PROYECTO: BIOTERIO
REDES BT

1. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

1.1 Datos generales

NOMBRE DEL PROYECTO:	BIOTERIO
TIPO DE PROYECTO	REDES BT
FACTIBILIDAD:	
DIRECCIÓN DEL PROYECTO:	MOSQUERA KM 19, CARRETERA DE OCCIDENTE, VIA MOSQUERA
CIUDAD/DEPARTAMENTO:	MOSQUERA
PROPIETARIO:	INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO
TIPO DE SERVICIO:	OFICIAL
OBJETO:	NUEVO
TENSIÓN PRIMARIO(V):	11400
TENSIÓN SECUNDARIO(V):	208/120
TRANSFORMADOR EXISTENTE:	300 kVA

1.2 Objeto del Proyecto

Diseñar proyecto de redes discriminado así:

El proyecto comprende las instaciones electricas internas del BIOTERIO desde el punto de conexión asignado

1.3 Antecedentes

No aplica

1.4 Criterios generales y Normatividad aplicable

* Para las distancias eléctricas mínimas de terminales y cables, se debe consultar el artículo 373-11 de la Norma NTC 2050 y los requerimientos del RETIE
* Norma Técnica Colombiana NTC 2050
* Norma Técnica Colombiana NTC 4552
* Criterios de diseño del Ingeniero a cargo del proyecto eléctrico.
* Para la selección del transformador se considera la demanda actual necesaria y según la Norma NTC 819 "Transformadores de distribución sumergidos en liquido refrigerante", basada a su vez en la Norma ANSI/IEEE C 57/91.
* Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE vigente. Resolución No. 90708 de Agosto 30 de 2013.

2. MEMORIA DE CÁLCULOS

TRANSFORMADOR SELECCIONADO:

Carga Total Transformador	300 kVA
Tipo	**SECO**
Impedancia Uz (NTC 3445)	6,0%
Transformador Calculado al 100%	300 kVA
Transformador Calculado al 110%	330 kVA
Corriente Nominal (In) Primaria 11,4 kV	15 A
Corriente Nominal (In) Secundaria 208 V	833 A
Corriente Max. de Corto Circuito (Icc) MT	253 A
Corriente Max. de Corto Circuito (Icc) BT	13879 A
Tensión de Servicio Voltaje Primario	11400 V
Tensión de Servicio Voltaje Secundario	208 V

a. Análisis y cuadro de cargas iniciales y futuras, incluyendo análisis de factor de potencia y armónicos.

Numero de Fases:	3
Tensión de Línea (kV):	0,208
Tasa crecimiento anual demanda:	1,0%

CARGA TOTAL						
	CARGA TOTAL DEMANDADA (kVA)	FACTOR DE POTENCIA	POTENCIA ACTIVA (kW)	POTENCIA REACTIVA (kVAR)	CORRIENTE DEMANDADA (A)	PROYECCIÓN CARGA DEMANDADA (kVA) a **8 años***
CARGA	59,4	0,9	53,46	25,89	164,88	64,32

TABLERO DE ZONAS COMUNES

***Calculo de Proyección de la demanda (kVA) a 8 años:**

VF=Proyección de la Carga
VP=Carga Total Demandada

$$VF = VP(1 + tasa)^{8}$$

ARMÓNICOS: La TDD (Distorsión de Demanda Total) de Armónicos debe cumplir con la tabla 2 ***"Current distortion limits for systems rated***

Maximum harmonic current distortion in percent of I_L						
Individual harmonic order (odd harmonics)[a, b]						
I_{SC}/I_L	$3 \le h < 11$	$11 \le h < 17$	$17 \le h < 23$	$23 \le h < 35$	$35 \le h \le 50$	TDD
$< 20^c$	4.0	2.0	1.5	0.6	0.3	5.0
$20 < 50$	7.0	3.5	2.5	1.0	0.5	8.0
$50 < 100$	10.0	4.5	4.0	1.5	0.7	12.0
$100 < 1000$	12.0	5.5	5.0	2.0	1.0	15.0
> 1000	15.0	7.0	6.0	2.5	1.4	20.0

a) Incluye los armónicos que son limitados al 25% del armónico de limite superior.
b) Distorsión de corriente resultante en una compensación de corriente DC, por ejemplo conversores de media onda no se incluyen.
c) Todos los equipos de generación de energía están limitados a estos valores de corriente, sin importar la relación Isc/IL

Donde:

Isc: Corriente Máxima de Corto Circuito en el PCC.
IL: Corriente Máxima demandada por la Carga en el PCC en condiciones normales de operación.

PCC: Punto de Acople Común

Para el Proyecto tenemos:

Isc (kA):	13,89
IL (kA):	0,833
Isc/IL=	**16,7**

Con la relación Isc/IL encontramos que para el proyecto la TDD no debe ser mayor de: 5 %

b. Análisis de coordinación de aislamiento eléctrico.

VARIABLES DE ENTRADA

Nivel de riesgo del proyecto:	**IV**
Nivel de tensión MT:	**11,4 kV**
Nivel de tensión BT:	**208 V**

1. DEFINICIONES

1.1. DPS: “Dispositivos de protección contra sobre tensiones” Son elementos que poseen una resistencia variable con la tensión aplicada entre sus terminales. Utilizando esta resistencia variable recortan la onda de tensión cuando supera un límite que puede ser perjudicial para los equipos eléctricos o electrónicos conectados a esa red.

1.2. LPZ: “Lightning Protection Zone”: Zona donde el ambiente electromagnético está definido.

1.3. LPZ 0_A Zona de riesgo por impactos directos de rayo.

1.4. LPZ 0_B Zona protegida contra impactos directos de rayo, pero expuesta al riesgo de todo el campo electromagnético del mismo.

1.5. LPZ 1 Corrientes de impulso limitadas por la distribución de la corriente y por dispositivos DPS en los pasos de zona.

1.6. LPZ 2 Corrientes de impulso más limitadas por distribución de la corriente y por dispositivos de protección contra sobretensiones (DPS) en los pasos de zona.

1.7. Uc: Máxima tensión de operación continua MCOv: es el valor efectivo de la tensión máxima que, por razones de servicio, puede aplicarse en las bornas de conexión del DPS.

2. OBJETIVO Y ALCANCE

El objetivo del presente documento es encontrar las especificaciones de los DPS para media y baja tensión del proyecto en referencia.

Dado que el proyecto tiene una acometida en media tensión subterránea los cálculos de número de cadena de aisladores, distancias de aislamiento baja frecuencia y distancias de fuga para baja frecuencia no hacen parte del estudio de coordinación de aislamiento.

El alcance del proyecto comprende la entrada de media tensión, la alimentación de equipos de transformación y distribución de energía de zonas comunes, así como de zonas privadas hasta el tablero de cada local.

3. DESCARGADORES EN BAJA TENSIÓN (Transferencia).

Se realizó el análisis de riesgos de apantallamiento el cual dio como resultado un sistema de protección contra sobretensiones tipo IV y la necesidad de instalar DPS de baja tensión según la norma IEC 62305-4.

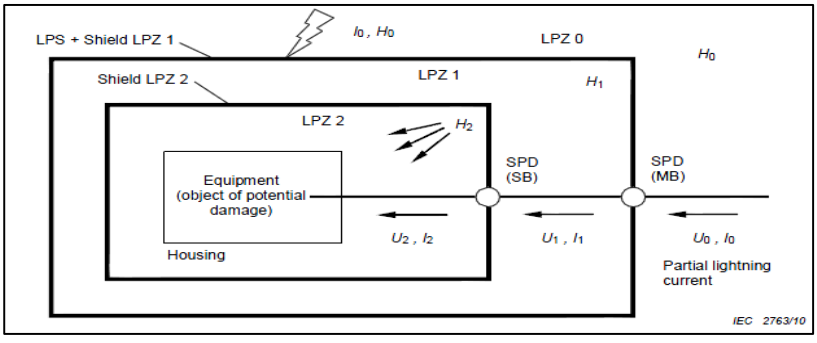


Figura 1. Zonas de protección (Tomado IEC 62305-4).

3.1. CORRIENTE DPS CLASE I.

Dado que el proyecto tiene LPS tipo IV, se tienen zonas LPZ O a 2. En la zona LPZ 0 se deben respetar la distancia de chispa de 50cm entre el apantallamiento y las acometidas de cubierta.

Para proteger los sistemas eléctricos que alimentan estas acometidas se debe instalar un DPS en tableros de equipos regulados y de transporte vertical.

LPZ 1: Se instala un DPS clase I o C en el límite de la zona LPZ 0_A y LPZ 1 según IEC 62305-4.

LPZ 2: Se instala un DPS clase II en el límite de la zona LPZ 1 y LPZ 2 según IEC 62305-4.

3.2. CARACTERÍSTICAS DPS

3.2.1. CORRIENTE DPS CLASE I.

Parámetros de la corriente	Nivel de protección		
	I	II	III-IV
Pico de corriente I (kA)	200	150	100
Tiempo frente T1 (µs)	10	10	10
Tiempo valor medio T2	350	350	350
Carga impacto de corta duración Qs (C)	100	75	50
Energía específica W/R² (MJ/Ω)	10	5,6	2,5

Tabla 1. Parámetros corrientes de rayo. Norma IEC 61312-1

De la tabla 1 se tiene que la corriente para un nivel de protección IV es 100 kA (25 kA por fase).

3.2.2. CORRIENTE DPS CLASE II.

La norma IEC 62305-4 establece la corriente máxima inducida en la formula (A.24), esta depende de parámetros geométricos que varían según el lugar donde se encuentra instalado el DPS.

$$I_{SC/f/max} = 12{,}6 * 10^{-6} * b * \ln\left(1 + Ild_{\frac{1}{w}}\right) * \left(\frac{w}{\sqrt{d_{1/r}}}\right) * i_{f/max}/L$$

Formula A.24

En la norma IEC 61643-12, “Low-voltage surge protective devices- Part 12: Surge protective devices connected to low-voltage power distribution systems – Selection an application principles”, numeral 5.5.2.1, establece los siguientes rangos para la corriente de los DPS: (0.5;0.1;0.25;0.5;1.0;1.5;2.0;2.5;3.0;5.0;10;15 y 20) kA.

Dado que la máxima corriente del DPS es 20 kA (Onda 8/20µs) y aunque el cálculo de la IEC 62305-4 de un menor valor se escoge 20 kA como corriente de los DPS clase II y así asegurar una mayor vida útil.

3.2.3. MÁXIMA TENSIÓN DE OPERACIÓN CONTINUA MCOV (Uc):

Dado que la tensión de la red se especifica a: 208 V

Uc = (208/√3)x1.1=120,1x1,1 = **MCOV: 132 V**

3.2.4. NIVEL DE PROTECCIÓN.

Nominal voltage of the system		Withstand category (Required impulse withstand voltage level)			
V	V	kV			
3-phase	1-phase	I	II	III	IV
	120-240	0,8	1,5	2,5	4
230/400		1,5	2,5	4	6
400/690		2,5	4	6	8
1000		4	6	8	12

Tabla 2. Tensión impulso IEC-364-4-443).

Fases	Nivel tensión al impulso a soportar		Nivel de protección DPS
3-phase	III	Tableros, interruptores, cables, etc.	**Nivel de protección DPS a 208 V : 4 kV**
3-phase	IV	Equipo en el origen de la instalación (contadores)	**Nivel de protección DPS a 208 V : 6 kV**

3.2.5. CONFIGURACIÓN PUESTA A TIERRA.

DPS en tableros TGA: TN-C "Tierra y Neutro Compartido" con tres módulos para cada fase.

DPS en tableros Secundarios: TN-S "Tierra y Neutro Separado" con cuatro módulos para cada fase y neutro.

3.2.6. CLASE DE ONDA

DPS entre zona LPZ0 Y 1: Onda 10/350µs. Tipo rayo.
DPS entre zona LPZ2: Onda 8/20µs. Tipo Maniobra.

4. DESCARGADORES EN MEDIA TENSIÓN (Transformador).

SELECCIÓN DESCARGADOR:

Tensión nominal (V línea a línea en MT): **11,4 kV**

Tensión máxima nominal: $Vmax = Vnom \times 1{,}06 =$ **12,08 kV**

Tensión continúa de operación COV: $COV = \frac{Vmax}{\sqrt{3}} =$ **6,98 kV**

Sistema flotante: $k_e =$ **1,732**

Sobretensión temporal TOV: $k_e \times COV =$ **12,08 kV**

Teniendo las siguientes consideraciones:

Factor de diseño (ko): **0,80**
Duración de la sobretensión de 1 S (kt): **1,15**

Tenemos:

$$R_0 = \frac{COV}{k_0} = \quad \frac{\textbf{6,98 kV}}{\textbf{0,8}} = \textbf{8,72 kV}$$

$$R_e = \frac{TOV}{k_e} = \quad \frac{\textbf{12,08 kV}}{\textbf{1,15}} = \textbf{10,51 kV}$$

Se escoge el mayor entre Ro y Re y tenemos: **Re = 10,51 kV**

Debido a que la tensión nominal es menor a 100 kV se utiliza un margen adicional del 10%:

Re ajustado: Re = 10,51 kV x 110% = **11,56 kV**

LAS ESPECIFICACIONES DEL LOS DESCARGADORES EN MT SON:

Descargadores de óxido de Zinc.
Tensión nominal: 12 kV.
Corriente nominal de descarga, onda 8/20 ms: 10 kA.
Frecuencia: 60 Hz.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

IEC 62304-4: “Protection against lightning Part 4: Electrical and electronic systems within structures”.

IEC 61312-1: Protection against lightning electromagnetic impulse - Part 1: General principles.

IEC 61643-12: “Low-voltage surge protective devices- Part 12: Surge protective devices connected to low-voltage power distribution systems –

Diseño de Subestaciones Eléctricas: José Carlos Romero Escobar

c. Análisis de Corto Circuito, j. Cálculo económico de Conductores, o. Cálculos de Pérdidas de Energía, p. Cálculos de Regulación.

Memorias - Cálculo de Regulación en Baja Tensión en COBRE AWG, Corrientes de Corto Circuito y Pérdidas

TRANSFORMADOR DE 300 Kva EXISTENTE

TRAMO			Distancia (m)	CARGA INSTALADA 0,95 Alumbrado ZC (kVA)	0,95 Tomas ZC (kVA)	0,82 Cargas ZC (kVA)	CARGA INSTALADA (kVA)	CARGA DEMANDA (kVA)	CARGA DEMANDA (kVAr)	Tensión (V)	Corriente Demanda (A)	Corriente conductor (A)	# DE FASES	PROTECCIÓN (A)	ACOMETIDA / ALIMENTADOR	TIPO MATERIAL DUCTO	DUCTO	K (Conductor Ø hilos 208 V)	REGULAC. PARCIAL (%)	lit (p) REGULAC. TOTAL (%)	R (Ω/km)	lit (c) Icc (kA) TOTAL	lit (o) Pérdidas Potencia conductor actual (kW)	lit (j) Pérdidas Econom. conductor actual ($)	lit (o) Pérdidas Potencia conductor siguiente (kW)	lit (j) Pérdidas Econom. conductor siguiente ($)
TRANSFORMADOR NORMALIZADO							300,00	0,00		208	0,00	1240	3									13,88				
TRAFO	-	**TGA2**	73	1,70	24,00	45,83	71,53	59,40	29,45	208	164,88	1000	3	x 1000 R (400-1000)	4(3#350+1#350 Al AWG+1#2/0T Cu AWG)	EMT	4Ø3"	4,66E-04	0,51	0,51	1,83E-01	6,00	0,272	$ 67.347.927	0,217	$ 84.183.912
TGA2	-	**REGULADOR**	10	1,70	24,00	45,83	71,53	59,40	29,45	208	164,88	255	3	x 250 R (175-250)	3#250+1#250+1#4T Cu AWG	EMT	1Ø3"	4,28E-04	0,25	0,76	1,56E-01	3,80	0,127	$ 3.922.864	0,079	$ 6.117.266
REGULADOR	-	**T-BIOTERIO**	5	1,70	24,00	45,83	71,53	59,40	29,45	208	164,88	255	3	x 250 R (175-250)	3#250+1#250+1#4T Cu AWG	EMT	1Ø3"	4,28E-04	0,13	0,89	1,56E-01	2,69	0,063	$ 1.961.432	0,040	$ 3.058.633
T-BIOTERIO	-	**TN-LAB**	50	1,70	18,00	0,00	19,70	15,70	4,90	208	43,58	150	3	x 125	3#1/0+1#1/0+1#6T Cu AWG	EMT	1Ø2"	8,85E-04	0,69	1,58	3,68E-01	1,53	0,105	$ 8.749.205	0,072	$ 14.600.788
T-BIOTERIO	-	**TR-LAB**	50	0,00	6,00	0,00	6,00	6,00	1,87	208	16,65	40	3	x 40	3#8+1#6+1#10T+1#10TA Cu AWG	EMT	1Ø1¼"	5,04E-03	1,51	2,40	2,35E+00	0,71	0,098	$ 2.223.999	0,062	$ 3.188.852
T-BIOTERIO	-	**T-AA**	60	0,00	0,00	14,83	14,83	14,83	8,49	208	41,16	150	3	x 63	3#1/0+1#1/0+1#6T Cu AWG	EMT	1Ø2"	8,85E-04	0,79	1,67	3,68E-01	1,46	0,112	$ 10.498.936	0,077	$ 17.520.869
T-BIOTERIO	-	**T-LAV**	50	0,00	0,00	31,00	31,00	31,00	17,74	208	86,05	150	3	x 125	3#1/0+1#1/0+1#6T Cu AWG	EMT	1Ø2"	8,85E-04	1,37	2,26	3,68E-01	1,53	0,409	$ 8.751.685	0,281	$ 14.602.491
T-AA	-	**VE-01**	16	0,00	0,00	0,37	0,37	0,37	0,21	208	1,04	25	3	x 20	3#12+1#12T Cu AWG	EMT	1Ø¾"	1,38E-02	0,08	1,76	6,56E+00	0,59	0,000	$ 414.787	0,000	$ 711.425
T-AA	-	**VE-02**	15	0,00	0,00	0,56	0,56	0,56	0,32	208	1,55	25	3	x 20	3#12+1#12T Cu AWG	EMT	1Ø¾"	1,38E-02	0,12	1,79	6,56E+00	0,61	0,001	$ 388.866	0,000	$ 666.962
T-AA	-	**VE-03**	15	0,00	0,00	0,37	0,37	0,37	0,21	208	1,04	25	3	x 20	3#12+1#12T Cu AWG	EMT	1Ø¾"	1,38E-02	0,08	1,75	6,56E+00	0,61	0,000	$ 388.863	0,000	$ 666.961
T-AA	-	**VE-04**	34	0,00	0,00	0,07	0,07	0,07	0,04	208	0,19	25	3	x 20	3#12+1#12T Cu AWG	EMT	1Ø¾"	1,38E-02	0,03	1,71	6,56E+00	0,38	0,000	$ 881.416	0,000	$ 1.511.776
T-AA	-	**VE-05**	13	0,00	0,00	0,37	0,37	0,37	0,21	208	1,04	25	3	x 20	3#12+1#12T Cu AWG	EMT	1Ø¾"	1,38E-02	0,07	1,74	6,56E+00	0,65	0,000	$ 337.014	0,000	$ 578.033
T-AA	-	**VE-06**	11	0,00	0,00	0,37	0,37	0,37	0,21	208	1,04	25	3	x 20	3#12+1#12T Cu AWG	EMT	1Ø¾"	1,38E-02	0,06	1,73	6,56E+00	0,70	0,000	$ 285.166	0,000	$ 489.105
T-AA	-	**VS-01**	11	0,00	0,00	0,75	0,75	0,75	0,43	208	2,07	25	3	x 20	3#12+1#12T Cu AWG	EMT	1Ø¾"	1,38E-02	0,11	1,79	6,56E+00	0,70	0,001	$ 285.172	0,000	$ 489.107
T-AA	-	**VS-02**	13	0,00	0,00	0,37	0,37	0,37	0,21	208	1,04	25	3	x 20	3#12+1#12T Cu AWG	EMT	1Ø¾"	1,38E-02	0,07	1,74	6,56E+00	0,65	0,000	$ 337.014	0,000	$ 578.033
T-AA	-	**VS-03**	14	0,00	0,00	0,25	0,25	0,25	0,14	208	0,68	25	3	x 20	3#12+1#12T Cu AWG	EMT	1Ø¾"	1,38E-02	0,05	1,72	6,56E+00	0,63	0,000	$ 362.937	0,000	$ 622.496
T-AA	-	**LUV-01**	14	0,00	0,00	0,03	0,03	0,03	0,02	208	0,25	25	1	x 20	1#12+1#12+1#12T Cu AWG	EMT	1Ø¾"	1,38E-02	0,03	1,71	6,56E+00	0,63	0,000	$ 120.979	0,000	$ 207.499
T-AA	-	**UCRV-01**	29	0,00	0,00	9,82	9,82	9,82	5,62	208	27,26	70	3	x 40	3#4+1#10T Cu AWG	PVC	1Ø1"	2,07E-03	0,59	2,26	1,48E+00	0,89	0,096	$ 2.500.145	0,038	$ 3.603.936
T-AA	-	**UFCCV-XX**	26	0,00	0,00	1,50	1,50	1,50	0,86	208	7,19	30	2	x 20	2#10+1#12T Cu AWG	EMT	1Ø¾"	8,36E-03	0,65	2,32	3,94E+00	0,60	0,011	$ 546.508	0,006	$ 770.744

Nomenclatura
TR: Bomes BT Transformador
TRANS: Transferencia Automática
TGA: Tablero General de Acometidas
BCI: Bomba Contra Incendio
BCOND: Tablero Banco de Condensadores
CD: Caja de Derivacion
M: Medidor
ZC: Zonas Comunes
EMER: Tablero Emergencia

$$Costo\ Total = l * (\#F \times Scal(F)) + 8.76 \times N \times I_0^2 \times R \times l \times FP \times K_e \times \sum_{t}^{i} \frac{1}{(1+t)^t}$$

Fuente: "Instalaciones Eléctricas" del autor Carlos Mario Díez Henao:

Calculo Económico Conductores

Número de fases (N):		1 a 3
Factor de pérdidas (FP):		30%
Precio kWh (Ke):		455,48
Tasa de descuento (t):		12%
Número de años (i):		15

KRIBA INGENIEROS
BIOTERIO NACIONAL DE INSUMOSPECUARIOS - LANIP
EVALUACION DE RIESGO DE DAÑOS POR DESCARGAS ELÉCTRICAS ATMOSFÉRICAS
NTC 4552 Ed. 2.0 Protección contra el rayo – Parte 2: Evaluación del riesgo

CÁLCULO DEL RIESGO

CUADRO RESUMEN

Riesgo representativo tolerable R_T	Riesgo calculado R_X situación actual	Riesgo calculado R_X con medidas de protección proyectadas	Medidas de protección proyectadas
Afectación a personas R_1			
1,00E-05	6,57E-07	6,57E-07	No se requieren medidas adicionales Coord. SPD nivel III-IV conforme IEC 62305-4
Pérdida de servicios públicos R_2			
1,00E-03	1,13E-04	1,13E-04	No se requieren medidas adicionales Coord. SPD nivel III-IV conforme IEC 62305-4
Pérdida de patrimonio cultural R_3			
1,00E-04	1,64E-06	1,64E-06	No se requieren medidas adicionales Coord. SPD nivel III-IV conforme IEC 62305-4
Pérdidas Económicas R_4			
1,00E-03	1,53E-04	1,53E-04	No se requieren medidas adicionales Coord. SPD nivel III-IV conforme IEC 62305-4

LPS - Lightning protection system - Sistema externo de protección contra rayos
Coord. SPD - Coordinated system protection SPD - Sistema coordinado de protecciones DPS

e. Análisis de riesgos de origen eléctrico y medidas para mitigarlos.

SEGÚN: RETIE 2013 ARTICULO 9

EVALUACIÓN DE FACTORES DE RIESGO Y MEDIDAS DE PROTECCIÓN ETAPA DE DISEÑO

EVENTO O EFECTO	por FACTOR DE RIESGO	(al) o (en) FUENTE	Definición de riesgo	CONSECUENCIAS / FRECUENCIA				EVALUACIÓN DE RIESGO				
				En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa	NIVEL DE RIESGO
Incendio, quemaduras, ceguera parcial	Arcos eléctricos	Tableros y estructuras donde se fijen o halen conductores de electricidad	POTENCIAL	Incapacidad temporal (<1 día)	Daños leves. No interrupción	Efecto menor	Interna	BAJO	MUY BAJO	BAJO	MUY BAJO	BAJO
				No ha ocurrido en el sector	No ha ocurrido en el sector	No ha ocurrido en el sector	No ha ocurrido en el sector					
Apagado de equipos alimentados con tensión de la RED	Ausencia de electricidad	Acometida	POTENCIAL	Molestia funcional (afecta rendimiento Laboral)	Daños leves. No interrupción	Sin efecto	Interna	MUY BAJO	MUY BAJO	MUY BAJO	MUY BAJO	MUY BAJO
				No ha ocurrido en el sector	No ha ocurrido en el sector	No ha ocurrido en el sector	No ha ocurrido en el sector					
Electrocución o Electrización	Contacto directo	Conductores eléctricos portadores de corriente	POTENCIAL	Lesión menor (sin incapacidad)	Daños leves. No interrupción	Efecto menor	Interna	BAJO	MUY BAJO	BAJO	MUY BAJO	BAJO
				No ha ocurrido en el sector	No ha ocurrido en el sector	No ha ocurrido en el sector	No ha ocurrido en el sector					
Electrocución o Electrización	Contacto indirecto	Equipos que requieren alimentación eléctrica para su operación	POTENCIAL	Incapacidad temporal (<1 día)	Daños leves. No interrupción	Efecto menor	Interna	BAJO	MUY BAJO	BAJO	MUY BAJO	BAJO
				No ha ocurrido en el sector	No ha ocurrido en el sector	No ha ocurrido en el sector	No ha ocurrido en el sector					
Incendio, daños a las personas o bienes	Cortocircuito	Equipos o conductores eléctricos	POTENCIAL	Incapacidad temporal (<1 día)	Daños leves. No interrupción	Efecto menor	Interna	BAJO	MUY BAJO	BAJO	MUY BAJO	BAJO
				No ha ocurrido en el sector	No ha ocurrido en el sector	No ha ocurrido en el sector	No ha ocurrido en el sector					

EVENTO O EFECTO	por FACTOR DE RIESGO	(al) o (en) FUENTE	Definición de riesgo	CONSECUENCIAS / FRECUENCIA				EVALUACIÓN DE RIESGO				
				En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa	NIVEL DE RIESGO
chispas, circulación de corrientes peligrosas en piel abierta	Electricidad estática	Equipos, prendas y mobiliario que se polaricen y se unan y separen constantemente	POTENCIAL	Incapacidad temporal (<1 día)	Daños leves. No interrupción	Efecto menor	Interna	BAJO	MUY BAJO	BAJO	MUY BAJO	BAJO
				No ha ocurrido en el sector	No ha ocurrido en el sector	No ha ocurrido en el sector	No ha ocurrido en el sector					
Explosión y daños a personas o bienes	Equipo defectuoso	Maquinaria, equipos electrónicos, motores, etc.	POTENCIAL	Incapacidad temporal (<1 día)	Daños leves. No interrupción	Efecto menor	Interna	BAJO	MUY BAJO	BAJO	MUY BAJO	BAJO
				No ha ocurrido en el sector	No ha ocurrido en el sector	No ha ocurrido en el sector	No ha ocurrido en el sector					
Incendio, daños a personas, estructuras, instalaciones y equipos	Rayos	Construcciones y estructuras o follaje al aire libre	REAL	Incapacidad temporal (<1 día)	Daños importantes. Interrupción breve	Efecto menor	Interna	BAJO	BAJO	BAJO	MUY BAJO	BAJO
				No ha ocurrido en el sector	No ha ocurrido en el sector	No ha ocurrido en el sector	No ha ocurrido en el sector					
Incendio, daños en las instalaciones	Sobrecarga	Equipos y cableado	POTENCIAL	Incapacidad temporal (<1 día)	Daños leves. No interrupción	Efecto menor	Interna	BAJO	MUY BAJO	BAJO	MUY BAJO	BAJO
				No ha ocurrido en el sector	No ha ocurrido en el sector	No ha ocurrido en el sector	No ha ocurrido en el sector					
Electrocución o Electrización	Tensión de contacto	Estructuras unidas a tierra o sólidamente puestas a tierra	POTENCIAL	Incapacidad temporal (<1 día)	Daños leves. No interrupción	Efecto menor	Interna	BAJO	MUY BAJO	BAJO	MUY BAJO	BAJO
				No ha ocurrido en el sector	No ha ocurrido en el sector	No ha ocurrido en el sector	No ha ocurrido en el sector					
Electrocución o Electrización	Tensión de paso	Superficie del suelo	POTENCIAL	Incapacidad temporal (<1 día)	Daños leves. No interrupción	Efecto menor	Interna	BAJO	MUY BAJO	BAJO	MUY BAJO	BAJO
				No ha ocurrido en el sector	No ha ocurrido en el sector	No ha ocurrido en el sector	No ha ocurrido en el sector					

FACTOR DE RIESGO	RESULTADO RIESGO	DECISIONES A TOMAR Y CONTROL	PARA EJECUTAR LOS TRABAJOS
Arcos eléctricos	BAJO	Asumirlo. Hacer control administrativo rutinario. Seguir los procedimientos establecidos. Utilizar EPP. No requiere permiso especial 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. 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?
Ausencia de electricidad	MUY BAJO	Vigilar posibles cambios.	No afecta la secuencia de las actividades.
Contacto directo	BAJO	Asumirlo. Hacer control administrativo rutinario. Seguir los procedimientos establecidos. Utilizar EPP. No requiere permiso especial 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. 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?
Contacto indirecto	BAJO	Asumirlo. Hacer control administrativo rutinario. Seguir los procedimientos establecidos. Utilizar EPP. No requiere permiso especial 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. 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?

FACTOR DE RIESGO	RESULTADO RIESGO	DECISIONES A TOMAR Y CONTROL	PARA EJECUTAR LOS TRABAJOS
Cortocircuito	BAJO	Asumirlo. Hacer control administrativo rutinario. Seguir los procedimientos establecidos. Utilizar EPP. No requiere permiso especial 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. 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?
Electricidad estática	BAJO	Asumirlo. Hacer control administrativo rutinario. Seguir los procedimientos establecidos. Utilizar EPP. No requiere permiso especial 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. 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?
Equipo defectuoso	BAJO	Asumirlo. Hacer control administrativo rutinario. Seguir los procedimientos establecidos. Utilizar EPP. No requiere permiso especial 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. 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?
Rayos	BAJO	Asumirlo. Hacer control administrativo rutinario. Seguir los procedimientos establecidos. Utilizar EPP. No requiere permiso especial 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. 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?

FACTOR DE RIESGO	RESULTADO RIESGO	DECISIONES A TOMAR Y CONTROL	PARA EJECUTAR LOS TRABAJOS
Sobrecarga	BAJO	Asumirlo. Hacer control administrativo rutinario. Seguir los procedimientos establecidos. Utilizar EPP. No requiere permiso especial 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. 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?
Tensión de contacto	BAJO	Asumirlo. Hacer control administrativo rutinario. Seguir los procedimientos establecidos. Utilizar EPP. No requiere permiso especial 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. 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?
Tensión de paso	BAJO	Asumirlo. Hacer control administrativo rutinario. Seguir los procedimientos establecidos. Utilizar EPP. No requiere permiso especial 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. 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?

FACTORES DE RIESGO	MEDIDAS DE PROTECCIÓN Y RECOMENDACIONES
ARCOS ELÉCTRICOS	Se respetaron distancias de seguridad, se especificaron conectores certificados para empalmes y uniones.
AUSENCIA DE ELECTRICIDAD	Cuenta con planta de suplencia.
CONTACTO DIRECTO	Tableros de acuerdo con la norma con aislamiento de partes activas, puesta a tierra, mantenimiento a realizar solamente por personal técnico capacitado.
CONTACTO INDIRECTO	Se respetaron distancias de seguridad, se cuenta con conexiones equipotenciales, sistema de puesta a tierra y se recomienda mantenimiento correctivo y preventivo.
CORTOCIRCUITO	Se cuenta con interruptores automáticos con dispositivo de disparo de máxima corriente.
ELECTRICIDAD ESTÁTICA	Se cuenta con conexiones equipotenciales, sistema de puesta a tierra.
EQUIPO DEFECTUOSO	Diseño cumpliendo con las normas técnicas, puesta a tierra, mantenimiento solamente personal técnico capacitado.
RAYOS	El Análisis de nivel de riesgo por rayos indicó que no requiere apantallamiento.
SOBRECARGA	Se cuenta con interruptores automáticos con dispositivo de disparo de máxima corriente. dimensionamiento de conductores y equipos de acuerdo con la norma.
TENSIÓN DE CONTACTO	se cuenta con puesta a tierra de baja resistencia, restricción de accesos, alta resistividad del piso y sistema eléctrico equipotencializado
TENSIÓN DE PASO	se cuenta con puesta a tierra de baja resistencia, restricción de accesos, alta resistividad del piso y sistema eléctrico equipotencializado

CONCLUSIONES:

EN EL DISEÑO SE EVALUARON LOS FACTORES DE RIESGO Y SE TOMARON LAS MEDIDAS DE PROTECCIÓN REQUERIDAS PARA MINIMIZAR AL MÁXIMO LOS MISMOS, LOGRANDO OBTENER UN NIVEL DE RIESGO BAJO, SE DEBEN IMPLEMENTAR UNAS RUTINAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS POR PARTE DE LOS DIFERENTES USUARIOS, EL CUAL DEBE SER REALIZADO POR PERSONAL TÉCNICAMENTE CAPACITADO Y TOMANDO LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD NECESARIAS.

f. Análisis del nivel tensión requerido.

INTRODUCCIÓN:

El Parágrafo 1 del Artículo 13 de la Resolución CREG 097 de 2008 con la cual se aprobó la metodología para el establecimiento de los cargos por uso de los Sistemas de Transmisión Regional y Distribución Local señala que los OR deben disponer de un estudio técnico, que considere entre otros aspectos: pérdidas, regulación y calidad de su sistema que permita determinar, según la capacidad de conexión solicitada por un usuario, el nivel de tensión al cual debería conectarse, sujeto a que exista capacidad disponible en el punto de conexión solicitado.

OBJETIVO:

El objetivo de este documento es definir los niveles de tensión para la conexión de cargas de clientes, según la capacidad de conexión solicitada por un usuario de acuerdo con lo establecido por la CREG en la Resolución CREG 097 de 2008.

PRINCIPIOS REGULATORIOS DEL SISTEMA ELÉCTRICO NACIONAL:

El Reglamento de Distribución de Energía Eléctrica, contenido en la Resolución CREG 070 de 1998, regula la actividad de Transmisión Regional y/o Distribución Local de Energía Eléctrica, con base en principios de eficiencia, calidad y neutralidad, conforme a lo establecido en la Ley 142 de 1994 y define los criterios y procedimientos para la ejecución y operación de conexiones de los usuarios.

Respecto a la conexión de cargas se destacan los siguientes aspectos de la Resolución asociados al objeto de este Documento:

• El Operador de Red está en la obligación de ofrecer al usuario un punto de conexión factible a su sistema cuando éste lo solicite y garantizará el libre acceso a la red. Para tal efecto, el usuario deberá informar sobre la localización del inmueble, la potencia máxima requerida y el tipo de carga.

• El OR podrá especificar un nivel de tensión de conexión diferente al solicitado por el Usuario por razones técnicas debidamente sustentadas.

• En el evento de que la confiabilidad y calidad requeridas por el Usuario sean superiores a los estándares establecidos y para mejorarlas se requieran obras de infraestructura para reforzar el STR y/o SDL que opera el OR, el pago de los costos que resulten serán asumidos por el Usuario.

• Lo dispuesto por el artículo 4.4.1. “solicitud de factibilidad del servicio y puntos de conexión” de la Resolución CREG 070 de 1998.

• El contenido del artículo 4.4.2 respecto de la “solicitud de conexión” de la Resolución CREG 070 de 1998.

• Y el artículo 4.4.3 de la Resolución CREG 070 de 1998, que señala los “plazos y procedimientos para la aprobación o improbación de las solicitudes de conexión por parte del OR”.

La Resolución 108 de 1997, artículo 17 respecto a la negación del servicio establece:

“(…) La empresa solo podrá negar la solicitud de conexión del servicio en los siguientes casos:

a) Por razones técnicas susceptibles de ser probadas que estén expresamente previstas en el contrato.

b) Cuando la zona haya sido declarada como de alto riesgo, según decisión de la autoridad competente.

c) Cuando el suscriptor potencial no cumpla las condiciones establecidas por la autoridad competente.

La negación de la conexión al servicio, deberá comunicarse por escrito al solicitante, con indicación expresa de los motivos que sustentan tal decisión. Contra esa decisión procede el recurso de reposición ante la empresa, y en subsidio el de apelación ante la Superintendencia de Servicios Públicos, conforme al artículo 158 y 159 de la ley 142 de 1994, que regulan los recursos ante las empresas de servicios públicos.”

Tomado de ***"NIVELES DE TENSIÓN DE CONEXIÓN DE CARGAS DE CLIENTES"*** likinormas-Codensa Bogotá 2016.

De acuerdo a las redes existentes el proyecto se conecta de la red de media tensión 11,4 kV existente cerca al predio y entrega su potencia a los usuarios en baja tensión utilizando el nivel de tensión 208/120 V.

b. Análisis del nivel tensión requerido:

Se analizan tres escenarios para la evaluación del nivel de tensión:

TRAFO	300
Tensión [V]	**Corriente [A]**
11,4	15,19
0,48	360,84
0,208	832,72

El nivel de tensión aprobado en la factibilidad No. por CODENSA es de 11,4 kV, debido a las implicaciones técnicas y económicas se selecciona:

Nivel de tensión del proyecto MT: **11,4 kV**

TIPO DE CARGA	120 (V)	208 (V)	277 (V)	480 (V)
ILUMINACIÓN	SÍ	NO	NO	NO
TOMAS	SÍ	NO	NO	NO
EQUIPOS	SÍ	SÍ	NO	NO

Como se puede ver en la tabla la mayor parte de las cargas se puede especificar a tension de 208/120 V.

Nivel de tension proyecto BT: **208/120 V**

i. Medición de resistividad del terreno.

DATOS DEL PROYECTO

Nombre proyecto: BIOTERIO
Dirección: MOSQUERA KM 19, CARRETERA DE OCCIDENTE, VIA MOSQUERA
Ciudad: MOSQUERA

INTRODUCCIÓN:

El objetivo de este informe es el de conocer la resistencia de la malla de puesta a tierra del proyecto en referencia.

MÉTODO UTILIZADO:

Método Utilizado.
El procedimiento utilizado para la toma de datos estuvo basado en el método de Caída de potencial donde se tienen un electrodo conectado a la tierra a medir, un electrodo de masa auxiliar a una distancia fija (40 m) y se toman tres medidas a diferentes distancias entre el electrodo de masa y la sonda ver figura.

La siguientes figuras ilustran la disposición de dichos electrodos en donde a es igual a la distancia de separación entre electrodos.

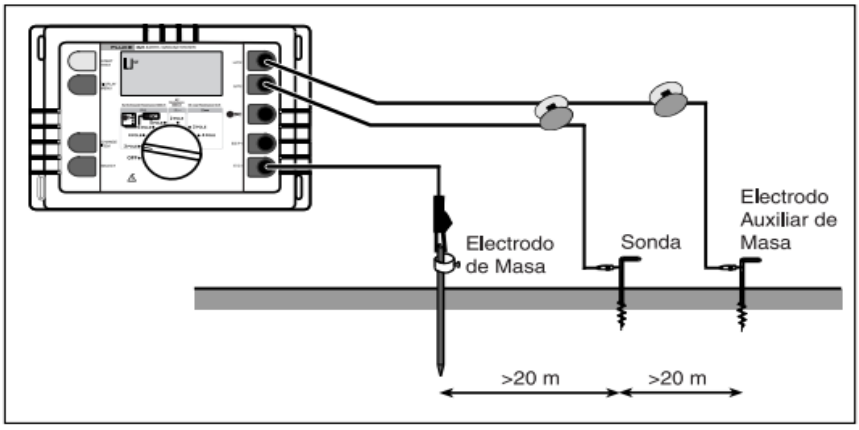


Figura 1. Medida de resistencia. (Tomado manual Fluke 1623).

EQUIPO DE MEDIDA:

Equipo:	Fluke 1623 Earth Ground Tester.
Referencia:	S125104369B2

MEDIDAS REALIZADAS:







Figura 2. Ubicación de la medicion en subestacion existente



Figura 3. Medida realizada a 20m

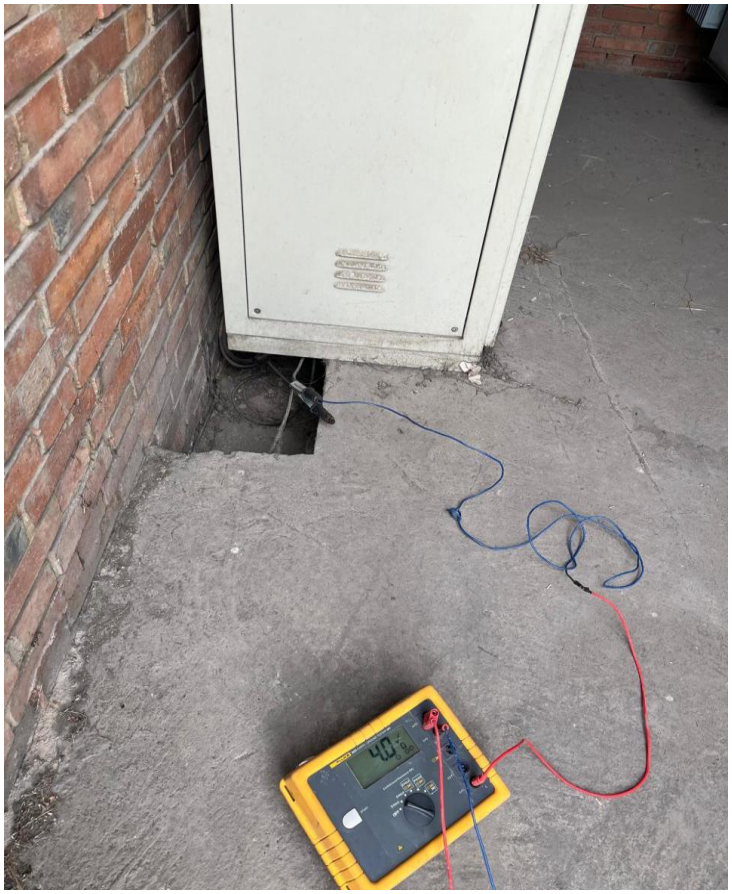


Figura 4. Medida realizada a 25m



Figura 4. Medida realizada a 30m

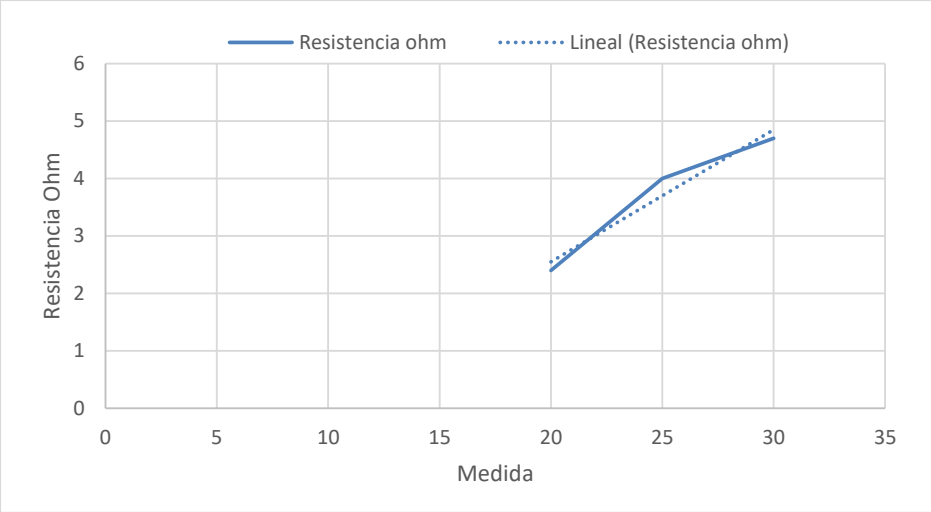


Figura 5. Tendencia lineal de los datos.

RESULTADOS:

Resistencia de puesta a tierra

Medida	Resistencia ohm
20	2,4
25	4
30	4,7

Tabla 1. Medidas obtenidas

La resistencia de puesta a tierra es de 3.7 Ω para el 62% de la distancia, valor que cumple con el máximo estipulado por el RETIE de 10 Ω para este tipo de aplicaciones.

CALCULO DE TRANSFORMADOR

CARGAS GENERALES				
ÍTEM	**DESCRIPCIÓN**	**CARGA INSTALADA**	**FACTOR (NTC 2050/CRITERIO)**	**CARGA DEMANDADA**
1	ILUMINACION	1,7 [KVA]	100%	1,7 [KVA]
2	TOMAS RED NORMAL	18,0 [KVA]	PRIMEROS 10KVA AL 100% SIGUIENTES AL 50%	14,0 [KVA]
2	TOMAS RED REGULADA	6,0 [KVA]	PRIMEROS 10KVA AL 100% SIGUIENTES AL 50%	6,0 [KVA]
3	AIRE ACONDICIONADO Y EQUIPOS	45,8 [KVA]	90%	41,2 [KVA]
TOTAL		**71,5 [KVA]**		**59,4 [KVA]**

k. Verificación de los conductores, teniendo en cuenta el tiempo de disparo de los interruptores, la corriente de corto circuito de la red y la capacidad de corriente del conductor.

1. MODELO DEL SISTEMA

De acuerdo con las redes existentes del proyecto se tiene una subestación de 300KVA, se toma como referencia la Impedacia de cortocircuto del trasnforamador para el calculo de las corrientes de corto en media tension

CORRIENTES SIMÉTRICAS	
Corriente trifásica	13889 A
Corriente monofásica	8028 A

Se tienen en cuenta las siguientes consideraciones:

* No se consideran las corrientes de prefalla y las componentes armónicas de las corrientes de falla.
* Para los cables se asume una temperatura de operación de 75°C y una temperatura de destrucción de 150°C.

Para el calculo de las corrientes de falla y coordinación de protecciones se emplea la herramienta computacional ETAP 12.6

Icc 3ϕ	Icc 2ϕ	Icc 1ϕ	Scc 3ϕ	Scc 1ϕ	X/R (+ y 0)	T
[kA]	[kA]	[kA]	[MVA]	[MVA]	3,018	[V]
13888,89	0,00	8028,26	125,837	65,515	5,14	208/120

TABLA 1. PARÁMETROS EQUIVALENTE DE RED PUNTO DE CONEXIÓN

LÍNEA	TENSIÓN [V]	CALIBRE	TIPO	L [m]
Punto conexión	208/120	250 Cu	THW-LS	10

TABLA 2 . PARÁMETROS LÍNEA MT

A continuación se presenta el modelo del sistema desde el circuito BT en estudio

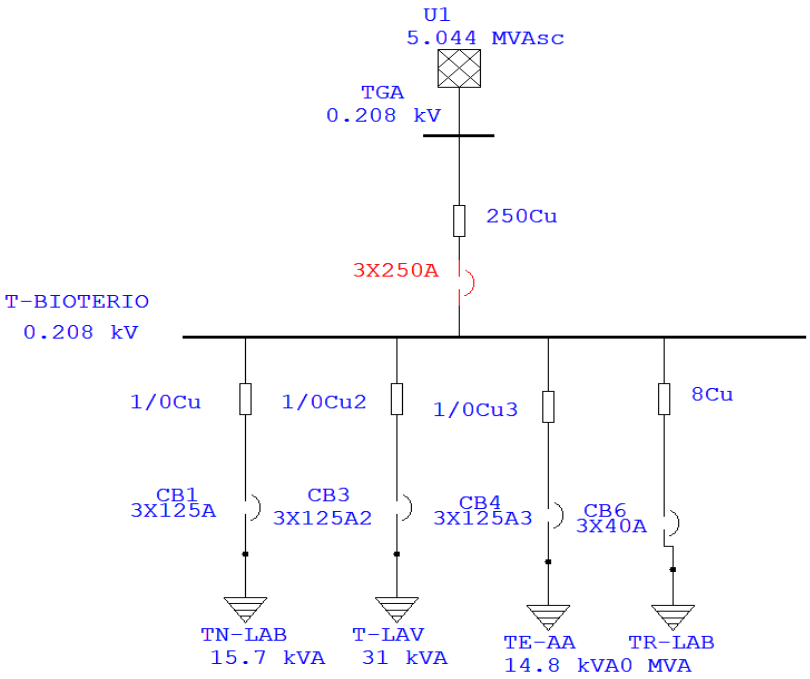


FIG1. MODELO SIMULACIÓN ETAP.

1.1 CALCULO DE IMPEDANCIA DE SECUENCIA 0 Y POSITIVA

Para el cálculo de ésta corriente se calcula un equivalente de red de secuencia positiva y cero con las corrientes dadas por el OR en el punto de conexión en media tensión:

$$X_{TH+} = \frac{V_{LL}}{\sqrt{3} * I_{CC3\emptyset}} \qquad X_{TH0} = \frac{\sqrt{3} * V_{LL}}{I_{CC1\emptyset}} - 2 * X_{TH+}$$

V_{LL}	=	208 V	
$I_{CC3\emptyset}$	=	13888,89 A	
$I_{CC1\emptyset}$	=	8028,26 A	
X_{TH+}	=	0,01 Ω	(Impedancia de Secuencia positiva)
X_{TH0}	=	0,03 Ω	(Impedancia de Secuencia cero)

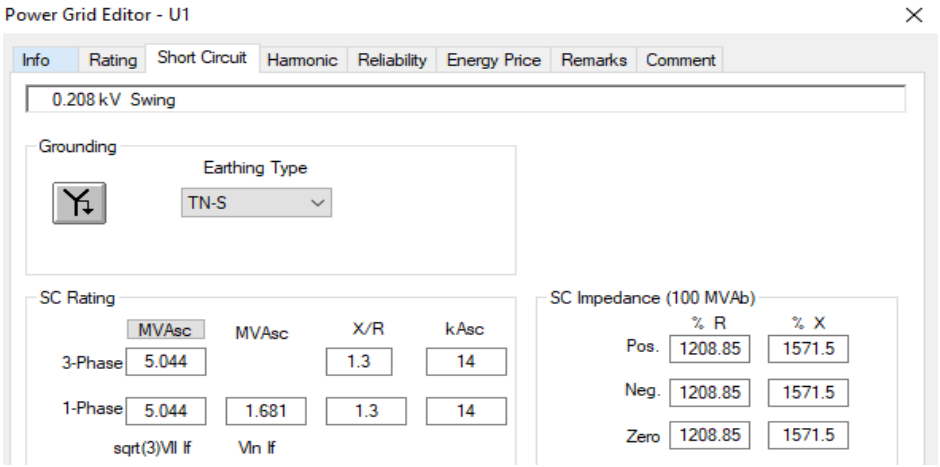


FIG. 2 DATOS DE ENTRADA EQUIVALENTE DE RED (Software ETAP 12.6)

1.2. SELECCIÓN DE CABLES Y PROTECCIÓN

Totalizador BT:	3 x 250 R (175-250)
Conductor:	250 Cu AWG

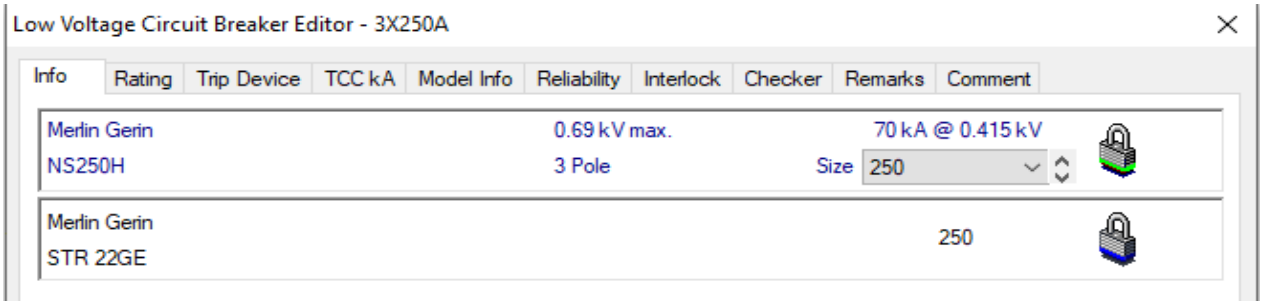


FIG. 3 PARÁMETROS PROTECCIÓN TOTALIZADOR BT (Software ETAP 12.6)

2. TIEMPOS DE COORDINACIÓN

A continuación se resumen los tiempos de coordinación obtenidos:

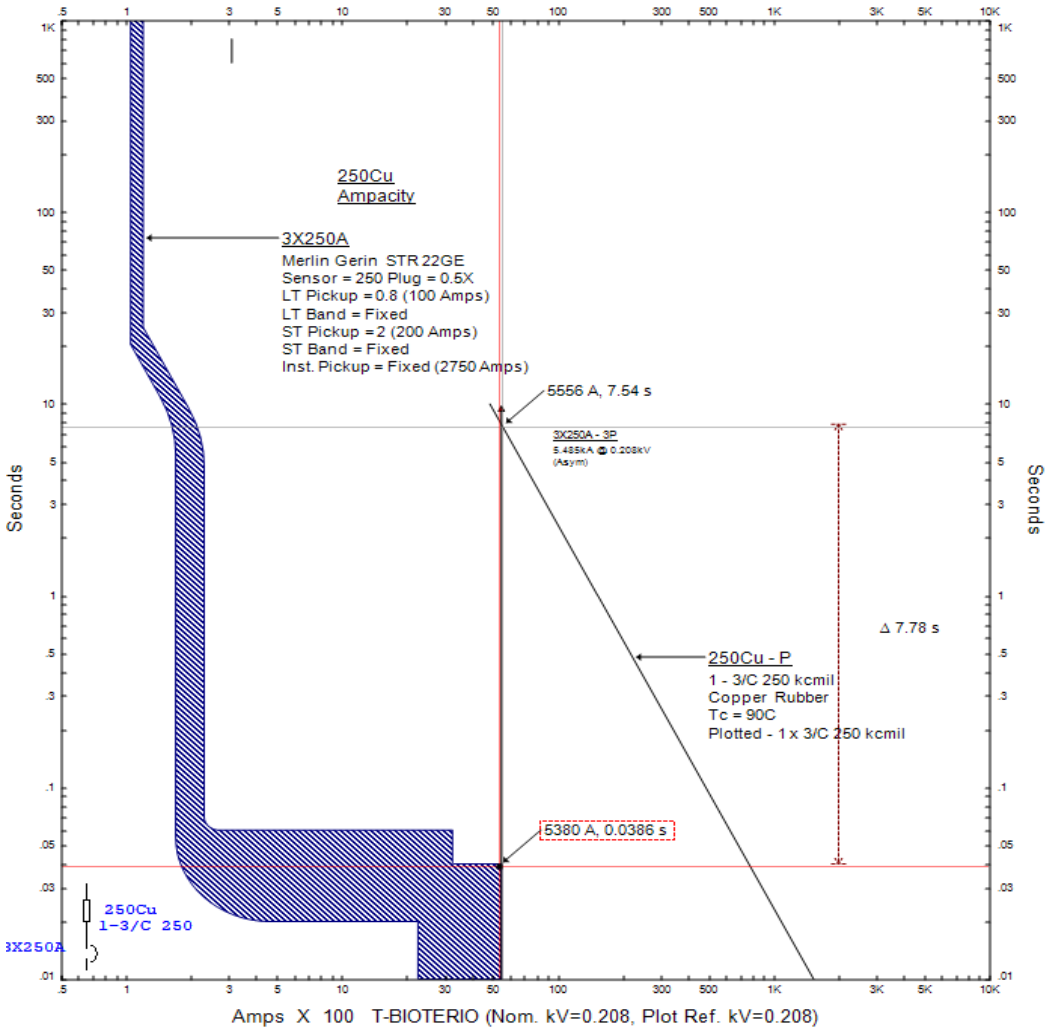


Figura 4. Curvas de coordinación Conductor BT en TGA.

En el cálculo de la corriente de corto se puede observar que la corriente de corto circuito para la Subestación ante una falla en el TGA es de 14kA

Con ayuda del software ETAP 12.6 se obtiene la gráfica de 'CURVA DE DAÑO TÉRMICO' del conductor del TGA a las cargas, el cual se compara con los tiempos de disparo de la protección correspondiente de 3x250A A Figura 4.

En la Figura 4 se puede observar que el tiempo de operación de la protección del BIOTERIO de 3x250A A ante la presencia de un corto en el sistema es de 0,0386 S y el tiempo del daño térmico en el conductor es de 7,54 S.

Dados los tiempos descritos anteriormente y puesto que en todos los casos los Δt entre la curva de la protección y la curva de daño térmico del conductor son positivos, se concluye que el conductor está en la capacidad de soportar la corriente de falla del sistema, cumpliendo así con los requerimientos establecidos por el RETIE.

m. Coordinación de protecciones.

1. CONSIDERACIONES GENERALES

Datos generales

Nombre del Proyecto:	BIOTERIO
Carga Instalada:	72 kVA
Tensión de servicio:	208/120

Objeto

Realizar el estudio de coordinación de protecciones del proyecto BIOTERIO. Para lograr un correcto funcionamiento de los dispositivos de protección y garantizar la selectividad en su accionamiento tanto en condiciones de falla, como en condiciones normales de operación. Con este estudio, se busca preservar la seguridad de las personas; de los equipos existentes en la instalación eléctrica y la estabilidad operativa del sistema, utilizando los lineamientos del operador de red Codensa S.A. E.S.P y los estándares IEEE Std 242-2001, IEEE Std C37.230™-2007 e IEEE Std C37.104™-2002.

Alcance

El estudio de coordinación de protecciones del proyecto BIOTERIO comprende los ajustes de las protecciones del tablero de distribución hasta el interruptor totalizador de baja tensión. Los ajustes de las protecciones internas de las instalaciones, no se consideran en el presente estudio.

Normatividad

El estudio de la coordinación de protecciones está desarrollado por el siguiente conjunto de normas y reglamentos:

1. IEC 60255 Electrical relays
2. Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE 2013.
3. IEEE Std 241-1990 *Recommended Practice for Electric Power Systems in Commercial Building*
4. IEEE Std 242-2001 *Recommended Practice for Protection and Coordination of Industrial and Commercial Power Systems*
5. ANSI/IEEE Std C37.90-1989 *Standard for Relays and Relay Systems Associated with Electric Power Apparatus*

De acuerdo al levantamiento realizado se tienen una subestacion de 300KVA, las corrientes se calculan de acuerdo a la capacidad e impedancia de corto circuito tipica para un transforamador de 300KVA

CORRIENTES SIMÉTRICAS	
Corriente trifásica	13889 A
Corriente monofásica	8028 A

Se tienen en cuenta las siguientes consideraciones:

* No se consideran las corrientes de prefalla y las componentes armónicas de las corrientes de falla.
* Para los cables se asume una temperatura de operación de 75°C y una temperatura de destrucción de 150°C.

Para el calculo de las corrientes de falla y coordinación de protecciones se emplea la herramienta computacional ETAP 12.6

Icc 3ϕ	Icc 2ϕ	Icc 1ϕ	Scc 3ϕ	Scc 1ϕ	X/R (+ y 0)	T
[A]	[A]	[A]	[MVA]	[MVA]	3,018	[V]
13888,89		8028,26	125,837	65,515	5,14	208/120

TABLA 1. PARÁMETROS EQUIVALENTE DE RED PUNTO DE CONEXIÓN

LÍNEA	TENSIÓN [V]	CALIBRE	TIPO	L [m]
Punto conexión	208	250 Cu	THW-LS	10

TABLA 2 . PARÁMETROS LÍNEA MT

A continuación se presenta el modelo del sistema desde el tablero alimentador hasta el tablero T-BIOTERIO

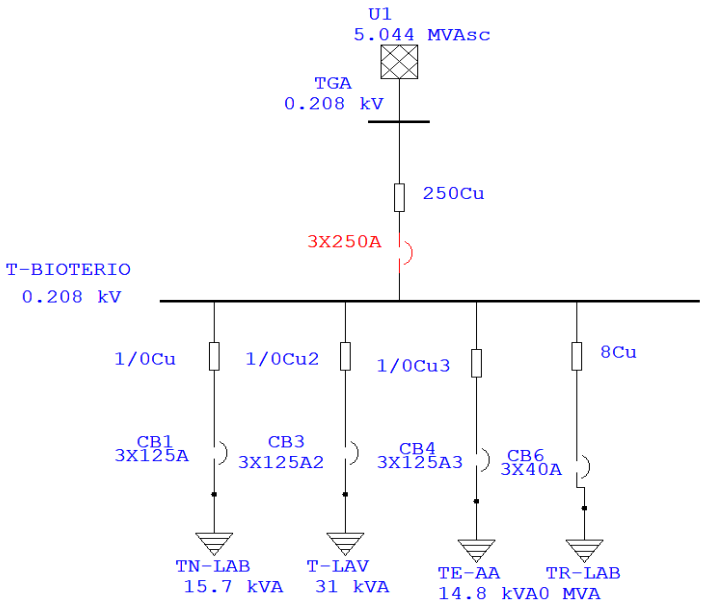


FIG. 1 MODELO DEL SISTEMA (Software ETAP 12.6)

2.1 CALCULO DE IMPEDANCIA DE SECUENCIA 0 Y POSITIVA

Para el cálculo de ésta corriente se calcula un equivalente de red de secuencia positiva y cero con las corrientes dadas por el OR en el punto de conexión en media tensión:

$$X_{TH+} = \frac{V_{LL}}{\sqrt{3} * I_{CC3\emptyset}} \qquad X_{TH0} = \frac{\sqrt{3} * V_{LL}}{I_{CC1\emptyset}} - 2 * X_{TH+}$$

V_{LL}	=	208 V	
$I_{CC3\emptyset}$	=	13888,89 A	
$I_{CC1\emptyset}$	=	8028,26 A	
X_{TH+}	=	0,01 Ω	(Impedancia de Secuencia positiva)
X_{TH0}	=	0,03 Ω	(Impedancia de Secuencia cero)

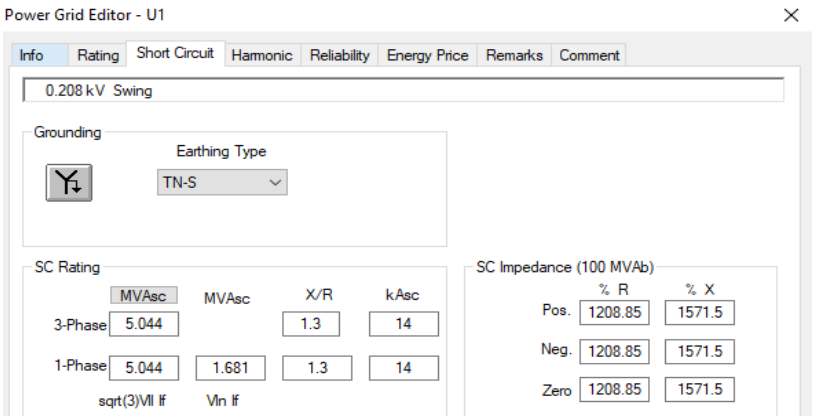


FIG. 2 DATOS DE ENTRADA EQUIVALENTE DE RED (Software ETAP 12.6)

3. CRITERIOS DE SELECCIÓN PROTECCIONES

3.1 PROTECCIÓN TRANSFORMADORES

CRITERIOS DE AJUSTE

Los ajustes considerados para las protecciones de los transformadores, se consideran verificando los valores de corrientes de energización (Inrush) y asumiendo el caso más severo de una falla (en bornes del transformador). La protección debe permitir una corriente de energización de 10 y 25 veces la corriente nominal primaria durante 0,1 s y 0,01s respectivamente. Adicionalmente, la curva de protección debe estar por debajo del límite térmico mecánico de cada transformador, según las recomendaciones del estándar IEEE Std 142-2001 (transformadores categoría I- II).

Los anteriores criterios son de referencia para determinar los ajustes; sin embargo, dependiendo de los niveles de corto y de la coordinación entre los dispositivos ubicados aguas arriba y aguas abajo, estos pueden ser modificados en algunos márgenes para obtener la selectividad adecuada entre todos los dispositivos de protección.

MODELO DEL SISTEMA

Se adiciona al modelo del sistema los transformadores con las respectivas protecciones:

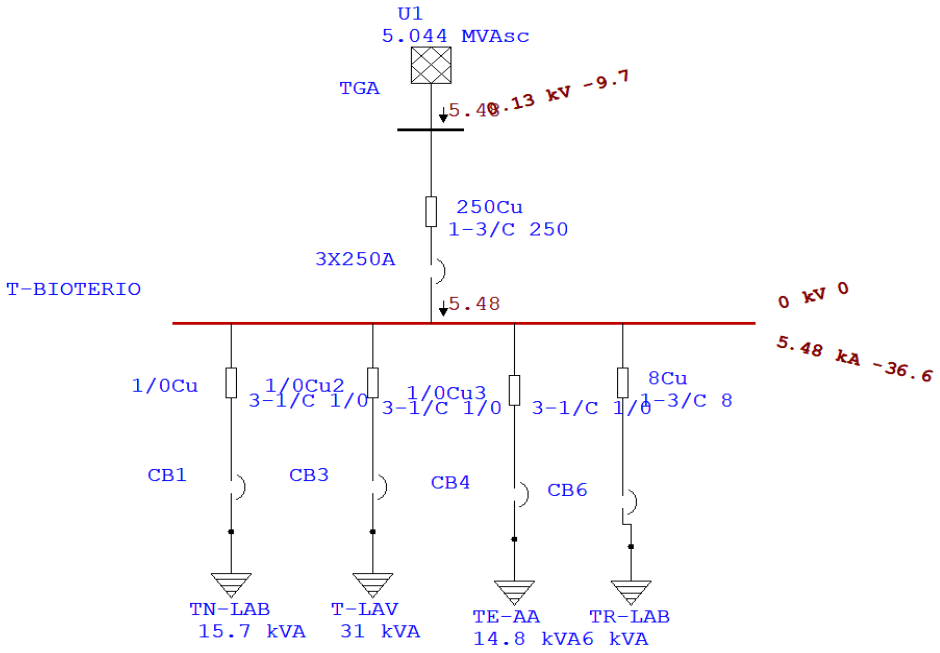


FIG. 3 SIMULACIÓN CORRIENTES DE FALLA SIMÉTRICA TRANSFORMADORES SE (Software ETAP 12.6)

3.2.1 TRANSFORMADOR N°1

Carga Total	**300 kVA**
Tipo	SECO
Impedancia Uz (NTC 3445)	6,0%
Voltaje primario	11400 V
Voltaje secundario	208 V

3.2.1.1 CALCULO CORRIENTE MT (CALCULADA)

I nominal primario: KVA/ 1.73*Vprimario
I nominal primario: 15,19 A

Icc primario: Inominal primario / Zcc
Icc primario: 253,22 A

Relación de transformación(a): V secundario / V primario
Relación de transformación(a): 0,02

Icc Primario referida al secundario: Icc Primario / a
Icc Primario referida al Secundario: 13878,61 A

3.2.1.2 CALCULO CORRIENTE BT (CALCULADA)

I nominal secundario: KVA / 1.73*Vsecundario
I nominal secundario: 832,72 A

Icc Secundario: In Secundario / Zcc
Icc Secundario: 13878,61 A

Relación de transformación(a): Vprimario /V secundario
Relación de transformación(a): 54,81

Icc Secundario referida al primario: Icc Secundario / a
Icc Primario referida al Secundario: 253,22 A

3.2.1.3 SELECCIÓN DE PROTECCIONES

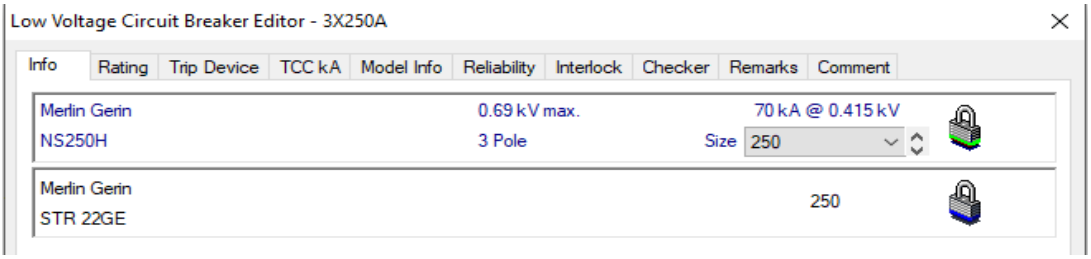
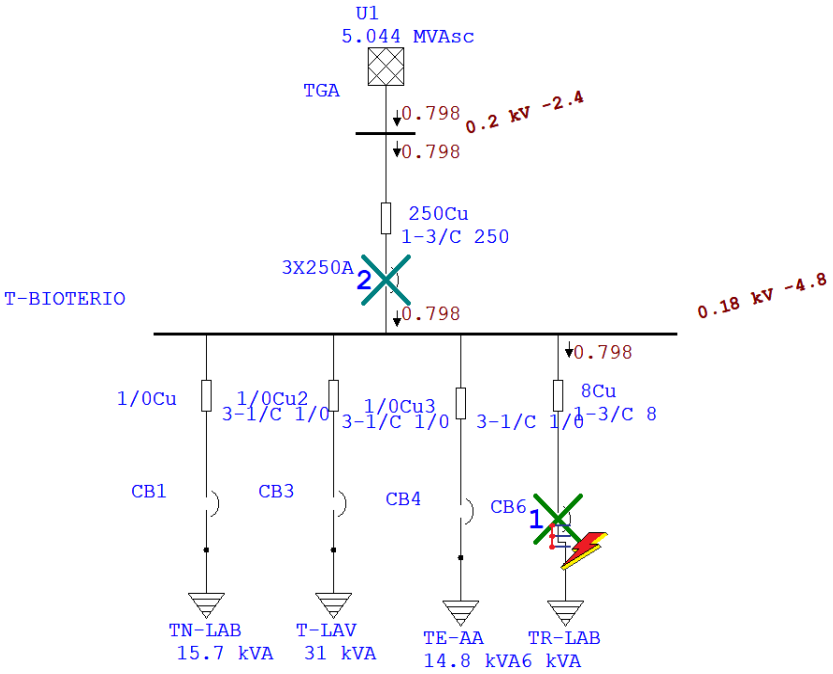


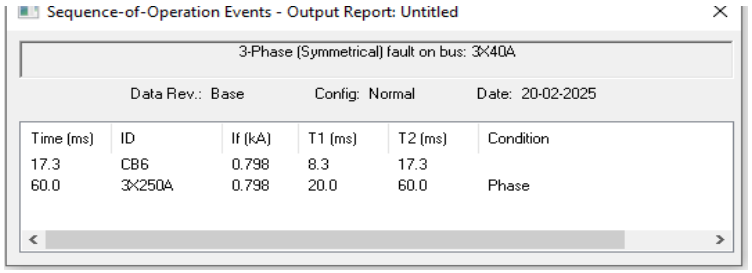
FIG. 4 PARÁMETROS PROTECCIÓN TOTALIZADOR BT (Software ETAP 12.6)

4. TIEMPOS DE COORDINACIÓN

A continuación se resumen los tiempos de coordinación obtenidos:

4.1 COORDINACIÓN DE PROTECCIONES PROTECCIONES EN BT TR-LAB





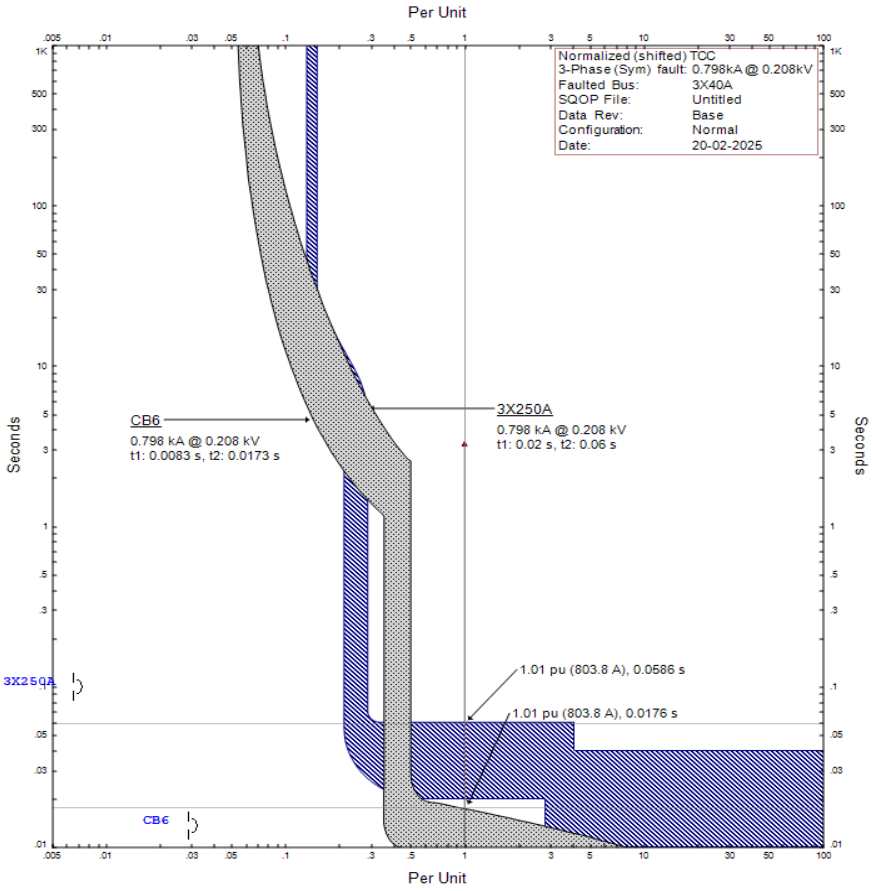
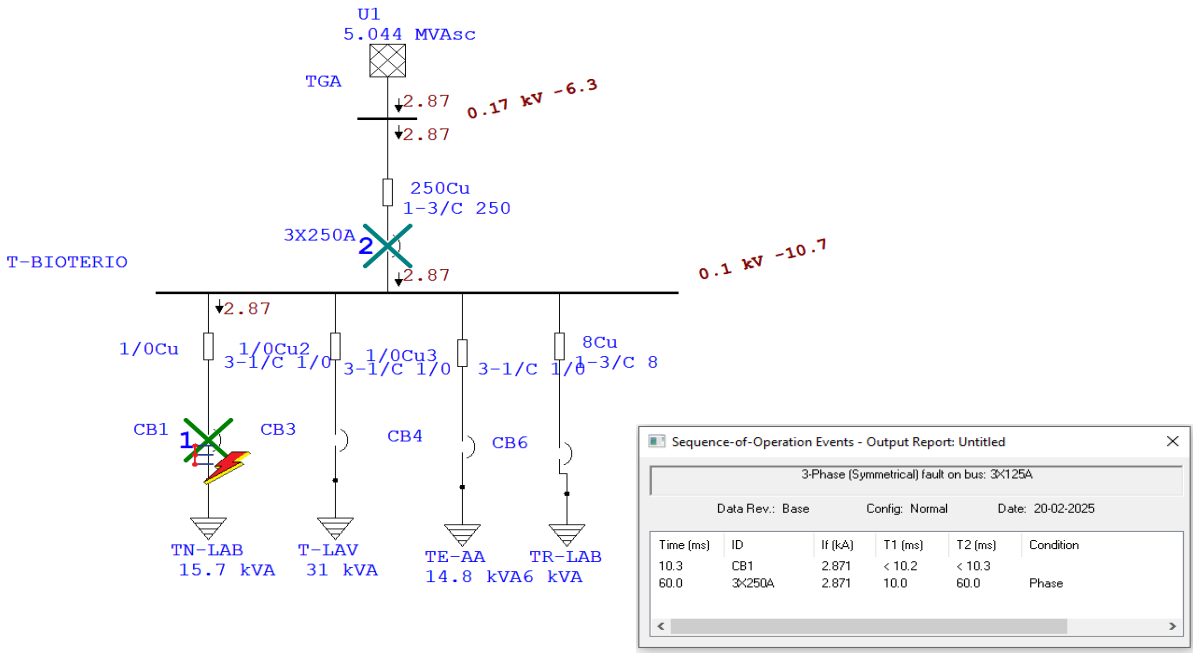


FIG. 5 TIEMPOS DE COORDINACIÓN BT(INTERRUPTOR PRINCIPAL)-BT(INTERRUPTOR TR-BIOTERIO) (Software ETAP 12.6)

4.2 COORDINACIÓN DE PROTECCIONES PROTECCIONES EN BT TN-LAB



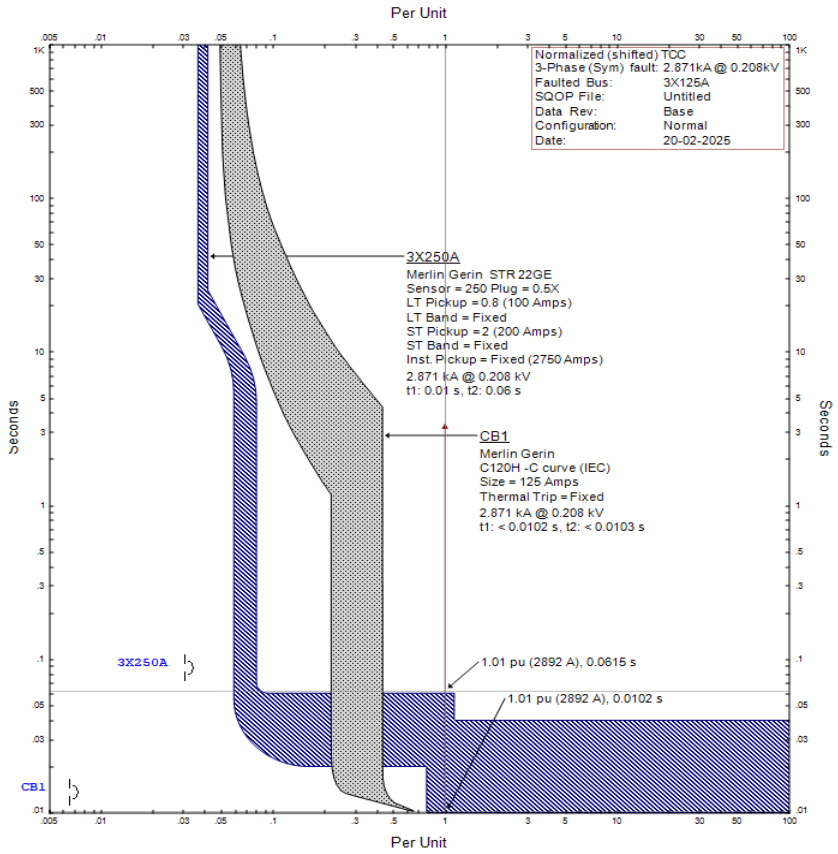


FIG. 5 TIEMPOS DE COORDINACIÓN BT(INTERRUPTOR PRINCIPAL)-BT(INTERRUPTOR TN-LAB) (Software ETAP 12.6)

5. RECOMENDACIONES Y NOTAS

1. Se garantiza una adecuada coordinación entre los totalizadores de baja tensión como se muestra en las gráficas.
2. El presente estudio de Coordinación de Protecciones cumple con las recomendaciones del Operador de Red y el estándar IEEE Std 242-2001, en caso que haya una sobrecarga, será despejada por las protecciones de baja tensión, seguido por las protecciones de medida tensión y finalmente se operarían las protecciones del operador de red.

n. Cálculos de canalizaciones.

1. CÁLCULO DE DUCTOS REDES BAJA TENSIÓN SEGÚN NTC 2050

Tabla 1. Porcentaje de la sección transversal en tubos conduit y tuberías, para el llenado de conductores (NTC 2050).

Número de conductores	1	2	Más de 2
Todos los tipos de conductores	53%	31%	40%

NOTA: Para determinar la ocupación de ductos se asumirá en todos los casos el aislamiento del tipo THW (Termoplástico de alta resistencia a la temperatura y a la humedad), el espesor de este aislamiento es el mayor comparado con los tipos THHN, XLPE y HF-LS-FR.

CONDUIT PVC

Sección transversal del conductor			Tamaño comercial mm pulgadas									
AWG/ kcmil	mm² reales	mm² comer.	16 ½"	21 ¾"	27 1"	35 1¼"	41 1½"	53 2"	63 2½"	78 3"	91 3½"	103 4"
14	2,08	2,5	7	12	20	34	44	70	104	157	204	262
12	3,3	4	6	10	16	27	35	56	84	126	164	211
10	5,25	6	4	8	13	21	28	44	65	98	128	165
8	8,36	10	2	4	8	12	16	26	39	59	77	98
6	13,29	16	1	3	6	9	13	20	30	45	59	75
4	21,14	25	1	2	4	7	9	15	22	33	44	56
3	26,66	25	1	1	4	6	8	13	19	29	37	48
2	33,62	35	1	1	3	5	7	11	16	24	32	41
1	42,2	50	1	1	1	3	5	7	11	17	22	29
1/0	53,5	50	1	1	1	3	4	6	10	14	19	24
2/0	67,44	70	0	1	1	2	3	5	8	12	16	21
3/0	85,02	95	0	1	1	1	3	4	7	10	13	17
4/0	107,21	120	0	1	1	1	2	4	6	9	11	14
250	126,67	120	0	0	1	1	1	3	4	7	9	12
300	152,01	150	0	0	1	1	1	2	4	6	8	10
350	177,34	185	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9
400	202,68	240	0	0	1	1	1	1	3	5	6	8
500	253,35	240	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7

Tabla C11. Número máximo de conductores y alambres de aparatos en tubo conduit rígido de PVC, Tipo A (según la Tabla 1, Capitulo 9) NTC 2050.

CONDUIT EMT

Sección transversal del conductor			Tamaño comercial mm pulgadas									
AWG/ kcmil	mm² reales	mm² comer.	16 ½"	21 ¾"	27 1"	35 1¼"	41 1½"	53 2"	63 2½"	78 3"	91 3½"	103 4"
14	2,08	2,5	6	10	16	28	39	64	112	169	221	282
12	3,3	4	4	8	13	23	31	51	90	136	177	227
10	5,25	6	3	6	10	18	24	40	70	106	138	177
8	8,36	10	1	4	6	10	14	24	42	63	83	106
6	13,29	16	1	3	4	8	11	18	32	48	63	81
4	21,14	25	1	1	3	6	8	13	24	36	47	60
3	26,66	25	1	1	3	5	7	12	20	31	40	52
2	33,62	35	1	1	2	4	6	10	17	26	34	44
1	42,2	50	1	1	1	3	4	7	12	18	24	31
1/0	53,5	50	0	1	1	2	3	6	10	16	20	26
2/0	67,44	70	0	1	1	1	3	5	9	13	17	22
3/0	85,02	95	0	1	1	1	2	4	7	11	15	19
4/0	107,21	120	0	0	1	1	1	3	6	9	12	16
250	126,67	120	0	0	1	1	1	3	5	7	10	13
300	152,01	150	0	0	1	1	1	2	4	6	8	11
350	177,34	185	0	0	0	1	1	1	4	6	7	10
400	202,68	240	0	0	0	1	1	1	3	5	7	9
500	253,35	240	0	0	0	1	1	1	3	4	6	7

Tabla C1. Número máximo de conductores y alambres de aparatos en tuberías eléctricas metálicas, Tipo EMT (según la Tabla 1, Capitulo 9) NTC 2050.

CONDUIT IMC

Sección transversal del conductor			Tamaño comercial mm pulgadas									
AWG/ kcmil	mm² reales	mm² comer.	16	21	27	35	41	53	63	78	91	103
			½"	¾"	1"	1¼"	1½"	2"	2½"	3"	3½"	4"
14	2,08	2,5	6	11	18	31	42	69	98	151	202	261
12	3,3	4	5	9	14	25	34	56	79	122	163	209
10	5,25	6	4	7	11	19	26	43	61	95	127	163
8	8,36	10	2	4	7	12	16	26	37	57	76	98
6	13,29	16	1	3	5	9	12	20	28	43	58	75
4	21,14	25	1	2	4	6	9	15	21	32	43	56
3	26,66	25	1	1	3	6	8	13	18	28	37	48
2	33,62	35	1	1	3	5	6	11	15	23	31	41
1	42,2	50	1	1	1	3	4	7	11	16	22	28
1/0	53,5	50	1	1	1	3	4	6	9	14	19	24
2/0	67,44	70	0	1	1	2	3	5	8	12	16	20
3/0	85,02	95	0	1	1	1	3	4	6	10	13	17
4/0	107,21	120	0	1	1	1	2	4	5	8	11	14
250	126,67	120	0	0	1	1	1	3	4	7	9	12
300	152,01	150	0	0	1	1	1	2	4	6	8	10
350	177,34	185	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9
400	202,68	240	0	0	0	1	1	1	3	4	6	8
500	253,35	240	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7

Tabla C4. Número máximo de conductores y alambres de aparatos en tubo conduit metálico intermedio, Tipo IMC (según la Tabla 1, Capitulo 9) NTC 2050.

NOTA: LOS CALIBRES EN COLOR ROJO SON NO COMERCIALES.

1.1 CÁLCULO DE OCUPACIÓN DUCTOS

Para el cálculo de ocupación de ductos en baja tensión se tiene en cuenta la NTC 2050 y se asume para todos los casos un aislamiento tipo THW y todos los conductores del mismo calibre.

	Tablero	Conductor de fases	Denominación	# de conductores	Material Ducto	Tabla NTC 2050	Ducto Calculado	# de conductores según tabla	% Ocupación
COBRE	*TGA2*	350	AWG	5	EMT	C1.	1Ø3"	6	**33,3%**
	T-BIOTERIO	250	AWG	5	EMT	C1.	1Ø3"	7	**28,6%**
	TN-LAB	1/0	AWG	5	EMT	C1.	1Ø2"	6	**33,3%**
	TR-LAB	8	AWG	8	EMT	C1.	1Ø1¼"	10	**32,0%**
	T-LAV	1/0	AWG	5	EMT	C1.	1Ø2"	6	**33,3%**

u. Distancias de seguridad Subterráneas.

DISTANCIA A OTRAS REDES (literal c):

ARTICULO 25.7 CONDUCTORES, CABLES DE GUARDA Y CABLES DE RETENCIÓN (RETIE)

25.7.2 Conductores subterráneos.

Para efectos del presente reglamento, en el tendido de cables subterráneos se aplicaran los siguientes requisitos adaptados de la Reglamentación para la Ejecución de Instalaciones Eléctricas en Inmuebles de la Asociación Electrotécnica Argentina:

a) Las canalizaciones o ductos deben ser de materiales que reúnan las siguientes condiciones:

· No higroscópicos.
· Mantener un grado de protección adecuado al tipo de uso.
· Garantizar que no rasguen o deterioren el aislamiento de los conductores.

b) Se acepta el uso de tubos corrugados de PVC de doble pared (tipo TDP) o de polietileno alta densidad para la protección mecánica térmica de cables de redes de media y baja tensión.

c) Debe mantenerse una distancia útil mínima de 0,20 m entre el borde externo del conductor y cualquier otro servicio (gas, agua, calefacción, vapor, aire comprimido, entre otros). Si esta distancia no puede ser mantenida se deben separar en forma efectiva las instalaciones a través de una hilera cerrada de ladrillos u otros materiales dieléctricos, resistentes al fuego y al arco eléctrico y malos conductores de calor de por lo menos 5 cm de espesor.

DISTANCIA DE ENTERRAMIENTO (literal f):

ARTICULO 25.7 CONDUCTORES, CABLES DE GUARDA Y CABLES DE RETENCIÓN (RETIE)

25.7.2 Conductores subterráneos.

f) La profundidad de enterramiento de ductos para redes de distribución subterráneas, tomada desde la superficie superior del suelo terminado hasta la parte superior del conductor o del ducto, no debe ser menor a los valores de la Tabla 25.1. Excepción: cuando existan conflictos con otras instalaciones subterráneas existentes en áreas peatonales para menos de 150 V pueden ser enterradas a una profundidad no menor a 0,45 m.

Tensión Fase- Fase (V)	Profundidad Ducto (m)	Profundidad conductor enterramiento directo (m)
Alumbrado Público	0,50	0,50
0 a 600	0,60	0,60
601 a 34500	0,75	0,95
34501 a 57500	1,00	1,20

Tabla 25.1, profundidades mínimas de enterramiento de redes de distribución subterráneas

DOCUMENTOS NO APLICABLES

g. Cálculo de campos electromagnéticos, l. Cálculo mecánico de estructuras, q. Clasificación de áreas, v. Justificación técnica de desviación de la NTC 2050, w. Los demás estudios que el tipo de instalación requiera.

PROYECTO: BIOTERIO

DOCUMENTOS NO APLICABLES PARA DISEÑO DETALLADO
RETIE RESOLUCIÓN 90795 DEL 25/JULIO/2014

g. Cálculo de campos electromagnéticos para asegurar que en espacios destinados a actividades rutinarias de las personas, no se superen los límites de exposición definidos en la Tabla 14.1:

Este cálculo solo es aplicable para zonas de servidumbre de líneas de transmisión igual o mayor de 110 kV según parágrafo 1 de la resolución 40492 del 24/abril/2015 del ministerio de Minas y Energía.

l. Cálculo mecánico de estructuras y de elementos de sujeción de equipos:

q. Clasificación de áreas:

El proyecto no tiene ambientes especiales.

v. Justificación técnica de desviación de la NTC 2050 cuando sea permitido, siempre y cuando no comprometa la seguridad de las personas o la instalación:

El proyecto no tiene desviaciones de la NTC 2050.

w. Los demás estudios que el tipo de instalación requiera para su correcta y segura operación, tales como condiciones sísmicas, acústicas, mecánicas o térmicas:

Cálculo de barrajes
CODENSA

ANCHO X ESPESOR	ÁREA mm^2	PESO kg/m	CORRIENTE ALTERNA 60Hz BARRAS PINTADA 1 I	2 II	CARACTERÍSTICAS DEL ELEMENTO IX cm2	WX cm2	IY cm2	WY cm2
12 x 2	24	0,21	165	297	0,0288	0,048	0,0008	0,008
15 x 2	30	0,27	204	356	0,0562	0,075	0,001	0,01
15 x 3	45	0,4	244	435	0,084	0,112	0,003	0,022
20 x 2	40	0,35	230	462	0,133	0,133	0,0013	0,0133
20 x 3	60	0,54	323	561	0,2	0,2	0,0045	0,03
20 x 5	100	0,89	429	739	0,333	0,333	0,208	0,083
25 x 3	75	0,57	496	686	0,39	0,312	0,005	0,037
25 x 5	125	1,11	521	884	0,651	0,521	0,026	0,104
30 x 3	90	0,8	468	805	0,675	0,45	0,007	0,045
30 x 5	150	1,34	594	1029	1,125	0,75	0,031	0,125
40 x 3	120	1,07	607	1042	1,6	0,8	0,009	0,06
40 x 5	200	1,78	792	1320	2,666	1,333	0,042	0,166
40 x 10	400	3,56	1122	1980	5,333	2,666	0,333	0,666
50 x 5	250	2,25	950	1610	5,2	2,08	0,052	0,208
50 x 10	500	4,45	1359	2376	10,4	4,16	0,416	0,833
60 x 5	300	2,67	1122	1887	9	3	0,063	0,25
60 x 10	600	5,34	1584	2772	18	6	0,5	1
80 x 5	400	3,56	1412	2508	21,33	5,333	0,0833	0,333
80 x 10	800	7,12	2059	3300	42,6	10,66	0,666	1,333
100 x 5	500	4,45	1782	3036	41,66	8,333	0,104	0,4165
100 x 10	1000	8,9	2481	4092	83,3	16,66	0,833	1,666
120 x 10	1200	10,68	2904	4620	144	24	1	2
160 x 10	1600	14,24	3696	5808	340,8	42,64	1,333	2,666
200 x 10	2000	17,8	4422	6996	666,4	66,64	1,666	3,352

CÁLCULO DE BARRAJES: T-BIOTERIO

CORRIENTE PROTECCIÓN (A):			250 A
CORRIENTE BARRAJE FASE (150 % CORRIENTE PROTECCIÓN) (A):			375 A
DIMENSIÓN BARRAJE FASE:	**1 BARRAJE DE:**	**20 x 5 mm2**	**429 A**
DIMENSIÓN BARRAJE NEUTRO:	**1 BARRAJE DE:**	**20 x 5 mm2**	**429 A**
CORRIENTE CONDUCTOR TIERRA (A)			70 A
CORRIENTE BARRAJE TIERRA (150 % CORRIENTE CONDUCTOR TIERRA) (A):			105 A
DIMENSIÓN BARRAJE TIERRA:	**1 BARRAJE DE:**	**15 x 2 mm2**	**204 A**

NOTA: El barraje del neutro se dimensiona igual al barraje de fase de acuerdo art.220-22 NTC2050.

DECLARACIÓN DE CUMPLIMIENTO RETIE

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA
DECLARACIÓN DE CUMPLIMIENTO RETIE DEL DISEÑO ELECTRICO.

Yo, ROBINSON MARTINEZ GARCIA mayor de edad, identificado con la Cédula de Ciudadanía No. 1.016.012.986 de Bogotá, en mi condición de Ingeniero Electricista portador de la Matricula Profesional Nº CN 205-112025. Declaro bajo la gravedad de juramento, que el proyecto de "BIOTERIO" localizado en la MOSQUERA KM 19, CARRETERA DE OCCIDENTE, VIA MOSQUERA - MADRID, CUNDINAMARCA en el municio de Mosquera, propiedad de INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO, cuyo diseño estuvo a mi cargo, cumple con todos y cada uno de los requisitos que le aplican establecidos por el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas y las normas vigentes.

En constancia se firma en la ciudad de Bogotá D.C a los 10 días de marzo de 2025.

Nota: El alcance de esta declaración incluye la acometida desde el punto de conexión hasta las instalaciones electricas internas del Bioterio.



Ing. ROBINSON MARTINEZ GARCIA
MP: CN 205-112025
C.C: 1.016.012.986 de Bogotá