



**“ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y
LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL,
EN BOGOTÁ D.C.”**

CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 1630 DE 2020

**ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
MOVILIDAD**

INF-RSG--CASC-145-21

**Informe Etapa de Diseños
Componente Redes Secas
Cálculos Interferencias de Redes de Media Tensión Tramo 1.**

CONSORCIO CS



BOGOTÁ, 2022 – Junio 5 - 2022

	ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.	
---	--	---

PRODUCTO DOCUMENTAL

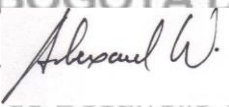
INF-RSG--CASC-145-21

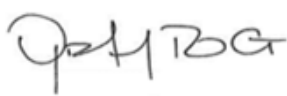
Informe Etapa Diseño Componente Redes Secas Cálculos Interferencias de Redes de Media Tensión Tramo 1.

CONTROL DE VERSIONES

Versión	Fecha	Descripción de la Modificación	Folios
Versión 01	/11/2021	Versión inicial	15
Versión 02	/12/2021	Observaciones ISC-CAI-P1580 606	17
Versión 03	/01/2022	Observaciones CODENSA-ENEL vía e-mail del 24-12-21.	26

EMPRESA CONTRATISTA

VALIDADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
		
Ing. Diego Fernando Devia N. Especialista Redes Secas	Ing. Alexander Uribe Especialista Redes Secas	Ing. Mario Ernesto Vacca G. Director de Consultoría

REVISADO POR:	AVALADO POR:	APROBADO POR:
		
Ing. José Norberto Velandia Especialista en redes eléctricas, gas, teléfono, fibra óptica	Ing. Wilmer Alexander Roza Coordinador de Interventoría	Ing. Oscar Andrés Rico Gómez Director de Interventoría

	ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.	
---	--	---

Tabla de contenido

1	INTRODUCCIÓN.....	5
2	OBJETIVOS DE LA SOLUCIÓN EN LAS INTERFERENCIAS DE REDES MEDIA TENSION DESNUDA..	5
2.1	OBJETIVOS GENERALES.....	5
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
3	LOCALIZACIÓN GENERAL DEL PROYECTO	6
4	PRESENTACIÓN DEL PROYECTO	6
5	ANÁLISIS DE RIESGOS DE ORIGEN ELÉCTRICO Y MEDIDAS PARA MITIGARLOS	12
5.1.	FACTORES DE RIESGO DE ORIGEN ELECTRICO.....	12
5.2.	CRITERIOS DE EVALUACION	14
5.3.	CONCLUSIONES DEL RIESGO ELECTRICO.....	16
6	ANÁLISIS DEL NIVEL DE TENSIÓN REQUERIDO.....	16
7	DIMENSIONAMIENTO DE CONDUCTORES A UTILIZAR EN MEDIA TENSIÓN Y BAJA TENSIÓN.....	16
8	SELECCIÓN DE PROTECCIONES CONTRA SOBRECORRIENTES MT_BT.....	18
9	CÁLCULOS DE CANALIZACIONES	18
10	CÁLCULO DE PÉRDIDAS DE ENERGÍA	18
12	CÁLCULO MECÁNICO DE ESTRUCTURAS Y DE ELEMENTOS DE SUJECCIÓN DE EQUIPOS	19
13	CLASIFICACIÓN DE ÁREAS	21
14	SOLUCION A LAS INTERFERENCIAS DE LA RED DE MT CON LA LINEA DEL CABLE AEREO	21
14.1	SOLUCION INTERFERENCIAS No 1 y 2:	22
14.2	SOLUCION INTERFERENCIA No 3.....	23
14.3	SOLUCION INTERFERENCIA No 4.....	24
14.4	SOLUCION INTERFERENCIA No 5.....	25
14.5	SOLUCION INTERFERENCIA No 6.....	25
	CONCLUSIONES.....	26

Indice de figuras

Figura 1- Localización General del Proyecto	6
Figura 2 - (a) Interferencia No 1 (CL 31 C Sur), (b) Interferencia No 2 (CR 2) y (c) Vista en planta de las interferencias No 1 y 2.....	7
Figura 3 - (a) Interferencia No 3 y (b) Vista en planta de la interferencia No 3.	8
Figura 4 - (a) Interferencia No 4 y (b) Vista en planta de las interferencia No 4.	9
Figura 5 - (a) Interferencia No 5 y (b) Vista en planta de las interferencia No 5.	10
Figura 6 - (a) Interferencia No 6 y (b) Vista en planta de las interferencia No 6.	11
Figura 7 - Estructura LA655-Transición a desnudo	19
Figura 8 - Estructura LA653-Suspensión.	20
Figura 9 - Solución para las Interferencias No 1 y 2.....	22
Figura 10 - Solución para la Interferencia No 3.....	23
Figura 11 - Solución para la Interferencia No 4.....	24
Figura 12 - Solución para la Interferencia No 5.....	25
Figura 13 - Solución para la Interferencia No 6.....	26

 ALCALDIA MAYOR BOGOTA D.C. Instituto DESARROLLO URBANO	ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.	 CONSORCIO CS Caly Mayor Colombia S.A.S. Supering Ingeniería de Proyectos
--	--	--

Indice de Tablas

<i>Tabla 1 - Análisis de riesgo eléctrico – Contacto directo.</i>	13
<i>Tabla 2 - Análisis de riesgo eléctrico – Arco eléctrico.</i>	14
<i>Tabla 3 - Criterios de evaluación de riesgo eléctrico.</i>	15
<i>Tabla 4 - Requisitos para cables de aleaciones de aluminio clase A y AA de AAAC</i>	17
<i>Tabla 5 - Cable definido en la especificación técnica GSCC008.</i>	17
<i>Tabla 6 - Valores reducidos del espesor aislamiento.</i>	18
<i>Tabla 7 - Descripción de elementos de la estructura Transición a Desnudo.</i>	20
<i>Tabla 8 - Descripción de elementos de la estructura Suspensión.</i>	20



	ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.	
---	--	---

1 INTRODUCCIÓN

Dado el caso de presentarse un rescate vertical en la explotación del cable aéreo, se debe solucionar las interferencias de las redes desnudas de media tensión, a una longitud perpendicular mínima de 8 metros al eje central del cable aéreo. Este documento contiene el informe y memorias de cálculos para la solución a las seis (6) interferencias con redes de media tensión de cable desnudo que se presentan en el primer tramo de la línea del Cable San Cristóbal, como parte de la etapa de diseños del contrato “Actualización, Ajustes y Complementación de la Factibilidad y Estudios y Diseños del Cable Aéreo en San Cristóbal, En Bogotá D.C.”, todo ello justificado por las normas ENEL-CODENSA.

2 OBJETIVOS DE LA SOLUCIÓN EN LAS INTERFERENCIAS DE REDES MEDIA TENSION DESNUDA

2.1 OBJETIVOS GENERALES

- Elaborar y presentar el diseño para la solución a las seis (6) interferencias con las redes de media tensión de cable desnudo existentes, en el primer tramo de la futura línea del Cable Aéreo San Cristóbal.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Presentar la caracterización de los puntos en donde se ubican las interferencias de redes de media tensión con cable desnudo y la línea del Cable Aéreo.
- Plantear los requerimientos de las interferencias de media tensión de redes de media tensión con cable desnudo y la línea del Cable Aéreo.
- Presentar la solución para cada una de las seis (6) interferencias entre la red de media tensión con cable desnudo y la línea del Cable Aéreo, de acuerdo a la normatividad aplicada.

 ALCALDIA MAYOR BOGOTÁ D.C. Instituto DESARROLLO URBANO	ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.	 CONSORCIO CS Caly Mayor Colombia S.A. Supering Ingeniería e Ingeniería de Proyectos
--	--	---

3 LOCALIZACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

El proyecto del Cable San Cristóbal se desarrolla en la localidad de San Cristóbal, el cual contemplan dos tramos. El primer tramo inicia desde la estación 20 de Julio ubicada en la Calle 30A sur con carrera quinta y finaliza en la estación motriz ubicada en el barrio la Victoria entre las calles 40 y 41 Sur, y carreras 3A Este y 3C Este. El segundo tramo inicia en la estación motriz y finaliza en la estación retorno ubicada en el barrio la Altamira entre calles 42B sur y 43A sur, y entre las carreras 12A y 12B este.

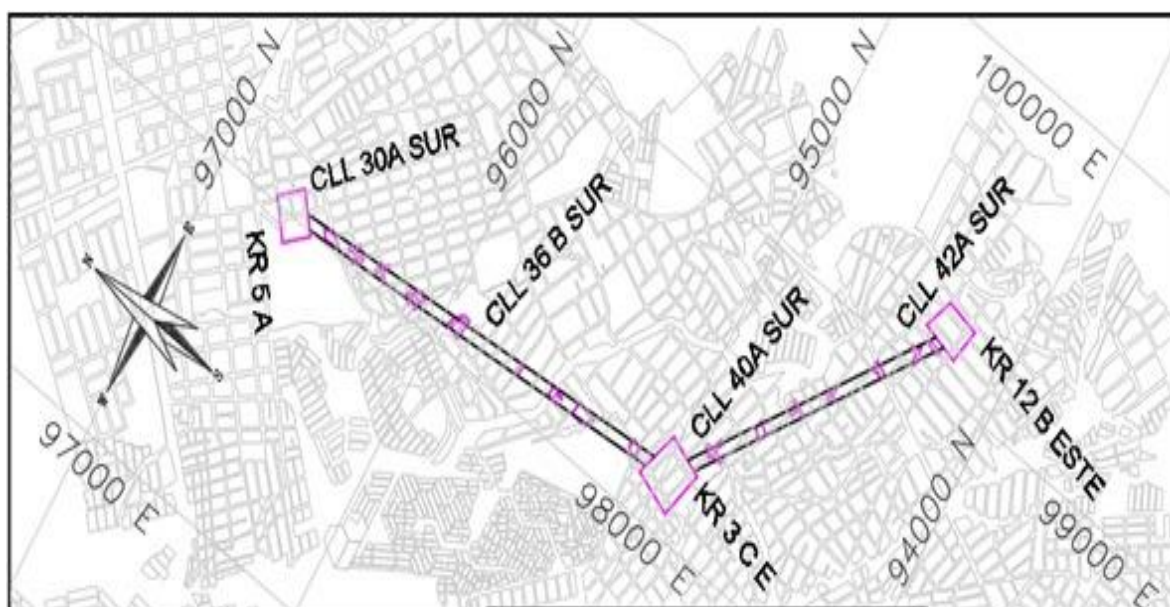


Figura 1- Localización General del Proyecto

Fuente – Elaboración propia Consorcio CS

4 PRESENTACIÓN DEL PROYECTO.

A continuación se presentan las seis interferencias existentes de redes de media tensión, con el primer tramo de la futura línea del Cable Aéreo San Cristóbal.

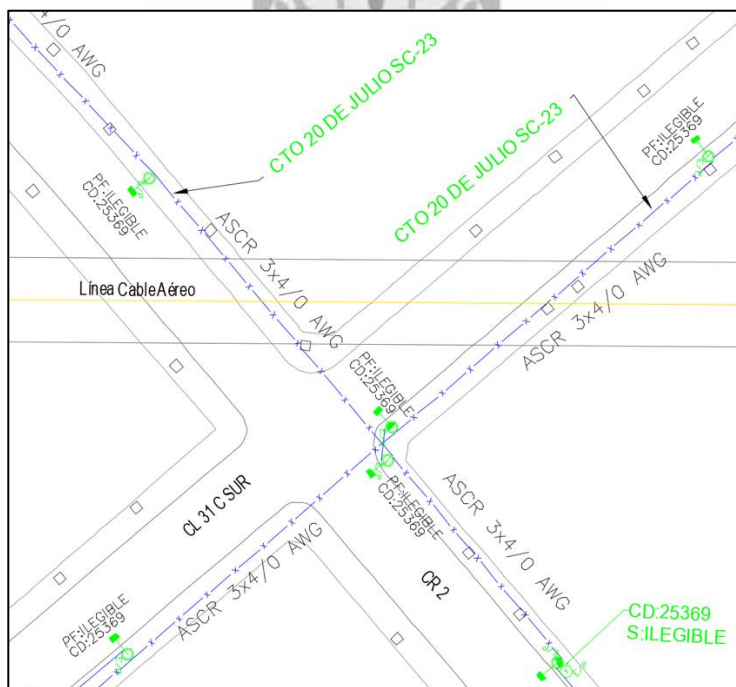
4.1 Interferencia No 1 y 2: Se encuentran ubicadas en la carrera 2 con calle 31C Sur (figura 2).



(a)



(b)



(c)

Figura 2 - (a) Interferencia No 1 (CL 31 C Sur), (b) Interferencia No 2 (CR 2) y (c) Vista en planta de las interferencias No 1 y 2.

Fuente – Elaboración propia Consorcio CS

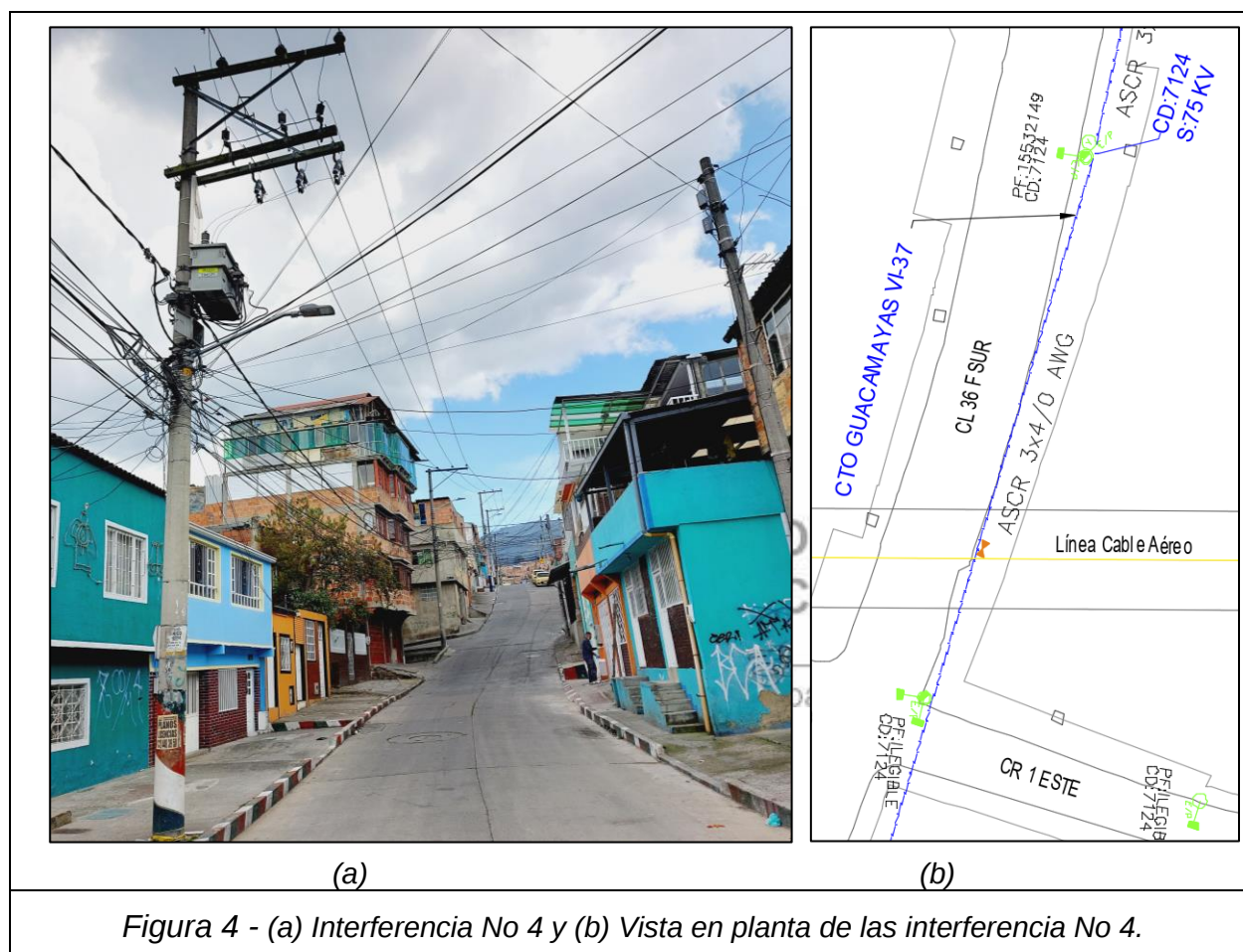
4.2 Interferencia 3: Se encuentra ubicada en la Calle 35 Sur entre carrera 1 y carrera 1 Este (Figura 3).



Fuente – Elaboración propia Consorcio CS

 ALCALDIA MAYOR BOGOTÁ D.C. Instituto DESARROLLO URBANO	ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.	 CONSORCIO CS Caly Mayor Colombia S.A.S. Supering Ingeniería e Ingeniería de Proyectos
--	--	---

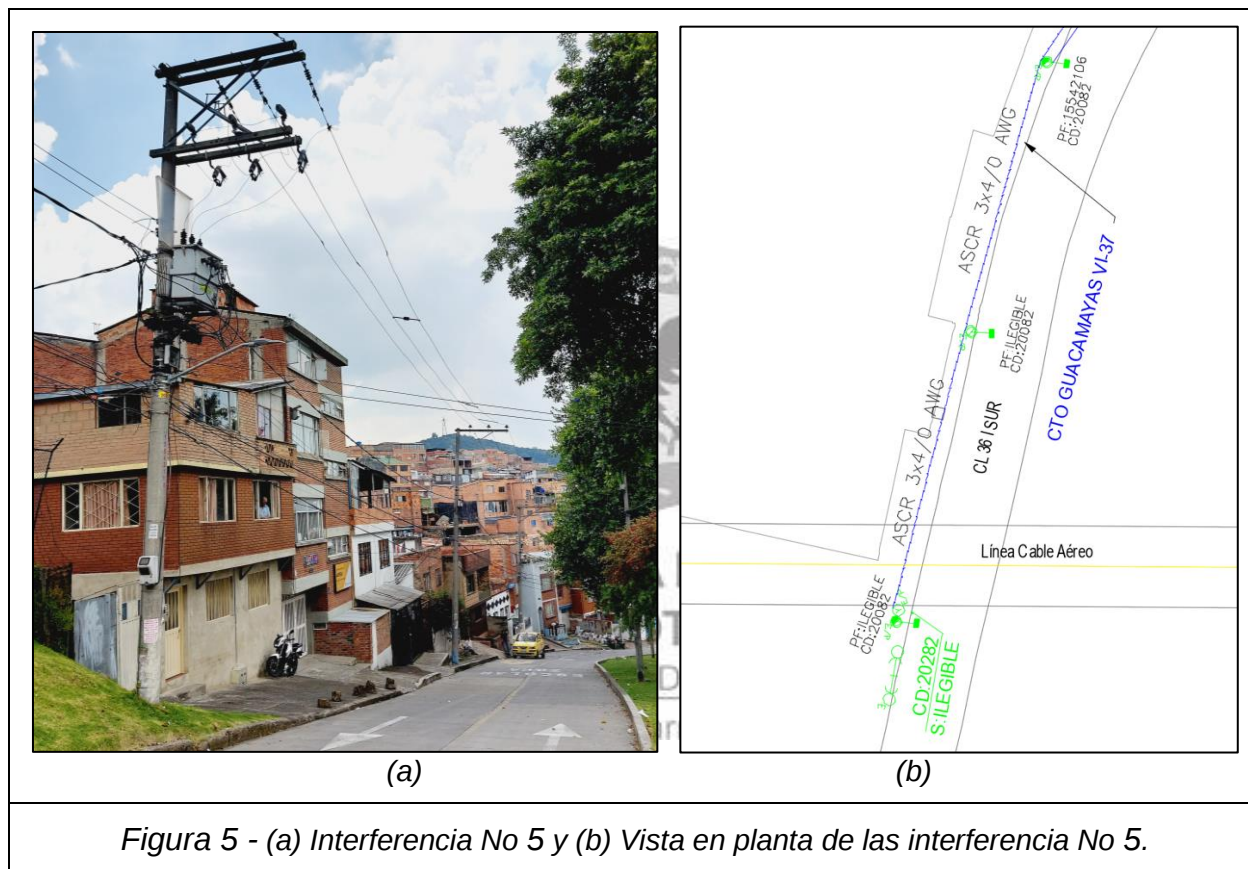
4.3 Interferencia 4: Se encuentra ubicada en la Calle 36F Sur entre carrera 1 y carrera 1 Este (Figura 4)



Fuente – Elaboración propia Consorcio CS

 ALCALDIA MAYOR BOGOTÁ D.C. Instituto DESARROLLO URBANO	ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.	 CONSORCIO CS Caly Mayor Colombia S.A.S. Supering Ingeniería e Ingeniería de Proyectos
---	--	--

4.4 Interferencia 5: Se encuentra ubicada en la calle 36 I Sur con cra 2A bis Este (Figura 5).



Fuente – Elaboración propia Consorcio CS

4.5 Interferencia 6: Se encuentra ubicada en la carrera 3A Este con diagonal 39 Sur (Figura 6).

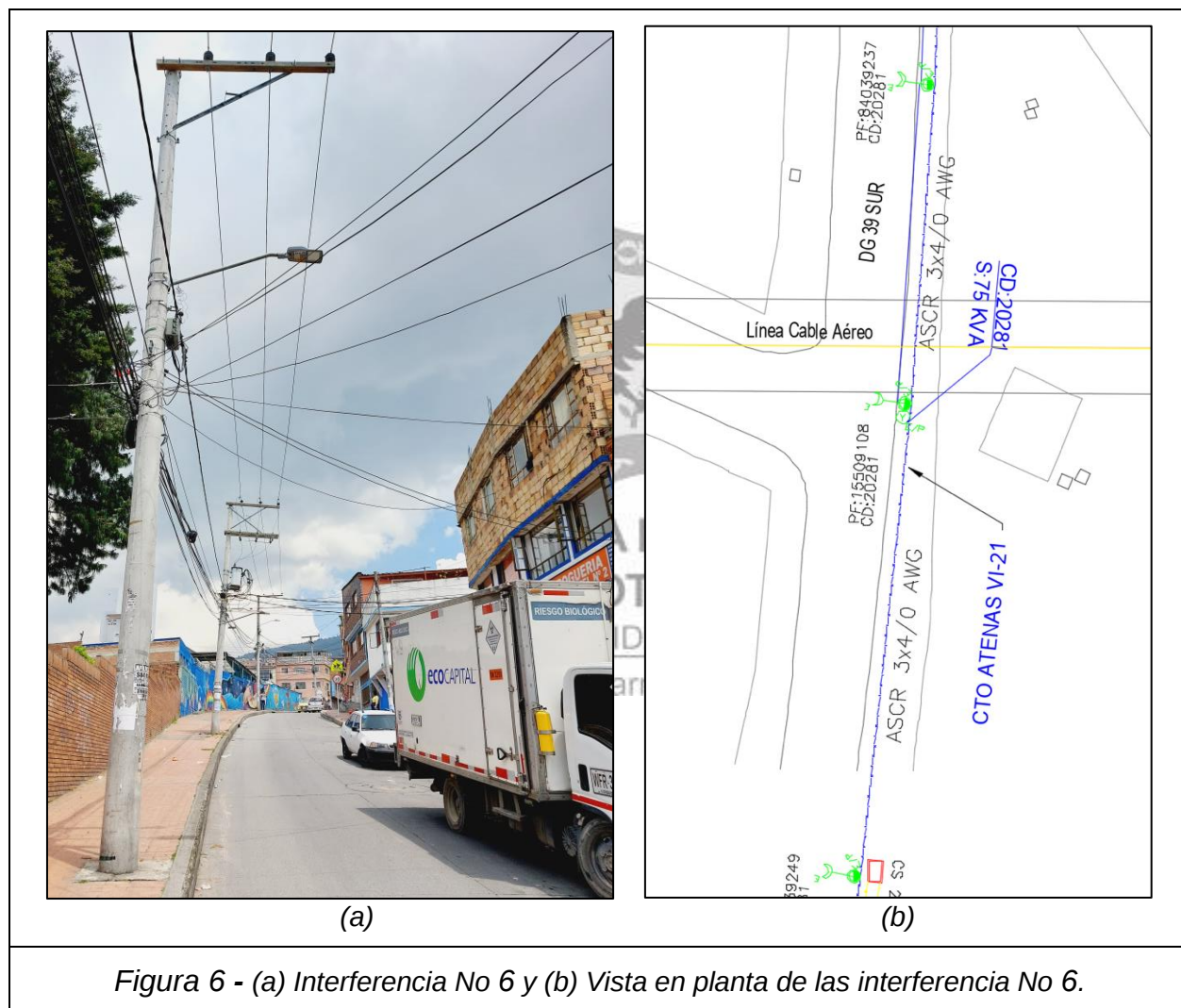


Figura 6 - (a) Interferencia No 6 y (b) Vista en planta de las interferencia No 6.

Fuente – Elaboración propia Consorcio CS

	ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.	
---	--	---

5 ANÁLISIS DE RIESGOS DE ORIGEN ELÉCTRICO Y MEDIDAS PARA MITIGARLOS

Con el fin de establecer unos parámetros mínimos de seguridad en los trabajadores frente al riesgo de origen eléctrico en el área de trabajo, operaciones y maniobras, se presenta el siguiente análisis.

Entre las actividades laborales que se deben considerar para evaluar el riesgo están:

1. Personas que operan equipos eléctricos o realizan instalaciones eléctricas.
2. Personas que realizan mantenimiento en sistemas eléctricos.
3. Personas que no intervienen en instalaciones eléctricas pero trabajan cerca a ellas.

5.1. FACTORES DE RIESGO DE ORIGEN ELECTRICO

De la Tabla 9.5 del RETIE se toman los siguientes factores de riesgo que aplican en el presente proyecto:

Arco eléctrico: Contactos flojos, cortocircuito, apertura de interruptores con carga, apertura o cierre de seccionadores.

Medida de protección: Utilizar materiales envolventes resistentes a los arcos eléctricos, mantener distancias de seguridad, usar mono gafas de protección contra rayos ultravioleta

Contacto directo: Por negligencia de operarios o impericia.

Medida de protección: Cumplir con distancias de seguridad, aislamiento o recubrimiento de partes energizadas, utilización de interruptores, elementos de protección personal de acuerdo al nivel de tensión, puesta a tierra, probar ausencia de tensión.

Contacto indirecto: fallas a tierra, rayos, fallas de aislamiento, no cumplir con distancias de seguridad.

Medida de protección: Puesta a tierra de baja resistencia, restricción a acceso a partes energizadas, alta resistividad del piso, equipotencializar.

Tensión de paso: descarga atmosférica, fallas a tierra, fallas de aislamiento, violación de áreas restringidas, retardo en el despeje de la falla

Medida de protección: Puesta a tierra de baja resistencia, restricción a accesos, alta resistividad del piso, equipotencializar.

Cortocircuito: fallas de aislamiento, impericia de los operarios, accidentes externos, vientos fuertes, humedades.

Medida de protección: interruptores automáticos con dispositivo de disparo de máxima corriente, cortacircuitos, fusibles.

Sobrecarga: Superar los límites nominales de los equipos o de los conductores, instalaciones que no cumplen las normas técnicas, conexiones flojas, armónicos.

Medida de protección: Interruptores automáticos con relé de sobrecarga, interruptores automáticos asociados con cortacircuitos, cortacircuitos, fusibles, dimensionamiento de conductores y equipos.

RIESGO A EVALUAR:		Quemadura por contacto directo (al) o (en) redes de MT													
		EVENTO O EFECTO													
		FUENTE													
(Ej: Quemaduras)					(Ej: Arco eléctrico)					(Ej: Celda de 13,8 kV)					
POTENCIAL		X		REAL				FRECUENCIA							
CONSECUENCIAS	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		E	D	C	B	A					
						No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la Empresa	Sucede varias veces al año en la Empresa	Sucede varias veces al mes en la Empresa					
	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					

Tabla 1 - Análisis de riesgo eléctrico – Contacto directo.

Fuente – RETIE

RIESGO A EVALUAR:		Quemadura por arco eléctrico (al) o (en) redes de MT								
		EVENTO O EFECTO			FACTOR DE RIESGO (CAUSA)		FUENTE			
		(Ej: Quemaduras)			(Ej: Arco eléctrico)		(Ej: Celda de 13,8 kV)			
POTENCIAL		X	REAL			FRECUENCIA				
CONSECUENCIAS	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		E	D	C	B	A
						No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la Empresa	Sucede varias veces al año en la Empresa	Sucede varias veces al mes en la Empresa
	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

Tabla 2 - Análisis de riesgo eléctrico – Arco eléctrico.

Fuente – RETIE

5.2. CRITERIOS DE EVALUACION

En la tabla 3 se presentan los criterios de evaluación de riesgo eléctrico establecidos por el RETIE.

	ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.	
---	--	---

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

Tabla 3 - Criterios de evaluación de riesgo eléctrico.

Fuente – RETIE

De acuerdo con el ítem 9.2.2 del RETIE, para evaluar la existencia de alto riesgo, se deben tener en cuenta los siguientes criterios:

- “Que existan condiciones peligrosas, plenamente identificables, especialmente carencia de medidas preventivas específicas contra los factores de riesgo eléctrico; equipos, productos o conexiones defectuosas; insuficiente capacidad para la carga de la instalación eléctrica; violación de distancias de seguridad; materiales combustibles o explosivos en lugares donde se pueda presentar arco eléctrico; presencia de lluvia, tormentas eléctricas y contaminación.
- Que el peligro tenga un carácter inminente, es decir, que existan indicios racionales de que la exposición al factor de riesgo conlleve a que se produzca el accidente. Esto significa que la muerte o una lesión física grave, un incendio o una explosión, puede ocurrir antes de que se haga un estudio a fondo del problema, para tomar las medidas preventivas.
- Que la gravedad sea máxima, es decir, que haya gran probabilidad de muerte, lesión física grave, incendio o explosión, que conlleve a que una parte del cuerpo o todo, pueda ser lesionada de tal manera que se inutilice o quede limitado su uso en forma permanente o que se destruyan bienes importantes de la instalación o de su entorno.

	ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.	
---	--	---

- *Que existan antecedentes comparables, el evaluador del riesgo debe referenciar al menos un antecedente ocurrido con condiciones similares”.*

5.3. CONCLUSIONES DEL RIESGO ELECTRICO

El nivel de riesgo se determina “RIESGO MEDIO”, toda vez que la instalación se deberá realizar con personal calificado y certificado para trabajos en alturas con sus respectivos elementos de protección personal, tomando medidas preventivas de señalización del área de trabajo mediante delineadores tubulares y cinta de peligro, sin exposición a lluvias o tormentas eléctricas, **con las líneas eléctricas desenergizadas y usando la puesta a tierra**. Las conexiones y energización del proyecto estará a cargo de CODENSA.

6 ANÁLISIS DEL NIVEL DE TENSIÓN REQUERIDO

No se realiza el análisis del nivel de tensión requerido, debido a que el presente proyecto consiste en el reemplazo de algunos tramos de redes de MT existentes, por consiguiente, esto ítem no aplica.

7 DIMENSIONAMIENTO DE CONDUCTORES A UTILIZAR EN MEDIA TENSIÓN Y BAJA TENSIÓN

En vista que el presente proyecto tienen como fin reemplazar tramos existentes de red MT en cable ASCR 4/0 AWG por cable aislado, se toma como punto de partida para la homologación del cable, el área nominal de este. De acuerdo a la tabla 6.7 del RETIE (Tabla 4) para un cable ASCR 4/0 AWG se tiene un área nominal de 107,22 mm²

Calibre	Área Nominal (mm²)	Número de hilos	R _{NCC} 20 °C (Ω/km)	Carga mínima de rotura (kN)	Calibre		Área Nominal (mm²)	Número de hilos	R _{NCC} 20 °C (Ω/km)	Carga mínima de rotura (kN)
Kcmil					Kcmil	AWG				
1750	886,74	61	0,0378	253	450		228,02	19	0,147	67,3
1500	760,06	61	0,0441	217	400		202,68	19	0,165	59,8
1439,2	729,30	61	0,0459	208	394,5		199,90	19	0,168	59,0
1348,8	683,40	61	0,0490	195	350		177,35	19	0,189	52,3
1259,6	638,20	61	0,0525	182	312,8		158,50	19	0,211	46,7
1250	633,39	61	0,0529	180	300		152,01	19	0,220	46,8
1165,1	590,40	61	0,0567	169	250		126,68	19	0,264	39,0
1077,4	545,90	61	0,0614	156	246,9		125,10	7	0,268	38,1
1000	506,71	37	0,0661	146	211,6	4/0	107,22	7	0,312	32,7
927,2	469,80	37	0,0713	136	195,7		99,20	7	0,338	30,2
900	456,04	37	0,0735	132	167,8	3/0	85,03	7	0,394	25,9
800	405,37	37	0,0826	117	155,4		78,70	7	0,426	24,0
750	380,03	37	0,0881	110	133,1	2/0	67,44	7	0,497	20,5
740,8	375,40	37	0,0892	108	123,3		62,50	7	0,536	19,0
700	354,70	37	0,0944	102	105,6	1/0	53,51	7	0,626	17,0
652,4	330,60	19	0,101	97,5	77,47		39,30	7	0,852	12,5
650	329,36	37	0,102	95,0	66,36	2	33,63	7	0,996	10,7
600	304,03	37	0,110	91,5	48,69		24,70	7	1,36	7,84
559,5	283,50	19	0,118	83,6	41,74	4	21,15	7	1,59	6,72
550	278,69	37	0,120	83,9	30,58		15,50	7	2,16	4,92
500	253,35	19	0,132	74,7	26,24	6	13,30	7	2,52	4,22
465,4	235,80	19	0,142	69,6						

Tabla 4 - Requisitos para cables de aleaciones de aluminio clase A y AA de AAAC

Fuente – RETIE

Por otro lado, la norma LA650 (Red aislada – generalidades) de ENEL-CODENSA, indica el cable aislado a utilizar. Se observa que el calibre 3x150+50mm² es el apropiado para sustituir el cable ASCR 4/0 AWG (Tabla 5).

#	Descripción
1	20/34(37,95) 3x150 + 50 mm ²
2	20/34(37,95) 3x95 + 50 mm ²
3	8,7/15(17,5) 3x150 + 50 mm ²
4	8,7/15(17,5) 3x95 + 50 mm ²
5	8,7/15(17,5) 3x50 + 50 mm ²

Tabla 5 - Cable definido en la especificación técnica GSCC008

Fuente – Norma técnica LA650 Red aislada - generalidades

Finalmente, de acuerdo a la especificación técnica global GSCC008 el espesor nominal de aislamiento es 4,5 mm. (Tabla 6)

Tensión Nominal Uo/U (U _{máx}) [kV]	Espesor de aislamiento	
	Nominal (tn) [mm]	Mínimo (t _{min}) [mm]
8,7/15 (17,5)	4,5(3,5)*	4,0(3,1)*
12/20 (24)	4,9*	4,31*
15/25 (31)	6,6	5,84*
18/30 (36)	7,25*	6,43*
20/34,5 (37,95)	6,6*	5,84*

Tabla 6 - Valores reducidos del espesor aislamiento.

Fuente – ET GSCC008

8 SELECCIÓN DE PROTECCIONES CONTRA SOBRECORRIENTES MT_BT

No se realiza la selección de protecciones contra sobrecorrientes MT_BT, toda vez que el presente proyecto consiste en sustituir algunos tramos de redes de MT existentes, a los que no se les instalarán cargas nuevas, en consecuencia, este punto no aplica.

9 CÁLCULOS DE CANALIZACIONES

No se presentan los cálculos de canalizaciones, debido a que el presente proyecto consiste en cambiar algunos tramos de redes de MT existentes en los que no hay que subterranizar.

10 CÁLCULO DE PÉRDIDAS DE ENERGÍA

No se realiza la selección de protecciones contra sobrecorrientes MT_BT, toda vez que el presente proyecto consiste en sustituir algunos tramos de redes de MT existentes, a los que no se les instalarán cargas nuevas, en consecuencia, este punto no aplica. Es de anotar, que el conductor seleccionado en el ítem 10, al tener un calibre de mayor área que el cable ASCR actual, incide favorablemente en las pérdidas de energía.

11 CÁLCULO DE REGULACIÓN DE TENSIÓN

No se presentan cálculos de regulación de tensión, debido a que el presente proyecto consiste en cambiar algunos tramos de redes de MT existentes, a los que no se les instalarán cargas nuevas, por lo tanto, este ítem no aplica. Es de anotar, que el conductor seleccionado en el ítem 10, al tener un calibre de mayor área que el cable ASCR actual, incide favorablemente en la regulación de tensión.

12 CÁLCULO MECÁNICO DE ESTRUCTURAS Y DE ELEMENTOS DE SUJECCIÓN DE EQUIPOS

Para la solución de las interferencias del tramo 1. se requieren dos tipos estructuras: LA655-Transición a desnudo (Figura 7) y LA653-Suspensión (Figura 8).

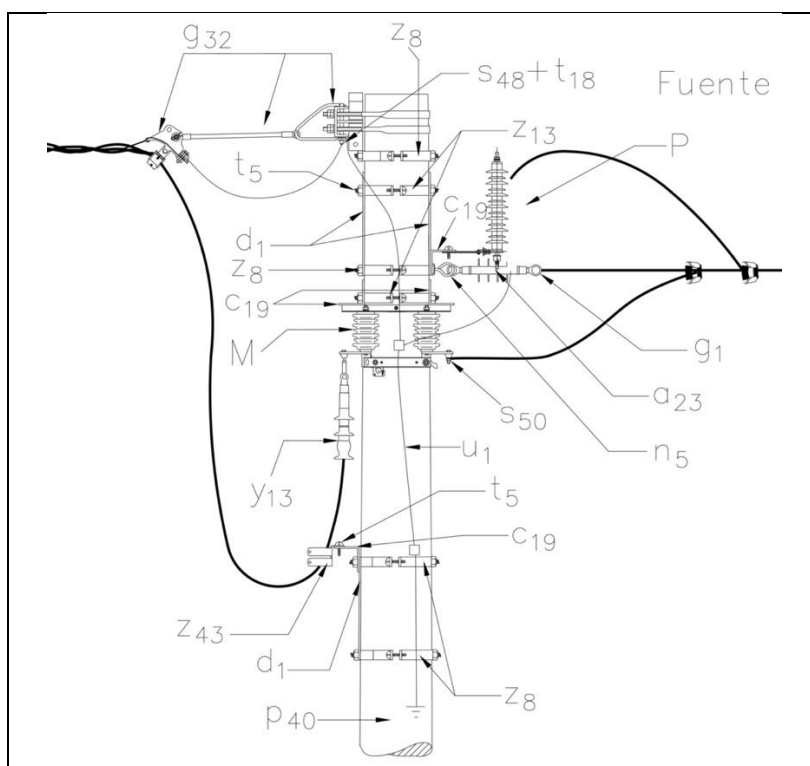


Figura 7 - Estructura LA655-Transición a desnudo

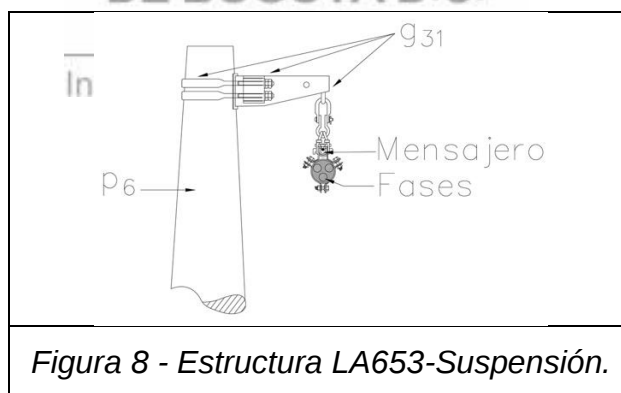
Fuente – Norma técnica LA655-Transición a desnudo

	ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.	
---	--	---

SÍMB.	CANT.	DESCRIPCIÓN
a ₂₇	3	Aislador de suspensión polimérico 24 kV. GSCC010/01
c ₁₉	4	Cruceta metálica de 2,5 m
d ₁	8	Diagonal metálica en varilla tipo 1
g ₁	3	Grapa terminal tipo recto
g ₃₂	1	Conjunto retención sencillo red MT aérea aislada
M	3	Seccionador monopolar 400 A – 15 kV
n ₅	3	Perno de ojo tipo 5 (5/8" x 545 mm)
P	3	DPS - Descargador de sobretensión óxido metálico 12 kV , 10 kA
p ₄₀	1	Poste de concreto de 12 m 1 350 kgf. GSS002/152(1)
s ₄₈	2	Conector bimetalico terminal de compresión tipo pala1 hueco, 1/0AWG (2)
s ₅₀	2	Conector bimetalico terminal de compresión tipo pala1 hueco, 4/0AWG (2)
s ₇₄	6	Conector tipo cuña P=120 D120mm ² o 4/0-4/0AWG (3)
t ₅	3	Tornillo de carruaje 15,9 mm (5/8") x 38,1mm (1 ½")
t ₁₈	1	Tornillo de acero galvanizado 1/2" x 3"
u ₁	1	Kit de puesta a tierra MT en acero inoxidable
y ₁₃	3	Terminal contraible en frio uso exterior 15 kV conector tipo pala Cu/Al 95-240 mm ² . GSC005/2 (4)
z ₈	2	Abrazadera de una salida tipo 3, 180 mm (5)
z ₁₃	3	Abrazadera de dos salidas tipo 3, 180 mm (5)
z ₄₃	3	Elementos de sujeción de cable MT aislado monopolar a cruceta metálica

Tabla 7 - Descripción de elementos de la estructura Transición a Desnudo.

Fuente – Norma técnica LA655-Transición a desnudo



Fuente – Norma técnica LA653-Suspensión

SÍMB.	CANT.	DESCRIPCIÓN
p ₆	1	Poste de concreto de 12 m, 1050 kgf (1)
g ₃₁	1	Conjunto suspensión red MT aérea aislada

Tabla 8 - Descripción de elementos de la estructura Suspensión.

Fuente – Norma técnica LA653-Suspensión

 ALCALDIA MAYOR BOGOTÁ D.C. Instituto DESARROLLO URBANO	ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.	 CONSORCIO CS Caly Mayor Colombia S.A.S. Supering Ingeniería de Proyectos
--	--	--

13 CLASIFICACIÓN DE ÁREAS

La clasificación de áreas debe hacerse de acuerdo a la metodología de IEC (Zonas) o la de NFPA (Clases, Divisiones), y tener en cuenta lo referente a grupos y códigos de temperatura, así: Según IEC la clasificación se basa en zonas, así:

- La Zona 0 abarca áreas, en las cuales exista la presencia de una atmósfera de gas explosivo de manera permanente o por períodos prolongados.
- La Zona 1 abarca áreas, en las cuales se puede esperar que exista la presencia de una atmósfera de gas explosivo de manera ocasional o poco frecuente.
- La Zona 2 abarca áreas, en las cuales sólo puede esperarse la presencia de una atmósfera de gas explosivo de manera muy poco frecuente de atmósfera explosiva constituida por una mezcla de aire con sustancias inflamables en forma de gas, vapor o niebla o y si ella se genera, existirá por períodos breves únicamente.

IEC también tiene especificadas zonas para lugares de asistencia médica, zonas para polvos combustibles y fibras inflamables y una clasificación independiente para la minería subterránea.

Por lo anterior, se deduce que el presente proyecto no está clasificado dentro de las zonas mencionadas.

14 SOLUCION A LAS INTERERENCIAS DE LA RED DE MT CON LA LINEA DEL CABLE AEREO

El presente informe y memorias de cálculo se basan de manera extensiva en el marco de las siguientes Normas ENEL-CODENSA:

- LA010 - Utilización postes y templete para red aérea aisladas de media tensión.
- LA016 - Curvas de utilización red aérea aislada de media tensión.
- LA017 - Flechas y cargas para tendido de red aérea aislada de media tensión.
- LA651 - Red Aislada - Estructuras Básicas 11,4 kV o 13,2 kV.
- LA653 - Red Aislada - Suspensión 11,4 kV o 13,2 kV.
- LA655 - Red Aislada - Transición de red aislada a red desnuda 11,4 kV o 13,2 kV.

14.1 SOLUCION INTERFERENCIAS No 1 y 2:

Teniendo en cuenta que las interferencias No 1 y 2 se encuentran en un sector residencial, en donde la subterranización de las redes de media tensión presentarían importantes dificultades de construcción, debido a la existencia de redes domiciliarias y de desniveles en los trayectos de dichas redes, y que los andenes no tienen la longitud transversal apropiada para construir cámaras de media tensión (ver figura 2), se presenta una solución para estos cruces que consiste en cambiar el par de secciones de 32 y 27 metros de red desnuda 4/0 AWG, por una red aislada (cable cuádruplex Al 3x150+50mm², XLPE 15 kV, tn 4.5mm), aplicando la norma LA655 (Transición de red aislada a red desnuda 11,4 kV o 13,2 kV), como se muestra en la figura 9.

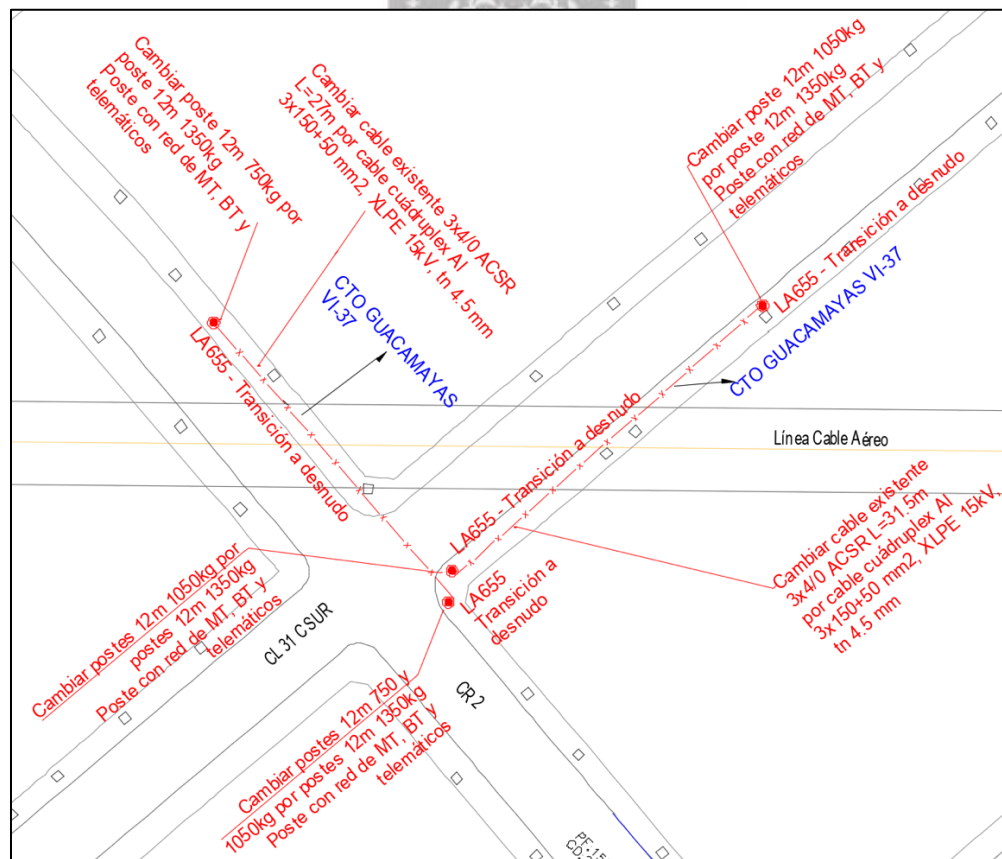


Figura 9 - Solución para las Interferencias No 1 y 2.

Fuente – Elaboración propia Consorcio CS

	ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.	
---	--	---

14.2 SOLUCION INTERFERENCIA No 3

Considerando que la interferencia No 3 se ubica en un sector residencial, en donde la subterranización de las redes de media tensión presentarían importantes dificultades de construcción, debido a la existencia de redes domiciliarias y a que los andenes no tienen la longitud transversal apropiada para construir cámaras de media tensión (ver figura 3), se presenta una solución para este cruce que consiste en cambiar una sección de 49 m de red desnuda, por una red aislada (cable cuádruplex Al 3x150+50mm², XLPE 15 kV, tn 4.5mm), aplicando las normas LA655 (Transición de red aislada a red desnuda 11,4 kV o 13,2 kV) y LA653 (Suspensión red aislada 11,4 kV o 13,2 kV), como se indica en la figura 10.

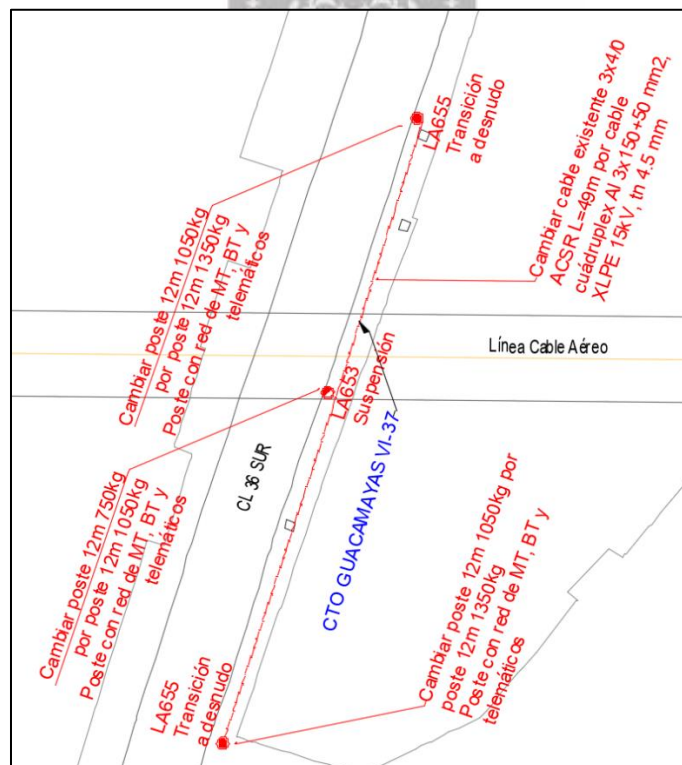


Figura 10 – Solución para la Interferencia No 3

Fuente – Elaboración propia Consorcio CS

14.3 SOLUCION INTERFERENCIA No 4

En vista de que la interferencia No 4 se encuentran en un sector residencial, en donde la subterranización de las redes de media tensión presentarían importantes dificultades de construcción, debido a la existencia de redes domiciliarias y de desniveles en los trayectos de dichas redes, y que los andenes no tienen la longitud transversal apropiada para construir cámaras de media tensión (ver figura 4), se presenta una solución para este cruce que consiste en cambiar una sección de 37 metros de red desnuda por una red aislada (cable cuádruplex Al 3x150+50mm², XLPE 15 kV, tn 4.5mm) aplicando la norma LA655 (Transición de red aislada a red desnuda 11,4 kV o 13,2 kV), como se muestra en la figura 11.

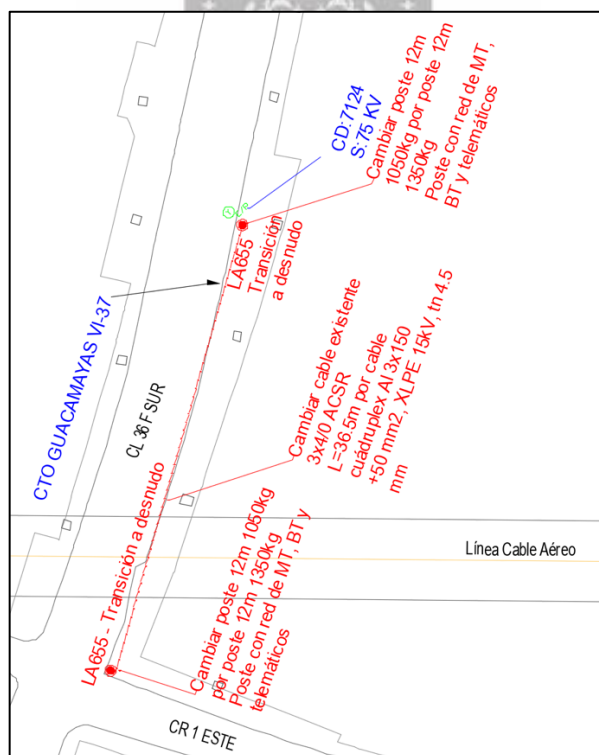


Figura 11 - Solución para la Interferencia No 4.

Fuente – Elaboración propia Consorcio CS

14.4 SOLUCION INTERFERENCIA No 5.

Dado que la interferencia No 5 es un final de circuito de media tensión (ver figura 5), se presenta una solución para este cruce que consiste retirar la sección de 23 metros de cable desnudo 4/0 AWG y trasladar el transformador existente con la redes de baja tensión, mediante la presentación de proyectos serie 5 y serie 4 respectivamente, como se indica en la figura 12.

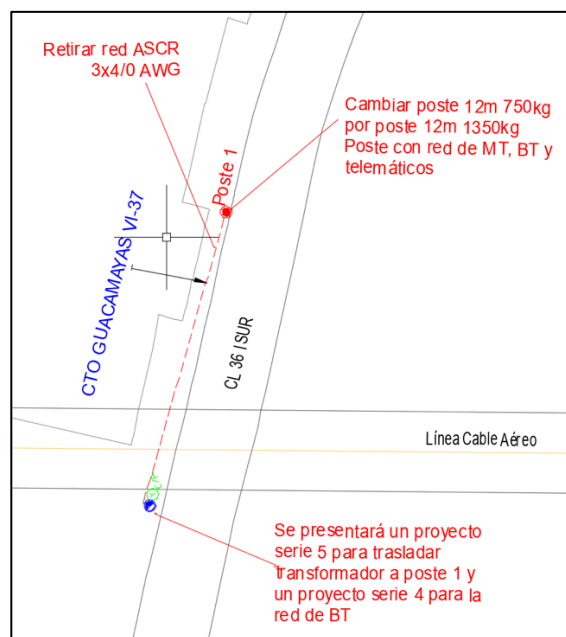


Figura 12 - Solución para la Interferencia No 5

Fuente – Elaboración propia Consorcio CS

14.5 SOLUCION INTERFERENCIA No 6.

Para interferencia la No 6 se presenta una solución que consiste en cambiar una sección de 56 metros de red desnuda 4/0 AWG, por una red aislada (cable cuádruplex Al 3x150+50mm², XLPE 15 kV, tn 4.5mm), aplicando la norma LA655 (Transición de red aislada a red desnuda 11,4 kV o 13,2 kV), la norma LA653 (Suspensión red aislada 11,4 kV o 13,2 kV) y trasladar el transformador existente con la redes de baja tensión, mediante la presentación de proyectos serie 5 y serie 4 respectivamente, como se observa en la figura 13.

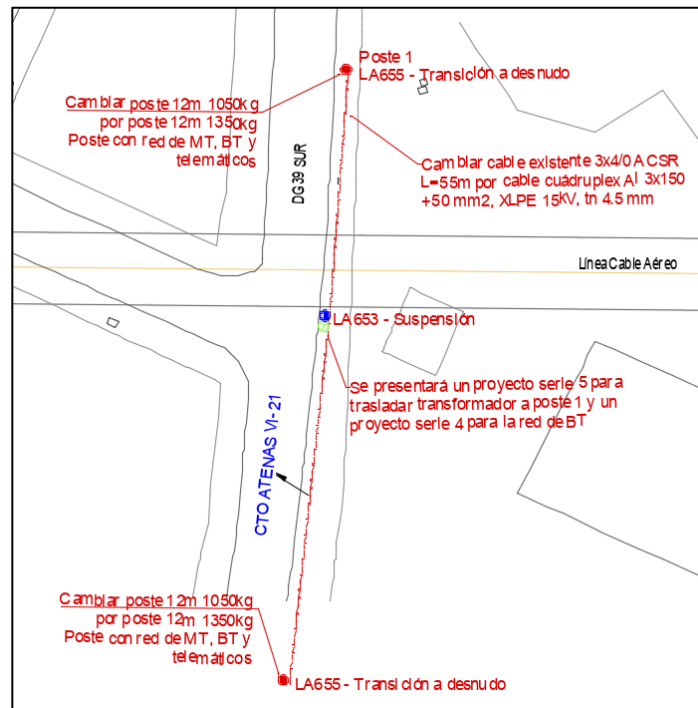


Figura 13 - Solución para la Interferencia No 6.

Fuente – Elaboración propia Consorcio CS

CONCLUSIONES

- Se presentó la caracterización de las seis (6) interferencias de redes desnudas existentes de media tensión, con el tramo uno (1) de la futura línea del Cable Aéreo San Cristóbal.
- Se presentaron bajo la normatividad vigente los cálculos a la solución de las interferencias de redes desnudas de media tensión existentes, con el tramo uno (1) de la futura línea del Cable Aéreo San Cristóbal, garantizando un seguro rescate vertical de usuarios en el caso de ser requerido.