MEMORIAS DE CÁLCULO

INSTALACIONES ELECTRICAS
PLAZA DE MERCADO
MUNICIPIO DE PAICOL
DEPARTAMENTO DEL HUILA

Proyectista: OSCAR JULIO GONZALEZ G.
Matrícula: 17205 - 07724

NEIVA, NOVIEMBRE DE 2020

PROYECTO DE REDES ELÉCTRICAS

1. OBJETO _____4
2. ALCANCE _____4
3. UBICACIÓN _____4
4. PARAMETROS DE DISEÑO _____4
5. MEMORIAS DE CÁLCULO _____5

a. Análisis y cuadros de carga iniciales y futuras, incluyendo análisis de factor de potencia y armónicos……..5
Tabla 1 Cuadro de cargas ……..……6
Análisis de cargas iniciales ……..……..7
b. Análisis de coordinación de aislamiento eléctrico ……..7
c. Análisis de cortocircuito y falla a tierra ……7
d. Análisis de nivel de riesgo por rayos y medidas de protección contra rayos ……8
e. Análisis de riesgos de origen eléctrico y medidas para mitigarlo …….. 11
f. Análisis del nivel de tensión requerido ……..13
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 Tabla14……13
h. Cálculo de transformadores incluyendo los efectos de los armónicos y factor de potencia en la carga ……..13
i. Cálculo del sistema de puesta a tierra ……14
j. Cálculo económico de conductores, teniendo en cuenta todos los factores de pérdidas, las cargas resultantes y los costos de la energía ……16
Conductor de red de media tensión ……16
Conductores para acometida de baja tensión ……..…17
Cálculo de conductor económico …… 18
Acometidas en baja tensión ……18
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 de acuerdo con la norma IEC60909, IEEE 242, capítulo 9 o equivalente ……...19
l. Cálculo mecánico de estructuras y de elementos de sujeción de equipos ……...20
m. Cálculo y coordinación de protecciones contra sobrecorrientes. En baja tensión se permite la coordinación con las características de limitación de corriente de los dispositivos según IEC 60947-2 Anexo A ……..……22
n. Cálculos de canalizaciones (Tubo, ductos, canaletas y electroductos) y volumen de encerramientos (cajas, tableros, conduletas, etc.) ……..25
o. Cálculos de pérdidas de energía, teniendo en cuenta los efectos de armónicos y factor de potencia ……..26
p. Cálculos de regulación ……..28
q. Clasificación de áreas ……28
r. Elaboración de diagramas unifilares ……28
s. Elaboración de planos y esquemas eléctricos para construcción ……..28

t. Especificaciones de construcción complementarias a los planos, incluyendo las de tipo técnico de equipos y materiales y sus condiciones particulares …….. 28
u. Establecer las distancias de seguridad requeridas ……..29
v. Justificación técnica de desviación de la NTC 2050 cuando sea permitido, siempre y cuando no comprometa la seguridad de las personas o de la instalación ……..…….29
w. Los demás estudios que el tipo de instalación requiera para su correcta y segura operación, tales como condiciones sísmicas, acústicas, mecánicas o térmicas ……..29

1. OBJETO

Suministrar el servicio de energía eléctrica a la edificación del proyecto Plaza de Mercado, el cual se encuentra localizado en el municipio de Paicol, departamento del Huila, con el fin de alimentar el proyecto en mención. Debe cumplir con el RETIE 2013, norma NTC 2050, norma NTC 4552, norma Electrohuila y demás que apliquen a este diseño.

2. ALCANCE

El alcance de este proyecto comprende el tendido de un tramo de 20 mts de línea de media tensión bifásica 13,2 kv, Acometida en baja tensión hasta tablero de medida y distribución T.M.d, alimentadores a los demás tableros y las instalaciones de uso final. La alimentación en media tensión se toma del circuito Paicol 13,2 kv de la subestación Paicol.

3. UBICACIÓN

El proyecto se ubica geográficamente en el sector rural del municipio de Paicol, mas concretamente en la carrera 6 con calle 4 esquina.

4. PARAMETROS DE DISEÑO

En relación con este diseño se ha tenido en cuenta que debe cumplir con la reglamentación vigente respecto al tipo de estructura, cada producto eléctrico a utilizar debe poseer certificado de producto vigente bajo RETIE expedido por un organismo de certificación de producto acreditado por ONAC para expedir este tipo de documentos, cumplir con las condiciones técnicas requeridas. Para construcción de este proyecto se debe aplicar el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE versión 2013, el Código Eléctrico Colombiano norma NTC 2050 y normas técnicas colombianas aplicables (NTC).
Para este proyecto se acordó fijar los siguientes parámetros que serán el punto de partida para la realización de un diseño óptimo.

PARÁMETRO	VALOR
Carga aprobada	21,47 KVA
Factor de potencia de la carga	0,9 inductivo
Regulación primaria en operación normal	3%
Regulación secundaria en operación normal	3,5%
Pérdidas de potencia secundarias	3,50%
Pérdidas de potencia primarias	2,50%
Distribución primaría trifásica	13.200 V
Distribución secundaria trifásica	240 - 120 V
Tipo de conductor en media tensión	ACSR 1/0
Tipo de conductor en baja tensión	Cobre THHN calibres AWG

5. MEMORIAS DE CALCULO

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

Para el proyecto se toma no significativo el efecto de los armónicos, por lo tanto no se calcula y se concluye que esta parte del cálculo no aplica. Se instalarán tableros monofásicos de 4 circuitos.

CUADRO DE CARGAS - PLAZA DE MERCADO - MUNICIPIO DE PAICOL

CIRCUITO	LAMPARA APLIQUE LED 20W	PANEL LED 48 W	LAMPARA LED 2 x 28 W	LAMPARA EMERGENCIA 13 W	TOMA NORMAL 162 W	TOMA GFCI	TOMA 220 V	TOMA REGULADO	TOTAL VATIOS INST.	CORRIENTE AMP.	CONDUCTOR AWG	PROTECCION AMP.	DUCTO PULG.
TABLERO ADMISTRACION T.AD. BIFASICO 30 CIRCUITOS													
1			26						1.456	13,48	12	1 x 15	1/2
2	7	13	2						876	8,11	12	1 x 15	1/2
3					4	1			810	7,50	12	1x 20	1/2
4					5				810	7,50	12	1 x 20	1/2
5					8				1.296	12,00	12	1 x 20	1/2
6 - 8							A.A.		2.030	10,84	12	2 x 20	1/2
7 - 9							A.A.		2.030	10,84	12	2 x 20	1/2
10 - 12							A.A.		1.235	6,60	12	2 x 20	1/2
11 - 13							A.A.		1.235	6,60	12	2 x 20	1/2
14 - 16							A.A.		993	5,30	12	2 x 20	1/2
15 - 17							A.A.		993	5,30	12	2 x 20	1/2
18 - 20							A.A.		993	5,30	12	2 x 20	1/2
19 - 21							A.A.		993	5,30	12	2 x 20	1/2
22 - 24							C. FRIO		2.000	10,68	12	2 x 20	1/2
23				11							12	1 x 15	1/2
24								10	2500	23,14	8	1 x 30	1
SUBTOTAL	**7**	**13**	**28**	**11**	**17**	**1**	**9**	**10**	**20.250**				
TABLERO RESTAURANTE T.RES. MONOFASICO 4 CIRCUITOS													
1	3								60	0,56	12	1 x 15	1/2
2					2	2			648	6,00	12	1 x 20	1/2
SUBTOTAL	**3**				**2**	**2**			**708**				
TABLERO ABARROTE 1 T.AB.1 MONOFASICO 4 CIRCUITOS													
1	1								20	0,19	12	1 x 15	1/2
2					1				162	1,50	12	1 x 20	1/2
SUBTOTAL	**1**				**1**				**182**				
TABLERO ABARROTES 2 T.AB.2 MONOFASICO 4 CIRCUITOS													
1	1								20	0,19	12	1 x 15	1/2
2					1				162	1,5	12	1 x 15	1/2
SUBTOTAL	**1**				**1**				**182**				
TABLERO VERDURAS 1 T.VE.1 MONOFASICO 4 CIRCUITOS													
1	3								60	0,56	12	1 x 15	1/2
2					2				324	3	12	1 x 15	1/2
SUBTOTAL	**3**				**2**				**384**				
TABLERO CARNICOS 1 T.CA.1 MONOFASICO 4 CIRCUITOS													
1	1								20	0,19	12	1 x 15	1/2
2						1			162	1,5	12	1 x 20	1/2
SUBTOTAL	**1**					**1**			**182**				
TABLERO CARNICOS 2 T.CA.2 MONOFASICO 4 CIRCUITOS													
1	1								20	0,19	12	1 x 15	1 1/2
2						1			162	1,5	12	1 x 20	1 1/2
SUBTOTAL	**1**					**1**			**182**				
TABLERO CARNICOS 3 T.CA.3 MONOFASICO 4 CIRCUITOS													
1	1								20	0,19	12	1 x 15	1/2
2						1			162	1,5	12	1 x 20	1/2
SUBTOTAL	**1**					**1**			**182**				
TABLERO CARNICOS 4 T.CA.4 MONOFASICO 4 CIRCUITOS													
1	1								20	0,19	12	1 x 15	1/2
1						1			162	1,5	12	1 x 20	1/2
SUBTOTAL	**1**					**1**			**182**				
TABLERO VERDURAS 2 T.VE.2 MONOFASICO 4CIRCUITOS													
1	1									0,19	12	1 x 15	1/2
2					1					1,5	12	1 x 20	1/2
SUBTOTAL	**1**				**1**				**182**				
TABLERO VERDURAS 3 T.VE.3 MONOFASICO 4 CIRCUITOS													
1	1								20	0,19	12	1 x 15	1/2
2					1				162	1,5	12	1 x 20	1/2
SUBTOTAL	**1**				**1**				**182**				

TABLERO VERDURAS 4 T.VE.4 MONOFASICO 4 CIRCUITOS													
1	1								20	0,19	12	1 x 15	1/2
2					1				162	1,5	12	1 x 20	1/2
SUBTOTAL	**1**				**1**				**182**				
TABLERO VERDURAS 5 T.VE.5 MONOFASICO 4 CIRCUITOS													
1	1								20	0,19	12	1 x 15	1/2
2					1				162	1,5	12	1 x 20	1/2
SUBTOTAL	**1**				**1**				**182**				
TABLERO FRUTAS 6 T.FR.6 MONOFASICO 4 CIRCUITOS													
1	1								20	0,19	12	1 x 15	1/2
2					1				162	1,5	12	1 x 20	1/2
SUBTOTAL	**1**				**1**				**182**				
TABLERO FRUTAS 7 T.FR.7 MONOFASICO 4 CIRCUITOS													
1	1								20	0,19	12	1 x 15	1/2
2					1				162	1,5	12	1 x 20	1/2
SUBTOTAL	**1**				**1**				**182**				
TABLERO FRUTAS 8 T.FR.8 MONOFASICO 4 CIRCUITOS													
1	1								20	0,19	12	1 x 15	1/2
2					1				162	1,5	12	1 x 20	1/2
SUBTOTAL	**1**				**1**				**182**				
TABLERO CAFETERIA T.CAF. MONOFASICO 4 CIRCUITOS													
1			2						112	1,04	12	1 x 15	1/2
2					1	2			486	4,5	12	1 x 20	1/2
SUBTOTAL			**2**		**1**	**2**			**598**				
TABLERO ARTESANIAS 1 T.AR.1 MONOFASICO 4 CIRCUITOS													
1	1								20	0,19	12	1 x 15	1/2
2					1				162	1,5	12	1 x 20	1/2
SUBTOTAL	**1**				**1**				**182**				
TABLERO ARTESANIAS 2 T.AR.2 MONOFASICO 4 CIRCUITOS													
1	1								20	0,19	12	1 x 15	1/2
2					1				162	1,5	12	1 x 20	1/2
SUBTOTAL	**1**				**1**				**182**				
TABLERO HIERBAS 9 T.H.9 MONOFASICO 4 CIRCUITOS													
1	1								20	0,19	12	1 x 15	1/2
2					1				162	1,5	12	1 x 20	1/2
SUBTOTAL	**1**				**1**				**182**				
TABLERO HIERBAS 10 T.H.10 MONOFASICO 4 CIRCUITOS													
1	1								20	0,19	12	1 x 15	1/2
2					1				162	1,5	12	1 x 20	1/2
SUBTOTAL	**1**				**1**				**182**				
TABLERO HIERBAS 11 T.H.11 MONOFASICO 4 CIRCUITOS													
1	1								20	0,19	12	1 x 15	1/2
2					1				162	1,5	12	1 x 20	1/2
SUBTOTAL	**1**				**1**				**182**				
TOTAL	**31**	**13**	**30**	**11**	**36**	**9**	**9**	**10**	**25.216**				

Tabla 1. Cuadro de carga Plaza de Mercado Paicol

ANÁLISIS DE CARGAS INICIALES

CALCULO DEMANDA:

Alumbrado Primeros 3000 100% 2.924

Aire Acondicionado 100% 10.502

Demás carga 50%

5.895

TOTAL 19.321 w

KVA = 21,47 KVA

B. ANÁLISIS DE COORDINACIÓN DE AISLAMIENTO ELÉCTRICO.

Dado que el proyecto se construye con estructuras normalizadas por Electrohuila para media y baja tensión, se garantiza que la coordinación de aislamiento se utilizará estructuras que cumplen con los aisladores y las distancias adecuadas para el nivel de tensión.
Todos los equipos que forman parte del sistema de distribución a 13.2 kV tienen un nivel de aislamiento (BILL) de 110 kV, valor tomado de las normas de diseño de Electrohuila.

Las distancias de seguridad entre fase – fase y fase – tierra se conservarán de acuerdo con las normas ELECTROHUILA realizando el ajuste por altura a MSNM aplicando el criterio de 1,25% de incremento por cada 100 metros de altura a partir de 1000 metros de altura. Por lo tanto en la construcción del sistema de distribución se debe conservar como mínimo las distancias ajustadas de la siguiente tabla.

TENSION NOMINAL kv rms	**DISTANCIA MINIMA FASE – FASE mts**	DISTANCIA MINIMA FASE – TIERRA mts
13,2	0,30	0,18
34,5	0,38	0,32

Tabla 2

Los aisladores utilizados hasta la instalación del transformador en el sistema de distribución son de tipo PIN para 13,2 kV ANSI 55-5 y tipo DISCO para 13,2 kV ANSI 52-1.

C. ANÁLISIS DE CORTOCIRCUITO Y FALLA A TIERRA.

El cálculo de las tensiones de falla a tierra se presenta en el ítem **i** de esta memoria de cálculo; adicionalmente se procede a determinar la capacidad interruptiva de los dispositivos de protección para cada elemento de la red eléctrica, con estos valores obtenidos se realizará la coordinación de protecciones correspondiente para el sistema eléctrico del proyecto desarrollado en el ítem **m** de esta memoria de cálculo.

D. ANÁLISIS DE NIVEL DE RIESGO POR RAYOS Y MEDIDAS DE PROTECCIÓN CONTRA RAYOS.

Para la realización del estudio se toman los siguientes datos:

- Ubicación del proyecto: Zona urbana municipio de Paicol – Huila.
- Uso de la estructura: Comercial
- Largo de la estructura: 35,8 metros.
- Ancho de la estructura: 24,5 metros.
- Altura máxima de la estructura: 5,40 metros.
- Tipo de construcción: Mixta.
- Densidad de descargas a tierra (DDT): 1 descargas/km²-año, dato suministrado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi, más exigente que el mapa iso-ceráunico de Colombia.
- Corriente pico absoluta promedio (I abs): 30 kA para Colombia.

A continuación se presenta la simulación de las condiciones anteriormente mencionadas.

PLAZA DE MERCADO MUNICIPIO DE PAICOL

EVALUACION DEL NIVEL DE RIESGOS POR RAYOS **CONDICIONES INICIALES**

SIN PROTECCION ALGUNA

CALCULOS:				
RA				9,14E-10
	ND		0,000914	
		DDT	1	
		Ad	3655,301504	
		H	5,4	
		W	35,8	
		L	24,5	
		PI	3,1416	
		Cd	0,25	
	PA	PA	1	
	LA		1,00E-06	
		ra	1,00E-02	
		Lt	1,00E-04	
RB				3,66E-08
	ND		0,000914	
	PB	PB	1	
	LB		4,00E-05	
		rp	1	
		hZ	2	
		rf	1,00E-02	
		Lf	2,00E-03	
RC				9,14E-07
	ND		0,000914	
	PC		1	
	Lc = Lo		1,00E-03	
RM				9,14E-07
	NM		0,000913825	
	PM		1	
	LM = Lo		1,00E-03	
RU				3,81E-11
	NL		3,80E-05	
	DDT		1	
	Al		7,60E+02	
	Cd		2,50E-01	
	Ct		2,00E-01	
	Nda		5,00E-08	
	Ad/a		1,00E+00	
	PU		1,00E+00	
	LU		1,00E-06	
	ru		1,00E-02	
	Lt		1,00E-04	
Para acometida comunicaciones				
RU				3,81E-11
	NL		3,80E-05	
	Nda		5,00E-08	
	PU		1,00E+00	
	LU		1,00E-06	

Para acometida eléctrica				
RV				3,81E-11
	NL		3,80E-05	
	Nda		5,00E-08	
	PV		1,00E+00	
	LV		1,00E-06	
	ru		1,00E-02	
	Lt		1,00E-04	
PARA ACOMETIDA COMUNICACIONES				
RV				3,81E-11
PARA ACOMETIDA ELECTRICA				
RW				3,81E-11
PARA ACOMETIDA COMUNICACIONES				
RW				3,81E-11
RZ				
R1	**1,87E-06**			

DISEÑO DEL SISTEMA DE PROTECCION:

FACTOR DE RIESGO: El propósito de la evaluación de factor de riesgo es establecer las medidas que se deben implementar con el fin de llevar el riesgo por debajo del riesgo tolerable. Para el riesgo R_1 se tiene un valor tolerable de 1×10^{-5} y las medidas que se tomen deben llevar a obtener un riesgo R_1 inferior a este valor.

De acuerdo al estudio, el valor de R1 es:

R1 = 1,87 E – 06

CONCLUSION

Como e l riesgo calculado $R_1 = 1,87 \times 10^{-6}$ es menor que el riesgo tolerable R_T 1×10^{-5} no es necesario tomar medidas de protección adicionales. Por lo tanto NO requiere un sistema de apantallamiento ni otras medidas adicionales.

E. ANÁLISIS DE RIESGOS DE ORIGEN ELÉCTRICO Y MEDIDAS PARA MITIGARLOS.

RIESGO A EVALUAR	Incendio en área de circulación y salidas de emergencia	POR	Cortocircuito y sobretensiones	(AL) O (EN)	Incendio en conductores o equipo eléctrico
	EVENTO O EFECTO		FACTOR DE RIESGO (CAUSA)		FUENTE

	POTENCIAL	X	REAL			FRECUENCIA				
						E	D	C	B	A
CONSECUENCIAS	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la empresa	Sucede varias veces al año en la Empresa	Sucede varias veces al mes en la empresa
	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

	DECISIONES A TOMAR Y CONTROL	PARA LA OPERACIÓN DE LA INSTALACIÓN
DECISIÓN Y ACCIÓN PARA CONTROLAR EL RIESGO	**Aceptarlo.** Tomar acciones para minimizar el riesgo (Para minimizar el riesgo se debe instalar tubería embebida en muros y techos, la tubería sobre cielos falsos debe ser metálica intermedia EMT Ó PLASTICA SCH 40, se debe disponer de extintores de CO2 en el área; si se dispone en el mercado de cable con bajo contenido de halógenos se debe instalar, de lo contrario tomando las anteriores acciones para minimizar el riesgo se puede usar cableado THHN).	No afecta la secuencia de las actividades.

RIESGO A EVALUAR	Propagación de humos opacos en área de circulación y salidas de emergencia	POR	Cortocircuito y sobretensiones	(AL) O (EN)	Incendio en conductores o equipo eléctrico
	EVENTO O EFECTO		FACTOR DE RIESGO (CAUSA)		FUENTE

POTENCIAL	X	REAL		FRECUENCIA				
				E	D	C	B	A
	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la empresa	Sucede varias veces al año en la Empresa	Sucede varias veces al mes en la empresa
CONSECUENCIAS	Una o más muertes	Daño grave en infraestructura. Interrupción regional	Contaminación irreparable	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores, salida de subestación	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO
	Incapacidad temporal (>1 día)	Daños severos. Interrupción temporal	Contaminación localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Lesión menor (sin incapacidad	Daños Importantes. Interrupción breve	Efecto menor	Local	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral	Daños leves. No interrupción	Sin efecto	Interna	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO

	DECISIONES A TOMAR Y CONTROL	PARA LA OPERACIÓN DE LA INSTALACIÓN
DECISIÓN Y ACCIÓN PARA CONTROLAR EL RIESGO	**Aceptarlo.** El área es ventilada, no cuenta con ductos para aires (el aire acondicionado es del tipo mini Split) por lo tanto no propagará humos de una área a otra; de generarse incendio no se corre con riesgo de propagación de humos negros en el área durante los primeros 15 minutos de evacuación dado que la tubería a instalar en cielos falsos debe ser EMT ó SCH40, la demás tubería se encontrará embebida en concreto protegiendo los conductores del incendio durante el tiempo de evacuación.	No afecta la secuencia de las actividades.

F. ANÁLISIS DEL NIVEL TENSIÓN REQUERIDO.

El punto de conexión otorgado por el operador de red se encuentra a un nivel de tensión de 13,2 kV, la edificación operará a un valor de 240 / 120V. Dado lo anterior se requiere:

Redes de distribución por MT a 13,2 kV para la conexión del transformador
Transformador 13,2kV/240-120V
Redes de baja tensión a 240-120V para la conexión de la acometida a la edificación.

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

NO APLICA

H. CÁLCULO DE TRANSFORMADORES INCLUYENDO LOS EFECTOS DE LOS ARMÓNICOS Y FACTOR DE POTENCIA EN LA CARGA

Dada la naturaleza de la carga, no se considera el efecto de los armónicos.

CALCULO DEL TRANSFORMADOR:				
CARGA INSTALADA = 25,216 VATIOS				
Alumbrado	Primeros 3000	100%	2.924 w	
Aire Acondicionado		100%	10.502 w	
Demás carga		50%	5.895 w	
TOTAL			**19.321 w**	
KVA =	**21,47 KVA**			
Transformador: Monofásico 25 KVA 13200/240/120 v.				
Corriente =	89,46 amp.			
Conductor =	2x1/0 + 1x1/0 AWG CU			
Protección =	2 x 100 amp.			

Por lo anterior y de acuerdo al criterio seleccionado, se proyecta instalar un transformador de 25 KVA.

Tabla . Dimensionamiento del transformador

DESCRIPCIÓN	VALOR	UNIDAD
Capacidad nominal del transformador	25	KVA
Tipo de aislamiento	Aceite	
Tensión M.T.	13.200	V
Tensión B.T.	240	V
Corriente primaria	1,89	A
Corriente secundaria	104,2	A
Tensión nomInal de cortocircuito (Uz)	3,0%	
Corriente de cortocircuito primaria	63,1	A
Corriente de cortocircuito secundaria	3472	A

I. CÁLCULO DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA.

Para el cálculo del sistema de tierra, se consideró la subestación en poste, que es el montaje del transformador que alimenta la edificación en cuestión, se considerará una varilla de puesta a tierra.

CaLculO dE PueSTa a TieRra pAra Una ;OIA VariLIA

PLAZA DE MERCADO PAICOL

Para su su uso, solo ingresar valores en las casillas delineadas.

1.1 PARAMETROS DEL TRANSFORMADOR KVA

Potencia	25,0	KVA	Monofásico	In =	104,2
Tensión	240	V.			
Tiempo de despeje	200	ms			

Corriente de falla simetrica monofasica	Io	1390	A
Resistividad a 3 m		25	Ω*m

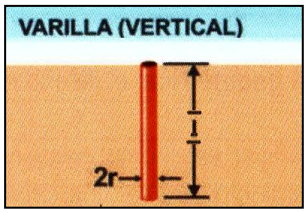
1.2 SELECCIÓN DEL ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA

NORMA LA 400

Cuando la resistividad del terreno sea menor a 63 Ω*m solo se necesita enterrar una varilla como electrodo de puesta a tierra para cumplir con los requisitos de resistencia a tierra; para terrenos con resistividades hasta de 110 Ω*m se debe colocar dos varillas como electrodos de tierra; para resistividades mayores de 150 Ω*m se deben aplicar metodos de mejoramiento de resistencia de puesta a tierra hasta lograr valores adecuados en el electrodo de tierra (25 Ω)

Se utiliza como electrodo de puesta a tierra una varilla cobrizada de 5/8" x 2,44 m, con su respectivo conector y como medio de conexión hasta tierra se utiliza alambre de cobre o cobrizado (copperweld) No.4 AWG.

1.3 CALCULO DE LA RESISTENCIA ELECTRICA



$$R = \left(\frac{\rho}{2\pi L}\right)\left(Ln\,\frac{4L}{r} - 1\right)$$

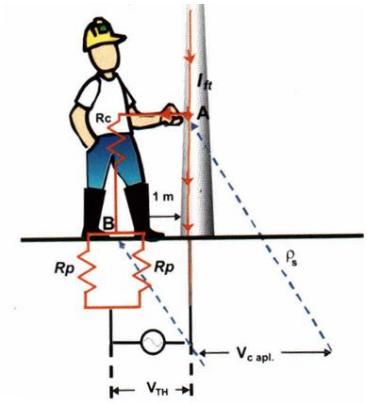
Resistividad del terreno	ρ =	25	Ω*m
Longitud de la varilla	L =	2,4	en metros
Radio de la varilla	r =	0,00794	en metros

Diametro (in)	Diametro (m)	Radio (m)
5 / 8	0,01588	0,00794

Resistencia de puesta a tierra 10,1 Ω si no cumple cabiar la configuracion

1.3 CALCULO DE LA TENSION DE CONTACTO

$$VTH = GPR - \left(\frac{\rho Ig}{2\pi x}\right)$$



Corriente de falla monofásica simétrica en el primario (A)	Io=	1390
Resistencia de puesta a tierra	R=	10,11
Resistividad del terreno	ρ =	25
Distancia al punto de falla	x =	1 m

Corriente de falla asimetrica	Io*1,8	Ig =	2502
Maximo potencial de tierra	Ig*R	GPR=	14051,5

VTH = 4096,3 V

Voltaje de toque Malla Vc = 3948,275

V1 Maxima tension de contacto resultante
R1 =Resistencia del suelo en el punto de apoyo 1=3ps
R2 =Resistencia del suelo en el punto de apoyo 2=3ps
Rc=Resistencia del cuerpo del individuo=1000 Ohm
ps=10000 Ohm

Vmalla = Voltaje de toque de malla

Rb=(R1XR2)/(R1+R2)=15000 Ohm

V1Contacto en la persona =Vmalla(Ra/(Ra+Rb))= 3948,27 x 0,0625 = 246,8 V
V1=V de contacto en la persona = 246,767 V Valor menor que el de la tabla 22 del retie
Cumpliendo con los valores establecidos por el RETIE
Para 200 ms la tension maxima de contacto permitida es 259 Voltios

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

Tabla 22. Máxima tensión de contacto para un ser humano.

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

1.1 CONDUCTOR DE RED DE MEDIA TENSIÓN

De acuerdo con las normas ELECTROHUILA, se debe utilizar conductor ACSR calibre # 1/0 AWG para la red aérea de media tensión.

Que no se supera el límite máximo regulación de tensión a nivel de 13,2 kV: (3%). En este proyecto se tiene un tramo de 20 mts.

NODO INICIAL	NODO FINAL	LONGITUD DEL VANO	POTENCIA DEL NODO (KVA)	M0MENTO ELECTRICO (KVA-MT)	CALIBRE AWG ACSR	REGULACION (%)		Corriente Amp.	Pérdidas (W)	K Regulación	Resistencia (ohm/m)
						Tramo	Acumulada				
0	1	20	25	500	1/0	0,0005	0,0005	1,89	1,28	10,84E-07	0.000874

1.2 CONDUCTORES PARA ACOMETIDA EN BAJA TENSIÓN

En baja tensión se utilizarán los siguientes tipos de conductores:

Conductor de acometida: Cobre monopolar.
Conductor acometida a tableros. Cobre Monopolar

Los calibres normalizados son:

2x8+1x8 AWG CU THHN

Las características del conductor son:

AISLAMIENTO	CALIBRE AWG	k. REG. 2F	R (ohm/m)	X (ohm/m)	In (A)
THHN	6	0,0051	0,00161	0,00017	75
THHN	8	0,0082	0,00258	0,00018	55

Tabla 5.

De esta manera, se realizan los cálculos de regulación, cumpliendo con los límites de regulación de tensión (3,5%).

CALCULO DE REGULACION Y PERDIDAS

PLAZA DE MERCADO PAICOL

								PERDIDAS		
DESDE	**HASTA**	**LONGITUD Mts**	**KVA**	**M.E. KVA/Mt**	**CONDUCTOR AWG**	**K *10-3**	**% REGULACION**	**CORRIENTE AMP.**	**PERDIDAS KW**	**% PERDIDAS**
Transform.	T.M.D.	25	21,47	536,75	2 x 1/0	1,235	0,66	89,46	0,26370	1,36
T.M.D.	T.AD	4	15,75	63,00	2 x 6	5,160	0,33	65,63	0,05755	0,41
T.M.D.	T.RES.	26	0,79	20,54	1 x 8	32,860	0,67	3,29	0,00145	0,20
T.M.D.	T.AB.1	24	0,20	4,80	1 x 8	32,860	0,16	1,67	0,00035	0,19
T.M.D.	T.AB.2	20	0,20	4,00	1 x 8	32,860	0,13	1,67	0,00029	0,16
T.M.D.	T.VE.1	15	0,43	6,45	1 x 8	32,860	0,21	3,58	0,00099	0,26
T.M.D.	T.CA.1	15	0,20	3,00	1 x 8	32,860	0,10	1,67	0,00022	0,12
T.M.D.	T.CA.2	13	0,20	2,60	1 x 8	32,860	0,09	1,67	0,00019	0,10
T.M.D.	T.CA.3	12	0,20	2,40	1 x 8	32,860	0,08	1,67	0,00017	0,10
T.M.D.	T.CA.4	9	0,20	1,80	1 x 8	32,860	0,06	1,67	0,00013	0,07

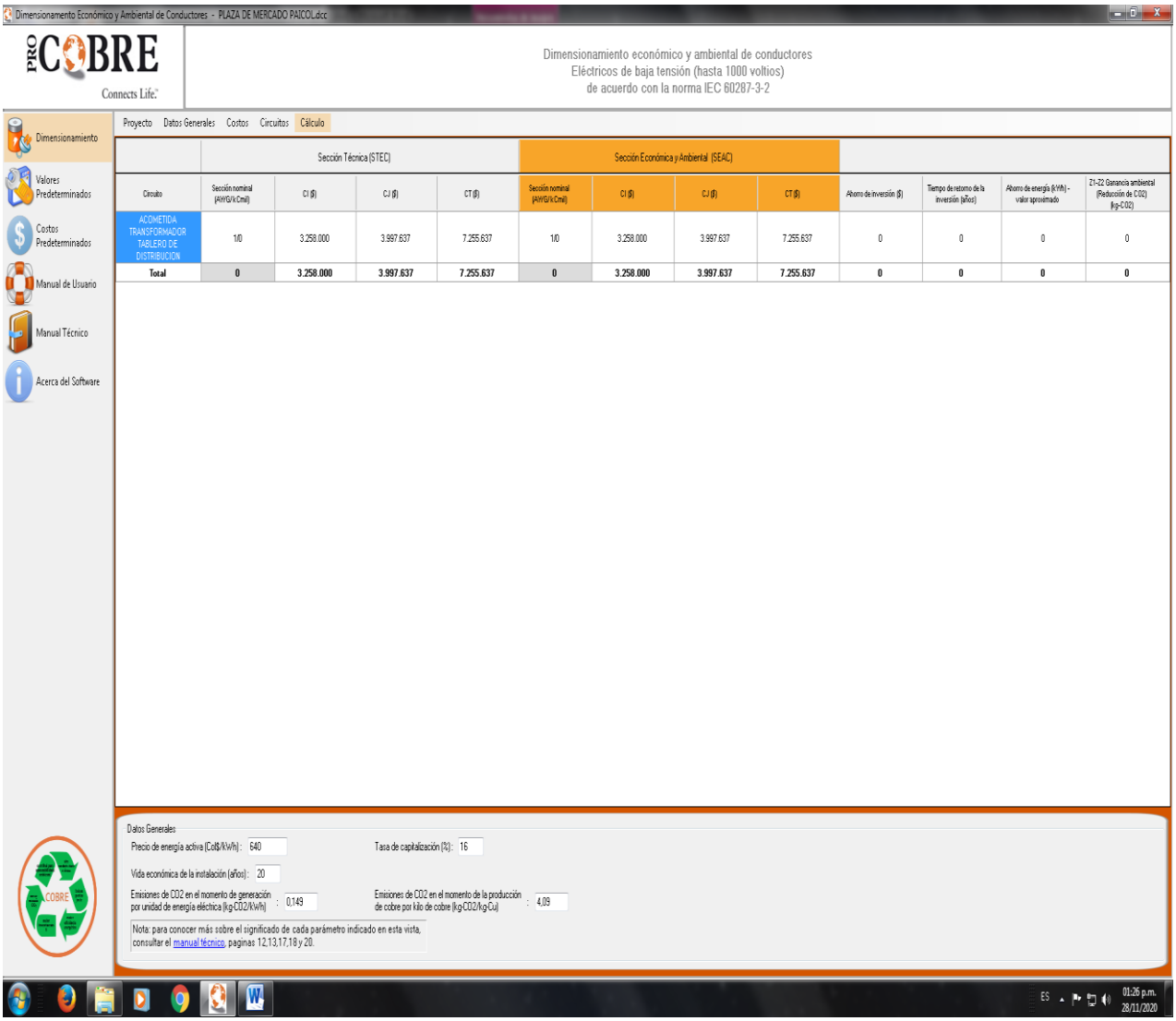
T.M.D.	T.VE.2	12	0,20	2,40	1 x 8	32,860	0,08	1,67	0,00017	0,10
T.M.D.	T.VE.3	14	0,20	2,80	1 x 8	32,860	0,09	1,67	0,00020	0,11
T.M.D.	T.VE.4	16	0,20	3,20	1 x 8	32,860	0,11	1,67	0,00023	0,13
T.M.D.	T.VE.5	18	0,20	3,60	1 x 8	32,860	0,12	1,67	0,00026	0,14
T.M.D.	T.FR.6	22	0,20	4,40	1 x 8	32,860	0,14	1,67	0,00032	0,18
T.M.D.	T.FR.7	24	0,20	4,80	1 x 8	32,860	0,16	1,67	0,00035	0,19
T.M.D.	T.FR.8	26	0,20	5,20	1 x 8	32,860	0,17	1,67	0,00037	0,21
T.M.D.	T.CAF.	28	0,66	18,48	1 x 8	32,860	0,61	6,11	0,00539	0,91
T.M.D.	T.AR.1	32	0,20	6,40	1 x 8	32,860	0,21	1,67	0,00046	0,26
T.M.D.	T.AR.2	34	0,20	6,80	1 x 8	32,860	0,22	1,67	0,00049	0,27
T.M.D.	T.H.9	30	0,20	6,00	1 x 8	32,860	0,20	1,67	0,00043	0,24
T.M.D.	T.H.10	32	0,20	6,40	1 x 8	32,860	0,21	1,67	0,00046	0,26
T.M.D.	T.H.11	34	0,20	6,80	1 x 8	32,860	0,22	1,67	0,00049	0,27

1.3 CÁLCULO DE CONDUCTOR ECONÓMICO

Se presenta tabla de cálculo de conductor económico realizado mediante el software Dimensionamiento Económico y Ambiental de Conductores Colombia de la empresa Procobre, el cálculo indica que el conductor económico deberá ser así:

1.4 ACOMETIDAS EN BAJA TENSIÓN

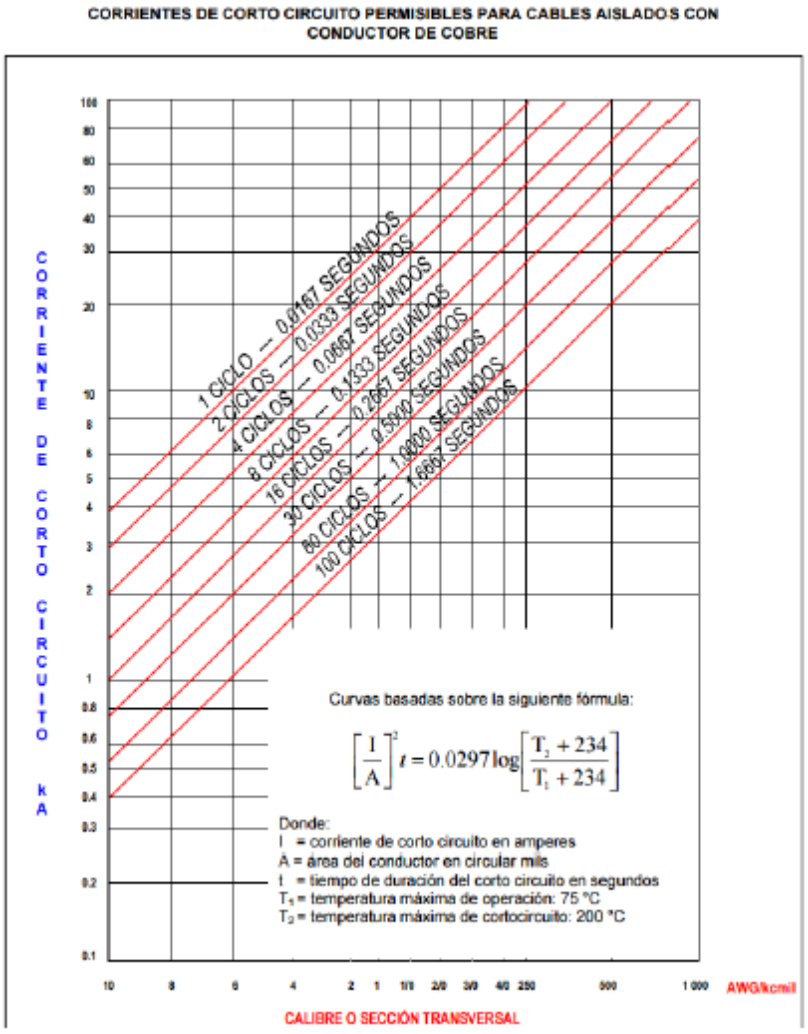
La selección técnica indica conductores en cable monopolar N°2 para acometida general, aplicando el software, este indica que para lograr un retorno de la inversión en 4 años, se debe instalar para acometida general 800 MCM; sin embargo se determina seguir con la selección de acometidas en N°2 dado que el conductor sugerido implicaría una infraestructura distinta a la proyectada, lo que lo hace impráctica.



K. VERIFICACIÓN DE LOS CONDUCTORES, TENIENDO EN CUENTA EL TIEMPO DE DISPARO DE LOS INTERRUPTORES, LA CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO DE LA RED Y LA CAPACIDAD DE CORRIENTE DEL CONDUCTOR DE ACUERDO CON LA NORMA IEC 60909, IEEE 242, CAPÍTULO 9 O EQUIVALENTE.

Al tener selectividad de dispositivos de protección contra sobrecorrientes, si ocurre una condición de falla en cualquier punto del sistema de distribución, esta será despejada por el dispositivo de protección inmediatamente aguas arriba de la falla, así mismo los conductores están diseñados para la corriente nominal del sistema. De igual forma las protecciones actúan antes de que se supere la máxima corriente de cortocircuito para el cable de cobre.

A continuación se presenta la gráfica de las máximas corrientes permisibles en conductores de cobre y teniendo en cuenta que el tiempo de despeje de una falla de la subestación Paicol es de 0,20 segundos.



CURVAS CARACTERISTICAS DE CONDUCTORES FALLADOS

De la curva anterior se deduce que los conductores seleccionados para el proyecto alcanzan a trabajar fallados durante los ciclos que se demora la protección anterior (aguas arriba) sin sufrir daño, pudiendo ser energizados de nuevo luego que se logre despejar la falla.

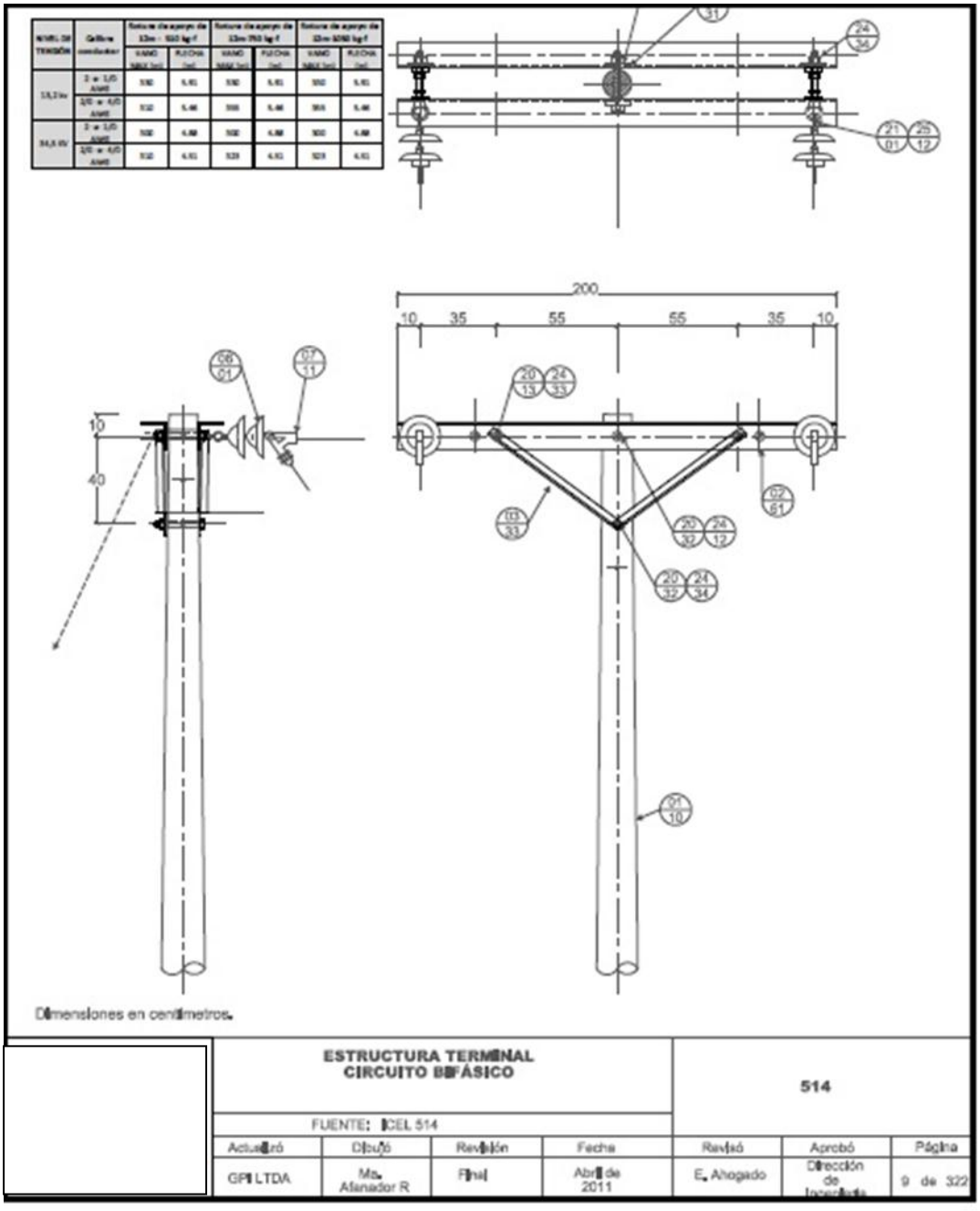
El # 1/0 puede durar fallado a 6 kA durante 60 16 ciclos (0,99 segundos), tiempo en el cual la protección de 100 A ya ha operado abriendo el circuito.

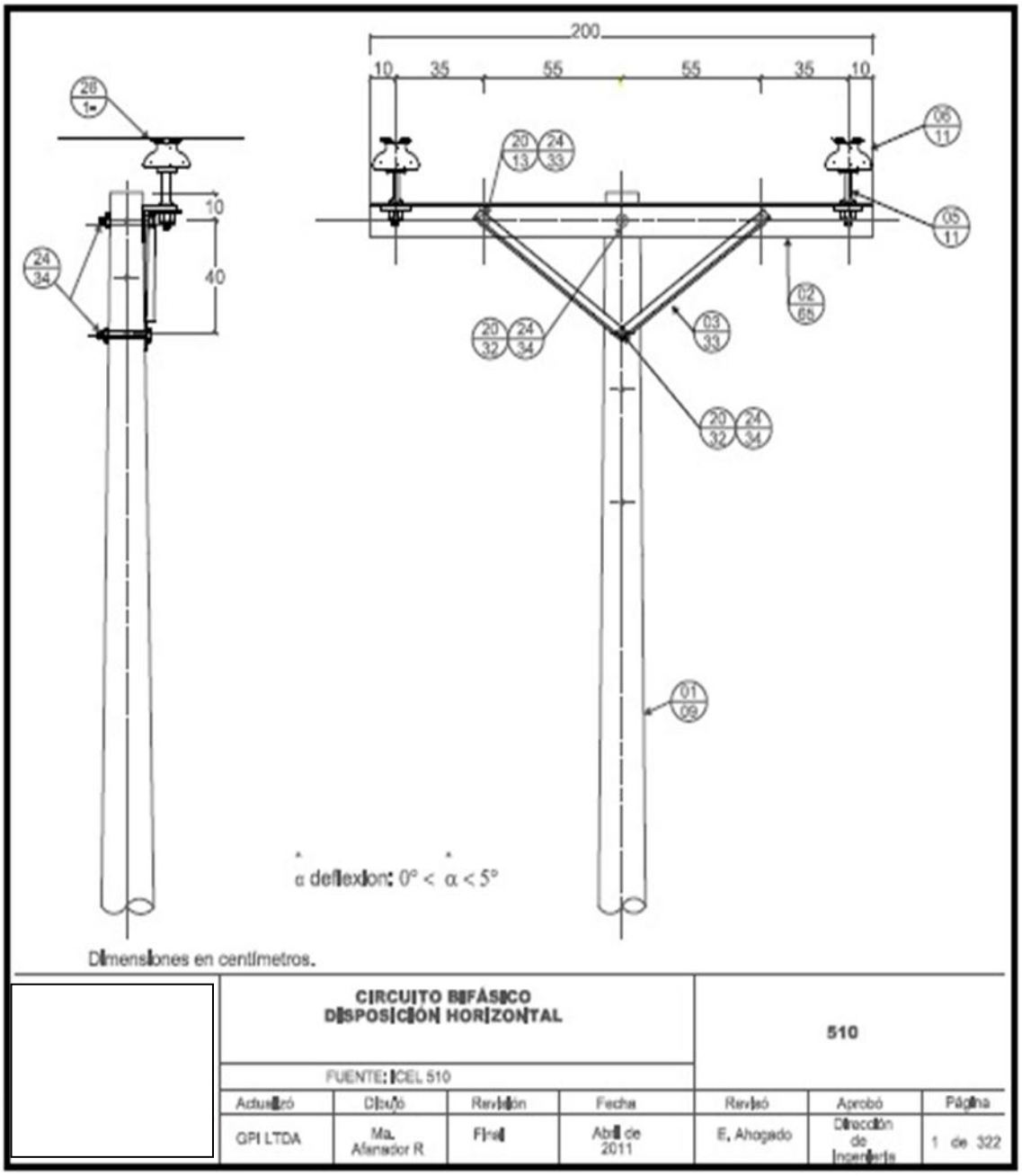
Por lo anterior los conductores se encuentran coordinados con las protecciones asegurando su correcta protección durante el tiempo que se demore en despejar una falla.

L. CÁLCULO MECÁNICO DE ESTRUCTURAS Y DE ELEMENTOS DE SUJECIÓN DE EQUIPOS.

Dado que el proyecto se construye con estructuras normalizadas por ELECTROHUILA para media y baja tensión, se garantiza que las estructuras y elementos de sujeción de equipos ya cuentan con los cálculos necesarios para su correcta operación, por tal motivo no se trata este ítem en la presente memoria de cálculo.

Las estructuras proyectadas son las normalizadas por el IPSE y son la 514 y la 510, estructuras monofásicas para media tensión 13,2 kv.





ESTRUCTURA DE SUSPENSION 510

M. CÁLCULO Y COORDINACIÓN DE PROTECCIONES CONTRA SOBRECORRIENTES. EN BAJA TENSIÓN SE PERMITE LA COORDINACIÓN CON LAS CARACTERÍSTICAS DE LIMITACIÓN DE CORRIENTE DE LOS DISPOSITIVOS SEGÚN IEC 60947-2 ANEXO A.

Para realizar la coordinación de protecciones, se tiene en cuenta lo siguiente

DESCRIPCCIÓN	VALOR	UNIDAD
Potencia Nominal	25	kVA
Tensión Primaria	13200	V
Corriente Nominal primario	1,89	A
Tensión secundaria	240	V
Corriente Nominal Secundario	104,2	A
Uz Corto Circuito	3.0%	%
IccP	63,1	A
IccS	3472	A
Relación corriente de corto circuito Icc/In	33,32	--
Tiepo despeje de falla S/E Paicol	0,20	S

COORDINACIÓN DE PROTECCIONES (SUBESTACION)

Para su uso ingrese valores solo en las casillas delineadas

PLAZA DE MERCADO PAICOL

1.0 Datos del transformador

protocolo o NTC 819

Potencia	25	KVA
Tension primario	13200	V
Tension secundario	240	V
Impedancia Uz	3	%

Instalado en poste

2.0 Calculo de corriente en MT

Corriente nominal del primario	S/V	1,89
Icc Primario	In(prim)/Zcc	63,1
* 1,25 %		78,91

3.0 Calculo de corriente en BT

Corriente nominal del secundario	S/V	104,2
Icc Secundario	In(sec)/Zcc	3472
Icc Secundario referida al primario		63,1

4.0 Curvas de coodinacion

Para el transformador de 25 KVA, se selecciona:

Fusible tipo H de 2A

Se uiliza en BT un totalizador de 100 A

Los tiempos de despeje de la falla estan determinados en las curvas

4.1 CURVA PROTECCION BT

CURVA 1

Icc	Factor	Corriente	Tiempo (s)	
3472	44,0	78,9	0,007	→ Icc

En la curva se ubica el factor

Ireferencia 78,9 A Corriente de arranque

4.2 CURVA FUSIBLE MT

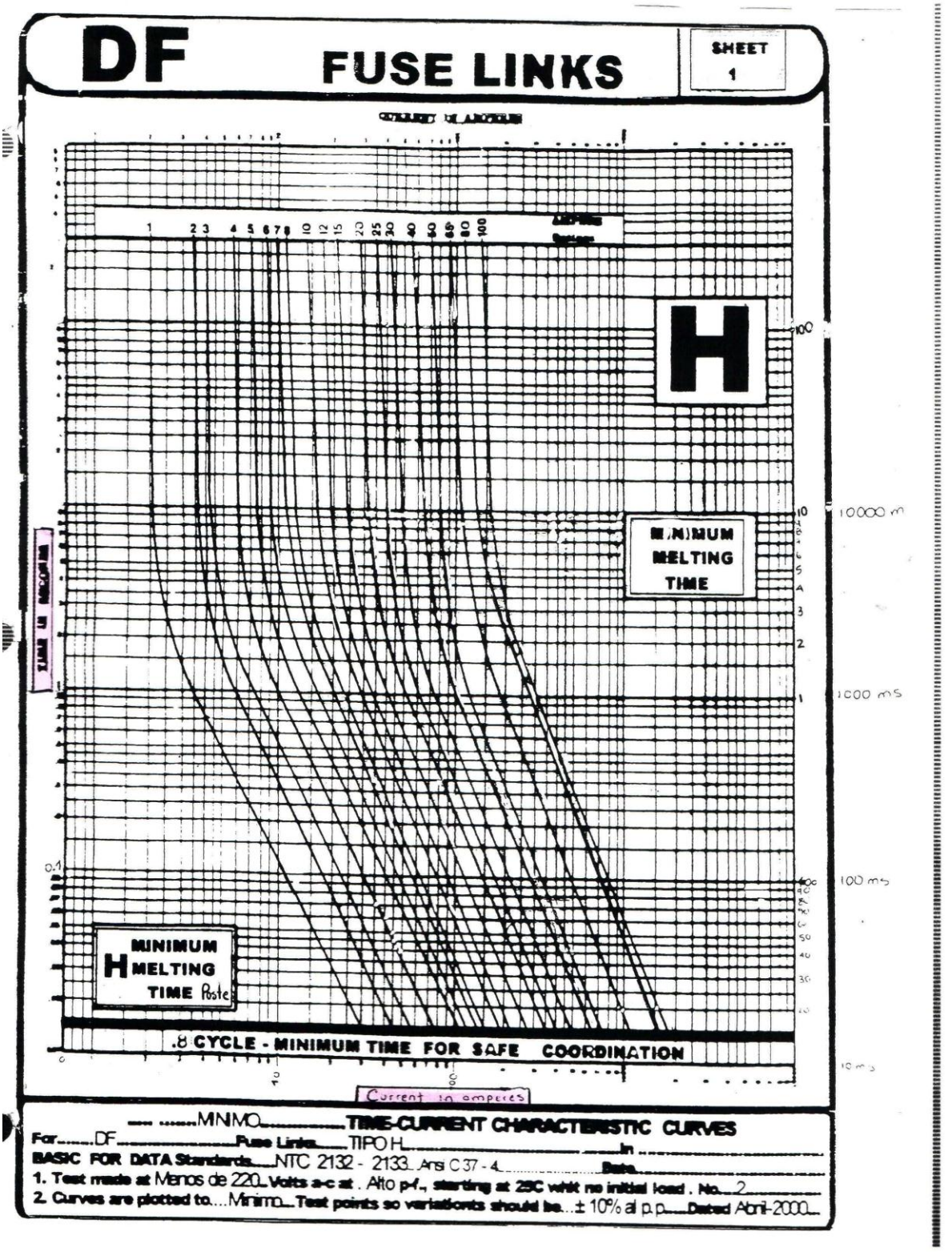
CURVA 2

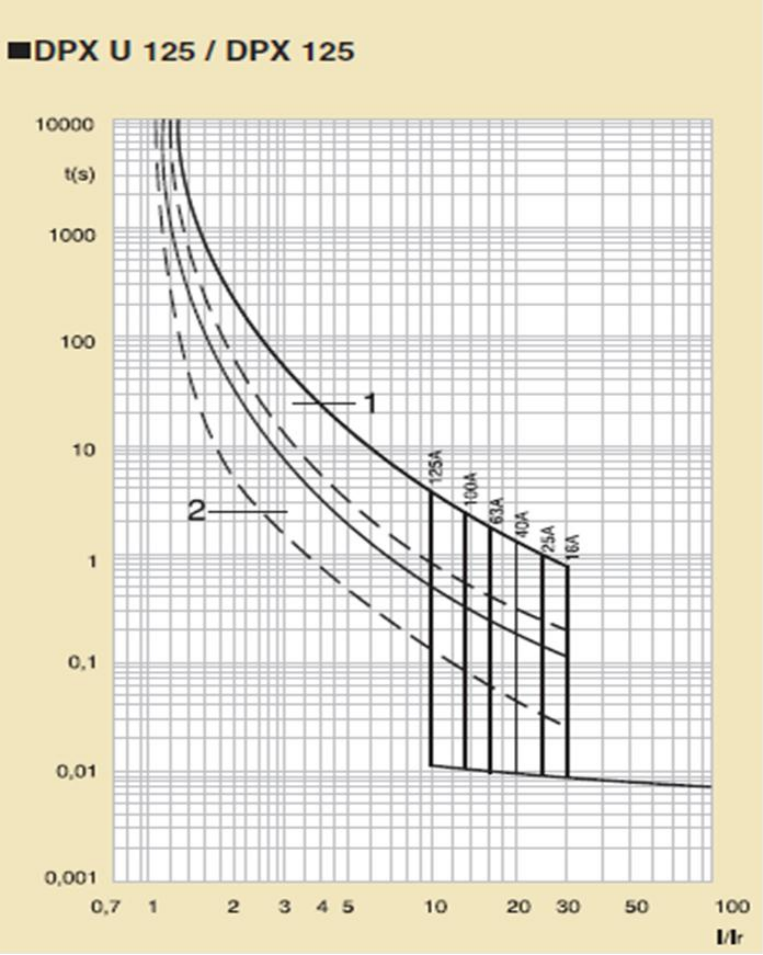
Corriente (A)	Tiempo (s)	
78,9	0,02	→ Icc

Conclusiones

Se garantiza la adecuada coordinación de protecciones el margen de tiempo entre la proteccion de BT y MT es de 13 ms

Curvas de los fusibles utilizados para la coordinación:





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

Para el cálculo de volumen ocupado por los conductores en una canalización, se debe conocer las áreas de sección transversal de los conductores, y el total de conductores que van por la ductería, para ello se referencia a la tabla 5 del capítulo 9 de la NTC 2050, donde se especifican las áreas de los conductores según su calibre, y de acuerdo con el diseño eléctrico, se localiza que en la mayor ocupación van 4 conductores por el ducto, que corresponde a 2 fases, 1 neutro y 1 tierra, de acuerdo a sus calibres asignados en la memoria de cálculo, se establecen que para las fases, neutro y tierra corresponde un área de 573,4 mm2, el área de sección transversal del ducto metálico empleado de2" pulgadas, es de 1855 mm2, por lo tanto el área ocupada por los conductores es de: 30,91%

Ocupacion de ductos

Cable Monopolar

N°	Calibre	Aislante	Cantidad	Diametro* mm	Area por cable mm2	Total Grupo mm2
1	1/0	THW 600 V	4	13,51	143,35	573,40
2	12	TTU 90 (XLPE-PVC) 600 V	0			
3	12	TTU 90 (XLPE-PVC) 600 V	0			
4	12	TTU 90 (XLPE-PVC) 600 V	0			
5	12	TTU 90 (XLPE-PVC) 600 V	0			

Area Total **573,40** **mm2**

Tipo de Ducto:

Tubo de PVC Rigido, Sch. 80

Diametro:

2 Pulgadas

Diametro** 48,6 mm

Diámetro mínimo recomendado **Area Total** **1855,08 mm2**

2 "

Max. Ocupacion **40,00%** **Ocupación** **30,91%**

El cálculo de ocupación de ductos cumple con lo establecido en la NTC 2050 Capitulo 9 tabla 1, donde indica que si van más de 2 conductores por un ducto, el porcentaje de ocupación deberá ser menor del 40 %, para este caso el porcentaje de ocupación para circuitos alimentadores se encuentra en un valor de 30,91%.

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

Dada la naturaleza de las cargas de la edificación, solo se tomará las perdidas por efecto joule sin tener en cuenta los efectos de armónicos y factor de potencia
Para el caso se utiliza la siguiente fórmula
$P=I^2*R$
Donde:
P: Perdidas por efecto Joule
I: Corriente que circula por el conductor
R: Resistencia de conductor
Los cálculos se encuentran en la sección 1.2 CONDUCTORES PARA ACOMETIDA EN BAJA TENSION

P. CÁLCULOS DE REGULACIÓN.

CALCULO DE REGULACION							
PLAZA DE MERCADO PAICOL							
DESDE	**HASTA**	**LONGITUD Mts**	**KVA**	**M.E. KVA/Mt**	**CONDUCTOR AWG**	**K *10-3**	**% REGULACION**
Transform.	T.M.D.	25	21,47	536,75	2 x 1/0	1,235	0,66
T.M.D.	T.AD	4	15,75	63,00	2 x 6	5,160	0,33
T.M.D.	T.RES.	26	0,79	20,54	1 x 8	32,860	0,67
T.M.D.	T.AB.1	24	0,20	4,80	1 x 8	32,860	0,16
T.M.D.	T.AB.2	20	0,20	4,00	1 x 8	32,860	0,13
T.M.D.	T.VE.1	15	0,43	6,45	1 x 8	32,860	0,21
T.M.D.	T.CA.1	15	0,20	3,00	1 x 8	32,860	0,10
T.M.D.	T.CA.2	13	0,20	2,60	1 x 8	32,860	0,09
T.M.D.	T.CA.3	12	0,20	2,40	1 x 8	32,860	0,08
T.M.D.	T.CA.4	9	0,20	1,80	1 x 8	32,860	0,06
T.M.D.	T.VE.2	12	0,20	2,40	1 x 8	32,860	0,08
T.M.D.	T.VE.3	14	0,20	2,80	1 x 8	32,860	0,09
T.M.D.	T.VE.4	16	0,20	3,20	1 x 8	32,860	0,11
T.M.D.	T.VE.5	18	0,20	3,60	1 x 8	32,860	0,12
T.M.D.	T.FR.6	22	0,20	4,40	1 x 8	32,860	0,14
T.M.D.	T.FR.7	24	0,20	4,80	1 x 8	32,860	0,16
T.M.D.	T.FR.8	26	0,20	5,20	1 x 8	32,860	0,17
T.M.D.	T.CAF.	28	0,66	18,48	1 x 8	32,860	0,61
T.M.D.	T.AR.1	32	0,20	6,40	1 x 8	32,860	0,21
T.M.D.	T.AR.2	34	0,20	6,80	1 x 8	32,860	0,22
T.M.D.	T.H.9	30	0,20	6,00	1 x 8	32,860	0,20
T.M.D.	T.H.10	32	0,20	6,40	1 x 8	32,860	0,21
T.M.D.	T.H.11	34	0,20	6,80	1 x 8	32,860	0,22

Q. CLASIFICACIÓN DE ÁREAS.

NO APLICA, El proyecto no presentan áreas clasificadas ni ambientes explosivos

R. ELABORACIÓN DE DIAGRAMAS UNIFILARES.

Adjunto a esta memoria de cálculo se presenta plano incluyendo diagrama unifilar del proyecto.

S. ELABORACIÓN DE PLANOS Y ESQUEMAS ELÉCTRICOS PARA CONSTRUCCIÓN.

Adjunto a esta memoria de cálculo se presenta plano para la construcción.
Listado de planos:

T. ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN COMPLEMENTARIAS A LOS PLANOS, INCLUYENDO LAS DE TIPO TÉCNICO DE EQUIPOS Y MATERIALES Y SUS CONDICIONES PARTICULARES.

NO APLICA

U. ESTABLECER LAS DISTANCIAS DE SEGURIDAD REQUERIDAS.

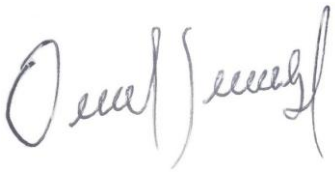
De acuerdo la figura 13.1 y la tabla 13.1 de RETIE 2013, se establecen para el proyecto las distancias de seguridad requeridas de la vivienda, garantizando que la distancia **cumple con RETIE**.

V. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA DE DESVIACIÓN DE LA NTC 2050 CUANDO SEA PERMITIDO, SIEMPRE Y CUANDO NO COMPROMETA LA SEGURIDAD DE LAS PERSONAS O DE LA INSTALACIÓN.

NO APLICA, No se presenta desviación a la norma

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

NO APLICA, En planos, memorias de cálculo y normas ELECTROHUILA se encuentran los detalles necesarios



OSCAR JULIO GONZALEZ G.
Matrícula: 17205-07724