

13. Planos Eléctricos

8. COORDINACIÓN DE AISLAMIENTO

(Acorde a lo establecido en la norma IEC 60071-2)

La norma IEC clasifica los esfuerzos a los cuales serán sometidos los equipos por parámetros apropiados tales como la duración de las tensiones a frecuencia industrial o la forma de onda de una sobretensión de una sobretensión en función de su efecto sobre su aislamiento o sobre el equipo de protección.

- Sobretensiones temporales (fallas, maniobras de rechazo de carga, resonancia, ferresonancia)
- Sobretensiones de frente lento (fallas, maniobras, descargas atmosféricas directas sobre los conductores de las líneas aéreas)
- Sobretensiones de frente rápido (fallas, maniobras, descargas atmosféricas)

8.1. COORDINACIÓN DE AISLAMIENTO PARA 13.2KV

Descripción	Símbolo	Formula	Unidad	Valor
Tensión nominal	U_n		[kV]	13,2
Metros sobre el nivel del mar	<i>m. s. n. m.</i>		[m]	350
Nivel de Polución Tabla 1 de la IEC60071-2			[mm/kV]	20
Tensiones representativas	U_s			
Tensión máxima de operación, según NTC5001 numeral 7,1,5,	$U_{s(max)}$	$U_{s(max)} = U_s \times 1.1$	[kV]	14,52
Tensión fase - tierra	$U_{s(fase-tierra)}$		[kV]	8,38
Tensión pico fase - tierra	$U_{s(fase-tierra)}$		[kVp]	11,86
ki Factor de seguridad BIL y NPR, recomendado para $U_n < 52kV$	<i>ki</i>	Recomendación IEC 60071-2		1,40
Tensión nominal del descargador		$U_r = \frac{U_{s(max)} \times 1.4}{\sqrt{3}}$	[kV]	11,74
Sobretensión Temporal				
Sobretensión Falla fase - tierra	$U_{rp(fase-tierra)}$	$U_{rp} = \frac{1.5 \times U_s}{\sqrt{3}}$	[kV]	12,57
Sobretensión Rechazo de carga fase - fase	$U_{rp(fase-fase)}$	$U_{rp} = 1.4 \times U_s$	[kV]	20,33
Sobretensiones de Frente Lento				
Afectan a todos los equipos fase - tierra $U_{e2} = 1.9p.u$	$U_{et(fase-tierra)}$	$U_{et} = (1.25U_{e2} - 0.25) \times U_s$	[kV]	25,19
Afectan a todos los equipos fase - fase $U_{p2} = 2.9p.u$	$U_{pt(fase-fase)}$	$U_{et} = (1.25U_{p2} - 0.43) \times U_s$	[kV]	37,88

Tabla 26. Cálculo de aislamiento para 13.2kV

9. SISTEMA DE PUESTA A TIERRA IEEE 80

(Cálculo del sistema de puesta a tierra)

Un Sistema de Puesta a Tierra (SPT) es el punto de partida de la seguridad para seres vivos y la protección para equipos eléctricos y/o electrónicos sensibles en caso de falla eléctrica o descargas atmosféricas.

Cada vez cobra más importancia los SPT's debido a la evolución tecnológica y al incremento por parte de los diferentes sectores (industriales, financieros, comerciales, hospitalarios, etc.) de sus sistemas productivos con la implementación de equipos electrónicos y de comunicaciones.

Este sistema debe servir de un único punto de referencia para las instalaciones eléctricas, de comunicaciones y su entorno, además debe asegurar, hasta donde la ingeniería lo permita, un límite para las elevaciones de tensión y corriente en un momento de falla.

Sin embargo, no sólo basta con un buen sistema de puesta a tierra para garantizar la seguridad eléctrica, es necesario contar con un sistema eléctrico sólido que debe estar dentro de parámetros normalizados que garanticen condiciones tales como un suministro confiable, eficiente, seguro y algo importante la conciencia de todo usuario del sistema de los riesgos que se pueden correr en caso de mala manipulación de elementos del sistema.

9.1. MEDICIÓN DE RESISTIVIDAD DE TERRENO

La resistividad es una propiedad del terreno que cuantifica la capacidad conductiva del mismo. La resistividad depende de Estratigrafía, Granulometría, Temperatura, Compactación y Estado Higrométrico. Su valor se expresa generalmente en $[\Omega\cdot m]$ (ohmios-metro).

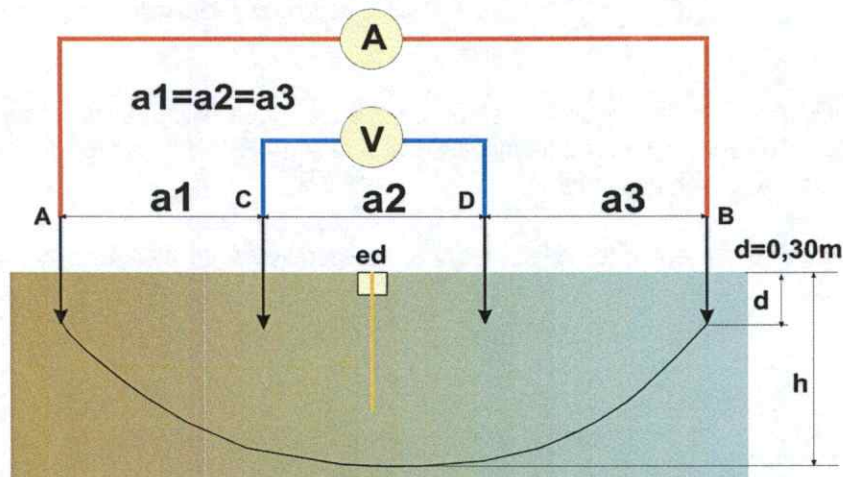


Figura 12. Disposición para medición de resistividad del terreno.

PARÁMETRO	SÍMBOLO	VALOR	UNIDAD
Resistividad del Terreno	ρ	215	Ωm
Resistividad superficial	ρ_s	5000	Ωm
Espesor ρ_s	h_s	0,2	m
Profundidad de la malla	h	0,5	m
Tiempo despeje de la falla	t_s	0,15	s
Corriente de falla a tierra	I	0,71	kA
Calibre del conductor	Cal	2/0	AWG

Parámetros de entrada para el diseño de puesta a tierra

La corriente de falla en el punto de conexión es suministrada por el operador de red.

$$(ecuación 1) I_{cortocircuito} = 0.71 [kA]$$

9.2. TENSIONES DE PASO Y CONTACTO PERMISIBLES

La seguridad de las personas consiste en evitar que una cantidad de energía determinada sea absorbida antes de que la falla sea despejada y el sistema desenergizado. Estas tensiones se determinan teniendo en cuenta las corrientes máximas permitidas por el cuerpo humano y el circuito equivalente que forma el cuerpo cuando está parado o tocando un objeto.

PARÁMETRO	SÍMBOLO	VALOR	UNIDAD
Tensiones de paso 50kg	Es-50	7705	V
Tensiones de contacto 50kg	Es-50	2151	V
Resistencia de puesta a tierra	Rpt	10	Ω

Cálculo de tensiones de paso y contacto según IEEE80

$$(ecuación 2) K = \frac{\rho - \rho_s}{\rho + \rho_s}$$

$$(ecuación 3) C_s = 1 - \frac{0,09 * (1 - \frac{\rho}{\rho_s})}{2h_s + 0,09}$$

$$(ecuación 4) E_{step50} = (1000 + 6C_s\rho_s) \frac{0,116}{\sqrt{t_s}}$$

$$(ecuación 5) E_{step70} = (1000 + 6C_s\rho_s) \frac{0,157}{\sqrt{t_s}}$$

$$(ecuación 6) E_{touch50} = (1000 + 1,5C_s\rho_s) \frac{0,116}{\sqrt{t_s}}$$

9.4. GEOMETRÍA PROPUESTA DE LA MALLA DE PUESTA A TIERRA

PARÁMETRO	SÍMBOLO	VALOR	UNIDAD
Longitud Conductor Horizontal	Lc	93	m
Longitud del perímetro	Lp	42	m
Longitud máxima en X	Lx	12	m
Longitud máxima en Y	Ly	9	m
Distancia máxima entre extremos	Dm	15	m
Distancia entre conductores paralelos	D'	3	m
Diámetro del conductor	D	0,009	m
Numero de Electrodo	n	6	na
Longitud Electrodo	Lr	2,44	m
Área del sistema de puesta a tierra	As	108	m2
Relación Largo / Ancho	rla	1,33	na

Geometría propuesta de la malla de puesta a tierra

9.4.1. CALCULO DE LA RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA

Las ecuaciones recomendadas en la IEEE-80 del 2000 son las de Schwarz y Sverak. Teniendo en cuenta la geometría del sistema propuesto numeral 2.4 la resistencia de puesta a tierra calculada se presenta en la siguiente tabla.

PARÁMETRO	SÍMBOLO	VALOR	UNIDAD
Resistencia de la malla	R1	9,62	Ω
Resistencia de las varillas	R2	15,28	Ω
Resistencia mutua	R12	6,53	Ω
Resistencia del sistema	Rg	8,81	Ω
Máxima corriente que disipa la malla	Ig	0,1	kA
Potencial de la malla	GPR	848	V

Cálculo de la resistencia de puesta a tierra

A continuación, se presentan las ecuaciones usadas en este numeral:

$$(ecuación 8) R_1 = \frac{\rho}{\pi L_c} \left[\ln \left(\frac{2L_c}{a'} \right) + k_1 \frac{L_c}{\sqrt{A_s}} - k_2 \right]$$

$$(ecuación 9) R_2 = \frac{\rho}{\pi m L_r} \left[\ln \left(\frac{4L_r}{b'} \right) - 1 + \frac{2k_1 L_r}{\sqrt{A_s}} (\sqrt{n} - 1)^2 \right]$$

$$(ecuación 10) R_{12} = \frac{\rho}{\pi L_c} \left[\ln \left(\frac{2L_c}{L_r} \right) + \frac{k_1 L_c}{\sqrt{A_s}} - k_2 + 1 \right]$$

$$(ecuación 15) E_m = \frac{\rho I_G K_m K_i}{L_C + \left[1,55 + 1,22 \left(\frac{L_r}{\sqrt{L_x^2 + L_y^2}} \right) \right] L_R}$$

$$(ecuación 16) E_s = \frac{\rho I_G K_s K_i}{0,75L_C + 0,85L_R}$$

Número de conductores efectivos	ne	4,45
Factor de corrección por varillas en los extremos	kii	1,00
Factor de enterramiento de la malla	kh	1,30
Factor de geometría para tensiones de contacto	km	0,70
Factor de corrección por geometría	ki	1,30
Factor de geometría para tensiones de paso	ks	0,50

Variables Auxiliares

Los valores de las variables auxiliares fueron calculados con las siguientes ecuaciones:

$$(ecuación 15a) ne = \left(\frac{2L_C}{L_P} \right) \left(\frac{L_P}{\sqrt{4\sqrt{A_S}}} \right) \left(\frac{L_X L_Y}{A_S} \right)^{\frac{0,7 A_S}{L_X L_Y}} \left(\frac{D_m}{\sqrt{L_X^2 + L_Y^2}} \right)$$

$$(ecuación 15b) k_{ii} = 1$$

$$(ecuación 15c) k_h = \sqrt{1 + \frac{h}{h_0}}$$

$$(ecuación 15d) km = \frac{1}{2\pi} \left[\ln \left(\frac{D'^2}{16ha} + \frac{(D'+2h)^2}{8D'a} - \frac{h}{4a} \right) + \frac{k_{ii}}{k_h} \ln \left(\frac{8}{\pi(2ne-1)} \right) \right]$$

$$(ecuación 15e) k_i = 0,644 + 0,148ne$$

$$(ecuación 15f) ks = \frac{1}{\pi} \left[\frac{1}{2h} + \frac{1}{D'+h} + \frac{1}{D'} (1 - 0,5^{n-2}) \right]$$

9.4.3. COMPARACIÓN DE RESULTADO CON RETIE – 2013

Los cálculos realizados en el numeral 5.7 "CALCULO DE TENSIONES DE PASO Y CONTACTO" cumplen con lo establecido en el Retie artículo 15. "SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA" y en particular con la tabla 15.1 que se resalta a continuación.

10. ESTUDIO RIESGO ELÉCTRICO

(Análisis de riesgos de origen eléctrico y medidas para mitigarlos)

Teniendo en cuenta que el diseño de este proyecto contempla trabajos para la construcción de redes de distribución, montaje y puesta en servicio de los transformadores, tableros de distribución y red de uso final; es necesario evaluar los riesgos eléctricos en el proceso de montaje e instalación final. Para éste análisis aplicamos el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE, Artículo 9°. Análisis de riesgos de origen eléctrico.

Este análisis pretende establecer los criterios para un plan de evaluación de riesgos que deben cumplir todas las instalaciones eléctricas del operador de red y de las instalaciones particulares para brindarles seguridad a los trabajadores y personas en general.

10.1. GENERALIDADES Y DEFINICIONES

Las instalaciones eléctricas de los lugares de trabajo se utilizarán y mantendrán en la forma adecuada y el funcionamiento de los sistemas de protección se controlará periódicamente, de acuerdo a las normas técnicas establecidas. Con ese objetivo de seguridad, los constructores deberán garantizar que los trabajadores reciban una formación e información adecuadas sobre el riesgo eléctrico, así como sobre las medidas de prevención y protección que hayan de adoptarse. Para tener una mejor comprensión de lo escrito en esta norma se describen a continuación algunas definiciones básicas.

- Contacto eléctrico: es la acción de cerrar un circuito eléctrico al unirse dos elementos.
- Contacto eléctrico directo: al contacto de personas o animales con conductores activos de una instalación eléctrica.
- Contacto eléctrico indirecto: es un contacto de personas o animales puestos accidentalmente en tensión o un contacto con cualquier parte activa a través de un medio conductor
- Instalación eléctrica: el conjunto de los materiales y equipos de un lugar de trabajo mediante los que se genera, convierte, transforma, transporta, distribuye o utiliza la energía eléctrica; se incluyen las baterías, los condensadores y cualquier otro equipo que almacene energía eléctrica.
- Lugar de trabajo: cualquier lugar al que el trabajador pueda acceder, en razón de su trabajo.
- Maniobra: intervención concebida para cambiar el estado eléctrico de una instalación eléctrica no implicando montaje ni desmontaje de elemento alguno.
- Procedimiento de trabajo: Secuencia de las operaciones a desarrollar para realizar un determinado trabajo, con inclusión de los medios materiales (de trabajo o de protección) y humanos (cualificación o formación del personal) necesarios para llevarlo a cabo.
- Riesgo eléctrico: Es el originado por la energía eléctrica. Dentro de este tipo de riesgo se incluyen los siguientes:
 - o Choque eléctrico por contacto con elementos en tensión (contacto eléctrico directo), o con masas puestas accidentalmente en tensión (contacto eléctrico indirecto).
 - o Quemaduras por choque eléctrico, o por arco eléctrico.
 - o Caídas o golpes como consecuencia de choque o arco eléctrico.
 - o Incendios o explosiones originados por la electricidad.

10.2.3. Contacto directo

POSIBLES CAUSAS: Negligencia de técnicos o impericia de no técnicos, violación de las distancias mínimas de seguridad.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Establecer distancias de seguridad, interposición de obstáculos, aislamiento o recubrimiento de partes activas, utilización de interruptores diferenciales, elementos de protección personal, puesta a tierra, robar ausencia de tensión, doble aislamiento.

10.2.4. Contacto indirecto

POSIBLES CAUSAS: Fallas de aislamiento, mal mantenimiento, falta de conductor de puesta a tierra.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Separación de circuitos, uso de muy baja tensión, distancias de seguridad, conexiones equipotenciales, sistemas de puesta a tierra, interruptores diferenciales, mantenimiento preventivo y correctivo.

10.2.5. Cortocircuito

POSIBLES CAUSAS: Fallas de aislamiento, impericia de los técnicos, accidentes externos, vientos fuertes, humedades, equipos defectuosos.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Interruptores automáticos con dispositivos de disparo de máxima corriente o cortacircuitos fusibles.

10.2.6. Electricidad estática

POSIBLES CAUSAS: Unión y separación constante de materiales como aislantes, conductores, solidos o gases con la presencia de un aislante.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Sistemas de puesta a tierra, conexiones equipotenciales, aumento de la humedad relativa, ionización del ambiente, eliminadores eléctricos y radiactivos, pisos conductivos.

10.2.7. Equipo defectuoso

POSIBLES CAUSAS: Mal mantenimiento, mala instalación, mala utilización, tiempo de uso, transporte inadecuado.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Mantenimiento predictivo y preventivo, construcción de instalaciones siguiendo las normas técnicas, caracterización del entorno electromagnético.

10.3.1. Matriz de análisis de riesgos

- Con el fin de evaluar el nivel o grado de riesgo de tipo eléctrico, se puede aplicar la siguiente matriz para la toma de decisiones (Tabla 9.3). La metodología a seguir en un caso en particular, es la siguiente:
- Definir el factor de riesgo que se requiere evaluar o categorizar.
- Definir si el riesgo es potencial o real.
- Determinar las consecuencias para las personas, económicas, ambientales y de imagen de la empresa. Estimar dependiendo del caso particular que analiza.
- Buscar el punto de cruce dentro de la matriz correspondiente a la consecuencia (1, 2, 3, 4, 5) y a la frecuencia determinada (a, b, c, d, e): esa será la valoración del riesgo para cada clase.
- Repetir el proceso para la siguiente clase hasta que cubra todas las posibles pérdidas.
- Tomar el caso más crítico de los cuatro puntos de cruce, el cual será la categoría o nivel del riesgo.
- Tomar las decisiones o acciones, según lo indicado en la Tabla 9.4.

Anexo General Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE

RIESGO A EVALUAR		Por _____ (al) o (en) _____		FACTOR DE RIESGO (CAUSA)		FUENTE				
		EVENTO O EFECTO (Ej: Quemaduras)		FACTOR DE RIESGO (CAUSA) (Ej: Arco Eléctrico)		FUENTE (Ej: Celda de 13,8 kV)				
POTENCIAL <input type="checkbox"/>		REAL <input type="checkbox"/>		FRECUENCIA						
				E	D	C	B	A		
				No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la Empresa	sucede varias veces al año en la empresa	sucede varias veces al mes en la empresa		
CONSECUENCIAS	En Personas	Económicas	Ambientales	En la Imagen de la Empresa						
	una o mas muertes	daño grave en infraestructura, interrupción regional	Contaminación irreparable	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	incapacidad parcial permanente	Daños mayores, salida de subestación	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO
	incapacidad temporal (>1 día)	Daños severos, interrupción temporal	Contaminación Localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	lesión menor (sin incapacidad)	Daños importantes, interrupción breve	Efecto Menor	Local	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves, No interrupción	Sin Efecto	Interna	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO
Evaluador: _____		MP: _____		Fecha: _____						

Figura 14. RETIE, Tabla 9.3. Matriz para análisis de riesgos

Para el MONTAJE DE LA RED DE MEDIA TENSIÓN Y DE BAJA TENSIÓN, así como para la INSTALACIÓN DE TABLEROS DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN de acuerdo a la aplicación de la tabla 9.3 se tiene un riesgo ALTO.

De la tabla 9.4 el riesgo alto, para minimizarlo debemos ejecutar los siguientes puntos:

- ✓ Tener un protocolo de montaje coordinado conjuntamente con los ingenieros asignados en el proyecto y los ingenieros de EMSA que van a realizar el corte energía al momento del montaje.
- ✓ Revisar los Elementos de Protección Personal (EPP) asignados para ejecutar el montaje y garantizar que los certificados de los equipos de trabajo en alturas estén al día.
- ✓ Garantizar que la red a intervenir no sea energizada en ningún momento en el que un trabajador esté realizando su labor.

Seguir las cinco reglas de oro para trabajos eléctricos en redes sin energía, según el RETIE Artículo 18.1:

“Los trabajos que deban desarrollarse con las redes o equipos desenergizados, deben cumplir las siguientes “Reglas de oro”:

a. Efectuar el corte visible de todas las fuentes de tensión, mediante interruptores y seccionadores, de forma que se asegure la imposibilidad de su cierre intempestivo. En aquellos aparatos en que el corte no pueda ser visible, debe existir un dispositivo que garantice que el corte sea efectivo.

b. Condenación o bloqueo, si es posible, de los aparatos de corte. Señalización en el mando de los aparatos indicando “No energizar” o “prohibido maniobrar” y retirar los portafusibles de los cortocircuitos. Se llama “condenación o bloqueo” de un aparato de maniobra al conjunto de operaciones destinadas a impedir la maniobra de dicho aparato, manteniéndolo en una posición determinada.

c. Verificar ausencia de tensión en cada una de las fases, con el detector de tensión apropiado al nivel de tensión nominal de la red, el cual debe probarse antes y después de cada utilización.

d. Puesta a tierra y en cortocircuito de todas las posibles fuentes de tensión que incidan en la zona de trabajo. Es la operación de unir entre sí todas las fases de una instalación, mediante un puente equipotencial de sección adecuada, que previamente ha sido conectado a tierra.

En tanto no estén efectivamente puestos a tierra, todos los conductores o partes del circuito se consideran como si estuvieran energizados a su tensión nominal.

Los equipos de puesta a tierra se deben manejar con pértigas aisladas, conservando las distancias de seguridad respecto a los conductores, en tanto no se complete la instalación.

Para su instalación, el equipo se conecta primero a tierra y después a los conductores que van a ser puestos a tierra, para su desconexión se procede a la inversa.

Los conectores se deben colocar firmemente, evitando que puedan desprenderse o aflojarse durante el desarrollo del trabajo.

Para el sistema eléctrico que comprenderá los lugares en donde se ejecute el proyecto y de acuerdo a la aplicación de la tabla 9.3, se tiene un riesgo eléctrico MEDIO.

De la tabla 9.4 en riesgo medio, para aceptarlo debemos realizar los siguientes puntos:
Señalización de seguridad de acuerdo al RETIE en cada punto de las instalaciones donde se pueda presentar riesgo eléctrico.

Los tableros, equipos y demás materiales energizados deben estar conectados al punto de tierra que asegure la protección del personal.

Los puntos de conexión como tomacorrientes, rosetas, etc., deben ser seguros y presentar confianza al personal que las usará.

El cuarto eléctrico y/o subestación eléctrica debe ser restringido y sólo la operará personal capacitado y autorizado.

En el lugar de la obra se contratará una persona responsable del manejo del sistema eléctrico, la cual debe cumplir con las normas exigidas en el RETIE.

ACTIVIDAD DE FINALIZACIÓN DE MONTAJE										
RIESGO A EVALUAR	QUEMADURAS			Por	DESCARGA ELÉCTRICA (al) o (en)	EQUIPOS ENERGIZADOS				
	EVENTO O EFECTO (Ej: Quemaduras)			FACTOR DE RIESGO (Ej: Arco Eléctrico)		FUENTE (Ej: Celda de 13,8 kV)				
POTENCIAL		REAL			FRECUENCIA					
CONSECUENCIAS	En Personas	Económicas	Ambientales	En la Imagen de la Empresa		E	D	C	B	A
						No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la Empresa	sucede varias veces al año en la empresa	sucede varias veces al mes en la empresa
CONSECUENCIAS	una o mas muertes	daño grave en infraestructura, interrupción regional	Contaminación irreparable	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	incapacidad parcial permanente	Daños mayores, salida de subestación	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO
	incapacidad temporal (>1 día)	Daños severos, interrupción temporal	Contaminación Localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	lesión menor (sin incapacidad)	Daños imponentes, interrupción breve	Efecto Menor	Local	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves, No interrupción	Sin Efecto	Interna	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO
Evaluador:	HOLMAN WBEIMAR SUAREZ NIÑO				MP:	CN205-54694	Fecha:	viernes, 20 de octubre de 2017		

Figura 18. Análisis de riesgo de finalización del montaje

NFPA 70E define los tipos de equipos de protección personal por categoría, como debe ser elaborado, probado, y que tipo de herramientas son recomendadas trabajar con o cerca de equipo energizado. También define que tan cerca (límite de protección contra arco eléctrico) el personal puede estar del equipo sin el equipo de protección adecuado.

Categoría	Nivel de energía (cal/cm ²)	Nivel de energía (J/cm ²)	Ejemplos típicos de EPP
0	< 2	< 8.4	Algodón no tratado, lana, rayón.
1	5	21	Camisa y pantalón FR.
2	8	34	Ropa interior de algodón más camisa y pantalón FR.
3	25	105	Ropa interior de algodón más camisa y pantalón FR más overol FR.
4	40	168	Ropa interior de algodón más camisa y pantalón FR más vestido de arco multi-capas (3 o más).

Figura 19. Tabla 130.7C (11) norma NFPA70E

La ropa clase 0 es la de algodón convencional que se utiliza para los uniformes industriales. Sin embargo, la ropa con especificación FR (retardante al fuego) se debe apegar y debe estar certificada conforme al estándar NFPA-70E.

Para el caso en estudio, Se recomienda utilizar como equipo básico la protección personal clase 2 que consiste en:

- Ropa interior de algodón.
- Pantalón y camisa (de manga larga) especial retardante al fuego (FR) mínimo 8 cal/cm².
- Calzado dieléctrico.
- Lentes de protección.
- Guantes.
- Protección auditiva (aún en sitios no ruidosos).

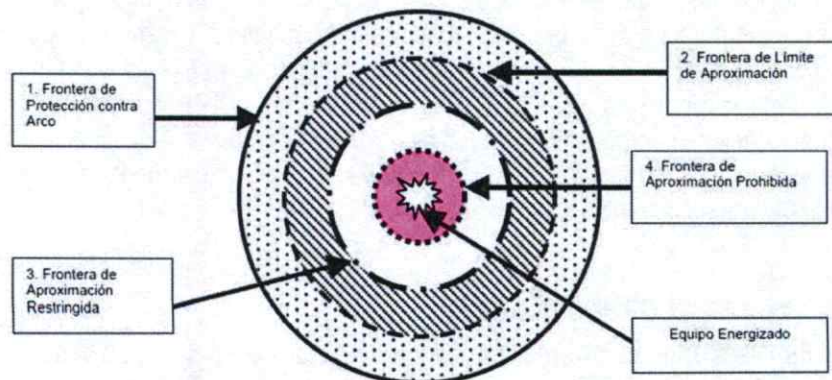


Figura 20. Límites de Protección

explosivas o combustibles; o 2) en el que una falla mecánica o el funcionamiento anormal de la maquinaria o equipos puede hacer que se produzcan dichas mezclas explosivas o combustibles y en el que además pueda haber una fuente de ignición debida a la falla simultánea de los equipos eléctricos, de los dispositivos de operación y protección o por otras causas; o 3) en el que puede haber polvos combustibles eléctricamente conductivos en cantidades peligrosas.

b) Clase II División 2. Un lugar de Clase II División 2 es aquel en el que no hay normalmente en el aire polvos combustibles en cantidad suficiente para producir mezclas explosivas o combustibles y en el que la acumulación de polvo normalmente es insuficiente para impedir el funcionamiento normal del equipo eléctrico u otros equipos, pero puede haber polvo combustible en suspensión en el aire como consecuencia esporádica o infrecuente del mal funcionamiento de los equipos de manipulación o de proceso y en los que la acumulación de polvo combustible sobre, dentro o en la cercanía de los equipos eléctricos puede ser suficiente para impedir la disipación de calor de dichos equipos o puede arder por el funcionamiento anormal o falla de los equipos eléctricos.

11.3. A3. LUGARES CLASE III

Un lugar de Clase III es el que resulta peligroso por la presencia de fibras o partículas fácilmente combustibles, pero en el que no es probable que tales fibras o partículas estén en suspensión en el aire a una concentración suficiente para producir mezclas combustibles. Los lugares Clase III son los especificados en los siguientes apartados a) y b):

a) Clase III División 1. Un lugar de Clase III División 1 es un lugar en el que se manipulan, fabrican o usan fibras fácilmente combustibles o materiales que producen partículas combustibles.

b) Clase III División 2. Un lugar de Clase III División 2 es un lugar en el que se almacenan o manipulan fibras fácilmente inflamables, en procesos diferentes a los de manufactura.

11.4. SELECCIÓN PARA EL PROYECTO

Acorde a lo establecido en la NTC2050, capítulo 5, las áreas intervenidas en el presente diseño de redes de distribución de energía eléctrica no se catalogan como ambientes especiales y no se consideran las áreas intervenidas como lugares peligrosos. Es decir que no existe presencia de vapores, líquidos o gases inflamables y los polvos o fibras combustibles que pueda haber en ellos y por la posibilidad de que se produzcan concentraciones o cantidades inflamables o combustibles.

12.2. DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD EN CRUCES DE VÍA

En el diseño de redes de distribución se consideran las recomendaciones del RETIE -2013 numeral 13.2 "DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD PARA DIFERENTES LUGARES Y SITUACIONES". Tal y como se resalta en la siguiente tabla 13.2 del RETIE-2013, acorde al nivel de tensión según sea el caso.

Descripción	Tensión nominal entre fases (kV)	Distancia (m)
Distancia mínima al suelo "d" en cruces con carreteras, calles, callejones, zonas peatonales, áreas sujetas a tráfico vehicular (Figura 13.2).	500	11,5
	230/220	8,5
	115/110	6,1
	66/57,5	5,8
	44/34,5/33	5,6
	13,8/13,2/11,4/7,6	5,6
Cruce de líneas aéreas de baja tensión en grandes avenidas.	<1	5,6
	<1	5,6
Distancia mínima al suelo "d1" desde líneas que recorren avenidas, carreteras y calles (Figura 13.2).	500	11,5
	230/220	8,0
	115/110	6,1
	66/57,5	5,8
	44/34,5/33	5,6
	13,8/13,2/11,4/7,6	5,6
Distancia mínima al suelo "d" en zonas de bosques de arbustos, áreas cultivadas, pastos, huertos, etc. Siempre que se tenga el control de la altura máxima que pueden alcanzar las copas de los arbustos o huertos, localizados en la zonas de servidumbre (Figura 13.2).	500	8,6
	230/220	6,8
	115/110	6,1
	66/57,5	5,8
	44/34,5/33	5,6
	13,8/13,2/11,4/7,6	5,6
	<1	5,0

Figura 23. Tabla 13.2 RETIE, Distancias mínimas de seguridad para diferentes situaciones

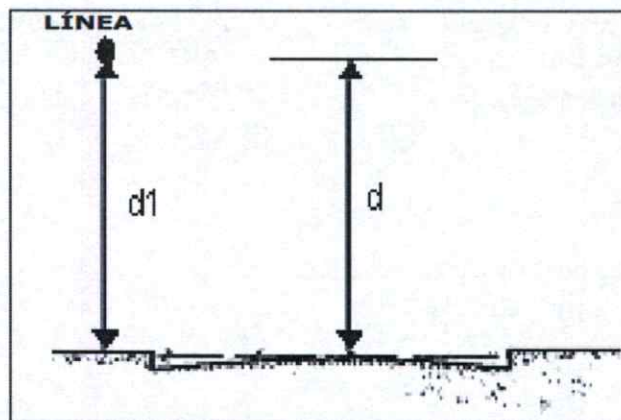


Figura 24. Figura 13.2 RETIE, distancias "d" y "d1" en cruce de vías y recorridos

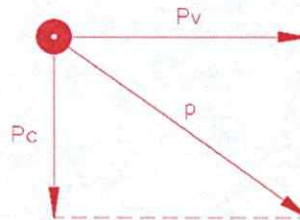
13.2. SOBRECARGA

La única sobrecarga que presenta en la línea es la ejercida por el viento. Esta sobrecarga será calculada para una velocidad de máximo de 100 Km/h .

Característica	AISLAMIENTO 15KV			
	Sparrow	Raven	Quail	Penguin
Peso Propio del Conductor, w [kg/m]	0,32300	0,43800	0,51500	0,65500
Vano a Nivel [m] V	50,00	50,00	50,00	50,00
Tensión de Rotura t_h [kgf] al 25% y 60°C	323,25	496,75	601,00	946,75
Tensión por unidad de longitud [kg/m], t_u	6,47	9,94	12,02	18,94
Flecha f [m]	0,31226	0,27554	0,26778	0,21620
Velocidad del Viento [m/s]	27,8	27,6	27,6	27,6
Velocidad del Viento [km/h]	100,1	99	99	99
Presión del Viento, P_v [kg/m]	42,07	41,45	41,45	41,45
Carga del Viento, f_v [kg/m]	0,71	0,78	0,83	0,95
Peso Aparente, w' [kg/m]	0,78	0,89	0,98	1,15
Coefficiente de Sobrecarga, m_1	2,41	2,04	1,90	1,76

Tabla 29. Sobrecarga por viento.

Dónde:



- Presión del Viento, P_v [kg/m]

$$P_v = 0.0042V^2$$

- Carga del Viento, f_v [kg/m]

$$f_v = P_v \cdot D \cdot L [\text{kg/m}]$$

- El peso aparente originado por la presión del viento frente al peso del cable.

$$w' = \sqrt{P_c^2 + f_v^2} [\text{kg/m}]$$

- Obtenemos el coeficiente de sobrecarga:

$$m_1 = \frac{w'}{w}$$

14. CALCULO DE OCUPACIÓN DE DUCTOS

(Cálculo de ocupación de ductos)

En el dimensionamiento de las tuberías se han seguido las recomendaciones del Código Eléctrico Colombiano NTC 2050, que se muestran en la siguiente tabla:

Porcentaje de la Sección Transversal en tubos para el llenado de conductores			
Nº de conductores en un Tubo	Recomendación		Relación Máx. Diseño NTC 2050
	NTC 2050 Tabla1 Cap.9	Criterio Máximo Diseño	
1	53%	35%	66%
2	31%	25%	81%
3	40%	25%	63%
4	40%	25%	63%
5	40%	26%	65%

Es necesario considerar los diámetros y áreas de las tuberías a utilizar en la instalación eléctrica, que se resumen a continuación:

Tabla 4 Cap. 9 NTC 2050. Dimensiones y porcentajes de la sección de tuberías

Diámetro comercial pulgadas	Sección [mm ²]				
	IMC	LFMC	PVC Sch 80	PVC Sch 40	PVC EB
1/2	220,64	202,58	140	183,87	-
3/4	378,06	349,03	263,87	327,74	-
1	618,71	562,58	443,87	536,77	-
1 1/4	1061,93	985,8	798,06	937,42	-
1 1/2	1434,19	1276,77	1103,86	1281,29	-
2	2341,29	2093,54	1854,19	2123,22	1324,51
3	5110,96	4822,57	4156,12	4689,02	2978,1
4	8794,18	8188,37	7263,21	8099,34	4940



Para calcular la fracción de ocupación del tubo, se realiza la sumatoria de las áreas exteriores de los conductores alojadas en el interior de la tubería y se divide por el área interior del tubo.

Las secciones transversales de los conductores a utilizar en mm² de acuerdo al calibre AWG o MCM, en la NTC 2050 capítulo 9, son las siguientes:

OCUPACIÓN ACOMETIDAS PARCIALES:

TABLEROS AUXILIARES	TRAMOS	TIPO DE CARGA (1F/2F/3F)	N° DE CONDUCTORES DE NEUTRO	N° DE CONDUCTORES DE TIERRA	N° de Circuitos	N° DE CONDUCTORES POR TUBO	CALIBRE DE CONDUCTORES (CON REGULACIÓN)			ÁREA TRANSVERSAL CONDUCTOR FASE (mm²)	ÁREA TRANSVERSAL CONDUCTOR NEUTRO (mm²)	ÁREA TRANSVERSAL CONDUCTOR TIERRA (mm²)	ÁREA TRANSVERSAL CONDUCTORES (mm²)	FACTOR DE LLENADO	ÁREA TRANSVERSAL MINIMA DE LA TUBERIA (mm²)	DIAMETRO DE LA TUBERIA (PULGADAS)	SECCION TOTAL DE LA TUBERIA (PULGADAS)	OCUPACIÓN (%)
							Fase	Neutro	Tierra									
Tablero principal- C1		3	1	1	1	5	4	4	6	62.8	62.8	46.8	298	40%	745	1 1/2	1499.35	19.88
		3	1	1	1	5	4	4	6	62.8	62.8	46.8	298	40%	745	1 1/2	1499.35	19.88
		3	1	1	1	5	2	2	6	86	86	46.8	390.8	40%	977	2	2352.9	16.61
C1-C2		3	1	1	1	5	2	2	6	86	86	46.8	390.8	40%	977	2	2352.9	16.61
		3	1	1	1	5	2	2	6	86	86	46.8	390.8	40%	977	2	2352.9	16.61
		3	1	1	1	5	2	2	6	86	86	46.8	390.8	40%	977	2	2352.9	16.61
C2-C3		3	1	1	1	5	4	4	6	62.8	62.8	46.8	298	40%	745	1 1/2	1499.35	19.88
		3	1	1	1	5	4	4	6	62.8	62.8	46.8	298	40%	745	1 1/2	1499.35	19.88
		3	1	1	1	5	2	2	6	86	86	46.8	390.8	40%	977	2	2352.9	16.61
C3-C4		3	1	1	1	5	2	2	6	86	86	46.8	390.8	40%	977	2	2352.9	16.61
		3	1	1	1	5	2	2	6	86	86	46.8	390.8	40%	977	2	2352.9	16.61
		3	1	1	1	5	4	4	6	62.8	62.8	46.8	298	40%	745	1 1/2	1499.35	19.88
C4 - Tablero auxiliar 2		3	1	1	1	5	4	4	6	62.8	62.8	46.8	298	40%	745	1 1/2	1499.35	19.88
		3	1	1	1	5	2	2	6	86	86	46.8	390.8	40%	977	2	2352.9	16.61
		3	1	1	1	5	4	4	6	62.8	62.8	46.8	298	40%	745	1 1/2	1499.35	19.88
C4 - C5		3	1	1	1	5	4	4	6	62.8	62.8	46.8	298	40%	745	2	2352.9	12.67
		3	1	1	1	5	2	2	6	86	86	46.8	390.8	40%	977	2	2352.9	16.61
		3	1	1	1	5	2	2	6	86	86	46.8	390.8	40%	977	2	2352.9	16.61
C5-C6		3	1	1	1	5	2	2	6	86	86	46.8	390.8	40%	977	2	2352.9	16.61
		3	1	1	1	5	4	4	6	86	86	46.8	390.8	40%	977	2	2352.9	16.61
		3	1	1	1	5	2	2	6	86	86	46.8	390.8	40%	977	2	2352.9	16.61
C7 - Tablero auxiliar 3		3	1	1	1	5	4	4	6	86	86	46.8	390.8	40%	977	2	2352.9	16.61
		3	1	1	1	5	4	4	6	62.8	62.8	46.8	298	40%	745	1 1/2	1499.35	19.88
		3	1	1	1	5	4	4	6	62.8	62.8	46.8	298	40%	745	1 1/2	1499.35	19.88
C8-C9		3	1	1	1	5	4	4	6	62.8	62.8	46.8	298	40%	745	1 1/2	1499.35	19.88
		3	1	1	1	5	4	4	6	62.8	62.8	46.8	298	40%	745	1 1/2	1499.35	19.88
		3	1	1	1	5	2	2	6	86	86	46.8	390.8	40%	977	2	2352.9	16.61
C3-C10		3	1	1	1	5	2	2	6	86	86	46.8	390.8	40%	977	2	2352.9	16.61
		3	1	1	1	5	2	2	6	86	86	46.8	390.8	40%	977	2	2352.9	16.61
		3	1	1	1	5	2	2	6	86	86	46.8	390.8	40%	977	2	2352.9	16.61
C10-C11		3	1	1	1	5	2	2	6	86	86	46.8	390.8	40%	977	2	2352.9	16.61
		3	1	1	1	5	2	2	6	86	86	46.8	390.8	40%	977	2	2352.9	16.61
		3	1	1	1	5	2	2	6	86	86	46.8	390.8	40%	977	2	2352.9	16.61
C11-C12		3	1	1	1	5	2	2	6	86	86	46.8	390.8	40%	977	2	2352.9	16.61
		3	1	1	1	5	2	2	6	86	86	46.8	390.8	40%	977	2	2352.9	16.61
		3	1	1	1	5	2	2	6	86	86	46.8	390.8	40%	977	2	2352.9	16.61
C12- Tablero auxiliar 4		3	1	1	1	5	2	2	6	86	86	46.8	390.8	40%	977	2	2352.9	16.61
		3	1	1	1	5	2	2	6	86	86	46.8	390.8	40%	977	2	2352.9	16.61
		3	1	1	1	5	2	2	6	86	86	46.8	390.8	40%	977	2	2352.9	16.61
C12-C13		3	1	1	1	5	2	2	6	86	86	46.8	390.8	40%	977	2	2352.9	16.61
		3	1	1	1	5	2	2	6	86	86	46.8	390.8	40%	977	2	2352.9	16.61
		3	1	1	1	5	2	2	6	86	86	46.8	390.8	40%	977	2	2352.9	16.61
C13- Tablero auxiliar 5		3	1	1	1	5	2	2	6	86	86	46.8	390.8	40%	977	2	2352.9	16.61
		3	1	1	1	5	2	2	6	86	86	46.8	390.8	40%	977	2	2352.9	16.61
		3	1	1	1	5	2	2	6	86	86	46.8	390.8	40%	977	2	2352.9	16.61

15. CALCULO ECONÓMICO DE CONDUCTORES

(Cálculo económico de conductores, teniendo en cuenta todos los factores de pérdidas, las cargas resultantes y los costos de la energía)

15.1. SELECCIÓN DEL CONDUCTOR DE MEDIA TENSIÓN – RED COMPACTA

Para poder elegir el conductor más económico debe hallarse el costo mínimo entre pérdidas de energía y precio del conductor. Los parámetros tenidos en cuenta seleccionar el conductor económico son los siguientes:

Característica	Semiaislado 15 KV		
Calibre	2 AWG	2/0 AWG	4/0 AWG
Area del Conductor [mm ²], Ac	53,5	67,44	107,21
Resistencia Equivalente 20 °C [Ω/m]	5,34E-04	4,24E-04	2,67E-04
Numero de Conductor por fase N	1	1	1
Tension de Linea [kV]	13,2	13,2	13,2
Costo KW/h	493,5	493,5	493,5
Costo W/h	0,49345	0,49345	0,49345
Vida Util del Proyecto	25	25	25
Tasa de Retorno EA [%]	12%	12%	12%
Constante Valor Presente Neto Kvp	7,8431	7,8431	7,8431
Factor de Carga diaria FC	0,7000	0,7000	0,7000
Corriente de Carga [A]	4,7067	4,7067	4,7067
Factor de Perdidas FDP	0,553	0,553	0,553
Perdidas por Energia Efecto Joule [W/m]	1,18E-02	0,009397153	0,005908111
Valor de las Perdidas al Año [\$ /m]	\$ 28,28	\$ 22,46	\$ 14,12
Valor Presente de las perdidas[\$ /m]	\$ 221,78	\$ 176,18	\$ 110,77
Valor del Conductor [\$ /m]	\$ 28.875,35	\$ 42.778,85	\$ 65.970,90
Valor Total Conductor [\$ /m]	\$ 29.097,13	\$ 42.955,03	\$ 66.081,67

Tabla 32. Cálculo de costo total de los conductores.

Dónde:

- Calculamos la constante de valor presente teniendo en cuenta la tasa de retorno y la vida útil del proyecto.

$$K_{VP} = \frac{(1+i)^n - 1}{(1+i)^n i}$$

- Para calcular el costo de las pérdidas de energía al año, es necesario calcular las pérdidas de potencia por efecto Joule y el Factor de Perdidas.

$$FDP = 0.7(FC)^2 + 0.3(FC)$$

$$FDP = 0.7(0.7)^2 + 0.3(0.7) = 0.553$$

$$PE_{año} = N(I^2 R)(FDP)(Costo \frac{KW}{h}) 8760$$

- El Valor Presente de las pérdidas de energía al año se obtiene de la siguiente manera:

$$VP_{PE_{año}} = K_{VP} \times PE_{año}$$

15.2. SELECCIÓN DEL CONDUCTOR DE BAJA TENSIÓN

Para poder elegir el conductor más económico debe hallarse el costo mínimo entre pérdidas de energía y precio del conductor. Los parámetros tenidos en cuenta seleccionar el conductor económico son los siguientes:

Característica	TRAMO T6-n3			
	2 AWG	1/0 AWG	2/0 AWG	4/0 AWG
Calibre				
Area del Conductor [mm ²], Ac	33,650	53,610	67,470	107,200
Resistencia Nominal 20°C [Ω/m]	5,86E-04	3,68E-04	2,92E-04	1,84E-04
Numero de Conductor por fase N	1	1	1	1
Longitud de la Linea [m]	40,00	40,00	40,00	40,00
Tension de Linea [V]	208	208	208	208
Costo KW/h [\$]	500	500	500	500
Costo W/h [\$]	0,494	0,494	0,494	0,494
Vida Util del Proyecto	25	25	25	25
Tasa de Retorno EA [%]	12%	12%	12%	12%
Constante Valor Presente Neto Kvp	7,8431	7,8431	7,8431	7,8431
Factor de Carga diaria FC	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
Corriente de Carga [A]	295,24	295,24	295,24	295,24
Factor de Perdidas FDP	0,553	0,553	0,553	0,553
Perdidas por Energia Efecto Joule [W/m]	51,059	32,108	25,465	16,015
Valor de las Perdidas al Año [\$/m]	\$ 122.064	\$ 76.759	\$ 60.878	\$ 38.286
Valor Presente de las perdidas[\$/m]	\$ 957.369	\$ 602.029	\$ 477.475	\$ 300.279
Valor del Conductor [\$/m]	\$ 9.650	\$ 15.550	\$ 20.100	\$ 29.900
Valor Total Conductor [\$/m]	\$ 967.019	\$ 617.579	\$ 497.575	\$ 330.179

Tabla 33. Cálculo de costo total de los conductores.

Para este caso se tuvo en cuenta el caso más crítico de cargabilidad de la red, es decir, donde la corriente de carga es mayor.

Dónde:

- Calculamos la constante de valor presente teniendo en cuenta la tasa de retorno y la vida útil del proyecto.

$$K_{VP} = \frac{(1+i)^n - 1}{(1+i)^n i}$$

- Para calcular el costo de las pérdidas de energía al año, es necesario calcular las pérdidas de potencia por efecto Joule y el Factor de Perdidas.

$$FDP = 0.7(FC)^2 + 0.3(FC)$$

$$FDP = 0.7(0.7)^2 + 0.3(0.7) = 0.553$$

$$PE_{año} = N(I^2 R)(FDP)(Costo \frac{KW}{h}) 8760$$

- El Valor Presente de las pérdidas de energía al año se obtiene de la siguiente manera:

$$VP_{PEaño} = K_{VP} \times PE_{año}$$

Tabla 1. Transformadores trifásicos de 15 kVA a 3 750 kVA, serie AT < 15 kV, serie BT ≤ 1,2 kV

Valores máximos declarados permisibles de corrientes sin carga (I ₀), Pérdidas sin carga (P ₀), pérdidas con carga (P _c) y tensión de cortocircuito a 85 °C (U _z)				
Potencia kVA.	I ₀ % de In	P ₀ W	P _c W	U _z %
15	4,4	80	310	3,0
30	3,6	135	515	3,0
45	3,5	180	710	3,0
75	3,0	265	1 090	3,5
112,5	2,6	365	1 540	3,5
150	2,4	450	1 960	4,0
225	2,1	615	2 890	4,0
300	2,0	765	3 575	4,5
400	1,9	930	4 730	4,5
500	1,7	1 090	5 780	5,0
630	1,6	1 285	7 140	5,0
750	1,6	1 450	8 380	5,0
800	1,6	1 520	8 900	5,0
1 000	1,6	1 780	11 100	5,0
1 250	1,5	2 090	13 500	6,0
1 600	1,5	2 520	16 700	6,0
2 000	1,5	3 010	20 400	6,0
2 500	1,5	3 620	25 000	6,0
3 000	1,5	4 230	29 700	6,0
3 750	1,5	5 160	36 600	6,0

Tabla 1. Transformadores monofásicos de 5 kVA a 167,5 kVA serie AT ≤ 15 kV, serie BT ≤ 1,2 kV

Valores máximos permisibles de corriente sin carga (I ₀), pérdidas sin carga (P ₀), pérdidas con carga a 85 °C (P _c), y tensión de cortocircuito a 85 °C (U _z) ¹⁾				
Potencia nominal kVA	I ₀ % de In	P ₀ W	P _c W	U _z %
5	2,5	30	90	3,0
10	2,5	50	140	3,0
15	2,4	70	195	3,0
25	2,0	100	290	3,0
37,5	2,0	135	405	3,0
50	1,9	160	510	3,0
75	1,7	210	710	3,0
100	1,6	260	900	3,0
167,5	1,5	375	1 365	3,0

Figura 27. Perdidas máximas de energía en transformadores NTC819 y NTC818.

Transformador [kVA]	112.5
Costo KW/h	500
Costo W/h	0,5
Vida Útil del Proyecto	25
Tasa de Retorno EA [%]	12%
Constante Valor Presente Neto Kvp	7,8431
Factor de Perdidas FDP	0,553
Perdidas por Energía NTC819-tabla1[W]	1905
Valor de las Perdidas al Año, operación de 8 horas al día [\$/un]	\$ 1.538.059
Valor Presente de las perdidas[\$/un] , 25 años	\$ 12.063.209,92

Tabla 34. Valor presente de las pérdidas de energía de cada transformador.

15.4. PERDIDAS DE ENERGÍA POR FACTOR DE POTENCIA

Según la NTC 5001 numeral F.3.5, se afirma: "bajo condiciones de operación normal el factor de potencia debe permanecer el 95% entre 0,9 y 1 para el caso inductivo y capacitivo". Por lo tanto, para el presente proyecto se considera el cumplimiento de esta condición y para el cálculo de pérdidas de energía se supone que solo el 5% del tiempo no se cumple esta condición.

Perdidas por Factor de Potencia Transformador trifásico	
Transformador [kVA]	112.5
Factor de Potencia	0,9
Potencia Activa [kW]	101,3
Potencia Reactiva [kVAR]	49,0
Costo KW/h igual KVAR/h	500,0
Tasa de Retorno EA [%]	12%

Valor de las Pérdidas al Año [\$/un] 8 horas día	\$ 7.441,52
Valor Presente de las pérdidas[\$/un] , 25 años	\$ 58.364,58

Tabla 37. Valor presente de las pérdidas de energía por armónicos por usuario.

15.6. CALCULO DE PERDIDAS DE ENERGÍA AL AÑO

Con los resultados obtenidos se calcula el valor de las pérdidas por energía totales del proyecto, multiplicando las pérdidas en el transformador y debido al factor de potencia por el número de transformadores a implementar. De igual modo se multiplican las pérdidas por armónicos por el total de usuarios que atenderá el proyecto y las pérdidas en el conductor por la longitud de la red.

Transformador	
Cantidad de Transformadores	1
Valor de las Pérdidas al Año	\$ 1.538.059
Valor Presente Transformadores, 25 años	\$ 12.063.209,92
Conductor	
Longitud total red de distribución media y baja tensión [m]	189
Valor de las Pérdidas al Año	\$ 3.089.461,23
Valor Presente pérdidas Conductor, 25 años	\$ 24.231.074,18
Perdidas por Factor de Potencia	
Perdidas por Factor de Potencia [kVAR]	1
Valor de las Pérdidas al Año	\$ 1.979.599,40
Valor Presente de las pérdidas , 25 años	\$ 15.526.273,51
Perdidas por Armónicos	
Potencia Armónicos [kW]	1
Valor de las Pérdidas al Año	\$ 7.441,52
Valor Presente de las pérdidas , 25 años	\$ 58.364,58
Total de las pérdidas de energía	
Valor de las Pérdidas al Año	\$ 6.614.561,05
Valor Presente de las pérdidas, 25 años	\$ 51.878.922,18

Tabla 38. Resumen de pérdidas de energía al año

16.2. TEMPERATURA DEL CONDUCTOR

Sobre la base de que todo el calor es absorbido por el metal conductor y no hay calor transmitido desde el conductor al material aislante, el aumento de temperatura es una función del tamaño del conductor metálico, la magnitud de la corriente de falla y el tiempo Del flujo de corriente. Estas variables están relacionadas por la siguiente fórmula (ICEA P-32-382-1969 [5]):

Cobre	Aluminio
$I_p = q \sqrt{\frac{0.0297}{t} \log\left(\frac{\vartheta_2 + 234}{\vartheta_1 + 234}\right)}$	$I_p = q \sqrt{\frac{0.0125}{t} \log\left(\frac{\vartheta_2 + 228}{\vartheta_1 + 228}\right)}$

Tabla 39. Temperatura de conductores de cobre y aluminio IEE242

Donde

- I_p : Corriente de Choque de Corto Circuito en Amperios
- q : Sección del Conductor en Circular Mils
- t : Tiempo de Corto Circuito en segundos
- ϑ_1 : Temperatura Máxima de Operación del cable en Centígrados
- Temperatura Máxima que puede soportar el conductor en Corto Circuito (150°C para aislamiento termoplástico y 250°C para polietileno de cadena cruzada)

Si la temperatura inicial ϑ_1 y la temperatura final ϑ_2 están predeterminadas sobre la base de la clasificación de corriente continua y del material de aislamiento, respectivamente, la intensidad I_p en función del tiempo t relación del flujo de corriente se puede trazar para cada tamaño de conductor q .

16.3. VERIFICACIÓN DE LOS CONDUCTORES

Aplicando la ecuación para los calibres de conductor seleccionados tanto para media tensión como para baja tensión se obtiene:

Calibre del Conductor	Material	Área	Duración del Corto Circuito	Temperatura de Operación	Temperatura Máxima CortoCircuito	Corriente de CortoCircuito del Conductor
[AWG]	Atributo	[CMIL]	[Seg]	[°C]	[°C]	[kA]
(BT)2/0	Cobre	133056	0,15	90	150	10,43
(MT)2	Aluminio	66361	0,15	90	150	5,20

Tabla 40. Corriente de cortocircuito soportada por los conductores.

Ya que la corriente máxima de cortocircuito en media y baja tensión es de 710 A y 10971 A respectivamente, se observa que en ningún caso excede la corriente de cortocircuito que es capaz de soportar el correspondiente conductor elegido, por lo cual queda verificada la elección del calibre del conductor.

18. GUÍA GENERAL DE SEGURIDAD PERSONAL DURANTE TORMENTAS ELÉCTRICAS

Durante una tormenta eléctrica son evidentes los peligros a los que se exponen, no solo las edificaciones y los sistemas eléctricos y electrónicos, sino las personas. Es por ello que se deben conocer algunas recomendaciones para tener en cuenta durante una tormenta, evitando riesgos para las personas. El riesgo de ser alcanzado por un rayo es mayor entre las personas que trabajan, juegan, caminan o permanecen al aire libre durante una tormenta eléctrica.

En la zona central colombiana (Cundinamarca, Antioquia, Boyacá, Santander, Caldas, Quindío, Risaralda, Valle del Cauca y los llanos) la actividad de rayos es más intensa durante los meses de abril, mayo, octubre y noviembre. La actividad de rayos se presenta generalmente entre las 2 y las 6 de la tarde.

Cuando se tenga indicios de tormenta eléctrica es recomendable, como medida de protección, tener en cuenta las siguientes instrucciones:

- ✓ Desconecte equipos eléctricos o electrónicos, evitando la utilización de ellos y de aparatos telefónicos.
- ✓ Busque refugio en el interior de vehículos, edificaciones y estructuras que ofrezcan protección contra rayos (como el interior del edificio).
- ✓ A menos que sea absolutamente necesario, no salga al exterior ni permanezca a la intemperie durante una tormenta eléctrica.
- ✓ Permanezca en el interior del vehículo, edificación o estructura hasta que haya desaparecido la tormenta.

Protéjase de los rayos en:

- ☺ Contenedores totalmente metálicos
- ☺ Refugios subterráneos
- ☺ Automóviles y otros vehículos cerrados con carrocería metálica
- ☺ Viviendas y edificaciones con un sistema adecuado de protección contra rayos

Estos sitios ofrecen poca o ninguna protección contra rayos:

- ☹ Edificaciones no protegidas alejadas de otras viviendas
- ☹ Tiendas de campaña y refugios temporales en zonas despobladas
- ☹ Vehículos descubiertos o no metálicos

Aléjese de estos sitios en caso de tormenta eléctrica:

- ☠ Terrenos deportivos y campo abierto
- ☠ Piscinas
- ☠ Cercanía a líneas de transmisión eléctrica, cables aéreos, tendedores de ropa, mallas eslabonadas y vallas metálicas
- ☠ Árboles solitarios
- ☠ Torres metálicas: de comunicaciones, de líneas de alta tensión, de perforación, etc.

19. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA CONSTRUCCIÓN

19.1. GENERALIDADES

En el presente documento se fijan las especificaciones técnicas básicas y algunas recomendaciones para el desarrollo del proyecto.

- NORMAS TÉCNICAS COLOMBIANAS ICONTEC Normas para fabricación de maquinaria, aparatos, accesorios y suministros eléctricos.
- RETIE, Reglamento Técnico para Instalaciones Eléctricas.
- RETILAP, Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público.
- NTC2050, Norma 2050 "Código Eléctrico Nacional".
- CODENSA, Norma de construcción de redes eléctricas.
- NFPA, Norma para la protección contra incendios.
- IPSE, Norma de electrificación rural del instinto de planeación del sistema eléctrico.

Además de los códigos anteriores se tendrán también en cuenta las exigencias que establezca el operador de red **ELECTRIFICADORA DEL META S.A. E.S.P** para la construcción de las redes eléctricas de media tensión necesarias, subestación eléctrica.

Como requisito previo para la liquidación del contrato, el contratista deberá entregar la siguiente documentación:

Dictamen de aprobación por parte de entidad de inspección avalada por la superintendencia de industria y comercio (SIC), frente al cumplimiento de las instalaciones eléctricas frente al Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas **RETIE**, **RETIAP** y la certificación de obra de la **EMSA S.A. E.S.P**

El contratista de la obra eléctrica, utilizara materiales totalmente nuevos, de la mejor marca obtenible para el uso especificado y que cumplan con los requisitos detallados en el capítulo II de estas especificaciones.

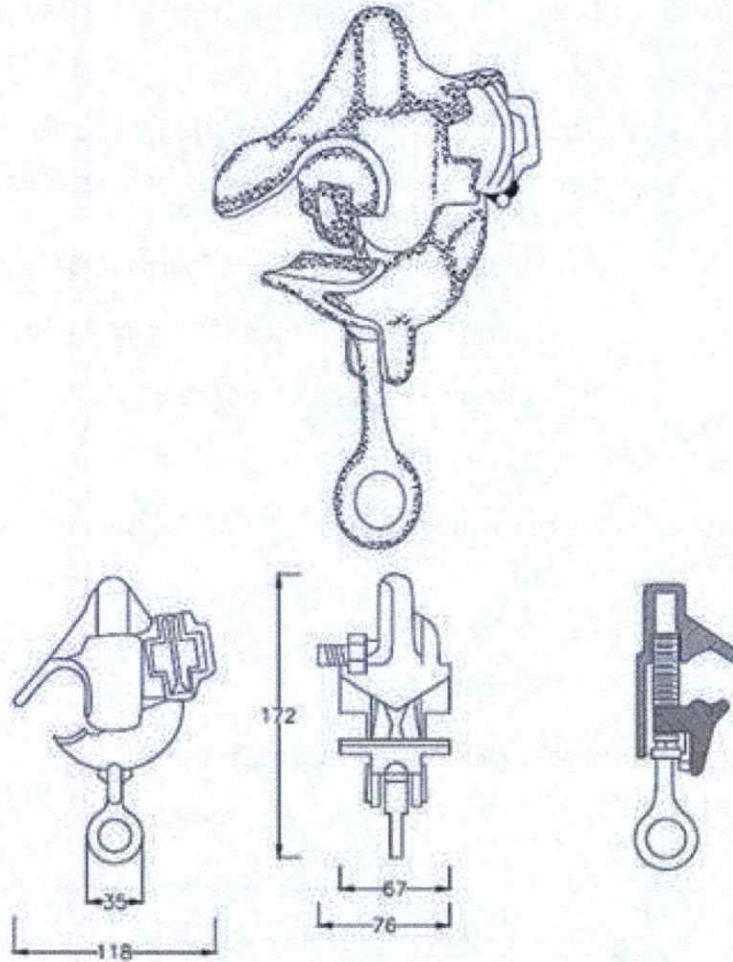
El contratista presentara, con la debida anticipación al dueño de la obra información detallada sobre los materiales y equipos que se propone utilizar, incluyendo su marca, tipo, modelo y numero de catálogo, para que imparta su aprobación y corrobore que los materiales corresponden a los señalados en la oferta. Ningún material será instalado sin previa aprobación.

El contratista deberá someter a la aprobación de la interventoría los materiales que así disponga el RETIE

Todos los equipos serán instalados en total acuerdo con las instrucciones de los fabricantes. El contratista deberá obtener esas instrucciones y tales documentos serán considerados como parte de estas especificaciones.

Todos los materiales y equipos estipulados bajo estas especificaciones están limitados a productos regularmente manufacturados en Colombia y recomendados por los fabricantes para la aplicación que se les intenta dar. Estos materiales y equipos tendrán capacidades y características suficientes para cumplir

Los conectores se suministrarán con una capa de grasa conductora inhibidora de la corrosión y conductora en la zona de contacto con los cables (grasa de contactos). Dicha grasa deberá ser neutra, con un punto de escurrimiento, en más de 110° C. y responder a lo indicado en la norma ASTM D 566 o similar.



RANGO DE LOS TAMAÑOS DE CONDUCTORES			
CIRCUITO PRINCIPAL		DERIVACIÓN	
DIAMETRO (mm)	CALIBRE mm ²	DIAMETRO (mm)	CALIBRE mm ²
4 a 17,6	16 a 160	4 a 14	16 a 100

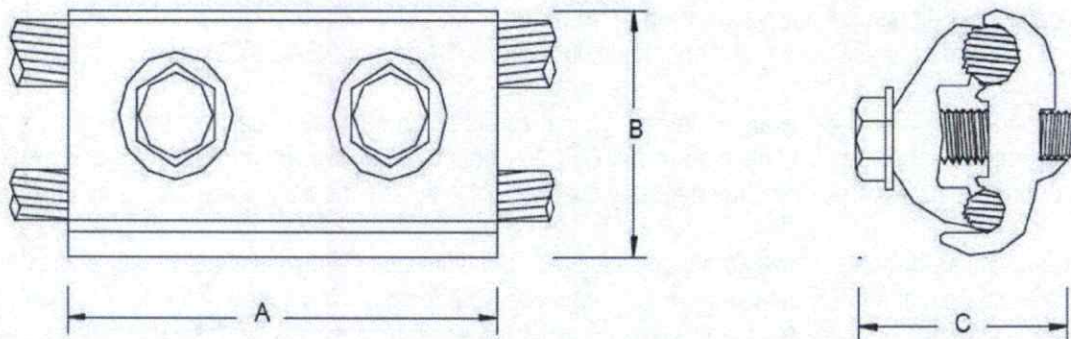
Figura 28. Especificación grapara de operar en caliente

Tuercas de ojo alargado. Deben ser fabricadas en fundición de acero o fundición modular, cumpliendo con las especificaciones de la norma NEMA PH5 o ASTM A339-55 Fundiciones Modulares, última revisión y deberán ser galvanizadas según norma NTC 2078.

19.5. CONECTORES DE RANURA PARALELA

Conectores para ser utilizados en cables de aluminio 6-2/0 ACSR y 4/0-266.8 ACSR. Conexión: Redes bifásicas y trifásicas de 2 y 3 hilos (en media tensión)

Dimensiones según plano anexo en mm.



NM	Dimensiones en mm			Longitud del perno		Ø Perno		Línea		Derivación	
	A	B	C	mm	pulg	mm	pulg	max.	min.	max.	min.
1031	70	45	45	38	1 1/2"	10	3/8"	2/0	6	2/0	6
1032	80	48	45	38	1 1/2"	10	3/8"	4/0	2	1/0	6
1033	80	51	45	38	1 1/2"	10	3/8"	4/0	4	4/0	4
1034	90	57	57	51	2"	13	1/2"	397 MCM	1/0	2/0	6
1035	90	68	57	51	2"	13	1/2"	397 MCM	2/0	397 MCM	2/0

Figura 30. Conectores de ranura paralela

Cotizar los códigos NM 1031 para cable 6-2/0 ACSR
Cotizar los códigos NM 1035 para cable 4/0- 266.8 ACSR.
Códigos de la norma IPSE NM-103.

19.6. GRAPA DE RETENCIÓN TIPO PISTOLA PARA CABLE ACSR

Las grapas de retención son elementos mecánicos que trabajan a tracción y cuya única función es suspender el cable en las líneas aéreas de media tensión en conductores de aluminio puro, ACSR o de aleación de aluminio, estos elementos serán empleados a la intemperie.

19.9. DESCARGADORES DE SOBRE TENSIÓN POLIMÉRICOS

Los descargadores serán del tipo de varistores de óxido de zinc. Los cuerpos deben ser totalmente de un material aislante con envoltura polimérica. La abrazadera y accesorios, o herrajería, con que vendrá provisto cada descargador, se utilizará para vincular el descargador a la cruceta de la línea de distribución.

- Tensión nominal. 13.2 kV
- Tensión máxima de servicio 14.5 kV
- Potencia nominal de cortocircuito 300 MVA
- Corriente de cortocircuito trifásico simétrico 10 kA

19.10. GRAPA DE RETENCIÓN TIPO PISTOLA PARA CABLE ACSR

Las grapas de retención son elementos mecánicos que trabajan a tracción y cuya única función es suspender el cable en las líneas aéreas de media tensión en conductores de aluminio puro, ACSR o de aleación de aluminio, estos elementos serán empleados a la intemperie.

El material estará libre de grietas, cavidades, sopladuras, defectos superficiales o internos y de toda otra falla que pudiera afectar su correcto funcionamiento.

Los pisacables y cualquier otro elemento que este en contacto con el conductor se construirán con la misma aleación de la grapa y recibirá el mismo tratamiento térmico.

19.11. SECCIONADORES MONOPOLARES 36 KV – 15 KV

Los seccionadores estarán provistos de un anillo que permita su enganche con pértiga para posibilitar su apertura o cierre. Tendrán un adecuado sistema de seguro que mantenga el seccionador cerrado en presencia de vibraciones o cortocircuitos. Del mismo modo estará construido de tal manera que no permita la oscilación del elemento móvil cuando el seccionador se encuentre abierto.

- Los aisladores serán del tipo soporte de barra para intemperie en porcelana vitrificada.
- Las cuchillas serán realizadas en cobre.
- Los terminales se realizarán en cobre, latón o bronce.
- La base será de acero, los contactos fijos y los contactos móviles (cuchillas) deberán ser debidamente protegidos contra la oxidación, corrosión y podrán ser estañados o plateados, los materiales ferrosos serán cincados, los terminales serán estañados para evitar la corrosión del Aluminio del conductor.
- La conexión a los cables se realiza por medio de un borne de placas paralelas, diseñados para alojar cable de cobre o aluminio desde calibres N° 6 a 500 MCM.

19.12. AISLADORES DE PORCELANA TIPO PIN PARA 34.5 KV Y 13.2 KV

El aislador ensamblado, así como sus componentes, deberán cumplir con los requerimientos de la última revisión de las siguientes normas (donde sean aplicables):

- IEC 1109 y ANSI C29.5-C29.6 y C29.11, actualizadas y que hagan referencia a la construcción y composición de los aisladores en líneas Aéreas para voltajes superiores a 1000 V, definiciones y pruebas, propiedades físicas, mecánicas y eléctricas de los aisladores poliméricos.

Cruceta metálica 2½" x 2½"x¼" x 2.0 mt	ASTM A-153 ICONTEC 2076
<ul style="list-style-type: none"> ❖ Material: Acero ❖ Angulo galvanizado en caliente ❖ Número máximo perforaciones: 10 ❖ Diámetro perforaciones 11/16" (17.5 mmm) sobre la cara vertical ❖ Diámetro perforaciones 13/16" (20mmm) sobre la cara horizontal ❖ Peso Aprox: 12 Kg 	
Diagonal en ángulo 1½" x 1½" x 3/16" x 0,68 M	ASTM A - 153 ICONTEC 2076
<ul style="list-style-type: none"> ❖ Material: Acero ❖ Angulo galvanizado en caliente ❖ Numero de perforaciones. 2 ❖ Peso Aprox: 2 Kg ❖ Diámetro perforaciones 11 /16" 	
<ul style="list-style-type: none"> ❖ Rosca ordinaria UNC ❖ Peso: 0,78Kg ❖ Arandela cuadrada: 4 ❖ Tuerca hexagonal: 4 ❖ Acero calidad AISI 1030 ❖ Galvanizado por inmersión en caliente. 	ICONTEC 2076 ASTM A -153
<ul style="list-style-type: none"> ❖ Espigo (pin) para 13.2 Kv ❖ Diámetro rosca 1" ❖ Diámetro espigo ¾" ❖ Carga rotura 1000 kg ❖ Aislador a utilizar (voltaje en Kv) : 13.2 	ASTM A -153 ICONTEC 2076
<ul style="list-style-type: none"> ❖ Grapa de Retención en aluminio para cable calibre 6-2/0 AWG con 2 ues ❖ Material: Aleación de aluminio ❖ Pasadores de acero galvanizado y Chavetas en acero inoxidable ❖ Carga de rotura 3000 kg ❖ Peso 1,12 Kg 	ASTM A- 153 ICONTEC 2076
<ul style="list-style-type: none"> ❖ Tuerca de ojo Alargado de 5/8 ❖ Material: Acero ❖ Diámetro del perno: 5/6" ❖ Galvanizado por inmersión en caliente ❖ Tuerca hexagonal ❖ Peso: 0,55 Kg 	ASTM A -153 ICONTEC 2076
<ul style="list-style-type: none"> ❖ Perno de máquina de ½" x 1½" ❖ Material: Acero ❖ Rosca: ordinaria UNC ❖ Galvanizado por inmersión en caliente ❖ Tuerca hexagonal 	ASTM A -153 ICONTEC 2076
<ul style="list-style-type: none"> ❖ Perno de máquina de 5/8" x 10" ❖ Material: Acero ❖ Rosca Ordinaria UNC ❖ Galvanizado por inmersión en caliente ❖ Tuerca hexagonal. 	ASTM A-153 ICONTEC 2076

❖ Guardacabo	ASTM A-153 ICONTEC 2076
❖ Lamina de acero cal. No. 10	
❖ Calibre de cable 1/4" - 3/8"	
Arandelas Miscelánea para circuitos primarios, Inmersión en caliente.	ASTM A-153 ICONTEC 2076
❖ Arandela cuadrada pana 2" x 2"	
❖ ϕ Tornillo 5/8"	
❖ Huevo del 1/16"	
❖ Espesor 1/8"	
❖ Arandela cuadra 4" x 4"	
❖ ϕ Tornillo 5/8"	
❖ Huevo 11/16"	
❖ Espesor 3/16"	
❖ Arandela de presión para perno de 1/2"	
❖ Arandela de presión para perno de 5/8"	
❖ Arandela redonda para perno de 1/2"	
❖ Arandela redonda para perno de 5/8"	
Tuerca de acero galvanizado	ASTMA-153 ICONTEC 2076
❖ Material: Acero	
❖ Rosca Ordinaria	
❖ Calidad SAE Grado 2	
Cinta Bandi- It y Hebillas en acero inoxidable maleable no magnético	
❖ Ancho de la cinta 5/8"	
❖ Bordes redondeados	
Varilla Cooper -Weld 5/8 x 1.8 M	ASTM A 242
❖ Material: Varilla en acero con recubrimiento de cobre de alta pureza. El conector debe ser de cobre ó aleación de cobre	
Varilla de anclaje 5"8" x 1.8 M Galvanizado por inmersión en caliente	ASTMA242 Ó SAE 950
❖ Material: Acero	

Tabla 41. Normas de calidad aplicables a herrajes

19.16. OTROS ELEMENTOS

Elementos	Normas aplicables
Aislador carrete de 3 1/2" ANSI 53-3	ANSI C29.1 ANSI C 29.3, ANSI Z55.1 IEC 60410 IEC 60815
Aislador de suspensión 15kV	A153, ANSI C29.5- C29,6 y C29,11 ASTM 0150-98 ASTM GI54-98, ASTM 02303 IEC 60507
Aislador espiga de 13.2 KV ANSI 55-5	NTC 1285(ANSI C29.1) ANSI C29.5 C29,6 y C29.11, ASTM 0150-98, ASTM GI54-98, ASTM 02303 IEC 60507 IEC 62073
Aislador tipo tensor de 4 1/4"	ANSI C29.1, ANSI C29.3, ANSI Z55.1, IEC 60410, IEC 60815

En el caso de que haya contradicción entre la norma nacional y la especificación general o particular, primará la norma nacional.

En el caso de que haya contradicción entre la especificación general con la especificación particular, primarán los aspectos señalados en la especificación particular, si ésta no va en detrimento de los parámetros técnicos señalados en la especificación general.

El interventor será la primera persona que dirimirá cualquier inconsistencia, si él no pudiere solucionarlas, recurrirá al funcionario del Municipio, encargado de la coordinación y supervisión de las actividades, el cual determinará los parámetros que se deben seguir.

19.19. MANEJO AMBIENTAL

Todos los procesos constructivos o actividades que influyen de alguna manera sobre el medio ambiente se enmarcarán dentro de las leyes vigentes para este manejo, con el objeto de minimizar el impacto producido sobre la naturaleza, la salud de las personas, los animales, los vegetales y su correlación, de tal forma que se oriente todo el proceso a la protección, la conservación y el mejoramiento del entorno humano y biológico, tanto en las áreas objeto del contrato como de las zonas adyacentes al mismo.

19.20. SEGURIDAD INDUSTRIAL

El contratista acatará las disposiciones legales vigentes relacionadas con la seguridad del personal que labora en las obras y del público que directa o indirectamente pueda afectarse por la ejecución de las mismas, acatando la resolución 02413 del 22 de mayo de 1979 del Ministerio del trabajo y seguridad social, por el cual se dicta el reglamento de higiene y seguridad para la industria de la construcción, Modificada en lo pertinente por la Resolución 3673 de 2008, publicada en el Diario Oficial No. 47.130 de 2 de octubre de 2008, Por la cual se establece el Reglamento Técnico de Trabajo Seguro en Alturas, igualmente se solicita emplear los elementos necesarios para la protección del personal que ejerce las actividades así como de los terceros que se encuentren en los sitios de ejecución o se desplacen por las zonas cercanas a las mismas, de igual forma tomar las medidas que se consideren necesarias para evitar el daño de bienes de terceros durante el desarrollo de estas actividades y principalmente durante la poda de prados.

19.21. RÉGIMEN DE SEGURIDAD SOCIAL

El contratista estará obligado de afiliar a cada uno de sus trabajadores, tanto directos como indirectos (por subcontratos que haya celebrado con otras personas) al sistema general de seguridad social en salud, al sistema general de riesgos profesionales según la ley 50 de 1993 y al sistema general de pensiones según la ley 100 de 1993, afiliación que debe realizarse a una EPS (entidad promotora de salud) y a un Fondo de Pensiones debidamente autorizados por el gobierno de Colombiano.

El contratista hará los aportes necesarios a estas entidades para que dicha afiliación este vigente durante todo el tiempo de ejecución de la obra. Sin las afiliaciones anteriores, ningún trabajador puede ingresar a la obra y la interventoría llevará un control de planillas de pago.

20. LISTA DE VERIFICACIÓN DE DISEÑO

(presentación de diseños y memorias de cálculo 1.0)

Dando cumplimiento al artículo 10 del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE, el diseño detallado según el tipo de instalación y complejidad deberá cumplir los aspectos que le apliquen de la lista presentada a continuación. La profundidad con que se traten los ítems dependerá del tipo de instalación, para lo cual debe aplicarse el juicio profesional del responsable del diseño. El diseñador deberá hacer mención expresa de aquellos ítems que a su juicio no apliquen para lo cual debe dejar consignado en la casilla de observaciones del presente formato las notas correspondientes.

L	Descripción	SI	N/A	Observaciones
A	Análisis y cuadros de cargas iniciales y futuras, incluyendo análisis de factor de potencia y armónicos.	X		
B	Análisis de coordinación de aislamiento eléctrico.	X		
C	Análisis de cortocircuito y falla a tierra.	X		
D	Análisis de nivel de riesgo por rayos y medidas de protección contra rayos.	X		
E	Análisis de riesgos de origen eléctrico y medidas para mitigarlo.	X		
F	Análisis de nivel de tensión requerido.	X		
G	Cálculo de campos electromagnéticos.		X	Es un proyecto con tensión nominal inferior a 57.5kV
H	Cálculo de transformadores incluyendo los efectos de los armónicos y factor de potencia de la carga.	X		
I	Cálculo del sistema de puesta a tierra.	X		
J	Cálculo económico de conductores. Teniendo en cuenta todos los factores de pérdidas, las cargas resultantes y los costos de energía.	X		
K	Verificación de los conductores, teniendo en cuenta el tiempo de disparo de los interruptores, la corriente de cortocircuito de la red y la capacidad de corriente del conductor de acuerdo con la norma IEC 60909, IEEE 242, capítulo 9 o equivalente.	X		
L	Cálculo mecánico de estructuras y de elementos de sujeción de equipos.		X	Se utilizan elementos normalizados, IPSE - CODENSA acorde al nivel de tensión
M	Cálculo y coordinación de protecciones contra sobrecorrientes. En baja tensión se permite la coordinación con las características de limitación de corriente de los dispositivos según IEC 60947-2 Anexo A	X		

103
105

21. MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD DISEÑO

Villavicencio, 16 de marzo de 2022

Señores:
MUNICIPIO DE ACACIAS

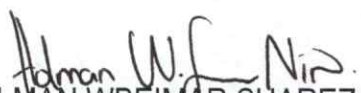
MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD

Yo, **HOLMAN WBEIMAR SUAREZ NIÑO**, Ingeniero Electricista con matrícula profesional No. **CN205 – 54694**, e identificado con **CC. 80.040.405 de Bogotá D.C.**, Certifico que avalo, en calidad de ingeniero consultor el proyecto: **REMODELACIÓN DE RED DE MEDIA TENSIÓN Y SUBESTACIÓN ELÉCTRICA PARA LA PTAP ACACIITAS-META**

Declaro que este estudio, se desarrolló de acuerdo con las normas vigentes y especificaciones técnicas del RETIE.

Aclaro que hago el aval del estudio realizado, siempre y cuando en la etapa de construcción se sigan y se hayan seguido todas y cada una de las especificaciones y recomendaciones, suscritas en el mismo.

Cordialmente,


HOLMAN WBEIMAR SUAREZ NIÑO
Ingeniero Eléctrico M.P. No. CN205 – 54694
INGENIERO DE PROYECTOS

105
105

8. Diseño Solar



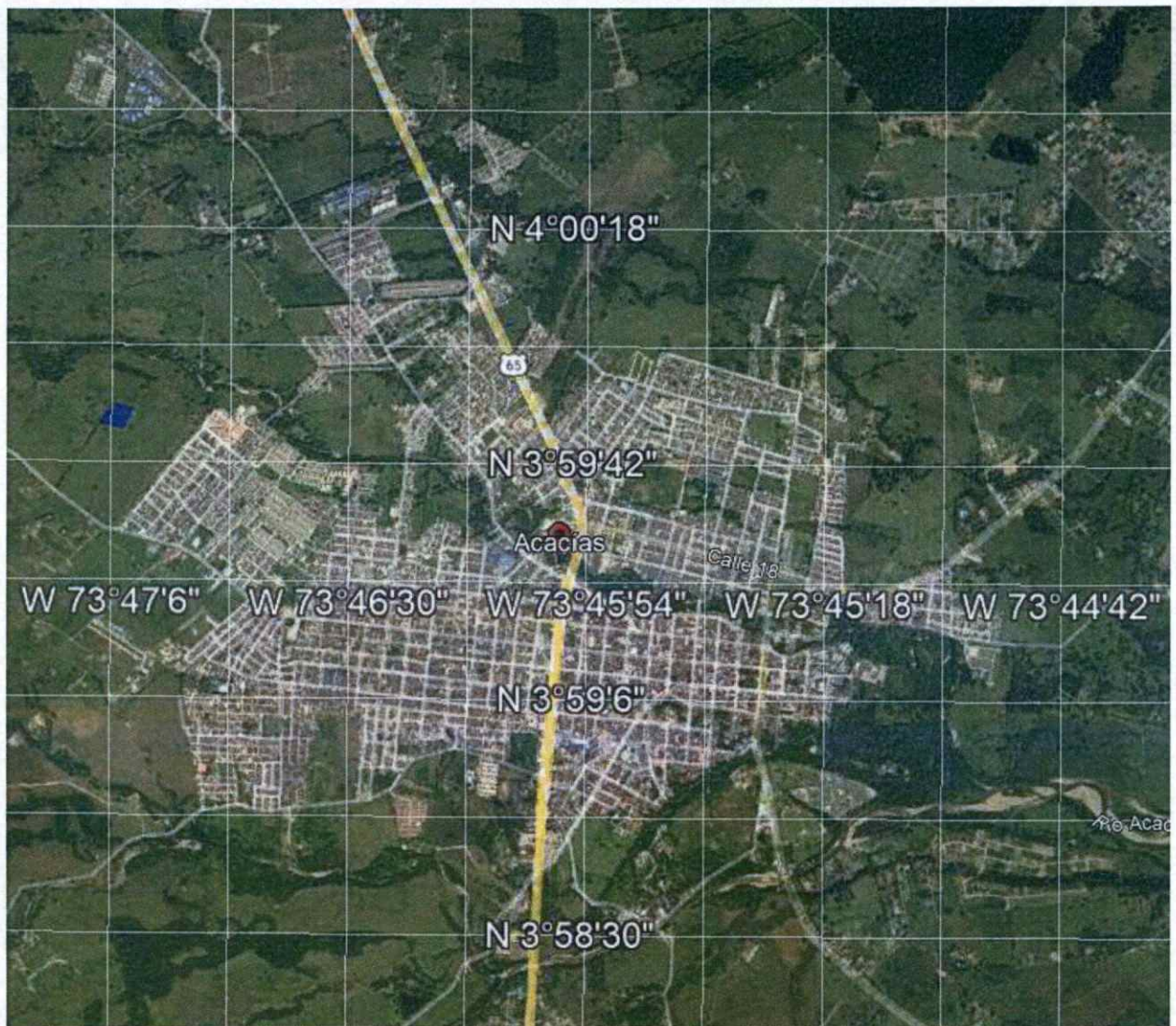
SINCREL S.A.S. | NIT. 892.002.708-1

REMODELACIÓN DE RED DE MEDIA TENSIÓN Y SUBESTACIÓN ELÉCTRICA PARA LA PTAP ACACIITAS-META

DIMENSIONAMIENTO SISTEMA SOLAR

VILLAVICENCIO-META, MARZO DEL 2022

Figura 1 Ubicación PTAP ACAITAS – Meta



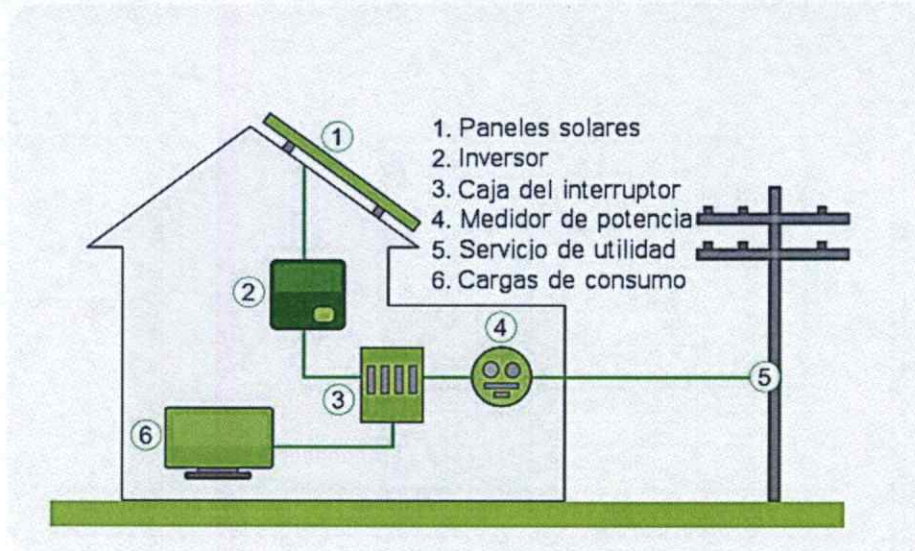
Fuente: Google Earth

2.2 Información meteorológica

Los siguientes datos se obtuvieron del instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), de Colombia y del software "Meteonorm". Para el calculo de la radiación solar promedio se usa el promedio de las dos fuentes y para las horas de brillo solar, únicamente la información del IDEAM, además para temperatura se usa la aplicación "CLIMATE-DATE"

3. Dimensionamiento y selección de equipos

Figura. 2 Instalación FV ON-GRID



Fuente: Asociación Costarricense de Energía Solar

Con base en el espacio disponible en el techo de las torres y la resolución CREG 030 de 2018, se realizó el siguiente diseño y selección de equipos.

LUGAR			
Municipio	Acacias		
Operador de Red	EMSA		
Ubicación	3.59'49,85", -73.45'5,91"		
Promedio horas brillo solar año	Y_{RPROM}	4,7500	Horas
Temperatura media año	T_{prom}	24,39	°C
Temperatura Max año	T_{max}	31,40	°C
Temperatura Min año	T_{min}	19,30	°C
Radiación promedio año	G_{prom}	0,97	Wh/m ²
Operador de Red	OR	EMSA	
Consumo Promedio		15546,67	kWh-mes
Diseño			
Panel Solar	Panel solar Monocristalino de 550W con eficiencia de 21,2%		
Potencial Nominal Panel	$P_{paneles}$	550	W
Voltaje nominal	V_{max}	40,95	V
Voltaje de circuito abierto	V_{OC}	37,9	V
Corriente de corto circuito	I_{sc}	18,52	A
Numero de paneles	$N_{paneles}$	40	Unidades
Potencia del Sistema FV	$PGFV$	22.000	W
Numero de string	N_{string}	2	string
Numero de paneles por string		20	unidades
Voltaje circuito abierto string		758	V
Corriente de corto circuito, circuito de entrada al inversor	$I_{SC \text{ CIRCUITO}}$	28,94	A
Corriente Protecciones circuito de entrada al inversor		32	A
Inversor	Inversor Trifasico 20kW		
Potencia inversor	P_{inv}	20	kVA
Cantidad		2	Unidades
Numero de MPPT		1	Unidades
Voltaje Maximo		1000	V
Corriente Maxima por MPPT		24	A
Eficiencia		98%	%
Generación Esperada			
Generación de Energía esperada por año		35.575,8	kWh-año

- El proyecto es estrato 3 por lo cual los primeros 178 kWh tienen un subsidio de 15% del CU de la empresa EMSA.
- La energía que se autogenera se vende al precio del CU menos el costo de comercialización.
- En la generación se tuvo en cuenta la eficiencia del inversor

Fecha	Cop/kWh	Consumo Mes PY (kWh)	Generación mes (kWh)	Energía entregada a la red (kWh)	Ahorro por AG (COP)	venta por AG (COP)
Jan-20	526,31	27,27	3.422	799,79	\$1.666.777,80	\$ -
Feb-20	532,71	27,27	2.776	770,22	\$1.353.640,13	\$ -
Mar-20	573,65	27,27	2.830	727,14	\$1.379.712,18	\$ -
Apr-20	606,95	27,27	2.760	827,67	\$1.423.858,78	\$ -
May-20	594,15	27,27	2.795	924,82	\$1.411.560,70	\$ -
Jun-20	577,36	27,27	2.760	844,56	\$1.354.442,88	\$ -
Jul-20	577,43	27,27	2.827	898,63	\$1.387.743,28	\$ -
Aug-20	567,11	27,27	2.871	841,18	\$1.383.769,26	\$ -
Sep-20	589,82	27,27	3.127	898,63	\$1.567.801,81	\$ -
Oct-20	597,99	27,27	3.222	842,87	\$1.637.560,95	\$ -
Nov-20	618,28	27,27	2.922	714,46	\$1.535.591,03	\$ -
Dec-20	597,79	27,27	3.265	832,74	\$1.658.968,17	\$ -
Total					\$17.761.426,97	\$ -

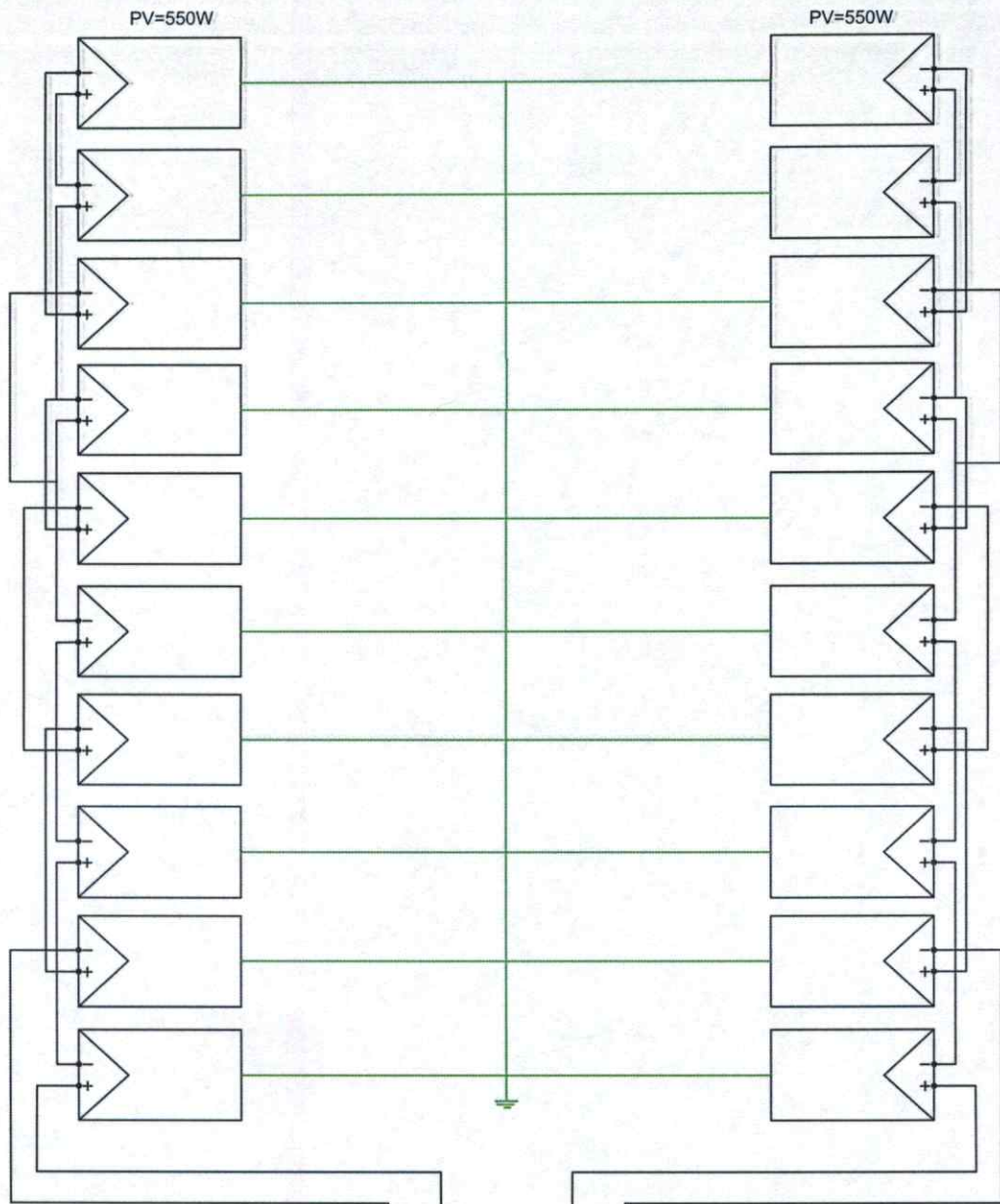
El análisis financiero se realiza a 20 años y con una tasa TIO de 12 %

Parámetro	Valor
Aumento tarifa	5,0%
Tasa TIO	12,0%
AOM	1,5%
VPN	\$147.776,20
TIR	12,0%
TIRM	12,0%

9. Vida útil de la instalación

Considerando que se trata de un proyecto conectado a la red (ONGRID) y que no se contemplan baterías, los paneles tienen una vida útil de 25 años y el sistema también.

8.1. Unifilar Solar

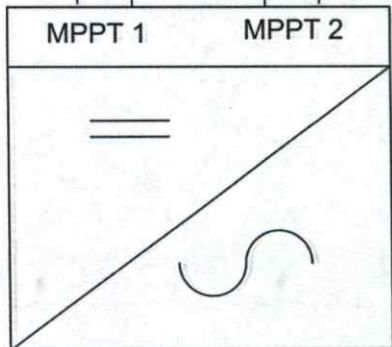


DPS FV Tipo 2

BREAKER FV
Nominal: 32A

MPPT 1

MPPT 2



9. Diseño Fotométrico exterior



Remodelación de red de media tensión y subestación para la PTAP Acaciitas

Diseño de iluminación externa de la PTAP Acaciitas.

Contenido

Portada	1
Observaciones preliminares	2
Contenido	3
Descripción	6
Imágenes	7
Lista de luminarias	8

Fichas de producto

SYLVANIA - P23580 - LED PROY SYLVEO 300W CW UNV (1x)	9
SYLVANIA - P23853-LED STREET 18-35W NW URBAN 7P (1x)	10

Terreno 1

Plano de situación de luminarias	11
Lista de luminarias	15
Objetos de cálculo / Escena de luz 1	16
Vía principal / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular	18
Caminos internos / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular	19

Terreno 1 - Edificación 8

Planta (nivel) 1

Objetos de cálculo / Escena de luz 1	20
--------------------------------------------	----

Terreno 1 - Edificación 8 - Planta (nivel) 1

Pozo 1 Cloración

Resumen / Escena de luz 1	22
Objetos de cálculo / Escena de luz 1	24
Plano útil (Pozo 1 Cloración) / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	26

Terreno 1 - Edificación 8 - Planta (nivel) 1

Pozo 1 Cloración

Resumen / Escena de luz 1	27
Objetos de cálculo / Escena de luz 1	29
Plano útil (Pozo 1 Cloración) / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	31

Contenido

Plano útil (Pozo 3 Tanques) / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	58
Terreno 1 - Edificación 11	
Planta (nivel) 1	
Objetos de cálculo / Escena de luz 1	59
Terreno 1 - Edificación 11 - Planta (nivel) 1	
Pozo 4 Tanques	
Resumen / Escena de luz 1	61
Objetos de cálculo / Escena de luz 1	63
Plano útil (Pozo 4 Tanques) / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	65
Terreno 1 - Edificación 11 - Planta (nivel) 1	
Pozo 5 Tanques	
Resumen / Escena de luz 1	66
Objetos de cálculo / Escena de luz 1	68
Plano útil (Pozo 5 Tanques) / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	70
Terreno 1 - Edificación 11 - Planta (nivel) 1	
Pozo 6 Tanques	
Resumen / Escena de luz 1	71
Objetos de cálculo / Escena de luz 1	73
Plano útil (Pozo 6 Tanques) / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	75
Glosario	76

Imágenes

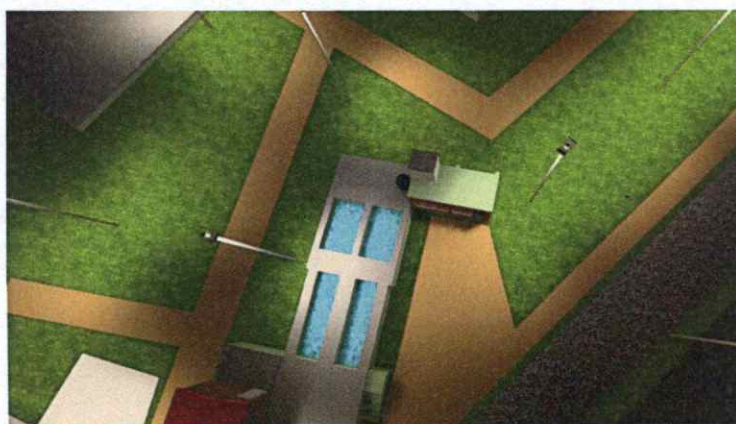
Iluminación externa



Subestación



Iluminación en pozos

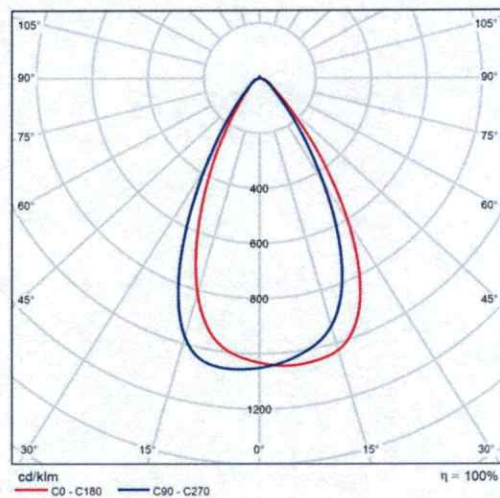


Ficha de producto

SYLVANIA - P23580 - LED PROJ SYLVEO 300W CW UNV



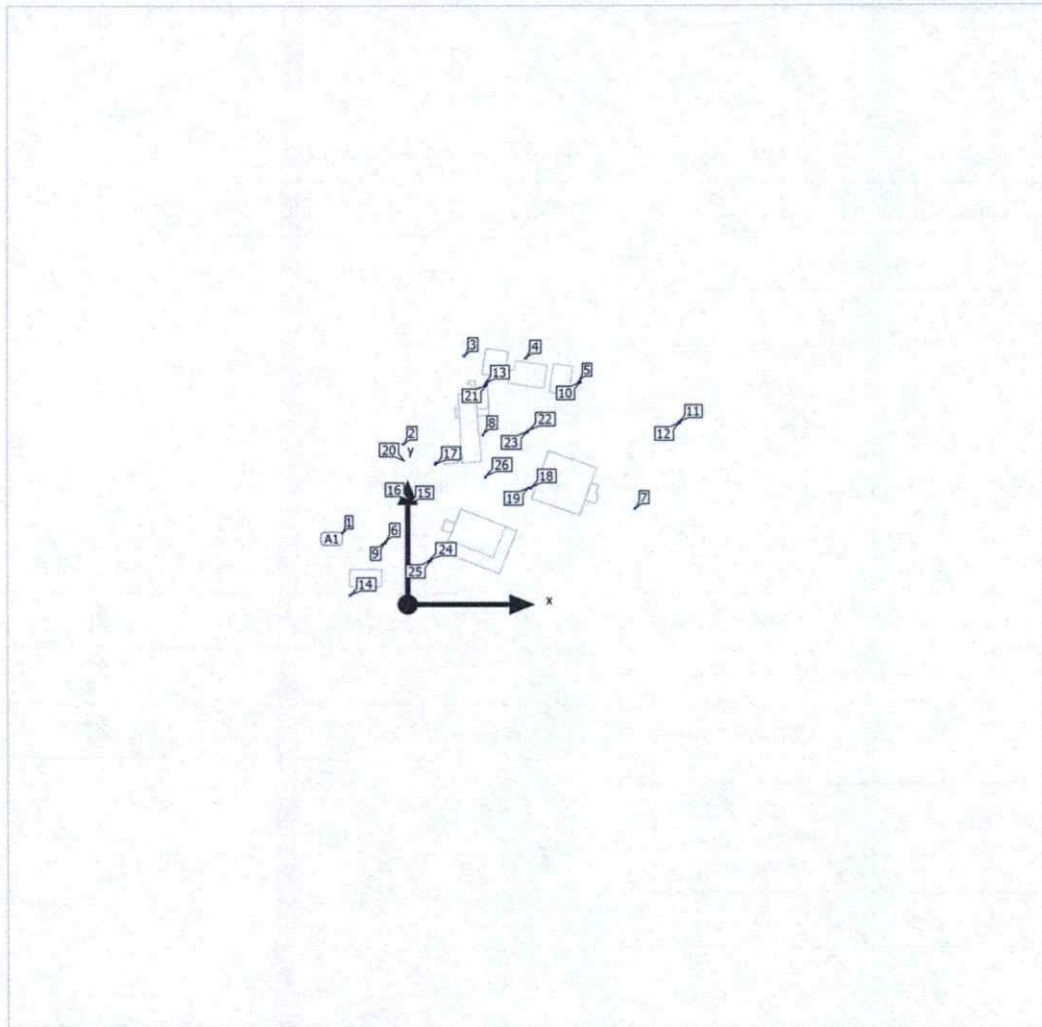
Nº de artículo	P23580 - LED PROJ SYLVEO 300W CW UNV
P	300.0 W
$\Phi_{\text{Lámpara}}$	36000 lm
$\Phi_{\text{Luminaria}}$	35998 lm
η	99.99 %
Rendimiento lumínico	120.0 lm/W
CCT	5000 K
CRI	70



CDL polar

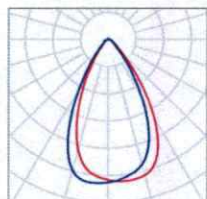
Terreno 1

Plano de situación de luminarias



Terreno 1

Plano de situación de luminarias



Fabricante	SYLVANIA	P	300.0 W
N° de artículo	P23580 - LED PROJ SYLVEO 300W CW UNV	$\Phi_{Luminaria}$	35998 lm
Nombre del artículo	P23580 - LED PROJ SYLVEO 300W CW UNV		
Lámpara	1x		

Luminarias individuales

X	Y	Altura de montaje	Luminaria
38.088 m	80.893 m	9.969 m	■
55.323 m	73.136 m	9.900 m	■
-7.164 m	20.643 m	10.000 m	■
73.600 m	31.700 m	10.000 m	■
24.396 m	55.665 m	10.000 m	■
-7.423 m	20.152 m	10.000 m	■
55.876 m	73.053 m	9.843 m	■
87.758 m	59.833 m	10.000 m	■
88.156 m	59.690 m	10.000 m	■
24.889 m	72.167 m	10.000 m	■
-18.647 m	2.927 m	10.000 m	■
0.475 m	33.156 m	10.000 m	■

Terreno 1

Lista de luminarias

Φ_{total} 843065 lm	P_{total} 7005.0 W	Rendimiento lumínico 120.4 lm/W
-----------------------------	-------------------------	------------------------------------

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
3	SYLVANIA		P23853-LED STREET 18-35W NW URBAN 7P	35.0 W	5037 lm	143.9 lm/W
23	SYLVANIA	P23580 - LED PROY SYLVEO 300W CW UNV	P23580 - LED PROJ SYLVEO 300W CW UNV	300.0 W	35998 lm	120.0 lm/W

Terreno 1 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo

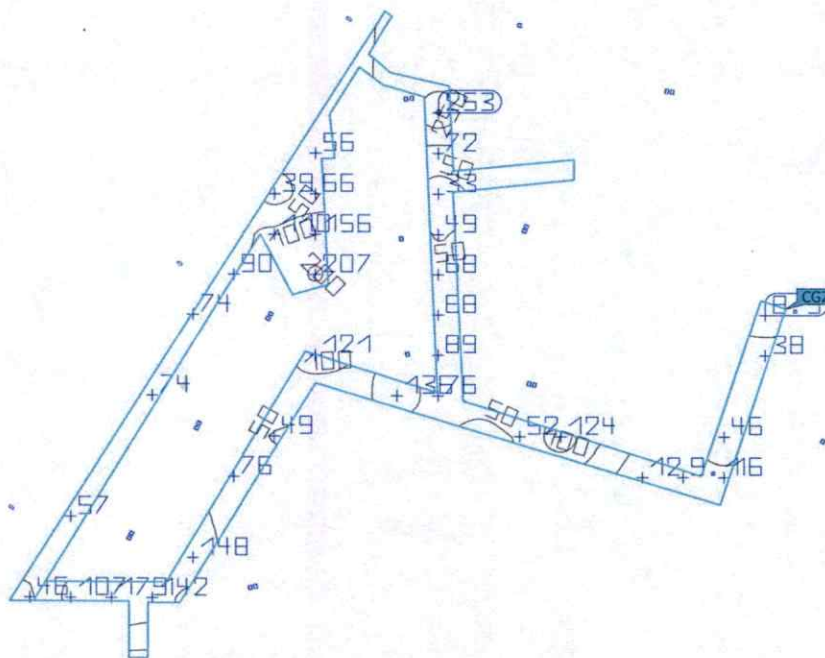
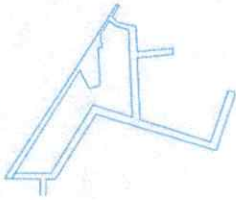
Superficie de cálculo

Propiedades	\bar{E}	E_{\min}	E_{\max}	g_1	g_2	Índice
Vía principal Iluminancia perpendicular Altura: 0.020 m	32.7 lx	12.0 lx	82.8 lx	0.37	0.14	■
Caminos internos Iluminancia perpendicular Altura: 0.030 m	84.2 lx	8.90 lx	253 lx	0.11	0.035	■

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

Terreno 1 (Escena de luz 1)

Caminos internos



Propiedades	\bar{E}	E_{min}	$E_{m\acute{a}x}$	g_1	g_2	Índice
Caminos internos Iluminancia perpendicular Altura: 0.030 m	84.2 lx	8.90 lx	253 lx	0.11	0.035	■

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

Edificación 8 · Planta (nivel) 1 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo

Planos útiles

Propiedades	\bar{E} (Nominal)	E_{min}	$E_{máx}$	g_1	g_2	Índice
Plano útil (Pozo 1 Cloración) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	207 lx (≥ 100 lx) ✓	59.1 lx	342 lx	0.29	0.17	■
Plano útil (Pozo 4 Cloración) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	213 lx (≥ 100 lx) ✓	60.2 lx	326 lx	0.28	0.18	■
Plano útil (Pozo 1 Cloración) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	160 lx (≥ 100 lx) ✓	50.7 lx	262 lx	0.32	0.19	■
Plano útil (Pozo 3 Cloración) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	160 lx (≥ 100 lx) ✓	25.6 lx	263 lx	0.16	0.097	■

Edificación 8 · Planta (nivel) 1 · Pozo 1 Cloración (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Plano útil	$E_{\text{perpendicular}}$	160 lx	≥ 100 lx	✓	■
	g_1	0.32	-	-	■
Valores de consumo	Consumo	0 kWh/a	máx. 50 kWh/a	✓	
Local	Potencia específica de conexión	0.00 W/m ²	-	-	
		0.00 W/m ² /100 lx	-	-	

Perfil de uso: Zonas generales dentro de edificios: espacios de almacenamiento y refrigeración, Salas de aprovisionamientos y almacenaje

Edificación 8 · Planta (nivel) 1 · Pozo 1 Cloración (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo

Planos útiles

Propiedades	\bar{E} (Nominal)	E_{min}	E_{max}	g_1	g_2	Índice
Plano útil (Pozo 1 Cloración) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	160 lx (≥ 100 lx) ✓	50.7 lx	262 lx	0.32	0.19	■

Perfil de uso: Zonas generales dentro de edificios: espacios de almacenamiento y refrigeración, Salas de aprovisionamientos y almacenaje

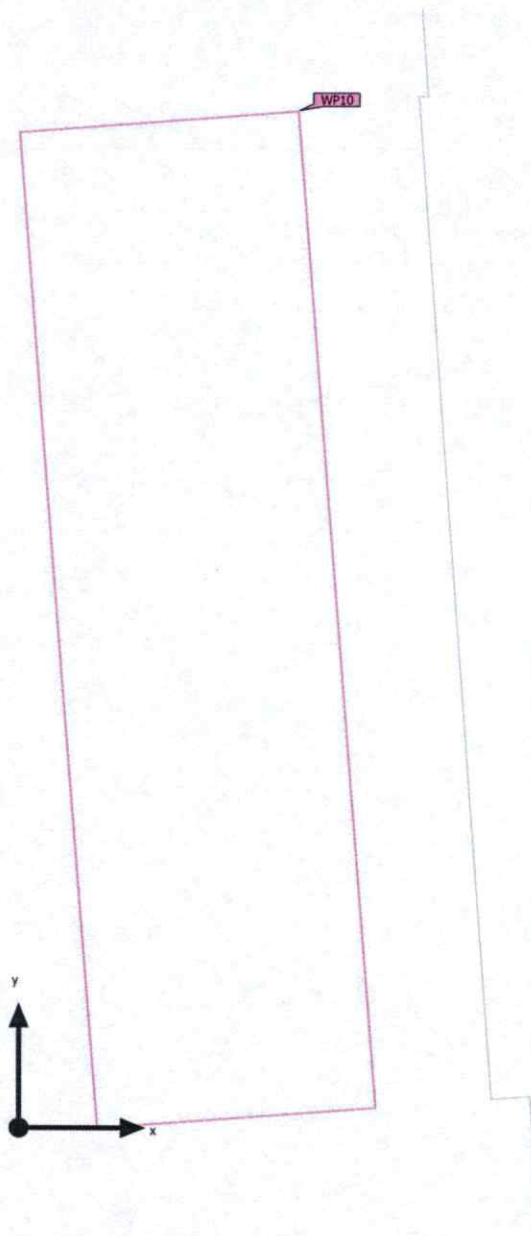
Edificación 8 · Planta (nivel) 1 · Pozo 1 Cloración (Escena de luz 1)

Resumen



Edificación 8 · Planta (nivel) 1 · Pozo 1 Cloración (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo



Edificación 8 · Planta (nivel) 1 · Pozo 1 Cloración (Escena de luz 1)

Plano útil (Pozo 1 Cloración)



Propiedades	\bar{E} (Nominal)	E_{\min}	E_{\max}	g_1	g_2	Índice
Plano útil (Pozo 1 Cloración) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	207 lx (≥ 100 lx) ✓	59.1 lx	342 lx	0.29	0.17	■

Perfil de uso: Zonas generales dentro de edificios: espacios de almacenamiento y refrigeración, Salas de aprovisionamientos y almacenaje

Edificación 8 · Planta (nivel) 1 · Pozo 3 Cloración (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados


	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Plano útil	$E_{\text{perpendicular}}$	160 lx	≥ 100 lx	✓	■
	g_1	0.16	-	-	■
Valores de consumo	Consumo	0 kWh/a	máx. 50 kWh/a	✓	
Local	Potencia específica de conexión	0.00 W/m ²	-	-	
		0.00 W/m ² /100 lx	-	-	

Perfil de uso: Zonas generales dentro de edificios; espacios de almacenamiento y refrigeración, Salas de aprovisionamientos y almacenaje

Edificación 8 · Planta (nivel) 1 · Pozo 3 Cloración (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo

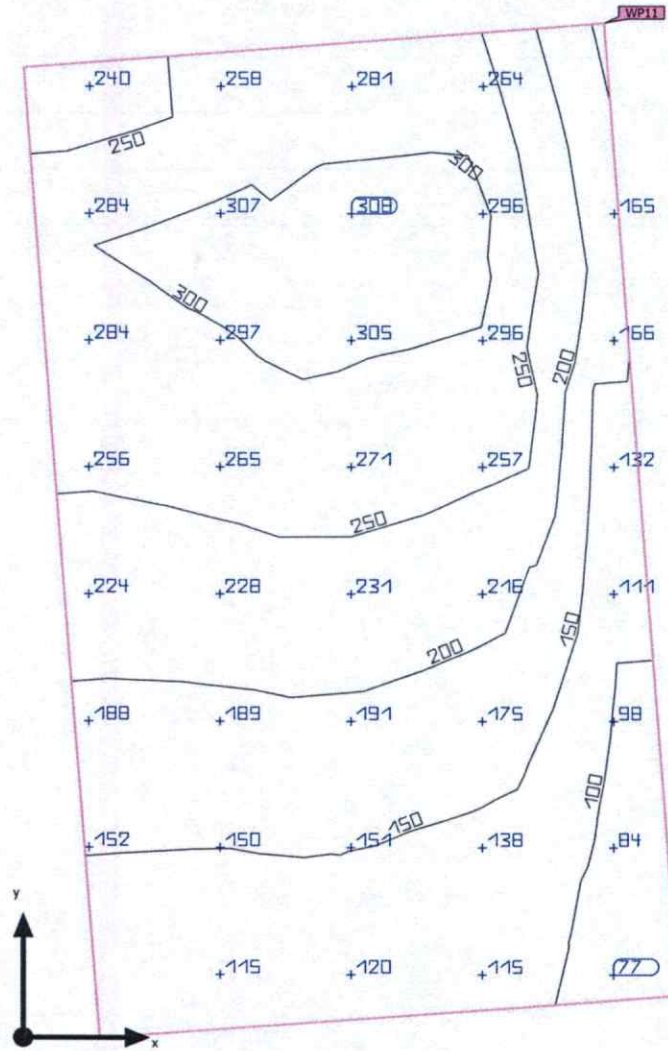
Planos útiles

Propiedades	\bar{E} (Nominal)	E_{min}	$E_{máx}$	g_1	g_2	Índice
Plano útil (Pozo 3 Cloración) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	160 lx (≥ 100 lx) ✓	25.6 lx	263 lx	0.16	0.097	

Perfil de uso: Zonas generales dentro de edificios: espacios de almacenamiento y refrigeración, Salas de aprovisionamientos y almacenaje

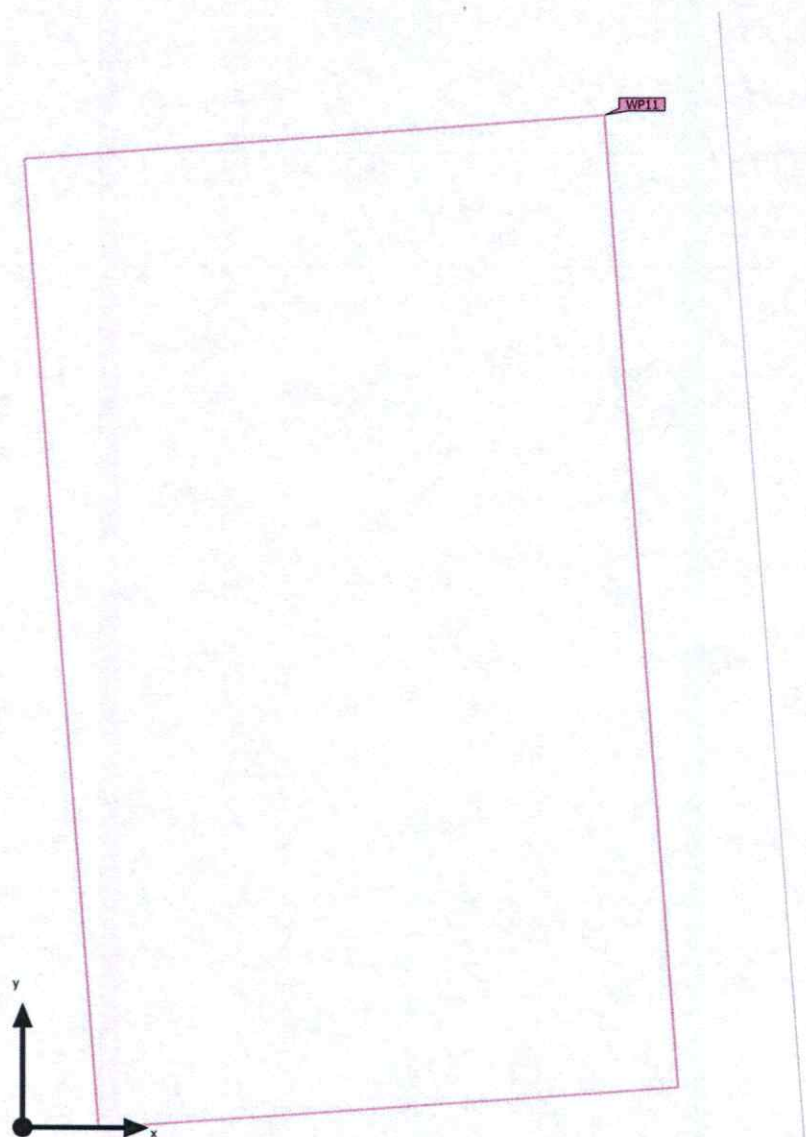
Edificación 8 · Planta (nivel) 1 · Pozo 4 Cloración (Escena de luz 1)

Resumen



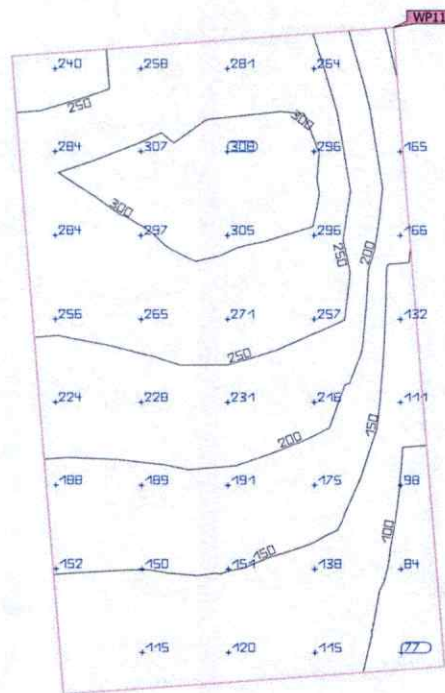
Edificación 8 · Planta (nivel) 1 · Pozo 4 Cloración (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo



Edificación 8 · Planta (nivel) 1 · Pozo 4 Cloración (Escena de luz 1)

Plano útil (Pozo 4 Cloración)



Propiedades	\bar{E} (Nominal)	E_{\min}	E_{\max}	g_1	g_2	Índice
Plano útil (Pozo 4 Cloración) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	213 lx (≥ 100 lx) ✓	60.2 lx	326 lx	0.28	0.18	■

Perfil de uso: Zonas generales dentro de edificios: espacios de almacenamiento y refrigeración, Salas de aprovisionamientos y almacenaje

Edificación 10 · Planta (nivel) 1 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo

Planos útiles

Propiedades	\bar{E} (Nominal)	E_{min}	E_{max}	g_1	g_2	Índice
Plano útil (Pozo 1 Tanques) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	256 lx (≥ 100 lx) ✓	42.1 lx	389 lx	0.16	0.11	■
Plano útil (Pozo 2 Tanques) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	222 lx (≥ 100 lx) ✓	37.1 lx	310 lx	0.17	0.12	■
Plano útil (Pozo 3 Tanques) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	137 lx (≥ 100 lx) ✓	17.7 lx	259 lx	0.13	0.068	■

Edificación 10 · Planta (nivel) 1 · Pozo 1 Tanques (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Plano útil	$E_{\text{perpendicular}}$	256 lx	≥ 100 lx	✓	■
	g_i	0.16	-	-	■
Valores de consumo	Consumo	0 kWh/a	máx. 50 kWh/a	✓	
Local	Potencia específica de conexión	0.00 W/m ²	-	-	
		0.00 W/m ² /100 lx	-	-	

Perfil de uso: Zonas generales dentro de edificios; espacios de almacenamiento y refrigeración, Salas de aprovisionamientos y almacenaje

Edificación 10 · Planta (nivel) 1 · Pozo 1 Tanques (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo

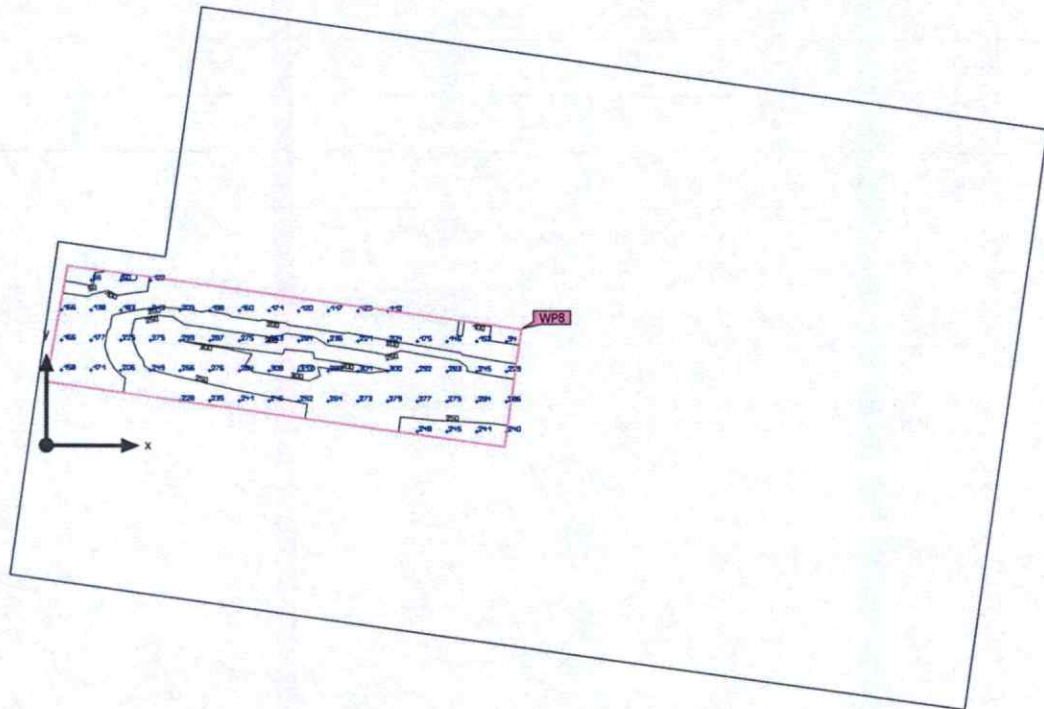
Planos útiles

Propiedades	\bar{E} (Nominal)	E_{min}	E_{max}	g_1	g_2	Índice
Plano útil (Pozo 1 Tanques) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	256 lx (≥ 100 lx) ✓	42.1 lx	389 lx	0.16	0.11	■

Perfil de uso: Zonas generales dentro de edificios: espacios de almacenamiento y refrigeración, Salas de aprovisionamientos y almacenaje

Edificación 10 · Planta (nivel) 1 · Pozo 2 Tanques (Escena de luz 1)

Resumen



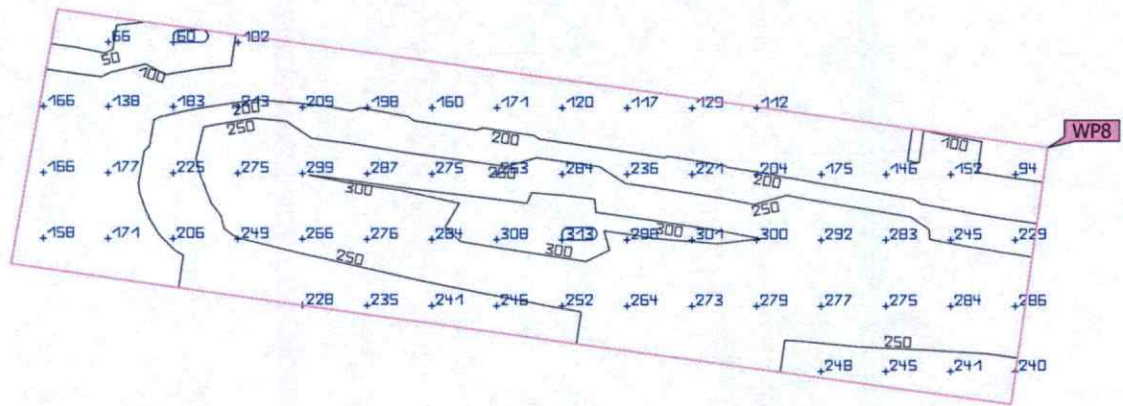
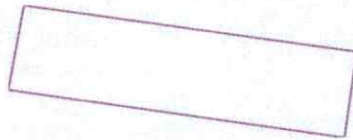
Edificación 10 · Planta (nivel) 1 · Pozo 2 Tanques (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo



Edificación 10 · Planta (nivel) 1 · Pozo 2 Tanques (Escena de luz 1)

Plano útil (Pozo 2 Tanques)



Propiedades	\bar{E} (Nominal)	E_{\min}	E_{\max}	g_1	g_2	Índice
Plano útil (Pozo 2 Tanques)	222 lx	37.1 lx	310 lx	0.17	0.12	■
Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	(≥ 100 lx)					
Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	✓					

Perfil de uso: Zonas generales dentro de edificios: espacios de almacenamiento y refrigeración, Salas de aprovisionamientos y almacenaje

Edificación 10 · Planta (nivel) 1 · Pozo 3 Tanques (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Plano útil	$E_{\text{perpendicular}}$	137 lx	≥ 100 lx	✓	■
	g_1	0.13	-	-	■
Valores de consumo	Consumo	0 kWh/a	máx. 50 kWh/a	✓	
Local	Potencia específica de conexión	0.00 W/m ²	-	-	
		0.00 W/m ² /100 lx	-	-	

Perfil de uso: Zonas generales dentro de edificios; espacios de almacenamiento y refrigeración, Salas de aprovisionamientos y almacenaje

Edificación 10 · Planta (nivel) 1 · Pozo 3 Tanques (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo

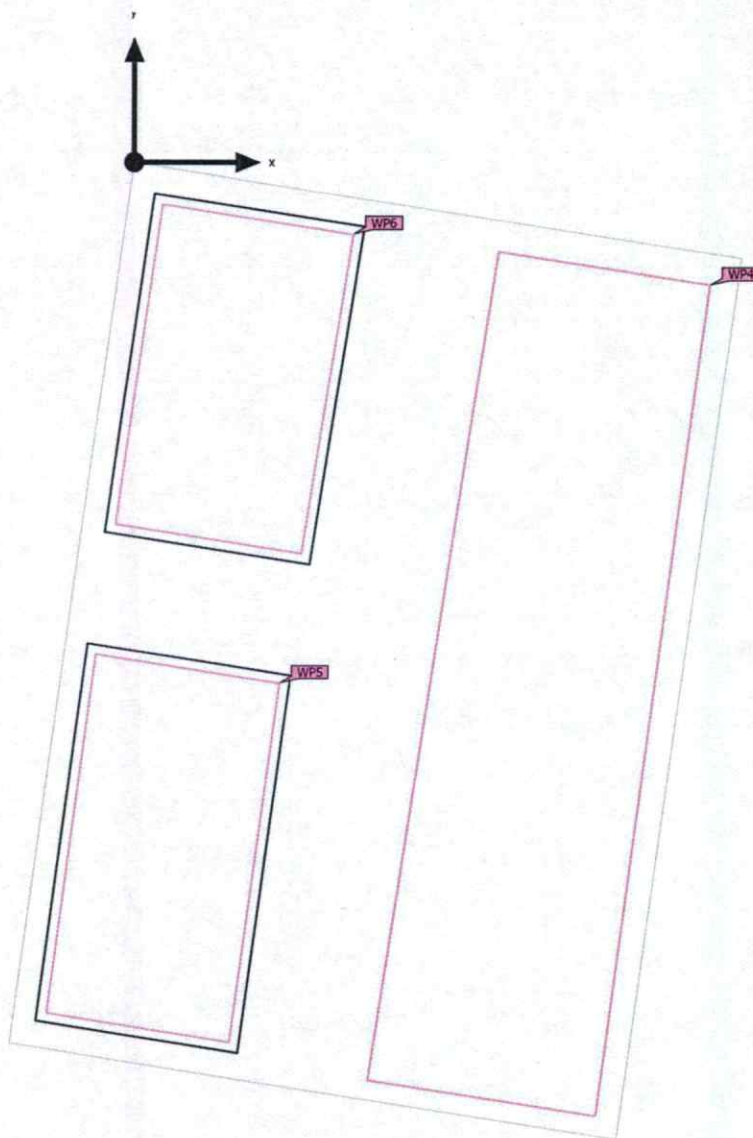
Planos útiles

Propiedades	\bar{E} (Nominal)	E_{min}	E_{max}	g_1	g_2	Índice
Plano útil (Pozo 3 Tanques) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	137 lx (≥ 100 lx) ✓	17.7 lx	259 lx	0.13	0.068	■

Perfil de uso: Zonas generales dentro de edificios: espacios de almacenamiento y refrigeración, Salas de aprovisionamientos y almacenaje

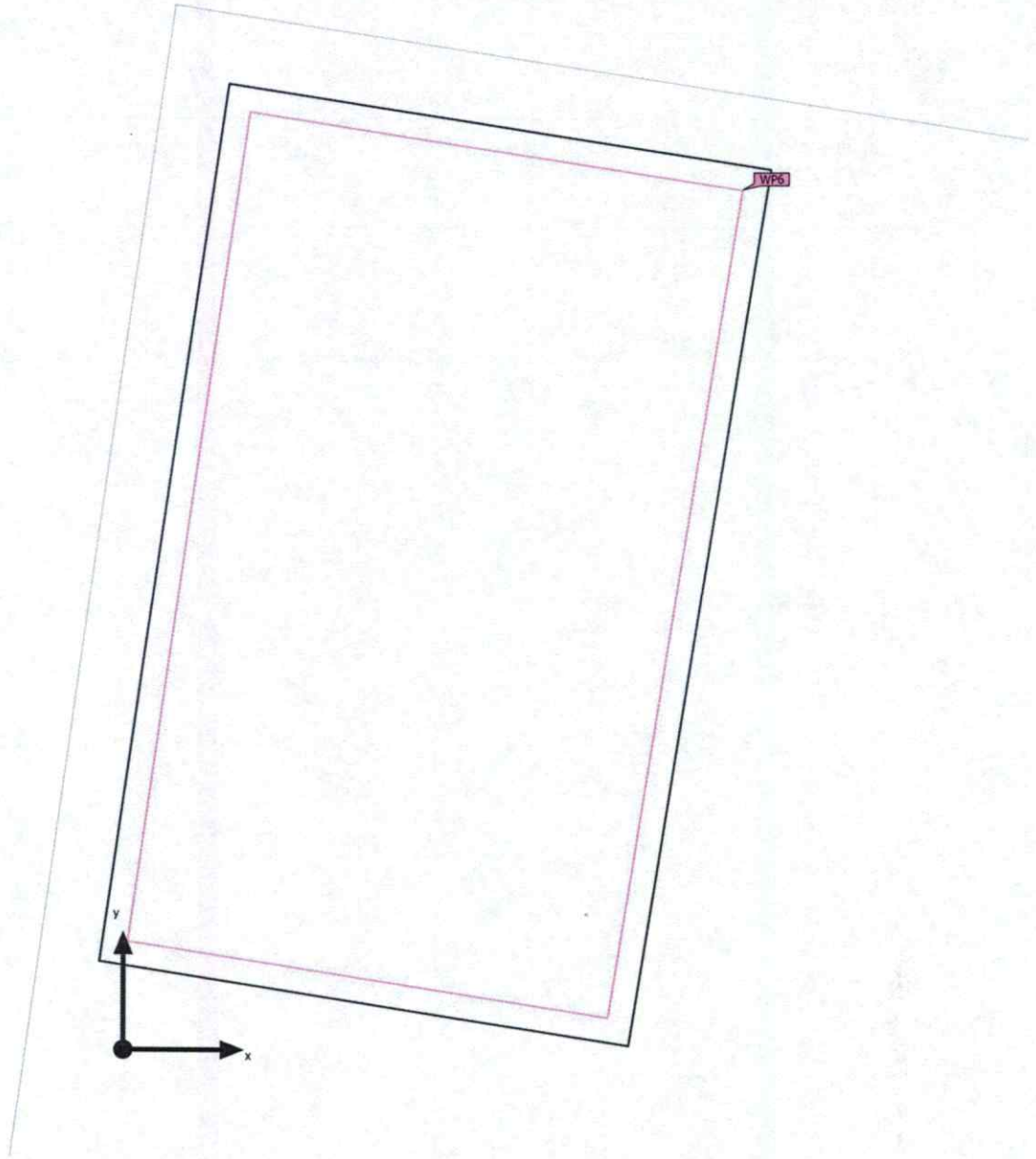
Edificación 11 · Planta (nivel) 1 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo



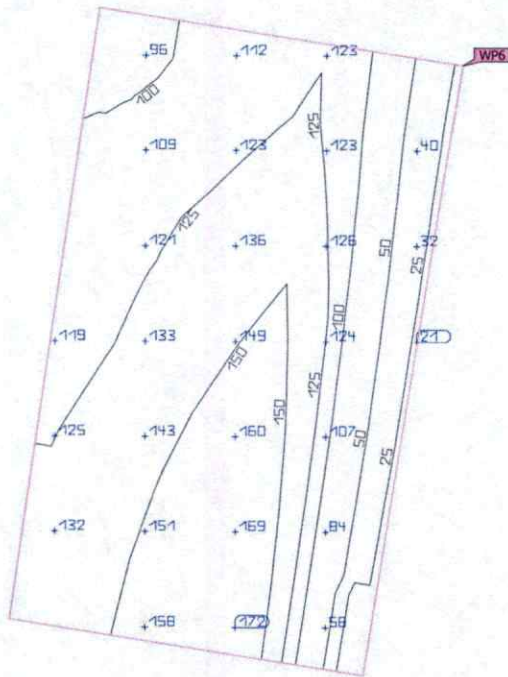
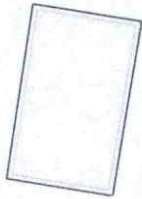
Edificación 11 · Planta (nivel) 1 · Pozo 4 Tanques (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo



Edificación 11 · Planta (nivel) 1 · Pozo 4 Tanques (Escena de luz 1)

Plano útil (Pozo 4 Tanques)



Propiedades	\bar{E} (Nominal)	E_{min}	E_{max}	g_1	g_2	Índice
Plano útil (Pozo 4 Tanques)	116 lx	17.8 lx	172 lx	0.15	0.10	■
Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	(≥ 100 lx)					
Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.100 m	✓					

Perfil de uso: Zonas generales dentro de edificios: espacios de almacenamiento y refrigeración, Salas de aprovisionamientos y almacenaje

Edificación 11 · Planta (nivel) 1 · Pozo 5 Tanques (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Plano útil	$E_{\text{perpendicular}}$	119 lx	≥ 100 lx	✓	■
	g_1	0.20	-	-	■
	Potencia específica de conexión	0.00 W/m ²	-	-	
		0.00 W/m ² /100 lx	-	-	
Valores de consumo	Consumo	0 kWh/a	máx. 50 kWh/a	✓	
Local	Potencia específica de conexión	0.00 W/m ²	-	-	
		0.00 W/m ² /100 lx	-	-	

Perfil de uso: Zonas generales dentro de edificios: espacios de almacenamiento y refrigeración, Salas de aprovisionamientos y almacenaje

Edificación 11 · Planta (nivel) 1 · Pozo 5 Tanques (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo

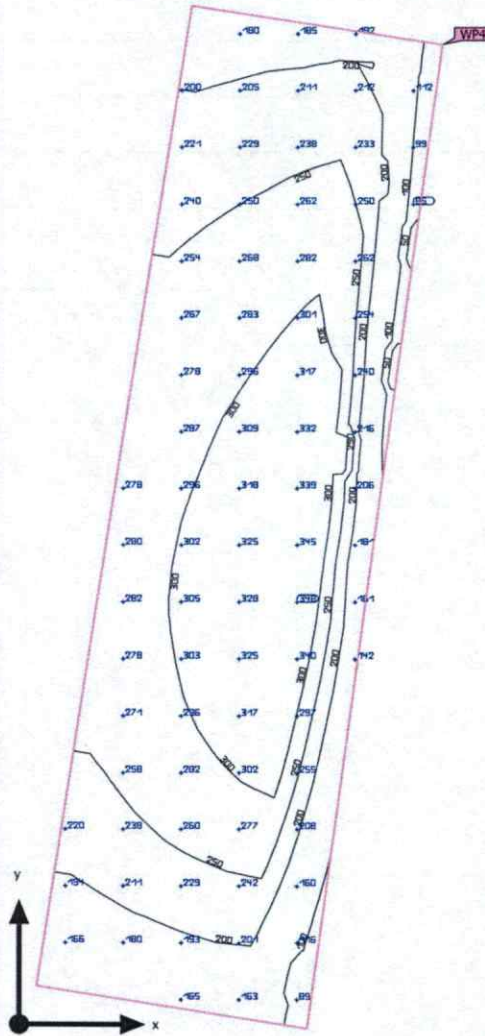
Planos útiles

Propiedades	\bar{E} (Nominal)	E_{\min}	E_{\max}	g_1	g_2	Índice
Plano útil (Pozo 5 Tanques) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.100 m	119 lx (≥ 100 lx) ✓	23.3 lx	185 lx	0.20	0.13	■

Perfil de uso: Zonas generales dentro de edificios: espacios de almacenamiento y refrigeración, Salas de aprovisionamientos y almacenaje

Edificación 11 · Planta (nivel) 1 · Pozo 6 Tanques (Escena de luz 1)

Resumen



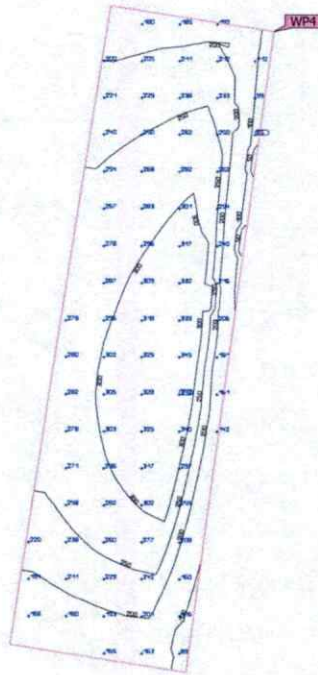
Edificación 11 · Planta (nivel) 1 · Pozo 6 Tanques (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo



Edificación 11 · Planta (nivel) 1 · Pozo 6 Tanques (Escena de luz 1)

Plano útil (Pozo 6 Tanques)



Propiedades	\bar{E} (Nominal)	E_{\min}	E_{\max}	g_1	g_2	Índice
Plano útil (Pozo 6 Tanques) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	245 lx (≥ 100 lx) ✓	44.4 lx	348 lx	0.18	0.13	■

Perfil de uso: Zonas generales dentro de edificios: espacios de almacenamiento y refrigeración, Salas de aprovisionamientos y almacenaje

Glosario

CRI	<p>(ingl. colour rendering index) Denominación para el índice de reproducción cromática de una luminaria o de una fuente de luz según DIN 6169: 1976 o. CIE 13.3: 1995.</p> <p>El índice general de reproducción cromática Ra (o CRI) es un coeficiente adimensional que describe la calidad de una fuente de luz blanca en lo que respecta a su semejanza a una fuente de luz de referencia, en los espectros de remisión de 8 colores de prueba definidos (ver DIN 6169 o CIE 1974).</p>
D	<p>Densidad lumínica</p> <p>Medida de la "impresión de claridad" que el ojo humano percibe de una superficie. Es posible que la superficie misma ilumine o que refleje la luz que incide sobre ella (valor de emisor). Es la única dimensión fotométrica que el ojo humano puede percibir.</p> <p>Unidad: Candela por metro cuadrado Abreviatura: cd/m² Símbolo: L</p>
E	<p>Eta (η)</p> <p>(ingl. light output ratio) El grado de eficacia de funcionamiento de luminaria describe qué porcentaje del flujo luminoso de una fuente de luz de radiación libre (o módulo LED) abandona la luminaria instalada.</p> <p>Unidad: %</p>
F	<p>Factor de degradación</p> <p>Véase MF</p> <hr/> <p>Flujo luminoso</p> <p>Medida para la potencia luminosa total emitida por una fuente de luz en todas direcciones. Es con ello un "valor de emisor" que especifica la potencia de emisión total. El flujo luminoso de una fuente de luz solo puede determinarse en el laboratorio. Se diferencia entre el flujo luminoso de lámpara o de módulo LED y el flujo luminoso de luminaria.</p> <p>Unidad: Lumen Abreviatura: lm Símbolo: Φ</p>

Glosario

Intensidad lumínica

Describe la relación del flujo luminoso que cae sobre una superficie determinada y el tamaño de esta superficie ($\text{lm}/\text{m}^2 = \text{lx}$). La iluminancia no está vinculada a una superficie de un objeto. Puede determinarse en cualquier punto del espacio (interior o exterior). La iluminancia no es una propiedad de un producto, ya que se trata de un valor del receptor. Para su medición se utilizan aparatos de medición de iluminancia.

Unidad: Lux
Abreviatura: lx
Símbolo: E

L

LENI

(ingl. lighting energy numeric indicator)
Indicador numérico de energía de iluminación según EN 15193

Unidad: kWh/m² año

LLMF

(ingl. lamp lumen maintenance factor)/según CIE 97: 2005
Factor de mantenimiento de flujo luminoso de lámparas, tiene en cuenta la disminución del flujo luminoso de una lámpara o de un módulo LED en el curso de su tiempo de funcionamiento. El factor de mantenimiento de flujo luminoso de lámparas se especifica como número decimal y puede tomar un valor máximo de 1 (sin disminución de flujo luminoso).

LMF

(ingl. luminaire maintenance factor)/según CIE 97: 2005
Factor de mantenimiento de luminaria, tiene en cuenta el ensuciamiento de la luminaria en el curso de su tiempo de funcionamiento. El factor de mantenimiento de luminaria se especifica como número decimal y puede tomar un valor máximo de 1 (sin suciedad).

LSF

(ingl. lamp survival factor)/según CIE 97: 2005
Factor de supervivencia de la lámpara, tiene en cuenta el fallo total de una luminaria en el curso de su tiempo de funcionamiento. El factor de supervivencia de la lámpara se expresa como número decimal y puede tomar un valor máximo de 1 (dentro del tiempo considerado, no hay fallo, o sustitución inmediata tras un fallo).

M

MF

(ingl. maintenance factor)/según CIE 97: 2005
Factor de mantenimiento, número decimal entre 0 y 1, describe la relación entre el valor nuevo de una dimensión de planificación fotométrica (p.ej. iluminancia) y el valor de mantenimiento tras un tiempo determinado. El factor de mantenimiento tiene en cuenta el ensuciamiento de lámparas y locales, así como la disminución de flujo luminoso y el fallo de fuentes de luz.
El factor de mantenimiento se considera en forma general aproximada o se calcula en forma detallada según CIE 97: 2005, por medio de la fórmula $\text{RMF} \times \text{LMF} \times \text{LLMF} \times \text{LSF}$.

Glosario

U

UGR (max)

(ingl. unified glare rating)

Medida para el efecto psicológico de deslumbramiento de un espacio interior.

Además de la luminancia de la luminaria, el valor UGR depende también de la posición del observador, la dirección de observación y la luminancia del entorno. Entre otras, en la norma EN 12464-1 se especifican valores UGR máximos permitidos para diversos lugares de trabajo en espacios interiores.

Z

Zona marginal

Zona circundante entre el plano útil y las paredes, que no se considera en el cálculo.

10. Luminarias Exteriores

Proyector LED
LED PROY SYLVEO 300W CW UNV
P23580



El nuevo **Sylveo LED** es una completa gama de proyector de uso interior o exterior para reemplazar los tradicionales reflectores de HID, diseño delgado y liviano con driver integrado en la luminaria. Proyección uniforme de la luz, reduce los costos de consumo de energía y de mantenimiento.

CARACTERÍSTICAS

Diseño delgado, moderno y robusto, resistente a la humedad
Chasis en aluminio
Certificación, RETILAP

APLICACIONES

Perfecto para iluminación de áreas industriales, parqueaderos descubiertos
Vallas publicitarias
Pequeñas instalaciones recreativas - deportivas



Ultra Resistente



DATOS ÓPTICOS

Temperatura de color	5000 K (CW)
Flujo luminoso	36000 lm
Flujo inicial estimado en potencia min	26400 lm *
Ángulo de apertura	60°
Tipo de distribución	Directa simétrica
Reproducción de color (IRC)	70
Vida útil	100000 h *
Eficacia	120 lm/W
Número de chips LED	321 pcs

DATOS FÍSICOS

Acabado	Gris
Protección IP / IK	IP66 / IK08
Dimensiones (LxWxH)	513x415x128 mm
Peso Kg	12.6 Kg
Tipo de montaje	Sobreponer
Chasis	Aluminio
Material óptica	Lente PMMA
Temperatura de operación Ta	-45°C ~ +45°C

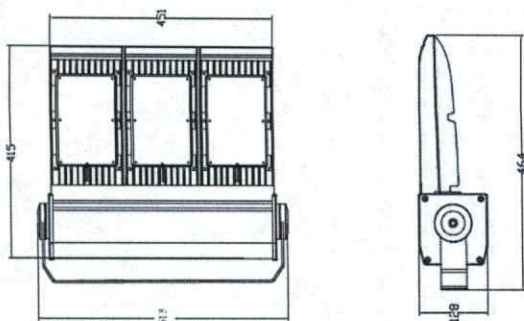
DATOS ELÉCTRICOS

Potencia de entrada	300 W
Potencia mínima ajustable	220 W *
Tensión de operación	100-277 V 50/60Hz
Corriente de entrada	2.63 A @ 120 V
Factor de potencia	0.95
Distorsión armónica (THD)	<20%
Tipo de driver	Corriente constante
Atenuable	NO

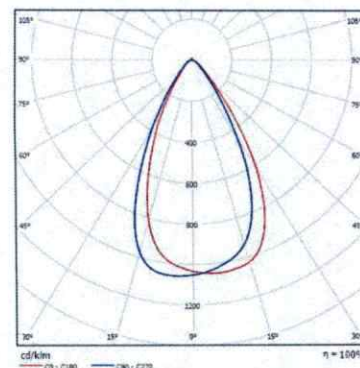
* El driver permite el ajuste del flujo y potencia del proyector a través de potenciómetro

* Vida útil LED L70 LM80 TM21

DIMENSIONES



FOTOMETRÍA



LED STREET 18-35W NW URBAN 7P
P23853



Luminaria LED para iluminación vial y exterior, con diseño moderno y robusto de un cuerpo en aluminio inyectado y compartimentos independientes para el conjunto óptico y eléctrico. Montaje en tubo de soporte para poste horizontal o en punta. Proyección uniforme de la luz, reduce los costos de consumo de energía y de mantenimiento.

CARACTERÍSTICAS

- Diseño moderno con fuente LED SMD y lentes en policarbonato
- Chasis robusto en aluminio inyectado, liviano con disipador de calor integrado
- Compartimentos separados para el conjunto eléctrico y óptico con visagra a prueba de atascamientos
- Vidrio plano de protección
- Driver atenuable 0-10VDC y programable.
- Ganchos de cierre y soporte con ángulo ajustable para fácil instalación

APLICACIONES

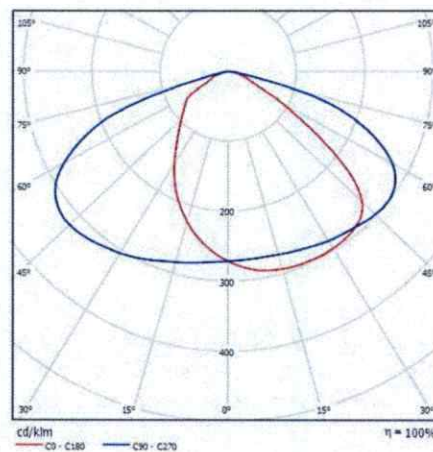
- Alumbrado público en calles, avenidas y autopistas
- Iluminación general en exteriores
- Parques, plazoletas y parqueaderos



DATOS ÓPTICOS

Temperatura de color	4000K
Flujo luminoso nominal máximo	5040lm
Atenuable	SI
Tipo de distribución	Tipo II M
Vida útil estimada	100000h L70 *
Eficacia	144lm/W
Reproducción de color (IRC)	>70
Consistencia de color	SDCM ≤ 5
Tipo chip LED	CREE 3030
Número de chip LED	78pcs
Corriente Máxima de entrada Módulo	880mA
Tipo de Lente	PMMA
Transmitancia Lente	0.92
Lentes con distribución única	SI
Difusor	Vidrio plano de alta transmitancia
Ángulo de inclinación	-10° a 10°

DISTRIBUCIÓN FOTOMÉTRICA



CARACTERÍSTICAS ADICIONALES

- Acometida 3x14AWG con prensaestopa para asegurar hermeticidad
- Soporte para instalación en brazo horizontal o punta de poste
- Sistema de apertura fácil. No requiere herramienta especializada.
- Conductores tipo cable con conectores en todas las conexiones.

CONFIGURACIÓN DE CORRIENTE DE OPERACIÓN

Corriente Módulo	Flujo Luminoso	Potencia
880mA	5040lm	35 W
754mA	4318 lm	30 W
629mA	3602 lm	25 W
440mA	2520 lm	18 W

11. Diseño fotométrico interior



Remodelación de red de media tensión y subestación para la PTAP Acaciitas

Diseño de iluminación interna de subestación de la PTAP Acaciitas

Contenido

Portada	1
Observaciones preliminares	2
Contenido	3
Imágenes	5
Lista de luminarias	6
Terreno 1	
Edificación 9	
Descripción	7
Lista de luminarias	8
Terreno 1 - Edificación 9	
Planta (nivel) 1	
Descripción	9
Lista de locales / Escena de luz 1	10
Lista de luminarias	12
Objetos de cálculo / Escena de luz 1	13
Terreno 1 - Edificación 9 - Planta (nivel) 1	
Banco capacitivo	
Resumen / Escena de luz 1	15
Plano de situación de luminarias	17
Lista de luminarias	19
Objetos de cálculo / Escena de luz 1	20
Plano útil (Banco capacitivo) / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	22
Terreno 1 - Edificación 9 - Planta (nivel) 1	
Celdas	
Resumen / Escena de luz 1	23
Plano de situación de luminarias	25
Lista de luminarias	27
Objetos de cálculo / Escena de luz 1	28
Plano útil (Celdas) / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	30

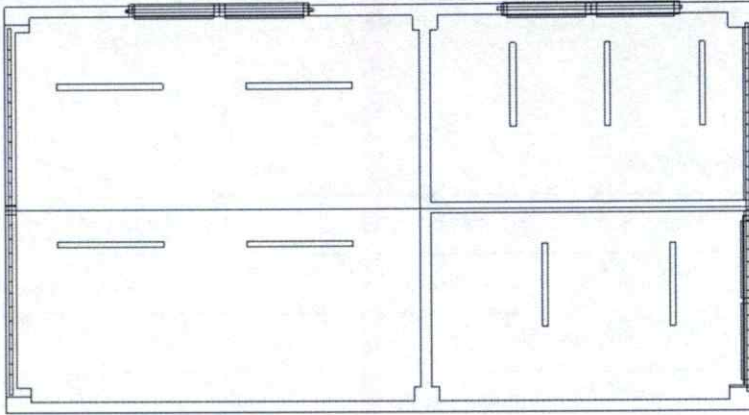
Imágenes

Iluminación interna Subestación



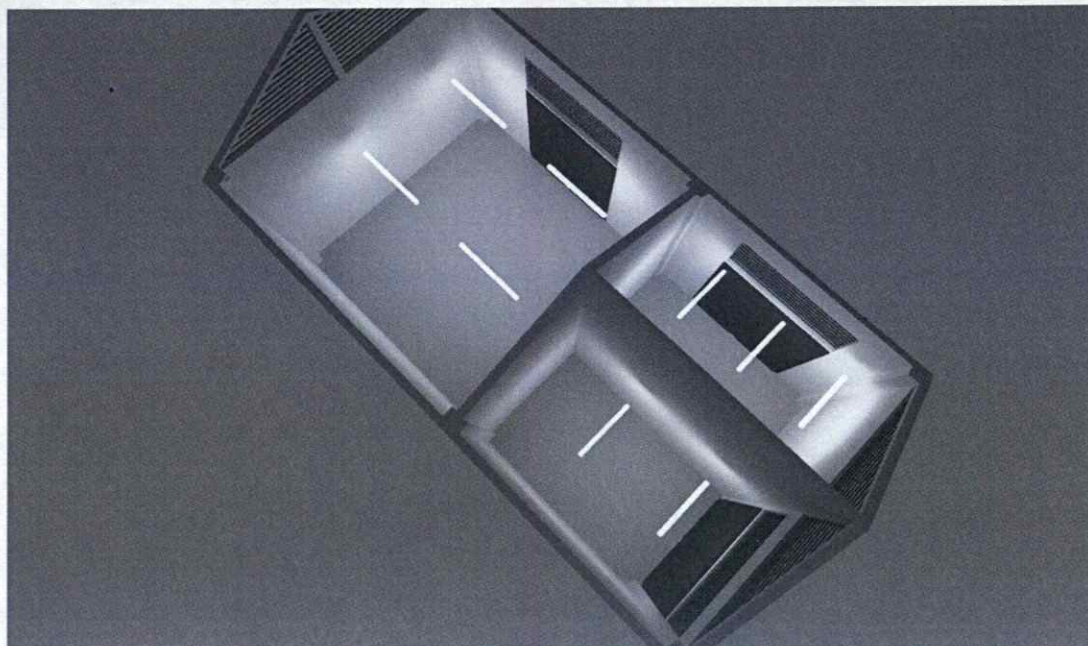
Iluminación subestación





Edificación 9

Descripción



Edificación 9 · Planta (nivel) 1

Descripción

Edificación 9 - Planta (nivel) 1 (Escena de luz 1)

Lista de locales

Banco capacitivo

P_{total} 120.0 W	A_{Local} 7.47 m ²	Potencia específica de conexión 16.06 W/m ² = 5.36 W/m ² /100 lx (Local) 19.62 W/m ² = 6.54 W/m ² /100 lx (Plano útil)	$\bar{E}_{perpendicular}$ (Plano útil) 300 lx
------------------------	------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
3	SYLVANIA		P24307 - LED HERMETICA 40W DL	40.0 W	4201 lm

Celdas

P_{total} 200.0 W	A_{Local} 19.44 m ²	Potencia específica de conexión 10.29 W/m ² = 3.08 W/m ² /100 lx (Local) 11.57 W/m ² = 3.46 W/m ² /100 lx (Plano útil)	$\bar{E}_{perpendicular}$ (Plano útil) 334 lx
------------------------	-------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
4	SYLVANIA		P24359 - LED HERMETICA 50W DL	50.0 W	5302 lm

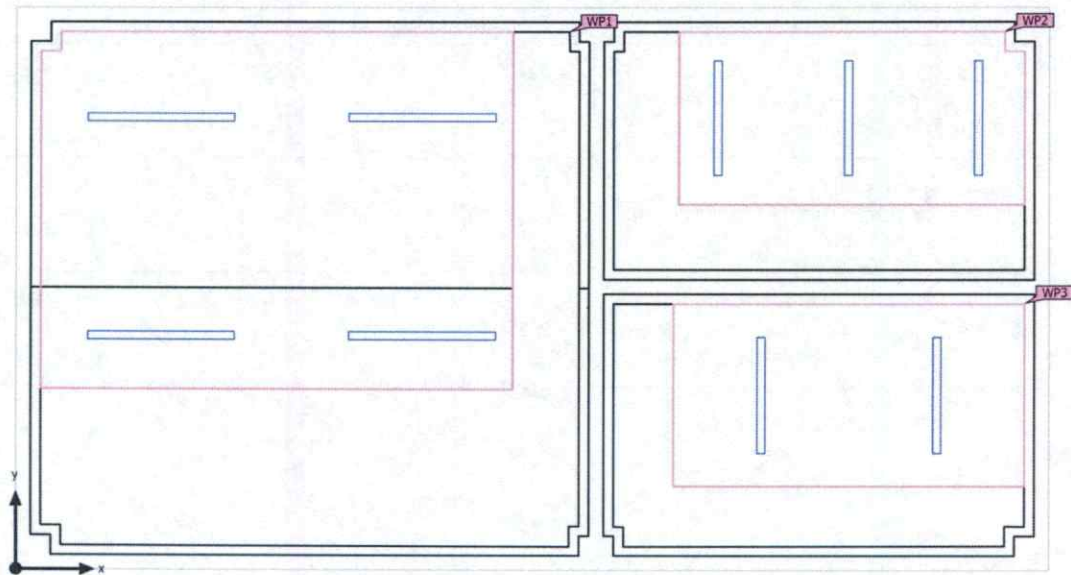
Planta de emergencia

P_{total} 80.0 W	A_{Local} 7.90 m ²	Potencia específica de conexión 10.13 W/m ² = 3.12 W/m ² /100 lx (Local) 12.20 W/m ² = 3.76 W/m ² /100 lx (Plano útil)	$\bar{E}_{perpendicular}$ (Plano útil) 324 lx
-----------------------	------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
2	SYLVANIA		P24307 - LED HERMETICA 40W DL	40.0 W	4201 lm

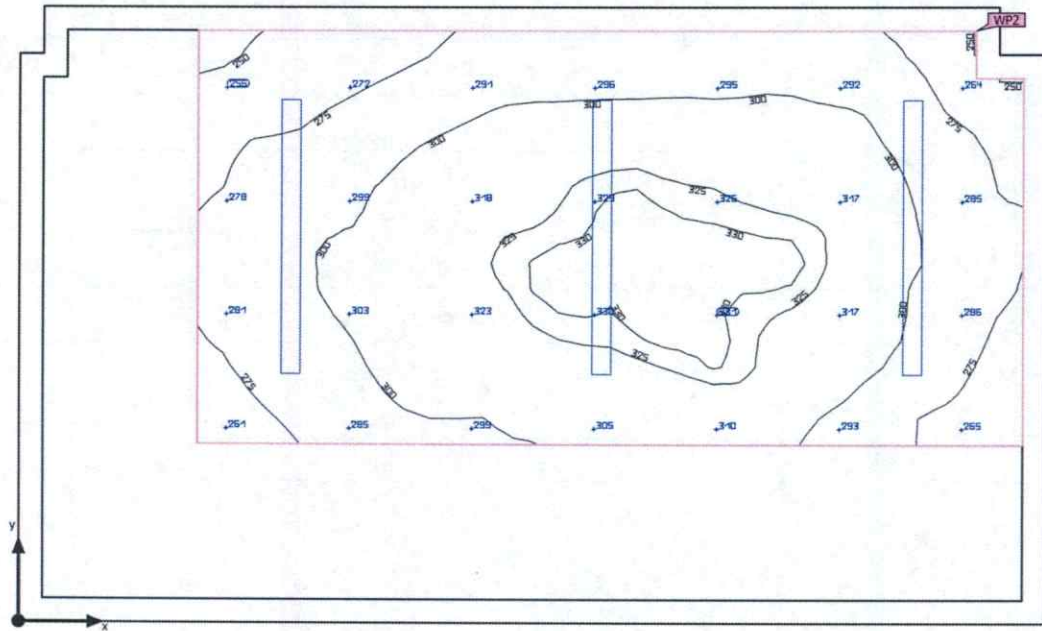
Edificación 9 - Planta (nivel) 1 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo



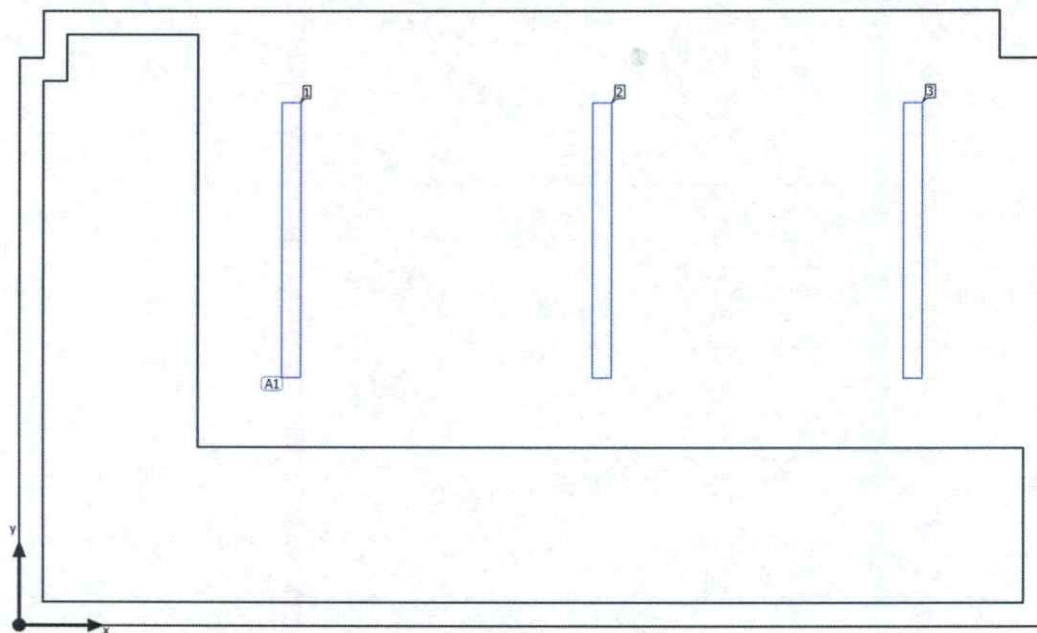
Edificación 9 · Planta (nivel) 1 · Banco capacitivo (Escena de luz 1)

Resumen



Edificación 9 - Planta (nivel) 1 - Banco capacitivo

Plano de situación de luminarias



Edificación 9 - Planta (nivel) 1 - Banco capacitivo

Lista de luminarias

Φ_{total} 12603 lm	P_{total} 120.0 W	Rendimiento lumínico 105.0 lm/W
----------------------------	------------------------	------------------------------------

Uní.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
3	SYLVANIA		P24307 - LED HERMETICA 40W DL	40.0 W	4201 lm	105.0 lm/W

Edificación 9 - Planta (nivel) 1 - Banco capacitivo (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo

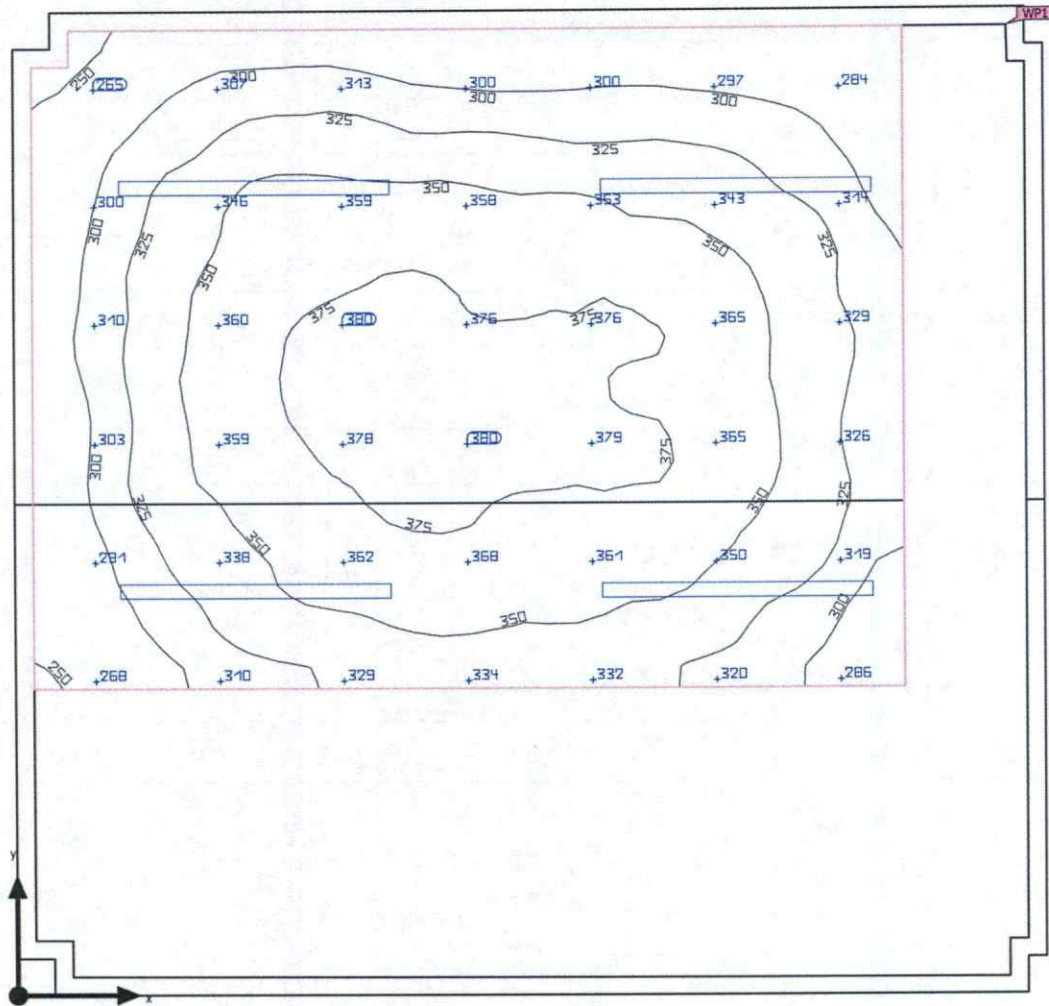
Planos útiles

Propiedades	\bar{E} (Nominal)	E_{\min}	E_{\max}	g_1	g_2	Índice
Plano útil (Banco capacitivo) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.100 m, Zona marginal: 0.100 m	300 lx (≥ 300 lx) ✓	245 lx	335 lx	0.82	0.73	■

Perfil de uso: Oficinas, Archivar, copiar, etc.

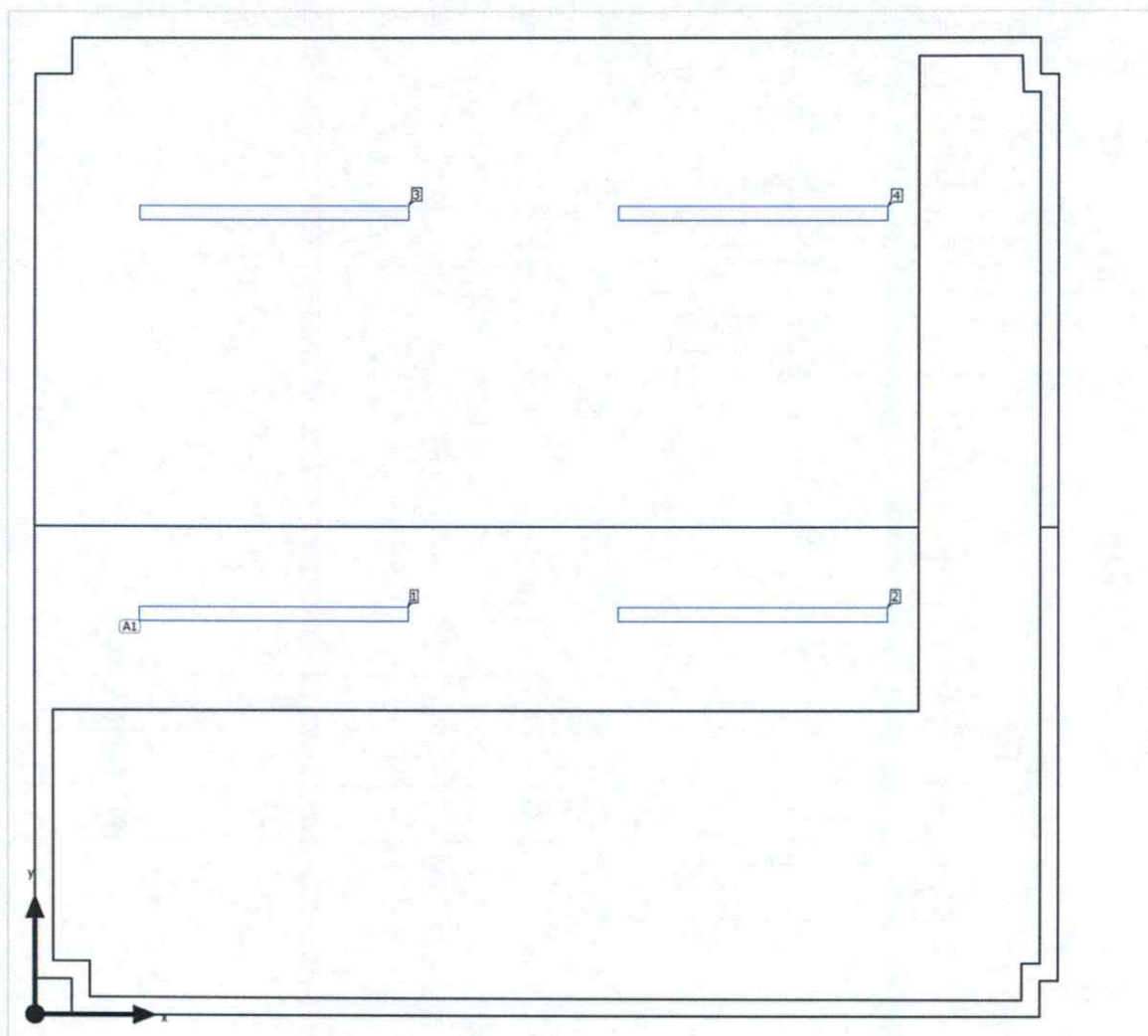
Edificación 9 · Planta (nivel) 1 · Celdas (Escena de luz 1)

Resumen



Edificación 9 - Planta (nivel) 1 - Celdas

Plano de situación de luminarias



Edificación 9 - Planta (nivel) 1 - Celdas

Lista de luminarias

Φ_{total} 21208 lm	P_{total} 200.0 W	Rendimiento lumínico 106.0 lm/W
----------------------------	------------------------	------------------------------------

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
4	SYLVANIA		P24359 - LED HERMETICA 50W DL	50.0 W	5302 lm	106.0 lm/W

Edificación: 9 · Planta (nivel) 1 · Celdas (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo

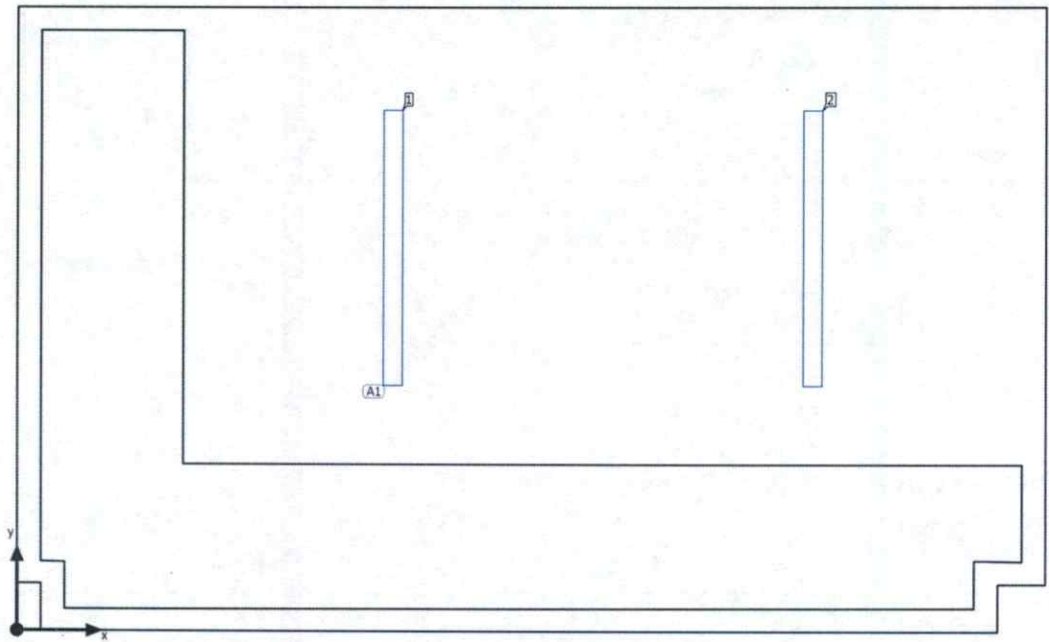
Planos útiles

Propiedades	\bar{E} (Nominal)	E_{\min}	E_{\max}	g_1	g_2	Índice
Plano útil (Celdas) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.100 m	334 lx (≥ 300 lx) ✓	238 lx	385 lx	0.71	0.62	■

Perfil de uso: Oficinas, Archivar, copiar, etc.

Edificación 9 - Planta (nivel) 1 - Planta de emergencia

Plano de situación de luminarias



Edificación 9 - Planta (nivel) 1 - Planta de emergencia

Lista de luminarias

Φ_{total} 8402 lm	P_{total} 80.0 W	Rendimiento lumínico 105.0 lm/W
---------------------------	-----------------------	------------------------------------

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
2	SYLVANIA		P24307 - LED HERMETICA 40W DL	40.0 W	4201 lm	105.0 lm/W

Edificación 9 - Planta (nivel) 1 - Planta de emergencia (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo

Planos útiles

Propiedades	\bar{E} (Nominal)	E_{\min}	E_{\max}	g_1	g_2	Índice
Plano útil (Planta de emergencia) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.100 m	324 lx (≥ 300 lx) ✓	194 lx	400 lx	0.60	0.49	■

Perfil de uso: Oficinas, Archivar, copiar, etc.

Glosario

A

A	Símbolo para una superficie en la geometría
Altura interior del local	Designación para la distancia entre el borde superior del suelo y el borde inferior del techo (para un local en su estado terminado).

Á

Área circundante	El área circundante limita directamente con el área de la tarea visual y debe contar con una anchura de al menos 0,5 m, según DIN EN 12464-1. Se encuentra a la misma altura que el área de la tarea visual.
Área de fondo	El área de fondo limita, según DIN EN 12464-1, con el área inmediatamente circundante y alcanza los límites del local. En el caso de locales grandes, el área de fondo tiene al menos 3 m de anchura. Es horizontal y se encuentra a la altura del suelo.
Área de la tarea visual	El área requerida para llevar a cabo una tarea visual según DIN EN 12464-1. La altura corresponde a la altura a la que se lleva a cabo la tarea visual.

C

CCT	<p>(ingl. correlated colour temperature)</p> <p>Temperatura del cuerpo de un proyector térmico, que se utiliza para la descripción de su color de luz. Unidad: Kelvin [K]. Entre menor sea el valor numérico, más rojo, a mayor valor numérico, más azul será el color de luz. La temperatura de color de lámparas de descarga gaseosa y semiconductores se denomina, al contrario de la temperatura de color de los proyectores térmicos, como "temperatura de color correlacionada".</p> <p>Correspondencia entre colores de luz y rangos de temperatura de color según EN 12464-1:</p> <p>Color de luz - temperatura de color [K] blanco cálido (ww) < 3.300 K blanco neutro (nw) ≥ 3.300 – 5.300 K blanco luz diurna (tw) > 5.300 K</p>
Cociente de luz diurna	<p>Relación entre la iluminancia que se alcanza en un punto en el espacio interior, debida únicamente a la incidencia de luz diurna, y la iluminancia horizontal en el espacio exterior bajo cielo abierto.</p> <p>Símbolo: D (ingl. daylight factor) Unidad: %</p>

Glosario

G

g_1	Con frecuencia también U_o (ingl. overall uniformity) Denomina la uniformidad total de la iluminancia sobre una superficie. Es el cociente de E_{min} y E_{max} y se utiliza, entre otras, en normas para la especificación de iluminación en lugares de trabajo.
g_2	Denomina en realidad la "desigualdad" de la iluminancia sobre una superficie. Es el cociente entre E_{min} y E_{max} y por lo general es relevante solo como evidencia de iluminación de emergencia según EN 1838.
Grado de reflexión	El grado de reflexión de una superficie describe qué cantidad de la luz incidente es reflejada. El grado de reflexión se define mediante la coloración de la superficie.

I

Iluminancia, adaptativa	Para la determinación de la iluminancia media adaptativa sobre una superficie, ésta se rasteriza en forma "adaptativa". En el área en que hay las mayores diferencias en iluminancia dentro de la superficie, la rasterización se hace más fina, en el área de menores diferencias, se realiza una rasterización más gruesa.
Iluminancia, horizontal	Iluminancia, calculada o medida sobre un plano horizontal (éste puede ser p.ej. una superficie de una mesa o el suelo). La iluminancia horizontal se identifica por lo general con las letras E_h .
Iluminancia, perpendicular	Iluminancia perpendicular a una superficie, medida o calculada. Este se debe considerar en superficies inclinadas. Si la superficie es horizontal o vertical, no existe diferencia entre la iluminancia perpendicular y la vertical u horizontal.
Iluminancia, vertical	Iluminancia, calculada o medida sobre un plano vertical (este puede ser p.ej. la parte frontal de una estantería). La iluminancia vertical se identifica por lo general con las letras E_v .
Intensidad lumínica	Describe la intensidad de luz en una dirección determinada (valor de emisor). La intensidad lumínica es el flujo luminoso Φ , entregado en un ángulo determinado Ω del espacio. La característica de emisión de una fuente de luz se representa gráficamente en una curva de distribución de intensidad luminosa (CDL). La intensidad lumínica es una unidad básica SI. Unidad: Candela Abreviatura: cd Símbolo: I

Glosario

O

Observador UGR	Punto de cálculo en el espacio, para el cual el DIALux determina el valor UGR. La posición y altura del punto de cálculo deben corresponder a la posición del observador típico (posición y altura de los ojos del usuario).
----------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

P

P	(ingl. power) Consumo de potencia eléctrica
	Unidad: Vatio Abreviatura: W

Plano útil	Superficie virtual de medición o de cálculo a la altura de la tarea visual, por lo general sigue la geometría del local. El plano útil puede también dotarse de una zona marginal.
------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

R

Rendimiento lumínico	Relación entre la potencia luminosa emitida Φ [lm] y la potencia eléctrica consumida P [W] Unidad: lm/W.
	Esta relación puede formarse para la lámpara o el módulo LED (rendimiento lumínico de lámpara o del módulo), para la lámpara o módulo junto con su dispositivo de control (rendimiento lumínico del sistema) y para la iluminaria completa (rendimiento lumínico de luminaria).

RMF	(ingl. room maintenance factor)/según CIE 97: 2005 Factor de mantenimiento del local, tiene en cuenta el ensuciamiento de las superficies que rodean el local en el curso de su tiempo de funcionamiento. El factor de mantenimiento del local se especifica como número decimal y puede tomar un valor máximo de 1 (sin suciedad).
-----	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

S

Superficie útil - Cociente de luz diurna	Una superficie de cálculo, dentro de la cual se calcula el cociente de luz diurna.
------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------

12. Luminarias Interiores

LED Emergencia

LED EMERG R2 3W

P23343



Luminaria LED para iluminación de emergencia, para montaje en techo o en pared, con diseño moderno y robusto. Proyección uniforme de la luz, con batería integrada para brindar más de 180 minutos de autonomía.

CARACTERÍSTICAS

Diseño compacto basado en módulos LED SMD

Chasis de color blanco con cubierta opalizada

Batería recargable y botón de prueba

Indicador de estado de batería

Conjunto óptico optimizado para mejorar la distribución de la luz.

APLICACIONES

Pasillos y escaleras

Áreas comerciales, industriales, de oficinas, e instalaciones educativas

Rutas de evacuación en interiores



180 minutos
Autonomía en emergencia



**Ultra
Confiable**



**ENCENDIDO
INSTANTANEO**

DATOS ÓPTICOS

Temperatura de color	6500K (DL)
Flujo luminoso	2X100 lm
Ángulo de apertura	120°
Reproducción de color (IRC)	>70
Potencia Spot LED	3W (2X1.5W)

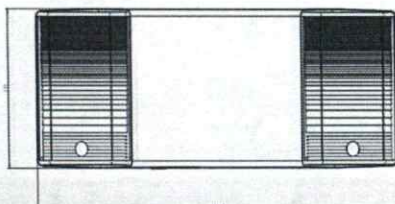
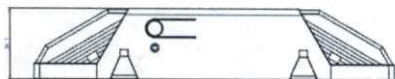
DATOS FÍSICOS

Acabado	Blanco
Grado de protección	IP20
Dimensiones (WxLxH)	301 x 131 x 59 mm
Tipo de montaje	Sobreponer
Chasis	Carcasa termo plástica
Material óptica	PMMA
Temperatura de operación	0°C ~ 40°C

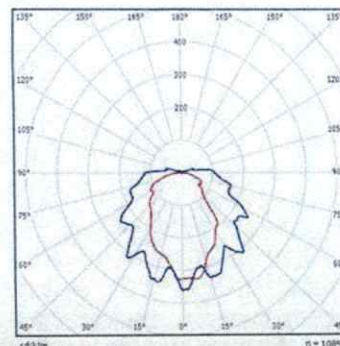
DATOS ELÉCTRICOS

Potencia de entrada	Max 3W
Tensión de operación	120-277V
Frecuencia	50/60 Hz
Corriente de entrada	Max 0.05A
Factor de potencia	0.5
Batería	Ni-MH 3.6V 1000mAH
Tiempo de carga	24 horas
Tiempo de autonomía	180 min
Ciclos carga/descarga	>400 ciclos

DIMENSIONES



FOTOMETRÍA



Las características de los productos pueden ser modificadas sin previo aviso según la evolución de la tecnología LED. 11/19

Producto Ecológico: Permite ahorrar energía comparado con productos tradicionales. Libre de mercurio.

by FEILO SYLVANIA

LED Hermética

LED HERMETICA 40W DL
P24307



Luminaria industrial tipo hermética, diseñada con LED de alta eficacia y driver independiente. Proyección uniforme de la luz, reduce los costos de consumo de energía y de mantenimiento.

CARACTERÍSTICAS

- Diseño con strip LED y difusor opalizado
- Chasis en policarbonato resistente al impacto
- Fácil mantenimiento
- Compatibilidad electromagnética bajo las normas IEC 61000, IEC 61547, IEC 62493 e IEC61326

APLICACIONES

- Bodegas y áreas de almacenamiento
- Ambientes industriales
- Estacionamientos



DATOS ÓPTICOS

Temperatura de color	6500 K (DL)
Flujo luminoso	4200 lm
Ángulo de apertura	120°
Tipo de distribución	Directa simétrica
Reproducción de color (IRC)	>80
Vida útil	50000 h L70
Eficacia	105 lm/W

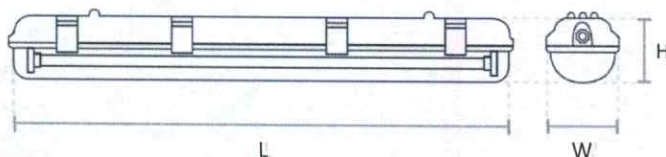
DATOS FÍSICOS

Acabado	Gris
Grado de protección IP IK	IP65 IK05
Dimensiones (LxWxH)	1176x80x70 mm
Tipo de montaje	Sobrep/Suspender
Chasis	Policarbonato
Material óptica	Difusor PC
Temperatura de operación Ta	-15°C ~ +45°C

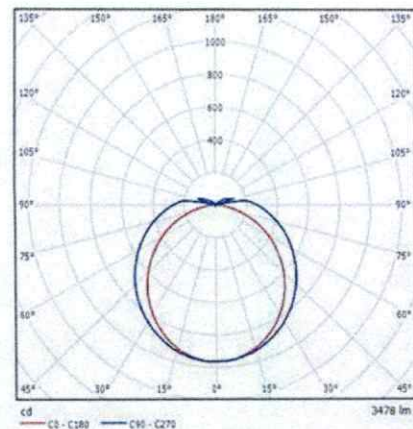
DATOS ELÉCTRICOS

Potencia de entrada	40 W
Tensión de operación	100-277 V 50/60 Hz
Corriente de entrada	0.33 A @ 120 V
Factor de potencia	>0.90
Distorsión armónica (THD)	<20%
Tipo de driver	Independiente CC
Atenuable	NO

DIMENSIONES



FOTOMETRÍA



LED Hermética

LED HERMETICA 50W DL
P24359



Luminaria industrial tipo hermética, diseñada con LED de alta eficacia y driver independiente. Proyección uniforme de la luz, reduce los costos de consumo de energía y de mantenimiento.

CARACTERÍSTICAS

- Diseño con strip LED y difusor opalizado
- Chasis en policarbonato resistente al impacto
- Fácil mantenimiento
- Compatibilidad electromagnética bajo las normas IEC 61000, IEC 61547, IEC 62493 e IEC61326

APLICACIONES

- Bodegas y áreas de almacenamiento
- Ambientes industriales
- Estacionamientos



DATOS ÓPTICOS

Temperatura de color	6500 K (DL)
Flujo luminoso	5300 lm
Ángulo de apertura	120°
Tipo de distribución	Directa simétrica
Reproducción de color (IRC)	>80
Vida útil	50000 h L70
Eficacia	106 lm/W

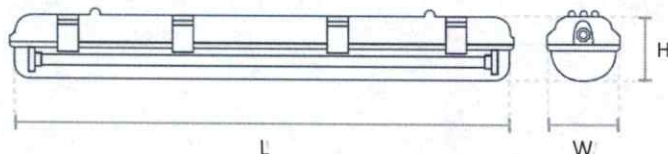
DATOS FÍSICOS

Acabado	Gris
Grado de protección IP IK	IP65 IK05
Dimensiones (LxWxH)	1476x80x70 mm
Tipo de montaje	Sobrep/Suspend
Chasis	Policarbonato
Material óptica	Difusor PC
Temperatura de operación Ta	-15°C ~ +45°C

DATOS ELÉCTRICOS

Potencia de entrada	50 W
Tensión de operación	100-277 V 50/60 Hz
Corriente de entrada	0.42 A @ 120 V
Factor de potencia	>0.90
Distorsión armónica (THD)	<20%
Tipo de driver	Independiente CC
Atenuable	NO

DIMENSIONES



FOTOMETRÍA

