ALCALDÍA PUERTO LÓPEZ	**ALCALDÍA DE PUERTO LÓPEZ**	**Código: F - 011**
		Versión: 002
	INFORME	Fecha: enero de 2024.

Puerto López, 2025

MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD

Yo, CRISTIAN CAMILO GUTIERREZ LANDINEZ identificado con cédula de ciudadanía N° 1.053.769.421, en mi calidad de Ingeniero Eléctrico, certifico que he realizado los siguientes ESTUDIOS ELECTRICOS para **OBJETO CONSULTORIA: "ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCION Y MEJORAMIENTO DEL ESPACIO PUBLICO EN SECTORES ESTRATEGICOS DEL MUNICIPIO DE PUERTO LOPEZ- META". OBJETO DEL PROYECTO: "FASE 4, ETAPA 1 SECTOR UBICADO SOBRE LA VIA NACIONAL AVENIDA 14 DESDE LA CARRERA SEPTIMA (7) HASTA LA CARRERA QUINCE (15)"**de acuerdo a los requisitos técnicos vigentes en la normatividad colombiana y en los lineamientos dados por la Entidad contratante:

- Entrega de Memorias de Cálculo de los estudios eléctricos, informe eléctrico y planos

Declaro que asumo la responsabilidad de los estudios anteriormente mencionados, además de exonerar de responsabilidad alguna a quien los ejecute siempre y cuando se ciñan a lo especificado en los estudios, acepto y reconozco que la revisión efectuada por las oficinas de control constituye una aprobación al ESTUDIO, si no la verificación del cumplimiento de las normas vigentes. Anexo para fines pertinentes copia del diploma y estudios realizados

De antemano agradezco su atención prestada.

Cordialmente,

CRISTIAN CAMILO GUTIERREZ LANDINEZ
Actualizó y Ajustó Diseño Electrico de Consultoria
C.C. 1.053.769.421
M.P. CL 205-66378

Código Postal 502001
Calle 6 Nro 4 – 40
Telefonos 6450412 – 6451867
Email: contactenos@puertolopez-meta.gov.co

ALCALDIA PUERTO LOPEZ	ALCALDÍA DE PUERTO LÓPEZ INFORME	Código: F - 011 Versión: 002 Fecha: enero de 2024.

MEMORIAS DE CÁLCULO

OBJETO CONSULTORIA: "ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCION Y MEJORAMIENTO DEL ESPACIO PUBLICO EN SECTORES ESTRATEGICOS DEL MUNICIPIO DE PUERTO LOPEZ-META". OBJETO DEL PROYECTO: "FASE 4, ETAPA 1 SECTOR UBICADO SOBRE LA VIA NACIONAL AVENIDA 14 DESDE LA CARRERA SEPTIMA (7) HASTA LA CARRERA QUINCE (15)"

PROPIETARIO: MUNICIPIO DE PUERTO LOPEZ

DISEÑADO POR: CRISTIAN CAMILO GUTIERREZ LANDINEZ
Actualizó y Ajustó Diseño Electrico de Consultoria
Ingeniero ELECTRICISTA
M.P. CL 205-66378

Código Postal 502001
Calle 6 Nro 4 – 40
Telefonos 6450412 – 6451867
Email: contactenos@puertolopez-meta.gov.co

1246

Señores
EMSA ESP
Ing. EDWIN DAVID GUZMAN
Gerencia Distribución
Ciudad

REF: DISEÑO ELECTRICO **OBJETO CONSULTORIA: "ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCION Y MEJORAMIENTO DEL ESPACIO PUBLICO EN SECTORES ESTRATEGICOS DEL MUNICIPIO DE PUERTO LOPEZ- META". OBJETO DEL PROYECTO: "FASE 4, ETAPA 1 SECTOR UBICADO SOBRE LA VIA NACIONAL AVENIDA 14 DESDE LA CARRERA SEPTIMA (7) HASTA LA CARRERA QUINCE (15)"**

Reciba un cordial saludo, por medio de la presente me permito presentar el diseño de la remodelación de las redes de Media y Baja Tensión, necesaria para la ejecución del proyecto que tiene como objeto **OBJETO CONSULTORIA: "ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCION Y MEJORAMIENTO DEL ESPACIO PUBLICO EN SECTORES ESTRATEGICOS DEL MUNICIPIO DE PUERTO LOPEZ- META". OBJETO DEL PROYECTO: "FASE 4, ETAPA 1 SECTOR UBICADO SOBRE LA VIA NACIONAL AVENIDA 14 DESDE LA CARRERA SEPTIMA (7) HASTA LA CARRERA QUINCE (15)"** , cabe señalar que el diseño del presente proyecto es del tipo detallado con algunas salvedades de acuerdo a los requerimientos del artículo 10 del RETIE, no requiere factibilidad por cuanto no se instalara carga adicional, se tuvieron en cuenta los lineamientos del oficio GD-I-20214200458411 (adjunto).

Es importante señalar que el presente proyecto no involucra la instalación de carga adicional a la existente, y tiene que ver únicamente con la remodelación de las redes para mejorarlas y adecuarlas a las características del proyecto.

Agradezco de antemano su colaboración y quedo atento para resolver cualquier inquietud al respecto.

Cordialmente:

CRISTIAN CAMILO GUTIERREZ LANDINEZ
C.C. 1.053.769.421
Actualizó y Ajustó Diseño Electrico de Consultoria
M.P. CL 205-66378

Código Postal 502001
Calle 6 Nro 4 – 40
Telefonos 6450412 – 6451867
Email: contactenos@puertolopez-meta.gov.co

TABLA DE CONTENIDO

1. RESUMEN DEL PROYECTO 5
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 9
3. FOTOGRAFIAS PUNTOS DE INTERVENCIÓN 10
4. MEMORIAS DE CALCULO TECNICAS 12
4.1 PARAMETROS ELECTRICOS 12
4.2 PARAMETROS DE DISEÑO 13
4.3 ANALISIS DE CARGAS INICIALES Y FUTURAS, ANALISIS DE ARMONICOS Y CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA 14
4.4 SELECCIÓN DPS (COORDINACIÓN DE AISLAMIENTO) 16
4.5 ANALISIS DE CORTOCIRCUITO, FALLA A TIERRA Y DIMENSIONAMIENTO DE BARRAJES 18
a) ANALISIS DE CORTOCIRCUITO EN MEDIA TENSIÓN (34,5KV): 18
b) ANALISIS DE CORTOCIRCUITO EN MEDIA TENSIÓN (13,2KV): 18
c) ANALISIS DE CORTOCIRCUITO EN BAJA TENSIÓN: 19
4.6 ANALISIS DE RIESGO POR RAYOS Y PROTECCION CONTRA DESCARGAS ELECTRICAS ATMOSFERICAS. 19
4.7 ANALISIS DE RIESGOS DE ORIGEN ELECTRICO Y MEDIDAS PARA MITIGARLOS. 19
4.8 ANALISIS DE NIVEL DE TENSIÓN REQUERIDO. 25
4.9 CALCULO DE CAMPOS ELECTROMAGNETICOS VERIFICANDO LIMITES DE EXPOSICIÓN 25
4.10 CALCULO DEL TRANSFORMADOR REQUERIDO 26
4.11 RESISTIVIDAD DEL TERRENO Y SISTEMA DE PUESTA A TIERRA 26
4.12 CÁLCULO ECONÓMICO DE CONDUCTORES, TENIENDO EN CUENTA TODOS LOS FACTORES DE PÉRDIDAS, LAS CARGAS RESULTANTES Y LOS COSTOS DE ENERGÍA 34
4.13 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, CAPITULO 9 O EQUIVALENTE 34
4.14 CALCULO MECANICO DE ESTRUCTURAS 34
4.15 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: 36
4.16 CALCULO DE CANALIZACIONES (TUBOS, DUCTOS, CANALETAS Y ELECTRODUCTOS) Y VOLUMEN DE ENCERRAMIENTOS (CAJAS, TABLEROS, CONDULETAS, ETC.) 36

Código Postal 502001
Calle 6 Nro 4 – 40
Telefonos 6450412 – 6451867
Email: contactenos@puertolopez-meta.gov.co

4.17 CALCULO DE PÉRDIDAS DE ENERGÍA, TENIENDO EN CUENTA LOS EFECTOS DE ARMÓNICOS Y FACTOR DE POTENCIA 37
4.18 CALCULO DE REGULACIÓN 37
4.18.1 Regulación en Media Tensión 37
4.18.2 Regulación en Baja Tensión 38
4.19 CLASIFICACIÓN DE AREAS Y DISTANCIAS DE SEGURIDAD 38
4.20 ANEXOS 40
4.20.1 ANEXO - Constantes de Regulación K 40
4.20.2 ANEXO – Características cables 41
5. COPIA MATRICULA Y CC 43

Código Postal 502001
Calle 6 Nro 4 – 40
Telefonos 6450412 – 6451867
Email: contactenos@puertolopez-meta.gov.co

1. RESUMEN DEL PROYECTO

Nombre del Proyecto	DISEÑO ELECTRICO "ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCION Y MEJORAMIENTO DEL ESPACIO PUBLICO EN SECTORES ESTRATEGICOS DEL MUNICIPIO DE PUERTO LOPEZ - META"		
Propietario del Proyecto	MUNICIPIO DE PUERTO LOPEZ - ESPACIO PUBLICO		
Localización	**Municipio:** Puerto López		
	Vereda o Barrio: Vía nacional; AV 14 entre carrera 7 y carrera 14 por el costado izquierdo y entre carrera 7a y carrera 14		
	Dirección o Sector: Casco urbano		
Tipo de Servicio	RESIDENCIAL - COMERCIAL		
Estrato Socioeconómico	2 y 3		
Número de clientes	58		
Capacidad Instalada	174kVA - Aproximadamente 3kVA por Usuario		
Cantidad y potencia de los transformadores a intervenir	**N°**	**CAPACIDAD kVA**	**CANTIDAD**
	1	30 kVA.3Φ PRIVADO	1
	2	75 kVA.3Φ PUBLICO	1
	3	45 kVA.3Φ PRIVADO	1
	4	30 kVA.3Φ PUBLICO	1
	5	10 kVA.3Φ ALUMBRADO PUBLICO	1
	6	15 kVA.3Φ ALUMBRADO PUBLICO	1
Longitud de redes en MT a Construir	**N°**	**TIPO**	**LONG(m)**
	1	SUBTERRANEA - 34,5kV	1280
	2	SUBTERRANEA - 13,2kV	2222
Longitud de redes en BT a Construir	**N°**	**TIPO**	**LONG(m)**
	1	SUBTERRANEA - BAJA TENSIÓN	2228
	2	SUBTERRANEA - BAJA ALUMBRADO PUBLICO	24
Carga Alumbrado Público (Solar)	**CANT**	**TIPO**	**POTENCIA (W)**
	46	LED	>100W
	183	LED SOLAR	>40W

Código Postal 502001
Calle 6 Nro 4 – 40
Telefonos 6450412 – 6451867
Email: contactenos@puertolopez-meta.gov.co

DOCUMENTACIÓN REQUERIDA:

- SE INCLUYE LA DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO, EL RESUMEN Y LOS PUNTOS APLICABLES DEL RETIE PARA EL CASO EN PARTICULAR.

- SE ADJUNTA OFICIO DE AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL REPRESENTANTE LEGAL DEL CONSORCIO QUE TIENE A CARGO LA CONSTRUCCIÓN DE LA OBRA; TENIENDO EN CUENTA QUE LA REMODELACIÓN SE EFECTURA EN EL ESPACIO PUBLICO, NO SE HACE NECESARIO ADJUNTAR CERTIFICADO DE TRADICIÓN Y LIBERTAD ALGUNO.

- NO SE REQUIERE LICENCIA DE CONSTRUCCIÓN POR CUANTO EL PROYECTO SOLO TRATA DE LA INFRAESTRUCTURA PUBLICA EXISTENTE.

- RESPECTO AL EQUIPO DE MEDIDA DENTRO DEL PRESENTE PROYECTO NO SE CONTEMPLA LA INSTALACIÓN DE LOS MISMOS, SE ADECUARÁN LAS ACOMETIDAS EXISTENTES AL NUEVO SISTEMA PROYECTADO (SUBTERRANEO). PESE A QUE SE PROYECTA LA INSTALACIÓN DE TRANSFORMADORES NUEVOS Y REUBICACION DE TRANSFORMADORES EXISTENTES, LOS MISMOS SERAN EXCLUSIVAMENTE PARA EL REEMPLAZO DE LOS EQUIPOS EXISTENTES EN LA ZONA DE AFECTACIÓN DEL PROYECTO.

- SE ADJUNTAN FOTOGRAFIAS DE LAS REDES A REMODELAR.

- POR NO CONTEMPLAR CARGA NUEVA NO SE HACE NECESARIO EL TRAMITE DE FACTIBILIDAD.

- SE ADJUNTAN LAS MEMORIAS DE CALCULO PARA UN DISEÑO DETALLADO DE ACUERDO A LO EXIGIDO POR EL RETIE CON LAS SALVEDADES INDICADAS.

- SE ADJUNTA COPIA DE LA MATRICULA PROFESIONAL DEL INGENIERO DISEÑADOR Y VIGENCIA DE LA MISMA.

- SE ADJUNTA COPIA DE CEDULA DE CIUDADANIA DEL INGENIERO DISEÑADOR

Código Postal 502001
Calle 6 Nro 4 – 40
Telefonos 6450412 – 6451867
Email: contactenos@puertolopez-meta.gov.co

CONSIDERACIONES GENERALES REFERENTE AL DISEÑO DETALLADO

En concordancia con lo exigido por el artículo 10.1 del reglamento técnico para instalaciones eléctricas RETIE, a continuación, se procede a describir el alcance general y su aplicabilidad o no aplicabilidad para cada uno de los literales exigidos del diseño de acuerdo con el citado artículo:

a) **Análisis y cuadro de cargas iniciales y futuras, incluyendo análisis de factor de potencia y armónicos:** Teniendo en cuenta que se trata de un proyecto de remodelación de redes, no se hace un estudio detallado de la carga existente ni de la carga detallada, puesto que no se cuenta con los suficientes datos. Para este apartado se acatarán las recomendaciones del operador de red, al contemplar la carga instalada.
b) **Análisis de coordinación de aislamiento eléctrico:** En este apartado solamente se efectuará una mención especial de los puntos en los cuales se hace necesaria la instalación de DPS junto con su correspondiente justificación; dado que el proyecto no involucra ningún tipo de instalación interna, no es posible argumentar o justificar su instalación en Baja Tensión para cada uno de los usuarios.
c) **Análisis de cortocircuito y falla a tierra:** Para el caso particular del proyecto se hace el análisis en Media Tensión (Corriente típica que debe ser suministrada por el OR), igualmente se hace una aproximación ante una falla máxima en el lado de Baja Tensión (en bornes).
d) **Análisis de nivel de riesgo por rayos y medidas de protección contra rayos:** No aplica para el presente proyecto por tratarse únicamente de la remodelación de redes existentes.
e) **Análisis de riesgos de origen eléctrico y medidas para mitigarlos:** Esta evaluación se presenta dentro de las memorias de cálculo.
f) **Análisis de nivel de tensión requerido:** Se hace un análisis general teniendo en cuenta las restricciones del OR y las condicionantes del diseño.
g) **Cálculo de campos electromagnéticos para asegurar que, en espacios destinados a actividades rutinarias de las personas, no se superen los límites de exposición definidos en la Tabla 14.1:** Considerando que el nivel de tensión a usar dentro del proyecto se encuentra por debajo de 50 KV, no se hace necesario llevar a cabo esta evaluación.
h) **Cálculo de transformadores incluyendo los efectos de los armónicos y factor de potencia en la carga:** El presente proyecto no involucra la instalación de cargas de ningún tipo, y contempla únicamente la remodelación de redes existentes, por lo anterior no se hace necesario llevar a cabo este análisis.
i) **Cálculo del sistema de puesta a tierra:** Se adjunta el cálculo de la Malla de Puesta a Tierra de los transformadores a instalar que reemplazaran a los existentes de tipo aéreo.
j) **Cálculo económico de conductores, teniendo en cuenta todos los factores de pérdidas, las cargas resultantes y los costos de energía:** Por tratarse de un proyecto exclusivamente de redes de Media y Baja Tensión para la futura conexión de usuarios, no es necesario llevar a cabo este cálculo, lo anterior también es justificable dado que los calibres de conductor utilizados son los exigidos por el operador de red para la remodelación de redes de Media y Baja Tensión.
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, capitulo 9 o equivalente:** Se presenta esta calculo dentro de las memorias del

Código Postal 502001
Calle 6 Nro 4 – 40
Telefonos 6450412 – 6451867
Email: contactenos@puertolopez-meta.gov.co

proyecto, verificando para cada tipo de conductor su integridad ante la falla máxima a tierra dependiendo el nivel de tensión.

l) **Cálculo mecánico de estructuras y de elementos de sujeción de equipos:** Se presenta el cálculo del tramo de red aérea a construir (cruce de vía).

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:** Se presenta la coordinación de protecciones para el nivel de Media Tensión teniendo en cuenta transformadores a intervenir; en Baja Tensión considerando que se remodelara únicamente la red existente, no es necesario efectuar este análisis.

n) **Cálculo de canalizaciones (tubos, ductos, canaletas y electroductos) y volumen de encerramientos (cajas, tableros, conduletas, etc.):** Se adjunta este cálculo dentro de las memorias.

o) **Cálculo de pérdidas de energía, teniendo en cuenta los efectos de armónicos y factor de potencia:** Por las características propias del proyecto (remodelación redes) no se hace necesario llevar a cabo este cálculo, tal y como no se llevó a cabo el cálculo del conductor económico.

p) **Cálculos de regulación:** Se presenta el cálculo dentro de las memorias de cálculo.

q) **Clasificación de áreas:** Dentro del proyecto no se cuenta con espacios de confinamiento de equipos y no se tienen áreas definidas que puedan ser clasificadas.

r) **Elaboración de diagramas unifilares:** En los planos de diseño se presenta el diagrama unifilar de la red.

s) **Elaboración de planos y esquemas eléctricos para construcción:** Se presentan con el diseño los planos necesarios para la construcción de la obra.

t) **Especificaciones de construcción complementarias a los planos, incluyendo las de tipo técnico de equipos y materiales y sus condiciones particulares:** Se adjuntan algunas especificaciones técnicas a tener en cuenta en el desarrollo del proyecto.

u) **Establecer las distancias de seguridad requeridas:** Se establecen las distancias de seguridad de acuerdo a lo exigido en el RETIE.

v) **Justificación técnica de desviación de la NTC 2050 cuando sea permitido, siempre y cuando no comprometa la seguridad de las personas o de la instalación:** No se tiene desviación alguna de la norma NTC 2050 en lo que respecta a los cálculos efectuados para el proyecto.

w) **Los demás estudios que el tipo de instalación requiera para su correcta y segura operación, tales como condiciones sísmicas, acústicas, mecánicas o térmicas:** No se requieren estudios adicionales al presentado.

Código Postal 502001
Calle 6 Nro 4 – 40
Telefonos 6450412 – 6451867
Email: contactenos@puertolopez-meta.gov.co

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El objeto del presente proyecto consiste en la remodelación y adecuación del espacio público del Municipio de Puerto López en el sector de la vía principal (Avenida 14) entre la Carrera 4 y la Carrera 7 por el costado izquierdo vía Pto López – Pto Gaitán y entre la carrera 4 y la carrera 7a. Para llevar a cabo dicha adecuación del espacio público se hace necesaria la remodelación y restructuración de la infraestructura eléctrica existente a lo largo del eje del proyecto.

Es importante señalar que en la zona de ejecución del proyecto las redes son de tipo aéreo, por lo anterior se remodelaran a red subterránea para lograr el objeto fundamental del proyecto. En virtud de lo anterior se utilizarán todos los elementos necesarios para dar confiabilidad del sistema a construir. Para la proyección de la remodelación de la infraestructura existente se siguieron los lineamientos establecidos en el oficio GD-I-20214200458411 del 17 de diciembre de 2021 emitido por la gerencia de distribución de la empresa.

Para la red de Baja Tensión, y en concordancia con lo solicitado por la electrificadora del Meta, se utilizará cable de aluminio aislado serie 8000 el cual presenta características similares al cobre al someterlo a carga, particularmente se reduce el efecto de elongación y el efecto creep que presenta el aluminio normal. Para el cálculo de los calibres se considerará en gran medida lo recomendado por la Electrificadora del Meta, pero adicionalmente se tendrán en cuenta la cantidad y el tipo de usuarios actualmente conectados a la red, incluyendo igualmente una carga de reserva en cada uno de los extremos del ramal en cálculo, tal y como se presenta en los cálculos y esquemas adjuntos.

Código Postal 502001
Calle 6 Nro 4 – 40
Telefonos 6450412 – 6451867
Email: contactenos@puertolopez-meta.gov.co

3. FOTOGRAFIAS PUNTOS DE INTERVENCIÓN



Código Postal 502001
Calle 6 Nro 4 – 40
Telefonos 6450412 – 6451867
Email: contactenos@puertolopez-meta.gov.co





Código Postal 502001
Calle 6 Nro 4 – 40
Telefonos 6450412 – 6451867
Email: contactenos@puertolopez-meta.gov.co

4. MEMORIAS DE CALCULO TECNICAS

4.1 PARAMETROS ELECTRICOS

Teniendo en cuenta el tipo particular de proyecto, no es conveniente la utilización de una curva para la proyección de la carga, en su lugar y tal como se demuestra en los cálculos que se presentaran más adelante se efectuara un análisis contemplando la carga para cada uno de los usuarios que actualmente toman el servicio de la red, dejando una carga de reserva para futuras proyecciones y para posibles suplencias que deban efectuarse.

En nivel de media tensión tal y como se mencionó con anterioridad se construirá la red utilizando los calibres solicitados por el operador de red (EMSA) y resumidos en la siguiente tabla:

CALIBRES A UTILIZAR EN RED MEDIA TENSIÓN - 34,5kV			
TIPO DE RED	**CALIBRE A UTILIZAR (AWG)**	**CORRIENTE MAXIMA (A)**	**CARGA MAXIMA A VOLTAJE NOMINAL (34,5kV)**
Ramales Principales	350 kcmil	305	15,9 MVA

CALIBRES A UTILIZAR EN RED MEDIA TENSIÓN - 13,2kV			
TIPO DE RED	**CALIBRE A UTILIZAR (AWG)**	**CORRIENTE MAXIMA (A)**	**CARGA MAXIMA A VOLTAJE NOMINAL (13,2kV)**
Ramales Principales	4/0	295	4,3MVA
Ramales Secundarios	2	155	2,7MVA

Como se puede apreciar, los calibres seleccionados son suficientes para atender la demanda de los circuitos proyectados, los valores se extrajeron de la norma CODENSA; nótese que para el nivel de tensión de 34,5 kV se está utilizando la capacidad de corriente teniendo en cuenta que se proyectan un conductor por fase.

En referencia a los transformadores a intervenir dentro de la ejecución del proyecto tenemos las siguientes características:

- Se tienen redes de Baja Tensión de uso público asociadas a siete (7) transformadores diferentes, las cuales se presentan diferenciadas en el plano de levantamiento; teniendo en cuenta las condiciones actuales del proyecto, se hace necesario efectuar la intervención sobre todas las redes asociadas junto con el traslado y/o adecuación de los transformadores.
- Igualmente, dentro de la zona de ejecución del proyecto existen tres (3) transformadores de índole privada, se involucra su desmonte. Es importante señalar que dentro de los transformadores privados mencionados es

Código Postal 502001
Calle 6 Nro 4 – 40
Telefonos 6450412 – 6451867
Email: contactenos@puertolopez-meta.gov.co

posible el traslado de algunos de ellos para evitar su reemplazo, de acuerdo a lo expresado en los planos de diseño adjuntos.

En términos generales a continuación se resume la normatividad contemplada para la elaboración del diseño:

- RETIE Reglamento Técnico para Instalaciones Eléctricas. 2009
- RETILAP Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público 2009
- NTC 2550 Código Eléctrico Colombiano
- CODENSA Normas de construcción de redes
- EL ABC DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS INDUSTRIALES
- EL ABC DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS EN EDIFICIOS Y COMERCIOS
- INSTALACIONES ELECTRICAS DE BAJA TENSION 2003
- TIERRAS - Favio Casas Ospina
- Protección Contra Rayos – Segunda Edición.
- PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES DEHN

4.2 PARAMETROS DE DISEÑO

- Las regulaciones máximas permitidas tenidas en cuenta para el presente diseño son:

Para redes aéreas en media tensión:	3 %
Para redes aéreas en baja tensión:	5 %
Para transformadores de distribución:	5 %

- El porcentaje máximo de ocupación contemplado de los ductos es del 40%.

- Se utilizará para el cálculo de regulación las constantes suministradas por los fabricantes de cables y encontradas en la norma CODENSA (Adjunta)

- Por las características especiales del proyecto no se considerará una rata de crecimiento anual para la carga, en su lugar el cálculo se efectuará contemplando el tipo y la cantidad de usuarios a conectar en concordancia con lo siguiente:

    - Usuarios Monofásicos – 1,5KVA.
    - Usuarios Bifásicos – 3KVA.
    - Usuarios Trifásicos – 5KVA.
    - Usuarios Trifásicos Especiales – 9 KVA.
    - Afloramientos a Red Aérea – 15KVA.

Código Postal 502001
Calle 6 Nro 4 – 40
Telefonos 6450412 – 6451867
Email: contactenos@puertolopez-meta.gov.co

Se dispondrá de una carga de reserva igualmente en el final de cada ramal para garantizar la posible suplencia entre los circuitos y transformadores.

4.3 ANALISIS DE CARGAS INICIALES Y FUTURAS, ANALISIS DE ARMONICOS Y CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA

Tal y como se mencionó en el apartado anterior, se efectuarán algunas consideraciones referentes a la carga instalada para cada uno de los ramales de Baja Tensión a intervenir, a continuación, se resume la carga para cada uno de ellos de acuerdo con lo siguiente:

- Usuarios Monofásicos – 1,5KVA.
- Usuarios Bifásicos – 3KVA.
- Usuarios Trifásicos – 5KVA.
- Usuarios Trifásicos Especiales – 9 KVA.
- Afloramientos a Red Aérea – 15KVA.

Es importante señalar que, para evitar el sobredimensionamiento de los conductores, se utilizara para el cálculo de la demanda el factor de diversidad para el estrato 3, dado por la siguiente expresión:

$$F_d = 1 + 0.2598 \ln(n)$$

En donde n corresponde al número de usuarios, este factor se utilizará en este capítulo y en el correspondiente al cálculo de regulación.

Ramal de Baja Tensión Transformador Público Uno (Existente) a Reemplazar por uno nuevo con capacidad de 112.5kVA:

CARGA PARA RAMAL TRANSFORMADOR PUBLICO UNO NUEVO - 112,5 kVA		
CARGA A CONSIDERAR	**CANTIDAD**	**CARGA TOTAL (kVA)**
Acometidas Bifásicas	2	6
Acometidas Trifásicas	1	5
Acometidas Trifásicas especiales	1	9
Afloramientos a Red Existente o Tramos de Red Aerea Existente	2	30
TOTAL CARGA		50

Carga demandada: $Q = \frac{50}{1+0.2598 \ln(6)} = 34.12\ kVA$

Código Postal 502001
Calle 6 Nro 4 – 40
Telefonos 6450412 – 6451867
Email: contactenos@puertolopez-meta.gov.co

Esta sería la carga demandada para este transformador en lo que refiere a lo implícito dentro del proyecto; es importante señalar que parte de la carga de este transformador se encuentra a lo largo de vías aledañas al eje de intervención del proyecto. Como se menciona este transformador de 30kVA se remplazará por uno del tipo poste de 112,5 KVA acatando las recomendaciones de EMSA.

Ramal de Baja Tensión Transformador Público Dos (Existente) Convencional:

CARGA PARA RAMAL TRANSFORMADOR PUBLICO DOS NUEVO - 112,5 KVA		
CARGA A CONSIDERAR	**CANTIDAD**	**CARGA TOTAL (kVA)**
Acometidas Monofásicas	6	9
Acometidas Bifásicas	3	9
Acometidas Trifásicas	6	30
Acometidas Trifásicas especiales	3	27
Afloramientos a Red Existente o Tramos de Red Aerea Existente	2	30
TOTAL CARGA		105

Carga demandada: $Q = \frac{105}{1+0.2598\ln(20)} = 59.04\ kVA$

Esta sería la carga demandada para este transformador dentro del alcance del proyecto; es importante señalar que parte de la carga atendida por el mismo se encuentra a lo largo de vías aledañas al eje de intervención del proyecto, por encontrarse dentro del proyecto, este transformador de 75kVA se remplazará por uno del tipo poste de 112,5 KVA y se ubicará fuera del área del proyecto acatando las recomendaciones de EMSA.

Transformadores privados:

Para los transformadores privados de la EDS BIOMAX LOS CAZADORES, EDS LA CAROLINA, TIENDAS D1 se reubicarán a nuevo sitio fuera del proyecto.

Transformador de Alumbrado Público 1:

Para el transformador de alumbrado público de 10kVA ubicado entre la carrera 14 y la calle 7 se trasladará a un nuevo sitio fuera del proyecto y acatando las recomendaciones de la empresa de Alumbrado Público. Para efectos del proyecto no se involucrará la carga de iluminación adicional.

Transformador de Alumbrado Público 2:

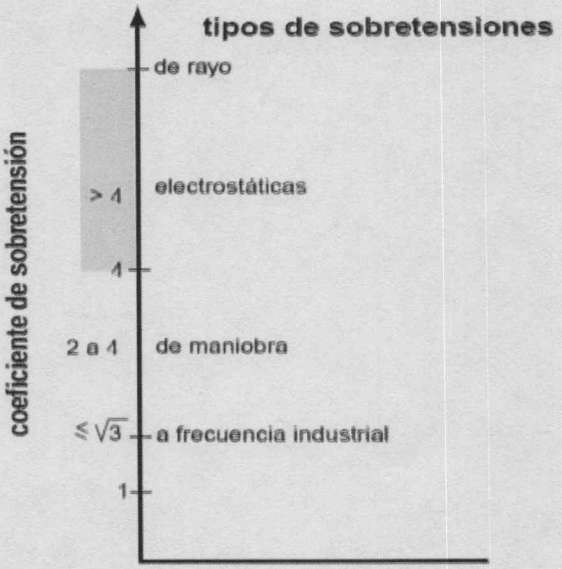
Para el transformador de alumbrado público de 15kVA ubicado entre la carrera 9 y la calle 12 se trasladará a un nuevo sitio fuera del proyecto y acatando las recomendaciones de la empresa de Alumbrado Público. Para efectos del proyecto no se involucrará la carga de iluminación adicional.

Código Postal 502001
Calle 6 Nro 4 – 40
Telefonos [illegible] – 6451867
Email: contactenos@puertolopezmeta.gov.co

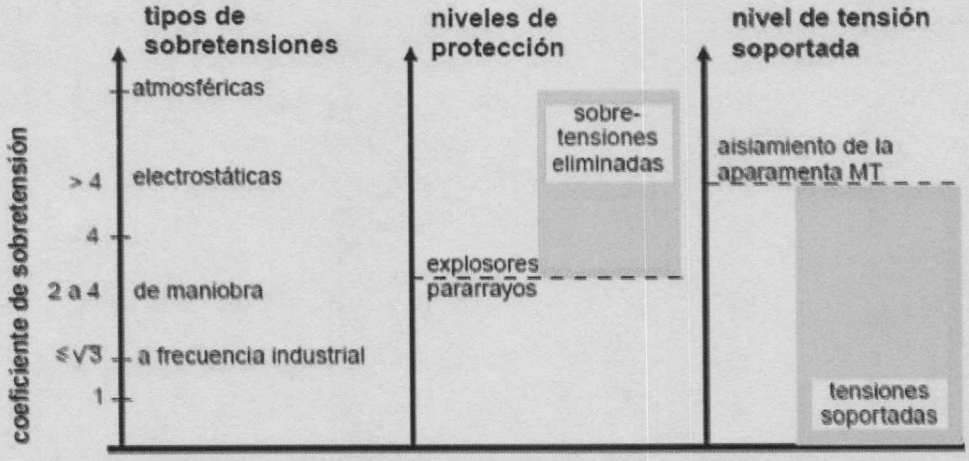
4.4 SELECCIÓN DPS (COORDINACIÓN DE AISLAMIENTO)

La coordinación de aislamiento se centra en el estudio de las características de aislamiento que deben tener los elementos de la red con el fin de mantener su integridad en niveles de operación normales (voltaje nominal) y en el caso de la presentación de fallos (sobretensiones). Lo ideal es efectuar una evaluación involucrando la mayor cantidad de variables con el fin de definir si se hace necesario implementar un sistema de protección sofisticado ante sobretensiones o un sobredimensionamiento del aislamiento, esto dependiendo del costo económico que pueda tener la ocurrencia de este tipo de falla y su impacto en la instalación en general.

Tipos de sobretensiones: Son tensiones más altas que la de valor nominal, producidas por efectos ajenos a su trabajo normal.



Código Postal 502001
Calle 6 Nro 4 – 40
Telefonos 6450412 – 6451867
Email: contactenos@puertolopez-meta.gov.co



Teniendo en cuenta los diferentes tipos de sobretensiones, se puede trazar un gráfico que nos permite ubicar los niveles de coordinación representados en niveles de protección y de tensión soportada.

Los equipos de protección y los materiales aislantes están fabricados para enfrentar las sobretensiones con el fin de proteger los aislamientos del sistema, como pararrayos, supresores, conductores, etc. Estas sobretensiones tienen unos márgenes de duración definidos, que se deben respetar antes de que el elemento falle o pierda su aislamiento definitivamente; esta es la razón fundamental de la instalación de DPS en el sistema, como se verá más adelante se efectuara el análisis con el fin de establecer la conveniencia o no de su instalación en los dos niveles de tensión contemplados por el presente diseño.
Tensión soportada es el nivel de tensión máxima de un material aislante que debe resistir en presencia de una sobretensión sin deterioro.

Como se puede apreciar en el gráfico, los DPS son capaces de eliminar cualquier sobretensión por encima de dos veces la tensión nominal del sistema; adicional a esto el aislamiento de los elementos usados para el sistema de Media Tensión debe ser capaz de soportar pulsos de hasta cuatro veces la tensión nominal del sistema.

Para el caso especial del proyecto es importante señalar las siguientes condiciones:

- Teniendo en cuenta que el presente diseño no involucra el estudio detallado de las cargas para cada uno de los usuarios existentes, e igualmente se debe hacer énfasis en el hecho de que cada uno de los mismos ya toma el servicio de la red existente. No se involucra dentro del presente la escogencia de DPS en el nivel de Baja Tensión y se deja a potestad de cada usuario la necesidad de su instalación o no dependiendo de los equipos que utilice.
- Se debe instalar un juego de DPS para Media Tensión 15KV – 10KA en la estructura de protecciones de cada uno de los transformadores tipo convencional, en concordancia a lo establecido por la normatividad vigente.

Código Postal 502001
Calle 6 Nro 4 – 40
Telefonos 6450412 – 6451867
Email: contactenos@puertolopez-meta.gov.co

- A solicitud del operador de red y acatando las disposiciones para construcción de redes subterráneas; en todos los puntos de transición de red aérea a subterránea y viceversa, se debe verificar la existencia de DPS para Media Tensión 30 KV – 10KA para el caso de la red de 35KV.
- A solicitud del operador de red y acatando las disposiciones para construcción de redes subterráneas; en todos los puntos de transición de red aérea a subterránea y viceversa, se debe verificar la existencia de DPS para Media Tensión 12 KV – 10KA para el caso de la red de 15KV.
- En virtud de la nueva normatividad vigente, para cada uno de los seccionadores ocasionalmente sumergibles proyectados, se instalará un juego de DPS tipo Codo.

4.5 ANALISIS DE CORTOCIRCUITO, FALLA A TIERRA Y DIMENSIONAMIENTO DE BARRAJES

a) ANALISIS DE CORTOCIRCUITO EN MEDIA TENSIÓN (34,5KV):

El valor de la corriente de cortocircuito deberá ser verificado con el operador de red, para efectos de cálculo se estimará un valor:
Corriente de cortocircuito – 1,5 kA
Esta corriente es de vital importancia para el cálculo de la malla de puesta a tierra, teniendo en cuenta que se tiene un valor tan elevado, se deben contemplar protecciones adicionales tales como mejoramiento de la resistividad del terreno y un buen aislamiento de la malla de puesta a tierra optimizando las condiciones del terreno superficial.

b) ANALISIS DE CORTOCIRCUITO EN MEDIA TENSIÓN (13,2KV):

El valor de la corriente de cortocircuito deberá ser verificado con el operador de red, para efectos de cálculo se estimará un valor:
Corriente de cortocircuito – 1,5 KA
Esta corriente es de vital importancia para el cálculo de la malla de puesta a tierra, teniendo en cuenta que se tiene un valor tan elevado, se deben contemplar protecciones adicionales tales como mejoramiento de la resistividad del terreno y un buen aislamiento de la malla de puesta a tierra optimizando las condiciones del terreno superficial.
Adicional a estos valores, y en consideración al tipo de proyecto, se efectuará el cálculo de la corriente de cortocircuito en el secundario (máxima) para las potencias nominales de los transformadores a utilizar dentro del proyecto, y la misma se referirá al lado del primario.

$$Icc \approx \frac{I_{no\,min\,al_Trafo}}{Zcc}$$

- ✓ Transformadores 112.5KVA:

Corriente Nominal en el secundario (I_f). $I_n = \frac{112500}{214\sqrt{3}} = 303.51A$

Código Postal 502001
Calle 6 Nro 4 – 40
Telefonos 6450412 – 6451867
Email: contactenos@puertolopez-meta.gov.co

$$I_{cc} = \frac{I_n}{Z_{cc}(4.5\%)} = 6744.7A$$

Procedemos a referir esta corriente al lado del primario

$$I_{primario} = \frac{6745}{13.200/214} = 109.3A$$

Esta sería la corriente máxima en el primario ocasionada por una falla a tierra en el secundario del transformador directamente en los bornes del mismo, o en el devanado de Baja Tensión. Estos datos se utilizarán más adelante para efectuar el dimensionamiento del sistema de puesta a tierra de la instalación y para la coordinación de protecciones.

c) *ANALISIS DE CORTOCIRCUITO EN BAJA TENSIÓN:*

Teniendo en cuenta que el presente diseño no involucra el dimensionamiento de las redes internas de las viviendas, el único estudio de cortocircuito que se puede llevar a cabo en el nivel de Baja Tensión, corresponde al cortocircuito en la red subterránea proyectada; este corto es de similar magnitud al calculado en el literal anterior para una falla directamente en los bornes del transformador o en el devanado secundario del mismo, puesto que la magnitud de la falla está limitada por la potencia máxima que puede entregar el transformador, esta situación garantiza que se está teniendo en cuenta la situación extrema que se pueda presentar en la red de baja tensión.

4.6 ANALISIS DE RIESGO POR RAYOS Y PROTECCION CONTRA DESCARGAS ELECTRICAS ATMOSFERICAS.

Por las características particulares del proyecto no se hace necesario llevar a cabo esta evaluación.

4.7 ANALISIS DE RIESGOS DE ORIGEN ELECTRICO Y MEDIDAS PARA MITIGARLOS.

Teniendo en cuenta que el diseño de este proyecto contempla trabajos en una línea aérea, es necesario evaluar riesgos eléctricos en el proceso de montaje de la red; para este análisis aplicamos el reglamento técnico de instalaciones RETIE capítulo 9.

Se entenderá que una instalación eléctrica es de PELIGRO INMINENTE o de ALTO RIESGO, cuando carezca de las medidas de protección frente a condiciones donde se comprometa la salud o la vida de personas, tales como: ausencia de la electricidad, arco eléctrico, contacto directo e indirecto con partes energizadas, rayos, sobretensiones, sobrecargas, cortocircuitos, tensiones de paso, contacto y transferidas que excedan límites permitidos.

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 RETIE). La metodología a seguir en un caso en particular, es la siguiente:

a) Definir el factor de riesgo que se requiere evaluar o categorizar.

Código Postal 502001
Calle 6 Nro 4 – 40
Telefonos 6450412 – 6451867
Email: contactenos@puertolopez-meta.gov.co

b) Definir si el riesgo es potencial o real.
c) Determinar las consecuencias para las personas, económicas, ambientales y de imagen de la empresa. Estimar dependiendo del caso particular que analiza.
d) 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.
e) Repetir el proceso para la siguiente clase hasta que cubra todas las posibles pérdidas.
f) Tomar el caso más crítico de los cuatro puntos de cruce, el cual será la categoría o nivel del riesgo.
g) Tomar las decisiones o acciones, según lo indicado en la Tabla 9.4 del RETIE.

RIESGO A EVALUAR:	por _____ (al) o (en) _____									
	EVENTO O EFECTO (Ej: Quemaduras)			FACTOR DE RIESGO (CAUSA) (Ej: Arco eléctrico)		FUENTE (Ej: Celda de 13.8 kV)				
POTENCIAL ☐				REAL ☐		FRECUENCIA				
						E	D	C	B	A
	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		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 más 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: _____				

Código Postal 502001
Calle 6 Nro 4 – 40
Telefonos 6450412 – 6451867
Email: contactenos@puertolopez-meta.gov.co

COLOR	NIVEL DE RIESGO	DECISIONES A TOMAR Y CONTROL	PARA EJECUTAR LOS TRABAJOS
	MUY ALTO	**Inadmisible para trabajar.** Hay que eliminiar fuentes potenciales, hacer reingeniería o minimizarlo y volverlo a valorar 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. No requiere permiso especial de trabajo.	El líder del trabajo debe verificar: - ¿Qué puede salir mal o fallar? - ¿Qué puede causar que algo salga mal o falle? - ¿Qué podemos hacer para evitar que algo salga mal o falle?
	MUY BAJO	Vigilar posibles cambios	No afecta la secuencia de las actividades

Riesgos Durante el Montaje:

Para el proceso de remodelación de las redes, aplicando lo dispuesto en el RETIE, se tiene un riesgo eléctrico ALTO. De la tabla anterior, para minimizar el riesgo de tipo alto debemos ejecutar los siguientes puntos:

- Tener un protocolo de montaje coordinado conjuntamente con los ingenieros de la obra, verificar la ausencia de tensión en el momento de intervenir la red existente, se debe coordinar con el operador de red para efectuar la desenergización de la red en los casos en los que se requiera.
- Revisar los Elementos de Protección del Personal (EPP) que va a 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 este realizando su labor e igualmente garantizar que los recierres de los circuitos a intervenir estén deshabilitados.
- Seguir las cinco reglas de oro para trabajos eléctricos en redes sin energía, según el RETIE Articulo 18.1
- Coordinar con el operador de red para adelantar las maniobras en línea viva que sean requeridas.

Código Postal 502001
Calle 6 Nro 4 – 40
Telefonos 6450412 – 6451867
Email: contactenos@puertolopez-meta.gov.co

1266

A continuación, se presenta el resumen de riesgos durante la remodelación:

Riesgo a Evaluar	MUERTE (Efecto o Evento)	por	ARCO ELECTRICO (Factor de Riesgo)	en	RED AEREA MT (Fuente)

Potencial [X] Real [ ]

CONSECUENCIAS	En personas	Economicas	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	MUY ALTO
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores salida de subestación	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO
	Incapacidad temporal (> 1 dia)	Daños severos, interrupción tempolar	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: CRISTIAN CAMILO GUTIERREZ LANDINEZ MP: CL 205 - 66378 FECHA: 06/10/2025

Código Postal 502001
Calle 6 Nro 4 – 40
Telefonos 6450412 – 6451867
Email: contactenos@puertolopez-meta.gov.co

Riesgo a Evaluar	QUEMADURAS	por	ARCO ELECTRICO	en	RED SUBTERRANEA MT Y BT
	Efecto o Evento		Factor de Riesgo		Fuente

Potencial [X] Real [ ]

CONSECUENCIAS						E	D	C	B	A
	En personas	Economicas	Ambientales	En la Imagen de la empresa		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	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 tempolar	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: CRISTIAN CAMILO GUTIERREZ LANDINEZ MP: CL 205 - 66378 FECHA: 06/10/2025

Los trabajos que deban desarrollarse con las redes o equipos desenergizados por las características propias de los trabajos a efectuar, se deben cumplir las siguientes "Reglas de oro":

- 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.
- 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 cortacircuitos. 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.
- 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.
- 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.

Igualmente se deben seguir las siguientes recomendaciones:

- 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.

Código Postal 502001
Calle 6 Nro 4 – 40
Telefonos 6450412 – 6451867
Email: contactenos@puertolopez-meta.gov.co

- 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.
- Los equipos de puesta a tierra se conectarán a todos los conductores, equipos o puntos que puedan adquirir potencial durante el trabajo.
- Cuando la estructura o apoyo tenga su propia puesta a tierra, se conecta a ésta. Cuando vaya a "abrirse" un conductor o circuito, se colocarán tierras en ambos lados.
- Cuando dos o más trabajadores o cuadrillas laboren en lugares distintos de las mismas líneas o equipo, serán responsables de coordinar la colocación y retiro de los equipos de puesta a tierra en sus lugares de trabajo correspondientes.
- Señalizar y delimitar la zona de trabajo. Es la operación de indicar mediante carteles con frases o símbolos el mensaje que debe cumplirse para prevenir el riesgo de accidente.
- El área de trabajo debe ser delimitada por vallas, manilas o bandas reflectivas. En los trabajos nocturnos se deben utilizar conos o vallas fluorescentes y además señales luminosas.
- Cuando se trabaje sobre vías que no permitan el bloqueo del tránsito, se debe parquear el vehículo de la cuadrilla atrás del área de trabajo y señalizar en ambos lados de la vía."

Persona responsable de la maniobra:
Ingeniero jefe contratista
Ingeniero responsable de EMSA
Ingeniero responsable de obra

Riesgos Una Vez Finalizados los trabajos:

Para la red subterránea de Media y Baja Tensión, teniendo en cuenta que puede ser intervenida por alguna persona al efectuar trabajos en el espacio público, de acuerdo a lo dispuesto por el RETIE 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 sobre todo en lo que refiere a las canalizaciones, que deben contar con la cinta de seguridad para prevenir accidentes.
- Las cajas de paso tendrán señalización y deberán estar debidamente identificadas de acuerdo con su nivel de tensión.
- Las conexiones de conductores en cajas deben estar aisladas y se deberán efectuar con los respectivos accesorios de acuerdo con el nivel de tensión
- No manipular el cableado cuando se encuentre con energía y para cualquier intervención en la acometida de Baja Tensión, se deberá coordinar primero con el operador de red.

Para manipular el cableado seguir las cinco reglas de oro de redes sin energía.

Persona responsable:

Código Postal 502001
Calle 6 Nro 4 – 40
Telefonos 6450412 – 6451867
Email: contactenos@puertolopez-meta.gov.co

Técnico electricista calificado encargado del mantenimiento de la instalación.

Riesgo a Evaluar	QUEMADURAS (Efecto o Evento)	por	DESCARGA ELECTRICA (Factor de Riesgo)	en	EQUIPOS O CONDUCTORES (Fuente)
Potencial [X]	Real [ ]				

CONSECUENCIAS	En personas	Economicas	Ambientales	En la Imagen de la empresa		E: No ha ocurrido en el sector	D: Ha ocurrido en el sector	C: Ha ocurrido en la empresa	B: Sucede varias veces al año en la empresa	A: 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	MUY ALTO
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores salida de subestación	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO
	Incapacidad temporal (> 1 dia)	Daños severos, interrupción tempolar	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:	CRISTIAN CAMILO GUTIERREZ LANDINEZ	MP: CL 205 - 66378	FECHA: 06/10/2025

4.8 ANALISIS DE NIVEL DE TENSIÓN REQUERIDO.

Los niveles de tensión del presente proyecto están implícitos teniendo en cuenta que se trata de una labor de remodelación de redes, en Media Tensión tenemos la tensión establecida de 34,5 y 13,2 KV, por las características particulares del proyecto el nivel de tensión en Baja Tensión será el estándar de 214/124 V del cual están tomando el servicio la totalidad de usuarios existentes.

4.9 CALCULO DE CAMPOS ELECTROMAGNETICOS VERIFICANDO LIMITES DE EXPOSICIÓN

Teniendo en cuenta el nivel de tensión máximo a utilizar para el presente proyecto (34,5 KV) no se hace necesario la inclusión de un cálculo o análisis de campos electromagnéticos.

Código Postal 502001
Calle 6 Nro 4 – 40
Telefonos 6450412 – 6451867
Email: contactenos@puertolopez-meta.gov.co

4.10 CALCULO DEL TRANSFORMADOR REQUERIDO

El proyecto no contempla la instalación de transformadores adicionales a los existentes en el proyecto.

4.11RESISTIVIDAD DEL TERRENO Y SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

Se requiere efectuar el diseño del sistema de puesta a tierra para los transformadores a reubicar dentro de la ejecución del presente proyecto, por las características particulares del terreno donde se ubicará la malla de puesta a tierra (arena u arcilla) tenemos una resistividad del terreno de entre 300 y 500 Ωm; para efectos de cálculo tomaremos 500 Ωm. Para efectos de cálculo se desarrollará el requerido para el transformador de 112,5 KVA, que corresponde al de mayor potencia a instalar dentro del proyecto, de esta manera se garantiza que la malla igualmente cumple para los transformadores de menor potencia a instalar.

DESARROLLO DEL CÁLCULO

Cálculo del calibre mínimo para el conductor del sistema de puesta a tierra

$$A_{MCM} = I_F \frac{197.4}{\sqrt{\left(\frac{TCAP}{t_C . \propto_r . \rho_r}\right) \times ln\left(\frac{K_0 + T_m}{K_0 + T_a}\right)}}$$

- ★ If= Corriente asimétrica de falla RMS en KA en el secundario, se usa la más elevada encontrada de acuerdo a los cálculos llevados a cabo en capítulos anteriores es de 6,7 KA
- ★ tc = tiempo de duración de la falla en concordancia con la corriente de cortocircuito (6,7KA en el secundario) – (108,6 A en el primario) que de acuerdo a la curva de comportamiento del Fusible tipo Bay – o – Net (16 Amperios) con el cual cuenta el transformador tiene una acción en aproximadamente 0,13 s (curva de comportamiento adjunta).
- ★ αr= Coeficiente térmico de resistividad para el cobre a la temperatura de referencia (20°C) = 0.00393
- ★ ρr= Resistividad del cobre a 20°C = 1.7241 (μΩ/cm)
- ★ TCAP = Factor de capacidad térmica = 3.422 (J/cm^3/°C)
- ★ Tm = Temperatura máxima permisible para el cobre = 1083°C
- ★ Ko = Constante dependiente de αr = 234
- ★ Ta = Temperatura Ambiente = 35°C.

Remplazando valores tenemos:

$A_{min} = 17{,}04\ MCM$

Y de acuerdo con la siguiente tabla:

Código Postal 502001
Calle 6 Nro 4 – 40
Telefonos 6450412 – 6451867
Email: contactenos@puertolopez-meta.gov.co

CALIBRE DEL CONDUCTOR		AREA NOMINAL	DIAMETRO
MCM	AWG	mm^2	m
350		177,35	0,015
300		152,01	0,0139
250		126,68	0,0127
211,6	4/0	107,22	0,0117
167,8	3/0	85,03	0,0104
133,1	2/0	67,44	0,0093

Seleccionamos conductor de cobre calibre 2/0 el cual es el mínimo recomendado para Sistemas de Puesta a Tierra
$A\ cobre\ 2/0 = 133.1\ MCM$
Es importante señalar que se está considerando que la falla está asociada directamente el transformador, con lo cual, el conductor de la malla de puesta a tierra debe soportar el esfuerzo mecánico de la corriente asociada.
Referente a este cálculo es importante señalar los siguientes puntos:

- Para el cálculo se usa la corriente de corto circuito máxima esperada en el sistema, la cual es la que generaría el mayor esfuerzo sobre el conductor; esta corriente es diferente a la utilizada para el cálculo de las tensiones de paso y contacto, por cuanto en baja tensión los niveles de voltaje se encuentran limitados a los nominales del transformador.
- Se utiliza la curva de comportamiento del fusible tipo Bay – o - Net para verificar el tiempo de despeje de la falla, esto teniendo en cuenta que ante una falla directamente sobre bornes de transformador, este fusible es el que debe despejar la misma; por las características propias del equipo este fusible es de acción lenta por fallas en el nivel de Baja Tensión (generalmente asociadas a sobrecargas).

Calculo malla a tierra

Debe considerarse que se está asumiendo una resistividad del terreno bastante alta para la construcción de la malla a tierra (500 Ωm), lo anterior conlleva a que necesariamente deba efectuarse un tratamiento químico sobre el terreno para garantizar un SPT conveniente, adicionalmente debe garantizarse que las tensiones de paso y de contacto estén por debajo de las mínimas permisibles para un ser humano, para lo cual se deberá tratar de subir la resistividad de la capa superficial lo máximo posible.

La seguridad de una persona consiste en evitar que una cantidad de energía determinada sea absorbida antes de que la falla sea despejada y el sistema desenergizado. Las tensiones máximas permitidas se determinan teniendo en cuenta principalmente las corrientes máximas permitidas por el cuerpo humano y el circuito equivalente que forma el cuerpo cuando está parado en el terreno sobre el cual cae la falla o cuando está tocando directamente el objeto, a continuación, se presentan las fórmulas para este cálculo tomando el peso de una persona en 50Kg el cual es el caso más crítico:

$$Vpaso(50Kg) = (1000 + 6C_s\rho_s)\frac{0.116}{\sqrt{t_c}}$$

$$Vcontacto(50Kg) = (1000 + 1.5C_s\rho_s)\frac{0.116}{\sqrt{t_c}}$$

Código Postal 502001
Calle 6 Nro 4 – 40
Telefonos 6450412 – 6451867
Email: contactenos@puertolopez-meta.gov.co

Dónde:

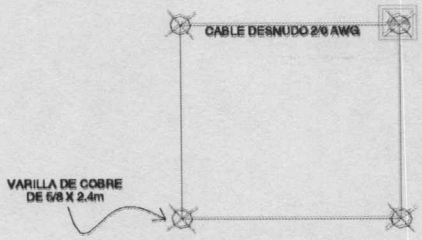
- ★ tc = tiempo de duración de la falla, que para el caso en cuestión y en virtud de la curva de comportamiento para el Fusible seleccionado; que de acuerdo a las recomendaciones de CODENSA en la norma CTS57, para un transformador de 112,5KVA debemos seleccionar un fusible tipo Bay – o – Net de 16 Amperios (Selección presentada más adelante) ante una falla por encima de los 400A el fusible actúa alrededor de los 10ms.
- ★ ρ_s = 5000 Ω ohmio-metro (resistividad del terreno superficial – gravilla)
- ★ C_s = Factor de reducción que depende de las condiciones propias de la resistividad del terreno (natural) y su relación respecto a la resistencia de la superficie. Y se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$C_s = 1 - \frac{0.09\left(1 - \frac{\rho}{\rho_s}\right)}{2h_s + 0.09}$$

Con:

- $h_s = Espesor\ Capa\ Superficial$
- $p_s = Resistividad\ de\ la\ Capa\ Superficial$
- $\rho = Resistividad\ del\ terreno$

De acuerdo a la resistencia del terreno (500 Ωm) procedemos en primera instancia a calcular la resistencia de la malla a tierra bajo estas condiciones para establecer la necesidad o no de efectuar un tratamiento químico del terreno, a continuación, se presenta un esquema general de la malla a proyectar:



Para el cálculo se utilizará la siguiente formula:

$$Rg = \rho\left[\frac{1}{L} + \frac{1}{\sqrt{20A}}\left(1 + \frac{1}{1 + h\sqrt{\frac{20}{A}}}\right)\right]$$

Dónde:

- ★ Rg = Resistencia de la Malla a Tierra, que en nuestro caso deseamos que sea menor o igual a 10Ω.
- ★ ρ = 500Ω ohmio-metro resistividad del terreno encontrada.

Código Postal 502001
Calle 6 Nro 4 – 40
Telefonos 6450412 – 6451867
Email: contactenos@puertolopez-meta.gov.co

- ★ A = Área ocupada por la malla a tierra, que en el caso en cuestión es un cuadrado de 25 m², 5 metros x 25 metros.
- ★ h = Profundidad de la malla, la cual para el caso particular debe ser de 60 cm.
- ★ L = Longitud total del cable enterrado incluyendo la longitud de las varillas, que de acuerdo al esquema planteado es de 29.6 metros.
  - Longitud de conductor: 20 metros.
  - Longitud Varillas: 4 varillas 9,6 metros.

Remplazando valores tenemos:

$R_g = 53.8\Omega$

De acuerdo con lo anterior se hace absolutamente necesario efectuar un tratamiento químico del terreno para disminuir la resistencia del mismo, esto se puede efectuar con bentonita y tierra negra para disminuir su resistencia en cada uno de los puntos en los cuales se instalará un electrodo de puesta a tierra (varilla). Se recomienda efectuar una excavación de 0.5 metros de ancho, 0.5 metros de largo y 1.5 metros de profundidad en cada uno de los puntos donde se instalará un electrodo, tal y como se mencionó con anterioridad; esta excavación se deberá llenar con una mezcla de tierra negra y bentonita en una proporción de 5:1, dicha mezcla se deberá instalar por capas y debe ser compactada para asegurar la uniformidad en el terreno tratado.

A continuación, se presenta el valor máximo que debe tener la resistencia del terreno para que se tenga la resistencia de la malla deseada y se cumpla la condicionante de tensiones de paso y contacto máximas permisibles:

$$\rho < 71{,}4$$

En base a este valor calculamos las tensiones máximas de paso y de contacto permisibles

$$V_{paso-maxima} = 7203\ V$$

$$V_{contacto-maxi} = 25335\ V$$

Adicional a lo anterior y en virtud de la tabla 15.1 del RETIE:

Código Postal 502001
Calle 6 Nro 4 – 40
Telefonos 6450412 – 6451867
Email: contactenos@puertolopez-meta.gov.co

Tabla 15.1. Máxima tensión de contacto admisible para un ser humano

Tiempo de despeje de la falla	Máxima tensión de contacto admisible (rms c.a.) según IEC para 95% de la población. (Público en general)	Máxima tensión de contacto admisible (rms c.a.) según IEEE para personas de 50 kg (Ocupacional)
Mayor a dos segundos	50 voltios	82 voltios
Un segundo	55 voltios	116 voltios
700 milisegundos	70 voltios	138 voltios
500 milisegundos	80 voltios	164 voltios
400 milisegundos	130 voltios	183 voltios
300 milisegundos	200 voltios	211 voltios
200 milisegundos	270 voltios	259 voltios
150 milisegundos	300 voltios	299 voltios
100 milisegundos	320 voltios	366 voltios
50 milisegundos	345 voltios	518 voltios

Es importante señalar que la tensión indicada en esta tabla es la máxima soportable aplicada sobre el cuerpo humano, es decir a la tensión de contacto que se calculara se le debe descontar la tensión que se genere en la capa superficial y en la capa del terreno en el que se construirá la malla, tal y como se tratara de un circuito en serie entre la persona (resistencia equivalente de 1000Ω de acuerdo al RETIE), la capa superficial del terreno, y la capa en la cual se construirá la malla; lo anterior a fin de obtener la tensión efectiva que se tendría sobre una persona.

Para calcular las tensiones de paso y contacto reales de acuerdo a la configuración procedemos inicialmente con el cálculo de algunas variables:

Valor Geométrico de Espaciamiento de la Malla:

$$K_m = \frac{1}{2\pi}\left[Ln\left(\frac{D^2}{16hd} + \frac{(D+2h)^2}{8Dd} - \frac{h}{4d}\right) + \frac{K_{ii}}{K_h} Ln\frac{8}{\pi(2n-1)}\right]$$

★ $D = Separación\ Maxima\ Entre\ Conductores\ Paralelos = 5m$
★ $h = Profundidad\ de\ la\ Malla\ de\ Puesta\ a\ Tierra = 0.6m$
★ $d = Diametro\ del\ Conductor\ de\ la\ Malla\ (2/0) = 0.0134m$
★ $K_{II} = Constante\ Para\ este\ caso\ (varillas\ en\ el\ perimetro) = 1$
★ $K_h = \sqrt{1 + \frac{h}{h_o}} = con\ h_o = 1\ el\ cual\ es\ un\ valor\ normal - \ K_h = 1.2649$
★ $n = n_a . n_b . n_c . n_d$ Para el caso en particular por tratarse de una malla rectangular, esta expresión se reduce a $n = n_a . n_b = 2$

$$n_a = \frac{2L_c}{L_p}; n_b = \sqrt{\frac{L_p}{4\sqrt{A}}}$$

$$L_c = Longitud\ total\ de\ los\ conductores\ de\ la\ malla = 20m$$

Código Postal 502001
Calle 6 Nro 4 – 40
Telefonos 6450412 – 6451867
Email: contactenos@puertolopez-meta.gov.co

$$L_p = Longitud\ del\ perimetro\ de\ la\ malla = 20m$$

$$K_m = \frac{1}{2\pi}\left[Ln\left(\frac{D^2}{16hd} + \frac{(D+2h)^2}{8Dd} - \frac{h}{4d}\right) + \frac{K_{ii}}{K_h} Ln\frac{8}{\pi(2n-1)}\right]$$

Sustituyendo valores tenemos:

$K_m = 0.8612$

Factor de Irregularidad

$$K_i = 0.644 + 0.148n$$

Sustituyendo valores tenemos:

$K_i = 0.94$

Longitud Efectiva de la Malla Enterrada

$$L_M = L_C + \left[1.55 + 1.22\left(\frac{L_r}{\sqrt{{L_x}^2 + {L_y}^2}}\right)\right] L_r$$

- ★ $L_r = Longitud\ de\ Cada\ Varilla = 2.4m$
- ★ $L_C = Longitud\ Total\ de\ los\ Conductores\ de\ la\ Malla = 20m$
- ★ $L_X = Longitud\ Maxima\ de\ la\ Malla\ en\ la\ Dirección\ X = 5m$
- ★ $L_Y = Longitud\ Maxima\ de\ la\ Malla\ en\ la\ Dirección\ Y = 5m$

Sustituyendo valores tenemos:

$L_M = 24.71$

Longitud Efectiva del Conductor Enterrado

$$L_S = 0.75L_C + 0.85L_R$$

- ★ $L_C = Longitud\ Total\ de\ los\ Conductores\ de\ la\ Malla = 20m$
- ★ $L_R = Longitud\ Total\ de\ Todas\ las\ Varillas(4) = 9.6m$

Sustituyendo valores tenemos:

$L_S = 23.16$

Código Postal 502001
Calle 6 Nro 4 – 40
Telefonos 6450412 – 6451867
Email: contactenos@puertolopez-meta.gov.co

Factor Ks (Tensión de Paso)

$$K_s = \frac{1}{\pi}\left[\frac{1}{2h} + \frac{1}{D+h} + \frac{1}{D}(1 - 0.5^{n-2})\right]$$

Sustituyendo valores tenemos:

$K_S = 0.32$

Corriente Máxima a Disipar Por la Malla I_G

$$I_G = 1.8L_0$$

★ $I_0 = Corriente\ de\ Falla\ a\ Tierra\ en\ el\ Primario$

Tomamos el valor de corriente de cortocircuito en el primario que estamos considerando en 1500 amperios; se debe tener en cuenta que se está considerando un dato bastante elevado lo que garantiza un margen de seguridad mucho mayor en los cálculos.

Tomamos este valor y lo remplazamos en la ecuación para I_G y tenemos:
$I_G = 2700A$

Una vez obtenidos estos valores procedemos con los cálculos de las tensiones de paso y de malla para la configuración.

Tensión real de Malla

$$E_m = \frac{\rho . I_G . K_m . K_i}{L_M}$$

Tensión real de Paso

$$E_p = \frac{\rho . I_G . K_s . K_i}{L_S}$$

Remplazando valores tenemos:

$$V_m = 7200 \qquad V_p = 2873$$

De acuerdo con lo anterior, la tensión total de contacto que se tendría en el circuito equivalente entre una persona, la resistencia de la capa superficial y la resistencia del terreno hasta la malla a tierra serían los 7200 Voltios.

Código Postal 502001
Calle 6 Nro 4 – 40
Telefonos 6450412 – 6451867
Email: contactenos@puertolopez-meta.gov.co

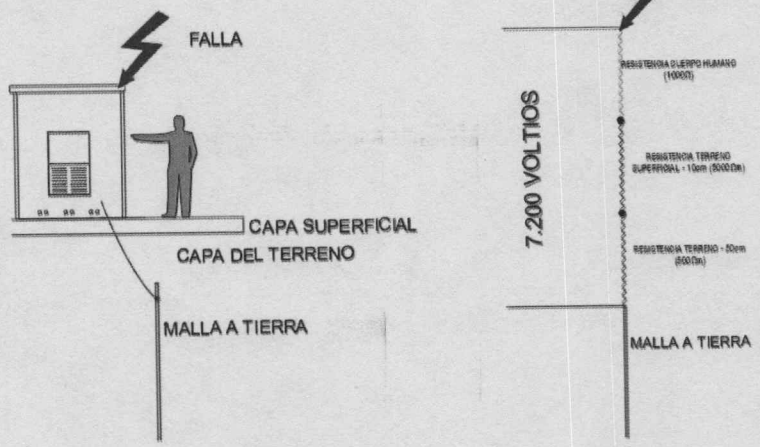
Se debe proceder con el cálculo de la resistencia equivalente de la capa superficial y de la capa en la cual se construirá la malla teniendo en cuenta que tenemos el dato de la resistividad. Para efectos de cálculo se asumirá que la falla pasará a través de un cilindro con un diámetro de 200 cm² (consideración similar a la efectuada por el RETIE en el artículo 15.2), procedemos con el cálculo de las dos resistencias equivalentes:

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

$$R_{capa\ superficial} = 5000 \frac{0.1}{0.25 \times \pi \times 0.02^2} = 1'591.549\Omega$$

$$R_{terreno} = 500 \frac{0.5}{0.25 \times \pi \times 0.02^2} = 795.775\Omega$$

Aplicamos el correspondiente divisor de tensión tomando los valores calculados:



$$V_{persona} = 7.200 \frac{1.000}{1.000 + 1'591.549 + 795.775} = 3{,}01\ \text{Voltios}$$

Se encuentra que se cumple con lo establecido en la tabla 15.1 del RETIE incluso para el caso más crítico que es la IEC (345 V).

Código Postal 502001
Calle 6 Nro 4 – 40
Telefonos 6450412 – 6451867
Email: contactenos@puertolopez-meta.gov.co

4.12CÁLCULO ECONÓMICO DE CONDUCTORES, TENIENDO EN CUENTA TODOS LOS FACTORES DE PÉRDIDAS, LAS CARGAS RESULTANTES Y LOS COSTOS DE ENERGÍA

Por las características del proyecto (remodelación de redes) no se requiere llevar a cabo este cálculo teniendo en cuenta que los calibres a utilizar son los requeridos por EMSA.

4.13VERIFICACIÓN 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, CAPITULO 9 O EQUIVALENTE

Para el presente proyecto no es necesario involucrar este cálculo teniendo en cuenta que no se proyecta la instalación de protecciones adicionales a las existentes en la red.

4.14CALCULO MECANICO DE ESTRUCTURAS

Se considerarán las cargas permanentes horizontales y verticales (como los debidos al peso propio de los conductores, aisladores, herrajes), las presiones debidas al viento, y los desequilibrios por esfuerzos longitudinales en apoyos en alineación, en ángulo y retención o anclaje. Igualmente se considerarán los esfuerzos longitudinales unilaterales debidos a la rotura de conductores.

En el caso particular del proyecto se tendrán en cuenta las siguientes condiciones:

- Es importante señalar que dentro de la remodelación se están mejorando las condiciones actuales de la red, al dejar los vanos de Media Tensión de una longitud menor o igual a 60 metros (actualmente se tienen vanos de más de 100 metros).
- Teniendo en cuenta que el vano máximo proyectado es de 60m para Media Tensión y de 40m para Baja Tensión, se despreciara el posible efecto del viento en el cálculo.
- Considerando que la zona se encuentra por debajo de los 1000 metros sobre el nivel del mar, igualmente se despreciara el posible efecto de formación de hielo sobre las líneas.
- En virtud del tipo de proyecto que involucra vanos relativamente pequeños, se puede asumir que el efecto debido a la temperatura es igualmente despreciable.

La ecuación de la flecha para vanos con apoyos a nivel, el cual es nuestro caso de estudio es:

$$F = \frac{P_c l^2}{8t}$$

Dónde:
F = Flecha en el centro del vano, en metros.
P_c = Peso por unidad de longitud del conductor, en kilogramos por metro.
l = Longitud del vano de estudio, en metros.

Código Postal 502001
Calle 6 Nro 4 – 40
Telefonos 6450412 – 6451867
Email: contactenos@puertolopez-meta.gov.co

t = Componente horizontal de la tensión en el conductor, en kilogramos.

En primera instancia efectuamos el cálculo para los vanos de Media Tensión en cable ACSR se tomará el cable de calibre 1/0 para el cálculo:

F = Flecha en el centro del vano, que de acuerdo a las consideraciones de distancias de seguridad deseamos que no sea más de un metro.

P_c = Peso por unidad de longitud del conductor, teniendo en cuenta que el calibre de cable existente de la red de Media Tensión es aluminio ACSR – No 1/0, tenemos un peso de $0.272\ {}^{Kg}/_{m}$.

l = Longitud del vano de estudio, como ya se mencionó el máximo resultante es de 60 metros.

En base a los anteriores datos podemos calcular la tensión en el conductor despejando de la ecuación.

$$t = \frac{P_c l^2}{8F}$$

Remplazando valores tenemos

$$t = 122.4\ Kgf$$

Que para los tres conductores se convierte en:

$$t = 367.2\ Kgf$$

Teniendo en cuenta que para el cable ACSR –No 2 tenemos una resistencia a la rotura mínima de 2.398Kgf, encontramos que no se tiene ningún inconveniente al respecto.

Procedemos ahora con el cálculo de los tramos a remodelar de (BT) en cable trenzado. Para nuestro caso de estudio conocemos los siguientes datos:

F = Flecha en el centro del vano, que de acuerdo a las consideraciones de distancias de seguridad deseamos que no sea más de 1 metro.

P_c = Peso por unidad de longitud del conductor, teniendo en cuenta que se proyecta la utilización de cable de aluminio Trenzado 3x2 +1/0, tenemos un peso de $0.494\ {}^{Kg}/_{m}$.

l = Longitud del vano de estudio, que para nuestro caso es de 40 metros.

En base a los anteriores datos podemos calcular la tensión en el conductor despejando de la ecuación.

$$t = \frac{P_c l^2}{8F}$$

Remplazando valores tenemos

Código Postal 502001
Calle 6 Nro 4 – 40
Telefonos 6450412 – 6451867
Email: contactenos@puertolopez-meta.gov.co

$$t = 98.9\ Kgf$$

Teniendo en cuenta que para el cable mensajero ACSR – 1/0 tenemos una resistencia a la rotura mínima de 1.986Kgf, encontramos que no se tiene ningún inconveniente al respecto.

De acuerdo con dicho cálculo, y si consideramos los apoyos a instalar, Postes de 12m 1050Kg para las estructuras finales, encontramos que estamos acorde a lo contemplado incluso sin la necesidad de instalar templetes.

4.15CÁLCULO 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:

No se requiere llevar a cabo este cálculo por cuanto no se involucra la instalación de protecciones en baja tensión dentro del proyecto.

4.16CALCULO DE CANALIZACIONES (TUBOS, DUCTOS, CANALETAS Y ELECTRODUCTOS) Y VOLUMEN DE ENCERRAMIENTOS (CAJAS, TABLEROS, CONDULETAS, ETC.)

RED 34,5KV	Conductores XLPE Cu					
	Cable Solar	Cantidad	Diámetro exterior mm	Sección transv. mm2	Ocupación mm2	Área conduit mm2
	350 MCM	1	43,63	1495,07	1495,07	3737,7
	TUBO PVC DP	Cantidad	Diámetro interior mm	Diámetro externo mm	Sección transv. mm2	Ocupación de conductores
	6"	1	151,2		17955,33	8%
RED 13,2KV	Conductores XLPE Cu					
	Cable	Cantidad	Diámetro exterior mm	Sección transv. mm2	Ocupación mm2	Área conduit mm2
	4/0 AWG	1	30,56	733,49	733,49	1833,7
	TUBO PVC DP	Cantidad	Diámetro interior mm	Diámetro externo mm	Sección transv. mm2	Ocupación de conductores
	4"	1	104		8494,87	10%
RED BAJA TENSION	Conductores aluminio					
	Cable	Cantidad	Diámetro exterior mm	Sección transv. mm2	Ocupación mm2	Área conduit mm2
	4/0 AWG	4	16,25	207,39	829,58	2073,9
	TUBO PVC DP	Cantidad	Diámetro interior mm	Diámetro externo mm	Sección transv. mm2	Ocupación de conductores
	4"	1	104		8494,87	15%
RED ALUMBRADO PUBLICO	Conductores aluminio					
	Cable	Cantidad	Diámetro exterior mm	Sección transv. mm2	Ocupación mm2	Área conduit mm2
	2 AWG	3	9,72	74,20	222,61	556,5
	TUBO PVC DP	Cantidad	Diámetro interior mm	Diámetro externo mm	Sección transv. mm2	Ocupación de conductores
	2"	1	50		1963,50	12%

Código Postal 502001
Calle 6 Nro 4 – 40
Telefonos 6450412 – 6451867
Email: contactenos@puertolopez-meta.gov.co

Se da cumplimento al capítulo 9 de la tabla 1. Porcentaje de la sección transversal en tubos conduit y tuberías, para el llenado de conductores (NTC2050).

4.17CALCULO DE PÉRDIDAS DE ENERGÍA, TENIENDO EN CUENTA LOS EFECTOS DE ARMÓNICOS Y FACTOR DE POTENCIA

Por tratarse de redes de uso público, no se requiere llevar a cabo este cálculo.

4.18CALCULO DE REGULACIÓN

Para el cálculo de la regulación se utilizará la siguiente relación

$$V\% = \frac{KVA \times (R\cos\theta + Xsen\theta) \times L}{10(KV)^2} = KVA \times (K) \times L$$

Se utilizarán los conductores seleccionados en apartes anteriores para el desarrollo de los cálculos.

4.18.1 Regulación en Media Tensión

Para el tramo de red a construir, se utilizará cable No 4/0 acatando las recomendaciones del operador de red (EMSA).

Para efectuar el cálculo se asumirá una carga de 1 MVA en el punto final del tramo a construir; extraemos las constantes de la norma CODENSA:

K Para conductor 4/0 ACSR = 1,9589606 E x 10-7.

Carga Aguas Abajo	1000 KVA
Longitud red	1446 metros
Nivel de tensión de servicio	13200 V

$$V\% = 1000 \times 1{,}9589606\ E\ x\ 10 - 7 \times 1446 = 0.2833 < 3\%$$

Como se puede apreciar se cumplen los parámetros mínimos de regulación en Media Tensión incluso ante la situación extrema de 1 MVA en el punto final del tramo de red a remodelar.

Código Postal 502001
Calle 6 Nro 4 – 40
Telefonos 6450412 – 6451867
Email: contactenos@puertolopez-meta.gov.co

4.18.2 Regulación en Baja Tensión

Para efectuar el cálculo se tomarán las constantes de regulación entregadas por CODENSA para el cable de aluminio:

$$K(3x120 + 120)$$

Carga a Contemplar	15 KVA
Longitud red	246 metros
Nivel de tensión de servicio	208 V

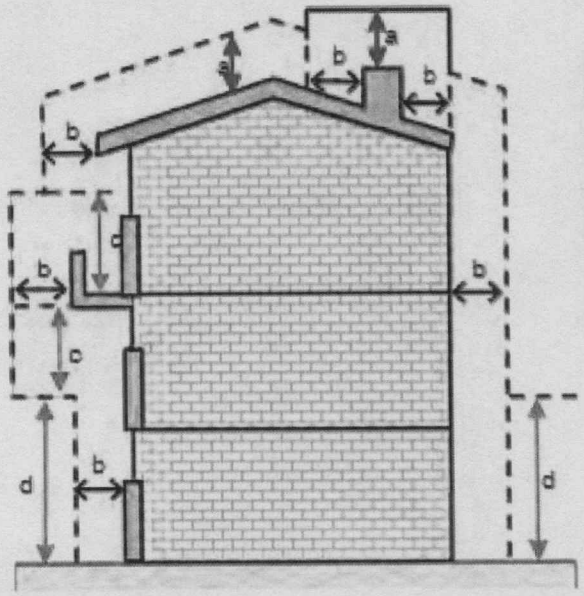
$$V\% = 15 \times 0.00071661 \times 246 = 2.644$$

Como se puede apreciar la caída de tensión está por debajo del 5%.

4.19CLASIFICACIÓN DE AREAS Y DISTANCIAS DE SEGURIDAD

El presente proyecto no cuenta con áreas clasificadas, respecto a las distancias de seguridad, se deberá dar cumplimiento a lo establecido en el RETIE en el aparte correspondiente.

Figura 13.1. Distancias de seguridad en zonas con construcciones



Nota: *En redes públicas o de uso general no se permite la construcción de edificaciones debajo de los conductores; en caso de presentarse tal situación el OR solicitará a las autoridades competentes tomar las medidas pertinentes. Tampoco será permitida la construcción de redes para uso público por encima de las edificaciones.*

Código Postal 502001
Calle 6 Nro 4 – 40
Telefonos 6450412 – 6451867
Email: contactenos@puertolopez-meta.gov.co

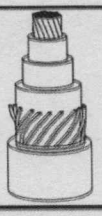
Tabla 13.1 distancias mínimas de seguridad en zonas con construcciones

Descripción	Tensión nominal entre fases (kV)	Distancia (m)
Distancia vertical "a" sobre techos y proyecciones, aplicable solamente a zonas de muy difícil acceso a personas y siempre que el propietario o tenedor de la instalación eléctrica tenga absoluto control tanto de la instalación como de la edificación (Figura 13.1).	44/34,5/33	3,8
	13,8/13,2/11,4/7,6	3,8
	<1	0,45
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	2,3
	<1	1,7
Distancia vertical "c" sobre o debajo de balcones o techos de fácil acceso a personas, y sobre techos accesibles a vehículos de máximo 2,45 m de altura. (Figura 13.1)	44/34,5/33	4,1
	13,8/13,2/11,4/7,6	4,1
	<1	3,5
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
	66/57,5	5,8
	44/34,5/33	5,6
	13,8/13,2/11,4/7,6	5,6
	<1	5

Código Postal 502001
Calle 6 Nro 4 – 40
Telefonos 6450412 – 6451867
Email: contactenos@puertolopez-meta.gov.co

4.20ANEXOS

4.20.1 ANEXO - Constantes de Regulación K

enel			CONSTANTES DE REGULACIÓN							
TIPO	APLIC	CALIBRE [AWG ó kcmil]	Resistencia 45 °C máx. fase [Ω/ Km]	XL [Ω/ Km]	K a 45°C [% / kVA-m]	In, Subt. [A]	Tensión servicio [V]	Material	SISTEMA	CONDUCTOR
Conductor Triplex de 15 kV	Red de M.T subterránea en ductos	3/0	0.130	0.1297	1.33231826E-07	225	11400	COBRE	3ø, 3 hilos	
		4/0	0.184	0.1359	1.72831356E-07	190	11400	COBRE	3ø, 3 hilos	
		2/0	0.292	0.1469	2.51599527E-07	150	11400	COBRE	3ø, 3 hilos	
		2	0.586	0.1696	4.62554196E-07	105	11400	COBRE	3ø, 3 hilos	
		3/0	0.130	0.12965	9.9373320E-08	225	13200	COBRE	3ø, 3 hilos	
		4/0	0.184	0.13592	1.28909336E-07	190	13200	COBRE	3ø, 3 hilos	
		2/0	0.292	0.14695	1.87656808E-07	150	13200	COBRE	3ø, 3 hilos	
		2	0.586	0.16956	3.45004268E-07	105	13200	COBRE	3ø, 3 hilos	
Conductor Triplex de 34.5 kV	Red de M.T subterránea en ductos	3/0	0.130	0.1475	1.62003798E-08	225	34500	COBRE	3ø, 3 hilos	
		4/0	0.184	0.1555	1.9589608E-08	190	34500	COBRE	3ø, 3 hilos	
		2/0	0.292	0.1681	2.8245668E-08	150	34500	COBRE	3ø, 3 hilos	
		1/0	0.368	0.1748	3.4252741E-08	135	34500	COBRE	3ø, 3 hilos	

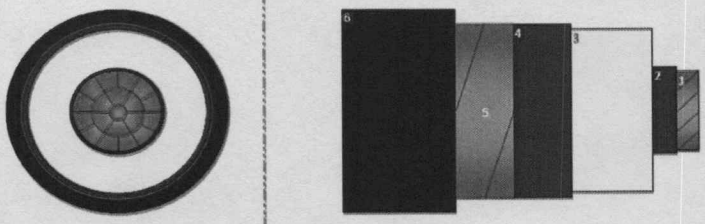
CONSTANTES DE REGULACION DE CABLES MT Y BT
Departamento Desarrollo Normas y Reglamentaciones

enel			CONSTANTES DE REGULACIÓN							
TIPO	APLIC	CALIBRE [AWG ó kcmil](mm2)	R equiv 45°C [Ω/ Km]	XL disposición triangular [Ω/ Km]	K a 45°C [% / kVA-m]	In, Subt. Tabla 310-16 NTC 2050 [A]	Tensión de servicio [V]	Material	SISTEMA	CONDUCTOR Temp: 45°C
Conductor Monopolar THWN	Red de B.T subterránea en ductos	500 (253)	0.12776	0.08377	3.50184E-04	350	208/120	ALUMINIO	3ø, 4 hilos	
		400 (203)	0.15971	0.08503	4.17898E-04	305	208/120	ALUMINIO	3ø, 4 hilos	
		350 (177)	0.18252	0.08584	4.66178E-04	280	208/120	ALUMINIO	3ø, 4 hilos	
		250 (127)	0.25553	0.08810	6.20329E-04	230	208/120	ALUMINIO	3ø, 4 hilos	
		4/0 (107)	0.30190	0.08792	7.16613E-04	205	208/120	ALUMINIO	3ø, 4 hilos	
		2/0 (67)	0.48004	0.09134	1.09064E-03	150	208/120	ALUMINIO	3ø, 4 hilos	
		2 (34)	0.96260	0.09707	2.10004E-03	100	208/120	ALUMINIO	3ø, 4 hilos	
		4 (21)	1.53043	0.10165	3.28610E-03	75	208/120	ALUMINIO	3ø, 4 hilos	
		6 (13)	2.43349	0.10077	5.16379E-03	60	208/120	ALUMINIO	3ø, 4 hilos	

Código Postal 502001
Calle 6 Nro 4 – 40
Telefonos 6450412 – 6451867
Email: contactenos@puertolopez-meta.gov.co

4.20.2 ANEXO – Características cables

DATOS TÉCNICOS / TECHNICAL DATA	XLPE Cu 90°C 4/0 AWG 15 kV 133% PC PVC SR	Código/Code: 69091163301000111XX
	DIAGRAMAS Y DIBUJOS EN 3D	201783
CORTE TRANSVERSAL / CROSS-SECTION	VISTA LONGITUDINAL / LONGITUDINAL VIEW	DIMICAB - CENTELSA by NEXANS



Software DIMICAB, desarrollado por CENTELSA by NEXANS / *DIMICAB software, developed by CENTELSA by NEXANS*

Los dibujos son una representación aproximada del producto. / *The drawings are an approximate representation of the product.*

Caraterísticas de materiales de construcción y dimensiones. / *Characteristics of building materials and dimensions.*

Conductor Fase / *Phase Conductor*

	Material/Norma *Material/Standard*	Calibre *Size*	Área *Cross Section*	Clase Cableado *Stranding Class*	N° Hilos *N° Strands*	Resistencia - DC *20°C/68°F (Nom)*	Resistencia - AC *90°C/194°F*	Carga Rotura *Tensile Strength*	Corri. de CC(1s) *Short Circuit Current (1s)*
1. Conductor Fase *Phase Conductor*	Cu	4/0 AWG	107 mm² 212 kcmils	B	18 "Min"	0.164 ohm/km 0.05 ohm/kft	0.2139 ohm/km 0.0652 ohm/kft	2372 kg 5229 lb	19.264 kA
	ASTM								

	Material *Material*	Espesor *Thickness*	Diámetro *Diameter*
2. Blindaje sobre Conductor *Conductor Shield*	XLPE Semiconductor Extruido	0.35 mm (Min)	13.07 mm
	Extruded Semicon XLPE	8 mils (min)	515 mils

	Norma Técnica *Standard*	Material *Material*	R .Aisl./ *insul.Resi. 15.6°C(Min)*	Temperatura *Temperature*	Tensión Nominal *Rated Voltage*	Tensión Prueba *Test Voltage*	Gradiente Tensión *Voltage Gradient*	Espesor *Thickness*	Diámetro *Diameter*
3. Aislamiento *Insulation*	ICEA S-93-639	XLPE	1662 Mohm-km	90 °C	15 kV 133%	44 kV AC	3.11 kV/mm	5.59 mm (Nom)	34.49 mm
			5453 Mohm-kft	194 °F		8.66 kV DC	53.63 V/mils	220 mils (Nom)	984 mils

	Material *Material*	Espesor *Thickness*	Diámetro *Diameter*
4. Blindaje sobre Aislamiento *Insulation Shield*	Material *Material*	Espesor *Thickness*	Diámetro *Diameter*
	XLPE Semiconductor Extruido Removible	0.61 mm (Min)	26.09 mm
	Strippable Extruded Semicon XLPE	24 mils (min)	1027 mils

	Material *Material*	Aplicación *Application*	Resistencia *Resistance*	Corri. de CC(1s) *Short Circuit Current (1s)*	Traslape *Overlap*	Espesor *Thickness*	Diámetro *Diameter*
5. Cinta *Tape*	Cu	Cerrada	4.92 ohm/km	0.62 kA	15%	0.064 mm	26.38 mm
		Closed	1.38 ohm/kft			2.5 mils	1039 mils

	Material *Material*	Norma Técnica *Standard*	Color *Color*	Espesor *Thickness*	Diámetro *Diameter*
6. Chaqueta General *General Jacket*	PVC SR	ICEA S-93-639	Negro Black	1.78 mm - (Min) 70.1 mils - (Min)	30.56 mm 1203 mils

Información General / *General Information*

	Peso Total Aproximado *Approximate Total Weight*	Ampacidad *Ampacity*	Inductance *Capacitance*	Reactance *Induct/Capacit*	Tensión Halado *Pulling Tension*	Radio de Curvatura *Bending Radius*	Presión Lateral *Sidewall Pressure*	Diámetro *Diameter*
General	1686 kg/km	400 A	0.38 mH/km	0.143 ohm/km	751 kg-Conduc 134 kg-Chaq	367 mm	744 kg/m	30.56 mm
General	1140 lb/1000ft	*295 A	203.486 pF/m	13.036 kohm-km	1656 lb-Conduc 295 lb-Jacket	14.45"	500 lb/ft	1.2"

Criterios de ampacidad / *Criterial of Ampacity*

NEC, Tabla 310.60(C)(68), Cond: Cobre, Tc: 90-105°C, Tamb: 40°C, Cables monopolares al aire
*NEC, Tabla 310.60(C)(77), Cond: Cobre, Tc: 90-105°C, Tierra: 20°C, 3 conductores en ducto eléctrico subterráneo

NEC, Table 310.60(C)(68), Cond: Copper, Tc: 194-221°F, Tamb: 104°F, Single conductor in Air
**NEC, Table 310.60(C)(77), Cond: Copper, Tc: 194-221°F, Tground: 68°F, Three Conductors per Electrical Duct Underground*

Marcación / *Marking*

Impresión Bajo Relieve y Tinta *Low Embossment & Ink Printing*	CENTELSA by NEXANS XLPE Cu 90°C 4/0 AWG 15 kV 133% PC PVC-SR

Nota: Leyendas a intervalos Máximos de: 1 m / *Note: The length between legends of Marks is: 1 m*

Empaque / *Package*

Tipo de Empaque *Package Type*	Carrete N° *Reel Ref.*	Longitud *Length*	Diámetro Externo *External Diameter*	Diámetro Tambor *Drum. Diameter*	Ancho *Width*	Peso Bruto *Gross Weight*
Bobina	83017H	1000 m	1700,0 mm	800,0 mm	988,0 mm	1993 kg
Reel		3281 ft	66,93 "	31,5 "	38,9 "	4392 lb

Observaciones y/o Desviaciones / *Observations and/or Deviations*

Los valores aquí indicados están sujetos a las tolerancias normales de manufactura y/o de normas. / *Values here indicated are subject to normal manufacturing and/or standards tolerances.*

Los Medidores de longitud de CENTELSA, son de Precisión Clase II, cuyo error máximo permitido de la longitud medida es del 0.5% (Nota: clase I=±0.25%, clase II=±0.5%, clase III=±1.0%)
Meters CENTELSA length, are of precision Class II, whose maximum permissible error of the measured length is 0.5% (Note: Class I = ± 0.25%, Class II = ± 0.5%, class III = ± 1.0%)

Código Postal 502001
Calle 6 Nro 4 – 40
Telefonos 6450412 – 6451867
Email: contactenos@puertolopez-meta.gov.co

	Sección [mm²]	Cond.cross sect.(AWG/ KCMIL)	Espesor Aislam. [mm]	Diám. Ext Nom [mm]	Peso aprox. [kg/km]	Máx. DC Resist. Cond. 20°C [Ohm/km]	Amp.Nominal Ducto/ Enterrado 30°C (*) [A]	Amp.Nominal en Aire 30°C (**) [A]
	21,2	4	1,14	7,79	85,05	1,39	75	115
	33,6	2	1,14	9,19	124,84	0,875	100	150
	53,5	1/0	1,4	11,45	192,86	0,55	135	205
	67,4	2/0	1,4	12,47	235,31	0,436	150	235
	107	4/0	1,4	14,99	354,46	0,274	205	315
	127	250	1,65	16,65	425,82	0,232	230	355
	177	350	1,65	19,09	575,79	0,166	280	445
	253	500	1,65	22,13	797,15	0,116	350	545
	380	750	2,03	27,24	1193,8	0,077	435	700

Código Postal 502001
Calle 6 Nro 4 – 40
Telefonos 6450412 – 6451867
Email: contactenos@puertolopez-meta.gov.co

1187



Consejo Profesional
Nacional de Ingenierías
Eléctrica, Mecánica
y Profesiones Afines

Titular CRISTIAN CAMILO
GUTIÉRREZ LANDÍNEZ

D.I. 1.053.769.421

Ingeniero ELECTRICISTA

Matrícula CL205-66378

Resol. C.P.N. 65/2009



**Consejo Profesional Nacional
de Ingenierías Eléctrica, Mecánica
y Profesiones Afines**

Esta tarjeta acredita a su titular el derecho de ejercer la ingeniería en su especialidad en cualquier lugar del país, de acuerdo con la Ley 51 de 1986 y su Decreto Reglamentario 1873 de 1996.

Para efectos de información adicional o pérdida dirigirse a la Secretaria del Consejo Profesional Nacional, Carrera 9 No. 69A - 06, PBX 3127393, Bogotá, D.C.



REPUBLICA DE COLOMBIA
IDENTIFICACION PERSONAL
CEDULA DE CIUDADANIA

NUMERO 1.053.769.421

GUTIERREZ LANDINEZ
APELLIDOS

CRISTIAN CAMILO
NOMBRES

FIRMA



FECHA DE NACIMIENTO 03-DIC-1986
MANIZALES
(CALDAS)
LUGAR DE NACIMIENTO

1.71 ESTATURA
O+ G.S. RH
M SEXO

07-ENE-2005 MANIZALES
FECHA Y LUGAR DE EXPEDICION

REGISTRADORA NACIONAL
ALMABEATRIZ RENGIFO LOPEZ

INDICE DERECHO

R-0900100-35146403-M-1053769421-20060801 0015906212H 02 194739370

1208

ELECTRIFICADORA DEL META S.A. E.S.P.

Trabajamos con energía

GD-I- 20214200458411

Villavicencio, 17-12-2021

Señor
HENRY GUTIERREZ CESPEDES
Representante Legal
CONSORCIO ESPACIO PUBLICO
Carrera 32A # 3C – 12
Correo electrónico: consorcioespaciopublico@hotmail.com
Villavicencio

Asunto: Respuesta radicado EMSA No. 2021-741-028323-2. "Solicitud condiciones y lineamientos técnicos para la elaboración de los diseños que involucran la remodelación de la infraestructura de media y baja tensión existente municipio de Puerto López - Meta".

Atento saludo señor Gutiérrez:

La Electrificadora del Meta S.A. E.S.P., se permite informarle que en respuesta a su solicitud bajo radicado No. 20217410283232 del pasado 15/12/2021, para la remodelación planteada en los sectores mencionados en su escrito se deben tener en cuenta las siguientes condiciones solicitadas como operador de red:

- El cable a instalar para la red a 34,5 kV debe ser de cobre calibre 4/0 XLPE 35 kV 133%, dos (2) conductores por fase en doble ductería (Se deben dejar dos ductos de reserva por cada ducto ocupado). Para el nivel de tensión 13,2 kV se solicita utilizar calibre 4/0 en cobre XLPE 15 kV 133%.

- Las derivaciones del circuito principal deberán efectuarse mediante la instalación de cajas de maniobra con entrada salida de capacidad mínima 400A y derivaciones de 200 A. En caso de que la instalación no sea técnicamente viable, se podrán instalar conectores en T de capacidad 600A, para la derivación a cajas de barrajes de 200A.

- Los elementos de corte visible (seccionadores monopolares) podrán ser trasladados siempre y cuando no se afecte la configuración del circuito.

ELECTRIFICADORA DEL META S.A. E.S.P.

Trabajamos con energía

- El banco de ductos deberá construirse con tubería de 6", la cantidad mínima de ductos debe mantener la relación dos ductos de reserva (libres) por cada ducto ocupado.

- Las cajas de inspección deben estar máximo a 40 metros de distancia entre sí, deben evitar propagar el fuego, deben tener rigidez dieléctrica elevada, alta dureza, alta resistencia a la tracción y a la flexión, resistencia a los químicos y ácidos y debe ser libre de mantenimiento. Se debe además asegurar una vida útil de al menos 25 años.

- La profundidad desde la superficie de tránsito (peatonal o vehicular) hasta la cota superior o clave de la última hilera de ductos instalados, deberá ser mínimo de 1.00 metro, incrementándose para zonas de intersección de vías hasta 1.2 metros como mínimo. Se deben dejar cruces suficientes en las esquinas para el paso de las calles y avenida.

- Los ductos PVC -TPD que conecten con la caja de inspección deben de quedar de tal manera acoplados de modo que la unión entre estos dos no permita el acceso del agua.

- Las cajas de inspección deben estar conectadas con el sistema de canalización de aguas lluvias.

- La perforación para el sistema de drenaje de las cajas de tiro, inspección o de barrajes deben estar protegidas por una barrera tipo malla con el fin de impedir el ingreso de animales, el material de dicha malla debe ser idéntico al material en que se fabricó la caja.

- Para los accesorios a utilizar en toda la subterranización de los circuitos se solicita sean de la mejor calidad, con certificación de producto y en la medida de lo posible marcas con alto reconocimiento de calidad en el país.

- Entregar en piso de bodega de EMSA todos los materiales retirados como resultado de los traslados, previa coordinación con el ingeniero de zona.

- Los traslados de red de acometidas particulares (redes que no son propiedad de EMSA) deberán concertarse con el propietario.

- Esta aprobación es únicamente para efectuar modificaciones a redes existentes, la conexión de nuevas cargas deberá seguir los lineamientos establecidos en el comunicado EMSA GD-20214000234361 (adjunto a la presente comunicación).

Calle 37 A No 45 -53 Barzal alto, PBX 6614000 Fax: 661 40 20
Línea Atención al Cliente 115, desde Celular (608-6610095)
Línea Gratuita Nacional - 018000918615
e-mail: pqr@emsa-esp.com.co
Villavicencio - Meta – Colombia
Nit: 892.002.210-6

ISO 9001:2015
ISO 14001:2015
ISO 45001:2018
BUREAU VERITAS
Certification

EMSA ELECTRIFICADORA DEL META S.A. E.S.P.

Trabajamos con energía

- El ingeniero encargado debe coordinar con la EMSA la ejecución de las maniobras que se requieran para la remodelación de las redes. Los traslados deberán hacerse en línea viva, no se permite la desenergización de circuitos.

- Los transformadores a remplazar que sean de uso particular se solicita manejar el tema inicialmente con los propietarios, acordando con ellos el retiro y entrega del equipo y elementos asociados. La capacidad a instalar se debe determinar de acuerdo a la cantidad de clientes a concentrar en cada equipo y al tipo de servicio y carga que maneje el usuario. Se propone unificar a transformadores de 112,5 kVA.

- Para los transformadores de uso general se sugiere instalar transformadores de 112,5 kVA, realizando un previo análisis de las cargas y de la cantidad de usuarios a concentrar en un mismo equipo.

En cuanto a la posibilidad de cambio y reubicación del corredor eléctrico 34,5kV por red subterránea es una opción que vemos viable siempre y cuando se tengan los permisos de paso y de uso de vía publica por el nuevo corredor a utilizar.

Esperamos a ver resuelto sus inquietudes y solicitudes y lo instamos a que cada etapa del proyecto sea socializada con todos los actores involucrados.

Cordialmente,

EDWIN DAVID GUZMÁN BOHÓRQUEZ
Gerente de Distribución

Proyectó: Diego Gahona
Revisó: Gustavo Sánchez
Aprobó: Edwin David Guzmán

Anexos: Comunicado EMSA GD-20214000234361 del 09-07-2021

Calle 37 A No 45 -53 Barzal alto, PBX 6614000 Fax: 661 40 20
Línea Atención al Cliente 115, desde Celular (608-6610095)
Línea Gratuita Nacional - 018000918615
e-mail: pqr@emsa-esp.com.co
Villavicencio - Meta – Colombia
Nit: 892.002.210-6

ISO 9001:2015
ISO 14001:2015
ISO 45001:2018
BUREAU VERITAS
Certification

Fecha 6/08/2025

DIALux



URBANISMO PUERTO LOPEZ

Created with DIALux

1292

REPÚBLICA DE COLOMBIA
MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA

DECLARACIÓN DE CUMPLIMIENTO DE DISEÑO DE INSTALACIONES DE SISTEMAS DE ILUMINACIÓN BAJO ELREGLAMENTO TÉCNICO DE ILUMINACIÓN Y ALUMBRADO PÚBLICO – RETILAP.

Yo Cristian Camilo Gutierrez Landinez, identificado(a) con la cédula de ciudadanía No. 1.053.769.421 de Manizales en el ejercicio de mi profesión como ingeniero electricista y titular de la matricula profesional No. CL205-6661378, expedida por el Consejo Profesional, **declaro** bajo gravedad de juramento que, el diseño del(os) sistema(s) de iluminación con alcance **OBJETO CONSULTORIA: "ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCION Y MEJORAMIENTO DEL ESPACIO PUBLICO EN SECTORES ESTRATEGICOS DEL MUNICIPIO DE PUERTO LOPEZ- META". OBJETO DEL PROYECTO: "FASE 4, SECTOR UBICADO SOBRE LA VIA NACIONAL AVENIDA 14 DESDE LA CARRERA CUARTA (4) HASTA LA CARRERA QUINCE (15)",** estará(n) ubicado(s) en l a dirección AV 14 entre carrera 15 y carrera 4 del municipio de Puerto Lopez deldepartamento del Meta, de la cual figura como propietario(a) el municipio de Puerto Lopez – Espacio Público, cumple con todos y cada uno de los requisitos que le aplicanestablecidos en el RETILAP de acuerdo con la Resolución No. 180540 de fecha 30 de marzo de 2010 aplicables al diseño detallado [X] diseño básico [ ].

Así mismo, declaro que de acuerdo con las especificaciones del diseño de la instalación de iluminación se plantearon las siguientes desviaciones de requisitos, las cuales son soportadas con la justificación técnica y análisis, adjunto a esta declaración, que establece que no compromete la seguridad y/o salud visual de los usuarios de la instalación:

La presente declaración se firma el mes Octubre del año 2025 en la ciudad de Puerto Lopez - Meta.

Información de notificación del diseñador:

Dirección: Calle 24 #1-191. Conjunto Duary 1 Casa 15 Manzana 1
Teléfono: 3136674476
Correo electrónico: cristian_landinez@hotmail.com

Anexos:

Firma

Código Postal 502001
Calle 6 Nro 4 – 40
Telefonos 6450412 – 6451867
Email: contactenos@puertolopez-meta.gov.co

Fecha 6/08/2025

DIALux



URBANISMO PUERTO LOPEZ

Created with DIALux

Contenido

Portada 1
Contenido 2
Lista de luminarias 3

Fichas de producto

DIALux - ALFA 100W TIPO MED (1x) 4
LIRVAN CO. - POLUX40_TIPO2 (1x) 5

AVENIDA 14 · Alternativa 2

Descripción 6
Resumen (hacia EN 13201:2015) 7
AVENIDA 14 (M4) 11

Terreno 1

Imágenes 19
Lista de luminarias 21
Grupos de control 22

1295

Lista de luminarias

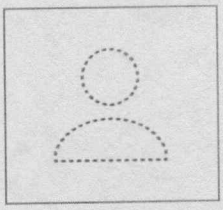
Φ_{total}	P_{total}	Rendimiento lumínico
726063 lm	3720.0 W	195.2 lm/W

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
24			ALFA 100W TIPO MED	100.0 W	19518 lm	195.2 lm/W
33	LIRVAN CO.		POLUX40_TIPO2	40.0 W	7807 lm	195.2 lm/W

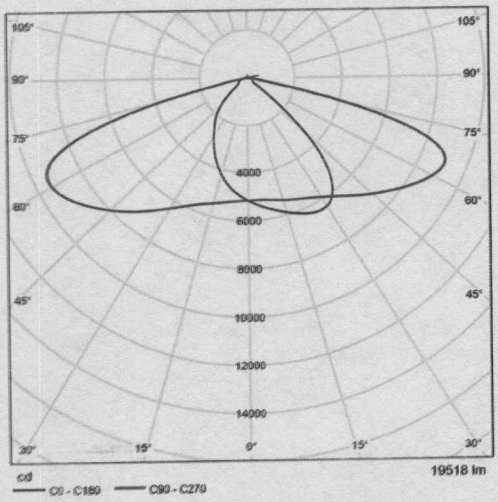
1296

Ficha de producto

- ALFA 100W TIPO MED



P	100.0 W
$\Phi_{Lámpara}$	–
$\Phi_{Luminaria}$	19518 lm
η	–
Rendimiento lumínico	195.2 lm/W
CCT	4000 K
CRI	70



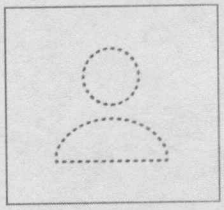
CDL polar

1297

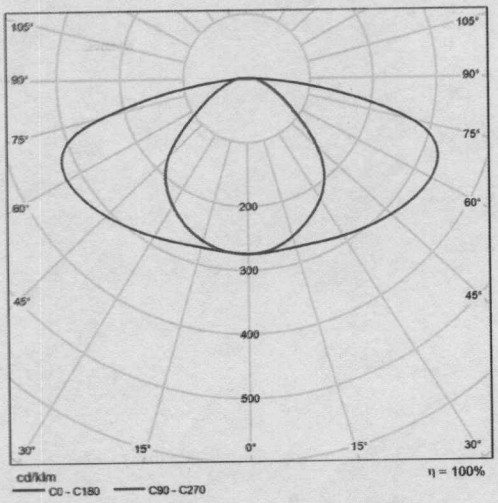
DIALux

Ficha de producto

LIRVAN CO. - POLUX40_TIPO2

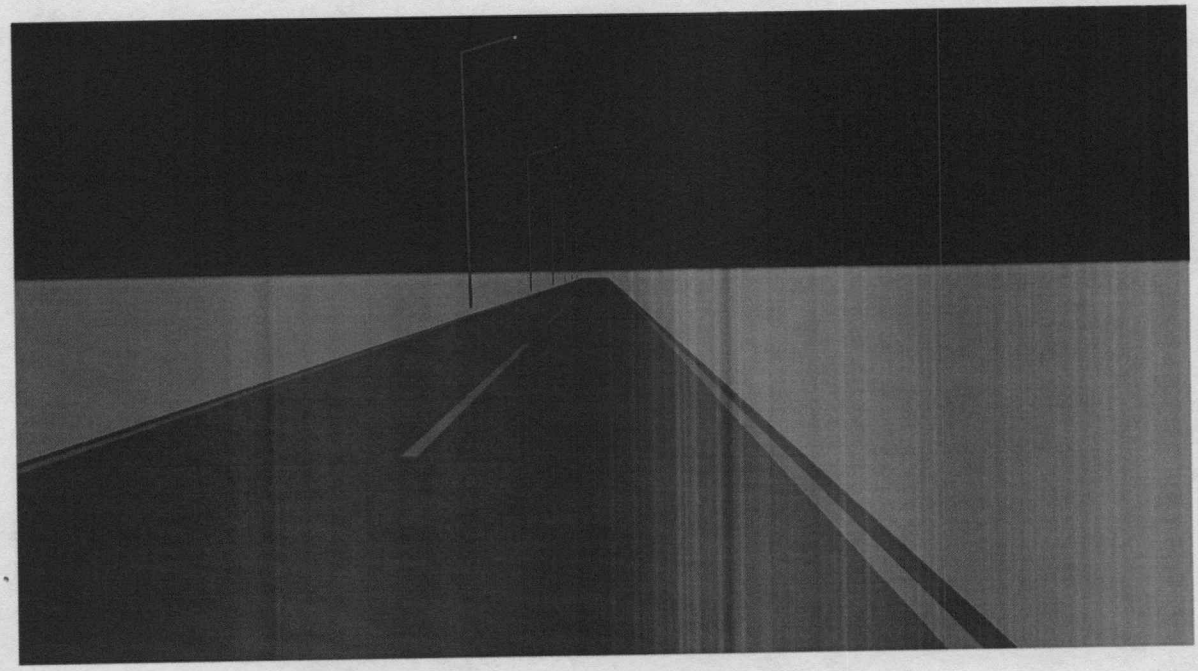


P	40.0 W
$\Phi_{Lámpara}$	7800 lm
$\Phi_{Luminaria}$	7807 lm
η	100.08 %
Rendimiento lumínico	195.2 lm/W
CCT	5000 K
CRI	70



CDL polar

1298

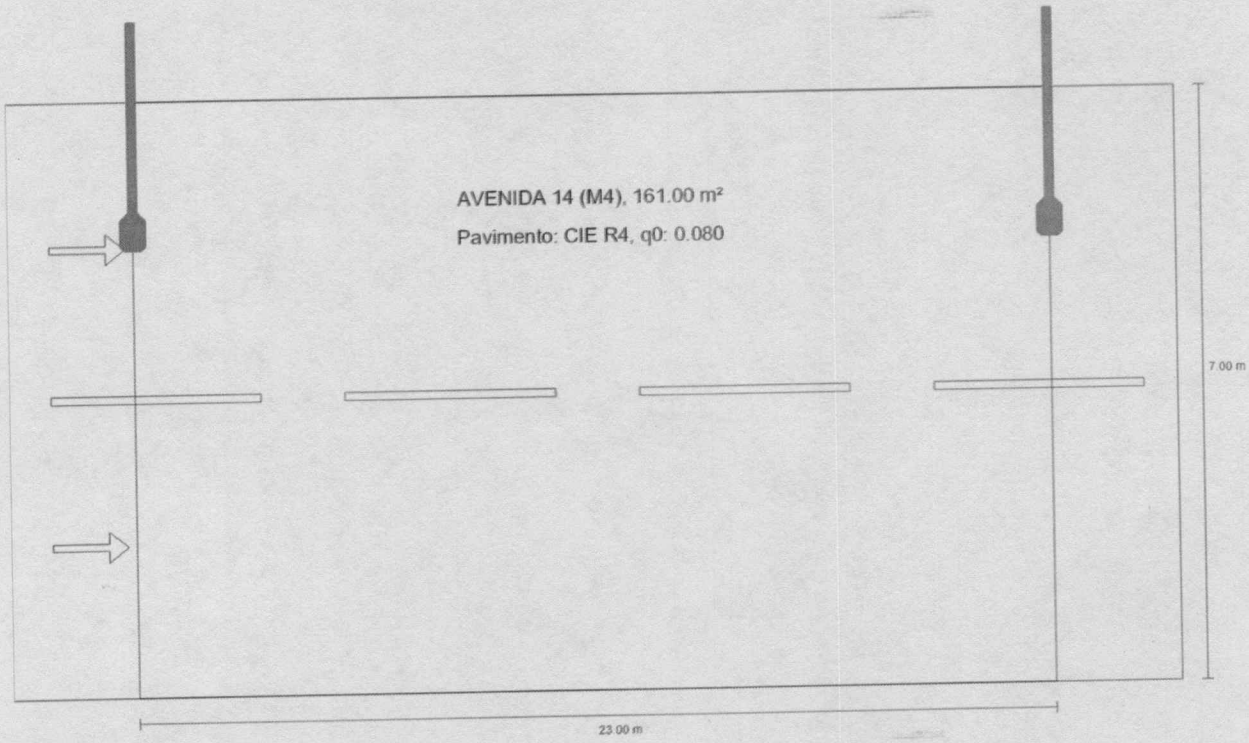


AVENIDA 14

Descripción

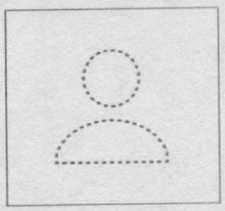
AVENIDA 14

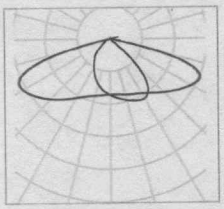
Resumen (hacia EN 13201:2015)



AVENIDA 14

Resumen (hacia EN 13201:2015)





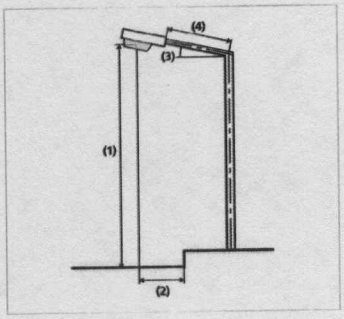
Nombre del artículo	ALFA 100W TIPO MED
Lámpara	1x

P	100.0 W
$\Phi_{Lámpara}$	-
$\Phi_{Luminaria}$	19518 lm
η	-

AVENIDA 14

Resumen (hacia EN 13201:2015)

ALFA 100W TIPO MED (unilateral arriba)



Distancia entre mástiles	23.000 m
(1) Altura de punto de luz	12.000 m
(2) Saliente del punto de luz	1.500 m
(3) Inclinación del brazo	15.0°
(4) Longitud del brazo	2.500 m
Horas de trabajo anuales	4000 h: 100.0 %, 100.0 W
Vatios / recorrido	4298.7 W/km
ULR / ULOR	0.01 / 0.00
Intensidad lumínica máx Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).	≥ 70°: 536 cd/klm ≥ 80°: 553 cd/klm ≥ 90°: 320 cd/klm
Clase de potencia lumínica Los valores de intensidad lumínica en [cd/klm] para el cálculo de la clase de potencia lumínica se refieren al flujo luminoso de luminaria conforme a EN 13201:2015.	-
Clase de índice de deslumbramiento	D.0
MF	0.80

AVENIDA 14

Resumen (hacia EN 13201:2015)

Resultados para campos de evaluación

Para la instalación se ha calculado con un factor de mantenimiento de 0.80.

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
AVENIDA 14 (M4)	L_m	0.84 cd/m²	≥ 0.75 cd/m²	✓
	U_o	0.44	≥ 0.40	✓
	TI	2 %	≤ 15 %	✓
	R_{EI}	0.81	≥ 0.30	✓
	U_l[1]	0.33	-	

(1) Informativo, no es parte de la evaluación

Resultados para indicadores de eficiencia energética

	Tamaño	Calculado	Consumo de energía
AVENIDA 14	D_p	0.031 W/lx/m²	-
ALFA 100W TIPO MED (unilateral arriba)	D_e	2.5 kWh/m² año	399.9 kWh/año

AVENIDA 14

AVENIDA 14 (M4)

Resultados para campo de evaluación

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
AVENIDA 14 (M4)	L_m	0.84 cd/m²	≥ 0.75 cd/m²	✓
	U_o	0.44	≥ 0.40	✓
	TI	2 %	≤ 15 %	✓
	R_{EI}	0.81	≥ 0.30	✓
	U_l(1)	0.33	–	

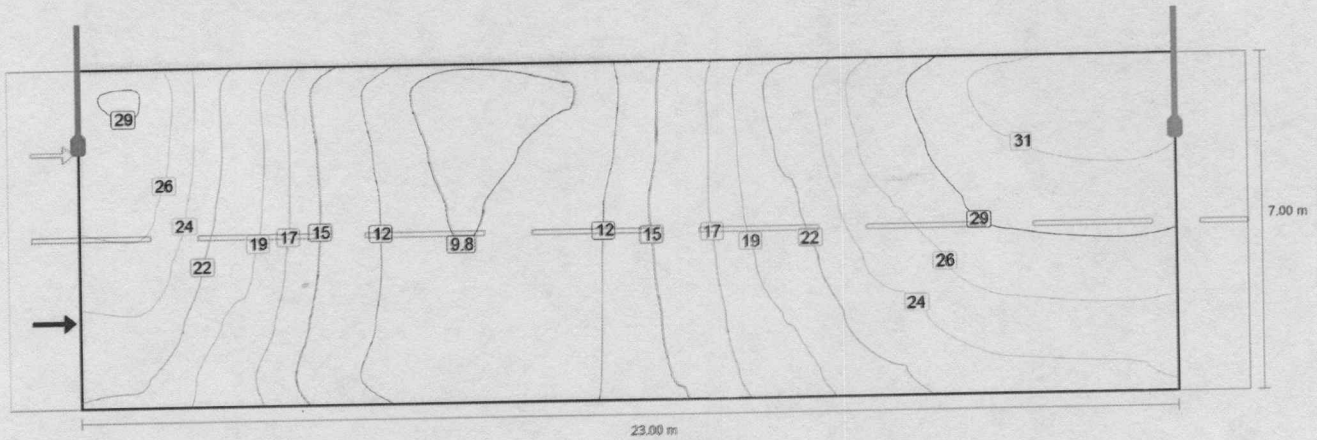
Resultados para observador

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Observador 1 Posición: -60.000 m, 1.750 m, 1.500 m	L_m	0.86 cd/m²	≥ 0.75 cd/m²	✓
	U_o	0.45	≥ 0.40	✓
	U_l(1)	0.41	–	
	TI	2 %	≤ 15 %	✓
Observador 2 Posición: -60.000 m, 5.250 m, 1.500 m	L_m	0.84 cd/m²	≥ 0.75 cd/m²	✓
	U_o	0.44	≥ 0.40	✓
	U_l(1)	0.33	–	
	TI	2 %	≤ 15 %	✓

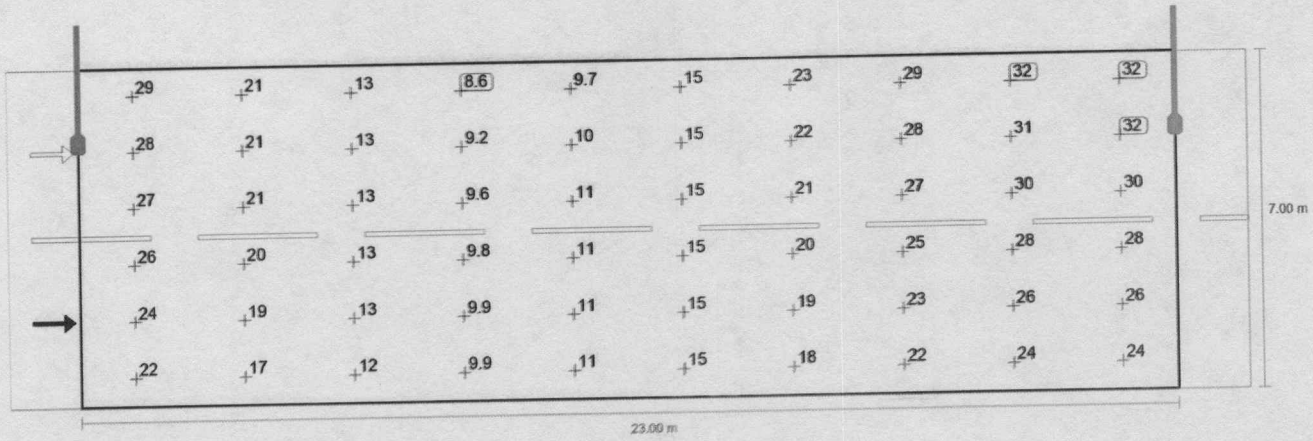
(1) Informativo, no es parte de la evaluación

AVENIDA 14

AVENIDA 14 (M4)



Valor de mantenimiento iluminancia horizontal [lx] (Líneas Isolux)



Valor de mantenimiento iluminancia horizontal [lx] (Sistema de valores)

1303

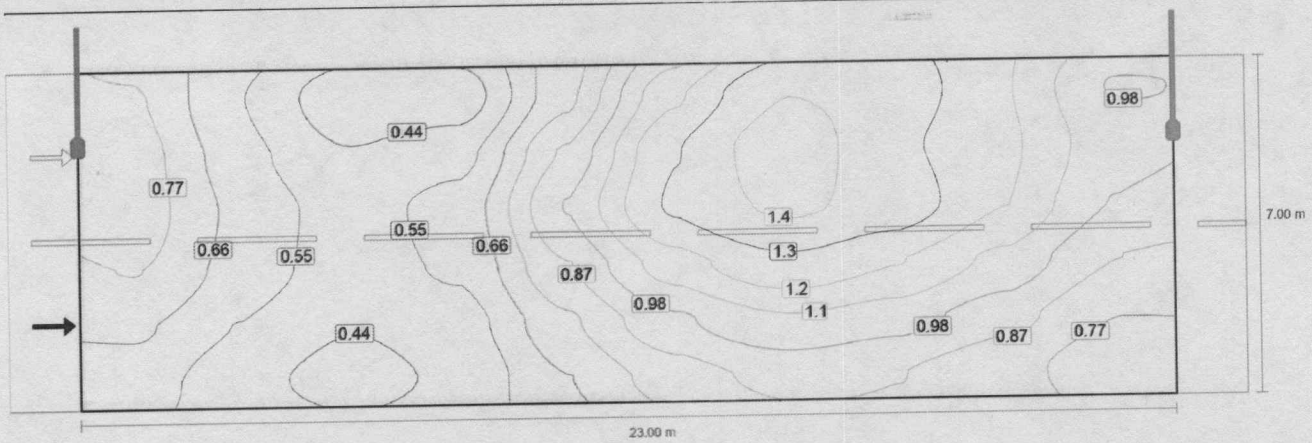
AVENIDA 14

AVENIDA 14 (M4)

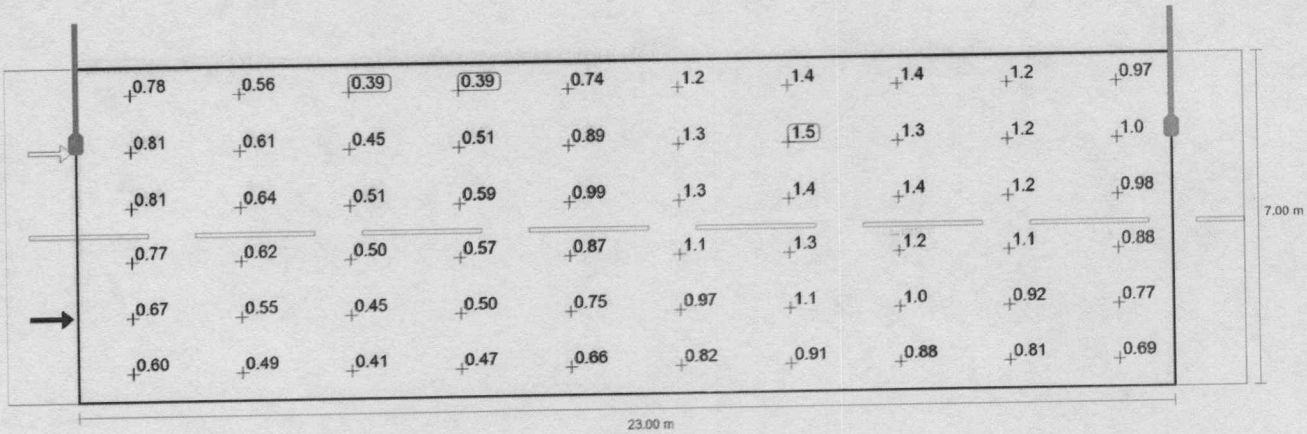
m	1.150	3.450	5.750	8.050	10.350	12.650	14.950	17.250	19.550	21.850
6.417	28.96	20.82	12.70	8.58	9.67	15.15	22.58	28.56	31.90	32.39
5.250	28.30	20.98	13.18	9.22	10.26	15.12	22.06	27.83	31.13	31.55
4.083	27.14	20.61	13.46	9.64	10.95	15.37	21.35	26.53	29.70	30.13
2.917	25.56	19.81	13.40	9.82	11.14	15.12	20.41	25.05	27.86	28.27
1.750	23.79	18.71	13.00	9.88	11.25	14.85	19.41	23.40	25.86	26.20
0.583	21.89	17.40	12.34	9.91	11.37	14.64	18.40	21.63	23.74	23.98

Valor de mantenimiento iluminancia horizontal [lx] (Tabla de valores)

	E_m	E_{min}	E_{max}	U_o (g_1)	g_2
Valor de mantenimiento iluminancia horizontal	19.7 lx	8.58 lx	32.4 lx	0.43	0.27



Observador 1: Valor de mantenimiento luminancia en calzada seca [cd/m²] (Líneas Isolux)



1306

AVENIDA 14

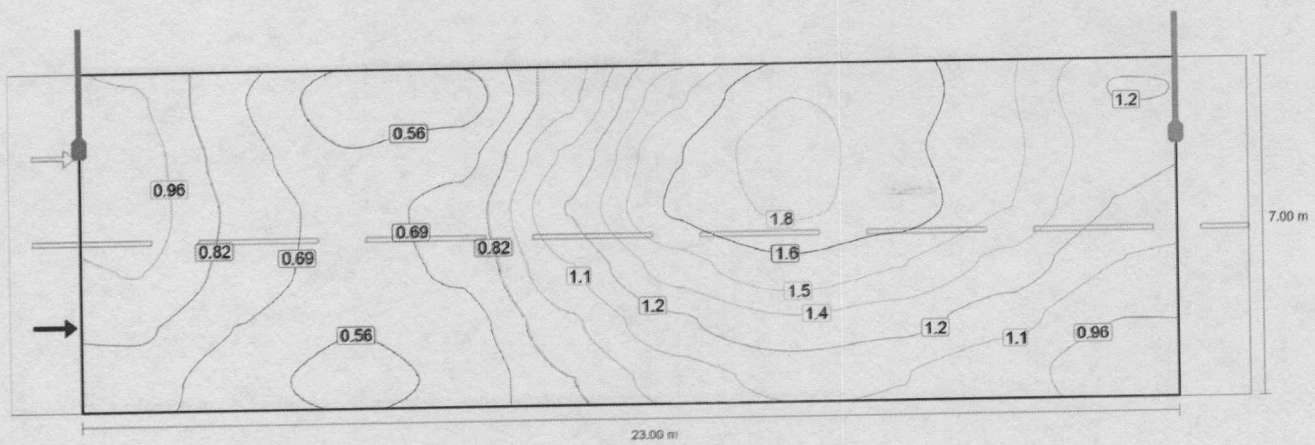
AVENIDA 14 (M4)

Observador 1: Valor de mantenimiento luminancia en calzada seca [cd/m²] (Sistema de valores)

m	1.150	3.450	5.750	8.050	10.350	12.650	14.950	17.250	19.550	21.850
6.417	0.78	0.56	0.39	0.39	0.74	1.18	1.41	1.37	1.21	0.97
5.250	0.81	0.61	0.45	0.51	0.89	1.30	1.47	1.34	1.22	1.03
4.083	0.81	0.64	0.51	0.59	0.99	1.32	1.43	1.37	1.20	0.98
2.917	0.77	0.62	0.50	0.57	0.87	1.15	1.28	1.20	1.06	0.88
1.750	0.67	0.55	0.45	0.50	0.75	0.97	1.08	1.03	0.92	0.77
0.583	0.60	0.49	0.41	0.47	0.66	0.82	0.91	0.88	0.81	0.69

Observador 1: Valor de mantenimiento luminancia en calzada seca [cd/m²] (Tabla de valores)

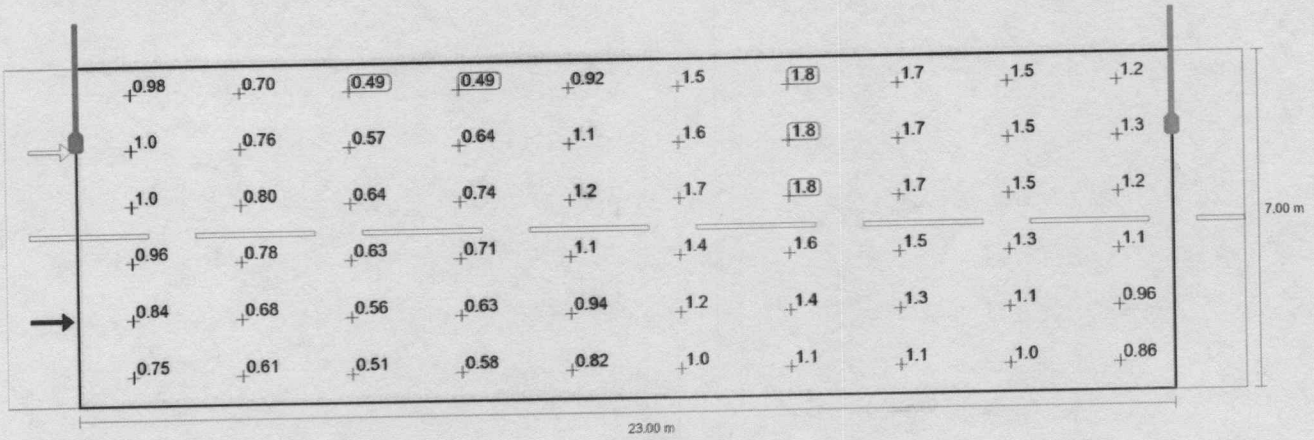
	L_m	L_{min}	L_{max}	U_o (g_1)	g_2
Observador 1: Valor de mantenimiento luminancia en calzada seca	0.86 cd/m²	0.39 cd/m²	1.47 cd/m²	0.45	0.27



Observador 1: Luminancia para una instalación nueva [cd/m²] (Líneas Isolux)

AVENIDA 14

AVENIDA 14 (M4)

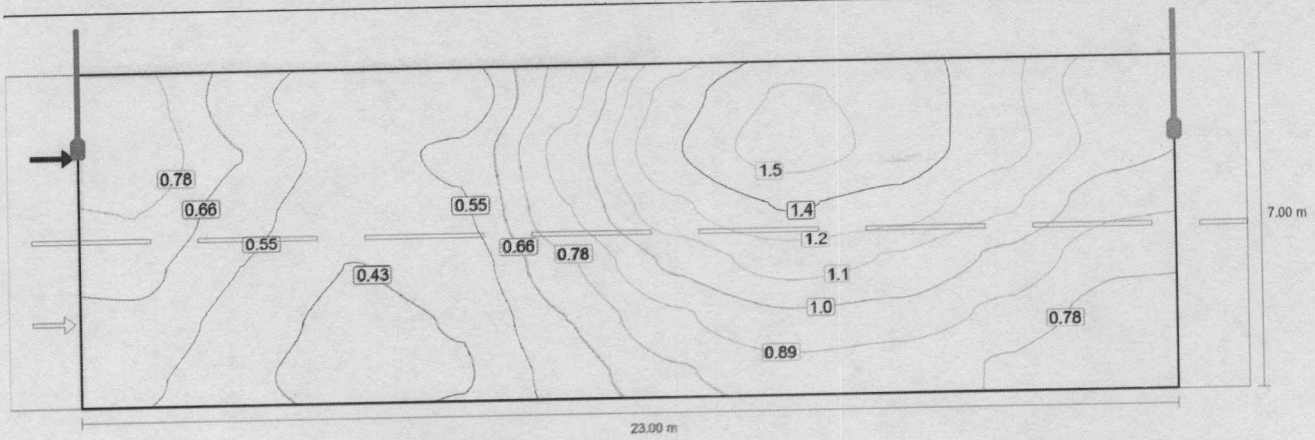


Observador 1: Luminancia para una instalación nueva [cd/m²] (Sistema de valores)

m	1.150	3.450	5.750	8.050	10.350	12.650	14.950	17.250	19.550	21.850
6.417	0.98	0.70	0.49	0.49	0.92	1.47	1.76	1.72	1.51	1.22
5.250	1.01	0.76	0.57	0.64	1.11	1.63	1.83	1.67	1.52	1.28
4.083	1.02	0.80	0.64	0.74	1.24	1.65	1.79	1.71	1.50	1.22
2.917	0.96	0.78	0.63	0.71	1.09	1.44	1.60	1.50	1.33	1.09
1.750	0.84	0.68	0.56	0.63	0.94	1.21	1.35	1.29	1.15	0.96
0.583	0.75	0.61	0.51	0.58	0.82	1.03	1.14	1.10	1.01	0.86

Observador 1: Luminancia para una instalación nueva [cd/m²] (Tabla de valores)

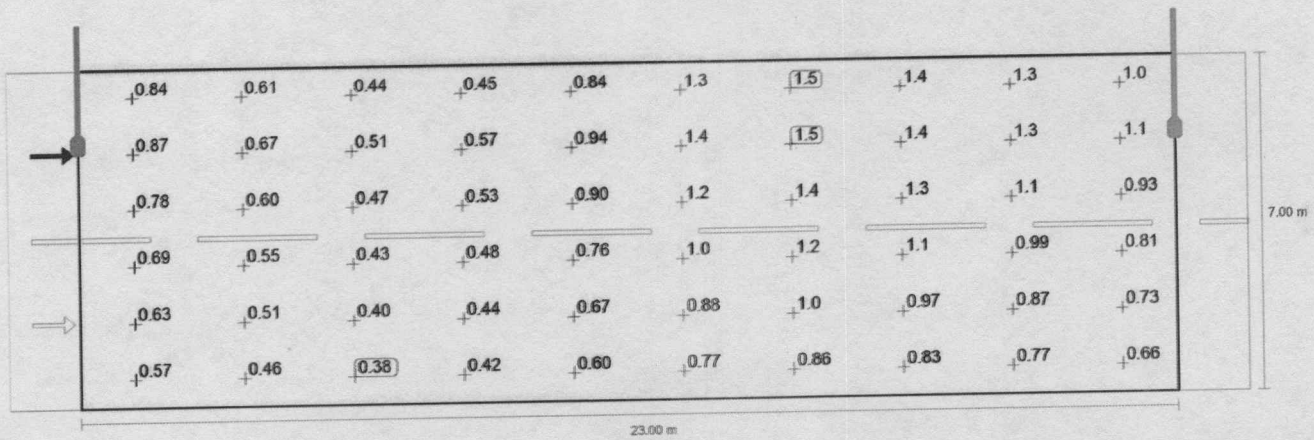
	L_m	L_{min}	L_{max}	U_o (g_1)	g_2
Observador 1: Luminancia para una instalación nueva	1.08 cd/m²	0.49 cd/m²	1.83 cd/m²	0.45	0.27



AVENIDA 14

AVENIDA 14 (M4)

Observador 2: Valor de mantenimiento luminancia en calzada seca [cd/m²] (Líneas Isolux)



Observador 2: Valor de mantenimiento luminancia en calzada seca [cd/m²] (Sistema de valores)

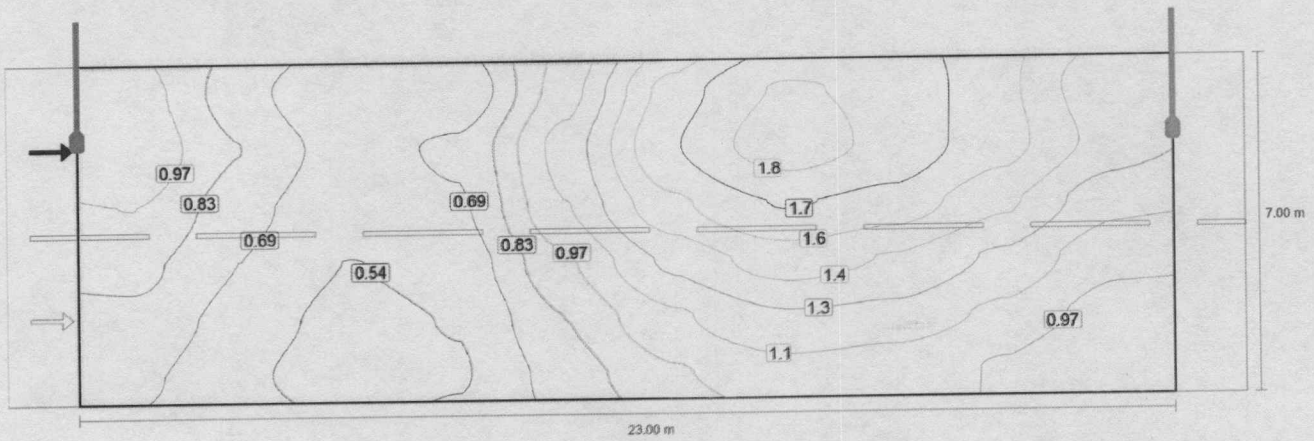
m	1.150	3.450	5.750	8.050	10.350	12.650	14.950	17.250	19.550	21.850
6.417	0.84	0.61	0.44	0.45	0.84	1.29	1.48	1.44	1.27	1.02
5.250	0.87	0.67	0.51	0.57	0.94	1.35	1.53	1.44	1.28	1.08
4.083	0.78	0.60	0.47	0.53	0.90	1.22	1.37	1.31	1.15	0.93
2.917	0.69	0.55	0.43	0.48	0.76	1.04	1.18	1.12	0.99	0.81
1.750	0.63	0.51	0.40	0.44	0.67	0.88	1.00	0.97	0.87	0.73
0.583	0.57	0.46	0.38	0.42	0.60	0.77	0.86	0.83	0.77	0.66

Observador 2: Valor de mantenimiento luminancia en calzada seca [cd/m²] (Tabla de valores)

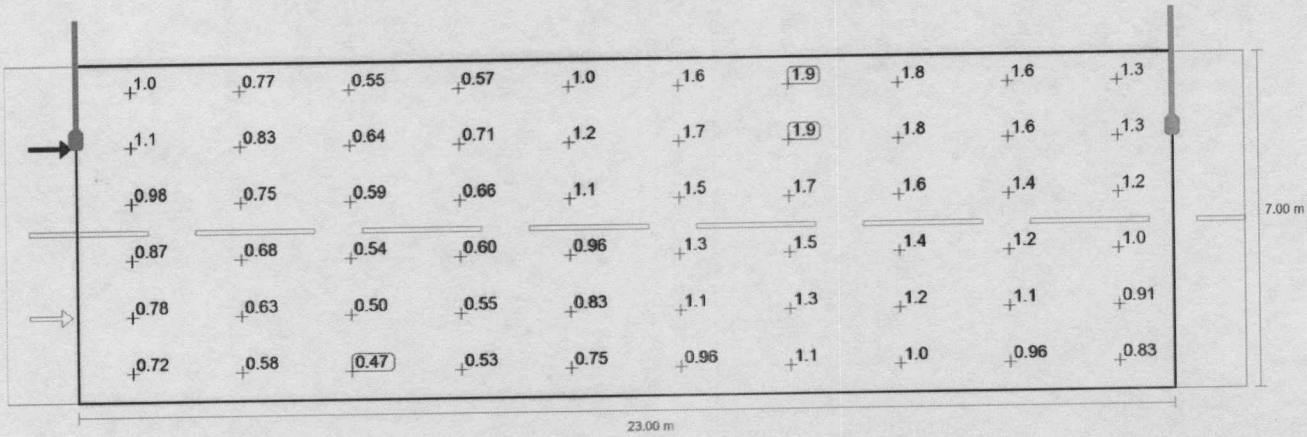
	L_m	L_{min}	L_{max}	U_o (g_1)	g_2
Observador 2: Valor de mantenimiento luminancia en calzada seca	0.84 cd/m²	0.38 cd/m²	1.53 cd/m²	0.44	0.25

AVENIDA 14

AVENIDA 14 (M4)



Observador 2: Luminancia para una instalación nueva [cd/m²] (Líneas Isolux)



Observador 2: Luminancia para una instalación nueva [cd/m²] (Sistema de valores)

AVENIDA 14

AVENIDA 14 (M4)

m	1.150	3.450	5.750	8.050	10.350	12.650	14.950	17.250	19.550	21.850
6.417	1.05	0.77	0.55	0.57	1.05	1.61	1.85	1.80	1.59	1.28
5.250	1.09	0.83	0.64	0.71	1.18	1.69	1.91	1.80	1.61	1.35
4.083	0.98	0.75	0.59	0.66	1.12	1.52	1.71	1.64	1.44	1.16
2.917	0.87	0.68	0.54	0.60	0.96	1.30	1.48	1.40	1.24	1.02
1.750	0.78	0.63	0.50	0.55	0.83	1.10	1.25	1.22	1.08	0.91
0.583	0.72	0.58	0.47	0.53	0.75	0.96	1.07	1.04	0.96	0.83

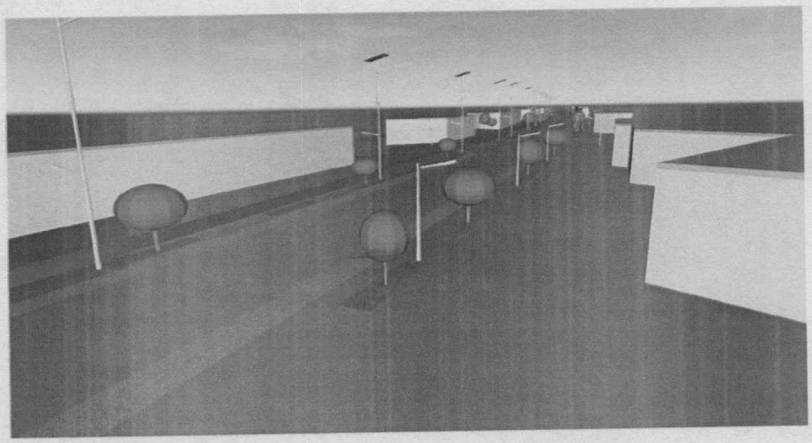
Observador 2: Luminancia para una instalación nueva [cd/m²] (Tabla de valores)

	L_m	L_{min}	L_{max}	U_o (g_1)	g_2
Observador 2: Luminancia para una instalación nueva	1.06 cd/m²	0.47 cd/m²	1.91 cd/m²	0.44	0.25

Terreno 1

Imágenes

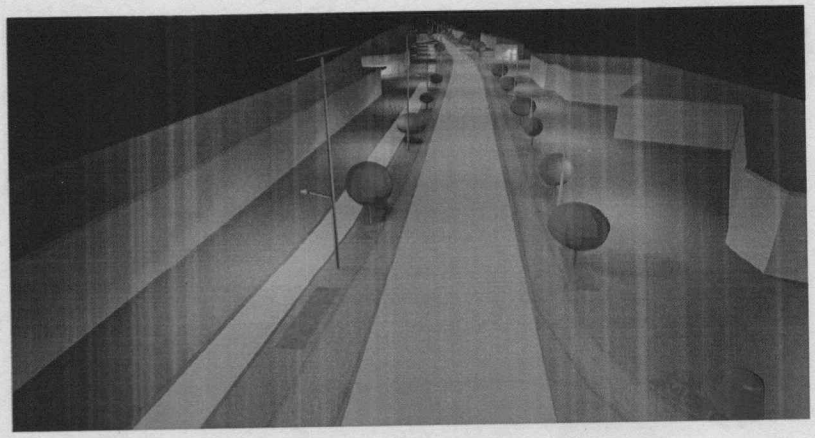
AVENIDA 14



PUNTOS DE ILUMINACION



OBJETOS DE CALCULOS

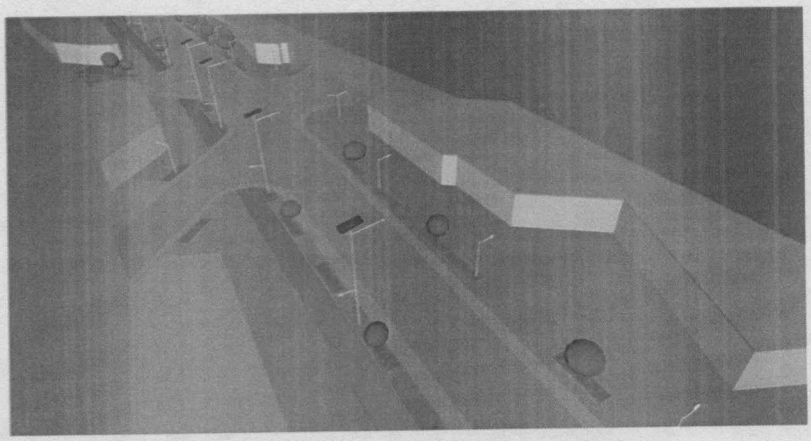


1312

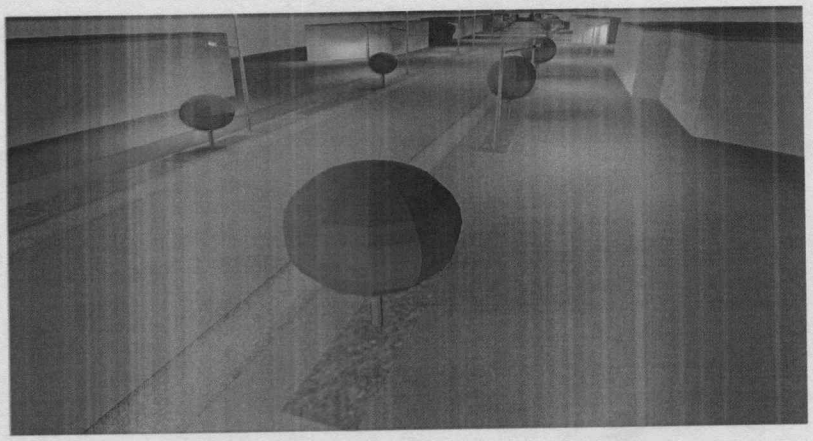
Terreno 1

Imágenes

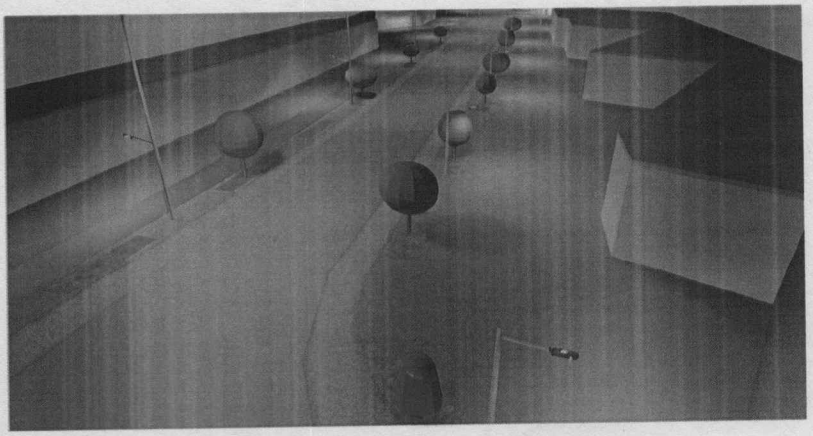
LUMINARIAS AVENIDA 14



ILUMINACION AVENIDA 14



ILUMINACION URBANISMO



Terreno 1

Lista de luminarias

Φ_{total}	P_{total}	Rendimiento lumínico
589437 lm	3020.0 W	195.2 lm/W

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
17			ALFA 100W TIPO MED	100.0 W	19518 lm	195.2 lm/W
33	LIRVAN CO.		POLUX40_TIPO2	40.0 W	7807 lm	195.2 lm/W