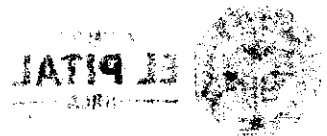




DISEÑO ELECTRICO

“CONSTRUCCION CUBIERTA POLIDEPORTIVO VEREDA EL RETIRO MUNICIPIO DE EL PITAL DEPARTAMENTO DEL HUILA”

SECRET
NO. 100-100000
100-100000



SECRET

SECRET
NO. 100-100000
100-100000

SECRET
NO. 100-100000
100-100000

SECRET
NO. 100-100000
100-100000

SECRET
NO. 100-100000
100-100000

**DISEÑOS ELECTRICOS REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCION DE CUBIERTA
AUTOPORTANTE DE LA VEREDA EL RETIRO DEL MUNICIPIO DE EL PITAL
DEPARTAMENTO DEL HUILA.**

EL PITAL – HUILA

USO FINAL

DISEÑO:

ANDRES FELIPE QUINTERO CARDONA

M.P. CL 205 31725

AGOSTO DE 2025

1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO

NOMBRE DEL PROYECTO: CONSTRUCCION CUBIERTA AUTOPORTANTE VEREDA EL RETIRO
DEL MUNICIPIO DE EL PITAL DEPARTAMENTO DEL HUILA
UBICACIÓN: VEREDA EL RETIRO - MUNICIPIO DE EL PITAL - HUILA.
TIPO DE SERVICIO: POLIDEPORTIVO RURAL
NUMERO DE TRANSFORMADORES: N.A.
CAPACIDAD TOTAL INSTALADA: 2,000KVA.
DISEÑO DE INSTALACIONES INTERNAS: SI
INGENIERO DISEÑADOR: ANDRES FELIPE QUINTERO CARDONA

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

OBJETO

Suministrar el diseño y puesta en marcha de las redes de Baja Tensión para el proyecto "CONSTRUCCION CUBIERTA AUTOPORTANTE VEREDA EL RETIRO DEL MUNICIPIO DE EL PITAL DEPARTAMENTO DEL HUILA", este proyecto se encuentra diseñado bajo normativa RETIE 2024, norma NTC 2050, normas ELECTROHUILA y demás que apliquen a este diseño.

LÍNEA DE ALIMENTACIÓN:

La alimentación se realiza para el transformador existente y del nodo eléctrico existente en baja tensión.

TIPO DE PROYECTO:

Redes de distribución de baja tensión.

TIPO DE USUARIO:

Polideportivo rural.

3. DISEÑO DETALLADO

a. ANALISIS DE RIESGO DE ORIGEN ELECTRICO Y MEDIDAS PARA MITIGARLOS.

Manejo de Riesgos Eléctricos

La Resolución No. 40117 de abril 3 de 2024 por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE orientado a garantizar la protección de la vida de las personas contra los riesgos que puedan provenir de los bienes y servicios relacionados con la energía eléctrica, en el Artículo 9.2 pretende evaluar los riesgos de origen eléctrico para que el constructor de la obra tome las medidas necesarias para evitar que tales riesgos se materialicen en incidentes o accidentes; tal que:

Anexo General Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

COLOR	NIVEL DE RIESGO	DECISIONES A TOMAR Y CONTROL	PARA EJECUTAR LOS TRABAJOS
	MUY ALTO	Inadmisible para trabajar: Hay que eliminar fuentes potenciales, hacer reingeniería o minimizarlo y volver a valorarlo en grupo, hasta reducirlo. Requiere permiso especial de trabajo.	Buscar procedimientos alternativos si se decide hacer el trabajo. La alta dirección participa y aprueba el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y autoriza su realización mediante un Permiso Especial de Trabajo. (PES).
	ALTO	Minimizarlo: Buscar alternativas que presenten menor riesgo. Demostrar cómo se va a controlar el riesgo, aislar con barreras o distancia, usar EPP. Requiere permiso especial de trabajo.	El jefe o supervisor del área involucrada, aprueba el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y el Permiso de Trabajo (PT) presentados por el líder a cargo del trabajo.
	MEDIO	Aceptarlo: Aplicar los sistemas de control (minimizar, aislar, suministrar EPP, procedimientos, protocolos, lista de verificación, usar EPP). Requiere permiso de trabajo.	El líder del grupo de trabajo diligencia el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y el jefe de área aprueba el Permiso de Trabajo (PT) según procedimiento establecido.
	BAJO	Asumirlo: Hacer control administrativo rutinario. Seguir los procedimientos establecidos. Utilizar EPP.	El líder de trabajo debe verificar:

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

RETIE: TABLA 9.4 Decisiones y acciones para controlar el riesgo

FACTOR DE RIESGO POR ARCOS ELÉCTRICOS

POSIBLES CAUSAS: En el desarrollo de la instalación eléctrica se pueden presentar quemaduras eléctricas por malos contacto, cortocircuitos.
MEDIDAS DE PROTECCIÓN: UTILIZAR 5 REGLAS DE ORO Y ESTABLECER PROCEDIMIENTOS DE EJECUCION.

RIESGO A EVALUAR:	Electrocución o quemadura		Por		Arcos Eléctricos		(al) o (en)		TRABAJOS DE CONEXIÓN Y PRUEBAS	
	EVENTO O EFECTO				FACTOR DE RIESGO (CAUSA)		FUENTE			
	POTENCIAL x				REAL		FRECUENCIA			
C O N S E C U E N C I A S	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	Suced e varias veces al año en la Empresa	Suced e varias veces al mes en la Empresa
	Una o más muertes E5	Daño grave en infraestructura Interrupción regional.	Contaminación irreparable.	Internacional	5	MEDIO	ALTO			
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores, salida de subestación	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	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 E2	Efecto menor	Local E2	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
Sin efecto E1				1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO
Evaluador: ANDRES FELIPE QUINTERO MP:					CL 20531725 FECHA: AGOSTO 2025				

RETIE: TABLA 9.3 Matriz para análisis de riesgos

FACTOR DE RIESGO POR CONTACTO INDIRECTO

POSIBLES CAUSAS: En el desarrollo de la instalación eléctrica de baja tensión se puede presentar electrocución por fallas de aislamiento, por falta de conductor de puesta a tierra o quemaduras por inducción al violar distancias de seguridad.
MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Establecer distancias de seguridad, utilizar elementos de protección personal, instalar puestas a tierra sólidas, hacer mantenimiento preventivo y correctivo.

RIESGO A EVALUAR:	Quemaduras	por	Contacto Indirecto	(al) o (en)	RED PRIMARIA Y SECUNDARIA
	EVENTO O EFECTO	FACTOR DE RIESGO (CAUSA)			FUENTE
POTENCIAL	X		REAL		FRECUENCIA

C O N S E C U E N C I A	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	Suced e varias veces al año en la Empresa	Suced e varias veces al mes en la Empresa
	Una o más muertes E5	Daño grave en infraestructura. Interrupción regional.	Contaminación irreparable.	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores, salida de subestación	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Incapacidad	Daños severos.		Regional	3			MEDIO		ALTO

S	temporal (> 1 día)	Interrupción Temporal	Contaminación localizada			BAJO	MEDIO		MEDIO	
	Lesión menor (sin incapacidad)	Daños importantes: Interrupción breve E2	Efecto menor	Local E2	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves, No Interrupción	Sin efecto E1	intermedio	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO
Evaluador: ANDRES FELIPE QUINTERO					MP:	CL 20531725	FECHA: AGOSTO 2025			

RETIE: TABLA 9.3 Matriz para análisis de riesgos

672

515

FACTOR DE RIESGO POR CORTOCIRCUITO

POSIBLES CAUSAS: En el desarrollo de la instalación eléctrica de baja tensión se puede presentar electrocución por fallas de aislamiento, por falta de conductor de puesta a tierra o quemaduras por inducción al violar distancias de seguridad.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Establecer distancias de seguridad, utilizar elementos de protección personal, instalar puestas a tierra sólidas, hacer mantenimiento preventivo y correctivo.

RIESGO A EVALUAR:	Quemaduras por Cortocircuitos (al) o (en) RED SECUNDARIA 214/123 V									
	EVENTO O EFECTO		FACTOR DE RIESGO (CAUSA)		FUENTE					
POTENCIAL ☒			REAL ☐		FRECUENCIA					
C O N S E C U E N C I A	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	Suced e varias veces al año en la Empresa	Suced e varias veces al mes en la Empresa
	Una o más muertes	Daño grave en infraestructura. Interrupción regional.	Contaminación irreparable.	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO
	Incapacidad parcial permanente E4	Daños mayores, salida de subestación	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	
A	Incapacidad	Daños severos.		Regional	3	BAJO		MEDIO		ALTO

RETIE: TABLA 9.3 Matriz para análisis de riesgos

Evaluador:		ANDRES FELIPE QUINTERO		MP:		CL 20531725		FECHA: AGOSTO 2025	
S	temporal (> 1 día)	Interrupción Temporal	Contaminación localizada	Efecto menor	Local	2	BAJO	BAJO	MEDIO
	Lesión menor (sin incapacidad)	Daños importantes breve F2	Efecto menor						
	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves, No Interrupción	Sin efecto menor	1	MUY BAJO	1	BAJO	BAJO	MEDIO

FACTOR DE RIESGO POR RAYOS

POSIBLES CAUSAS: En el desarrollo de la instalación eléctrica de baja tensión se puede presentar electrocución por fallas de aislamiento, por falta de conductor de puesta a tierra o quemaduras por inducción al violar distancias de seguridad.
MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Detener trabajos en momentos con probabilidad de lluvia, Instalar puestas a tierras sólidas, equipotencialización.

RIESGO A EVALUAR:		Quemaduras, Electrocución	por	Rayos	(al) o (en)	Sistema de puesta a tierra
		EVENTO O EFECTO				FACTORES DE RIESGO (CAUSA)
POTENCIAL		☒		REAL		FRECUENCIA
C O N S E C U E N C I A	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa	5	ALTO
	Una o más muertes	Daño grave en infraestructura. Interrupción regional.	Contaminación irreparable.	Internacional	5	ALTO
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores, salida de subestación	Contaminación mayor	Nacional	4	ALTO
	Incapacidad	Daños severos.		Regional	3	ALTO

S	temporal (> 1 día)	Interrupción Temporal	Contaminación localizada			MEDIO		MEDIO	
	Lesión menor (sin incapacidad)	Daños importantes Interrupción breve, E2	Efecto menor	Local	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO
	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves, No Interrupción	Sin efecto	Interna	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO
Evaluador: ANDRES FELIPE QUINTERO					MP:	CL 20531725	FECHA:	AGOSTO 2025	

RETIE: TABLA 9.3 Matriz para análisis de riesgos

FACTOR DE RIESGO POR SOBRECARGA

POSIBLES CAUSAS: En las instalaciones eléctricas de baja tensión se pueden presentar incendios, daños a equipos, por corrientes nominales superiores de los equipos y conductores, instalaciones que no cumplen con normas técnicas y conexiones flojas.
MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Usar interruptores automáticos, dimensionamiento técnico de conductores y equipos.

RIESGO A EVALUAR:	Incendio por Sobrecarga (al) o (en) Conductores, equipos y/o red secundaria										
	EVENTO O EFECTO					FACTOR DE RIESGO (CAUSA)					FUENTE
	POTENCIAL ☒					REAL ☐					FRECUENCIA
CONSECUENCIA	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	Suced e varias veces al año en la Empresa	Suced e varias veces al mes en la Empresa	
	Una o más muertes	Daño grave en infraestructura. Interrupción regional.	Contaminación irreparable.	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO		
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores, salida de subestación	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	
A	Incapacidad	Daños severos.		Regional	3	BAJO		MEDIO		ALTO	

S	temporal (> 1 día)	Interrupción Temporal	Contaminación localizada			MEDIO		MEDIO	
	Lesión menor (sin incapacidad)	Daños importantes Interrupción breve, E2	Efecto menor	Local	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO
	Morbilidad funcional (afectación permanente) E1	Daños leves, No Interrupción	Sin efectos E1	Interna E1	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO
Evaluador: ANDRES FELIPE QUINTERO					MP:	CL 20531725	FECHA:	AGOSTO 2025	

RETIE: TABLA 9.3 Matriz para análisis de riesgos

FACTOR DE RIESGO POR TENSIÓN DE CONTACTO

POSIBLES CAUSAS: En el desarrollo de la instalación eléctrica de baja tensión se pueden presentar electrocución por falta de aislamiento en conductores y fallas a tierra.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Hacer puestas a tierra de baja resistencia y equipotencializar.

RIESGO A EVALUAR:	Electrocución por Tensión de contacto (al) o (en) Conductores y equipos				FACTOR DE RIESGO (CAUSA)					FUENTE				
	EVENTO O EFECTO													
POTENCIAL ☒					REAL ☐					FRECUENCIA				
C O N S E C U E N C I A	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	Suced e varias veces al año en la Empresa	Suced e varias veces al mes en la Empresa				
	Una o más muertes	Daño grave en infraestructura. Interrupción regional.	Contaminación irreparable.	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO					
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores, salida de subestación	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO				
	Incapacidad	Daños severos.		Regional	3	BAJO		MEDIO		ALTO				

S	temporal (> 1 día)	Interrupción Temporal	Contamina ción localizada			MEDI O		MEDI O	
	Lesión menor (sin incapacida ción) E2	Daños importantes Interrupción breve E2	Efecto menor	Local	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO
	Molestia funcional (afecta rendimien to laboral)	Daños leves, No Interrupción	Sin efecto (E1)	Interna (E1)	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO
Evaluador: ANDRES FELIPE QUINTERO					MP:	CL 20531725	FECHA:	AGOSTO 2025	

RETIE: TABLA 9.3 Matriz para análisis de riesgos

FACTOR DE RIESGO POR TENSIÓN DE PASO

POSIBLES CAUSAS: En el desarrollo de la instalación eléctrica interna y externas de baja tensión se pueden presentar electrocución por falla de aislamiento en conductores y fallas a tierra.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Hacer puestas a tierra de baja resistencia y equipotencializar.

RIESGO A EVALUAR:	Electrocución por Tensión de paso (al) o (en) Conductores y equipos									
	FACTOR DE RIESGO (CAUSA)									
	EVENTO O EFECTO									
POTENCIAL ☒ REAL ☐										
FRECUENCIA										
C O N S E C U E N C I A	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
	Una o más muertes	Daño grave en infraestructura Interrupción regional.	Contaminación irreparable.	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores, salida de subestación	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Incapacidad	Daños severos.		Regional	3	BAJO		MEDIO	MEDIO	ALTO

S	temporal (> 1 día)	Interrupción Temporal	Contaminación localizada			MEDIO			
	Lesión menor (sin incapacidad) E2	Daños importantes Interrupción breve. E2	Efecto menor	Local	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO
	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves, No Interrupción	Sin efecto	Interno E1	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO
Evaluador: ANDRES FELIPE QUINTERO					MP:	CL 20531725	FECHA:	AGOSTO 2025	

RETIE: TABLA 9.3 Matriz para análisis de riesgos.

FACTOR DE RIESGO POR ELECTRICIDAD ESTÁTICA

POSIBLES CAUSAS: En el desarrollo de la instalación eléctrica interna y externas de baja tensión se pueden presentar electrocución por falla de aislamiento en conductores y fallas a tierra.
MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Hacer puestas a tierra de baja resistencia y equipotencializar.

RIESGO A EVALUAR:	Electrocución		por		Electricidad estática		(al) o (en)		Ambiente o manipulación de equipos					
	EVENTO O EFECTO					FACTOR DE RIESGO (CAUSA)		FUENTE						
	POTENCIAL X					REAL					FRECUENCIA			
CONSECUENCIA	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	Suced e varias veces al año en la Empresa	Suced e varias veces al mes en la Empresa				
	Una o más muertes	Daño grave en infraestructura Interrupción regional.	Contaminación irreparable.	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO					
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores, salida de subestación	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO				

S	Incapacidad temporal (> 1 día)	Daños severos. Interrupción Temporal	Contaminación localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Lesión menor (sin incapacidad) E2	Daños importantes Interrupción breve. E2	Efecto menor	Local	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	No afecta funcionalidad (sin disminución de actividad) E1	Daños leves. No Interrupción E1	Sin efecto E1	Interna	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO
Evaluador: <u>ANDRES FELIPE QUINTERO</u>					MP: <u>CL 20531725</u> FECHA: <u>AGOSTO 2025</u>					

b. ANALISIS DE RIESGOS POR DESCARGAS ELECTRICAS ATMOSFERICAS (RAYOS) Y MEDIDAS DE PROTECCION.

Se realiza el análisis de riesgos por descargas mediante el software riesgo.exe en el cual se implementan las características y arroja el análisis de riesgo en el cual indica si es necesario o como para nuestro caso el cual indica que es necesario; se anexan los pantallazos del software de los resultados obtenidos.

Cálculo del índice de riesgo

El programa sirve para realizar un cálculo de riesgo, diseño y selección de un sistema de protección contra el rayo.
En el caso de elegir la protección contra el rayo mediante pararrayes con dispositivos de estado PDC, el diseño se realiza con la norma UNE 21106 / NF 17192 / NF 4426. Si se elige protección mediante mallas y puntas, el diseño se realiza con la norma IEC 62305.

Empresa: [Campo vacío]

Proyecto: [Campo vacío]

Datos generales:

Cálculo de riesgo:

Ubicación de edificios:

Ubicación de pararrayes:

Protección externa:

Protección interna:

Medidas:

Salida predefinida:

Datos de diseño:

Exportar:

Impresión:

Mostrar:

Botones de navegación:

Datos del proyecto:

País	Ciudad	Código postal	Nombre del edificio
CO	BOGOTÁ	110000	SEDE EL CAUCHAL
CO	BOGOTÁ	110000	SEDE EL RETIRO
CO	BOGOTÁ	110000	EL PITAL
CO	BOGOTÁ	110000	PUJILA
CO	BOGOTÁ	110000	COLOMBIA

Cálculo del índice de riesgo

Datos del proyecto

Empresa: [Campo vacío]

Proyecto: [Campo vacío]

Datos generales:

Cálculo de riesgo:

Ubicación de edificios:

Ubicación de pararrayes:

Protección externa:

Protección interna:

Medidas:

Salida predefinida:

Datos de diseño:

Exportar:

Impresión:

Mostrar:

Botones de navegación:

Datos del proyecto:

País	Ciudad	Código postal	Nombre del edificio
CO	BOGOTÁ	110000	SEDE EL CAUCHAL
CO	BOGOTÁ	110000	SEDE EL RETIRO
CO	BOGOTÁ	110000	EL PITAL
CO	BOGOTÁ	110000	PUJILA
CO	BOGOTÁ	110000	COLOMBIA

Condiciones de la edificación

Cálculo del índice de riesgo

Nombre del edificio: _____ Logo: _____ Fecha: _____ Año: _____ POC: _____

Nombre del edificio: _____

DETERMINACIÓN DE LA NECESIDAD DE PROTECCIÓN SEGÚN LA NORMA UNE EN 62305-2

Ex	Nombre	Riesgo de daños a personas	Riesgo de pérdida de información	Riesgo de pérdida de servicios públicos	Riesgo de pérdida de patrimonio	Riesgo de pérdida económica	Nivel de instalación SEP/CP	Idioma de protección	Nivel de instalación SEP/CP	Tipo SEP/CP

ELECCIÓN DE LA TECNOLOGÍA DE PROTECCIÓN

La protección se realizará mediante: ☒ SEP/CP ☐ SEP/CP + Sistema externo de protección contra el rayo

En el apartado 'Proyecto' indicar si se trata de una obra nueva.

NIVEL DE PROTECCIÓN
Nivel de protección: Consultar

Resultados obtenidos

CONCLUSIÓN

De acuerdo con los resultados obtenidos es necesario tomar medidas de protección adicionales, al ya contemplado de sistema de puesta a tierra, para lo cual se proyecta sistema de protección contra rayos.

Se presenta diseño de sistema SIPRA. (VER PLANOS)

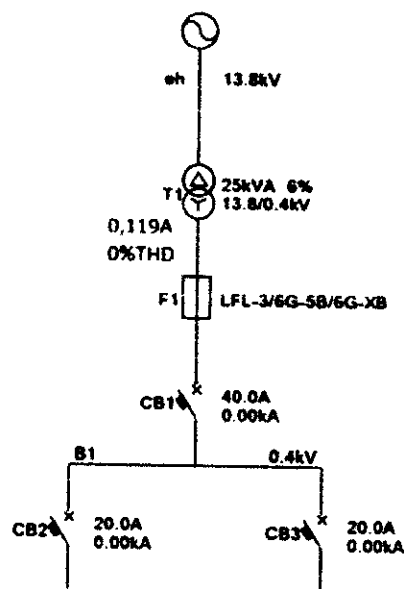
c. ANÁLISIS Y CUADROS DE CARGA INICIALES Y FUTURAS, INCLUYENDO ANÁLISIS DE FACTOR DE POTENCIA Y ARMÓNICOS.

Para este proyecto se realiza la acometida a la red de baja tensión de la cual se conectará el polideportivo, para lo cual se tiene un factor de carga de 1,600 kVA.

TABLERO DE DISTRIBUCION POLIDEPORTIVO

CTOS	LUMINARIA REFLECTOR 200W	TOMA NORMAL 110V	TOMA GFCI 110V	TOTAL VA	AMP	PROT	CALIBRE	DIAMETRO
1-3	5			1000	4,54	2x20	12	3/4"
2-4	5			1000	4,54	2x20	12	3/4"
TOTAL	10		-	2000	9,08	2X40	8	1"

Para el polideportivo se proyecta satisfacer la demanda de este el cual se conectará al tablero parcial de 208V y este se alimenta con la red de distribución en baja tensión existente y se proyecta un equipo de medida en baja tensión.



En el Anexo 1 se muestra el Cuadro de Carga con su regulación y los parámetros definidos según la NTC 2050- art. 220-11.

Se hace análisis de armónicos como se indica en la norma IEC 60364-5-52 (artículos 523, 524 y Anexo E), dando una Distorsión Armónica Total de Voltaje, THDV de 0.0% para el transformador existente como se observa en la simulación figura anterior. El resultado se encuentra por debajo del 5% lo cual indica que es una situación normal, sin riesgos de funcionamiento incorrecto en los equipos o elementos que conforman el sistema.

d. COORDINACIÓN DE AISLAMIENTO ELÉCTRICO

Para una adecuada coordinación de aislamiento, antes que nada, se dispone del artículo 25.6 del RETIE 2013 en el cual se establece que para redes de distribución se deben cumplir los requerimientos de aislamiento de las partes energizadas, para evitar contactos, tanto por disminución en las distancias de seguridad cuando el aislamiento es el aire o por deficiencias o insuficiencias de materiales aislantes.

Para el proceso de determinación de los niveles de aislamiento en los diversos componentes de una red de distribución se hace necesario realizar previamente una coordinación de aislamiento, como lo expresan las Normas IEC-60071-1 y IEC 60071-2. Comprende la selección de la soportabilidad o resistencia dieléctrica de un equipo y su aplicación en relación con las tensiones que pueden aparecer en el sistema en el cual el equipo será utilizado, teniendo en cuenta las características de los dispositivos de protección disponibles, de tal manera que se reduzca a niveles económicos y operacionalmente aceptables la probabilidad de que los esfuerzos de tensión resultantes impuestos en el equipo causen daño al aislamiento o afecten la continuidad del servicio.

Evaluación del sistema de protección Interno

Para evitar que chispas, arcos eléctricos o cortocircuitos que puedan ser originados por sobretensiones transitorias ya sea por impacto directo de rayo, o en sus acometidas de servicios, al igual que por tensiones inducidas por impactos indirectos o lejanos que puedan generar incendios, explosiones o sobretensiones que pongan en riesgo vidas humanas, se hace equipotencialización de la acometida principal y circuito ramales del tablero de circuitos con la tierra. Por lo tanto, los equipos de uso final expuestos están de acuerdo a los principios de coordinación de aislamientos y soportan la tensión de impulso (BIL) según la tabla extraída de la NTC 4552.

Nivel de tensión de operación del los equipos V	BIL requerido en (Kv)	
	TABLEROS, INTERRUPTORES, CABLES	ELECTRODOMESTICOS, HERRAMIENTAS PORTATILES
	III	II
127-220; 120/208	2,5	1,5
254/440; 277/480	4	2,5

Para este caso no se usa un sistema de protección adicional debido que las cargas a utilizar son de iluminación, tableros y conductores los cuales tienen un BIL requerido de 2,5 a una tensión 120/208 V, de igual forma hay una interconexión al SPT.

IEC 60364-4-443-4: Elección del equipo para la instalación. Esta sección sirve de ayuda en la elección del nivel de protección Up del limitador de sobretensiones en función de las cargas que se van a proteger.

La tensión residual nominal de los dispositivos de protección no debe ser superior al valor en la categoría II de tensión máxima soportada a impulsos.

Tensión nominal Redes trifásicas	Redes monofásicas	Nivel prescrito de sobretensiones transitorias (kV)			
		Materiales en el origen de la instalación (categoría IV)	Materiales en distribución y circuitos terminales (categoría III)	Aparatos de utilización (categoría II)	Materiales específicamente protegidos (categoría I)
230/440	230	6	4	2,5	1,5
400/690	-	8	6	4	2,5
1.000	-	8	6	4	2,5

Niveles de sobretensiones para diferentes materiales según IEC 60364.

Para este caso la protección $U_p = 6$ CATEGORIA III

Ahora debe elegirse el interruptor automático de desconexión adecuado en la siguiente tabla:

Corriente máxima de des carga I_{max}	Automático de desconexión	
	Especificación	Curva
8kA	20 A	C
20kA	25 A	C
40kA	40 A	C
65kA	50 A	C

Se elige un automático de desconexión de 40KA.

Para nuestro caso las redes de distribución deben ser realizadas con conductor con bajo contenido de halógenos el cual será instalado en tubería metálica y fue utilizado conductor con aislamiento AWG HF FR LS el cual es adecuado para este tipo de instalaciones.

e. ANÁLISIS DE CORTOCIRCUITO Y FALLA A TIERRA.

La tierra que se instaló en las instalaciones está debidamente instalada y cada una de las cajillas y a lo largo de las instalaciones tienen línea a tierra con su debida varilla de cobre con su cajilla de inspección.

Calculo de corriente de corto circuito

Tension del sistema: 0,208 kV
Lugar: Barra 208

Impedancias del sistema

Equipo	R	X
Red	1,612	6,469
Cable	0,374	0,270

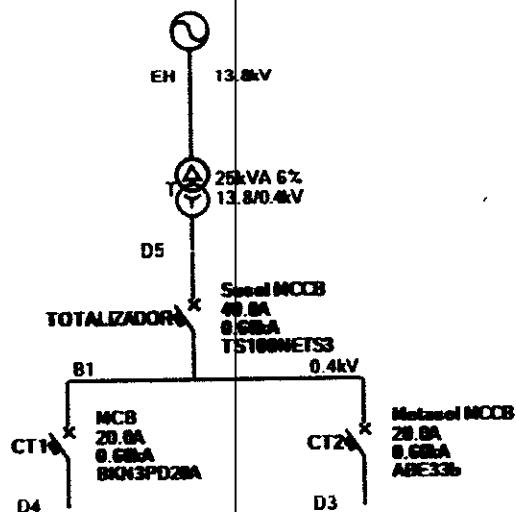
Total

$R_t = 1,9855 \Omega$
 $X_t = 6,7390 \Omega$
 $Z_t = 7,0254 \Omega$

$I_{cc} = 0,02 \text{ kA sim}$
 $R/X = 0,29$
Factor K = 1,40 IEC60909
 $I_{cc} \text{ asimétrica} = 0,03 \text{ kA asim}$

Método Explicado en:

De Metz-Noblat, B. Cálculo de corrientes de cortocircuito (Cuaderno Técnico nº 158)
Barcelona: Schneider, 2000



En la figura anterior se observan las corrientes de cortocircuito y asimétricas respectivamente a (208/120V). Estas corrientes nos ayudarán a analizar los riesgos que se pueden desarrollar al realizar el mantenimiento de la puesta a tierra y el peligro de que suceda un corto para tomar decisiones para mitigar sobretensiones. Con el cálculo de la corriente asimétrica, se

seleccionan los interruptores termomagnéticos a instalar de tal forma que soporten dicha corriente.

Para nuestro caso es importante indicar que el sistema es bifásico trifilar es por ello que las fallas originadas son monofásicas y se trabaja con la corriente asimétrica.

F. ANALISIS DEL NIVEL TENSION REQUERIDO.

Según artículo 12 del RETIE, de acuerdo con la carga instalada, nivel de tensión que abarca el presente proyecto corresponde a 208 - 120 V para redes de baja tensión.

MEMORIAS DE CALCULO NIVEL DE TENSION Y TIPO DE SERVICIO																		
D A T O S	1. CARGA INSTALADA (kVA)			2,000 KVA														
	2. RANGO DE TENSION A UTILIZAR SUGERIDO POR EL OPERADOR DE RED			BAJA (acometida)			MEDIA A 13.2 kV (transformador)			MEDIA A 34.5 kV			ALTA 115 Kv o mayor					
				Hasta 5 kVA	Hasta 9 kVA	Hasta 20 kVA	Hasta 50 kVA	Hasta 499 kVA	500 a 5000 kVA	Mayor a 5000 kVA								
				Monofásico	Trifilar	Trifásico	Monofásico	Trifásico	Trifásico	Trifásico								
					X													
	3. TIPO DE SERVICIO			RESIDENCIAL			INSTITUCIONAL				INDUSTRIAL							
				BAJA TENSION (V)			MEDIA TENSION (kV)		BAJA TENSION (V)			MEDIA TENSION (kV)		BAJA TENSION (V)			MEDIA TENSION (kV)	
				120	208	240	13.2	34.5	120	208	240	13.2	34.5	220	380	440	13.2	34.5
				X	X													
	DESCRIPCIÓN EQUIPOS DE MEDICIÓN			MEDIDOR DE ENERGÍA			CT'S				PT'S							
DIRECTO				N.A.				N.A.										
OBSERVACIONES																		

El nivel de tensión dado por el operador de red es de 120/208 V, y para el usuario final se determina un voltaje de 208-120V el cual es apropiado para el funcionamiento de las instalaciones.

G. CÁLCULO DE CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS.

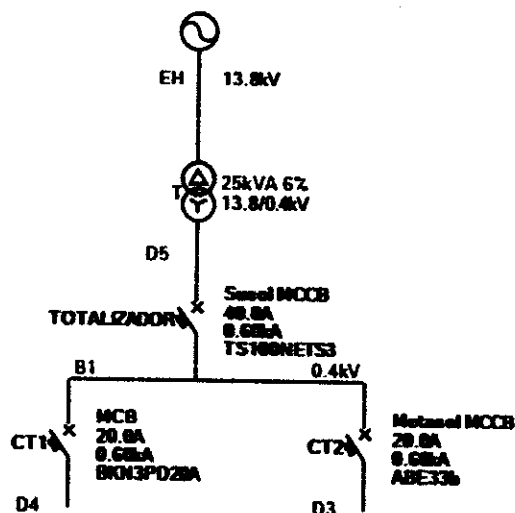
Este cálculo no aplica para el proyecto: En el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE, en el artículo 14.4 cálculo y medición de campos electromagnéticos menciona que " Los diseños de líneas o subestaciones de tensión superior a 57,5 kV, en zonas donde se tengan en las cercanías edificaciones ya construidas, deben incluir un análisis del campo electromagnético en los lugares donde se vaya a tener la presencia de personas". Partiendo de lo anterior y teniendo en cuenta que el nivel de tensión del proyecto está en la categoría de 208/120 V se concluye que no es necesario realizar el cálculo en mención, además la instalación eléctrica del diseño es de uso final y solo tendrá niveles de tensión de baja tensión como se nombra anteriormente.

H. CÁLCULO DE TRANSFORMADORES INCLUYENDO LOS EFECTOS DE LOS ARMÓNICOS Y FACTOR DE POTENCIA EN LA CARGA.

Para este proyecto se realiza la red de baja tensión para la iluminación de un polideportivo tipo con una carga de 1600VA. Se deberá instalar la carga al transformador existente el cual cuenta con la capacidad suficiente para dar suministro al polideportivo.

TABLERO DE DISTRIBUCION POLIDEPORTIVO

CTOS	LUMINARIA REFLECTOR 200W	TOMA NORMAL 110V	TOMA GFCI 110V	TOTAL VA	AMP	PROT	CALIBRE	DIAMETRO
1-3	4			800	3,63	2x30	10	3/4"
2-4	4			800	3,63	2x30	10	3/4"
TOTAL	8		-	1600	7,12	2X40	8	1"



En el Anexo 1 se muestra el Cuadro de Carga con su regulación y los parámetros definidos según la NTC 2050- art. 220-11.

Se hace análisis de armónicos como se indica en la norma IEC 60364-5-52 (artículos 523, 524 y Anexo E), dando una Distorsión Armónica Total de Voltaje, THDv de 0.0% para el transformador existente como se observa en la simulación figura anterior. El resultado se encuentra por debajo del 5% lo cual indica que es una situación normal, sin riesgos de funcionamiento incorrecto en los equipos o elementos que conforman el sistema.

I. CÁLCULO DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA.

Acorde a los requerimientos del RETIE 2013, todos los electrodos o varillas de puesta a tierra deben tener una longitud no menor a 2,4m (2400mm) y pueden ser en una amplia variedad de configuraciones, para los cálculos específicos de la instalación se tiene como objetivo los valores establecidos en la Tabla 15.4 Valores de referencia para resistencia de puesta a tierra, según el diseño se debe llegar a una resistencia de puesta a tierra de 25Ω (punto neutro de acometida en baja tensión). Para nuestro caso se realiza mediante la instalación de una varilla de cobre de 2,4m en la acometida principal del polideportivo y en todas las instalaciones internas se tiene un sistema de tierra adecuado en calibre No. 12.

Cálculo de la Malla de Puntos a Tierra **Basado en la norma IEEE 80-2000 IEEE Guide for Safety in AC Substation Grounding**

DATOS DEL TERRENO	
Resistividad equivalente del terreno ρ	$\Omega \cdot m$ 90.00
Resistividad Capa Superficial ρ_s	$\Omega \cdot m$ 1800
Profundidad de la Malla h	m 0.5
Espesor Capa Superficial h_s	m 0.3

DATOS DE CONEXIÓN (Considerar de Red)	
Corriente de Falla Monofásica I_f	Ka 0.38
Tiempo de Despeje de la Falla t_f	seg 0.15

GEOMETRÍA DE MALLA	
INGRESE # DE ELECTRODOS N	- 1
INGRESE LONGITUD CONDUCTOR ENTERRADO L_c	m 2.5
INGRESE RADIO DE ANILLO r	m 0.38
Area de la Malla A	m ² 1.0
Longitud del Perimetro de Malla P	m 1.0

RESISTENCIA DE MALLA R_M (MÉTODO LAURENT-MERCIER)	
Resistencia Geometría de Malla R_1	$R_1 = \rho \left(\frac{1}{4 r_{anillo}} + \frac{1}{L_{enterrado}} \right)$ Ω 52.89
Resistencia Electrodo R_2	$R_2 = \frac{\rho}{2 \pi L_{enterrado}} \ln \frac{2 L_{enterrado}}{r_{enterrado}}$ Ω 8.70
Resistencia de Malla R_M	$R_M = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$ Ω 5.95

TENSIONES TOLERABLES EN V	
Factor de Reducción del Terreno C_r	$C_r = 1 - \frac{0.09 \left(1 - \frac{\rho}{\rho_s} \right)}{2h - 0.09}$ - 0.87
Tensión de Toque Tolerable E_{touch}	$E_{touch} = (1000 - 1.5 C_r \rho) \times \frac{0.116}{\sqrt{t_f}}$ V 100.58
Tensión de Paso Tolerable E_{step}	$E_{step} = (1000 - 6 C_r \rho) \times \frac{0.116}{\sqrt{t_f}}$ V 312.40
Tensión de Toque Máxima Tolerable (según RETE)	$E_{touch} = \frac{116}{\sqrt{t_f}}$ V 93.04
SIGPR (Etouch)	-

TENSIONES DE PASO Y TOQUE CALCULADAS PARA LA MALLA	
Factor de Geometría n	$n = \frac{2L_{enterrado}}{L_{enterrado} \sqrt{4A}}$ - 2.50
Factor Correctivo del Efecto de los Electrodo K_1	$K_1 = \frac{1}{2n}$ - 0.20
Factor Correctivo por Profundidad de los Conductores K_2	$K_2 = \sqrt{1-h}$ - 1.26
Factor de Espaciamiento Para Tensión de Toque K_3	$K_3 = \frac{1}{2n} \left[\frac{2L_{enterrado}^2 - 2L_{enterrado}h + h^2}{16L_{enterrado}^2 - 8L_{enterrado}h + h^2} \right] \frac{h}{4L_{enterrado}} \left[\frac{K_1 L_{enterrado}}{K_2 \pi(2n-1)} \right]$ - 0.62
Factor Correctivo por Geometría de la Malla K_4	$K_4 = 0.644 - (0.149)$ - 1.01
Factor de Espaciamiento Para Tensión de Paso K_5	$K_5 = \frac{1}{n} \left[\frac{1}{2n} - \frac{1}{2n-h} - \frac{1}{2n} (1-0.5^n) \right]$ - 0.62
Tensión de Paso E_{step}	$E_{step} = \frac{\rho K_1 K_2 K_3}{0.75 L_{enterrado} + 0.83 n L_{enterrado}}$ V 1.62
Tensión de Toque E_{touch}	$E_{touch} = \frac{\rho K_1 K_2 K_4}{L_{enterrado} + [1.55 + 1.22 \left(\frac{L_{enterrado}}{n} \right)] n L_{enterrado}}$ V 0.28

VERIFICACIÓN DEL DISEÑO SPT

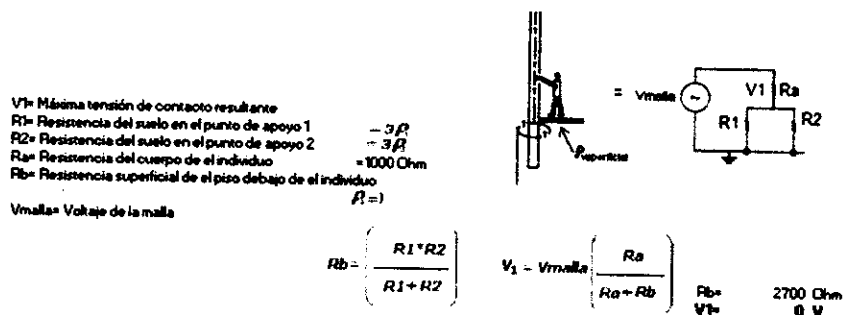
Si Etouch (calculado) < Etouch
Si Estop (calculado) < Estop

Especificaciones Técnicas:

- El calibre mínimo a usar en las mallas de tierra según RETE es de 2/0 AWG.
- Los Electrodoos convencionales utilizados son de 2.4 m de largo y 5/8 pulgadas (0.625 pulg).
- Se debe utilizar soldadura eutectica

CALCULO DE LA TENSION DE CONTACTO APLICADA A UN SER HUMANO EN CASO DE FALLA

Para este cálculo se toma como punto de contacto del ser humano cualquier parte del SPT o malla, la cual tendrá un voltaje de malla en el momento de una falla, en cualquier punto; teniendo en cuenta que la persona estará fuera de la malla y sobre una supe



Según RETE tabla 22 máxima tensión de contacto para un ser humano es:

$$\text{Máxima tensión de contacto} = \frac{116}{\sqrt{f}} [I' c a] \quad \text{Para } T_s = 0.15 \quad 299.51 \text{ V}$$

Entonces

V_1 < Máxima tensión de contacto permisible

La tensión de contacto CUMPLE para $T_s = 0.15$

La tensión de Paso CUMPLE para $T_s = 0.15$

Es importante indicar que el calculo de la puesta a tierra cumple con los parámetros exigidos.

J. CALCULO ECONOMICO DE CONDUCTORES, TENIENDO EN CUENTA LOS FACTORES DE PERDIDAS, LAS CARGAS RESULTANTES Y LOS COSTOS DE LA ENERGIA.

CONDUCTOR PARA LA COMETIDA ES No. 8.

⑧ Cálculo Económico de Conductor

Configuración Documentación Impresión Acerca de

Parámetros del Conductor

Tipo de Instalación

☒ Acometida

☐ Alimentador

Longitud (m)

30

Carga (kW)

10

Número de Fases

2

Conductor Actual

8 Cu AWG

Corriente Conductor (A)

Constante (%/kA-m)

Resistencia (Ω/m)

Precio \$ COP x m

Precio Conductor (%)

Corriente Conductor (A)

40

Corriente de Carga (A)

6.7

Porcentaje de Regulación

0.5 %

Nivel de Tensión (V)

208 V

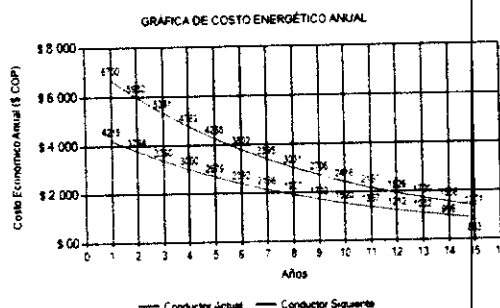
Calcular

Vista Previa

TABLA DE COSTO ENERGÉTICO ANUAL

Año	Cond Actual	Cond Siguierte
1	\$ 6.700	\$ 4.215
2	\$ 5.982	\$ 3.784
3	\$ 5.341	\$ 3.360
4	\$ 4.769	\$ 3.000
5	\$ 4.258	\$ 2.679
6	\$ 3.802	\$ 2.392
7	\$ 3.395	\$ 2.136
8	\$ 3.031	\$ 1.907
9	\$ 2.706	\$ 1.702
10	\$ 2.416	\$ 1.520
11	\$ 2.157	\$ 1.357
12	\$ 1.926	\$ 1.212
13	\$ 1.720	\$ 1.082
14	\$ 1.536	\$ 966
15	\$ 1.371	\$ 863

Costo Conductor Siguierte
Costo Instalación Cond. siguiente (\$ COP): \$ 3.825.020
Costo Energético Cond. siguiente (\$ COP): \$ 32.154
Costo TOTAL siguiente (\$ COP): \$ 3.857.174



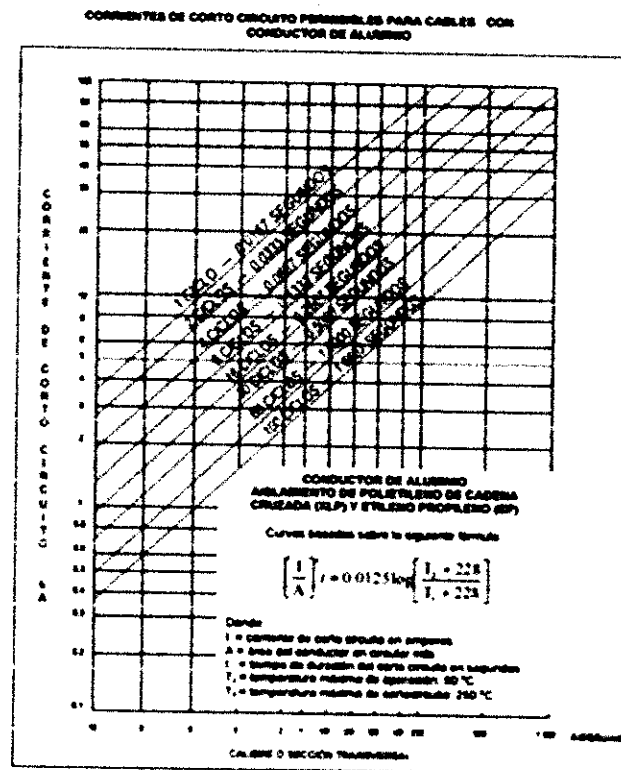
CONDUCTORES PARA AGOMETIDA EN BAJA TENSIÓN

De esta manera, se realizan los cálculos de regulación, cumpliendo con los límites de regulación de tensión (3,5%). Ver numeral P de estas memorias.

K. ESPECIFICACION 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 U OTRA EQUIVALENTE.

Al tener selectividad de dispositivos de protección contra sobrecorrientes, si ocurre una condición de falla en cualquier punto del sistema de distribución, esta será despejada por el dispositivo de protección inmediatamente aguas arriba de la falla, así mismo los conductores están diseñados para la corriente nominal del sistema. De igual forma las protecciones actúan antes de que se supere la máxima corriente de cortocircuito para el cable de cobre.

A continuación, se presenta la gráfica de las máximas corrientes permisibles en conductores de cobre y teniendo en cuenta que el tiempo de despeje de una falla es de 0,20 segundos



CURVAS CARACTERÍSTICAS DE CONDUCTORES FALLADOS

De la curva anterior se deduce que los conductores seleccionados para el proyecto alcanzan a trabajar fallados durante los ciclos que se demora la protección anterior (aguas arriba) sin sufrir daño, pudiendo ser energizados de nuevo luego que se logre despejar la falla.

El # 8 puede durar fallado a 5 kA durante 4 ciclos (0,667 segundos), tiempo en el cual la protección de 40A ya ha operado abriendo el circuito.

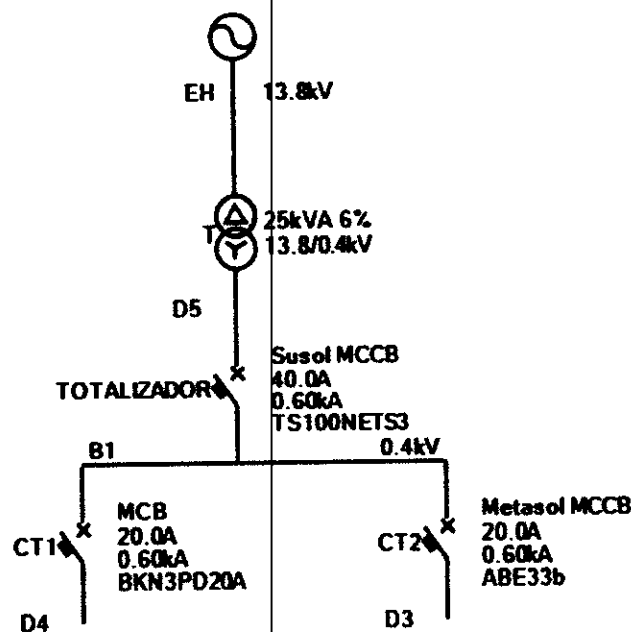
Por lo anterior los conductores se encuentran coordinados con las protecciones asegurando su correcta protección durante el tiempo que se demore en despejar una falla.

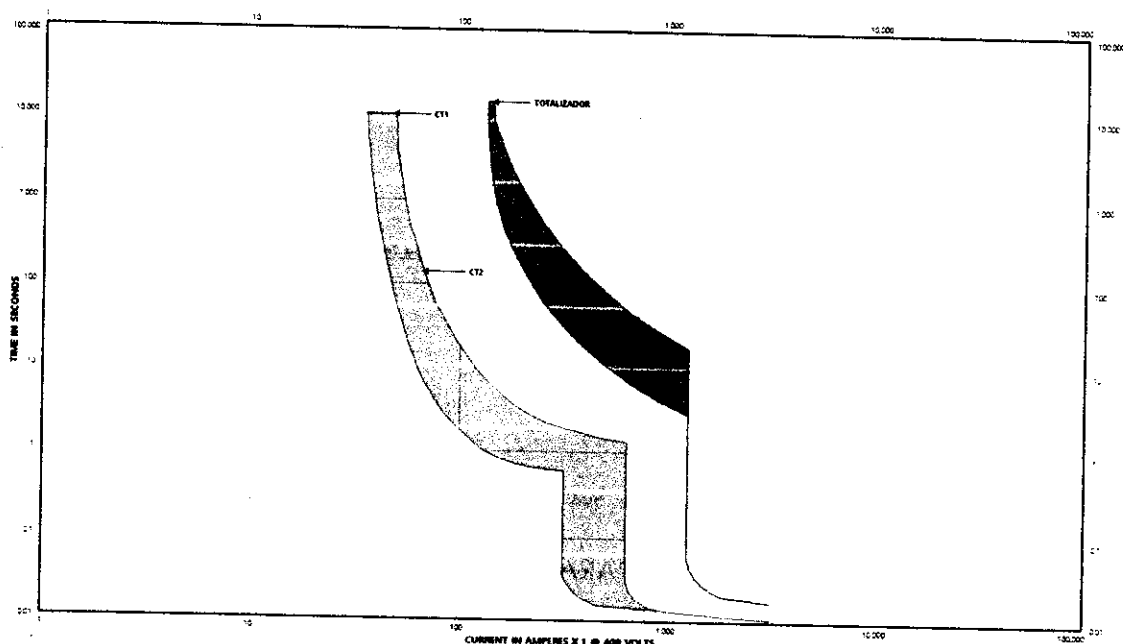
I. CALCULO MECANICO DE ESTRUCTURAS Y DE ELEMENTOS DE SUJECION Y SOPORTE DE REDES DE TRANSMISION, DE DISTRIBUCION, SUBESTACIONES Y CENTRALES DE GENERACION.

No se hace necesario, no se proyecta ningún tipo de poste o estructura para las instalaciones eléctricas.

M. CALCULO Y COORDINACION DE PROTECCIONES CONTRA SOBRECORRIENTES. EN BAJA TENSION SE PERMITE LA COORDINACION CON LAS CARACTERISTICAS DE LIMITACION DE CORRIENTE DE LOS DISPOSITIVOS SEGÚN IEC 60947-2 ANEXO A.

Al tener selectividad de dispositivos de protección contra sobrecorrientes automáticos, si ocurre una condición de defecto en cualquier punto de la instalación es eliminada por el dispositivo de protección inmediatamente aguas arriba del defecto, así mismo los conductores están diseñados para la corriente nominal que está pasando en el momento en el sistema. De igual forma las protecciones se disparan antes de que el cable fallado se dañe.





En la gráfica se observa los tiempos de respuesta de los interruptores automáticos y del totalizador; es de indicar que en caso de falla primero funcionarían los interruptores automáticos y después el totalizador quedando coordinadas las protecciones como es debido.

N. CALCULO DE CANALIZACIONES (TUBOS, DUCTOS, CANALES Y ELECTRODUCTOS), BANDEJAS PORTACABLES Y VOLUMEN DE ENCERRAMIENTOS (CAJAS, CONDULETAS, ARMARIOS, ETC, etc.)

Para el cálculo de volumen ocupado por los conductores en una canalización, se debe conocer las áreas de sección transversal de los conductores, y el total de conductores que van por la ductería, para ello se referencia a la tabla 5 del capítulo 9 de la NTC 2050, donde se especifican las áreas de los conductores según su calibre, y de acuerdo con el diseño eléctrico, se localiza que en la mayor ocupación van 3 conductores por el ducto, que corresponde a 1 fases, 1 neutro y 1 tierra, de acuerdo a sus calibres asignados en la memoria de cálculo, se establecen que para las fases, neutro y tierra corresponde un área de 35,78 mm², el área de sección transversal del ducto empleado de 1" pulgadas, es de 107,35 mm², por lo tanto el área ocupada por los conductores es de: 18,75%.

Ocupacion de ductos				
Cable Monopolar				
N°	Calibre	Aislante	Cantidad	
1	8	TTU 90 (XLPE-PVC) 600 V	3	
2	1/0	TTU 90 (XLPE-PVC) 600 V	0	
3	12	TTU 90 (XLPE-PVC) 600 V	0	
4	12	TTU 90 (XLPE-PVC) 600 V	0	
5	12	TTU 90 (XLPE-PVC) 600 V	0	

Diametro*	Area por cable	Total Grupo
mm	mm2	mm2
6.75	35.78	107.35
Area Total		107.35 mm2

Tipo de Ducto:	
Tubo Metalico Rigido	

Diametro:	
1	Pulgadas

Diametro minimo recomendado	
3/4"	

Diametro**	Area Total
mm	mm2
27	572.56
Area Total	

Max. Ocupacion	Ocupación
40.00%	18.75%

CALCULO PARA ACOMETIDA

En las instalaciones internas van 3 conductores por el ducto, que corresponde a 1 fases, 1 neutro y 1 tierra, de acuerdo con sus calibres asignados en la memoria de cálculo, se establecen que para la fase, neutro y tierra corresponde un área de 16,62 mm², el área de sección transversal del ducto empleado de 1/2" pulgadas, es de 49,86 mm², por lo tanto el área ocupada por los conductores es de: 24,80%

Ocupacion de ductos				
Cable Monopolar				
N°	Calibre	Aislante	Cantidad	
1	12	TTU 90 (XLPE-PVC) 600 V	3	
2	12	TTU 90 (XLPE-PVC) 600 V	0	
3	12	TTU 90 (XLPE-PVC) 600 V	0	
4	12	TTU 90 (XLPE-PVC) 600 V	0	
5	12	TTU 90 (XLPE-PVC) 600 V	0	

Diametro*	Area por cable	Total Grupo
mm	mm2	mm2
4.80	16.62	49.86
Area Total		49.86 mm2

Tipo de Ducto:	
Tubo Metalico Rigido	

Diametro:	
1/2	Pulgadas

Diametro minimo recomendado	
1/2"	

Diametro**	Area Total
mm	mm2
16	201.06
Area Total	

Max. Ocupacion	Ocupación
40.00%	24.80%

CALCULO PARA INSTALACIONES INTERNAS

O. CALCULO DE PERDIDAS DE ENERGIA, TENIENDO EN CUENTA LOS EFECTOS DE ARMONICOS Y FACTOR DE POTENCIA.

Dada la naturaleza de las cargas de iluminación, solo se tomará las perdidas por efecto joule sin

tener en cuenta los efectos de armónicos.

Para el caso se utiliza la siguiente

fórmula $P = I^2 \cdot R$

Donde:

P: Perdidas por efecto Joule

I: Corriente que circula por el conductor

R: Resistencia de conductor

Los cálculos se encuentran en la siguiente sección (P).

Carga:	1600 VA	1.6 kVA	
Longitud del circuito:	30 m		
Tensión del sistema:	208 V		
FP:	0.8		
Calibre del Cable:	6		
Material de la tubería:	PVC		
R:	1.61 OHM/kM		
X:	0.167 OHM/kM		
		1 Cond. por fase	
			$k = \frac{(r \times \cos\theta + x \times \sin\theta)}{5 \times kV^2}$
			$k = 0.0064$
			$\Delta V(\%) = (kVA \times m) \times k$
Caída de tensión:		$\Delta V(\%) = 0,3$	
Voltaje Final:		207,35 V	

REGULACION ACOMETIDA

P. CALCULOS DE REGULACION DE TENSION.

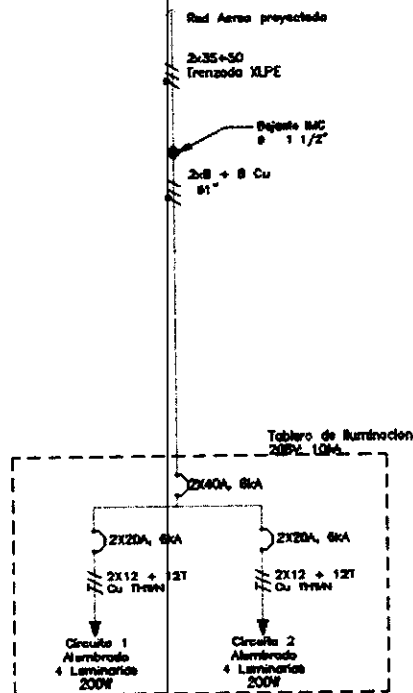
Ítem O.

Q. AREAS CLASIFICADAS COMO PELIGROSAS.

NO APLICA, El proyecto no presentan áreas clasificadas ni ambientes explosivos

R. DIAGRAMAS UNIFILARES.

DIAGRAMA UNIFILAR POLIDEPORTIVO



Adjunto a esta memoria de cálculo, se presenta plano incluyendo diagrama unifilar del proyecto.

S. PLANOS ELECTRICOS PARA CONSTRUCCION.

Adjunto a esta memoria de cálculo se presenta plano para la construcción.

T. ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCION COMPLEMENTARIAS A LOS PLANOS, INCLUYENDO LAS DE TIPO TECNICO DE EQUIPOS Y MATERIALES Y SUS CONDICIONES PARTICULARES.

CÓDIGOS Y NORMAS APLICABLES

Reglamento técnico de instalaciones eléctricas (RETIE), Norma 2050 - Código Eléctrico Nacional, Normas del operador de red local, Especificaciones técnicas del Fabricante, norma NFPA 70 y norma NFPA 52.

TUBERÍA CONDUIT Y ACCESORIOS

A continuación, se detallan las especificaciones de las tuberías a utilizar para la conducción de cables. Sin excepción, todos los trazados de tubería deberán ser los más cortos lógicamente posibles para la disminución de resistencia y pérdidas, y la economía en cables y tubería.

La tubería incrustada en placas será PVC, toda la tubería a instalar a la vista será tubería GALVANIZADA. Los planos indican el rumbo general de las canalizaciones de las diferentes salidas.

La tubería a instalar a la vista será tendida en forma paralela o en ángulo recto con respecto a los muros y paredes de cada una de las casas.

Se deberán instalar todos los anclajes, ángulos, grapas, tiros, pernos y demás elementos necesarios para soportar adecuadamente las tuberías.

Los cambios de dirección en los tubos conduit se harán mediante curvas simétricas o con accesorios apropiados. Todas las curvas ejecutadas en tubo conduit deberán tener como mínimo un radio igual al estipulado en el artículo 346-11 del NTC-2050. No se permitirá la instalación de tubos que presenten deformaciones o disminución considerable de su diámetro. No se permitirá el uso de curvas construidas en obra, solo para el caso de tubería galvanizada con la cual solo se permitirá el uso de las herramientas adecuadas para tal fin. La tubería y sus accesorios deben cumplir con todos los requerimientos de la Norma ICONTEC 979.

Todas las tuberías que sean instaladas a la vista deberán ser soportadas mediante el uso de grapas galvanizadas del calibre adecuado, y fijadas a los muros y a las placas de concreto mediante pernos.

Toda la tubería que sea cortada o roscada en el sitio de trabajo deberá ser limpiada y liberada de filos y asperezas que puedan causar daño al aislamiento de los conductores, y todas las uniones, curvas adaptadoras terminales y adaptadores deben ser del mismo material y cuando los tramos de conduit no permitan el uso de acoplamientos normales, se deberán usar uniones universales.

Durante la construcción de todos los extremos de la tubería conduit permanecerán sellados con tapones plásticos o con boquillas provistas de discos.

TUBERÍA CONDUIT PVC

La tubería conduit no metálica debe ser de un material resistente a la humedad y a los agentes corrosivos. También puede ser suministrado en carretes sin que se rompa o tuerza y debe ser de resistencia suficiente para soportar malos tratos, como golpes o aplastamientos, tanto durante su manipulación como durante su instalación, sin que sufran daños el tubo conduit ni los conductores.

La unión entre tramos de tubería se efectuará con soldadura líquida usando la expansión que trae de fábrica uno de los extremos o en su defecto utilizando uniones prefabricadas. Donde la hermeticidad sea crítica deberá emplearse un limpiador antes de aplicar la soldadura.

La tubería que vaya por cielo raso deberá fijarse en la estructura de soporte de éste. La tubería deberá soportarse de acuerdo con lo especificado en la tabla 347-8 del NTC-2050, para lo cual deberán montarse soportes adicionales en los sitios donde la estructura del cielo raso no cumpla con la exigencia de separación mínima de soportes.

La terminación de la tubería en los tableros debe llegar con adaptadores terminales de PVC, los cuales deben ser instalados mediante previa perforación del tablero con sacabocados y no cortando haciendo huecos rectangulares en el tablero con perforadoras.

Las curvas que por circunstancias extremas deban hacerse en la obra, deben ser previamente aprobadas por la Interventoría y serán hechas de tal forma que el radio mínimo de la curva corresponda mínimo a 5 veces el diámetro nominal del tubo que se está figurando.

En general, la tubería conduit PVC se conectará a las cajas de los equipos o tapas de los gabinetes con boquilla y contratuerca del mismo material de la ductería.

TUBERÍA CONDUIT DE ACERO GALVANIZADO

La tubería conduit metálica será en acero galvanizado. El tubo puede tener una costura soldada a la que se la hayan eliminado toda clase de rebabas que puedan deteriorar el aislamiento del cableado en el momento de la halada.

Las curvas de los tubos en acero galvanizado se deben hacer de modo que el tubo no sufra daños y que su diámetro interno no se reduzca. El radio de curvatura del borde interior de cualquier curva hecha en obra no debe ser inferior al indicado en la Tabla 346-10. Del NTC-2050.

Todos los extremos cortados de los tubos se deben desbastar o acabar de cualquier otra forma para eliminarles superficies cortantes y dejarlos lisos. Cuando el tubo se aterraje (rosque) en obra, se debe utilizar una tarraja normal con conicidad de 1 por 16 (6,25 mm por metro).

Nota. Véanse las normas NTC 332 Roscas para tubería destinada a propósitos generales, NTC 1050 Rosca métrica ISO, serie general de diámetros y pasos y ANSI/ASME B.1.20.1-1983 Standards for Pipe Threads, General Purpose (Inch).

TUBERÍA ELÉCTRICA METÁLICA - NTC 105 (TIPO EMT)

La tubería eléctrica metálica - EMT puede ser utilizada expuesta u oculta, en todas las condiciones atmosféricas y en lugares mojados, siempre y cuando los accesorios como soportes, tornillos, pernos, tuercas, abrazaderas, etc., posean el tratamiento y protección adecuados a las condiciones más severas de la instalación; se evite el empleo de metales diferentes que puedan presentar acción galvánica, con excepción de combinaciones de encerramientos y accesorios de aluminio con tubería metálica eléctrica de acero.

El número de conductores permitidos debe cumplir con los porcentajes de ocupación indicados en la Tabla No 1, del Capítulo 9 de la NTC2050. Las dimensiones y las secciones útiles correspondientes a cada tamaño comercial aparecen en la Tabla 4 del Capítulo 9. El número máximo de conductores para cada tipo de recubrimiento y cada diámetro de tubería aparece en las Tablas C1 y C1A del Apéndice C de la misma norma y en las tablas comerciales suministradas por los fabricantes.

La tubería eléctrica metálica debe tener un acabado o tratamiento de la superficie externa que permita a lo largo del tiempo y por un método aprobado, una fácil diferenciación del tubo metálico rígido y debe llevar cada 1,5 m marcas claras, durables y adecuadas expresando el grado de resistencia a la corrosión, el nombre del fabricante, la referencia de fábrica, el diámetro y la información adicional exigida por la norma específica para cada línea de producción. Condiciones generales de instalación.

Los extremos de la tubería deben ser desbastados y pulidos para eliminar los bordes cortantes. La entrada de las tuberías en las cajas se debe proteger mediante adaptadores para cables.

Las uniones y los conectores no roscados se deben instalar a presión y poseer la hermeticidad requerida.

Las curvas deben facilitar y permitir el giro deseado de la canalización y la técnica de fabricación o de construcción en el sitio de la obra debe garantizar la protección del conductor y la continuidad y uniformidad del diámetro de la conducción. Las Tablas 346-10 y 346-10, Excepción, de la NTC 2050, especifican los radios internos de curvatura para diferentes tamaños comerciales de tubería. El número de curvas entre salida y salida, entre accesorios o entre salida y accesorio debe ser menor que el equivalente a 4 curvas de 90°, incluyendo curvas ubicadas inmediatamente en la salida o accesorio.

ACOMETIDAS

Se entiende por acometida, la parte de la instalación eléctrica que se construye desde las redes de distribución, hasta las instalaciones del polideportivo, y estará conformada por los siguientes componentes: punto de alimentación, conductores, ductos, interruptor general, armario de medidores o caja para equipo de medición.

De acuerdo con el numeral 230-3 del Código Eléctrico Colombiano (Norma NTC 2050) una edificación o una estructura no deben ser alimentadas desde otras. Los conductores de acometidas de una edificación o una estructura no deben pasar a través del interior de otro edificio o estructura. Las acometidas de energía de 600V o menos deben cumplir con los siguientes requerimientos de la NTC2050:

Los conductores de entrada de acometida no deben presentar empalmes.

Los cables de entrada de acometida, cuando estén propensos a daños físicos como cuando están instalados en lugares expuestos cerca de aceras, pasadizos, accesos, trampillas de carbón o si están sujetos a contactos con puertas, cierres, anuncios oscilantes u objetos similares, deben estar protegidos por alguna de las siguientes maneras: 1) por tubo conduit de metal rígido; 2) por tubo conduit metálico intermedio; 3) por tubo conduit rígido no metálico adecuado para el lugar; 4) por tubería eléctrica metálica ó 5) por otro medio aprobado.

TABLEROS ELÉCTRICOS

TABLEROS DE BAJA TENSION

Los tableros usados en las instalaciones eléctricas deben cumplir con el artículo 17.9 del RETIE con los siguientes requisitos:

El tablero de distribución, es decir, el gabinete o panel de empotrar o sobreponer, accesible sólo desde el frente; debe construirse en lámina de acero de espesor mínimo 0,9 mm para tableros hasta de 12 circuitos y en lámina de acero de espesor mínimo 1,2 mm para tableros desde 13 hasta 42 circuitos.

Los tableros deben ser resistentes al impacto contra choques mecánicos mínimo grado IK 05 y tener un grado de protección contra sólidos no mayores de 12,5 mm, líquidos de acuerdo con el lugar de operación y contacto directo, mínimo IP 2XC o su equivalente NEMA .

Se permiten conexiones en tableros mediante el sistema de peine, tanto para la parte de potencia como para la de control, siempre y cuando los conductores y aislamientos cumplan con los requisitos establecidos en el numeral 17.9.2. del presente Artículo.

Los compuestos químicos utilizados en la elaboración de las pinturas para aplicarse en los tableros, no deben contener TGIC (Isocianurato de Triglicidilo).

Todo tablero debe tener su respectivo diagrama unifilar actualizado.

PARTES CONDUCTORAS DE CORRIENTE DE TABLEROS DE BAJA TENSIÓN.

Las partes conductoras de los tableros deberán cumplir los siguientes requisitos:

Toda parte conductora de corriente debe ser rígida y construida en plata, una aleación de plata, cobre, aleación de cobre, aluminio, u otro metal que se haya comprobado útil para esta aplicación.

No se debe utilizar el hierro o el acero en una parte que debe conducir corriente.

Para asegurar los conectores a presión y los barrajes se deben utilizar tornillos de acero, tuercas y clavijas de conexión. El cobre y el latón no son aceptables para recubrir tornillos de soporte, tuercas y terminales de clavija de conexión, pero se acepta un revestimiento de cadmio, cinc, estaño o plata.

Todo terminal debe llevar tornillos de soporte de acero en conexión con una placa terminal no ferrosa.

La capacidad de corriente de los barrajes de fase no debe ser menor que la proyectada para los conductores del alimentador del tablero. Todos los barrajes, incluido el del neutro y el de tierra se deben montar sobre aisladores.

La disposición de las fases de los barrajes en los tableros trifásicos, debe ser A, B, C, tomada desde el frente hasta la parte posterior; de la parte superior a la inferior, o de izquierda a derecha, vista desde el frente del tablero.

Todas las partes externas del panel deben ser puestas sólidamente a tierra mediante conductores de protección y sus terminales se deben identificar con el símbolo de puesta a tierra.

Todos los elementos internos que soportan equipos eléctricos deben estar en condiciones de resistir los esfuerzos electrodinámicos producidos por las corrientes de falla del sistema. Las dimensiones, encerramientos y barreras deben permitir espacio suficiente para alojamiento de los terminales y curvaturas de los cables.

Las partes fabricadas con materiales aislantes serán resistentes al calor, al fuego y a la aparición de caminos de fuga. La puerta o barrera que cubre los interruptores automáticos debe permitir su desmonte dejando puntos eléctricos al alcance (contacto directo) solamente mediante el uso de una herramienta.

Para nuestro caso se tienen tableros de 8 circuitos bifásicos.

TERMINALES DE ALAMBRADO DE TABLEROS DE BAJA TENSIÓN

Los terminales de alambrado de los tableros deben cumplir los siguientes requisitos:

Un terminal, tal como un conector de alambre a presión o un tornillo de sujeción, debe encargarse de la conexión de cada conductor diseñado para instalarse en el tablero en campo y debe ser del mismo tipo al utilizado durante los ensayos de cortocircuito.

Cada circuito de derivación debe disponer de un terminal de salida para la conexión de los conductores de neutro o tierra requeridos.

El fabricante debe indicar las características físicas, eléctricas y mecánicas correspondientes del tablero de acuerdo con el uso recomendado.

Debe indicarse la tensión de trabajo del tablero y la capacidad de corriente de los barrajes de las fases, el neutro y la tierra.

Debe proveerse un barraje aislado para los conductores neutros del circuito alimentador y los circuitos derivados.

No se permite la unión de varios terminales eléctricos mediante cable o alambres para simular barrajes en aplicaciones tanto de fuerza como de control. Sin embargo, para el caso de circuitos de control estas conexiones equipotenciales se podrán lograr mediante barrajes del tipo "peine".

El tablero debe tener un barraje para conexión a tierra del alimentador, con suficientes terminales de salida para los circuitos derivados.

La instalación del tablero debe tener en cuenta el código de colores establecido en el presente Reglamento e identificar cada uno de los circuitos.

CAJA CONTADOR

Concierne el suministro e instalación de la caja contador. Las características de las cajas, accesorios e instalación pueden variar de acuerdo al operador de red local. Si la caja contador es en poste debe incluir dos bandas o abrazaderas de sujeción (cinta y hebillas band it), la altura a la que debe quedar el visor depende de la exigencia del operador de red local (1,80 mts). Debe tener el espacio suficiente para alojar la protección de la acometida secundaria. Este ítem debe contener el sistema de puesta a tierra de la siguiente manera:

Para caja contador en poste debe estar conformado por: Una varilla de cobre de 5/8x2.4m, 3.0m de cable de cobre No 8 AWG, una soldadura exotérmica o conector para varilla de cobre, un tubo conduit galvanizado de ½ pulgada, un adaptador terminal galvanizado de ½ pulgada, cinta bandit, hebillas para cinta bandit.

Para caja contador en murete o en fachada debe contener: Una varilla de cobre de 5/8x2.4m, 2.0m de cable de cobre No 8 AWG, una soldadura exotérmica o con conector adecuado, un tubo conduit pvc de ½ pulgada, 1 adaptador terminal pvc de ½ pulgada.

En general, las cajas metálicas deberán estar protegidas mediante tratamientos químicos contra la intemperie, la corrosión y en lámina cold rolled. Deberán tener adherido al fondo interno una bandeja en lámina de acero cold rolled No. 18 BWG para soportar los medidores. La ventana de inspección debe estar provista de un vidrio de seguridad de 5mm de espesor, la cual debe permitir la visualización del medidor, esta ventana debe llevar un empaque o un marco en polipropileno, el cual debe sujetar el visor de tal manera que no se pueda retirar desde afuera de la caja, y deberá cumplir con la protección contra agua salpicada. Las puertas deberán poseer portacandado y posibilidad de sellado.

TOTALIZADOR 2 X 40A

Concierne el suministro e instalación de totalizador de 2 x 40 A / 220V para el caso de medición directa en la protección de la acometida principal. Debe ser instalado y sujetado en forma debida en la caja contador de acuerdo con la exigencia el operador de red local.

ACOMETIDA: 2#8+1#8 CONCENTRICO, 1" IMC

Concierne el suministro y tendido de cable por tubería, para alimentar desde el medidor al tablero del polideportivo. Adicional a esto se debe tener en cuenta la tubería especificada en planos. El cable será en conductores THHN, en las cantidades y calibres mostrados en el diseño.

Cable # 12 AWG THHN

Este abarca todos los conductores de Baja Tensión y serán de cobre con temple suave, ya sea en forma de alambre o en forma de cable trenzado. Los calibres utilizados serán del sistema AWG HFFRLS. Para todos los calibres los conductores serán multi-filares (cables) con el trenzado normal del fabricante.

El aislamiento será PVC extruido de la clasificación THHN/THWN para las alimentaciones de control y alumbrado de zonas clasificadas, para temperatura máxima de 90° C y tensión máxima de 600V.

Se podrá usar aislamiento TW (60° C) para conductores de tomas y alumbrado fuera de zonas clasificadas. Donde los puntos de conexión no estén provistos de ellos el conductor deberá rematarse con un terminal del tipo compresión.

No se acepta el uso de terminales o conectores de tornillo. Dentro de los tableros se deberán dejar colas suficientemente largas para que el arreglo sea nítido y permita la identificación de cada conductor. Los conductores deberán ser agrupados mediante el uso de amarres plásticos, no se permitirá que estos se entrelacen.

SALIDA ALUMBRADO

Concierne el suministro e instalación de los elementos necesarios para proveer una salida a 220V que energice las luminarias a instalar. Los circuitos para estas salidas se tomarán del tablero;. Utilizar ducto EMT de 3/4" según sea el caso, cajas octogonales, rectangulares y 4x4" PVC, las llegadas a estas cajas debe hacerse con los conectores PVC o EMT respectivos. Utilizar un conductor neutro por circuito en color blanco e identificarlo con el número de este en el tablero.

La instalación de las lámparas y su conexión a ésta será con conector adecuado (tipo resorte), no con cinta aislante. Se debe incluir el interruptor.

GESTIÓN, TRÁMITE Y PAGO DE CERTIFICACIÓN RETIE

Efectuar todos los trámites necesarios ante organismos certificadores para Adquirir la certificación RETIE de las actividades eléctricas a realizar. Esta gestión debe ser con una empresa avalada por la superintendencia de industria y comercio (sic) para tal fin.

GESTIÓN, TRÁMITE ENERGIZACIÓN Y LEGALIZACIÓN DE OBRA ANTE EL OPERADOR DE RED LOCAL

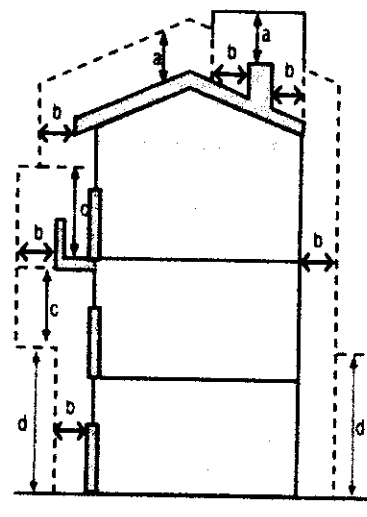
Efectuar todos los trámites necesarios ante el operador de red para realizar la energización de la obra y legalización de la misma cumpliendo con los requisitos necesarios para tal fin.

U. DISTANCIAS DE SEGURIDAD O SERVIDUMBRES REQUERIDAS.

Para determinar las distancias de seguridad se establecen como distancias mínimas de seguridad todo lo subrayado en amarillo según el RETIE 2013 artículo 13:

Distancias mínimas de seguridad en zonas con construcciones:

Descripción	Tensión nominal entre fases (kV)	Distancia (m)
Distancia vertical "a" sobre techos y proyecciones, aplicable solamente a zonas de difícil acceso a personas y siempre y cuando forme parte de una planta de generación, una subestación o una industria y el propietario o tenedor de la instalación eléctrica tenga absoluto control tanto de la instalación como de la edificación o estructura (Figura 13.1).	44/34,5/33	3,8
	13,8/13,2/11,4/7,6,4/7,6	3,8
	<1	0,45
	<1	1,7
Distancia horizontal "b" a muros, balcones, salientes, ventanas y diferentes áreas independientemente de la facilidad de accesibilidad de personas. Figura 13.1	66/57,5	2,5
	44/34,5/33	2,3
	13,8/13,2/11,4/7,6,4/7,6	2,3
	<1	1,7
Distancia vertical "c" sobre o debajo de balcones o techos de fácil acceso a	44/34,5/33	4,1
	13,8/13,2/11,4/7,6,4/7,6	4,1
	<1	3,5



personas, y sobre techos accesibles a vehículos de máximo 2,45 m de altura (Figura 13.1)			
Distancia vertical "d" a carreteras, calles, callejones, zonas peatonales, áreas sujetas a tráfico vehicular. (Figura 13.1) para vehículos de más de 2,45 m de altura.	115/110	6,1	Figura 13.1. Distancias de seguridad en zonas con construcciones
	66/57,5	5,8	
	44/34,5/33	5,6	
	13,8/13,2/11,4/7,6/4/7,6	5,6	
	<1	5	

Tabla 13.1 Distancias mínimas de seguridad en zonas con construcciones (RETIE 2013).

Distancias verticales mínimas en cruces de distintas líneas.

Las distancias verticales mínimas en cruces de distintas líneas, no podrán ser menores a las establecidas en la Tabla 13.3

Tensión nominal kV entre fases de la línea superior	500	4.8	4.2	4.2	4.2	4.3	4.3	4.6	5.3	7.1
	230/220	3.0	2.4	2.4	2.4	2.5	2.6	2.9	3.6	
	115/110	2.3	1.7	1.7	1.7	1.8	1.9	2.2		
	66	2.0	1.4	1.4	1.4	1.5	1.5			
	57.5	1.9	1.3	1.3	1.3	1.4				
	44/34,5/33	1.8	1.2	1.2	1.3					
	13,8/13,2/11,4/7,6/4/7,6	1.8	1.2	0.6						
	<1	1.2	0.6							
	Comunicaciones	0.6								
	Comunicación				44/34,5/33	57.5	66	115/110	230/220	500
Tensión nominal en kV entre fases de la línea inferior										

Tabla 13.3. Distancias mínimas verticales entre conductores en caso de cruce de circuitos. (RETIE 2013)

Distancias mínimas horizontales entre conductores en la misma estructura:

Los conductores sobre apoyos fijos, deben tener distancias horizontales entre cada uno, no menores que el valor requerido en las Tablas 13.4 y 5.

Cuando se tienen conductores de diferentes circuitos, la tensión considerada debe ser la de fase-tierra del circuito de más alta tensión o la diferencia fasorial entre los conductores considerados.

Clase de circuito y tensión entre los conductores considerados	Distancias horizontales de seguridad (cm)
Conductores de comunicación expuestos	15
Alimentadores de vías férreas	7.5
0 a 750 V (4/0 AWG o mayor calibre).	15
0 a 750 V (calibre menor a 4/0).	30

Entre 750 V y 8,7 kV	30
Conductores de suministro del mismo circuito	
0 a 8,7 kV	30
Entre 8,7 y 50 kV	30 más 1 cm por kV sobre 8,7 kV
Más de 50 kV	Debe atender normas internacionales
Conductores de suministro de diferente circuito	
0 a 8,7 kV	30
Entre 8,7 y 50 kV	30 más 1 cm por kV sobre 8,7 kV
Entre 50 kV y 814 kV	71,5 más 1 cm por kV sobre 50 kV

Tabla 13.4. Distancia horizontal entre conductores soportados en la misma estructura de apoyo (RETIE 2013).

Distancias mínimas verticales entre conductores en la misma estructura:

Los conductores en una misma estructura deben estar separados verticalmente una distancia no menor a la señalada en la tabla 13.5

		CONDUCTORES A MAYOR ALTURA	
		CONDUCTORES DE SUMINISTRO A LA INTemperIE (TENSION EN kV)	
		HASTA 1 kV	ENTRE 7,6 Y 66 kV
CONDUCTORES A MENOR ALTURA	Conductores y cables de comunicación, localizados en el apoyo de empresa de energía, o de empresas comunicadoras	0,4	0,4 más 0,01 m por kV sobre 7,6 kV
	Conductores de suministro eléctrico a la intemperie	Hasta 1 kV	0,4 más 0,01 m por kV sobre 7,6 kV
		Entre 1 kV y 7,6 kV	No permitido
		Entre 11,4 kV y 34,5 kV	No permitido
		Entre 1 kV y 7,6 kV	No permitido

Tabla 13.5. Distancia vertical mínima en metros entre conductores sobre la misma estructura

Nota 3: Los conductores del mismo circuito de una red compacta con cables cubiertos o semiaislados, no deben tener una separación menor a 18 cm para tensiones menores de 15 kV, ni menor a 27 cm para tensiones entre 15 kV y 34,5 kV.

Nota 10: Donde el espacio disponible no permita cumplir las distancias horizontales de la tabla 13.1 para redes de media tensión, tales como edificaciones con fachadas o terrazas cercanas, la separación se puede reducir hasta en un 30%, siempre y cuando los conductores, empalmes y herrajes tengan una cubierta que proporcione suficiente rigidez dieléctrica para limitar la probabilidad de falla a tierra, tal como la de los cables cubiertos con tres capas para red compacta. Adicionalmente, deben tener espaciadores y una señalización que indique que es cable no aislado. En zonas arborizadas urbanas se recomienda usar esta tecnología para disminuir las podas.

V. JUSTIFICACION TÉCNICA DE DESVIACION DE LA NTC 2050 CUANDO SEA PERMITIDO, SIEMPRE Y CUANDO NO COMPROMETA LA SEGURIDAD DE LAS PERSONAS O DE LA INSTALACIÓN

NO APLICA, No se presenta desviación a la norma.

W. LOS DEMÁS ESTUDIOS QUE EL TIPO DE INSTALACIÓN REQUIERA PARA SU CORRECTA Y SEGURA OPERACIÓN, TALES COMO CONDICIONES SÍSMICAS, ACÚSTICAS, MECÁNICAS O TÉRMICAS.

Debido al tipo de construcción no es necesario realizar la evaluación de otros estudios.

X. SELECCIÓN, CÁLCULO Y ESPECIFICACIÓN DE EQUIPOS DE GENERACIÓN DE ENERGÍA CONVENCIONALES Y NO CONVENCIONALES.

Debido al tipo de construcción no se requieren equipos de generación de energía.



ANDRES FELIPE QUINTERO CARDONA
INGENIERO ELECTRICISTA
M.P. CL 205 31725

V. JUSTIFICACION TÉCNICA DE DESVIACION DE LA NTC 2050 CUANDO SEA PERMITIDO, SIEMPRE Y CUANDO NO COMPROMETA LA SEGURIDAD DE LAS PERSONAS O DE LA INSTALACIÓN

NO APLICA, No se presenta desviación a la norma.

W. LOS DEMÁS ESTUDIOS QUE EL TIPO DE INSTALACIÓN REQUIERA PARA SU CORRECTA Y SEGURA OPERACIÓN, TALES COMO CONDICIONES SÍSMICAS, ACÚSTICAS, MECÁNICAS O TÉRMICAS.

Debido al tipo de construcción no es necesario realizar la evaluación de otros estudios.

X. SELECCIÓN, CÁLCULO Y ESPECIFICACIÓN DE EQUIPOS DE GENERACIÓN DE ENERGÍA CONVENCIONALES Y NO CONVENCIONALES.

Debido al tipo de construcción no se requieren equipos de generación de energía.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Para iluminar una cubierta autoportante, priorice la seguridad desenergizando los circuitos, y fije las instalaciones en la parte superior para evitar caídas de herramientas. Utilice bañadores de techo para iluminación uniforme, mantenga cables organizados y asegure la conexión a tierra.

Recomendaciones técnicas:

- **Seguridad y Conexión:**

- **Desenergizar:** Corte la energía en el cuadro principal antes de trabajar.
- **Protección IP:** Use luminarias tipo LED IGBAY 200W DL GC015 DIM
- **Conexión a Tierra:** Garantice la correcta conexión a tierra en todas las luminarias.
- **Interruptor Diferencial:** Asegúrese de que el circuito esté protegido por un interruptor diferencial para prevenir riesgos eléctricos.

- **Distribución de Iluminación:**

- **Bañadores de Techo:** Para cubrir la forma curva de la cubierta, se recomienda usar bañadores de techo con distribución extensiva.

- **Distribución Lumínica:** Para cubiertas autoportante se debe de realizar un estudio fotometría para que posteriormente su objetivo principal es medir su capacidad de la radiación electromagnética para estimular el Sistema visual humano.
- **Cableado y Seguridad:**
 - **Desenergizar:** Corte la energía antes de iniciar.
 - **Instalación:** Use conductores de al menos como mínimo de 25AMP
 - **Conexiones:** Asegure la correcta polaridad (positivo/negativo) en las cintas LED, utilizando conectores rápidos si es necesario.
- **Iluminación LED:** Seleccione luminarias con una fidelidad de color (Ra/CRI) para una reproducción natural.
- **Mantenimiento y Confort:** Limpie periódicamente las luminarias y asegure una buena ventilación para evitar que el calor reduzca la vida útil del LED.
- **Iluminación de Emergencia:** Instale luminarias de emergencia, mínimo una.

Para una iluminación adecuada en una **cubierta autoportante** (estructuras metálicas curvas o rectas que no requieren apoyos intermedios), es fundamental considerar tanto la integridad estructural como la seguridad eléctrica.

A continuación, se presentan las principales recomendaciones técnicas y eléctricas:

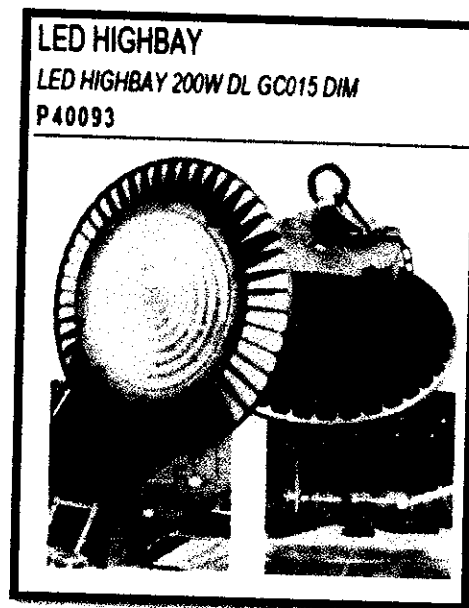
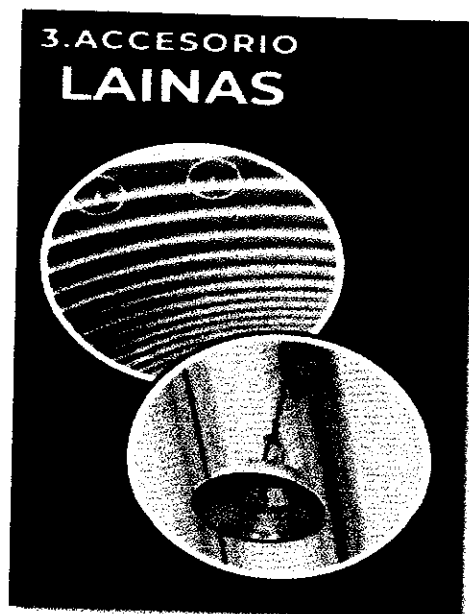
1. Sistema de Canalización y Sujeción

Debido a que estas cubiertas son autoportantes (generalmente de acero galvanizado o aluminio), no se recomienda realizar perforaciones que comprometan su estanqueidad o resistencia estructural

- **analización Superficial:** Utiliza **tubería de PVC rígido o conduit metálico** fijado con abrazaderas de tipo trinquete o clips especiales que se aseguran a las pestañas o crestas del perfil metálico sin perforar el fondo del canal.
- **Cajas Estancas:** Todas las conexiones deben realizarse dentro de **cajas de paso con grado de protección IP65 o superior** para evitar la entrada de humedad o polvo, especialmente si la cubierta tiene aberturas laterales.

Luminarias

La mejor opción para naves iSe integran fácilmente en cualquier proyecto, proporcionando una iluminación potente y uniforme que mejora la visibilidad y la seguridad, todo mientras aportan un toque estético y de vanguardia a tu obra. Ideales para parques industriales y grandes espacios, garantizando un rendimiento superior y una fácil instalación.



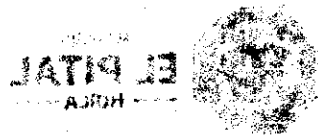
ANDRES FELIPE QUINTERO CARDONA
INGENIERO ELECTRICISTA
M.P. CL 205 31725



FOTOMETRIA ILUMINACION

“CONSTRUCCION CUBIERTA POLIDEPORTIVO VEREDA EL RETIRO MUNICIPIO DE EL PITAL DEPARTAMENTO DEL HUILA”

SECRET
U.S. GOVERNMENT
OFFICE OF THE DIRECTOR
OF INTELLIGENCE



CONFIDENTIAL INFORMATION

CONFIDENTIAL INFORMATION
IS A SECRET OF PROTECTION
JAN 11 10 04 AM 1973
FBI NEW YORK

SECRET
U.S. GOVERNMENT
OFFICE OF THE DIRECTOR
OF INTELLIGENCE

SECRET

CONFIDENTIAL INFORMATION
IS A SECRET OF PROTECTION
JAN 11 10 04 AM 1973
FBI NEW YORK

Proyecto elaborado por ANDRES FELIPE QUINTERO CARDONA
Teléfono 3132798508
Fax
e-Mail

Índice

CUBIERTA EL RETIRO

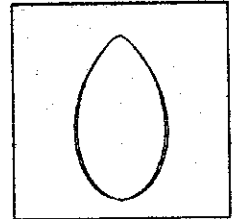
Índice	1
Lista de luminarias	2
SYLVANIA P40093-LED HIGHBAY 200W DL GC015 DIM	
Hoja de datos de luminarias	3
P40093-LED HIGHBAY 200W DL GC015 DIM	
CDL (Polar)	4
CDL (Lineal)	5
Diagrama de densidad lumínica	6
Escena exterior 1	
Datos de planificación	7
Lista de luminarias	8
Luminarias (lista de coordenadas)	9
Rendering (procesado) en 3D	10
Rendering (procesado) de colores falsos	11
Superficies exteriores	
Elemento del suelo 1	
Superficie 1	
Isolíneas (E)	12

Proyecto elaborado por ANDRES FELIPE QUINTERO CARDONA
Teléfono 3132798508
Fax
e-Mail

CUBIERTA EL RETIRO / Lista de luminarias

10 Pieza SYLVANIA P40093-LED HIGHBAY 200W DL
GC015 DIM
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 29247 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 31569 lm
Potencia de las luminarias: 200.6 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 77 95 99 100 93
Lámpara: 1 x P40093-LED HIGHBAY 200W DL
GC015 DIM (FTV01) (Factor de corrección 1.000).

Dispone de una imagen
de la luminaria en
nuestro catálogo de
luminarias.

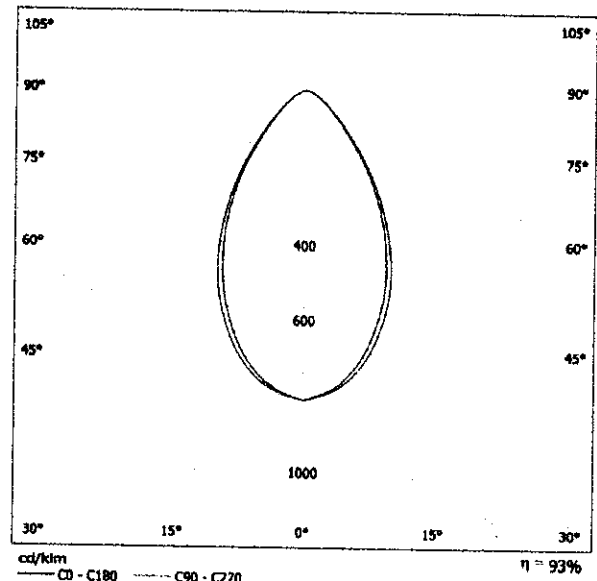


Proyecto elaborado por ANDRES FELIPE QUINTERO CARDONA
Teléfono 3132798508
Fax
e-Mail

SYLVANIA P40093-LED HIGHBAY 200W DL GC015 DIM / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:

Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 77 95 99 100 93

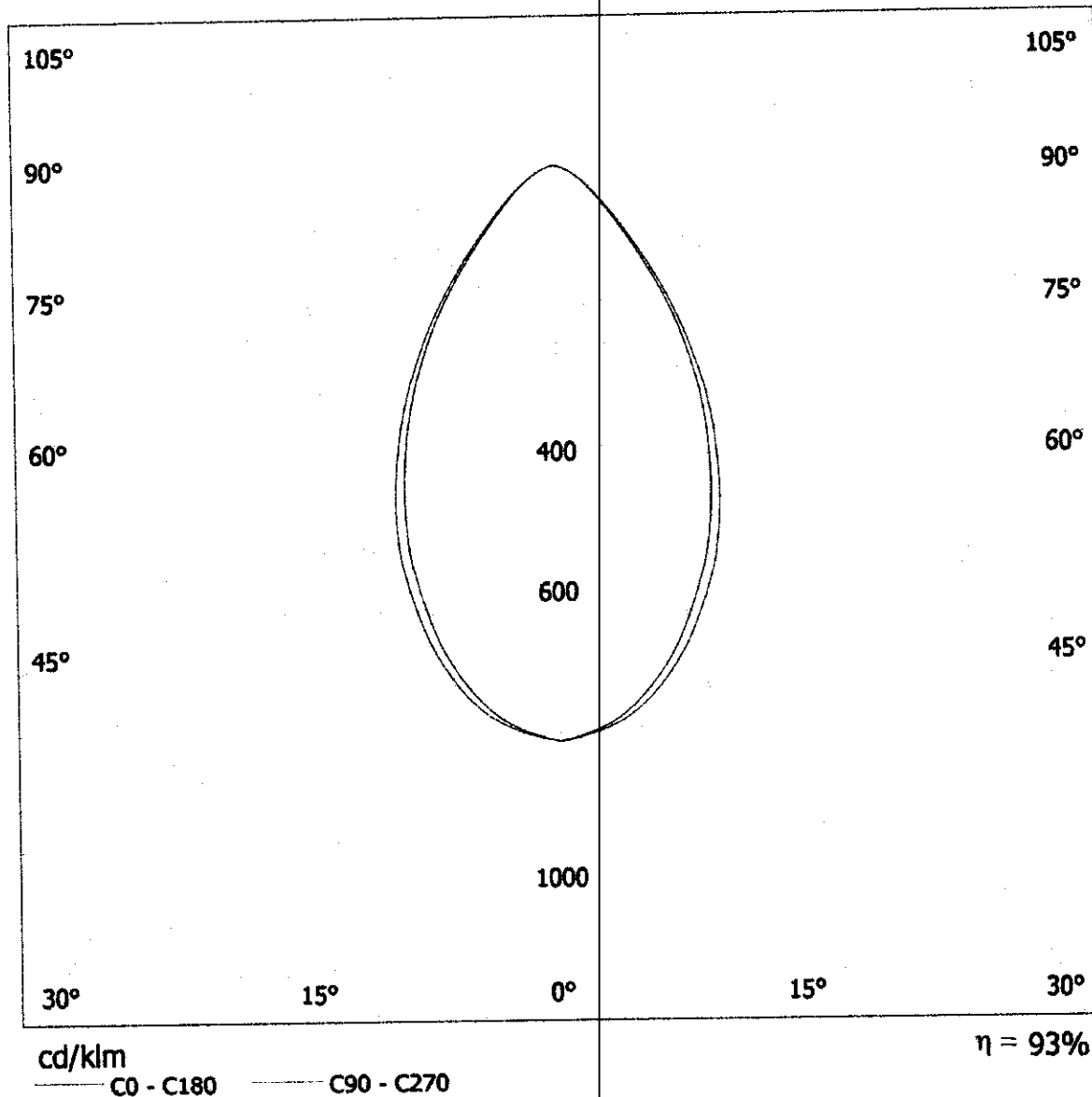
Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR												
α Techo		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	30
α Paredes		50	30	50	50	30	50	30	50	50	30	30
α Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local X Y		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H	27.3	28.3	27.6	28.5	28.7	27.5	28.5	27.8	28.7	28.9	28.9
	3H	27.7	28.5	28.0	28.8	29.0	27.8	28.7	28.2	29.0	29.2	29.2
	4H	27.8	28.6	28.1	28.8	29.1	28.0	28.8	28.3	29.0	29.3	29.3
	6H	27.8	28.6	28.2	28.8	29.1	28.0	28.7	28.4	29.0	29.3	29.3
	8H	27.9	28.5	28.2	28.8	29.1	28.0	28.7	28.4	29.0	29.3	29.3
	12H	27.9	28.5	28.2	28.8	29.2	28.1	28.7	28.4	29.0	29.4	29.4
4H	2H	27.5	28.3	27.8	28.5	28.8	27.6	28.4	28.0	28.7	29.0	29.0
	3H	27.9	28.6	28.2	28.8	29.2	28.1	28.8	28.5	29.1	29.4	29.4
	4H	28.1	28.7	28.5	29.0	29.4	28.3	28.8	28.7	29.2	29.5	29.5
	6H	28.2	28.7	28.6	29.1	29.5	28.4	28.9	28.8	29.2	29.6	29.6
	8H	28.3	28.7	28.7	29.1	29.5	28.5	28.9	28.9	29.3	29.7	29.7
	12H	28.3	28.7	28.8	29.1	29.5	28.5	28.9	29.0	29.3	29.7	29.7
8H	4H	28.1	28.6	28.5	28.9	29.3	28.3	28.7	28.7	29.1	29.5	29.5
	6H	28.3	28.6	28.7	29.1	29.5	28.5	28.8	28.9	29.2	29.7	29.7
	8H	28.4	28.7	28.9	29.1	29.6	28.6	28.9	29.0	29.3	29.8	29.8
	12H	28.5	28.8	29.0	29.2	29.7	28.7	28.9	29.2	29.4	29.9	29.9
	4H	28.1	28.5	28.5	28.9	29.3	28.3	28.7	28.7	29.1	29.5	29.5
	6H	28.3	28.6	28.8	29.0	29.5	28.5	28.8	28.9	29.2	29.7	29.7
12H	8H	28.4	28.7	28.9	29.1	29.6	28.6	28.9	29.1	29.3	29.8	29.8
	Variación de la posición del espectador para separaciones 5 entre luminarias											
S = 1,0H		+0,0 / -1,2					+0,9 / -1,2					
S = 1,5H		+2,1 / -2,1					+2,2 / -2,0					
S = 2,0H		+3,6 / -2,8					+2,6 / -2,8					
Tabla estándar		B002					B002					
Sumando de corrección		10,2					10,3					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 3150lm flujo luminoso total												

Proyecto elaborado por ANDRES FELIPE QUINTERO CARDONA
Teléfono 3132798508
Fax
e-Mail

SYLVANIA P40093-LED HIGHBAY 200W DL GC015 DIM / CDL (Polar)

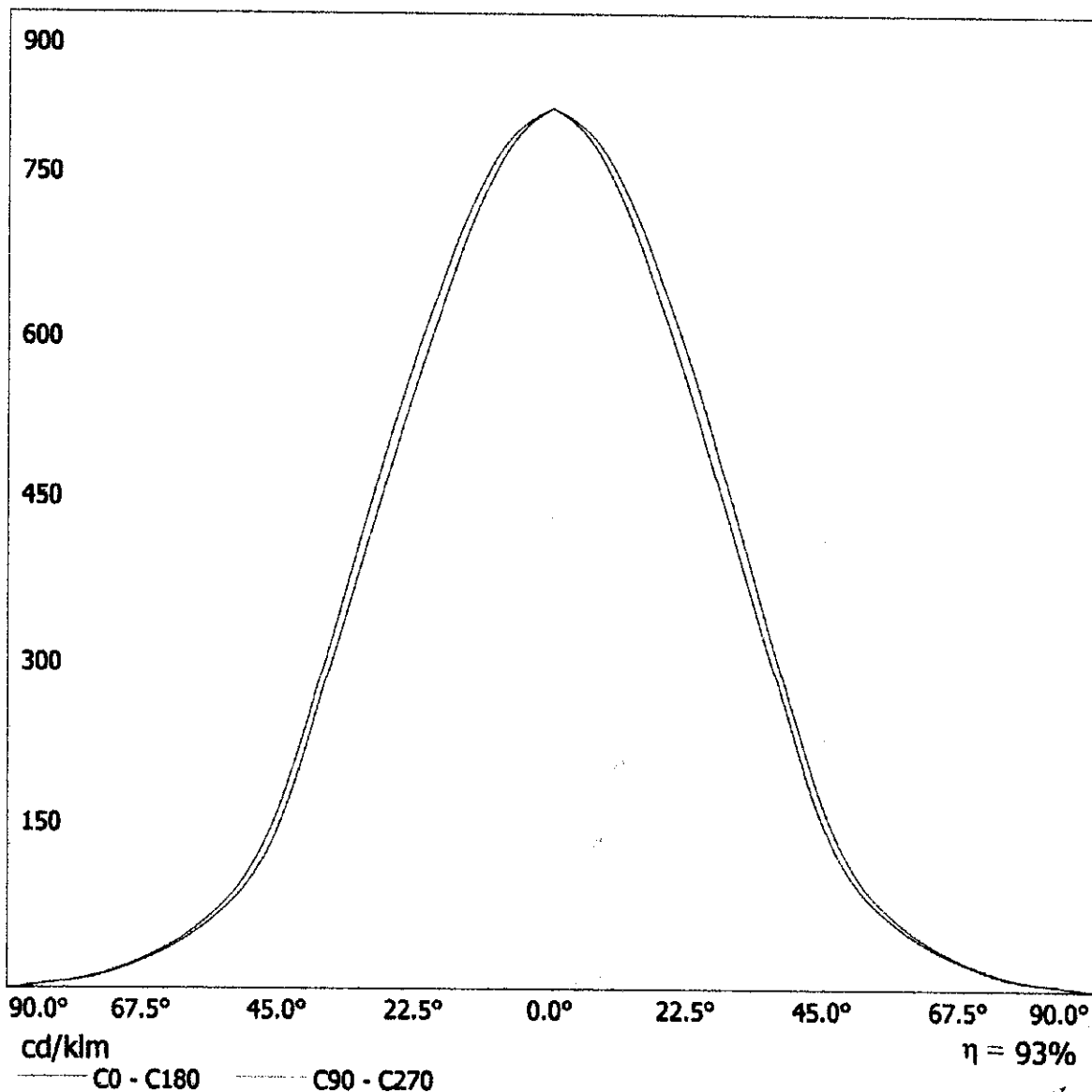
Luminaria: SYLVANIA P40093-LED HIGHBAY 200W DL GC015 DIM
Lámparas: 1 x P40093-LED HIGHBAY 200W DL GC015 DIM (FTV01)



Proyecto elaborado por ANDRES FELIPE QUINTERO CARDONA
Teléfono 3132798508
Fax
e-Mail

SYLVANIA P40093-LED HIGHBAY 200W DL GC015 DIM / CDL (Lineal)

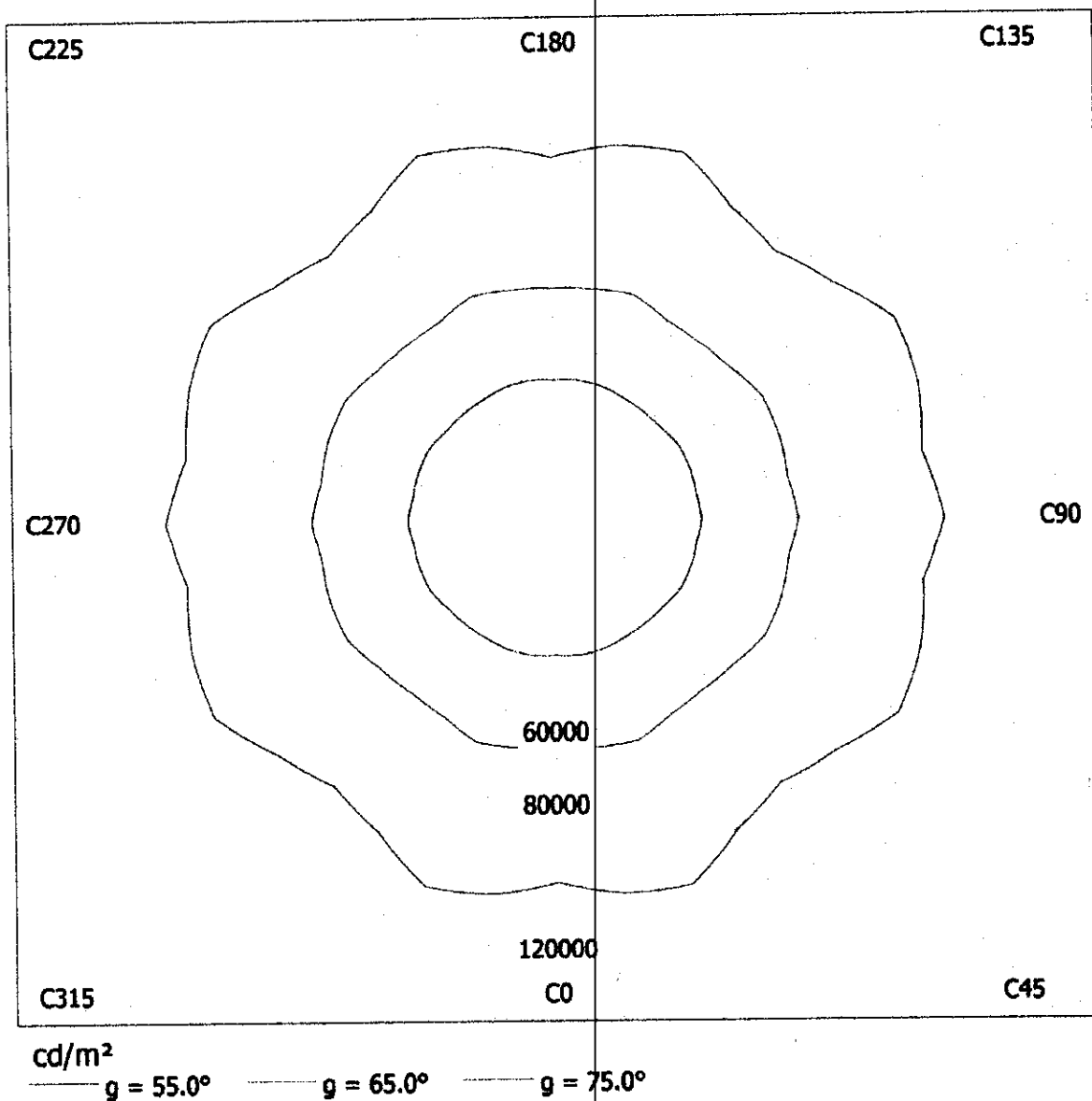
Luminaria: SYLVANIA P40093-LED HIGHBAY 200W DL GC015 DIM
Lámparas: 1 x P40093-LED HIGHBAY 200W DL GC015 DIM (FTV01)



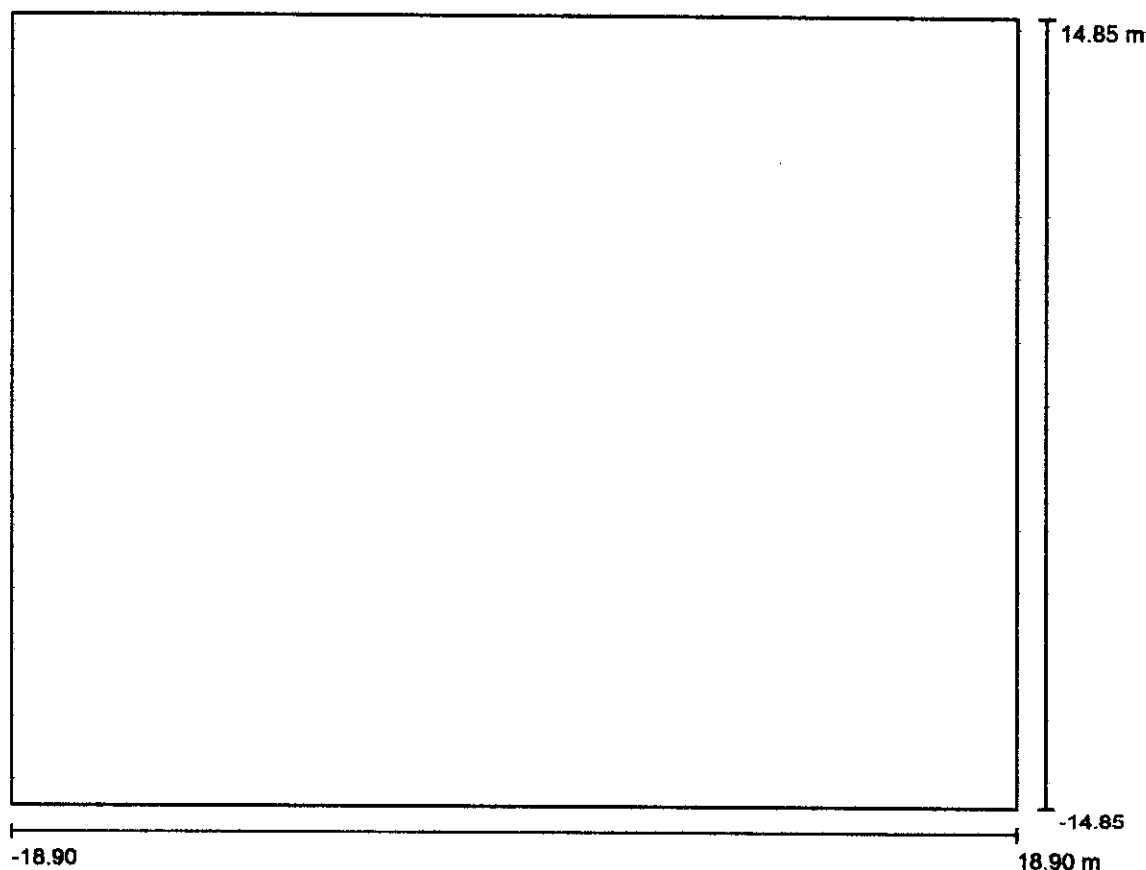
Proyecto elaborado por ANDRES FELIPE QUINTERO CARDONA
Teléfono 3132798508
Fax
e-Mail

**SYLVANIA P40093-LED HIGHBAY 200W DL GC015 DIM / Diagrama de densidad
lumínica**

Luminaria: SYLVANIA P40093-LED HIGHBAY 200W DL GC015 DIM
Lámparas: 1 x P40093-LED HIGHBAY 200W DL GC015 DIM (FTV01)



Proyecto elaborado por ANDRES FELIPE QUINTERO CARDONA
Teléfono 3132798508
Fax
e-Mail

Escena exterior 1 / Datos de planificación

Factor mantenimiento: 0.80, ULR (Upward Light Ratio): 0.0%

Escala 1:276

Lista de piezas - Luminarias

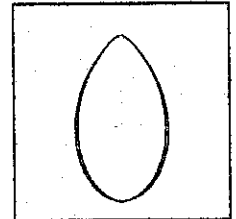
N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	10	SYLVANIA P40093-LED HIGHBAY 200W DL GC015 DIM (1.000)	29247	31569	200.6
Total:			292466	Total: 315690	2006.4

Proyecto elaborado por ANDRES FELIPE QUINTERO CARDONA
Teléfono 3132798508
Fax
e-Mail

Escena exterior 1 / Lista de luminarias

10 Pieza SYLVANIA P40093-LED HIGHBAY 200W DL
GC015 DIM
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 29247 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 31569 lm
Potencia de las luminarias: 200.6 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 77 95 99 100 93
Lámpara: 1 x P40093-LED HIGHBAY 200W DL
GC015 DIM (FTV01) (Factor de corrección 1.000).

Dispone de una imagen
de la luminaria en
nuestro catálogo de
luminarias.

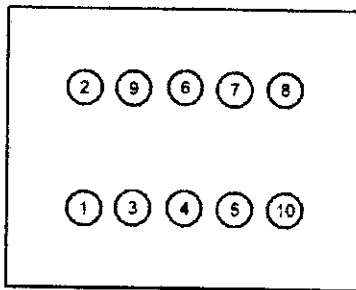


Proyecto elaborado por ANDRES FELIPE QUINTERO CARDONA
 Teléfono 3132798508
 Fax
 e-Mail

Escena exterior 1 / Luminarias (lista de coordenadas)

SYLVANIA P40093-LED HIGHBAY 200W DL GC015 DIM

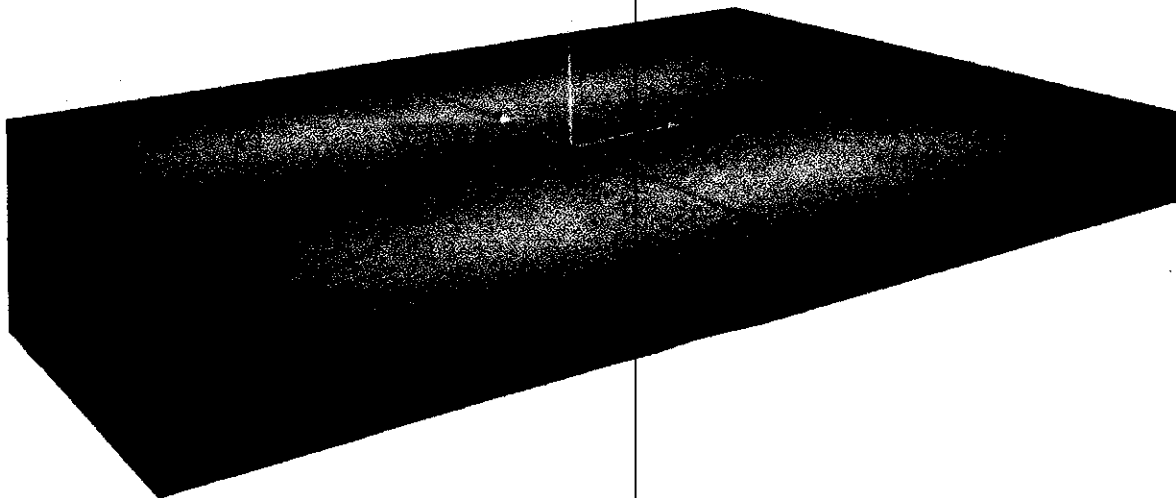
29247 lm, 200.6 W, 1 x 1 x P40093-LED HIGHBAY 200W DL GC015 DIM (FTV01) (Factor de corrección 1.000).



N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	-10.600	-6.305	9.500	0.0	0.0	0.0
2	-10.591	6.336	9.500	0.0	0.0	0.0
3	-5.397	-6.200	9.500	0.0	0.0	0.0
4	0.135	-6.200	9.500	0.0	0.0	0.0
5	5.517	-6.300	9.500	0.0	0.0	0.0
6	0.164	6.400	9.500	0.0	0.0	0.0
7	5.457	6.254	9.500	0.0	0.0	0.0
8	10.839	6.281	9.500	0.0	0.0	0.0
9	-5.367	6.300	9.500	0.0	0.0	0.0
10	10.900	-6.300	9.500	0.0	0.0	0.0

Proyecto elaborado por ANDRES FELIPE QUINTERO CARDONA
Teléfono 3132798508
Fax
e-Mail

Escena exterior 1 / Rendering (procesado) en 3D



CUBIERTA VDA EL RETIRO

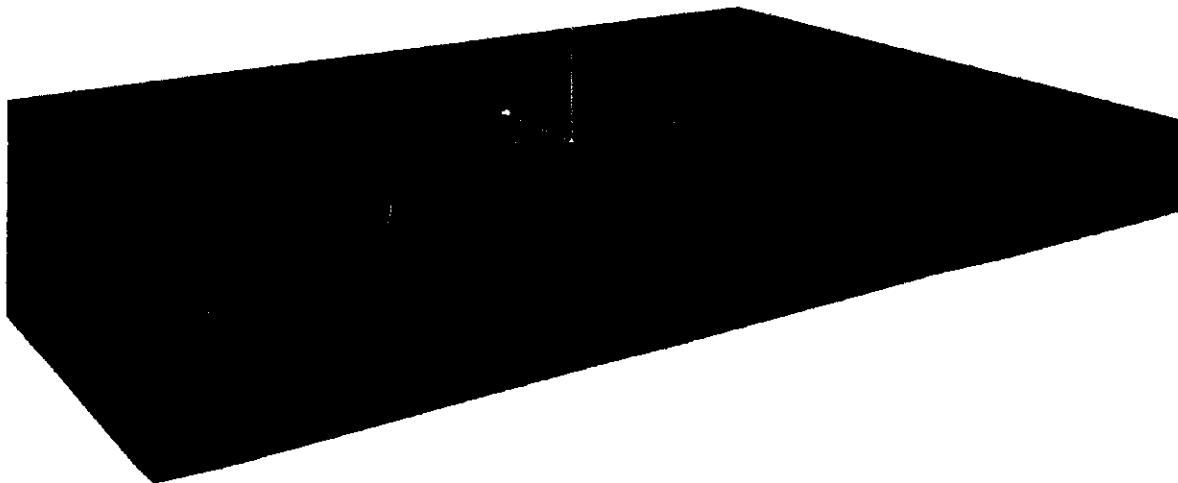


543
DIALux

21.08.2025

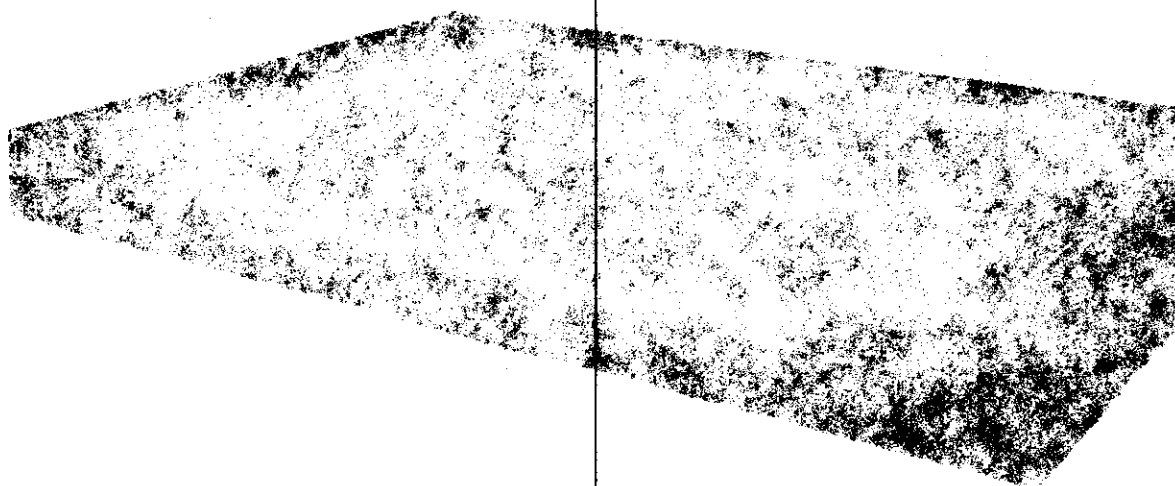
Proyecto elaborado por ANDRES FELIPE QUINTERO CARDONA
Teléfono 3132798508
Fax
e-Mail

Escena exterior 1 / Rendering (procesado) de colores falsos



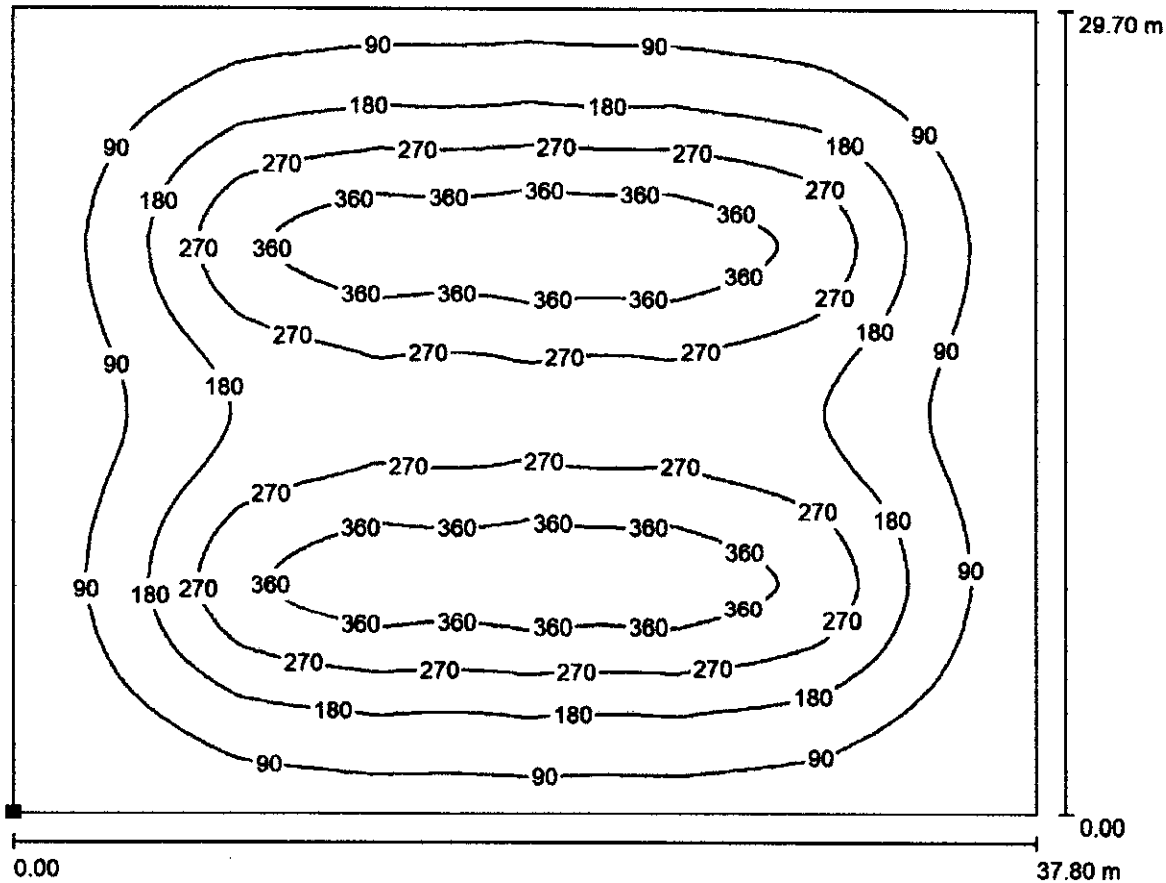
0 187.50 375 562.50 750 937.50 1125 1312.50 1500

lx



Proyecto elaborado por ANDRES FELIPE QUINTERO CARDONA
 Teléfono 3132798508
 Fax
 e-Mail

Escena exterior 1 / Elemento del suelo 1 / Superficie 1 / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 271

Situación de la superficie en la escena exterior:

Punto marcado:

(-18.900 m, -14.850 m, 0.000 m)



Trama: 128 x 128 Puntos

E_m [lx]
190

E_{min} [lx]
11

E_{max} [lx]
415

E_{min} / E_m
0.058

E_{min} / E_{max}
0.027

