Yopal, Casanare 18/ago/2026

FACTOR DE RIESGO PARA PROTECCIÓN CONTRA RAYOS EN RED AÉREA DE DISTRIBUCIÓN SEGÚN:
IEEE P1410 / IEEE 1410-2010 – DESEMPEÑO FRENTE A RAYOS EN LÍNEAS AÉREAS DE DISTRIBUCIÓN.
PROYECTO: RED AÉREA MT – VEREDA MATANEGRA

INFORMACIÓN GENERAL

UBICACIÓN PROYECTO:	**Matanegra, Tilodirán, Yopal, Casanare**
CONFIGURACIÓN EVALUADA:	**C. POSTES DE TRANSFORMACIÓN**
TIPO DE RIESGO A EVALUAR:	**Impacto directo sobre conductores y apoyo R1**
	Falla de aislamiento asociada al aterrizamiento R2
	Sobretensiones y daño de equipos R3
	Pérdidas económicas e indisponibilidad R4

I. DATOS DEL APOYO Y DE LA RED

1. UBICACIÓN Y ENTORNO.-

LONGITUD REPR	**118,68**	ANCHO DE LA REI	**2,40**
ALTURA DE F.	**9,40**		
ALTURA TOTAL DEL POSTE [m]:	**12,00**		
CIUDAD:	**Yopal**	Ng adoptado [rayos/km²-año]:	**4,06**
UBICACIÓN RELATIVA:	**Objeto aislado en sabana abierta**		
TIPO DE AMBIENTE [ENTORNO]:	**Rural**		
SUPERFICIE EN EL APOYO:	**Terreno natural / pasto**		
TIPO DE TERRENO:	**Sabana inundable**		

2. CONFIGURACIÓN ELÉCTRICA

CONDICIÓN DEL APOYO:	**Apoyos terminales con transformador tipo poste**
RESISTIVIDAD DEL TERRENO ρ:	**252,00** Ω·m

2.1 CONDUCTORES Y GEOMETRÍA:

TIPO DE RED:	**Aérea – 13,2 kV**
Longitud del tramo representativo [m]:	**118,68**
Altura total del poste [m]:	**12,00**
Altura de los conductores de fase [m]:	**9,40**
Separación horizontal entre fases [m]:	**1,20**
CONDUCTOR DE FASE:	ACSR Sparrow 2 AWG
CONFIGURACIÓN DE FASES:	**Trifásica conservadora**

2.2 EXPOSICIÓN Y EQUIPOS:

APANTALLAMIENTO INICIAL:	**No instalado**
EQUIPOS EN EL APOYO:	**Transformador 15 kVA**
Altura de diseño del cable de guarda [m]:	**11,50**
Separación horizontal fase–guarda [m]:	**1,20**
Ángulo máximo de protección adoptado [°]:	**30,00**
DPS EN LA CONDICIÓN INICIAL:	No instalado
PUESTA A TIERRA EN LA CONDICIÓN	**No implementada**

II. INFORMACIÓN DE LOS SISTEMAS DE PROTECCIÓN

1. CONDICIÓN INICIAL DE LA CONFIGURACIÓN.-

PROTECCIÓN CONTRA IMPACTOS DIRECTOS:

Cable de guarda instalado:	**NO**	DPS instalado:	**NO**
Puesta a tierra implementada:	**NO**	Coordinación de aislamiento:	**BIL 110 kV / DPS 12 kV**
Medidas contra tensiones de paso y cont	**NO**		
CONDICIÓN INICIAL FRENTE A RAYOS:	**Sin apantallamiento y sin DPS**		

2. INFORMACIÓN DE PUESTA A TIERRA Y PROTECCIÓN DE EQUIPOS.-

CRITERIO DE DIS	**10,00** Ω
CRITERIO DE RESISTENCIA ADOPTADO:	**≤ 10 Ω**

III. TIPOS DE PÉRDIDAS

1. PELIGROS EXISTENTES.

EVENTO PRINCIPAL:	**Descarga atmosférica directa o cercana**
CONDICIÓN DE EXPOSICIÓN:	**Red aérea en sabana abierta**
CONSECUENCIA PRINCIPAL:	**Daño del transformador, interrupción del suministro y transferencia de sobretensiones al secundario.**

2. COMPONENTE R1 – IMPACTO DIRECTO

ELEMENTO EXPUESTO:	**Conductores de fase y apoyo**
CONDICIÓN DE PROTECCIÓN:	**Sin cable de guarda**
POSIBLE EFECTO:	**Flashover y salida del circuito**

3. COMPONENTE R2 – FALLA DE AISLAMIENTO / ATERRIZAMIENTO				
ALTERNATIVA DE PUESTA A TIERRA I	**Diseñar sistema de puesta a tierra conforme a los criterios de la evaluación.**			
4. COMPONENTE R3 – SOBRETENSIONES EN EQUIPOS				**Sin DPS en la condición inicial**
5. COMPONENTE R4 – PÉRDIDAS ECONÓMICAS		**ESTIMADO**		
VALOR ECONÓMICO ESTIMADO DEL A	**$ 35.000.000**			
ACTIVOS EXPUESTOS:	**Transformador de distribución de 15 kVA y elementos asociados**			
POSIBLE FALLA EN EL SERVICIO:				Interrupción del servicio
CRITICIDAD DE LA CONSECUENCIA:	ALTA			

IV. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DE RIESGO

1. NÚMERO DE EVENTOS PELIGROSOS:			
Impactos directos – escenario base	**N100 =**	**44,58**	**ayos/100 km-año**
Impactos directos – actividad alta	**N100 =**	**134,84**	**ayos/100 km-año**
Impactos directos – actividad muy alta	**N100 =**	**333,05**	**ayos/100 km-año**
Probabilidad anual de impacto directo en el tramo representativo	**P =**	**5,15**	**%/año**
Índice de resistencia de puesta a tierra	**IRg =**	**1,00**	**R/Rref**

VERIFICACIÓN DE TENSIÓN TRANSFERIDA: If = 0,28 kA; para R = 10 Ω la GPR de referencia es 2,8 kV. El diseño final debe controlar la tensión transferida mediante equipotencialización.

2. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DE RIESGO Y DETERMINACIÓN DE MEDIDAS A IMPLEMENTAR

OBSERVACIÓN	IND.		CRITERIO	¿MEDIDA?	ACCIÓN RESULTANTE
EXPOSICIÓN A IMPACTO DIRECTO	**R1**	44,58	Red aérea aislada y sin apantallamiento	**SI**	**Cable de guarda**
ATERRIZAMIENTO DEL APOYO	**R2**	10,00	R ≤ 10 Ω + tensión transferida	**SI**	**Diseñar SPT R ≤ 10 Ω + equipotencialización**
SOBRETENSIONES EN EQUIPOS	**R3**	Sin DPS	DPS coordinado / BIL 110 kV	**SI**	**DPS 12 kV–10 kA por fase**
PÉRDIDAS ECONÓMICAS / INDISPONIBILIDAD	**R4**	$ 1.803.645	Reducir consecuencia del evento	**SI**	**R1–R3**

V. CONCLUSIONES

Con cable de guarda, un SPT diseñado para R ≤ 10 Ω, DPS coordinados con BIL 110 kV y equipotencialización para tensión transferida, la configuración queda en condición aceptable.

Apantallamiento requerido:	**Instalar cable de guarda.**
DPS requerido:	**Instalar DPS 12 kV–10 kA por fase, próximos a los bujes MT y coordinados con BIL 110 kV.**
Puesta a tierra requerida:	**Diseñar sistema de puesta a tierra con R ≤ 10 Ω y equipotencializar neutro, carcasa, DPS y cable de guarda.**
Criterio geométrico del apantallamiento:	**Ángulo de protección ≤ 30°. Con hguarda=11.5 m y hfase=9.4 m se obtiene 29,74°.**