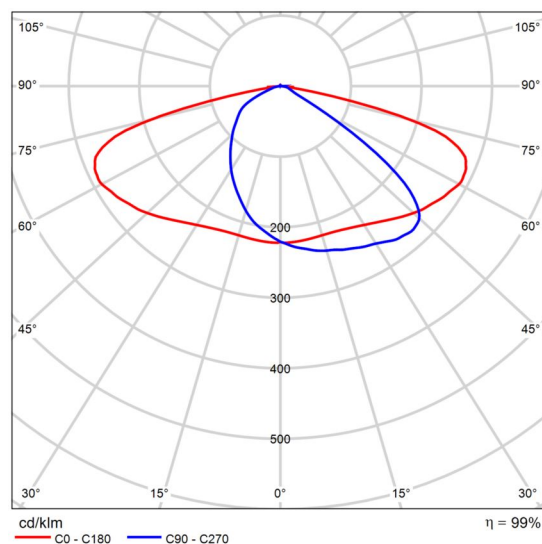
Ficha de producto

LEDVANCE - LED ECO STREET HE 120W 840 WV



Nº de artículo	4058075558229
P	120.0 W
$\Phi_{\text{Lámpara}}$	15600 lm
$\Phi_{\text{Luminaria}}$	15411 lm
η	98.79 %
Rendimiento lumínico	128.4 lm/W
CCT	4000 K
CRI	80

LED ECO Streetlight high wattage range consists two housing sizes for different wattages, with dust-free and cost-effective design. The system efficacy reaches 130lm/W. Its high-grade aluminum housing ensures reliable operation, high quality PC lens provides effective lighting distribution. This streetlight range is ideal for non-trunk roads and residential lighting purposes. Slim, aesthetical housing combined with dust-free design. Available in 90W/120W/150W. System efficacy 130lm/W (125lm/W for 3000K). Easy connection by providing pre-wired 0.5m cable. Precise lens design provides uniform and less glare lighting. High grade aluminum housing ensures reliable operation. Surge protection rated up to 10 KV (L-N), with replaceable SPD. Lifetime 50000 hours. IP66, IK08. CB, RoHS available.



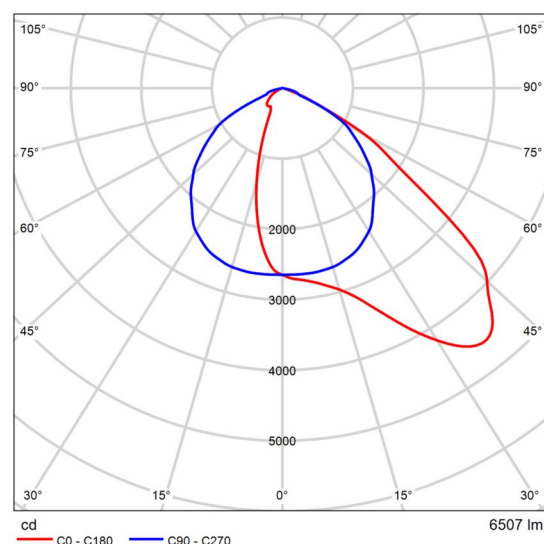
CDL polar

Ficha de producto

Performance in Lighting - GUELL 1 A40/W 51W 840 GR-94 DALI



Nº de artículo	3115062
P	51.0 W
$\Phi_{\text{Lámpara}}$	–
$\Phi_{\text{Luminaria}}$	6507 lm
η	–
Rendimiento lumínico	127.6 lm/W
CCT	4000 K
CRI	80



CDL polar

Código: 3115062. Serie: GUELL.

Proyector LED para interior y exterior, constituido por: Cuerpo de aluminio fundido a presión pintado con pintura en polvo de poliéster con previo tratamiento de conversión química ISO 9227/12944. ISO 9223 (C5) . Difusor de vidrio plano extra-claro de seguridad templado. Reflectores con altísimo rendimiento en aluminio chapado 99,99%, brillante, oxidado y sin iridiscencia. Junta de silicona anti-envejecimiento. Sujetacable con resistencia a la rotura M20x1.5 para cables Ø 10. Ø 14 mm. Tornillos de anclaje de acero inoxidable. Clips de aluminio con muelle de acero inoxidable, integrado. Abrazadera de acero pintada con pintura en polvo de poliéster previa cataforesis. Luminaria que se puede abrir y mantener. Disponibles versiones con driver regulable. Consultar fábrica. Consulte a la fábrica para otras temperaturas de color e índice de reproducción cromática.

Datos de producto | Grupo ETIM: EG000027. Clase ETIM: EC001744.

Información general | Portalámpara: LED. Flujo lumen nominal [lm]: 8099. Flujo lumen real [lm]: 6505. Potencia de luminaria [W]: 51 W. Eficacia luminosa [lm/W]: 128. CRI: 80. Temperatura de color [K]: 4000. Grado de protección IP: IP66. IK07 3J xx5. Clase de

Ficha de producto

Performance in Lighting - GUELL 1 A40/W 51W 840 GR-94 DALI

protección: I. Óptica: A40/W - . Peso neto [kg]: 2.45. Longitud global [mm]: 265. Anchura global [mm]: 319. Altura global [mm]: 85.

Características mecánicas | Test del hilo incandescente [°C]: 650 °C. Área exposición frontal [m²]: 0.02. Área exposición lateral [m²]: 0.02. Área exposición superior [m²]: 0.06.

Características eléctricas | Tipo de alimentación: AC. Tensión de entrada [V AC]: 220/240. Frecuencia de entrada [Hz]: 50/60. Factor de potencia / COS Φ : 0.9. Corriente de arranque [A/ μ s]: 16 / 50. C10 1.5 mm²: 21. C16 2.5 mm²: 33. B10 1.5 mm²: 13. B16 2.5 mm²: 20. Regulación DALI.

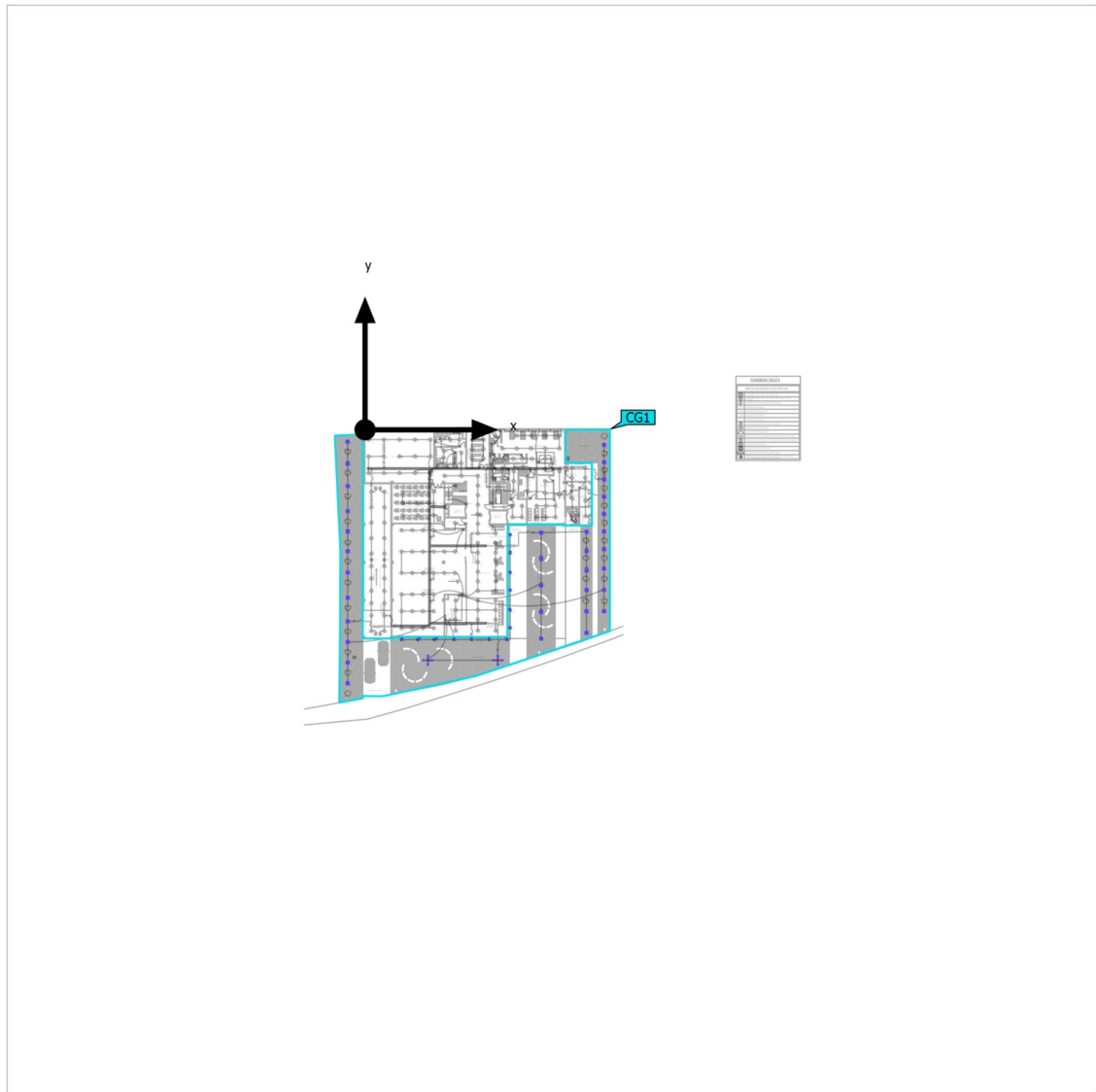
Instalación | Ámbito de aplicación: OUTDOOR. Tipo de instalación: Proyectores. Temperatura ambiente mín. [°C]: -20. Temperatura ambiente max. [°C]: 35. Distancia mín. del objeto iluminado [m]: 0.10. Instalación sin herramientas.

Características de luz | Lámparas: 1. ILCOS: DSR. MacAdam: 3. Mantenimiento flujo luminoso: L90B20@80000h. Distribución emisión luminosa: Direct. Clase de intensidad luminosa: G*6. Sin deslumbramiento luminoso (ULR = 0%). 3º código de flujo CIE 95. IPEA* (vial): A6+. IPEA* (grandes áreas, rotondas): A7+. IPEA* (peatonal/carril bici): A6+. IPEA* (áreas verdes): A6+. IPEA* (centro histórico): A10+.

Certificaciones | Certificado CE. Certificado EAC. Certificado UKCA. Certificado RCM. Apto para superficies normalmente inflamables.

Terreno 1 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo



Terreno 1 (Escena de luz 1)

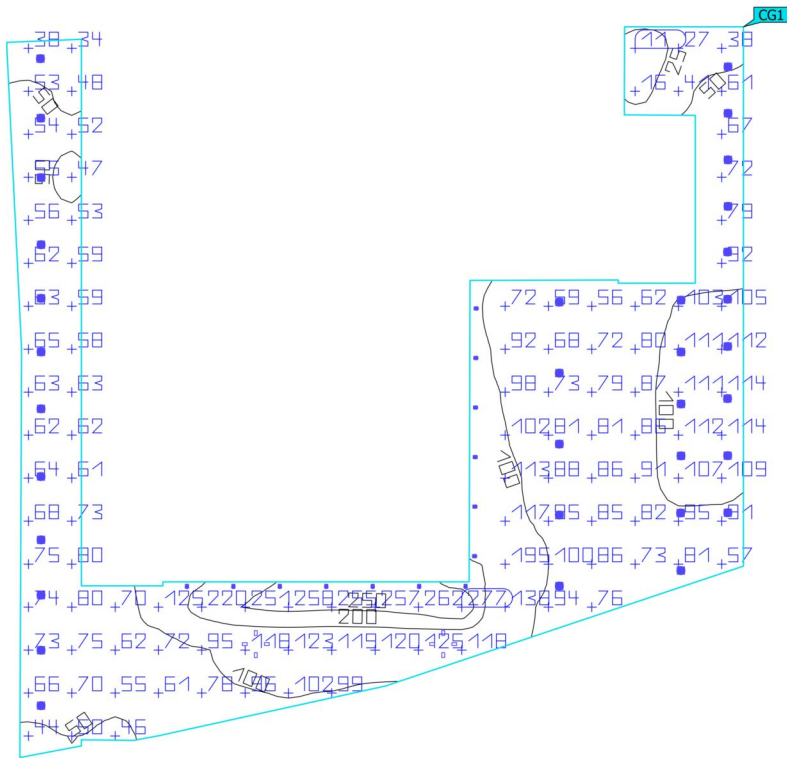
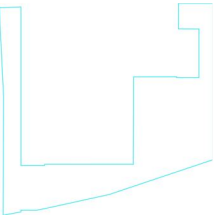
Objetos de cálculo

Superficie de cálculo

Propiedades	$\bar{E}$	$E_{\min}$	$E_{\max}$	$U_o (g_1)$	g_2	Índice
Superficie de cálculo 1 Iluminancia perpendicular Altura: 0.000 m	89.6 lx	11.3 lx	277 lx	0.13	0.041	CG1

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (5.1.4 Estándar (área de tránsito al aire libre))

Terreno 1 (Escena de luz 1)
Superficie de cálculo 1



Propiedades	Ē	E _{mín}	E _{máx}	U _o (g ₁)	g ₂	Índice
Superficie de cálculo 1 Iluminancia perpendicular Altura: 0.000 m	89.6 lx	11.3 lx	277 lx	0.13	0.041	CG1

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (5.1.4 Estándar (área de tránsito al aire libre))

ANEXO 3

Planos eléctricos