"MEJORAMIENTO Y OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL BARRIO PEDRO DAZA Y SUS SECTORES ALEDAÑOS, EN EL MUNICIPIO DE SAN MARTÍN DE LOS LLANOS - META."

PROPIETARIO:

MUNICIPIO DE SAN MARTÍN DE LOS LLANOS

Diseño de Instalaciones Eléctricas y alumbrado público

Proyectista:

ANA MARIA GARCÉS GÓMEZ
Ingeniera Electricista
M.P. RS205-42489

SAN MARTÍN – META

SEPTIEMBRE DE 2026

ANA MARIA GARCÉS GÓMEZ
INGENIERO ELECTRICISTA M.P. RS205-42489
UNIVERSIDAD TECNOLOGIA DE PEREIRA

TABLA DE CONTENIDO.

CAPITULO I Generalidades y Descripción del proyecto.
1.1 Objeto del proyecto.
1.2 Localización.
1.3 Alcance del proyecto.

CAPÍTULO II Criterios de diseño.
2.1 Alumbrado
2.2 Circuitos de baja tensión
2.3 Caída de tensión (Regulación).
2.4 Normas.
2.5 Configuración de circuitos.
2.6 Análisis de nivel de tensión.

CAPÍTULO III Cálculos
3.1 Cálculo del nivel de iluminación.
3.2 Cálculo de conductores en circuito.
3.3 Cálculo de los transformadores.
3.4 Cálculo de regulación en baja tensión.
3.5 Cálculo económico de conductor B.T.
3.6 Cálculo de regulación en media tensión.
3.7 Cálculo económico de conductor M.T.
3.8 Análisis de coordinación de aislamiento eléctrico.
3.9 Análisis de nivel de riesgo eléctrico y medidas para mitigarlo.
3.10 Análisis del nivel de riesgo por rayos y medidas de protección contra rayos
3.11 Cálculo mecánico de estructuras.
3.12 Distancias de seguridad.
3.13 Cálculo de canalizaciones (tubo, ductos, canaletas y electroductos) y volumen de encerramientos (cajas, tableros, conduletas, etc.).
3.14 Cálculo de coordinación de protecciones.
3.15 Cálculo del sistema de puesta a tierra.
3.16 Cálculo de campos electromagnéticos.
3.17 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, IEEEE 242, capitulo 9 o equivalente.
3.18 Cálculos de pérdidas de energía, teniendo en cuenta los efectos de armónicos y factor de potencia.
3.19 Clasificación de áreas.
3.20 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.
3.21 Los demás estudios que el tipo de instalación requiera para su correcta y segura operación, tales como condiciones sísmicas, acústicas, mecánicas o térmicas.
3.22 Diagrama Unifilar.

C.R. BOSQUES DE GRANADA II Mz D Cs 16, GRANADA – META
Cel: 3113101505 - 3142192207 Email: anixisw24@hotmail.com

CAPÍTULO IV Sistemas de distribución.
- 4.1 Sistemas de distribución.
- 4.2 Generalidades.
- 4.3 Responsabilidad del constructor.
- 4.4 Especificaciones para la tala de árboles.
- 4.5 Riesgos profesionales.
- 4.6 Orden y limpieza.
- 4.7 Señalización de seguridad.
- 4.8 Prevención y control de incendios.
- 4.9 Primeros auxilios.
- 4.10 Normas específicas de prevención y control de riesgos.
- 4.11 Máquinas, equipos y herramientas.
- 4.12 Equipos varios.
- 4.13 Almacenamiento y manejo de materiales.
- 4.14 Trabajos con corriente eléctrica.

CAPÍTULO V Especificaciones de los equipos.
- 5.1 Sección de baja tensión.
- 5.2 Especificaciones de construcción.
- 5.3 Cables y alambres de baja tensión.
- 5.4 Control del alumbrado
- 5.5 Especificaciones de construcción.

CAPÍTULO VI. Impacto ambiental.

C.R. BOSQUES DE GRANADA II Mz D Cs 16, GRANADA – META
Cel: 3113101505 - 3142192207 Email: anixisw24@hotmail.com

CAPÍTULO I

1. GENERALIDADES Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

Nombre del proyecto	Mejoramiento y optimización del sistema de alumbrado público en el barrio Pedro Daza y sus sectores aledaños, en el Municipio de San Martín de los Llanos - Meta		
Propietario del proyecto	Municipio de San Martín de los Llanos		
Localización	Barrio Pedro Daza del Municipio de San Martín		
Tipo de servicio	Alumbrado Público		
Estrato socioeconómico	N/A		
Número de clientes	N/A		
Capacidad a instalar	N/A		
Cantidad y potencia de los transformadores	**Nº**	**CAPACIDAD KVA**	**CANTIDAD**
	1	N/A	N/A
Longitud de redes en MT	**Nº**	**TIPO**	**LONG (m)**
	1	N/A	N/A
Longitud de redes en BT	**Nº**	**TIPO**	**LONG (m)**
	1	N/A	N/A
Coordenadas	**EST.**	**N**	**W**
	1	N/A	N/A

1.1 OBJETO DEL PROYECTO.

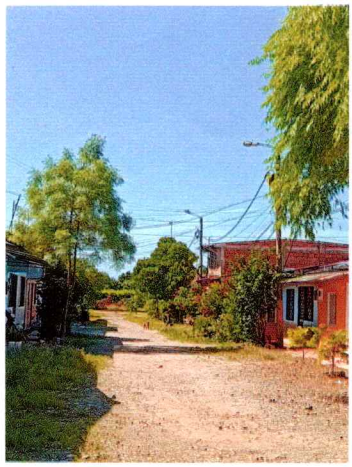
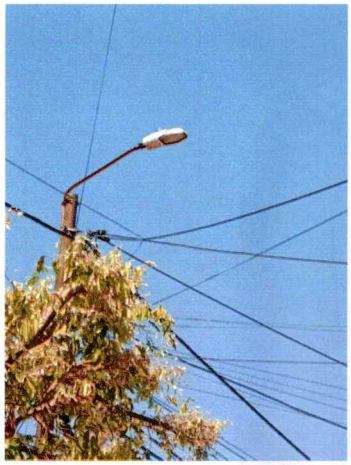
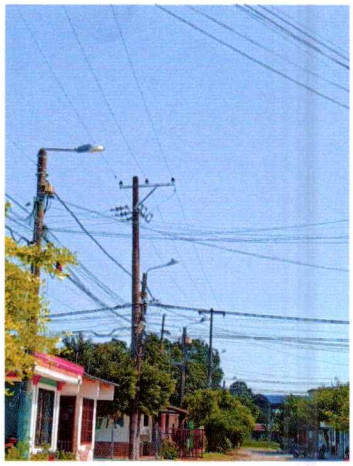
1.1.1 Elaborar el diseño de las instalaciones eléctricas para la modernización del alumbrado público del barrio Pedro Daza del Municipio de San Martín de Los Llanos - Departamento del Meta.

1.1.2 Proveer del servicio de energía eléctrica de una manera segura y confiable mediante la aplicación de las normas técnicas vigentes. (RETIE Y RETILAP).

1.1.3 El proyecto contempla los cálculos para el cambio de luminarias del alumbrado público en el Barrio Pedro Daza del Municipio de San Martín – Meta.

1.2 LOCALIZACIÓN.

El proyecto está localizado en el Barrio Pedro Daza ubicado en la zona urbana del Municipio de San Martín, según imagen de ubicación:

El presente diseño tiene como objeto determinar los parámetros y condiciones luminotécnicas que se han de cumplir para una correcta iluminación artificial de las vías objeto del estudio.

En esencia, el diseño abarcará la determinación del número de puntos de luz, así como su situación, el tipo de fuente luminosa y su potencia unitaria, teniendo en cuenta la actividad a desarrollar en cada momento.

Aunque más adelante se desarrollarán con todo detalle los correspondientes estudios fotométricos basados en el tipo de luminaria escogida, partiremos de unos datos fijos, unos impuestos por la propia configuración geométrica de la vía y otros marcados por los criterios luminotécnicos siguientes:

- Nivel promedio de iluminancia.
- Uniformidad general.
- Uniformidad longitudinal.
- Tipo y potencia de la fuente luminosa.
- Situación y disposición de los puntos de luz.
- Tipo de luminarias.

En general, el proyecto eléctrico comprende las siguientes partes:

1.3.1 Elaboración de los planos eléctricos en los cuales se muestra la localización de los postes y las luminarias, árboles considerables para una buena iluminación, proyección de trayectorias vehiculares, avisos luminosos existentes, redes eléctricas existentes, conductores de alimentación; planos de los cuales se servirá el instalador para la ejecución del montaje.

En los Planos se muestran:

a.- Ubicación de las luminarias del sistema de alumbrado.

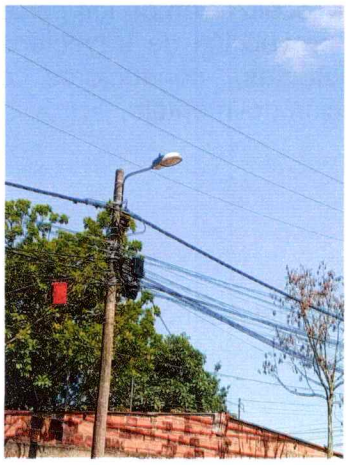
1.3.2 Cálculos de los niveles de iluminación para determinar la eficiencia del diseño.



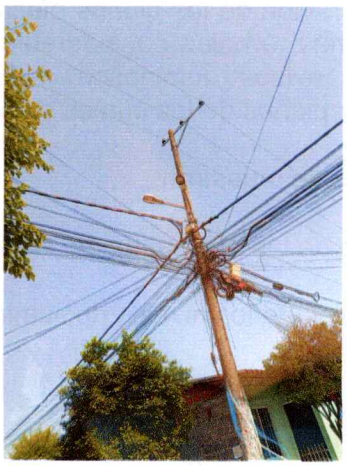
1.3 ALCANCE DEL PROYECTO.

El proyecto contempla la modernización del sistema de alumbrado público cambiando luminarias de sodio por luminarias Led en el Barrio Pedro Daza en el Municipio de San Martin de Los Llanos, Meta.

A continuación, se muestra el registro fotográfico del estado actual del alumbrado público en donde se evidencia las luminarias tipo sodio instaladas.







CAPITULO II.

2 CRITERIOS DE DISEÑO.

Los criterios básicos de diseño que se siguieron para la elaboración del proyecto eléctrico fueron:

2.1. ALUMBRADO.

El alumbrado general se proyectó con base en luminarias tipo Led, se realizó los estudios fotométricos con tres (3) opciones de luminarias por diferente fabricante en el cual se realizó el análisis de evaluación económica y como resultado se eligieron las luminarias fabricadas por **ROY ALPHA S.A.** referencia **RALED I,** las cuales se analizaron los estudios fotométricos verificando el cumplimiento de las normas técnicas

Para el cálculo del nivel de iluminación se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos:

a) Áreas críticas, cruces, curvas, etc.
b) Arborización existente.
c) Color y reflexión de la vía asfaltada.
d) Iluminación existente.
e) Adaptabilidad a la ampliación según Perfil vial proyectado. (Clasificación de la vía)

2.2 CIRCUITOS DE BAJA TENSIÓN

No se va a construir circuitos nuevos de red de baja tensión.

2.3 CAÍDA DE TENSIÓN (REGULACIÓN).

Teniendo en cuenta que solo se va a modernizar el sistema de alumbrado público se va a utilizar las redes existentes, teniendo en cuenta que éstas ya están calculadas para soportar la carga de las luminarias existentes.

2.4 NORMAS.

Las normas aplicadas para el proyecto fueron:

- RETIE.
- Código Eléctrico Nacional (Normas 2050 de ICONTEC).
- Normas IPSE
- El código Eléctrico de los Estados Unidos N.E.C.,
- Normas CODENSA.
- RETILAP
- Circulares EMSA S.A E.S.P.

2.5 CONFIGURACIÓN DE CIRCUITOS.

De acuerdo con las exigencias del operador de red según las Normas Técnicas anteriormente relacionadas, las luminarias se instalar utilizando conectores.

2.6 ANALISIS DE NIVEL DE TENSIÓN.

Para la toma de decisión de los diferentes niveles de tensión que se presentan en este diseño se tuvieron en cuenta los siguientes parámetros:

- Nivel en media tensión de suministro por parte de EMSA de 13,2kV
- Nivel de baja tensión para uso de alumbrado público 240-120V

Carga	Nivel de tensión requerido	Sistema	Consideraciones
Lado de alta del transformador	13,2kV	Trifásico Monofásico	Voltaje de suministro de EMSA
Iluminación	240 - 120V	Bifásico Monofásico	Distribución normal

CAPÍTULO III

3 CÁLCULOS.

3.1 CALCULO DEL NIVEL DE ILUMINACION

3.1.1 CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LA ZONA A ILUMINAR.

En este apartado indicaremos las características geométricas de las zonas más reseñables que son objeto del estudio:

De acuerdo con la tabla 3.3.1.1 a Clasificación de iluminación para vías vehiculares, las vías a iluminar se clasifican así:

Clase de iluminación: M4
Descripción vía: Vías primarias o colectoras
Velocidad de circulación: 30<=V<40 Km/h - Reducida
Tránsito vehicular: 500<T<300 Veh/h - Reducido

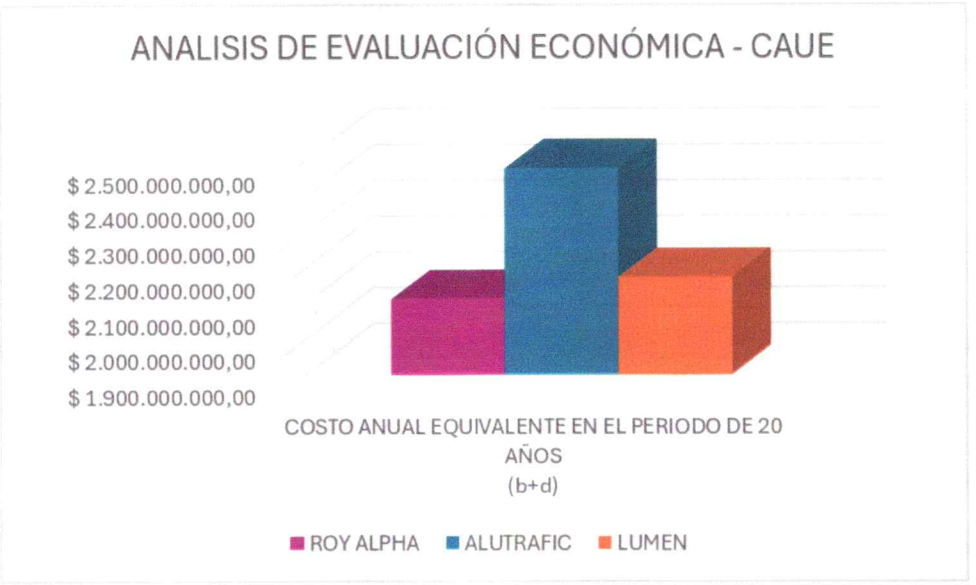
Clase de iluminación: M5
Descripción vía: Vías secundarias en barrios
Velocidad de circulación: 20<=V<30 Km/h – Muy Reducida
Tránsito vehicular: 300<T<150 Veh/h – Muy Reducida

3.1.2 ANALISIS DE EVALUACIÓN ECONÓMICA

Se realizó el estudio con las luminarias con tres (3) marcas diferentes verificando que las luminarias cumplieran con los requisitos establecidos por el Retilap.

- Roy Alpha S.A.
- Alutrafic Led SAS
- Lumen

RESUMEN ANALISIS EVALUACIÓN ECONÓMICA CAUE					
ALTERNATIVAS	COSTOS INICIALES - CI (a)	COSTOS ANUALES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO TOTALES (b)	VPN DE LOS COSTOS ANUALES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO TOTALES (c)	VALOR PRESENTE TOTAL DEL PROYECTO COSTOS INICIALES ANUALIZADOS CORRESPONDE A (d)	COSTO ANUAL EQUIVALENTE EN EL PERIODO DE 20 AÑOS (b+d)
ROY ALPHA	$ 637.776.000,64	$ 1.336.203.778,09	$ 136.312.383,60	$ 774.088.384,24	$ 2.110.292.162,33
ALUTRAFIC	$ 637.776.000,64	$ 1.667.692.322,29	$ 170.129.077,09	$ 807.905.077,73	$ 2.475.597.400,02
LUMEN	$ 637.776.000,64	$ 1.391.451.868,79	$ 141.948.499,19	$ 779.724.499,83	$ 2.171.176.368,61



Tal como se observa, la alternativa más viable económicamente corresponde a ROY ALPHA, por tal motivo se define el diseño fotométrico con las luminarias de ROY ALPHA.

3.1.3 TIPO Y POTENCIA DE LA FUENTE LUMINOSA:

Uno de los aspectos más decisorios, en cuanto al desarrollo de un estudio de iluminación, es el de la determinación de la fuente de luz.

A la hora de determinar el tipo de fuente de luz, se consideraron los siguientes factores:

- Costo de la fuente de luz.
- Eficacia luminosa (Relación entre el flujo luminoso producido y la energía eléctrica consumida).
- Vida útil.
- Costo de mantenimiento.

Analizadas las características anteriores se determinó la utilización de las luminarias a continuación descritas según estudios fotométricos

- Luminaria tipo Led Raled I de 16 Led - 38 W, 4000 K, (fabricadas por Roy Alpha S.A.).

3.1.4 NIVEL PROMEDIO Y UNIFORMIDAD DE ILUMINANCIAS:

De acuerdo con los estudios fotométricos anexos se comparan los valores obtenidos en las fotometrías y los valores mínimos exigidos por RETILAP:

Si cumplimos con los parámetros del estudio, los valores mínimos recomendados por el reglamento, para este tipo de instalaciones, estaremos en la seguridad que los factores son los adecuados.

Ahora, valoramos los resultados de la instalación con relación a los valores recomendados por RETILAP:

Estudio Fotométrico RABG20264518A – Perfil 1					
Luminaria Raled I - 16 LED, 4000 K, 38 W					
Clase de Vía M4 – Tabla 3.3.1.2.a.					
Factor	Valor obtenido en el Estudio Fotométrico			Valor exigido en Retilap	
	Calzada 1	Camino peatonal 1	Camino peatonal 2	Calzada	Peatonal
Iluminancia promedio Lprom (cd/m2)	0.8 cd/m^2			0,75 cd/m^2	N/A
Factor de Uniformidad (Uo ≥%)	0,46			0.4	
Uniformidad longitudinal (U_L ≥)	0.62			0.6	
Incremento de Umbral (Ti ≤%)	13			15	
Relación entorno mínimo EIR	0.46			0.5	
Emed (Luxes ≥)		9.31	6.74		5
Punto min. Emin (lux ≥)		3.92	4.74		1

Estudio Fotométrico RABG20264518A – Perfil 2					
Luminaria Raled I - 16 LED, 4000 K, 38 W					
Clase de Vía M4 – Tabla 3.3.1.2.a.					
Factor	Valor obtenido en el Estudio Fotométrico			Valor exigido en Retilap	
	Calzada 1	Camino peatonal 1	Camino peatonal 2	Calzada	Peatonal
Iluminancia promedio Lprom (cd/m2)	0.75 cd/m^2			0,75 cd/m^2	N/A
Factor de Uniformidad (Uo ≥%)	0,41			0.4	
Uniformidad longitudinal (U_L ≥)	0.62			0.6	
Incremento de Umbral (Ti ≤%)	14			15	
Relación entorno mínimo EIR	0.38			0.5	
Emed (Luxes ≥)		9.31	5.15		5
Punto min. Emin (lux ≥)		3.92	4.12		1

Estudio Fotométrico RABG20264518A – Perfil 3
Luminaria Raled I - 16 LED, 4000 K, 38 W
Clase de Vía M4 – Tabla 3.3.1.2.a.

ANA MARIA GARCÉS GÓMEZ
INGENIERO ELECTRICISTA M.P. RS205-42489
UNIVERSIDAD TECNOLOGIA DE PEREIRA

Factor	Valor obtenido en el Estudio Fotométrico			Valor exigido en Retilap	
	Calzada 1	Camino peatonal 1	Camino peatonal 2	Calzada	Peatonal
Iluminancia promedio Lprom (cd/m2)	0.79 cd/m^2			0,75 cd/m^2	N/A
Factor de Uniformidad (Uo ≥%)	0,50			0.4	
Uniformidad longitudinal (U_L ≥)	0.81			0.6	
Incremento de Umbral (Ti ≤%)	12			15	
Relación entorno mínimo EIR	0.36			0.5	
Emed (Luxes ≥)		7.90	6.81		5
Punto min. Emin (lux ≥)		5.07	5.62		1

Estudio Fotométrico RABG20264518A – Perfil 4					
Luminaria Raled I - 16 LED, 4000 K, 38 W					
Clase de Vía M4 – Tabla 3.3.1.2.a.					
Factor	Valor obtenido en el Estudio Fotométrico			Valor exigido en Retilap	
	Calzada 1	Camino peatonal 1	Camino peatonal 2	Calzada	Peatonal
Iluminancia promedio Lprom (cd/m2)	0.75 cd/m^2			0,75 cd/m^2	N/A
Factor de Uniformidad (Uo ≥%)	0,44			0.4	
Uniformidad longitudinal (U_L ≥)	0.82			0.6	
Incremento de Umbral (Ti ≤%)	13			15	
Relación entorno mínimo EIR	0.34			0.5	
Emed (Luxes ≥)		7.34	5.27		5
Punto min. Emin (lux ≥)		4.54	4.39		1

Estudio Fotométrico RABG20264518A – Perfil 5					
Luminaria Raled I - 16 LED, 4000 K, 38 W					
Clase de Vía M5 – Tabla 3.3.1.2.a.					
Factor	Valor obtenido en el Estudio Fotométrico			Valor exigido en Retilap	
	Calzada 1	Camino peatonal 1	Camino peatonal 2	Calzada	Peatonal
Iluminancia promedio Lprom (cd/m2)	0.75 cd/m^2			0,50 cd/m^2	N/A
Factor de Uniformidad (Uo ≥%)	0,40			0.35	
Uniformidad longitudinal (U_L ≥)	0.41			0.4	
Incremento de Umbral (Ti ≤%)	14			15	
Relación entorno mínimo EIR	0.49			0.5	
Emed (Luxes ≥)		8.86	6.49		3.0
Punto min. Emin (lux ≥)		2.42	2.97		0.6

C.R. BOSQUES DE GRANADA II Mz D Cs 16, GRANADA – META
Cel: 3113101505 - 3142192207 Email: anixisw24@hotmail.com

Estudio Fotométrico RABG20264518A – Perfil 6						
Luminaria Raled I - 16 LED, 4000 K, 38 W						
Clase de Vía M5 – Tabla 3.3.1.2.a.						
Factor	Valor obtenido en el Estudio Fotométrico				Valor exigido en Retilap	
	Calzada 1	Calzada 2	Camino peatonal 1	Camino peatonal 2	Calzada	Peatonal
Iluminancia promedio Lprom (cd/m2)	0.63 cd/m^2	0.64 cd/m^2			0,50 cd/m^2	N/A
Factor de Uniformidad (Uo ≥%)	0,52	0,51			0.35	
Uniformidad longitudinal (U_L ≥)	0.47	0.50			0.4	
Incremento de Umbral (Ti ≤%)	13	15			15	
Relación entorno mínimo EIR	0.39	0.39			0.5	
Emed (Luxes ≥)			5.85	5.85		3.0
Punto min. Emin (lux ≥)			1.76	1.76		0.6

3.2 ANÁLISIS Y CUADROS DE CARGAS INICIALES Y FUTURAS, INCLUYENDO ANÁLISIS DE FACTOR DE POTENCIA Y ARMÓNICOS.

A continuación, se relaciona la carga a instalar en el Barrio Pedro Daza correspondiente al número de luminarias a instalar, teniendo en cuenta que el proyecto busca reemplazar luminarias de sodio por luminarias con tecnología Led.

Cantidad de luminarias	Luminarias existentes Sodio		Luminarias proyectadas Led	
	Potencia luminaria	Carga Instalada	Potencia luminaria	Carga a Instalar
	(w)	(w)	(w)	(w)
314	70	21980	38	11932

De acuerdo con lo anterior la carga a instalar de las luminarias Led es menor a la carga actual de las luminarias de sodio, por lo cual es viable realizar la modernización del alumbrado publico sin necesidad de instalar cable o transformadores adicionales.

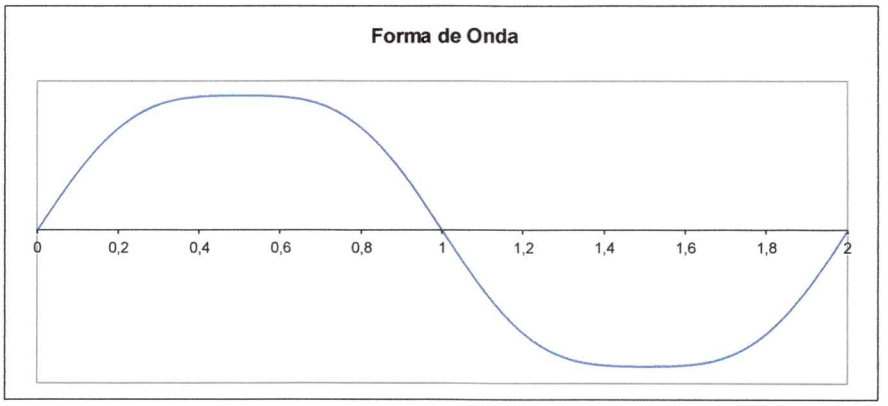
- CÁLCULO DE ARMÓNICOS.

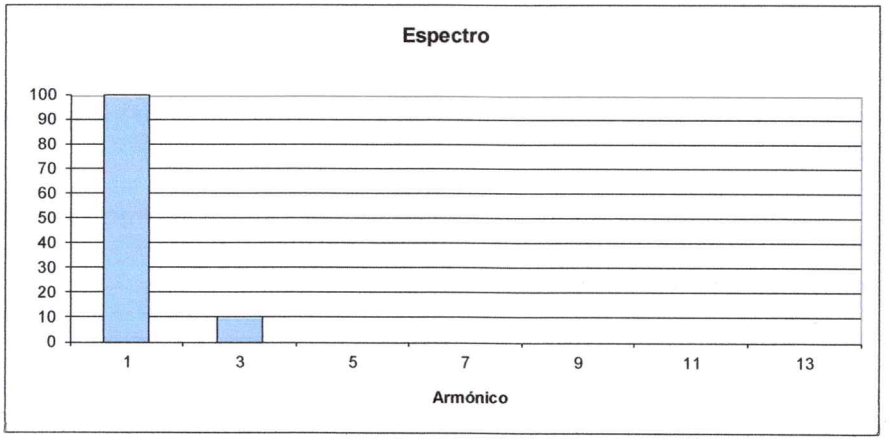
Los armónicos son producidos por cargas no lineales que se definen así, teniendo en cuenta este diseño:

Carga no lineal es la que su comportamiento no depende directamente de la potencia de alimentación; la carga no lineal generalmente está conectada a un proceso de rectificación el cual devuelve a la red armónicos que por su naturaleza causan problemas al sistema eléctrico en general.

ANA MARIA GARCÉS GÓMEZ
INGENIERO ELECTRICISTA M.P. RS205-42489
UNIVERSIDAD TECNOLOGIA DE PEREIRA

Los armónicos de orden 3 que se pueden presentar en un proyecto de redes eléctricas se encuentran localizados en el consumo de alumbrado público; los armónicos viajaran por el neutro del sistema, convirtiéndose en calor en el lado de alta o delta del transformador de alimentación. Los armónicos se presentan durante el trabajo de cargas no lineales en equipos que contengan proceso de rectificación.





Armónico	Corriente RMS In	$\frac{I_n}{I_1}$	$\left(\frac{I_n}{I_1}\right)^2$	$\frac{I_n}{I}$	$\left(\frac{I_n}{I}\right)^2$	$\left(\frac{I_n}{I}\right)^2 \times n^2$
1	1	1	1	1	1	1
3	0,1	0,1	0,01	0,1	0,01	0,09
5	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0

%TDH-F 10,00 **Factor K 1,09**

Al no tener cargas de producción de armónicos importantes, los transformadores requeridos son de tipo K=1.

Por lo tanto, la instalación aportara distorsión armónica al sistema eléctrico, pero por ser tan pequeña respecto a la capacidad del transformador de alimentación, no acarreara problemas a la red ni al transformador.

C.R. BOSQUES DE GRANADA II Mz D Cs 16, GRANADA – META
Cel: 3113101505 - 3142192207 Email: anixisw24@hotmail.com

3.3 CALCULO DEL TRANSFORMADOR

No aplica, teniendo en cuenta que los transformadores son existentes.

3.4 CALCULO DE REGULACIÓN EN BAJA TENSIÓN.

No aplica, teniendo en cuenta que el proyecto no contempla construcción de red en baja tensión.

3.5 CALCULO ECONOMICO DE CONDUCTOR DE RED B.T.

No aplica.

3.6 CALCULO DE REGULACION EN MEDIA TENSION.

No aplica, teniendo en cuenta que el proyecto no contempla construcción de red en media tensión.

3.7 CÁLCULO ECONÓMICO DE RED MEDIA TENSIÓN.

No aplica.

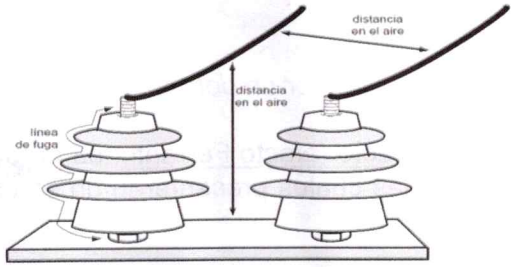
3.8 ANÁLISIS DE COORDINACIÓN DE AISLAMIENTO ELÉCTRICO.

La coordinación de aislamiento tiene por objeto determinar las características de aislamiento necesarias y suficientes de los componentes de las redes con vista a obtener rigidez dieléctrica homogénea a las tensiones nominales como a las sobretensiones de diferentes orígenes. La distribución eléctrica debe ser segura y óptima teniendo en cuenta los materiales y los costos de los aislamientos, costo de las protecciones, costo de los daños (perdidas por tiempo muerto y reparaciones).

Para solucionar estos problemas es necesario atacar los fenómenos que generan las sobretensiones dotando la instalación de equipos de protección y materiales que técnicamente estén fabricados para soportarlas y aplicar una norma técnica que lo avale, en este caso la CEI71.

Para entender el método propuesto en este diseño se presentan definiciones de los parámetros más importantes tratados en este estudio:

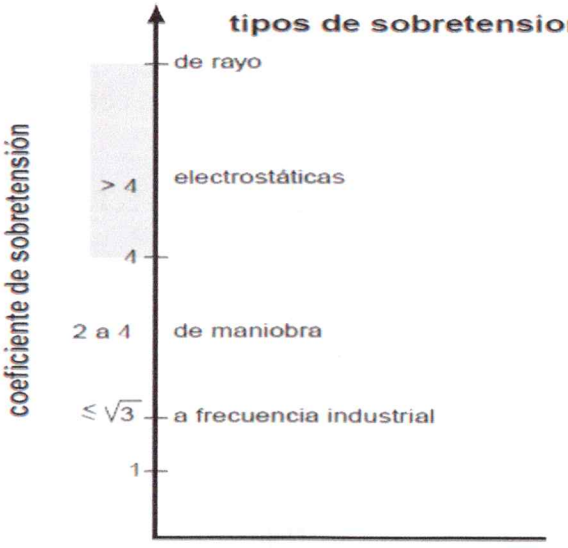
Distancia de aislamiento o distancia de fuga: Es el camino más corto entre 2 puntos energizados.



ANA MARIA GARCÉS GÓMEZ
INGENIERO ELECTRICISTA M.P. RS205-42489
UNIVERSIDAD TECNOLOGIA DE PEREIRA

Distancia de fuga

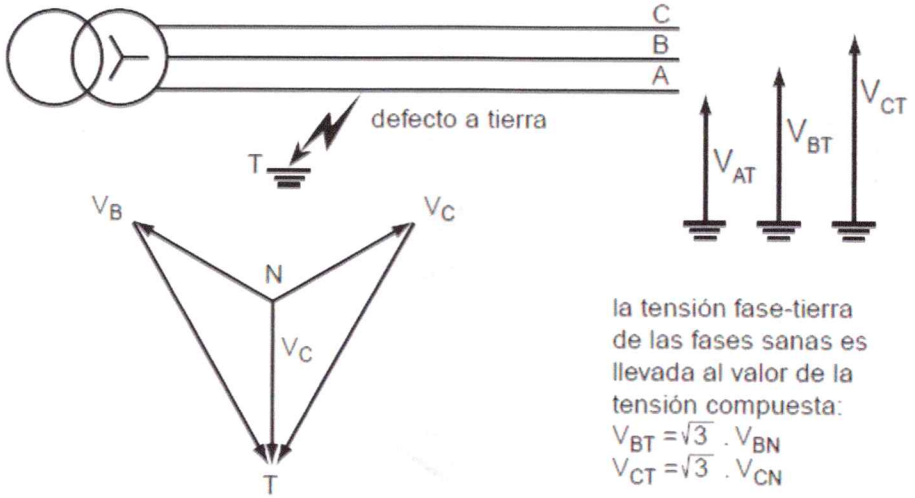
Tipos de sobretensiones: Son tensiones más altas que la de valor nominal, producidas por efectos ajenos a su trabajo normal



Tipos de sobretensiones

Sobretensiones a frecuencia industrial: Están definidas para frecuencias entre 60HZ y 400HZ y se pueden presentar en los siguientes casos:

Sobretensión por un defecto del aislamiento; cuando el aislamiento se dañe y se aterrice o se una con el neutro (en conexiones estrella), las tensiones de las fases no afectadas se elevarán V3XVn, lo cual afectará los equipos que estén alimentados por estas fases.

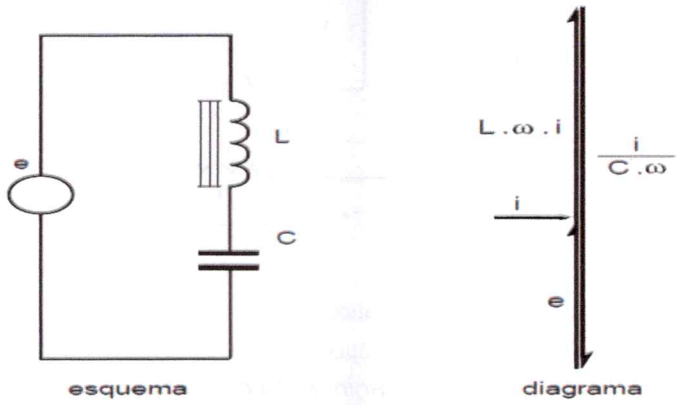


Sobretensiones por un defecto del aislamiento.

Sobretensión en una línea larga en vacío (efecto Ferranti); se produce en líneas largas mayores a 300km que se energicen en vacío, las cuales presentarán un efecto de resonancia de voltaje por sus componentes inductivos y capacitivos.

C.R. BOSQUES DE GRANADA II Mz D Cs 16, GRANADA – META
Cel: 3113101505 - 3142192207 Email: anixisw24@hotmail.com

Sobretensión por ferroresonancia: Se presenta cuando en un circuito está presente un transformador (una inductancia) y un condensador (físico o generado por el conductor). Se presenta la resonancia cuando se realiza una maniobra (apertura o cierre del circuito) por medio de un interruptor o seccionador a frecuencia de resonancia, elevando el voltaje del circuito poniendo en riesgo el aislamiento de las bobinas del transformador o aislamientos débiles

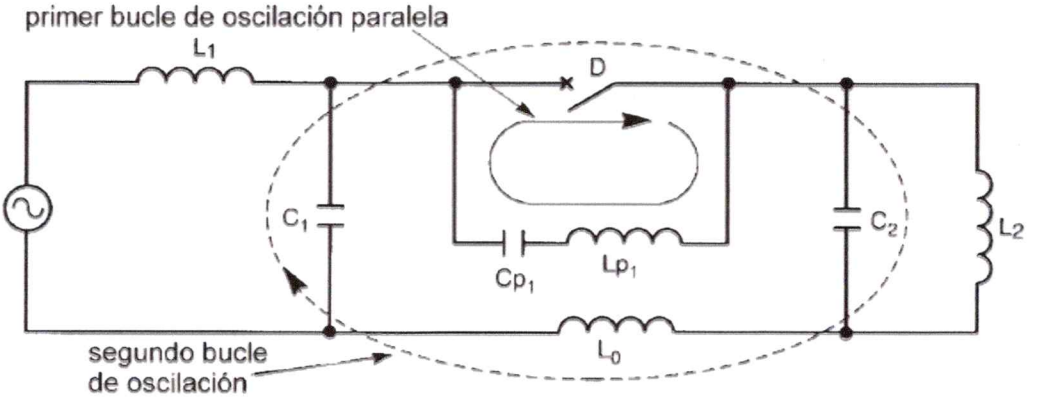


Sobretensiones por ferroresonancia

Sobretensiones de maniobra: La modificación brusca en una instalación eléctrica provocada por un corto circuito o cierre del interruptor produce la manifestación de fenómenos transitorios. Estos se manifiestan como una onda de sobretensión o varias ondas de alta frecuencia de tipo oscilatorio de amortiguamiento rápido que viaja a través de los conductores poniendo en riesgo su aislamiento.

Sobretensiones de conmutación en carga normal: Se producen en instalaciones de cargas inductivas FP superior a 0.7. En este caso el corte o restablecimiento del interruptor generara sobretensiones con coeficiente entre 1.2 y 1.5 (relación de las amplitudes de la tensión transitoria y de la tensión de servicio), las cuales no presentan mayor riesgo

Sobretensiones provocadas por el establecimiento o la interrupción de pequeñas corrientes inductivas: Generadas por el proceso de interrupción brusca de corriente, el recebado y precebado (fenómeno generado luego de la ruptura del arco en la cámara de corte de un interruptor de vacío o de SF6). El interruptor con sus componentes propios Lp1 y Cp1, la fuente de generación con sus componentes asociados L1 y C1 y la carga también con L2 y C2 presentarán 2 bucles de sobretensiones que sobrepuestas representan riesgos a los aislamientos del sistema inductivo.

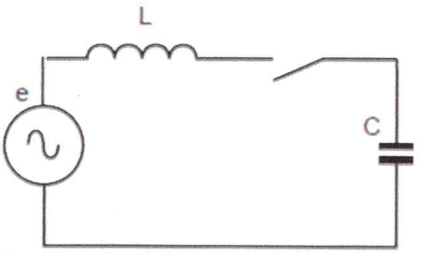


Cp_1: Capacidad del interruptor automático

Lp_1: Inductancia del interruptor automático

Sobretensiones provocadas por el establecimiento o la interrupción de pequeñas corrientes inductivas

Sobretensiones en circuitos capacitivos: generadas en instalaciones que posean condensadores o para líneas en vacio, cuando se realice una maniobra en el interruptor el cual produce una oscilación amortiguada en el circuito LC con un valor de frecuencia cercano a 60Hz y una tensión máxima de cresta de 3 veces el valor de la tensión nominal.



Sobretensiones en circuitos capacitivos

Descargas atmosféricas: Colombia es uno de los países en el mundo que más tiene presencia de este fenómeno electromagnético; para lo que tiene que ver con nuestro tema podemos evaluarlo teniendo en cuenta:

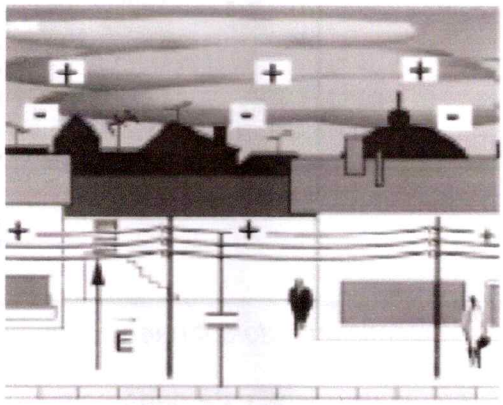
El rayo directo: se caracteriza por la inyección de corriente de altas magnitudes en A produciendo aumento en tensiones que pueden ser de miles de voltios los cuales en una instalación eléctrica podría hasta fundir los conductores o causar daños irreparables a los aislamientos.

El rayo indirecto: Se presenta como la inducción generada al caer un rayo, la cual puede ser peligrosa para los diferentes aislamientos de la red

Sobretensiones electrostáticas: Son descargas eléctricas de origen electrostático que preceden a un rayo y se presentan entre líneas de conducción y el suelo generando un campo eléctrico E que puede alcanzar 30 kV/m, bajo cuyo efecto se carga el condensador línea/tierra a un potencial del orden de 150 a 500 kV, según la altura de la línea con relación al suelo.

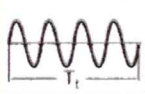
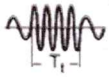
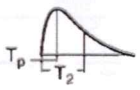
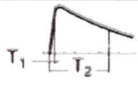
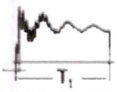
Existen riesgos de chispas con poca energía a nivel de los componentes menos aislados de la red.

Después de la caída del rayo entre la nube y la tierra, al desaparecer el campo eléctrico, las capacidades se descargan.



Sobretensiones electrostáticas

Formas de onda de sobretensiones

clase de sobretensión	baja frecuencia		transitoria		
	permanente	temporal	de frente lento	de frente rápido	de frente muy rápido
forma					
gama de formas (frecuencia, frente de subida, duración)	f = 50 ó 60 Hz $T_t \geq 3\,600$ s	10 < f < 500 Hz $3\,600 \geq T_t \geq 0{,}03$ s	$5\,000 > T_p > 20$ µs 20 ms ≥ T_2	$20 > T_1 > 0{,}1$ µs 300 µs ≥ T_2	$100 > T_f > 3$ ns $0{,}3 > f_1 > 100$ MHz $30 > f_2 > 300$ kHz 3 ms ≥ T_t
forma normalizada	f = 50 ó 60 Hz T_t (*)	$48 \leq f \leq 62$ Hz T_t = 60 s	T_p = 250 µs T_2 = 2 500 µs	T_1 = 1,2 µs T_2 = 50 µs	(*)
ensayo de tensión soportada normalizada	(*)	Ensayo a frecuencia industrial de corta duración	Ensayo de choque de maniobra	Ensayo de choque de rayo	(*)

(*) a especificar por el Comité del producto considerado

Fig. 26: Forma de sobretensiones representativas y ensayos considerados por el proyecto de la norma CEI 71.

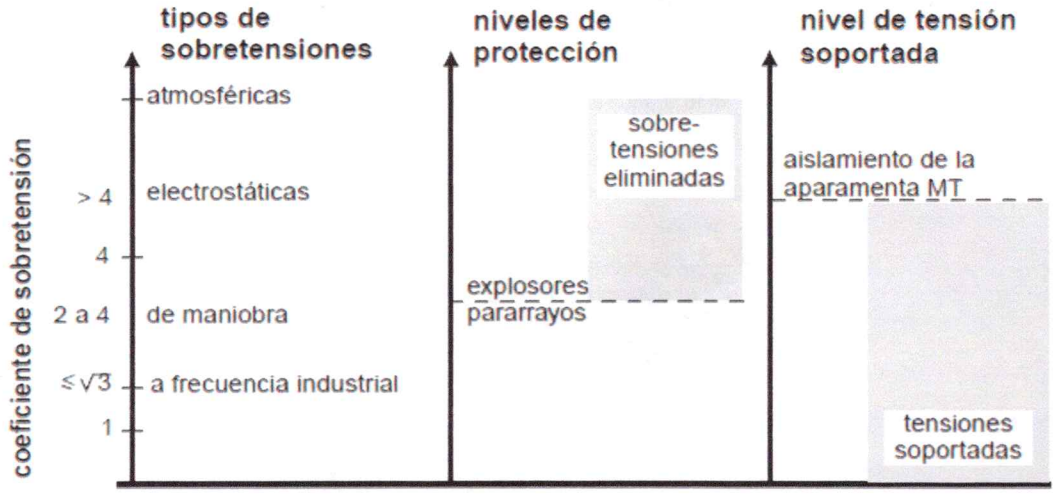
Forma de sobretensiones representativas y ensayos considerados por el proyecto de la norma CEI 71

Coordinación de aislamiento

Teniendo en cuenta los diferentes tipos de sobretensiones, definimos 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.

Tensión soportada es el nivel de tensión máxima de un material aislante que debe resistir en presencia de una sobretensión sin deterioro.



Coeficiente de sobretensiones.

La tensión soportada para sistemas eléctricos está dada bajo la norma CEI 71 como sigue en la tabla:

tensión más elevada para el material Um kV eficaz	tensión soportada normalizada de corta duración a frecuencia industrial kV eficaz	tensiones soportadas normalizadas al choque del rayo kV eficaz
3,6	10	20/40
7,2	20	40/60
12	28	60/75/95
17,5	38	75/95
24	50	95/125/145
36	70	145/170
52	95	250
72,5	140	325
123	(185)/230	450/550
145	(185)/230/275	(450)/550/650
170	(230)/275/325	(550)/650/750
245	(275)/(325)/360/395/460	(650)/(750)/850/950/1050

Nivel de aislamiento normalizado para las redes de tensión eficaz comprendida entre 1 y 245 kV.

Teniendo en cuenta el presente diseño contempla construcción de redes de baja tensión, el cual se alimentará de una red existente en media tensión y trabajando a un nivel de tensión de 13.2 KV se debe cumplir con las siguientes condiciones:

Condiciones de utilización

Tensión Nominal	13,2KV
Tensión máxima de servicio	15KV

Para protección en 13.2KV se deben instalar pararrayos o descargadores de sobretensión según IEC 60099-4 ó ANSI/IEEE C62.11 y NTC 4389 con las siguientes características las cuales cumplen el nivel de tensión requerido por CEI 71:

Tensión nominal (kV)	12
Frecuencia nominal (Hz)	60
Tensión nominal y máxima tensión de operación continua MCOV	10.2
Corriente nominal de descarga (kA)	10

Para aislamiento: Los aisladores utilizados, deben poseer certificado de conformidad expedido por un ente acreditado por la SIC, como lo establece el RETIE en el Art. 20.1.

Las cualidades específicas de que deben cumplir los aisladores son: rigidez dieléctrica, resistencia mecánica, resistencia a las variaciones de temperatura y ausencia de envejecimiento.

Para rede de baja tensión: Trabajando a un nivel de tensión de 0,240 KV y con el fin de coordinar aislamiento en baja tensión tenemos:

Condiciones de utilización

Tensión nominal	0,240KV
Tensión máxima de servicio	0,600KV
Tipo de aislamiento	THWN
Temperatura de diseño	75ºC

Para protección en 0,240V se deben instalar DPS descargadores de sobretensión según NTC 4552.

Para aislamiento: Para la red aérea de baja tensión existe aisladores de porcelana tipo carrete ANSI 53-2.

3.9 ANALISIS DE NIVEL DE RIESGO ELÉCTRICO Y MEDIDAS PARA MITIGARLO.

De acuerdo con el tipo de riesgo eléctrico se puede utilizar la siguiente matriz tomada de la tabla 1.5.1.4.1.a del RETIE 2026.

Definimos entonces los tipos de riesgos que se asocian a este proyecto así:

1- Caída de un operario subido en un poste.

2- Electrocución por contacto directo a una red energizada.

3- Otros no menos importantes no analizados pero tenidos en cuenta en las acciones para controlar esos riesgos

En las tablas 1 y 2 se analizan estos tipos de riesgo y en la tabla 3 se plasma todas las acciones a seguir para controlar este riesgo

ANA MARIA GARCÉS GÓMEZ
INGENIERO ELECTRICISTA M.P. RS205-42489
UNIVERSIDAD TECNOLOGIA DE PEREIRA

TABLA 1

RIESGO A EVALUAR:	Quemaduras (EVENTO EFECTO.)	por	Arco eléctrico (FACTOR DE RIESGO (CAUSA))	(al) o (en)	Red de alimentación 13.2 kv (FUENTE)

POTENCIAL	[X]	REAL	[ ]		FRECUENCIA				
CONSECUENCIAS	En personal	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		E	D	C	B	A
						No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la empresa	Sucede varias veces al año en la empresa	Sucede varias veces al mes en la empresa
	Una o más muertes	Daño grave en infraestructura. Interrupción regional	Contaminación irreparable	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	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:	ANA MARÍA GARCÉS GOMEZ	M.P:	RS205-42489	FECHA:	SEPTIEMBRE 2026

TABLA 2

RIESGO A EVALUAR:	FRACTURAS (EVENTO EFECTO.)	por	CAÍDA DE POSTE (FACTOR DE RIESGO (CAUSA))	(al) o (en)	Red de alimentación 13.2 Kv (FUENTE)

POTENCIAL	[X]	REAL	[ ]		FRECUENCIA				
CONSECUENCIAS	En personal	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		E	D	C	B	A
						No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la empresa	Sucede varias veces al año en la empresa	Sucede varias veces al mes en la empresa
	Una o más muertes	Daño grave en infraestructura. Interrupción regional	Contaminación irreparable	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO

C.R. BOSQUES DE GRANADA II Mz D Cs 16, GRANADA – META
Cel: 3113101505 - 3142192207 Email: anixisw24@hotmail.com

	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:		ANA MARÍA GARCÉS GOMEZ			M.P:	RS205-42489		FECHA:	SEPTIEMBRE 2026	

En consecuencia, las acciones y decisiones que se deben seguir para controlar el riesgo se tabulan a continuación, en concordancia con lo expuesto en la tabla 1.5.1.4.1.b del RETIE 2026.

Color	Nivel de riesgo	Decisiones a tomar y control	Para ejecutar los trabajos
	MUY ALTO	Inadmisible para trabajar. Hay que eliminar fuentes potenciales, hacer reingeniería o minimizarlo y 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

Las decisiones y acciones para controlar los riesgos se resumen en la siguiente tabla No. 3:

ANA MARIA GARCÉS GÓMEZ
INGENIERO ELECTRICISTA M.P. RS205-42489
UNIVERSIDAD TECNOLOGIA DE PEREIRA

MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN, EVALUACIÓN Y DETERMINACIÓN DE MEDIDAS DE CONTROL PARA LOS RIESGOS Y PELIGROS

PROYECTO:	MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO DEL BARRIO PEDRO DAZA EN EL MUNICIPIO DE SAN MARTÍN DE LOS LLANOS, META.	FECHA DE ELABORACION:	SEPTIEMBRE DE 2026	RESPONSABLE:	ANA MARÍA GARCÉS GOMEZ

GENERALES				IDENTIFICACION DE PELIGRO			CARACTERIZACIÓN DEL RIESGO									EVALUACION DEL RIESGO										VALORACIÓN DEL RIESGO	MEDIDAS DE INTERVENCIÓN CONTROLES PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO (NTC OHSAS 18001)				
				PELIGRO (Descripción y clasificación)									MEDIDAS DE CONTROL EXISTENTES				NIVEL DE DEFICIENCIA			PROBABILIDAD		NIVEL DE CONSECUENCIA									
ITEM	PROCESO	ZONA O LUGAR	ACTIVIDAD O TAREA	TIPO DE ACTIVIDAD (R =RUTINARIA NR = NO RUTINARIA)	DESCRIPCIÓN	CLASE	POSIBLES EFECTOS O CONSECUENCIAS	TIEMPO DE EXPOSICION DIARIO	TIEMPO DE EXPOSICION REAL	NUMERO DE EXPUESTOS DIRECTOS	NUMERO DE EXPUESTOS CONTRATISTAS	NUMERO DE EXPUESTOS VISITANTES	NUMERO DE EXPUESTOS TOTAL	FUENTE	MEDIO	TRABAJADOR		CAUALITATIVO	CUANTITATIVO	NIVEL DE EXPOSICIÓN	NIVEL DE PROBABILIDAD (ND*NE)	INTERPRETACION DEL NIVEL DE PROBABILIDAD	CAUALITATIVO	CUANTITATIVO	NIVEL DE RIESGO (P*C)	INTERPRETACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO	CUMPLIMIENTO LEGAL	ACEPTABILIDAD DEL RIESGO	1. ELIMINACIÓN	2. SUSTITUCIÓN	3. CONTROLES DE INGENIERIA	4. SEÑALIZACIÓN / ADVERTENCIAS O CONTROLES ADMINISTRATIVOS O AMBOS	5. EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL
															METODO (Capacitacion, Procedimiento)	EPP											GRADO							
1	REDES ELECTRICAS	MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO DEL BARRIO PEDRO DAZA EN EL MUNICIPIO DE SAN MARTÍN DE LOS LLANOS, META	SUMINISTRO, INSTALACION, MONTAJE Y PUESTA A PRUEBA DE ELEMENTOS ELECTRICOS	R	Presencia de personas ajenas a la obra en condiciones sospechosas con intencion de generar daño a la misma y al personal residente.	SOCIAL O PUBLICO	Presencia de conductas violentas, posibles atracos, atentados, secuestros, asaltos y/o acciones terroristas, acoso laboral, violencia en el puesto de trabajo.	8	8	10	5	0	15	NA	Delimitacion del frente de trabajo.	Charla sobre riesgo social o público.	N/A	MEDIO	2	2	4	BAJO (Entre 4 y 2)	LEVE	10	40	III	SI	ACEPTABLE	....	.....	...	1. Capacitación en riesgo social o público. 2. Señalizar el area de trabajo adecuadamente.	N/A
2				R	Caida de alturas por trabajos en diferente nivel.	DE SEGURIDAD	Trabajos a diferente nivel: fracturas, politraumatismos, muerte.	8	8	10	5	0	15	---	Uso de arnés, pretal, cinturon de seguridad, casco	Curso certificado de Trabajo Seguro en Alturas	Uso adecuado de los Elementos y equipos de protección y seguridad. (casco dielectrico con barbuquejo, gafas,guantes, botas dielectricas)	ALTO	6	4	24	MUY ALTO (ENTRE 40 Y 24)	MUY GRAVE	60	1440	I	SI	ACEPTABLE CON CONTROL ESPECIFICO	----	----	1. Mantener controles existentes (Elemento y equipos de seguridad para trabajo seguro en alturas) 2. Inspecciones de máquinas, equipos y elementos de seguridad empleados en la tarea.	1. Capacitacion en procedimientos y normas para trabajo seguro en altura 2. Trabajadores certificados para trabajo seguro en alturas en nivel avanzado	6.Suministro de elementos y equipos de seguridad ames, eslinga, casco dielectrico con barbuquejo, botas dielectricas, guantes.
3				R	Eléctrico - Contacto directo e indirecto con equipos energizados.	ELECTRICO	Muerte, Electrocución, quemaduras, contracciones musculares, cortos circuitos, pérdidas materiales, se pueden presentar incendios	8	8	10	5	0	15	Trabajar con circuitos desenergizados	Señalizacion de los circuitos eléctricos.	Personal capacitado.	Casco, guantes,gafas, botas dielectricas	ALTO	6	4	24	MUY ALTO (ENTRE 40 Y 24)	MUY GRAVE	60	1440	I	SI	ACEPTABLE CON CONTROL ESPECIFICO	---	-----	1. Asegurar la desenergizacion de los equipos.	3. Capacitacion al personal sobre riesgo eléctrico 4. Capacitacion al personal sobre plan de emergencias 5.Realizar inspecciones de herramienta menor y EPP	6. Suministro de elementos de protección personal casco dielectrico con barbuquejo, guantes, botas dieléctricas
4				R	Ruido,temperaturas extremas, radiacion solar.	FISICO	Cefalea, insomnio, hipoacusia neurosensorial, irritabilidad, tensión emocional, disminucion progresiva de la audicion (unilateral o bilateral).	8	8	10	5	0	15	Realizar mantenimiento preventivo a maquinas y equipos	----	Capacitacion sobre uso adecuado de EPP (Protectores auditivos). Inspección a estos elementos.	Suministro de epp (protector auditivo,	MEDIO	2	3	6	MEDIO Entre (8-6)	LEVE	10	60	III	SI	ACEPTABLE	.....	.....	1.Diariamente realizar la inspeccion preoperacional de la máquina. 2. Notificar cualquier anomalia de la maquina.	3. Capacitación sobre el uso adecuado de los elementos de protección personal .	4. Mantener EPP existentes e inspeccionar periodicamente.
5				R	Carga estática: adopción de posturas inadecuades y movimientos repetitivos.	ERGONOMICO	Tensión, espasmos, problemas circulatorios, enfermedades por trauma acumulativo, dolor en cuello hombros, lumbar y cervical.	8	6	10	5	0	15	NA	NA	Se implementó programa de pausas activas, con ejercicios de acondicionamiento físico y capacitación sobre posturas adecuadas en el desarrollo de actividades.	NA	MEDIO	2	4	8	MEDIO Entre (8-6)	LEVE	10	80	III	SI	ACEPTABLE	.....	.....	.....	1. Capacitación sobre higiene postural en nuestro puesto de trabajo. 2. realizar pausas activas	4. Mantener EPP existentes e inspeccionar periodicamente.
6				R	Condiciones de la tarea: Atención, concentración, alta responsabilidad, apremio de tiempo, trabajos repetitivos en cadena , monotonia, jornadas extensas, sobrecarga de trabajo	PSICOSOCIALES	Ansiedad, depresión, enfermedad cardiovascular etc., Ausentismo laboral	8	6	10	5	0	15	NA	NA	Capacitación sobre manejo de estrés y realizar pausas activas.	casco, botas de seguridad, guantes	MEDIO	2	3	6	MEDIO Entre (8-6)	LEVE	10	60	III	SI	ACEPTABLE	.....	.....	.....	1. Capacitación sobre manejo de estrés por monotonia de trabajo. 2. Pausas activas	3. Suministro de elementos de protección personal adecuados para cada actividad
7				R	Generados por maquinaria y equipos pesados en movimiento, como la grua, movimiento de la maquina, poleas, Levantamiento de material izaje de carga	MECANICO	Golpes, contusiones, heridas en tejidos blandos, amputaciones, machucones, atrapamientos, fracturas, aplastamiento y/o vaciamiento por maquinaria en movimiento, muerte	8	4	10	5	0	15	Realizar mantenimiento preventivo a toda la maquinaria con el fin de mitigar la ocurrencia de una falla mecánica.	Señalización adecuada en el frente de trabajo con demarcacion en zonas laborales.	Personal capacitado,	Uso adecuado de los elementos de proteccion personal.(casco, guantes, botas de seguridad)	ALTO	6	3	18	ALTO Entre (20-10)	GRAVE	25	450	II	SI	ACEPTABLE CON CONTROL ESPECIFICO	.....	.....	1. Que toda la máquinaria este en optimas condiciones. 2. Diariamente realizar la inspección preoperacional de la máquina. 3. Notificar cualquier anomalia de la maquina.	1. Capacitacion en riesgo mecánico.	4. Suministro de elementos de protección personal adecuados para cada actividad
8				R	De seguridad: Tránsito vehicular. Atropellamientos, por maquinaria pesada y vehiculos de la via,choques	DE SEGURIDAD (TRANSITO)	Traumas por golpe, contusiones, fracturas, politraumatismos, aplastamientos, atropellamiento, muertes.	8	8	10	5	0	15	Utilizar elementos de señalizacion de seguridad en vias	Señalizar muy bien el área donde va a trabajar el personal.	Capacitar a todo el personal sobre los cuidados que se deben de tener en cuenta en la via con respecto al flujo vehicular;	Uso adecuado de los elementos de proteccion personal.(casco, guantes, botas de seguridad)	MEDIO	2	3	6	MEDIO Entre (8-6)	GRAVE	25	150	II	SI	ACEPTABLE CON CONTROL ESPECIFICO	.....	.....	.....	1. Cumplir con plan de manejo de trafico. 2. Señalizar adecuadamente el area de trabajo 3. Realizar los cierres de via descuerdo a lo establecido en el plan de manejo de trafico.	4. Suministrar y mantener en buen estado los elemento de protección personal adecuados para cada actividad
9				R	Picaduras,mordidas, bacterias,hongos y virus	BIOLOGICO	Picaduras de insectos, serpientes y avispas.	8	8	10	5	0	15	Disponer de equipos de primeros auxilios	Orden y Limpieza del área Fumigar el area de trabajo	Capacitación sobre riesgo biologico y primeros auxilios.	Uso adecuado de los elementos de proteccion personal (guantes, botas dielectricas, casco)	MEDIO	2	3	6	MEDIO Entre (8-6)	GRAVE	25	150	II	SI	ACEPTABLE CON CONTROL ESPECIFICO	.....	.....	.....	1. Capacitar al personal adecuadamente sobre lo significativo del riesgo biológico.	2. Suministro de elementos de protección personal (Casco, guantes, botas dielectricas, gafas.)
10				R	Areas de trabajo irregulares, ausencia de orden y aseo por material empleado, obstruccion en el area directa del trabajo como material particulado, trabajo en alturas.	LOCATIVO	Caidas a diferente y mismo nivel, golpes, trapezones, choques,	8	6	10	5	0	15	Utilizar elementos de proteccion personal	Retiro de obstaculos existentes en la zona a laborar.	Implementar campañas de aseo en todas las areas de trabajo antes, durante y despues.	Uso adecuado de los elementos de proteccion personal (guantes, botas dieléctricas, casco)	MEDIO	2	2	4	BAJO Entre (4-2)	LEVE	10	40	III	SI	ACEPTABLE	...	...	1. Diariamente realizar la inspeccion del area de trabajo	1. Capacitación a cerca de orden y limpieza	4.. Suministro de elementos de protección personal (Casco, guantes, botas dieléctricas, gafas.)
11				R	Material particulado.	QUIMICO	Irritacion visual.	8	8	10	5	0	15	NA	NA	NA	Uso adecuado de los elementos de proteccion personal.(casco, guantes, botas de seguridad, gafas)	MEDIO	2	2	4	BAJO Entre (4-2)	LEVE	10	40	III	SI	ACEPTABLE	...	...	.....	Capacitacion sobre el riesgo químico,	4.. Suministro de elementos de protección personal (Casco, guantes, botas dieléctricas, gafas.)

- GESTIÓN DE RIESGOS PARA ALUMBRADO PÚBLICO
    - Identificación de los Riesgos

En este proceso se realiza una identificación y clasificación de riesgos, dependiendo de su tipo; para el caso se utiliza la que se muestra en la Figura 1. Que abarca los riesgos identificados:

El Conpes 3714 realizado en el año 2011, fue utilizado como guía para realizar una clasificación de riesgos, de acuerdo a esta, se realizó una adaptación para este caso, cada riesgo está identificado por un código asignado para mayor facilidad en la realización de los procesos de acuerdo a su clasificación de acuerdo a como se muestra en la siguiente Tabla

RIESGOS	Sigla
Riesgos Sociales o Políticos	SP
Riesgos Operacionales o Técnicos	OT
Riesgos Regulatorios	REG
Riesgos Tecnológicos	TEC

Análisis Cualitativo de los Riesgos

Para el análisis cualitativo de los Riesgos se utiliza una Matriz de Probabilidad sugerida en la Guía PMBOK, en la cual es necesario realizar una estimación de la probabilidad del riesgo valorados en un rango de 0 a 1 y el impacto estimado por valores de 4, 8, 12, 16 y 20 donde 4 es el menor impacto que puede tener.

Los resultados de la Probabilidad por el Impacto se ubican en la Matriz de Evaluación de Riesgos.

IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE RIESGOS		MATRIZ PROBABILIDAD IMPACTO		
CODIFICACIÓN	RIESGO	PROBABILIDAD (0 - 1)	IMPACTO (4, 8, 12, 16, 20)	P x I
SP1	Modificaciones inesperadas en el diseño del sistema de iluminación por factores externos	0.4	16	6.4
SP2	Modificaciones en el diseño por requerimientos adicionales y/o especiales del cliente	0.2	16	3.2
SP3	Cambios o rotación de personal encargados de la coordinación, organización y dirección del proyecto	0.4	12	4.8

SP4	Falta de planeación en los procesos	0.6	12	7.2
SP5	Falta de claridad en la comunicación entre los participantes	0.6	12	7.2
SP6	Problemas de comunicación entre los diferentes interesados del proyecto	0.6	16	9.6
OT1	Inconsistencias en el diseño de iluminación dado el no cumplimiento de la uniformidad de la zona	0.8	16	12.8
OT2	Modificaciones en el diseño debido a reconfiguraciones de los trazados de tubería	0.8	16	12.8
OT3	Reprocesos en el diseño de la planimetría de iluminación por movimiento y reubicación de postes	0.8	16	12.8
OT4	Reprocesos por modificaciones y/o correcciones del diseño inicialmente desarrollado	0.8	4	3.2
OT5	Modificación o pérdida de archivos por parte del grupo de trabajo	0.4	8	3.2
OT6	Reprocesos debido al desconocimiento de las condiciones propias del lugar del proyecto.	0.4	8	3.2
OT7	Errores técnicos en el proceso de dibujo de planos	0.6	8	4.8
OT8	Errores presentados en el diseño por la omisión de las normas	0.4	12	4.8
OT9	Errores presentados en el diseño por la omisión de las especificaciones técnicas del proyecto	0.4	12	4.8
OT10	Errores en el diseño y reprocesos por ambigüedad en la información suministrada en las especificaciones de diseño	0.4	12	4.8
OT11	Modificaciones en los planos y/o procesos de análisis y simulación realizados incorrectamente	0.6	8	4.8
OT12	Uso de información que no coincide con el objetivo del proyecto	0.4	8	3.2
OT13	Errores humanos: falta de conocimiento técnico	0.6	8	4.8

OT14	Diseños deficientes y/o incompletos	0.4	8	3.2
OT15	Demoras en la modificación y/o reajustes a los diseños	0.4	8	3.2
OT16	Baja calidad en los planos entregados	0.4	8	3.2
OT17	Luminarias con poca iluminación uniforme sobre la zona a iluminar	0.4	12	4.8
OT18	Luminarias con la distancia inadecuada sobre los equipos eléctricos	0.4	12	4.8
REG1	Reprocesos en el diseño de la planimetría de iluminación por requerimientos de normatividad	0.4	8	3.2
REG2	Reprocesos en el proceso de análisis de simulación por requerimientos de normatividad	0.4	8	3.2
REG3	Modificaciones y/o cambios en la normativa vigente	0.4	12	4.8
REG4	Problemas en el manejo del software de simulación para la realización de diseños y planos	0.2	8	1.6
TEC1	Perdida de archivos por daños eléctricos, base de datos y/o informáticos.	0.4	8	3.2
TEC2	Uso de tecnología obsoleta y/o desactualizada	0.2	12	2.4
TEC3	Manejo inadecuado de la tecnología disponible	0.2	8	1.6
TEC4	Incompatibilidad de la tecnología utilizada	0.2	12	2.4

Identificación y Clasificación de Riesgos – Valoración de Probabilidad e Impacto de Riesgos

De acuerdo con lo anterior, es evidente que a los riesgos clasificados como Operacional o Técnico se les debe proporcionar un tratamiento mucho más riguroso puesto que son más susceptibles de ocurrir.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos de probabilidad e impacto, se ubican los riesgos en la Matriz de valoración de riesgos:

	MENOR		MODERADO		MAYOR		CRITICO		CATASTRÓFICO	
	4		8		12		16		20	
1	4	Codificación	8	Codificación	12	Codificación	16	Codificación	20	Codificación
0.8	3.2	OT4	6.4		9.6		12.8	OT1 OT2 OT3	16.8	
0.6	2.4		4.8	OT7 OT11 OT13	7.2	SP4 SP5	9.6	SP6	12	
0.4	1.6		3.2	OT5 OT6 OT12 OT14 OT15 OT16 REG1 REG2 TEC1	4.8	SP3 OT8 OT9 OT10 OT17 OT18 REG3	6.4	SP1	8	
0.2	0.8		1.6	REG4 TEC3	2.4	TEC2 TEC4	3.2	SP2	4	

Matriz de Valoración de Riesgos – Análisis Cualitativo de Riesgos

Guía de Criterios para Toma de Decisiones	
ALTO	Riesgos o impactos Intolerables y controles adicionales deben ser introducidos para reducir futuros riesgos.
MEDIO	Riesgos o impactos son tolerables, pero únicamente si las medidas adicionales de control no son razonablemente viables para su implementación.
BAJO	El riesgo o impacto es aceptable y debe ser monitoreado para garantizar que su nivel no cambie.

Criterios para Toma de Decisiones

- SALUD OCUPACIONAL.

Se debe implementar:

- Un vigía de salud ocupacional o técnico en salud ocupacional de acuerdo al tamaño de la empresa constructora.
- Se verificará las respectivas afiliaciones en lo que corresponde a salud, pensiones y ARP según el nivel de riesgo. Este debe implementar charlas al personal periódicas mínimo cada 8 días.

- NORMATIVIDAD SEGURIDAD INDUSTRIAL

I. Procedimiento constructivo.

- Efectuar el trámite correspondiente ante el operador de red como son las consignaciones o cortes de servicio respectivo a 13.2kV o 34.5kV según el nivel de voltaje que aplique o ante entidades estatales los trámites correspondientes según el trabajo a realizar.
- Realizar los permisos o licencias correspondientes ante los reguladores o corporaciones autónomas si se requieren de acuerdo con el paso de las redes a construir por zonas o parques donde tengamos árboles nativos, nacimientos de agua o paramos que se puedan afectar.
- Revisar que la estructura a trabajar este desenergizada físicamente.
- Revisar que el material a instalar tenga certificado del producto y por tanto cumpla la norma homologado).
- Aterrizar la línea 13.2kV, 34.5kV o cualquier otro nivel de Voltaje a la que se va a intervenir mediante una herramienta certificada para lo pertinente.

II. Las 5 reglas de oro para trabajos en redes desenergizadas.

- Desconectar, corte visible o efectivo.
- Enclavamiento, bloqueo y señalización.
- Comprobación de ausencia de tensión.
- Puesta a tierra y cortocircuito.
- Señalización de la zona de trabajo.

III. Seguridad industrial.

- Se debe exigir el uso del casco dieléctrico, botas dieléctricas, cinturones de seguridad, arnés, guantes dieléctricos y dotación como pantalón y camisa dieléctrica y marcada con el logo de la empresa constructora.
- No subir postes sin llevar el cinturón de seguridad y asegurarlo correctamente antes de iniciar el trabajo.
- Usar siempre el casco de seguridad dieléctrico, con barboquejo.
- No subir a escaleras que no estén debidamente amarradas o sostenidas por otra persona.
- No lanzar herramientas o materiales a lo alto de los postes o de éstos al suelo. Para ello se debe usar una cuerda o una tula.
- Toda la herramienta utilizada debe ser dieléctrica aislada de acuerdo al nivel de tensión a que se trabaje.
- Se debe hacer exámenes médicos respectivos de ingreso para verificar si cumplen los requisitos para trabajos en altura.
- No se debe permitir el ingreso a personas que tenga antecedentes de alcoholismo.
- Se debe demarcar el área de trabajo para evitar personas que circulen.
- Se debe tener un equipo o una unidad médica y/o botiquín en lo posible.

IV. Aspectos ambientales.

En cuanto al medio ambiente debemos lograr en más mínimo daño al hábitat de cada zona donde se efectúen trabajos de redes en M.T y B.T de qué manera:

- Solicitando los permisos respectivos a las entidades correspondientes.
- Evitar la tala de árboles y mirando de que especie pertenece.
- Recogiendo los desperdicios o residuos como colas de aluminio cobre y demás materiales utilizados en la obra y los materiales desmantelados como
- aisladores.
- Recoger todo el material que no se necesite y que cumplió su vida útil y llevarlo al lugar destinado por la empresa para su almacenamiento.
- Donde se intervienen transformadores evitar la fuga de aceites; porque son inflamables y puede ocasionar incendios.

3.10 ANALISIS DEL NIVEL DE RIESGO POR RAYOS Y MEDIDAS DE PROTECCIÓN CONTRA RAYOS.

El propósito de la evaluación del nivel de riesgo es establecer la necesidad de utilizar un sistema de protección contra rayos en una estructura dada, y determinar si este sistema debe ser integral. La evaluación del nivel de riesgo es el elemento más importante en el procedimiento para diseñar un sistema de protección contra rayos, y especialmente en el procedimiento de selección de nivel de protección.

Por ello el método de evaluación debe ser efectivo y relativamente simple.

Para evaluar el nivel de riesgo se tienen en cuenta índices clasificados y ponderados dentro de dos características: los parámetros de los rayos y los índices que están relacionados con la estructura.

Los parámetros de las descargas eléctricas atmosféricas utilizados para encontrar el nivel de riesgo son la densidad de descargas a tierra DDT, y la corriente pico absoluta promedio (I_{cbs}) expresadas en kiloamperios, asignando una mayor relevancia a la primera de éstas, debido a que existe una mayor probabilidad de que una estructura se vea afectada dependiendo de la cantidad de descargas a la que está expuesta, que de la intensidad de las mismas. Por esta razón se toman proporciones de 0,7 para DDT y 0,3 para la (I_{cbs}) obteniendo la expresión (1). Siendo RDDT el aporte al riesgo debido a la densidad de descargas a tierra y RI_{cbs} el aporte al riesgo ocasionado por la magnitud de la corriente pico absoluta promedio.

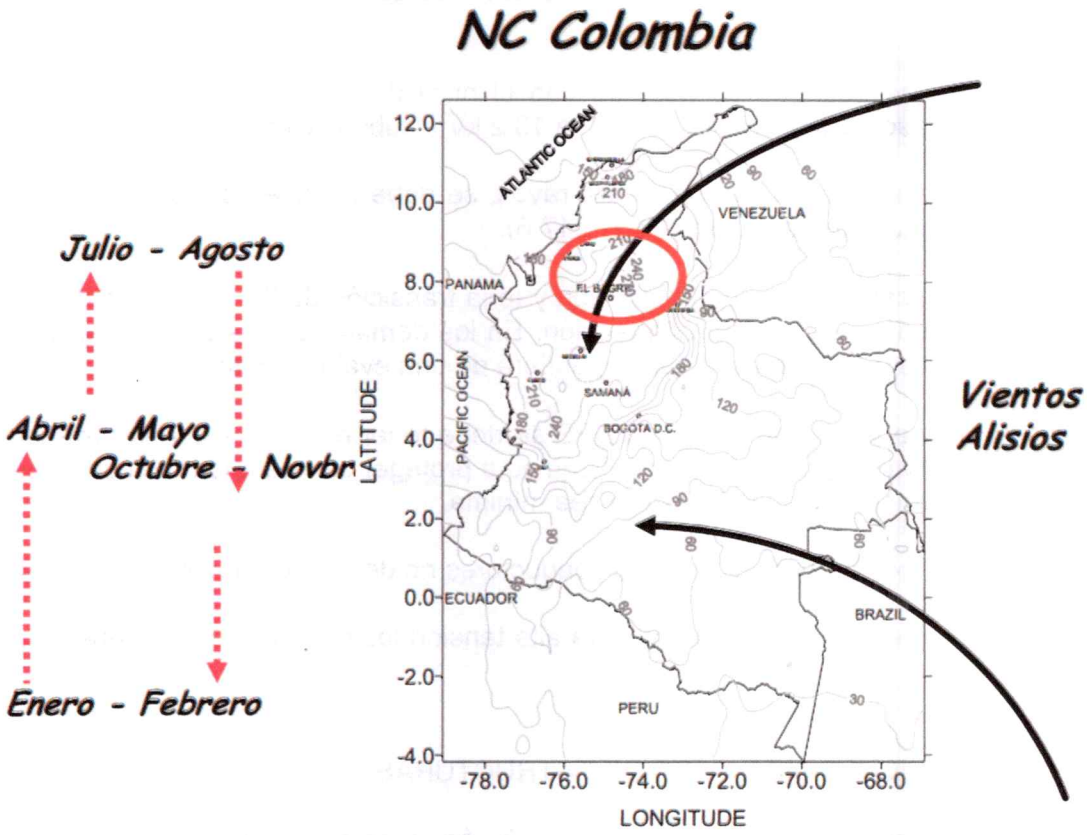
Los valores de I_{cbs} y de DDT deben tener una probabilidad del 50% e ocurrencia, o menos, a partir de los datos multianuales. Además se debe tomar un área de 3Km X 3Km o menos teniendo en cuenta la exactitud en la localización de ratos.

Al encontrar la densidad de descargas a tierra con sistemas de localización confiables, implícitamente se considera la orografía del área, es decir montaña. Ladera plano, etc, y la latitud.

$$RIESGO = 0.7RDDT + 0.3RI_{cbs} \quad (1)$$

La densidad de descargas a tierra la podemos calcular mediante la expresión:

$$DDT = 0.0017NC^{1.84}$$



NC = en los llanos colombianos, 120.
Por lo tanto, se tiene: reemplazando NC.

$$DDT = 2{,}98$$

Corriente de descarga promedio (Colombia (KA))	**40**
Radio de descarga para 40KA (m)	**110**

Densidad de descargas a tierra [Descargas/km^2 - año]	Corriente pico absoluta promedio [kA]		
	$40 \leq I_{abs}$	$20 \leq I_{abs} < 40$	$I_{abs} < 20$
$30 \leq DDT$			
$15 \leq DDT < 30$			
$5 \leq DDT < 15$			
$DDT < 5$			

Severos — Altos
Medios — Bajos

C.R. BOSQUES DE GRANADA II Mz D Cs 16, GRANADA – META
Cel: 3113101505 - 3142192207 Email: anixisw24@hotmail.com

Conforme a los datos obtenidos anteriormente se determina que el nivel de riesgo es **MEDIO.**

Los DPS se escogen de acuerdo con el nivel de tensión que se esté trabajando, en nuestro caso para las redes de M.T. a 13.2 kV y subestaciones se emplea DPS a 12kV.

Como medida de protección contra rayos, se debe tener en cuenta en la instalación de DPS, lo siguiente, (adoptado RETIE 17.6):

- Ubicarlos en toda subestación y toda transición de línea aérea a cable aislado de media, alta y extra alta tensión. En los demás equipos de medida o en redes de baja tensión o uso final, dependerá de una evaluación técnica.

- Para la instalación de un DPS se debe tener en cuenta que la distancia entre los bornes del mismo y los del equipo a proteger debe ser lo más corta posible, de tal manera que la inductancia sea mínima.

  - ✓ En baja tensión los conductores no deben ser inferiores a 14 AWG Cu.

  - ✓ En media, alta y extra alta tensión los conductores no deben ser inferiores a 6 AWG.

3.11 CALCULO MECANICO DE ESTRUCTURAS.

Las redes en Baja Tensión se construirán aéreas no excediendo vanos de 40 metros por lo tanto las estructuras utilizadas están probadas según las normas Codensa para soportar el peso del conductor y la tensión aplicada

3.12 DISTANCIAS DE SEGURIDAD.

Se tendrá en cuenta las distancias de seguridad exigidas en el RETIE donde se involucran todas las situaciones que puedan llegar a presentarse en la instalación de luminarias en el barrio Pedro Daza del Municipio de San Martín de Los Llanos.

A continuación, se relacionan las distancias enmarcadas en el RETIE que puedan hacer parte del presente proyecto:

Tabla 3.10.1. a. Distancias mínimas de seguridad en zonas con construcciones

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 3.10.1. a.).	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 3.10.1. a.)	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 3.10.1. a.)	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 3.10.1. a.) 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

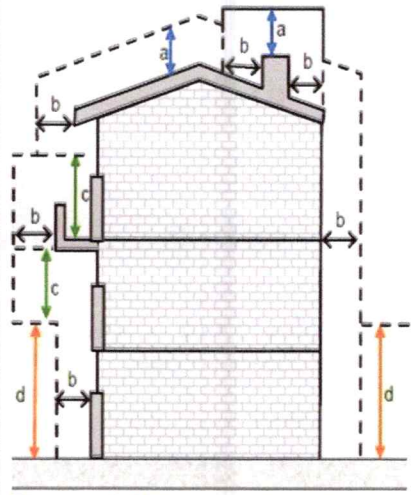


Figura 3.10.1. a. Distancias de seguridad en zonas con construcciones.

Fuente: Adaptada de la Resolución 90708 de 2013.

De acuerdo con la zona en la cual se construirá el proyecto se aplica el artículo 3.10.2 del RETIE *"En líneas de transmisión o redes de distribución, la altura de los conductores respecto del piso o de la vía, como lo señalan las Figuras 3.10.2. a. y 3.10.2. b., no podrá ser menor a las establecidas en la Tabla 3.10.2. a. Para vías férreas y ríos deberá cumplir lo establecido en la figura 3.10.2. c."*, se asegura que con la construcción de las redes involucradas dentro del proyecto se respetaran como mínimo las distancias de seguridad presentadas en los siguientes gráficos y contenidas en la tabla:

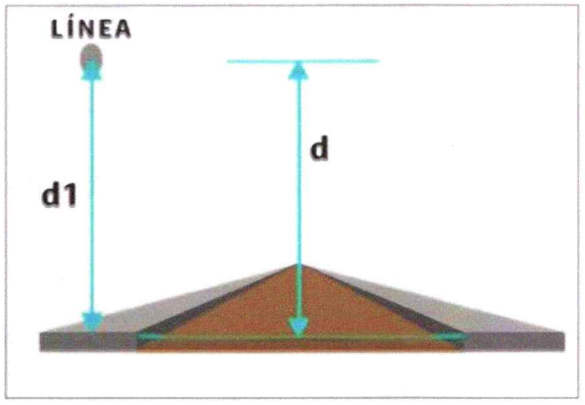


Figura 3.10.2. a. Distancias "d" y "d1" en cruce y recorridos de vías.

Fuente: Adaptada de la Resolución 90708 del 2013.

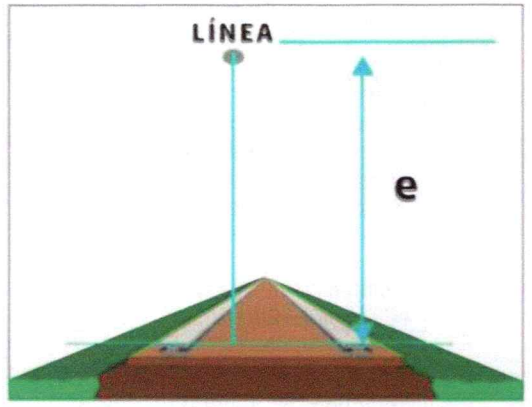
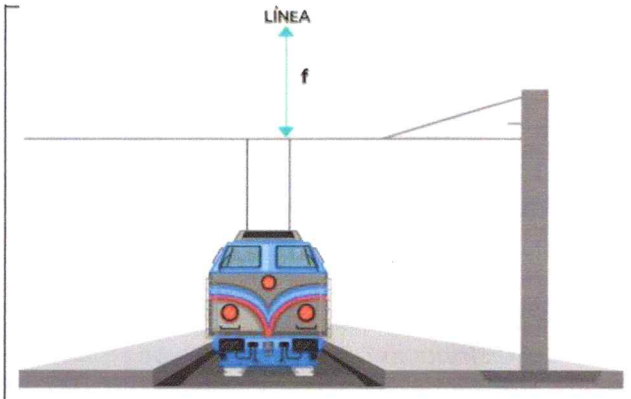


Figura 3.10.2. b. Distancia "e" en cruces con ferrocarriles sin electrificar.

Fuente: Adaptada de la Resolución 90708 del 2013.



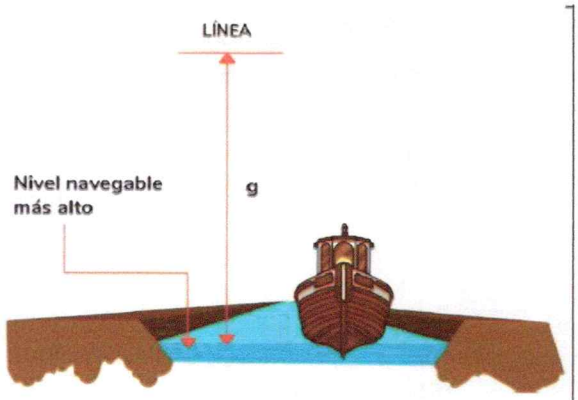


Figura 3.10.2. c. Distancia "f" y "g" para cruces con ferrocarriles y ríos.
Fuente: Adaptada de la Resolución 90708 del 2013.

Tabla 3.10.2. a. Distancias mínimas de seguridad para diferentes situaciones

Descripción	Tensión nominal entre fases (kV)	Distancia (m)
Distancia mínima al suelo "**d**" en **cruces** con carreteras, calles, callejones, zonas peatonales, áreas sujetas a tráfico vehicular (Figura **11.2.1.**).	500	11,5
	230/220	8,5
	115/110	6,1
	66/57,5	5,8
	44/34,5/33	5,6
	13,8/13,2/11,4/7,6	5,6
	<1	5,0
Cruce de líneas aéreas de baja tensión en grandes avenidas.	<1	5,6
Distancia mínima al suelo "**d1**" desde líneas que **recorren** avenidas, carreteras y calles (Figura **11.2.1.**).	500	11,5
	230/220	8,0
	115/110	6,1
	66/57,5	5,8
	44/34,5/33	5,6
	13,8/13,2/11,4/7,6	5,6
	<1	5,0
Distancia mínima al suelo "**d**" en zonas de bosques de arbustos, áreas cultivadas, pastos, huertos, etc. Siempre que se tenga el control de la altura máxima que pueden alcanzar las copas de los arbustos o huertos, localizados en las zonas de servidumbre (Figura **11.2.1.**).	500	8,6
	230/220	6,8
	115/110	6,1
	66/57,5	5,8
	44/34,5/33	5,6
	13,8/13,2/11,4/7,6	5,6
	<1	5,0
En áreas de bosques y huertos donde se dificulta el control absoluto del crecimiento de estas plantas y sus copas puedan ocasionar acercamientos peligrosos, o se requiera el uso de maquinaria agrícola de gran altura o en cruces de ferrocarriles sin electrificar, se debe aplicar como distancia "**e**" estos valores (Figura **11.2.2.**).	500	11,1
	230/220	9,3
	115/110	8,6
	66/57,5	8,3
	44/34,5/33	8,1
	13,8/13,2/11,4/7,6	8,1
	<1	7,5
Distancia mínima vertical en el cruce "**f**" a los conductores alimentadores de ferrocarriles electrificados, teleféricos, tranvías y trole-buses (Figura **11.2.3**).	500	4,8
	230/220	3,0
	115/110	2,3
	66/57,5	2,0
	44/34,5/33	1,8
	13,8/13,2/11,4/7,6	1,8
	<1	1,2
Distancia mínima vertical respecto del máximo nivel del agua "**g**" en cruce con ríos, canales navegables o flotantes adecuados para embarcaciones con altura superior a 2 m y menor de 7 m (Figura **11.2.3**)	500	12,9
	230/220	11,3
	115/110	10,6
	66/57,5	10,4
	44/34,5/33	10,2
	13,8/13,2/11,4/7,6	10,2
	<1	9,6
Distancia mínima vertical respecto del máximo nivel del agua "**g**" en cruce con ríos, canales navegables o flotantes, no adecuadas para embarcaciones con altura mayor a 2 m. (Figura **11.2.3**)	500	7,9
	230/220	6,3
	115/110	5,6
	66/57,5	5,4
	44/34,5/33	5,2
	13,8/13,2/11,4/7,6	5,2
	<1	4,6
Distancia mínima vertical al piso en cruce por espacios usados como campos deportivos abiertos, sin infraestructura en la zona de servidumbre, tales como graderías, casetas o cualquier tipo de edificaciones ubicadas debajo de los conductores.	500	14,6
	230/220	12,8
	115/110	12
	66/57,5	12
	44/34,5/33	12
	13,8/13,2/11,4/7,6	12
	<1	12
Distancia mínima horizontal en cruce cercano a campos deportivos que incluyan infraestructura, tales como graderías, casetas o cualquier tipo de edificación asociada al campo deportivo.	500	11,1
	230/220	9.3
	115/110	7,0
	66/57,5	7,0
	44/34,5/33	7,0
	13,8/13,2/11,4/7,6	7,0
	<1	7,0

Fuente: Adoptada de la Resolución 90708 de 2013.

Las distancias verticales mínimas en cruces o recorridos paralelos de distintas líneas no podrán ser menores a las establecidas en la Tabla 3.10.3.a.

Tabla 3.10.3.a. Distancias verticales mínimas en vanos con líneas de diferentes tensiones

		DISTANCIAS EN METROS								
Tensión nominal (kV) entre fases de la línea superior	500	4,8	4,2	4,2	4,2	4,3	4,3	4,6	5,3	7,1
	230/220	3,0	2,4	2,4	2,4	2,5	2,6	2,9	3,6	
	115/110	2,3	1,7	1,7	1,7	1,8	1,9	2,2		
	66	2,0	1,4	1,4	1,4	1,5	1,5			
	57,5	1,9	1,3	1,3	1,3	1,4				
	44/34,5/33	1,8	1,2	1,2	1,3					
	13,8/13,2/11,4/7,6	1,8	1,2	0,6						
	<1	1,2	0,6							
	Comunicaciones	0,6								
		Comunicación	<1	13,8/ 13,2/ 11,4/ 7,6	44/ 34,5/ 33	57,5	66	115/ 110	230/ 220	500
		Tensión nominal (kV) entre fases de la línea inferior								

Fuente: Adoptada de la Resolución 90708 de 2013.

Adicionalmente para los conductores en la misma estructura deben tener distancias horizontales y verticales entre cada uno, no menores que el valor requerido en las Tablas 3.10.4. a. y 3.10.4. b.

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

Cuando se utilicen aisladores de suspensión y su movimiento no esté limitado, la distancia horizontal de seguridad entre los conductores debe incrementarse de tal forma que la cadena de aisladores pueda moverse transversalmente hasta su máximo ángulo de balanceo de diseño, sin reducir los valores indicados en la Tabla 3.10.4. a. El desplazamiento de los conductores debe incluir la deflexión de estructuras flexibles y accesorios, cuando dicha deflexión pueda reducir la distancia horizontal de seguridad entre los conductores.

Tabla 3.10.4. a. Distancia horizontal entre conductores soportados en la misma estructura de apoyo

CLASE DE CIRCUITO Y TENSIÓN ENTRE LOS CONDUCTORES CONSIDERADOS	DISTANCIAS HORIZONTALES DE SEGURIDAD (cm)
Conductores de comunicación expuestos.	15 (1) 7,5 (2)
Alimentadores de vías férreas 0 a 750 V (4/0 AWG o mayor calibre). 0 a 750 V (calibre menor de 4/0 AWG). Entre 750 V y 8,7 kV.	 15 30 30
Conductores de suministro del mismo circuito. 0 a 8,7 kV. Entre 8,7 y 50 kV. Más de 50 kV.	 30 30 más 1 cm por kV sobre 8,7 kV Debe atender normas internacionales
Conductores de suministro de diferente circuito (3) 0 a 8,7 kV Entre 8,7 y 50 kV Entre 50 kV y 814 kV	 30 30 más 1 cm por kV sobre 8,7 kV 71,5 más 1 cm por kV sobre 50 kV

Fuente: Adoptada de la Resolución 90708 de 2013.

Nota 1: No se aplica en los puntos de transposición de conductores.
Nota 2: Permitido donde se ha usado regularmente espaciamiento entre pines, menor a 15 cm. No se aplica en los puntos de transposición de conductores.

Tabla 3.10.4. b. Distancia vertical mínima en metros entre conductores sobre la misma estructura

			CONDUCTORES A MAYOR ALTURA	
			CONDUCTORES DE SUMINISTRO A LA INTEMPERIE (TENSIÓN EN kV)	
			HASTA 1 kV	ENTRE 7,6 Y 66 kV
CONDUCTORES A MENOR ALTURA	Conductores y cables de comunicación, localizados en el apoyo de empresa de energía, o de empresas comunicaciones.		0,4	0,4 más 0,01 m por kV sobre 7,6 kV.
	Conductores de suministro eléctrico a la intemperie	Hasta 1 kV	0,4	0,4 más 0,01 m por kV sobre 7,6 kV
		Entre 1 kV y 7,6 kV	No permitido	0,4 más 0,01 m por kV sobre 7,6 kV
		Entre 11,4 kV y 34,5 kV	No permitido	0,6 más 0,01 m por kV sobre 7,6 kV
		Entre 44 kV y 66 kV	No permitido	0,6 más 0,01 m por kV sobre 7,6 kV

Fuente: Adoptada de la Resolución 90708 de 2013.

Para este proyecto en particular, la línea de media tensión a 13,2 KV y las redes de baja tensión se encuentran clasificadas en las figuras 13.2 y 13.3 teniendo en cuenta las distancias establecidas en el RETIE en la tabla 13.2, para las distancias verticales entre líneas se tiene en cuenta lo establecido en la tabla 13.3 y 13.5 y para las edificaciones se debe tener en cuenta las distancias establecidas en la figura 13.1 y en la tabla 13.1, de acuerdo el nivel de tensión 13.2kV y <1kV

De acuerdo con lo expresado, el presente proyecto cumple con todas las distancias mínimas de seguridad contempladas en el RETIE.

3.13 CÁLCULO DE CANALIZACIONES (TUBO, DUCTOS, CANALETAS Y ELECTRODUCTOS) Y VOLUMEN DE ENCERRAMIENTOS (CAJAS, TABLEROS, CONDULETAS, ETC.).

No aplica.

3.14 CALCULO DE COORDINACION DE PROTECCIONES.

No Aplica, teniendo en cuenta que el proyecto solo contempla modernización de luminarias.

3.15 CALCULO DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA.

No Aplica debido a que los transformadores son existentes por lo tanto ya cuenta con la puesta a tierra, cabe resaltar que las redes de baja tensión que se construyan se aterrizaran a tierra en el final del circuito.

3.16 CÁLCULO DE CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS.

Conforme al Título 11 en el artículo 3.11.1 del RETIE, establece valores de máxima intensidad de campo eléctrico y densidad de flujo magnético en baja frecuencia (0 a 300 Hz), para las zonas donde puedan permanecer personas, independientemente del tiempo de permanencia, los cuales están basados en estudios de la Organización Mundial de la Salud – OMS y de la International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection – ICNIRP (revisión 2010). Dichos estudios han demostrado que los campos electromagnéticos de bajas frecuencias no producen efectos nocivos en los seres vivos, para los umbrales establecidos en el presente Reglamento

3.17 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, IEEEE 242, CAPITULO 9 O EQUIVALENTE.

No aplica, teniendo en cuenta que el proyecto solo contempla redes aéreas de distribución en baja tensión de alumbrado público, es decir, la red de baja tensión solo llega hasta el poste, por lo tanto, no hay análisis con interruptores.

3.18 CÁLCULOS DE PÉRDIDAS DE ENERGÍA, TENIENDO EN CUENTA LOS EFECTOS DE ARMÓNICOS Y FACTOR DE POTENCIA.

Las pérdidas en los conductores se encuentran reflejadas en el capítulo 3 ítem 3.4. "Cálculos de regulación".

Para el análisis de las pérdidas por armónicos, siguiendo lo indicado en el Std IEEE 519 de 1992, las principales fuentes de armónicos para una instalación eléctrica son:

Convertidores, hornos de arco, compensador de VAR estático., inversores monofásicos, inversores trifásicos, controles de fase electrónicos, cicloconvertidores, variadores de modulación con ancho de pulso.

Debido a que el presente proyecto no cuenta con este tipo de cargas, por lo tanto, los efectos provocados por armónicos son despreciables.

3.19 CLASIFICACIÓN DE ÁREAS.

No aplica, teniendo en cuenta que la clasificación de las áreas es cuando las instalaciones que por estar localizadas en ambientes clasificados como peligrosos o por alimentar equipos o sistemas complejos, presentan mayor probabilidad de riesgo que una instalación básica y por tanto, requieren de medidas especiales, para mitigar o eliminar tales riesgos.

3.20 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 aplica ya que no hay una desviación técnica de la NTC 2050.

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

No aplica teniendo en cuenta el tipo de instalación es convencional de distribución de redes de baja tensión, por lo tanto, solo le aplica los cálculos anteriormente realizados según RETIE.

CAPITULO IV

4.1 SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN.

El sistema de distribución que se empleará para la alimentación eléctrica del alumbrado será de 240V, 2 hilos, 60 ciclos, en cumplimiento del Art. 550.1.c - d

4.2 GENERALIDADES.

Los trabajos comprenden el suministro e instalación de la totalidad de los sistemas de distribución para alumbrado.

La instalación eléctrica será ejecutada de acuerdo con las normas ICONTEC, CODENSA y del NATIONAL ELECTRICAL CODE de los Estados Unidos a los cuales se ha ceñido el proyecto eléctrico.

Una vez terminadas las instalaciones se entregará al Municipio de San Martín de Los Llanos, un juego de planos originales que estén estrictamente de acuerdo con la obra ejecutada.

4.3 RESPONSABILIDAD DEL CONSTRUCTOR.

El Constructor gestionará todos los permisos y licencias requeridas para la Construcción de las obras, ante la autoridad competente y será su responsabilidad el suministro de materiales y el transporte para el personal y los materiales.

Es responsabilidad del Constructor el replanteo y la construcción de las redes de energía, siguiendo normas y procedimientos que garanticen la correcta ejecución de los trabajos de acuerdo con las normas vigentes y el nuevo Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE.

4.3.1 CERTIFICADO DE CONFORMIDAD DE LOS PRODUCTOS.

En cumplimiento del Artículo 2° del RETIE, todos los materiales a utilizar deberán tener certificado de conformidad del producto con el RETIE, expedido por un organismo certificador que esté acreditado por la Superintendencia de Industria y Comercio.

Si algún material requerido no tiene esta certificación en el país, se exigirá como mínimo que el fabricante si tenga el Certificado de la Gestión de la Calidad según norma ISO 9001 versión 2000.

4.3.2 GALVANIZADO, PINTURA Y SOLDADURA.

Todos los elementos propensos a la corrosión deben ser galvanizados con técnicas apropiadas. Se tendrá en cuenta la normatividad dada por la Electrificadora del Meta S.A E.S.P, de todas formas el galvanizado debe cumplir con las prescripciones de la publicación ISO 1459: "Metallic 40 against corrosion by hot dip galvanizing-Guiding principles".

4.3.3 NORMAS Y PLANOS.

Los criterios de diseño de las redes de distribución de este proyecto tomaron como referencia las normas de construcción de la Electrificadora del Meta S.A E.S.P. y otras normas aceptadas (Normas ICEL, NTC-2050, RETIE).

Una vez finalizadas las obras, el Constructor debe actualizar los planos de construcción y editar una revisión denominada "tal como se construyó" o "as built", que incluye todas las modificaciones hechas en obra.

4.4 ESPECIFICACIONES PARA LA TALA DE ÁRBOLES.

El constructor deberá gestionar ante la autoridad ambiental competente los permisos para corte o poda de árboles.
La selección y marcación de los árboles estará a cargo del profesional encargado de la obra, los árboles se cortarán a ras del suelo, con motosierra, sin dejar estacones sobresalientes que puedan obstaculizar operaciones posteriores.
Únicamente se cortarán los árboles que hayan sido previamente seleccionados y autorizados.
Se tendrá especial cuidado en dirigir acertadamente la caída de los árboles para evitar daños a otros árboles, viviendas, o cualquier tipo de edificaciones, etc. Así mismo, los árboles talados, las ramas, los troncos, etc., no deberán estorbar las vías públicas o propiedades particulares.
Los desechos serán arrojados a sitios donde no causen daños o molestias a terceros.
El constructor realizará todas las labores tendientes a prevenir, mitigar y monitorear los impactos y efectos de tipo ambiental, debidos a la ejecución de los trabajos.

4.5 RIESGOS PROFESIONALES.

De conformidad con el Decreto Ley No. 1295 de 1994, por el cual se determina la organización y administración del Sistema General de Riesgos Profesionales, el Constructor se obliga a afiliar y cotizar para todos sus trabajadores por accidente de trabajo y enfermedad profesional, de acuerdo con la clase de riesgo en que se le clasifique. (Art. 5° RETIE).

Antes de iniciar la obra el Constructor informará al propietario la administradora de Riesgos Profesionales (ARP) a que tiene afiliados a sus trabajadores, reportando de inmediato todo cambio que haga al respecto.

4.6 ORDEN Y LIMPIEZA.

El Constructor deberá mantener limpios todos los sitios de la obra, evitando la acumulación de desechos y basuras, los cuales serán evacuados permanentemente a los sitios o botaderos autorizados por la autoridad competente.

Por ningún motivo se permitirá la quema de materiales de desechos. Se deberán mantener aseados y libres de obstáculos las zonas de circulación, de almacenamiento y lugares de trabajo. Se dispondrán recipientes apropiados para depositar las basuras.

4.7 LA ZONA DE TRABAJO - SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD.

Durante la ejecución de la obra, el Constructor deberá colocar la señalización reglamentaria, preventiva e informativa, en la cantidad y tamaño requeridos en cada lugar.

4.8 PREVENCIÓN Y CONTROL DE INCENDIOS.

El Constructor deberá tomar todas las medidas necesarias para la prevención y control de incendios o explosiones dentro de sus instalaciones o en los lugares de trabajo. Deberá igualmente, instalar los equipos contra incendio de acuerdo con el riesgo y darles mantenimiento periódico.

4.9 PRIMEROS AUXILIOS.

El Constructor deberá instruir y entrenar a sus trabajadores sobre las técnicas y conocimientos de Primeros Auxilios para los casos de accidentes en el transcurso de las obras.

El Constructor se obliga a dotar los campamentos, casetas, frentes de trabajo, de las camillas, botiquines fijos y portátiles y demás implementos de primeros auxilios que se requieran de acuerdo a la zona donde se realiza la obra, riesgos específicos que ofrezcan los trabajos y al número de personas expuestas o llevar dichos elementos e implementos en los vehículos que transportan a los sitios de trabajo y en donde deban permanecer en caso de un accidente que requieran traslado urgente a un centro asistencial

4.10 NORMAS ESPECÍFICAS DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE RIESGOS.

4.10.1 EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL Y COLECTIVA.

El Constructor se obliga a suministrar, mantener, reponer y exigir el uso de los equipos de protección personal y colectiva que de acuerdo con el riesgo deban utilizar sus trabajadores expuestos en los ambientes laborales. Estos equipos serán de buena calidad y que no ofrezcan riesgos para las personas.

Los equipos de protección personal deberán ser revisados periódicamente, si se encontrase un desgaste excesivo o un daño se les retirará de servicio. Para evitar su deterioro se les aseará después de usarlos y se les guardará en lugares adecuados.

El casco de seguridad será utilizado en labores o en sitios en donde por impacto, voladuras, corriente eléctrica, sustancias químicas y calor radiante, se puedan generar lesiones en el cráneo; seleccionándolo de acuerdo al riesgo.

Todos los trabajadores expuestos a niveles de ruido igual o superior a los 85 decibeles deberán usar protección auditiva permanente, tales como orejeras o tapones.

Las gafas de seguridad serán utilizadas en trabajos donde el trabajador pueda sufrir lesiones en los ojos por chispas, esquirlas, salpicaduras de sustancias químicas y radiaciones y se seleccionarán de acuerdo con el tipo de riesgo.

Se usarán caretas faciales cuando el riesgo exista para la cara.

Se deberá usar protección respiratoria adecuada, en ambientes donde exista polvo o material particulado, gases o vapores contaminantes por encima de límites permisibles, o deficiencia de oxígeno.
En trabajos donde se manipulen materiales, equipos, herramientas y sustancias que puedan causar lesiones en las manos, tales como heridas, excoriaciones, alergias, escozor, quemaduras y contusiones, deberán usarse guantes de cuero, de tela o de caucho, seleccionados previamente de acuerdo con el riesgo. Para trabajar sobre circuitos eléctricos se usarán guantes dieléctricos específicamente diseñados según la Tensión.

El calzado de seguridad: Dieléctrico, con puntera de acero, con estría antideslizante, o suela resistente al aceite, será utilizado en labores donde el trabajador está expuesto a riesgos afines. Se usarán botas de caucho impermeables en lugares húmedos.

El cinturón de seguridad deberá utilizarse en labores donde el trabajador permanezca en altura o en lugares elevados. Sobre postes de energía o estructuras que exijan desplazamientos se usará el arnés con cuerda de seguridad.

Para protección del tronco u otras partes del cuerpo, y de acuerdo al riesgo, se usarán delantales, chaquetas, polainas, petos, chalecos, capas y vestidos confeccionados en caucho, cuero, lona o tela.

4.11 MÁQUINAS, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS.

El Constructor se obliga a suministrar equipos, máquinas y herramientas adecuadas, en buen estado y necesarios para cada trabajo o actividad. Deberán ser revisados periódicamente.

Los equipos, máquinas y herramientas solamente podrán ser operados por personal calificado y autorizado por el Constructor.

Todos los equipos, máquinas y herramientas deberán estar dotados con los dispositivos, instructivos, controles y señales de seguridad exigidos por la ley o recomendados por los fabricantes.

4.12 EQUIPOS VARIOS.

El Constructor suministrará: Escaleras, andamios, diferenciales, poleas, grilletes, ganchos, cuerdas, cables, eslingas, bloques, palancas, láminas, tablones y demás accesorios necesarios en trabajos de construcción y mantenimiento, de la calidad y en la cantidad requeridas.

4.13 ALMACENAMIENTO Y MANEJO DE MATERIALES.

El Constructor deberá utilizar bodegas o centros de acopio de materiales que faciliten su transporte a los sitios donde vayan a utilizarse.

El almacenamiento y manejo de los materiales sólo podrá ser realizado por personal entrenado y suficientemente informado sobre los riesgos y sobre los procedimientos seguros del trabajo.

El Constructor almacenará y manejará los materiales de acuerdo con las recomendaciones del fabricante y las exigencias legales, teniendo especial cuidado con sustancias tóxicas, radiactivas, inflamables, explosivas o contaminantes del medio ambiente. Estimar previamente las disposiciones, forma, peso y contenido para decidir la forma más segura de movilizar la carga.

4.14 TRABAJOS CON CORRIENTE ELÉCTRICA.

El Constructor se obliga a utilizar únicamente las fuentes de energía eléctrica que sean autorizadas por la Electrificadora del Meta S.A E.S.P.

Sólo la Electrificadora del Meta S.A E.S.P. podrá autorizar la suspensión o reconexión de la corriente eléctrica, verificando que todo ha quedado comprendido antes de iniciar un trabajo sobre equipos alimentados con electricidad.

Todo trabajo sobre circuitos eléctricos energizados o desenergizados deberán realizarse cumpliendo estrictamente los procedimientos preestablecidos por la Electrificadora del Meta S.A E.S.P. para estas labores. En especial aplicando, cuando exista riesgo aunque mínimo de contacto, las REGLAS DE ORO de la seguridad eléctrica como son:

- Solicitar apertura del circuito a trabajar.
- Realizar corte visible (bajar y retirar portafusibles o cañuelas)
- Verificar ausencia de tensión en circuitos, fases y estructuras.
- Encerrarse en tierras.

CAPÍTULO V.

5. ESPECIFICACIONES DE LOS EQUIPOS.

Todos los elementos y materiales deben ser nuevos, de primera calidad, de fácil montaje y reemplazo y libre de defectos e imperfecciones y homologados por el comité de calidad del sector eléctrico.

5.1 SECCIÓN DE BAJA TENSIÓN.

La red de BT es existente. Las luminarias deberán conectarse entre fase y neutro del transformador.

La línea puesta a tierra para final de circuito B.T será en kit certificado.

5.2 CARACTERÍSTICAS DE LAS LUMINARIAS.

LUMINARIA RALED I 16LED 38W LÚMENES 5565 PROTECCIÓN IP 66 IK 09 (CARCASA) 08 (VIDRIO) CERRAMIENTO ÓPTICO - VIDRIO TEMPLADO PLANO ÓPTICA R09 TEMPERATURA DE COLOR 4000K - IRC ≥ 70. SPD: 10KV/10KA CLASE:I BASE PARA FOTOCELDA : 7 PINES COLOR ESTÁNDAR GRIS Garantía: 5 años

5.3 CABLES Y ALAMBRES DE BAJA TENSIÓN

5.3.1 Los conductores que se utilicen deberán ser de Aluminio y con aislamiento THW para 600 voltios y sobre el cual debe estar marcados a todo lo largo de su longitud el tamaño del conductor y el tipo de su aislamiento.

5.3.2 Los conductores de cobre encauchetado calibre 3 # 14 AWG debe ser un conductor muy flexible clase K de cobre suave, aislamiento de PVC, cubierta de nylon y cubierta exterior de PVC.

5.3.3 Las conexiones de los conductores serán hechas con terminales o conectadores especiales certificados para este fin.

5.4 CONTROL DEL ALUMBRADO

El alumbrado estará controlado mediante fotoceldas individuales para cada luminaria.

5.5 ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCION.

Las presentes instrucciones constituyen una guía general y en ningún momento podrán interpretarse como sustitutivas de los reglamentos de la Electrificadora del Meta S.A E.S.P. o de CODENSA.

5.5.1 POSTES DE COCRETO.

Los postes utilizados deberán acogerse a la norma 1329 del ICONTEC. Serán de concreto centrifugados o pretensados de acuerdo a la complejidad de la zona

De igual forma la característica constructiva de estos postes debe ser tenida en cuenta, así como la capacidad de ruptura de acuerdo con lo indicado en los planos.

DETALLE DE ENTERRAMIENTO Y CIMENTACIÓN DE POSTES						
Lc:	Profundidad total de excavación y cimentación (m).					
Le:	Profundidad de enterramiento (m).					
h:	Altura del poste (m).					
ECUACIONES:						
*Le = 0,1*h + 0,6 [m]*						
Lc = Le + 0,1 [m]						
CIMENTACIÓN DE POSTES						
Altura del poste	**Profundidad de enterramiento**	**Profundidad de la cimentación**	**Capacidad de rotura en punta (kgf)**			
h (m)	***Le (m)***	***Lc (m)***	510	750	1.050	1.350
			Diámetro de la excavación Φ(m)			
8	**1,40**	**1,50**	**0,50**	0,50	**0,60**	-
10	**1,60**	**1,70**	**0,60**	**0,50**	1,00	-
12	1,80	1,90	0,60	0,75	1,00	1,10
14	2,00	2,10	-	0,75	1,00	1,10
16	2,20	2,30	-	0,75	1,00	1,10

Detalle de enterramiento y cimentación de los postes

5.5.2 INSTALACION DE CABLES AÉREOS

El equipo y métodos usados para el tendido y tensionado de los cables conductores, deberán ser tales que no dañen, encarrujen, destuerzan o mellen los conductores y no sufran daños los postes.

Todas las secciones dañadas del cable conductor, por causa de agarraderas y grapas de tensado, deberán ser reparadas y reemplazadas antes de que el conductor sea definitivamente tensionado.

El cable conductor será halado a través de las poleas por medio de un cable o manila que actúa como pescante. La manila utilizada, deberá ser suficientemente larga para evitar la aplicación de cargas verticales indebidas a los postes o en las cadenas de aisladores. El conductor no podrá ser arrastrado sobre el terreno, rocas, cercos de alambre o cualquier objeto que pueda dañar o deteriorar el aluminio del conductor. En los sitios donde sea imposible mantener el conductor alejado de objetos que lo puedan dañar, deberán construirse protecciones adecuadas o instalar poleas que protejan al conductor de posibles daños. Las protecciones deberán construirse de material sobre el cual pueda deslizarse el conductor sin sufrir daño. Igualmente, deberá evitarse al máximo, la destrucción de cultivos, mediante la construcción de andamios de las alturas requeridas para proteger dichas plantaciones. Los carretes de conductor solamente podrán ser rodados en la dirección indicada por el fabricante, en el carrete. En general los carretes

de conductor, serán cargados, transportados y descargados con cuidado, de tal forma que éstos no se quiebren ni desbaraten y el conductor no se abolle. Los soportes de los carretes del conductor o porta bobinas deberán construirse sólidamente para que permitan la aplicación eventual de freno sobre el borde de los carretes. Antes y después de hacer el transporte de los carretes de conductor, éstos deberán ser examinados detenidamente para encontrar posibles daños que puedan presentar dificultades durante el tendido y tensionado de los conductores. Para obtener y garantizar la resistencia mecánica y la conductividad eléctrica de los conductores, la ejecución de los empalmes deberá supervisarse cuidadosamente, asegurándose que las camisas tubulares de acero o de aluminio sean centradas propiamente. No se permitirá más de un empalme o una camisa de reparación por conductor y por vano.

Las camisas de reparación serán aplicadas en los daños pequeños del conductor siempre que:
a. No haya hilos de acero dañados.
b. No haya más de 10% de los hilos de aluminio rotos.

En lo que respecta a las referencias o retenciones, se tratará en lo posible de no partir el cable conductor con el fin de evitar empalmes a compresión de dichos puntos (puentes).

Cuando sea necesario empalmar conductores en las referencias o apoyos en retención, se deberán utilizar conectores de prensa tipo derivación o tubulares no sometidos a tensión longitudinal.

5.5.3 SISTEMA A TIERRA

Se tendrán sistemas conformados por varillas, cables y conectores, así como conjunto de cables, varillas y soldadura exotérmica.

Es de obligatorio cumplimiento que las Puesta a Tierra cumplan los criterios establecidos en el Capítulo II, Artículo 15 del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE.

5.5.4 LUMINARIAS.

Las luminarias se colocarán, en la forma indicada en los planos y quedarán instaladas juntamente con todos sus accesorios tales como carcazas, brazos, fotoceldas y protecciones.

Cada una de las luminarias será nivelada en el plano horizontal de acuerdo con las instrucciones que indique el fabricante y según el diseño.

El conjunto óptico de cada luminaria será ajustado, de acuerdo con las instrucciones del fabricante para que emita el flujo luminoso establecido en el diseño e indicado en los planos según la clasificación IES.

CAPITULO VI.

6 IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO.

La ubicación del proyecto es en la zona urbana del Municipio de San Martín de los Llanos.

Con relación al recurso natural, flora y fauna, no ofrece ningún inconveniente, ya que las redes eléctricas se instalarán en terrenos donde ya existe una explanación, sin causar violación alguna de este recurso.

El recurso hidrográfico, tampoco se verá afectado por contaminación o reducción de sus cauces.

La calidad del aire tampoco se verá afectada, puesto que la energía no se genera en el sitio del proyecto.

Los niveles de tensión que se manejan en este tipo de instalaciones (Tensión máxima a utilizar: 13200 voltios), no requieren corredores especiales para la construcción de los circuitos. Además, para este nivel de tensión se ha comprobado que no se producen daños por contaminación de ruidos por frecuencia eléctrica.

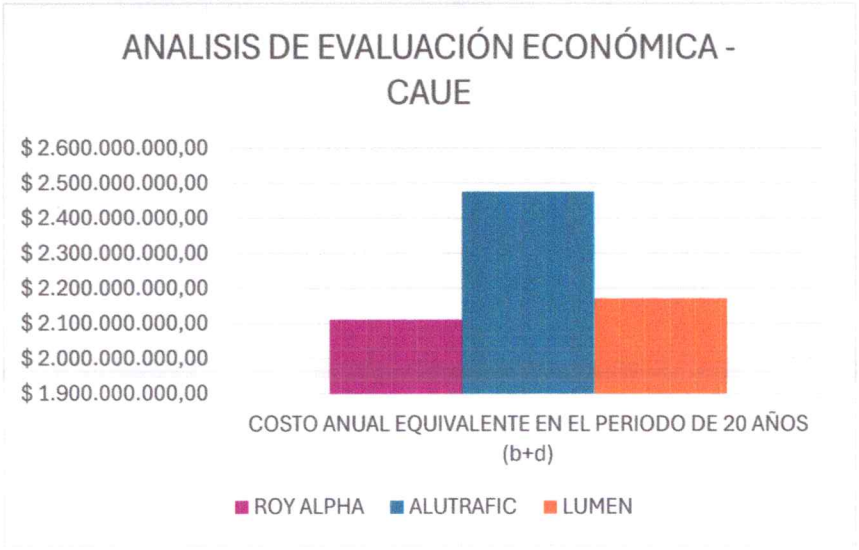
Los transformadores a utilizar en el proyecto son existentes por lo cual se estiman que están normalizados buscando el cumplimiento de los límites de ruido por magnetostricción del núcleo, sellado a fugas de gases, y utilizarán aceite mineral biodegradable en caso de derrames accidentales.

De acuerdo con el decreto 1220 este proyecto pertenece a un sistema de distribución local con tensión inferior a 57,5 Kv, por lo cual NO REQUIERE LICENCIA AMBIENTAL NI PLANES DE MITIGACIÓN AMBIENTAL.

Por las anteriores apreciaciones: NO SE HAN DETECTADO EFECTOS AMBIENTALES NEGATIVOS EN LA ZONA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.

RESUMEN ANALISIS EVALUACIÓN ECONÓMICA CAUE					
ALTERNATIVAS	COSTOS INICIALES - CI (a)	COSTOS ANUALES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO TOTALES (b)	VPN DE LOS COSTOS ANUALES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO TOTALES (c)	VALOR PRESENTE TOTAL DEL PROYECTO COSTOS INICIALES ANUALIZADOS CORRESPONDE A (d)	COSTO ANUAL EQUIVALENTE EN EL PERIODO DE 20 AÑOS (b+d)
ROY ALPHA	$ 637.776.000,64	$ 1.336.203.778,09	$ 136.312.383,60	$ 774.088.384,24	$ 2.110.292.162,33
ALUTRAFIC	$ 637.776.000,64	$ 1.667.692.322,29	$ 170.129.077,09	$ 807.905.077,73	$ 2.475.597.400,02
LUMEN	$ 637.776.000,64	$ 1.391.451.868,79	$ 141.948.499,19	$ 779.724.499,83	$ 2.171.176.368,61

Tal como se observa, la alternativa mas viable economicamente corresponde a ROY ALPHA, por tal motivo se define el diseño fotometrico con las luminarias de ROY ALPHA.



COSTOS DE INVERSION ANUALIZADOS ALTERNATIVA ROY ALPHA												
DESCRIPCIÓN	CARACTERISTICAS (W)	CANTIDAD	COSTO UNITARIO MAT. + M.O.	COSTO TOTAL	VIDA UTIL (Años)	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7
LUMINARIA	38	314	$ 1.617.472,91	$ 507.886.493,74	20	$ 25.394.324,69	$ 25.394.324,69	$ 25.394.324,69	$ 25.394.324,69	$ 25.394.324,69	$ 25.394.324,69	$ 25.394.324,69
BRAZO METÁLICO		314	$ 228.808,07	$ 71.845.733,98	20	$ 3.592.286,70	$ 3.592.286,70	$ 3.592.286,70	$ 3.592.286,70	$ 3.592.286,70	$ 3.592.286,70	$ 3.592.286,70
FOTOCELDA		314	$ 50.151,06	$ 15.747.432,84	20	$ 787.371,64	$ 787.371,64	$ 787.371,64	$ 787.371,64	$ 787.371,64	$ 787.371,64	$ 787.371,64
CABLE ENCAUCHETADO		785	$ 15.442,84	$ 12.122.629,40	20	$ 606.131,47	$ 606.131,47	$ 606.131,47	$ 606.131,47	$ 606.131,47	$ 606.131,47	$ 606.131,47
CONECTOR DE TORNILLO CON CHAQUETA AISLANTE		942	$ 32.031,54	$ 30.173.710,68	20	$ 1.508.685,53	$ 1.508.685,53	$ 1.508.685,53	$ 1.508.685,53	$ 1.508.685,53	$ 1.508.685,53	$ 1.508.685,53
COSTO LUMINARIAS			**$ 1.943.906,42**	**$ 637.776.000,64**		**$ 31.888.800,03**	**$ 31.888.800,03**	**$ 31.888.800,03**	**$ 31.888.800,03**	**$ 31.888.800,03**	**$ 31.888.800,03**	**$ 31.888.800,03**
SUMATORIA COSTOS ANUALIZADOS DE INVERSION												

COSTOS ANUALES DE OPERACIÓN ALTERNATIVA ROY ALPHA

COSTO POR $/kWh	894,04	$/kWh
Horas de operación anual	4380	h/año
Costo unitario Driver	8%	[%*($ de luminaria)]
Costo Modulo luminaria LED	10%	[%*($ de luminaria)]
Mano de obra instalacion luminaria	$ 70.675,93	
Mano de obra Mantenimiento	$ 70.675,93	
Valor Fotocontrol	$ 38.954,76	
Valor Luminaria	$ 1.112.954,24	
Tasa de falla Luminaria completa	0,07%	
Tasa de falla Fotocontrol	12,00%	
Tasa de falla Driver	0,07%	
Tasa de falla modulo led	0,07%	

COSTOS ANUALES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO ALTERNATIVA ROY ALPHA												
DESCRIPCIÓN	CARACTERISTICA	POTENCIA	CANTIDAD	COSTO UNITARIO MAT. Y M.O.	IPP PROYECTADO	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7
CAMBIO LUMINARIA COMPLETA	ROY ALPHA	38	0,2198	$ 1.617.472,91	1,206%	$ 355.520,55	$ 359.808,12	$ 364.147,41	$ 368.539,03	$ 372.983,61	$ 377.481,79	$ 382.034,22
Subtotal Cambio luminaria completa						**$ 355.520,55**	**$ 359.808,12**	**$ 364.147,41**	**$ 368.539,03**	**$ 372.983,61**	**$ 377.481,79**	**$ 382.034,22**
LIMPIEZA CONJUNTO OPTICO (CADA 24 MESES)	ROY ALPHA	38	314	$ 70.675,93	1,206%		$ 22.192.242,02		$ 22.459.880,46		$ 22.730.746,62	
Subtotal Limpieza conjunto optico							**$ 22.192.242,02**	**$ 0,00**	**$ 22.459.880,46**	**$ 0,00**	**$ 22.730.746,62**	**$ 0,00**
MANTENIMIENTO DEL DRIVER	ROY ALPHA	38	0,2198	$ 159.712,27	1,206%	$ 35.104,76	$ 35.528,12	$ 35.956,59	$ 36.390,23	$ 36.829,09	$ 37.273,25	$ 37.722,77
Subtotal Mantenimiento del driver						**$ 35.104,76**	**$ 35.528,12**	**$ 35.956,59**	**$ 36.390,23**	**$ 36.829,09**	**$ 37.273,25**	**$ 37.722,77**
MANTENIMIENTO DE MODULOS LED	ROY ALPHA	38	0,2198	$ 181.971,35	1,206%	$ 39.997,30	$ 40.479,67	$ 40.967,86	$ 41.461,93	$ 41.961,96	$ 42.468,02	$ 42.980,18
Subtotal mantenimiento modulos led						**$ 39.997,30**	**$ 40.479,67**	**$ 40.967,86**	**$ 41.461,93**	**$ 41.961,96**	**$ 42.468,02**	**$ 42.980,18**
CAMBIO FOTOCONTROL	FOTOCONTROL		37,68	$ 50.151,06	1,206%	$ 1.889.691,94	$ 1.912.481,63	$ 1.935.546,15	$ 1.958.888,84	$ 1.982.513,04	$ 2.006.422,15	$ 2.030.619,60
Subtotal Fotocontrol						**$ 1.889.691,94**	**$ 1.912.481,63**	**$ 1.935.546,15**	**$ 1.958.888,84**	**$ 1.982.513,04**	**$ 2.006.422,15**	**$ 2.030.619,60**
COSTO CONSUMO ANUAL DE ENERGÍA	ROY ALPHA	38	314	$ 148.804,02	1,206%	$ 46.724.461,53	$ 47.287.958,53	$ 47.858.251,31	$ 48.435.421,82	$ 49.019.553,01	$ 49.610.728,82	$ 50.209.034,21
Subtotal Costo Consumo Anual de Energía						**$ 46.724.461,53**	**$ 47.287.958,53**	**$ 47.858.251,31**	**$ 48.435.421,82**	**$ 49.019.553,01**	**$ 49.610.728,82**	**$ 50.209.034,21**
SUMATORIA COSTOS ANUALIZADOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO						**$ 49.044.776,07**	**$ 71.828.498,09**	**$ 50.234.869,32**	**$ 73.300.582,30**	**$ 51.453.840,71**	**$ 74.805.120,65**	**$ 52.702.390,98**

COSTOS DE INVERSION ANUALIZADOS ALTERNATIVA ROY ALPHA												
AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10	AÑO 11	AÑO 12	AÑO 13	AÑO 14	AÑO 15	AÑO 16	AÑO 17	AÑO 18	AÑO 19	AÑO 20
$ 25.394.324,69	$ 25.394.324,69	$ 25.394.324,69	$ 25.394.324,69	$ 25.394.324,69	$ 25.394.324,69	$ 25.394.324,69	$ 25.394.324,69	$ 25.394.324,69	$ 25.394.324,69	$ 25.394.324,69	$ 25.394.324,69	$ 25.394.324,69
$ 3.592.286,70	$ 3.592.286,70	$ 3.592.286,70	$ 3.592.286,70	$ 3.592.286,70	$ 3.592.286,70	$ 3.592.286,70	$ 3.592.286,70	$ 3.592.286,70	$ 3.592.286,70	$ 3.592.286,70	$ 3.592.286,70	$ 3.592.286,70
$ 787.371,64	$ 787.371,64	$ 787.371,64	$ 787.371,64	$ 787.371,64	$ 787.371,64	$ 787.371,64	$ 787.371,64	$ 787.371,64	$ 787.371,64	$ 787.371,64	$ 787.371,64	$ 787.371,64
$ 606.131,47	$ 606.131,47	$ 606.131,47	$ 606.131,47	$ 606.131,47	$ 606.131,47	$ 606.131,47	$ 606.131,47	$ 606.131,47	$ 606.131,47	$ 606.131,47	$ 606.131,47	$ 606.131,47
$ 1.508.685,53	$ 1.508.685,53	$ 1.508.685,53	$ 1.508.685,53	$ 1.508.685,53	$ 1.508.685,53	$ 1.508.685,53	$ 1.508.685,53	$ 1.508.685,53	$ 1.508.685,53	$ 1.508.685,53	$ 1.508.685,53	$ 1.508.685,53
$ 31.888.800,03	**$ 31.888.800,03**	**$ 31.888.800,03**	**$ 31.888.800,03**	**$ 31.888.800,03**	**$ 31.888.800,03**	**$ 31.888.800,03**	**$ 31.888.800,03**	**$ 31.888.800,03**	**$ 31.888.800,03**	**$ 31.888.800,03**	**$ 31.888.800,03**	**$ 31.888.800,03**
												$ 637.776.000,64

COSTOS ANUALES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO ALTERNATIVA ROY ALPHA													
AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10	AÑO 11	AÑO 12	AÑO 13	AÑO 14	AÑO 15	AÑO 16	AÑO 17	AÑO 18	AÑO 19	AÑO 20	**Sumatoria subtotales anualizados**
$ 386.641,55	$ 391.304,45	$ 396.023,58	$ 400.799,63	$ 405.633,27	$ 410.525,21	$ 415.476,14	$ 420.486,78	$ 425.557,85	$ 430.690,08	$ 435.884,20	$ 441.140,97	$ 446.461,13	
$ 386.641,55	**$ 391.304,45**	**$ 396.023,58**	**$ 400.799,63**	**$ 405.633,27**	**$ 410.525,21**	**$ 415.476,14**	**$ 420.486,78**	**$ 425.557,85**	**$ 430.690,08**	**$ 435.884,20**	**$ 441.140,97**	**$ 446.461,13**	**$ 7.987.139,57**
$ 23.004.879,42		$ 23.282.318,27		$ 23.563.103,03		$ 23.847.274,05		$ 24.134.872,17		$ 24.425.938,73		$ 24.720.515,55	
$ 23.004.879,42	**$ 0,00**	**$ 23.282.318,27**	**$ 0,00**	**$ 23.563.103,03**	**$ 0,00**	**$ 23.847.274,05**	**$ 0,00**	**$ 24.134.872,17**	**$ 0,00**	**$ 24.425.938,73**	**$ 0,00**	**$ 24.720.515,55**	**$ 234.361.770,31**
$ 38.177,70	$ 38.638,13	$ 39.104,10	$ 39.575,70	$ 40.052,98	$ 40.536,02	$ 41.024,88	$ 41.519,64	$ 42.020,37	$ 42.527,14	$ 43.040,01	$ 43.559,08	$ 44.084,40	
$ 38.177,70	**$ 38.638,13**	**$ 39.104,10**	**$ 39.575,70**	**$ 40.052,98**	**$ 40.536,02**	**$ 41.024,88**	**$ 41.519,64**	**$ 42.020,37**	**$ 42.527,14**	**$ 43.040,01**	**$ 43.559,08**	**$ 44.084,40**	**$ 788.664,95**
$ 43.498,53	$ 44.023,12	$ 44.554,04	$ 45.091,36	$ 45.635,16	$ 46.185,52	$ 46.742,52	$ 47.306,23	$ 47.876,75	$ 48.454,14	$ 49.038,50	$ 49.629,90	$ 50.228,44	
$ 43.498,53	**$ 44.023,12**	**$ 44.554,04**	**$ 45.091,36**	**$ 45.635,16**	**$ 46.185,52**	**$ 46.742,52**	**$ 47.306,23**	**$ 47.876,75**	**$ 48.454,14**	**$ 49.038,50**	**$ 49.629,90**	**$ 50.228,44**	**$ 898.581,11**
$ 2.055.108,87	$ 2.079.893,48	$ 2.104.977,00	$ 2.130.363,02	$ 2.156.055,20	$ 2.182.057,23	$ 2.208.372,84	$ 2.235.005,81	$ 2.261.959,98	$ 2.289.239,22	$ 2.316.847,44	$ 2.344.788,62	$ 2.373.066,78	
$ 2.055.108,87	**$ 2.079.893,48**	**$ 2.104.977,00**	**$ 2.130.363,02**	**$ 2.156.055,20**	**$ 2.182.057,23**	**$ 2.208.372,84**	**$ 2.235.005,81**	**$ 2.261.959,98**	**$ 2.289.239,22**	**$ 2.316.847,44**	**$ 2.344.788,62**	**$ 2.373.066,78**	**$ 42.453.898,84**
$ 50.814.555,16	$ 51.427.378,70	$ 52.047.592,88	$ 52.675.286,85	$ 53.310.550,81	$ 53.953.476,06	$ 54.604.154,98	$ 55.262.681,09	$ 55.929.149,02	$ 56.603.654,56	$ 57.286.294,63	$ 57.977.167,35	$ 58.676.371,98	
$ 50.814.555,16	**$ 51.427.378,70**	**$ 52.047.592,88**	**$ 52.675.286,85**	**$ 53.310.550,81**	**$ 53.953.476,06**	**$ 54.604.154,98**	**$ 55.262.681,09**	**$ 55.929.149,02**	**$ 56.603.654,56**	**$ 57.286.294,63**	**$ 57.977.167,35**	**$ 58.676.371,98**	**$ 1.049.713.723,30**
$ 76.342.861,24	**$ 53.981.237,87**	**$ 77.914.569,87**	**$ 55.291.116,56**	**$ 79.521.030,45**	**$ 56.632.780,03**	**$ 81.163.045,40**	**$ 58.006.999,56**	**$ 82.841.436,15**	**$ 59.414.565,13**	**$ 84.557.043,52**	**$ 60.856.285,91**	**$ 86.310.728,27**	**$ 1.336.203.778,09**

COSTOS DE INVERSION ANUALIZADOS ALTERNATIVA ALUTRAFIC												
DESCRIPCIÓN	CARACTERISTICAS (W)	CANTIDAD	COSTO UNITARIO MAT. + M.O.	COSTO TOTAL	VIDA UTIL (Años)	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7
LUMINARIA	50	314	$ 1.617.472,91	$ 507.886.493,74	20	$ 25.394.324,69	$ 25.394.324,69	$ 25.394.324,69	$ 25.394.324,69	$ 25.394.324,69	$ 25.394.324,69	$ 25.394.324,69
BRAZO METÁLICO		314	$ 228.808,07	$ 71.845.733,98	20	$ 3.592.286,70	$ 3.592.286,70	$ 3.592.286,70	$ 3.592.286,70	$ 3.592.286,70	$ 3.592.286,70	$ 3.592.286,70
FOTOCELDA		314	$ 50.151,06	$ 15.747.432,84	20	$ 787.371,64	$ 787.371,64	$ 787.371,64	$ 787.371,64	$ 787.371,64	$ 787.371,64	$ 787.371,64
CABLE ENCAUCHETADO		785	$ 15.442,84	$ 12.122.629,40	20	$ 606.131,47	$ 606.131,47	$ 606.131,47	$ 606.131,47	$ 606.131,47	$ 606.131,47	$ 606.131,47
CONECTOR DE TORNILLO CON CHAQUETA AISLANTE		942	$ 32.031,54	$ 30.173.710,68	20	$ 1.508.685,53	$ 1.508.685,53	$ 1.508.685,53	$ 1.508.685,53	$ 1.508.685,53	$ 1.508.685,53	$ 1.508.685,53
COSTO LUMINARIAS			**$ 1.943.906,42**	**$ 637.776.000,64**		**$ 31.888.800,03**	**$ 31.888.800,03**	**$ 31.888.800,03**	**$ 31.888.800,03**	**$ 31.888.800,03**	**$ 31.888.800,03**	**$ 31.888.800,03**
SUMATORIA COSTOS ANUALIZADOS DE INVERSION												

COSTOS ANUALES DE OPERACIÓN ALTERNATIVA ALUTRAFIC

COSTO POR $/kWh	894,04	$/kWh
Horas de operación anual	4380	h/año
Costo unitario Driver	8%	[%*($ de luminaria)]
Costo Modulo luminaria LED	10%	[%*($ de luminaria)]
Mano de obra instalacion luminaria	$ 70.675,93	
Mano de obra Mantenimiento	$ 70.675,93	
Valor Fotocontrol	$ 38.954,76	
Valor Luminaria	$ 1.112.954,24	
Tasa de falla Luminaria completa	0,07%	
Tasa de falla Fotocontrol	12,00%	
Tasa de falla Driver	0,07%	
Tasa de falla modulo led	0,07%	

COSTOS ANUALES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO ALTERNATIVA ALUTRAFIC												
DESCRIPCIÓN	CARACTERISTICA	POTENCIA	CANTIDAD	COSTO UNITARIO MAT. Y M.O.	IPP PROYECTADO	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7
CAMBIO LUMINARIA COMPLETA	ALUTRAFIC	50	0,2198	$ 1.617.472,91	1,206%	$ 355.520,55	$ 359.808,12	$ 364.147,41	$ 368.539,03	$ 372.983,61	$ 377.481,79	$ 382.034,22
Subtotal Cambio luminaria completa						**$ 355.520,55**	**$ 359.808,12**	**$ 364.147,41**	**$ 368.539,03**	**$ 372.983,61**	**$ 377.481,79**	**$ 382.034,22**
LIMPIEZA CONJUNTO OPTICO (CADA 24 MESES)	ALUTRAFIC	50	314	$ 70.675,93	1,206%		$ 22.192.242,02		$ 22.459.880,46		$ 22.730.746,62	
Subtotal Limpieza conjunto optico							**$ 22.192.242,02**	**$ 0,00**	**$ 22.459.880,46**	**$ 0,00**	**$ 22.730.746,62**	**$ 0,00**
MANTENIMIENTO DEL DRIVER	ALUTRAFIC	50	0,2198	$ 159.712,27	1,206%	$ 35.104,76	$ 35.528,12	$ 35.956,59	$ 36.390,23	$ 36.829,09	$ 37.273,25	$ 37.722,77
Subtotal Mantenimiento del driver						**$ 35.104,76**	**$ 35.528,12**	**$ 35.956,59**	**$ 36.390,23**	**$ 36.829,09**	**$ 37.273,25**	**$ 37.722,77**
MANTENIMIENTO DE MODULOS LED	ALUTRAFIC	50	0,2198	$ 181.971,35	1,206%	$ 39.997,30	$ 40.479,67	$ 40.967,86	$ 41.461,93	$ 41.961,96	$ 42.468,02	$ 42.980,18
Subtotal mantenimiento modulos led						**$ 39.997,30**	**$ 40.479,67**	**$ 40.967,86**	**$ 41.461,93**	**$ 41.961,96**	**$ 42.468,02**	**$ 42.980,18**
CAMBIO FOTOCONTROL	FOTOCONTROL		37,68	$ 50.151,06	1,206%	$ 1.889.691,94	$ 1.912.481,63	$ 1.935.546,15	$ 1.958.888,84	$ 1.982.513,04	$ 2.006.422,15	$ 2.030.619,60
Subtotal Fotocontrol						**$ 1.889.691,94**	**$ 1.912.481,63**	**$ 1.935.546,15**	**$ 1.958.888,84**	**$ 1.982.513,04**	**$ 2.006.422,15**	**$ 2.030.619,60**
COSTO CONSUMO ANUAL DE ENERGÍA	ALUTRAFIC	50	314	$ 195.794,76	1,206%	$ 61.479.554,64	$ 62.220.998,07	$ 62.971.383,31	$ 63.730.818,19	$ 64.499.411,86	$ 65.277.274,76	$ 66.064.518,70
Subtotal Costo Consumo Anual de Energía						**$ 61.479.554,64**	**$ 62.220.998,07**	**$ 62.971.383,31**	**$ 63.730.818,19**	**$ 64.499.411,86**	**$ 65.277.274,76**	**$ 66.064.518,70**
SUMATORIA COSTOS ANUALIZADOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO						**$ 63.799.869,19**	**$ 86.761.537,63**	**$ 65.348.001,31**	**$ 88.595.978,67**	**$ 66.933.699,55**	**$ 90.471.666,59**	**$ 68.557.875,47**

COSTOS DE INVERSION ANUALIZADOS ALTERNATIVA ALUTRAFIC												
AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10	AÑO 11	AÑO 12	AÑO 13	AÑO 14	AÑO 15	AÑO 16	AÑO 17	AÑO 18	AÑO 19	AÑO 20
$ 25.394.324,69	$ 25.394.324,69	$ 25.394.324,69	$ 25.394.324,69	$ 25.394.324,69	$ 25.394.324,69	$ 25.394.324,69	$ 25.394.324,69	$ 25.394.324,69	$ 25.394.324,69	$ 25.394.324,69	$ 25.394.324,69	$ 25.394.324,69
$ 3.592.286,70	$ 3.592.286,70	$ 3.592.286,70	$ 3.592.286,70	$ 3.592.286,70	$ 3.592.286,70	$ 3.592.286,70	$ 3.592.286,70	$ 3.592.286,70	$ 3.592.286,70	$ 3.592.286,70	$ 3.592.286,70	$ 3.592.286,70
$ 787.371,64	$ 787.371,64	$ 787.371,64	$ 787.371,64	$ 787.371,64	$ 787.371,64	$ 787.371,64	$ 787.371,64	$ 787.371,64	$ 787.371,64	$ 787.371,64	$ 787.371,64	$ 787.371,64
$ 606.131,47	$ 606.131,47	$ 606.131,47	$ 606.131,47	$ 606.131,47	$ 606.131,47	$ 606.131,47	$ 606.131,47	$ 606.131,47	$ 606.131,47	$ 606.131,47	$ 606.131,47	$ 606.131,47
$ 1.508.685,53	$ 1.508.685,53	$ 1.508.685,53	$ 1.508.685,53	$ 1.508.685,53	$ 1.508.685,53	$ 1.508.685,53	$ 1.508.685,53	$ 1.508.685,53	$ 1.508.685,53	$ 1.508.685,53	$ 1.508.685,53	$ 1.508.685,53
$ 31.888.800,03	**$ 31.888.800,03**	**$ 31.888.800,03**	**$ 31.888.800,03**	**$ 31.888.800,03**	**$ 31.888.800,03**	**$ 31.888.800,03**	**$ 31.888.800,03**	**$ 31.888.800,03**	**$ 31.888.800,03**	**$ 31.888.800,03**	**$ 31.888.800,03**	**$ 31.888.800,03**
												$ 637.776.000,64

COSTOS ANUALES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO ALTERNATIVA ALUTRAFIC													
AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10	AÑO 11	AÑO 12	AÑO 13	AÑO 14	AÑO 15	AÑO 16	AÑO 17	AÑO 18	AÑO 19	AÑO 20	**Sumatoria subtotales anualizados**
$ 386.641,55	$ 391.304,45	$ 396.023,58	$ 400.799,63	$ 405.633,27	$ 410.525,21	$ 415.476,14	$ 420.486,78	$ 425.557,85	$ 430.690,08	$ 435.884,20	$ 441.140,97	$ 446.461,13	
$ 386.641,55	**$ 391.304,45**	**$ 396.023,58**	**$ 400.799,63**	**$ 405.633,27**	**$ 410.525,21**	**$ 415.476,14**	**$ 420.486,78**	**$ 425.557,85**	**$ 430.690,08**	**$ 435.884,20**	**$ 441.140,97**	**$ 446.461,13**	**$ 7.987.139,57**
$ 23.004.879,42		$ 23.282.318,27		$ 23.563.103,03		$ 23.847.274,05		$ 24.134.872,17		$ 24.425.938,73		$ 24.720.515,55	
$ 23.004.879,42	**$ 0,00**	**$ 23.282.318,27**	**$ 0,00**	**$ 23.563.103,03**	**$ 0,00**	**$ 23.847.274,05**	**$ 0,00**	**$ 24.134.872,17**	**$ 0,00**	**$ 24.425.938,73**	**$ 0,00**	**$ 24.720.515,55**	**$ 234.361.770,31**
$ 38.177,70	$ 38.638,13	$ 39.104,10	$ 39.575,70	$ 40.052,98	$ 40.536,02	$ 41.024,88	$ 41.519,64	$ 42.020,37	$ 42.527,14	$ 43.040,01	$ 43.559,08	$ 44.084,40	
$ 38.177,70	**$ 38.638,13**	**$ 39.104,10**	**$ 39.575,70**	**$ 40.052,98**	**$ 40.536,02**	**$ 41.024,88**	**$ 41.519,64**	**$ 42.020,37**	**$ 42.527,14**	**$ 43.040,01**	**$ 43.559,08**	**$ 44.084,40**	**$ 788.664,95**
$ 43.498,53	$ 44.023,12	$ 44.554,04	$ 45.091,36	$ 45.635,16	$ 46.185,52	$ 46.742,52	$ 47.306,23	$ 47.876,75	$ 48.454,14	$ 49.038,50	$ 49.629,90	$ 50.228,44	
$ 43.498,53	**$ 44.023,12**	**$ 44.554,04**	**$ 45.091,36**	**$ 45.635,16**	**$ 46.185,52**	**$ 46.742,52**	**$ 47.306,23**	**$ 47.876,75**	**$ 48.454,14**	**$ 49.038,50**	**$ 49.629,90**	**$ 50.228,44**	**$ 898.581,11**
$ 2.055.108,87	$ 2.079.893,48	$ 2.104.977,00	$ 2.130.363,02	$ 2.156.055,20	$ 2.182.057,23	$ 2.208.372,84	$ 2.235.005,81	$ 2.261.959,98	$ 2.289.239,22	$ 2.316.847,44	$ 2.344.788,62	$ 2.373.066,78	
$ 2.055.108,87	**$ 2.079.893,48**	**$ 2.104.977,00**	**$ 2.130.363,02**	**$ 2.156.055,20**	**$ 2.182.057,23**	**$ 2.208.372,84**	**$ 2.235.005,81**	**$ 2.261.959,98**	**$ 2.289.239,22**	**$ 2.316.847,44**	**$ 2.344.788,62**	**$ 2.373.066,78**	**$ 42.453.898,84**
$ 66.861.256,79	$ 67.667.603,55	$ 68.483.674,85	$ 69.309.587,97	$ 70.145.461,60	$ 70.991.415,86	$ 71.847.572,34	$ 72.714.054,06	$ 73.590.985,55	$ 74.478.492,84	$ 75.376.703,46	$ 76.285.746,51	$ 77.205.752,61	
$ 66.861.256,79	**$ 67.667.603,55**	**$ 68.483.674,85**	**$ 69.309.587,97**	**$ 70.145.461,60**	**$ 70.991.415,86**	**$ 71.847.572,34**	**$ 72.714.054,06**	**$ 73.590.985,55**	**$ 74.478.492,84**	**$ 75.376.703,46**	**$ 76.285.746,51**	**$ 77.205.752,61**	**$ 1.381.202.267,51**
$ 92.389.562,87	**$ 70.221.462,73**	**$ 94.350.651,83**	**$ 71.925.417,67**	**$ 96.355.941,23**	**$ 73.670.719,84**	**$ 98.406.462,76**	**$ 75.458.372,53**	**$ 100.503.272,68**	**$ 77.289.403,42**	**$ 102.647.452,35**	**$ 79.164.865,08**	**$ 104.840.108,90**	**$ 1.667.692.322,29**

COSTOS DE INVERSION ANUALIZADOS ALTERNATIVA LUMEN												
DESCRIPCIÓN	CARACTERISTICAS (W)	CANTIDAD	COSTO UNITARIO MAT. + M.O.	COSTO TOTAL	VIDA UTIL (Años)	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7
LUMINARIA	40	314	$ 1.617.472,91	$ 507.886.493,74	20	$ 25.394.324,69	$ 25.394.324,69	$ 25.394.324,69	$ 25.394.324,69	$ 25.394.324,69	$ 25.394.324,69	$ 25.394.324,69
BRAZO METÁLICO		314	$ 228.808,07	$ 71.845.733,98	20	$ 3.592.286,70	$ 3.592.286,70	$ 3.592.286,70	$ 3.592.286,70	$ 3.592.286,70	$ 3.592.286,70	$ 3.592.286,70
FOTOCELDA		314	$ 50.151,06	$ 15.747.432,84	20	$ 787.371,64	$ 787.371,64	$ 787.371,64	$ 787.371,64	$ 787.371,64	$ 787.371,64	$ 787.371,64
CABLE ENCAUCHETADO		785	$ 15.442,84	$ 12.122.629,40	20	$ 606.131,47	$ 606.131,47	$ 606.131,47	$ 606.131,47	$ 606.131,47	$ 606.131,47	$ 606.131,47
CONECTOR DE TORNILLO CON CHAQUETA AISLANTE		942	$ 32.031,54	$ 30.173.710,68	20	$ 1.508.685,53	$ 1.508.685,53	$ 1.508.685,53	$ 1.508.685,53	$ 1.508.685,53	$ 1.508.685,53	$ 1.508.685,53
COSTO LUMINARIAS			**$ 1.943.906,42**	**$ 637.776.000,64**		**$ 31.888.800,03**	**$ 31.888.800,03**	**$ 31.888.800,03**	**$ 31.888.800,03**	**$ 31.888.800,03**	**$ 31.888.800,03**	**$ 31.888.800,03**
SUMATORIA COSTOS ANUALIZADOS DE INVERSION												

COSTOS ANUALES DE OPERACIÓN ALTERNATIVA LUMEN

COSTO POR $/kWh	894,04	$/kWh
Horas de operación anual	4380	h/año
Costo unitario Driver	8%	[%*($ de luminaria)]
Costo Modulo luminaria LED	10%	[%*($ de luminaria)]
Mano de obra instalacion luminaria	$ 70.675,93	
Mano de obra Mantenimiento	$ 70.675,93	
Valor Fotocontrol	$ 38.954,76	
Valor Luminaria	$ 1.112.954,24	
Tasa de falla Luminaria completa	0,07%	
Tasa de falla Fotocontrol	12,00%	
Tasa de falla Driver	0,07%	
Tasa de falla modulo led	0,07%	

COSTOS ANUALES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO ALTERNATIVA LUMEN												
DESCRIPCIÓN	CARACTERISTICA	POTENCIA	CANTIDAD	COSTO UNITARIO MAT. Y M.O.	IPP PROYECTADO	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7
CAMBIO LUMINARIA COMPLETA	LUMEN	40	0,2198	$ 1.617.472,91	1,206%	$ 355.520,55	$ 359.808,12	$ 364.147,41	$ 368.539,03	$ 372.983,61	$ 377.481,79	$ 382.034,22
Subtotal Cambio luminaria completa						**$ 355.520,55**	**$ 359.808,12**	**$ 364.147,41**	**$ 368.539,03**	**$ 372.983,61**	**$ 377.481,79**	**$ 382.034,22**
LIMPIEZA CONJUNTO OPTICO (CADA 24 MESES)	LUMEN	40	314	$ 70.675,93	1,206%		$ 22.192.242,02		$ 22.459.880,46		$ 22.730.746,62	
Subtotal Limpieza conjunto optico							**$ 22.192.242,02**	**$ 0,00**	**$ 22.459.880,46**	**$ 0,00**	**$ 22.730.746,62**	**$ 0,00**
MANTENIMIENTO DEL DRIVER	LUMEN	40	0,2198	$ 159.712,27	1,206%	$ 35.104,76	$ 35.528,12	$ 35.956,59	$ 36.390,23	$ 36.829,09	$ 37.273,25	$ 37.722,77
Subtotal Mantenimiento del driver						**$ 35.104,76**	**$ 35.528,12**	**$ 35.956,59**	**$ 36.390,23**	**$ 36.829,09**	**$ 37.273,25**	**$ 37.722,77**
MANTENIMIENTO DE MODULOS LED	LUMEN	40	0,2198	$ 181.971,35	1,206%	$ 39.997,30	$ 40.479,67	$ 40.967,86	$ 41.461,93	$ 41.961,96	$ 42.468,02	$ 42.980,18
Subtotal mantenimiento modulos led						**$ 39.997,30**	**$ 40.479,67**	**$ 40.967,86**	**$ 41.461,93**	**$ 41.961,96**	**$ 42.468,02**	**$ 42.980,18**
CAMBIO FOTOCONTROL	FOTOCONTROL		37,68	$ 50.151,06	1,206%	$ 1.889.691,94	$ 1.912.481,63	$ 1.935.546,15	$ 1.958.888,84	$ 1.982.513,04	$ 2.006.422,15	$ 2.030.619,60
Subtotal Fotocontrol						**$ 1.889.691,94**	**$ 1.912.481,63**	**$ 1.935.546,15**	**$ 1.958.888,84**	**$ 1.982.513,04**	**$ 2.006.422,15**	**$ 2.030.619,60**
COSTO CONSUMO ANUAL DE ENERGÍA	LUMEN	40	314	$ 156.635,81	1,206%	$ 49.183.643,71	$ 49.776.798,46	$ 50.377.106,64	$ 50.984.654,55	$ 51.599.529,48	$ 52.221.819,81	$ 52.851.614,96
Subtotal Costo Consumo Anual de Energía						**$ 49.183.643,71**	**$ 49.776.798,46**	**$ 50.377.106,64**	**$ 50.984.654,55**	**$ 51.599.529,48**	**$ 52.221.819,81**	**$ 52.851.614,96**
SUMATORIA COSTOS ANUALIZADOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO						**$ 51.503.958,26**	**$ 74.317.338,02**	**$ 52.753.724,65**	**$ 75.849.815,03**	**$ 54.033.817,18**	**$ 77.416.211,64**	**$ 55.344.971,73**

COSTOS DE INVERSION ANUALIZADOS ALTERNATIVA LUMEN												
AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10	AÑO 11	AÑO 12	AÑO 13	AÑO 14	AÑO 15	AÑO 16	AÑO 17	AÑO 18	AÑO 19	AÑO 20
$ 25.394.324,69	$ 25.394.324,69	$ 25.394.324,69	$ 25.394.324,69	$ 25.394.324,69	$ 25.394.324,69	$ 25.394.324,69	$ 25.394.324,69	$ 25.394.324,69	$ 25.394.324,69	$ 25.394.324,69	$ 25.394.324,69	$ 25.394.324,69
$ 3.592.286,70	$ 3.592.286,70	$ 3.592.286,70	$ 3.592.286,70	$ 3.592.286,70	$ 3.592.286,70	$ 3.592.286,70	$ 3.592.286,70	$ 3.592.286,70	$ 3.592.286,70	$ 3.592.286,70	$ 3.592.286,70	$ 3.592.286,70
$ 787.371,64	$ 787.371,64	$ 787.371,64	$ 787.371,64	$ 787.371,64	$ 787.371,64	$ 787.371,64	$ 787.371,64	$ 787.371,64	$ 787.371,64	$ 787.371,64	$ 787.371,64	$ 787.371,64
$ 606.131,47	$ 606.131,47	$ 606.131,47	$ 606.131,47	$ 606.131,47	$ 606.131,47	$ 606.131,47	$ 606.131,47	$ 606.131,47	$ 606.131,47	$ 606.131,47	$ 606.131,47	$ 606.131,47
$ 1.508.685,53	$ 1.508.685,53	$ 1.508.685,53	$ 1.508.685,53	$ 1.508.685,53	$ 1.508.685,53	$ 1.508.685,53	$ 1.508.685,53	$ 1.508.685,53	$ 1.508.685,53	$ 1.508.685,53	$ 1.508.685,53	$ 1.508.685,53
$ 31.888.800,03	**$ 31.888.800,03**	**$ 31.888.800,03**	**$ 31.888.800,03**	**$ 31.888.800,03**	**$ 31.888.800,03**	**$ 31.888.800,03**	**$ 31.888.800,03**	**$ 31.888.800,03**	**$ 31.888.800,03**	**$ 31.888.800,03**	**$ 31.888.800,03**	**$ 31.888.800,03**
												$ 637.776.000,64

COSTOS ANUALES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO ALTERNATIVA LUMEN													
AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10	AÑO 11	AÑO 12	AÑO 13	AÑO 14	AÑO 15	AÑO 16	AÑO 17	AÑO 18	AÑO 19	AÑO 20	**Sumatoria subtotales anualizados**
$ 386.641,55	$ 391.304,45	$ 396.023,58	$ 400.799,63	$ 405.633,27	$ 410.525,21	$ 415.476,14	$ 420.486,78	$ 425.557,85	$ 430.690,08	$ 435.884,20	$ 441.140,97	$ 446.461,13	
$ 386.641,55	**$ 391.304,45**	**$ 396.023,58**	**$ 400.799,63**	**$ 405.633,27**	**$ 410.525,21**	**$ 415.476,14**	**$ 420.486,78**	**$ 425.557,85**	**$ 430.690,08**	**$ 435.884,20**	**$ 441.140,97**	**$ 446.461,13**	**$ 7.987.139,57**
$ 23.004.879,42		$ 23.282.318,27		$ 23.563.103,03		$ 23.847.274,05		$ 24.134.872,17		$ 24.425.938,73		$ 24.720.515,55	
$ 23.004.879,42	**$ 0,00**	**$ 23.282.318,27**	**$ 0,00**	**$ 23.563.103,03**	**$ 0,00**	**$ 23.847.274,05**	**$ 0,00**	**$ 24.134.872,17**	**$ 0,00**	**$ 24.425.938,73**	**$ 0,00**	**$ 24.720.515,55**	**$ 234.361.770,31**
$ 38.177,70	$ 38.638,13	$ 39.104,10	$ 39.575,70	$ 40.052,98	$ 40.536,02	$ 41.024,88	$ 41.519,64	$ 42.020,37	$ 42.527,14	$ 43.040,01	$ 43.559,08	$ 44.084,40	
$ 38.177,70	**$ 38.638,13**	**$ 39.104,10**	**$ 39.575,70**	**$ 40.052,98**	**$ 40.536,02**	**$ 41.024,88**	**$ 41.519,64**	**$ 42.020,37**	**$ 42.527,14**	**$ 43.040,01**	**$ 43.559,08**	**$ 44.084,40**	**$ 788.664,95**
$ 43.498,53	$ 44.023,12	$ 44.554,04	$ 45.091,36	$ 45.635,16	$ 46.185,52	$ 46.742,52	$ 47.306,23	$ 47.876,75	$ 48.454,14	$ 49.038,50	$ 49.629,90	$ 50.228,44	
$ 43.498,53	**$ 44.023,12**	**$ 44.554,04**	**$ 45.091,36**	**$ 45.635,16**	**$ 46.185,52**	**$ 46.742,52**	**$ 47.306,23**	**$ 47.876,75**	**$ 48.454,14**	**$ 49.038,50**	**$ 49.629,90**	**$ 50.228,44**	**$ 898.581,11**
$ 2.055.108,87	$ 2.079.893,48	$ 2.104.977,00	$ 2.130.363,02	$ 2.156.055,20	$ 2.182.057,23	$ 2.208.372,84	$ 2.235.005,81	$ 2.261.959,98	$ 2.289.239,22	$ 2.316.847,44	$ 2.344.788,62	$ 2.373.066,78	
$ 2.055.108,87	**$ 2.079.893,48**	**$ 2.104.977,00**	**$ 2.130.363,02**	**$ 2.156.055,20**	**$ 2.182.057,23**	**$ 2.208.372,84**	**$ 2.235.005,81**	**$ 2.261.959,98**	**$ 2.289.239,22**	**$ 2.316.847,44**	**$ 2.344.788,62**	**$ 2.373.066,78**	**$ 42.453.898,84**
$ 53.489.005,43	$ 54.134.082,84	$ 54.786.939,88	$ 55.447.670,37	$ 56.116.369,28	$ 56.793.132,69	$ 57.478.057,87	$ 58.171.243,25	$ 58.872.788,44	$ 59.582.794,27	$ 60.301.362,77	$ 61.028.597,21	$ 61.764.602,09	
$ 53.489.005,43	**$ 54.134.082,84**	**$ 54.786.939,88**	**$ 55.447.670,37**	**$ 56.116.369,28**	**$ 56.793.132,69**	**$ 57.478.057,87**	**$ 58.171.243,25**	**$ 58.872.788,44**	**$ 59.582.794,27**	**$ 60.301.362,77**	**$ 61.028.597,21**	**$ 61.764.602,09**	**$ 1.104.961.814,00**
$ 79.017.311,51	**$ 56.687.942,02**	**$ 80.653.916,86**	**$ 58.063.500,08**	**$ 82.326.848,91**	**$ 59.472.436,66**	**$ 84.036.948,30**	**$ 60.915.561,72**	**$ 85.785.075,57**	**$ 62.393.704,85**	**$ 87.572.111,66**	**$ 63.907.715,77**	**$ 89.398.958,38**	**$ 1.391.451.868,79**