



DISEÑO ELÉCTRICO EN BAJA TENSIÓN DE LA RED
INTERNA DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA CASA
INTEGRAL SOCIAL DE LA MUJER DEL MUNICIPIO
DE BOJACÁ-CUNDINAMARCA



DOCUMENTO MEMORIAS DE CÁLCULO – RED DE BAJA TENSIÓN INTERNA ANEXO 2

S

**MEMORIAS DE CÁLCULO PROYECTO:
CONSTRUCCIÓN DE LA CASA INTEGRAL
SOCIAL DE LA MUJER DEL MUNICIPIO DE
BOJACA - CUNDINAMARCA**



Tabla de contenido

1.	OBJETIVO.	3
2.	ALCANCE	4
3.	PRESENTACION DEL PROYECTO.	4
4.	ANÁLISIS Y CUADROS DE CARGAS INICIALES Y FUTURAS, INCLUYE ANÁLISIS DE FACTOR DE POTENCIA Y ARMÓNICOS.	5
5.	ANÁLISIS DE COORDINACIÓN DE AISLAMIENTO ELÉCTRICO.	6
6.	ANÁLISIS DE NIVEL DE RIESGO POR RAYOS Y MEDIDAS DE PROTECCIÓN CONTRA RAYOS.	6
7.	ANÁLISIS DE RIESGO DE ORIGEN ELÉCTRICO Y MEDIDAS PARA MITIGARLOS.	6
8.	ANÁLISIS DE NIVEL DE TENSIÓN.....	8
9.	CÁLCULO DE CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS	9
10.	CÁLCULO DEL TRANSFORMADOR.	9
11.	CÁLCULO DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA.	9
12.	DIMENSIONAMIENTO DE CONDUCTORES DE BAJA TENSIÓN	10
13.	CÁLCULO DE CANALIZACIONES.	13
14.	CÁLCULO ECONÓMICO DE CONDUCTORES.	13
15.	CÁLCULO MECÁNICO DE ESTRUCTURAS Y DE ELEMENTOS DE SUJECCIÓN DE EQUIPOS.....	14
16.	COORDINACIÓN DE PROTECCIONES DE FASE Y TIERRA CONTRA SOBRECORRIENTES.	14
17.	CÁLCULO DE PROTECCIONES CONTRA SOBRETENSIONES TRANSITORIAS.....	15
18.	ANÁLISIS DE CORTOCIRCUITO Y FALLA A TIERRA.....	15
19.	CLASIFICACIÓN DE ÁREAS.....	15
20.	DISTANCIAS DE SEGURIDAD.	15
20.1	Distancias de seguridad en zonas con construcciones.....	16
20.2	Distancias mínimas para trabajos en o cerca de partes energizadas	18

1. OBJETIVO.

Diseño - construcción de las instalaciones eléctricas al interior de “LA CASA INTEGRAL SOCIAL DE LA MUJER DEL MUNICIPIO DE BOJACÁ-CUNDINAMARCA”.

”.

A continuación, se presenta el listado de chequeo de los puntos a analizar en el presente documento, según el artículo 10 del RETIE:

NUM	ITEM	APLICA	NO APLICA
A	Análisis y cuadros de cargas iniciales y futuras, incluyendo análisis de factor de potencia y armónicos	x	
B	Análisis de coordinación de aislamiento eléctrico	x	
C	Análisis de cortocircuito y falla a tierra		x
D	Análisis de nivel de riesgo por rayos y medidas de protección contra rayos		x
E	Análisis de riesgos de origen eléctrico y medidas para mitigarlos	x	
F	Análisis del nivel tensión requerido	x	
G	Cálculo de campos electromagnéticos		X
H	Cálculo de transformadores		x
I	Cálculo del sistema de puesta a tierra		x
J	Cálculo económico de conductores		x
K	Verificación de los conductores	x	
L	Cálculo mecánico de estructuras		x
M	Cálculo y coordinación de protecciones contra sobre corrientes	x	
N	Cálculos de canalizaciones	x	
O	Cálculos de pérdidas de energía	x	
P	Cálculos de regulación	x	
Q	Clasificación de áreas		X
R	Elaboración de diagramas unifilares	x	
S	Elaboración de planos y esquemas eléctricos para construcción	x	
T	Establecer las distancias de seguridad requeridas	x	
Y	Desviación de la Norma NTC-2050		x
W	Otros estudios		x

2. ALCANCE.

Este proyecto tiene por objeto definir los elementos que componen la infraestructura para distribuir la energía eléctrica desde el punto de suministro indicado hasta los equipos que la utilizan, incluye la elaboración de los planos de las instalaciones internas y externas, con el dimensionamiento de ductos, acometidas, tableros y salidas.

El desarrollo de este proyecto ha estado enmarcado dentro del ámbito legal, procurando generar una respuesta técnica y económica adecuada a las necesidades del cliente.

En estas memorias se hace una descripción total del cálculo de cada uno de los componentes del sistema de distribución de energía eléctrica para el Proyecto Centro Integral ubicado en el departamento de Cundinamarca, así como de los requerimientos técnicos que deberán cumplir cada uno de esos elementos.

3. PRESENTACION DEL PROYECTO.

La construcción del Centro Integral se llevará a cabo en el municipio de Bojacá, departamento de Cundinamarca. El proyecto contará con una alimentación eléctrica en baja tensión, con acometida en configuración 2(3F2/0) + 2N2/0 + T1/0, de acuerdo con las normas vigentes y los requerimientos del operador de red.

El sistema eléctrico a construir estará conformado por un tablero general de distribución por piso en cada una de las cuatro estructuras del proyecto, para un total de ocho tableros de distribución. Estos tableros se encargarán de la alimentación de los circuitos de iluminación, tomacorrientes y cargas especiales correspondientes a cada nivel.

Adicionalmente, el proyecto contará con un sistema de respaldo UPS de 10 kVA, destinado a garantizar la continuidad del suministro en los circuitos críticos y equipos sensibles de las edificaciones, conforme a las especificaciones técnicas del diseño eléctrico.

RESUMEN EJECUTIVO	
Nombre del proyecto	CONSTRUCCIÓN DE LA CASA INTEGRAL SOCIAL DE LA MUJER DEL MUNICIPIO DE BOJACA CUNDINAMARCA
Departamento	Cundinamarca
Ciudad	Bojacá
Carga total instalada kVA	86,893 Kw
Carga equipos especiales	
Carga total diversificada kVA	61.825 kw
Tipo de acometida diseñada	Trifásica
Conductores acometida	2(3F2/0)+2N2/0+T1/0 cu
Longitud acometida	50
Protección dimensionada	3x500 A

4. ANÁLISIS Y CUADROS DE CARGAS INICIALES Y FUTURAS, INCLUYE ANÁLISIS DE FACTOR DE POTENCIA Y ARMÓNICOS.

Para el análisis de las cargas se tuvo en cuenta cada uno de los equipos especiales que se utilizan en el proyecto, para lo cual se hace la selección de cada uno de los conductores de acuerdo a su capacidad de corriente y a la regulación de tensión y la selección de las protecciones de acuerdo a la corriente nominal de cada circuito ramal.

La selección del conductor por corriente se hace teniendo en cuenta lo expresado en la sección 220-10 de la NTC2050 para lo cual las cargas se discriminan como cargas continuas y no continuas. Adicionalmente se garantiza que los conductores garantizan un 125% de la corriente nominal de los circuitos ramales.

Por otro lado, la selección del conductor por la regulación de tensión se realiza garantizando que la caída de tensión en el trayecto del conductor no supere el 3% de acuerdo a lo estipulado en la sección 215-2 de la NTC2050. Para el cálculo de la regulación se utilizan las constantes de referencias presentadas en la Tabla 9 de la NTC2050 aplicando la siguiente fórmula:

$$RV\% = Z_{ef} * I * Long$$

Donde Z_{ef} es la resistencia a un factor de potencia de 0,9, I es la corriente nominal del circuito ramal y $Long$ es la distancia de caída de tensión.

Con estos valores se obtuvieron las cargas por fase en cada uno de los tableros, cumpliendo que el desbalance total no supere el 5%, calculado mediante la siguiente ecuación:

$$\%D = \frac{P_{MAX} - P_{MIN}}{P_{MAX}} \times 100$$

Adicionalmente, para el cálculo de la carga diversificada para el presente proyecto, se utiliza un factor de diversidad de 0,7.

$$D_{div} = (C_{inst} - C_{esp}) * F_{div} + C_{esp}$$

$$D_{div} = (86.893 \text{ kVA}) * 0.7 + 1 \text{ kVA} = 61.825 \text{ kVA}$$

Teniendo en cuenta que el factor de potencia se define como la relación entre la potencia Activa y la potencia Reactiva, y teniendo en cuenta las mediciones realizadas en otras tiendas de similares características, se asume un factor de potencia para los circuitos ramales y para la acometida eléctrica de 0.95 inductivo de acuerdo con los requerimientos del artículo 25 de la resolución CREG 108 1997.

Para la energización del sistema eléctrico, se dispondrá de una alimentación principal en red normal hacia cada tablero de distribución por piso, los cuales serán de 18 circuitos cada uno. La instalación se realizará empleando conductores LS-HF-FR AWG de baja emisión de humos (LS – Low Smoke), garantizando el cumplimiento de las normas de seguridad eléctrica y protección contra incendios.

Asimismo, el proyecto contará con una alimentación dedicada desde la UPS de 10 kVA hacia el tablero de red regulada, destinado a respaldar los circuitos críticos. Esta línea estará compuesta por conductores LSZH 2X8F + 1X8N + 1X10T AWG, también de baja emisión de humos, asegurando una transmisión confiable y segura de la energía en condiciones de emergencia.

5. ANÁLISIS DE COORDINACIÓN DE AISLAMIENTO ELÉCTRICO.

Debido a que los materiales y equipos utilizados en la instalación eléctrica y el nivel de tensión requerida, este diseño no contempla el cálculo de coordinación de aislamiento.

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

Debido a que el diseño es realizado para una estructura interna no contempla el análisis de riesgo por rayo y las medidas de protección contra rayos

7. ANÁLISIS DE RIESGO DE ORIGEN ELÉCTRICO Y MEDIDAS PARA MITIGARLOS.

Según Art. 9 “Análisis de riesgos de origen eléctrico” del RETIE, se debe tener en cuenta los criterios establecidos en las normas sobre la soportabilidad de la energía eléctrica para seres humanos tomados de la gráfica de la norma NTC 4120, con referente a la IEC 60479-2, que detalla las zonas de los efectos de la corriente alterna de 15 Hz a 100 Hz como se observa en la *Fig. 1*.

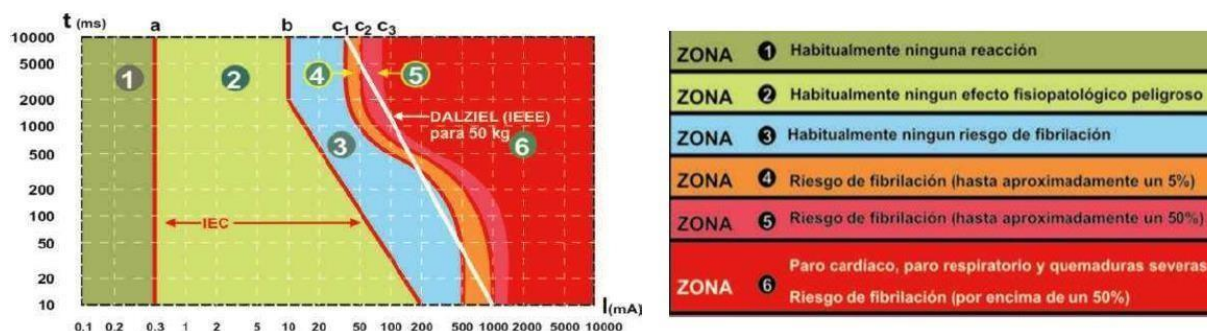


Fig. 1 Zonas de tiempo/corriente de los efectos de las corrientes alternas de 15 Hz a 100 Hz

El umbral de fibrilación ventricular depende de parámetros fisiológicos y eléctricos, por ello se ha tomado la curva C1 como límite para diseño de equipos de protección. Los valores umbrales de corriente de menos de 0,2 segundos, se aplican solamente durante el período vulnerable del ciclo cardíaco.

Debido a que los umbrales de soportabilidad de los seres humanos, tales como el de paso de corriente (1,1 mA), de reacción a soltarse (10 mA) y de rigidez muscular o de fibrilación (25 mA) son valores muy bajos; la superación de dichos valores puede ocasionar accidentes como la muerte o la pérdida de algún miembro o función del cuerpo humano.

Adicionalmente, al considerar el uso masivo de la electricidad y que su utilización es casi permanente a nivel residencial, comercial, industrial y oficial, la frecuencia de exposición al riesgo podría alcanzar niveles altos, si no se adoptan las medidas adecuadas.

Para realizar la mitigación de riesgos caracterizados se soporta en la Tabla 9.4 “Decisiones y acciones para controlar el riesgo” del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE, bajo este formato se presentan las acciones recomendadas.

Nivel de riesgo	Procesos de diseño y construcción	En ejecución de trabajos
Bajo	De los riesgos asociados a los 11 efectos caracterizados con anterioridad se tienen las siguientes consideraciones a los que tienen asociado riesgos bajos: En momentos de usencia de energía es necesario instalar las protecciones como UPS para el correcto apagado de los equipos sensibles. Aterrizar todos los elementos que exige el RETIE para evitar fallas a tierra y energización de estructuras. Uso de protecciones contra sobre tensión DPS en subestación y TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN.	Desarrollar procedimientos que permitan que la empresa responda con planes de contingencia a ausencias de energía prolongada. Suministrar y controlar el uso de los equipos correctos de protección en los trabajadores. Desarrollar procesos de mantenimientos preventivos y correctivos.
Medio	De los riesgos asociados a los 11 efectos caracterizados con anterioridad se tienen las siguientes consideraciones a los que tienen asociado riesgos medios: Garantizar que todos los tableros y celdas cumplan los requerimientos técnicos y de distancias de seguridad del RETIE. Generar un estudio y diseño de un sistema de puesta a tierra y sistemas de protección para descargas atmosféricas eficiente.	Solo el personal capacitado puede tener acceso a los equipos eléctricos. Cumplir con la señalización de seguridad eléctrica indicada en el RETIE
Alto	Aterrizar las maquinas que lo requieran según indicaciones de proveedor por su riesgo de fallas a tierra y energización de los equipos. Generar un estudio y diseño de un sistema de puesta a tierra eficiente. Garantizar que todos los tableros y celdas cumplan los requerimientos técnicos y de distancias de seguridad del RETIE.	Suministrar y controlar el uso de los equipos correctos de protección en los trabajadores. Suministrar y controlar el uso de los equipos correctos de protección en los trabajadores.

La matriz se presenta COMPLETA, en el Anexo 2_Matriz de riesgos.

8. ANÁLISIS DE NIVEL DE TENSIÓN.

Los niveles de tensión se clasifican de acuerdo con la norma NTC1340 de la siguiente manera:

Clasificación (Nivel) ¹	Nivel de tensión	Tensión nominal (V)		Tensión máxima (% de la nominal)	Tensión mínima (% de la nominal)
		Sistema trifásico de 3 o 4 conductores	Sistema monofásico de 2 o 3 conductores		
Baja tensión (Nivel 1)	Hasta 1 000 V	-	120	+5	-10
		120/208	-		
		-	120/240		
		127/220	-		
		220	-		
		277/480	-		
		480	-		
Media tensión (Niveles 2 y 3)	Mayor o igual a 1 000 V y menor a 62 000 V.	4 160	-		
		-	7 620		
		11 400	-		
		13 200	-		
		13 800	-		
		34 500	-		
		44 000	-		
Alta tensión (Nivel 4)	Mayor o igual a 62 000 V y menor a 230 000 V.	57 500	-		
		66 000	-	+10	-10
		115 000	-		
Extra alta tensión (Nivel 4)	Mayor a 230 000 V	230 000	-		
		500 000	-		

NOTA 1 Estos niveles corresponden a la regulación CREG 025/95

 ALCALDÍA DE BOJACÁ	DISEÑO ELÉCTRICO EN BAJA TENSIÓN DE LA RED INTERNA DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA CASA INTEGRAL SOCIAL DE LA MUJER DEL MUNICIPIO DE BOJACÁ-CUNDINAMARCA	
DOCUMENTO MEMORIAS DE CÁLCULO – RED DE BAJA TENSIÓN INTERNA ANEXO 2		

Para el presente proyecto, el nivel de tensión requerido es NIVEL 1 con un sistema con acometida Trifásica de 5 hilos y un voltaje de 120/208V para alimentar la carga de 26.572 kVA.

9. CÁLCULO DE CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS.

Debido a que el proyecto no incluye diseño de líneas o subestaciones de tensión superior a 57,5 kV cercanas a edificaciones ya construidas, no se encuentra aledaño a la zona de servidumbre y no cuenta con corrientes mayores a 1000 A sobre bandejas porta cables, buses de barras y otros cables pre armados, se omite este cálculo.

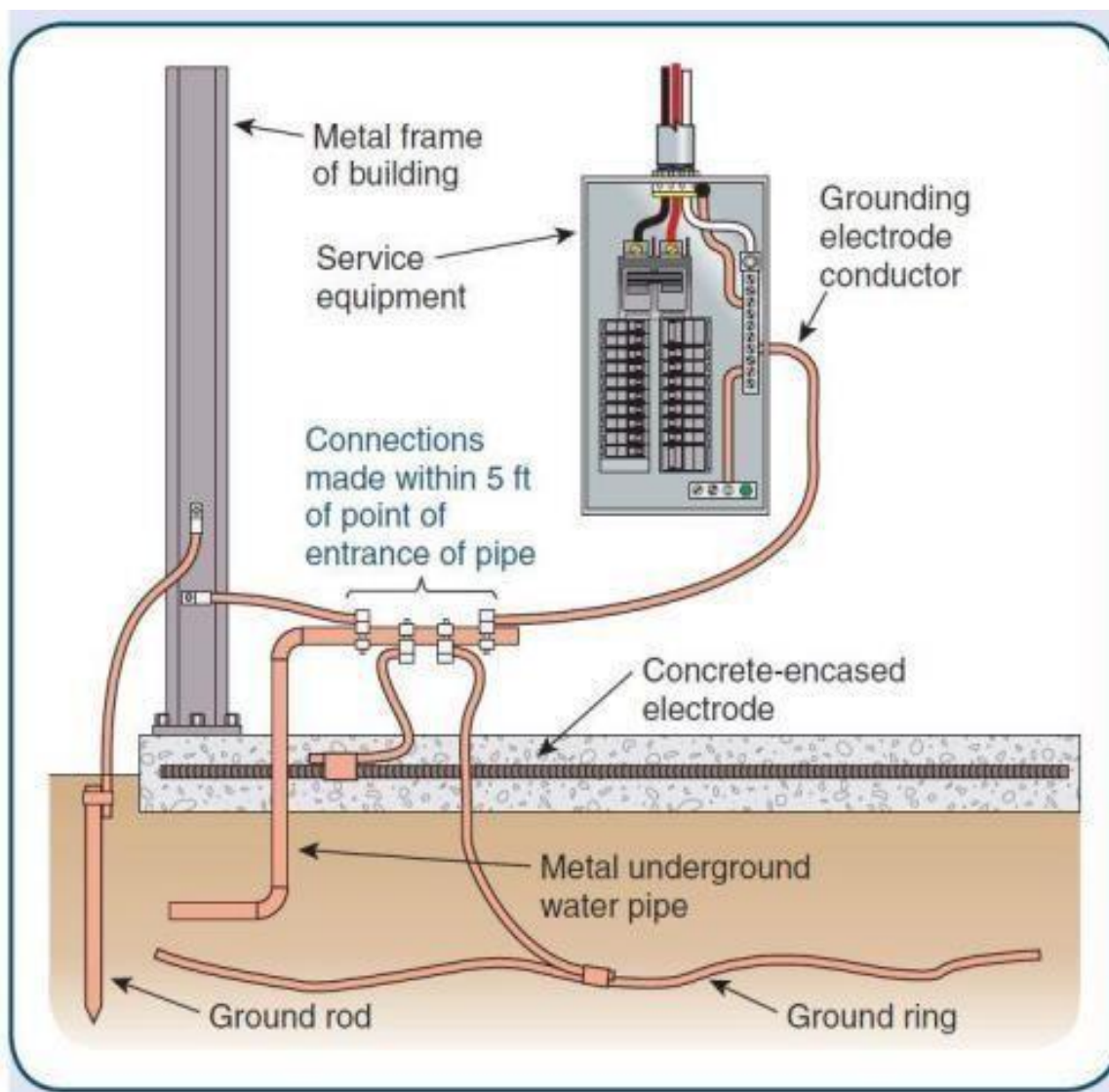
10. CÁLCULO DEL TRANSFORMADOR.

El presente diseño en su punto de conexión en 208/120V por lo cual no requiere de equipos de transformación.

11. CÁLCULO DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA.

Los locales tienen un punto de conexión en el cual se entrega la conexión al sistema de puesta a tierra, por lo cual, el estudio del dicho sistema no hace parte del alcance del presente diseño. La instalación eléctrica del presente proyecto contará en su totalidad con las conexiones necesarias que garanticen que tanto equipos y luminarias hagan parte del sistema de puesta a tierra suministrado en la entrada del tablero general de acometidas.

Dentro de la instalación eléctrica del presente proyecto se garantiza el acompañamiento de un conductor de protección (tierra de protección) que acompaña cada circuito eléctrico que sale del tablero, además de la conexión de todas las partes de las estructuras metálicas conductivas expuestas, con el fin de que no exista diferencia de potencial entre ellas durante condiciones falla. Para garantizar el cumplimiento de la regulación del proyecto según norma, se debe cumplir con los calibres de la acometida de acuerdo con las tablas presentadas en la presente memoria de cálculo.



 ALCALDÍA DE BOJACÁ	DISEÑO ELÉCTRICO EN BAJA TENSIÓN DE LA RED INTERNA DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA CASA INTEGRAL SOCIAL DE LA MUJER DEL MUNICIPIO DE BOJACÁ-CUNDINAMARCA	
DOCUMENTO MEMORIAS DE CÁLCULO – RED DE BAJA TENSIÓN INTERNA ANEXO 2		

12. DIMENSIONAMIENTO DE CONDUCTORES DE BAJA TENSIÓN.

CALCULO DE LA ACOMETIDA TABLERO NORMAL

De acuerdo con el capítulo de análisis de cargas, la demanda diversificada para el presente proyecto es de 26.572 kVA, se hace el cálculo de la corriente nominal mediante la siguiente expresión.

$$I_{nom} = \frac{D_{div}}{V_{nom}}$$

$$I_{nom} = \frac{86893}{\sqrt{3} 208V} = 253.885 A$$

$$I_{dis} = I_{nom} * 1.25 = 317.356 A$$

El conductor se dimensiona teniendo en cuenta la tabla 250-95 de la NTC 2050, de acuerdo con el dispositivo de sobrecorriente de la acometida, por lo que la seleccionada para el TABLERO 2(3FX2/0)+2N2/0+T2/0.

 ALCALDÍA DE BOJACÁ	DISEÑO ELÉCTRICO EN BAJA TENSIÓN DE LA RED INTERNA DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA CASA INTEGRAL SOCIAL DE LA MUJER DEL MUNICIPIO DE BOJACÁ-CUNDINAMARCA	
DOCUMENTO MEMORIAS DE CÁLCULO – RED DE BAJA TENSIÓN INTERNA ANEXO 2		

CALCULO DE LA ACOMETIDA TABLEROS REGULADOS

Las UPS del tablero regulado es de 6KVA por lo que se utiliza esta carga para dimensionar los conductores:

$$I_{nom} = \frac{D_{div}}{V_{nom}}$$

$$I_{nom} = \frac{6 \text{ kVA}}{\sqrt{3} \text{ 208V}} = 17.531 \text{ A}$$

$$I_{dis} = I_{nom} * 1.25 = 21.9137 \text{ A}$$

El conductor se dimensiona teniendo en cuenta la tabla 250-95 de la NTC 2050, de acuerdo con el dispositivo de sobre corriente de la acometida, por lo que la seleccionada para el TABLERO REGULADO es 3#10F + 1#8N + 1#10T

Las UPS del tablero regulado es de 10 KVA por lo que se utiliza esta carga para dimensionar los conductores:

$$I_{nom} = \frac{D_{div}}{V_{nom}}$$

$$I_{nom} = \frac{10 \text{ kVA}}{\sqrt{3} \text{ 208V}} = 29.218 \text{ A}$$

$$I_{dis} = I_{nom} * 1.25 = 36.5225 \text{ A}$$

El conductor se dimensiona teniendo en cuenta la tabla 250-95 de la NTC 2050, de acuerdo con el dispositivo de sobre corriente de la acometida, por lo que la seleccionada para el TABLERO REGULADO es 3#8F + 1#6N + 1#10

CALCULO DE REGULACION

El cálculo de regulación para circuitos ramales y alimentadores se tiene en cuenta lo especificado en la sección 210-19 y en la 215-2 de la NTC 2050 en donde se define la máxima caída de tensión en un 3%. El cálculo se realiza usando las expresiones mostradas a continuación:

$$\Delta V = \sqrt{3} * Z_{ef} * L * I$$

$$Z_{ef} = R * \cos\theta + X * \sin\theta$$

En donde Z_{ef} es la impedancia del conductor de acuerdo teniendo en cuenta la resistencia y la reactancia dada por los fabricantes usando la tabla a continuación

Calibre	R	X
AWG o Kcmil	ohm/km	ohm/km
12	5,31	0,177
10	3,34	0,164
8	2,1	0,13908
6	1,32	0,13173
4	0,83	0,12524
2	0,52	0,11977
1/0	0,33	0,11758
2/0	0,26	0,11507
4/0	0,16	0,11076
250	0,14	0,11145
350	0,1	0,1089
400	0,09	0,10788

Teniendo en cuenta lo anterior, la expresión para calcular el porcentaje de regulación es:

$$\%Reg = \frac{\Delta V}{V_r} * 100$$

El detalle de los calibres de cables utilizados se presenta en el Anexo 1 - Cuadros de cargas y en los diagramas unifilares.

13. CÁLCULO DE CANALIZACIONES.

Los ductos interiores serán en tubería conduit PVC en los diámetros indicados en cada tramo en los planos del diseño eléctrico. La selección del diámetro de la tubería está conforme al número máximo de conductores permitido en ella según las Tablas del Capítulo 9 de la NTC2050 y la Tabla C10 del Apéndice C de la misma norma. Además, se manejarán bandejas porta cables para la distribución de los circuitos.

Los calibres de los circuitos ramales han sido seleccionados con base en los criterios de capacidad de corriente y de máximo porcentaje de regulación.

Se han establecido circuitos de alumbrado para funcionamiento en condiciones normales. La distribución de las cargas se realiza alternando la conexión en cada una de las fases de los circuitos trifásicos tetra filares, con lo cual se obtiene un balance de carga adecuado entre las fases.

En los tableros se ha procurado distribuir las cargas por fases, de tal forma que no se sobrepase el 5% de desbalance de carga entre estas.

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

El diseño eléctrico del presente proyecto no contempla redes aéreas por lo que aplican los cálculos mecánicos de estructuras ni elementos de sujeción.

 ALCALDÍA DE BOJACÁ	DISEÑO ELÉCTRICO EN BAJA TENSIÓN DE LA RED INTERNA DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA CASA INTEGRAL SOCIAL DE LA MUJER DEL MUNICIPIO DE BOJACÁ-CUNDINAMARCA	
DOCUMENTO MEMORIAS DE CÁLCULO – RED DE BAJA TENSIÓN INTERNA ANEXO 2		

15. COORDINACIÓN DE PROTECCIONES DE FASE Y TIERRA CONTRA SOBRECORRIENTES.

En proyectos de baja tensión la coordinación de protecciones se realiza teniendo en cuenta las corrientes nominales de todas las protecciones. Para esto se asegura que la corriente nominal de las protecciones aguas abajo no exceda la corriente nominal de la protección principal.

La coordinación de protecciones completa se presenta en el Anexo 1 - Cuadros de cargas.

16. CÁLCULO DE PROTECCIONES CONTRA SOBRETENSIONES TRANSITORIAS.

Debido a que el diseño no contempla acometidas exteriores y el punto de conexión se da en el medidor, este estudio no aplica

17. ANÁLISIS DE CORTOCIRCUITO Y FALLA A TIERRA

Debido a que el punto de conexión de tablero es en baja tensión y no se tiene información de los aportes de corrientes de corto circuito de la red, este estudio no aplica para el presente proyecto

18. CLASIFICACIÓN DE ÁREAS.

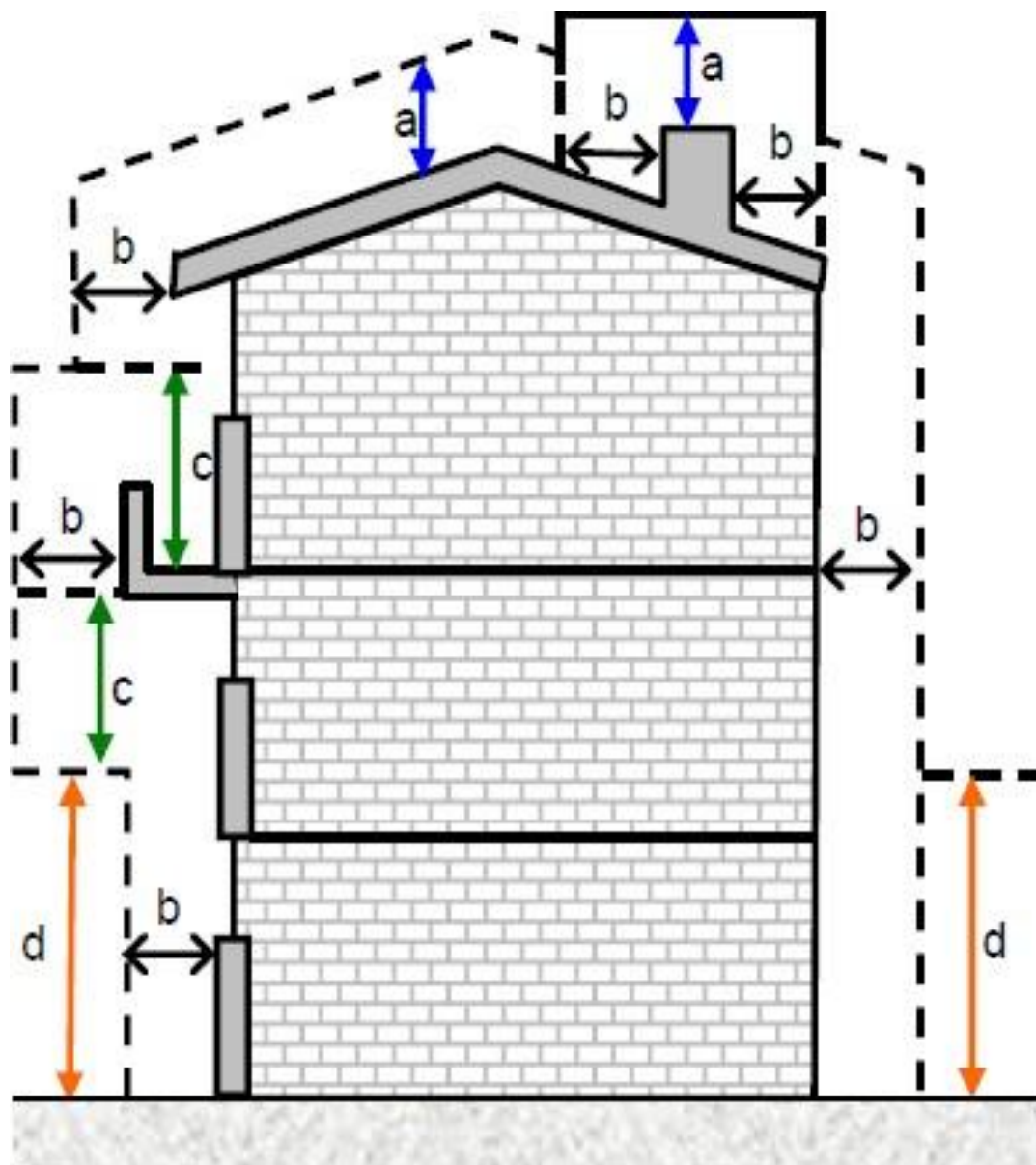
El proyecto no tiene áreas clasificadas, por lo tanto, no aplica este análisis.

19. DISTANCIAS DE SEGURIDAD.

Para prevenir accidentes por riesgo eléctrico, una técnica efectiva es guardar distancia respecto a partes energizadas, puesto que el aire es buen aislante. En este apartado se fijan las distancias mínimas que deben guardarse entre líneas eléctricas y elementos físicos existentes a lo largo de su trazado (carreteras, edificios, árboles, etc.) con el objeto de evitar contactos accidentales.

Las distancias verticales y horizontales que se presentan en las siguientes tablas, se adoptaron del National Electrical Safety Code, ANSI C2 versión 2002. En la Figura 13.1 del RETIE, se muestra un ejemplo de aplicación de las distancias de seguridad de la Tabla 13.1.

DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD EN ZONAS CON CONSTRUCCIONES		
Descripción	Tensión nominal entre fases (kV)	Distancia (m)
Distancia vertical “a” sobre techos y proyecciones, aplicable solamente a zonas de muy difícil acceso a personas y siempre que el propietario o tenedor de la instalación eléctrica tenga absoluto control tanto de la instalación como de la edificación (Figura 13.1).	44/34,5/33	3,8
	13,8/13,2/11,4/7,6	3,8
	<1	0,45
Distancia horizontal “b” a muros, balcones, salientes, ventanas y diferentes áreas independientemente de la facilidad de accesibilidad de personas. (Figura 13.1)	66/57,5	2,5
	44/34,5/33	2,3
	13,8/13,2/11,4/7,6	2,3
	<1	1,7
Distancia vertical “c” sobre o debajo de balcones o techos de fácil acceso a personas, y sobre techos accesibles a vehículos de máximo 2,45 m de altura. (Figura 13.1)	44/34,5/33	4,1
	13,8/13,2/11,4/7,6	4,1
	<1	3,5
Distancia vertical “d” a carreteras, calles, callejones, zonas peatonales, áreas sujetas a tráfico vehicular. (Figura 13.1) para vehículos de más de 2,45 m de altura.	115/110	6,1
	66/57,5	5,8
	44/34,5/33	5,6
	13,8/13,2/11,4/7,6	5,6
	<1	5



1.1 Distancias de seguridad en zonas con construcciones.

Para mayor claridad se deben tener en cuenta las notas explicativas, las figuras y las tablas aquí establecidas.

Nota 1: Las distancias de seguridad establecidas en las siguientes tablas, aplican a conductores desnudos.

Nota 2: En el caso de tensiones mayores a 57,5 kV entre fases, las distancias de aislamiento eléctrico especificadas en las tablas se incrementarán en un 3% por cada 300 m que sobrepasen los 1000 metros sobre el nivel del mar.

Nota 3: Las distancias verticales se toman siempre desde el punto energizado más cercano al lugar de posible contacto.

Nota 4: La distancia horizontal “b” se toma desde la parte energizada más cercana al sitio de posible contacto, es decir, trazando un círculo desde la parte energizada, teniendo en cuenta la posibilidad real de expansión vertical que tenga la edificación y que en ningún momento la red quede encima de la construcción.

Nota 5: Si se tiene una instalación con una tensión diferente a las contempladas en el presente reglamento, debe cumplirse el requisito exigido para la tensión inmediatamente superior.

Nota 6: Cuando los edificios, chimeneas, antenas o tanques u otras instalaciones elevadas no requieran algún tipo de mantenimiento, como pintura, limpieza, cambio de partes o trabajo de personas cerca de los conductores; la distancia horizontal “b”, se podrá reducir en 0,6 m.

Nota 7: Un techo, balcón o área es considerado fácilmente accesible para los peatones si éste puede ser alcanzado de manera casual a través de una puerta, rampa, ventana, escalera o una escalera a mano permanentemente utilizada por una persona, a pie, alguien que no despliega ningún esfuerzo físico extraordinario ni emplea ningún instrumento o dispositivo especial para tener acceso a éstos. No se considera un medio de acceso a una escalera permanentemente utilizada si es que su peldaño más bajo mide 2,45 m o más desde el nivel del piso u otra superficie accesible fija.

Nota 8: Si se tiene un tendido aéreo con cable aislado y con pantalla no se aplican estas distancias; tampoco se aplica para conductores aislados para baja tensión.

Nota 9: En techos metálicos cercanos o en casos de redes de conducción que van paralelas o que cruzan las líneas de media, alta y extra alta tensión, se debe verificar que las tensiones inducidas no generen peligro o no afecten el funcionamiento de otras redes.

Nota 10: Donde el espacio disponible no permita cumplir las distancias horizontales de la Tabla 13.1 para redes de media tensión, tales como edificaciones con fachadas o terrazas cercanas, la separación se puede reducir hasta en un 30%, siempre y cuando, los conductores, empalmes y herrajes tengan una cubierta que proporcione suficiente rigidez dieléctrica para limitar la probabilidad de falla a tierra, tal como la de los cables cubiertos con tres capas para red compacta. Adicionalmente, deben tener espaciadores y una señalización que indique que es cable no aislado. En zonas arborizadas urbanas se recomienda usar esta tecnología para disminuir las podas.

Nota11: En general los conductores de la línea de mayor tensión deben estar a mayor altura que los de la de menor tensión.

Además de las distancias de seguridad con construcciones deberá cumplirse con los espacios de trabajo en cuartos técnicos de baja tensión de acuerdo con la tabla 110-16 a) de la NTC 2050.

Tabla 110-16.a). Espacio de trabajo

Tensión nominal a tierra	Distancia mínima en (m) según la condición		
	Condición 1	Condición 2	Condición 3
0-150	0,9	0,9	0,9
151-600	0,9	1,1	1,2

1.2 Distancias mínimas para trabajos en o cerca de partes energizadas

Las partes energizadas a las que el trabajador pueda estar expuesto se deben poner en condición de trabajo eléctricamente seguro antes de trabajar en o cerca de ellas, a menos que se demuestre que desenergizar introduzca riesgos adicionales.

Actualmente se han incrementado los accidentes por arcos eléctricos, originados en cortocircuitos, fallas a tierra, contacto de herramientas con partes energizadas, choque térmico, acumulación de polvos, pérdidas de aislamiento, depósitos de material conductor o la ionización del medio

Para actividades tales como cambio de interruptores o partes de él, intervenciones sobre transformadores de corriente, mantenimiento de barrajes, instalación y retiro de medidores, apertura de condensadores, macromediciones, medición de tensión y corriente, entre otras; deben cumplirse procedimientos seguros como los establecidos en la NFPA 70 E o IEC 60364. En todo caso se deben cumplir los siguientes requisitos:

- Realizar un análisis de riesgos donde se tenga en cuenta la tensión, la potencia de cortocircuito y el tiempo de despeje de la falla, para definir la categoría del riesgo que determina el elemento de protección a utilizar. El análisis de arco debe revisarse en periodos no mayores a cinco años o cuando se realicen modificaciones mayores.
- Fijar etiquetas donde se indique el nivel de riesgo y el equipo requerido.
- Realizar una correcta señalización del área de trabajo y de las zonas aledañas a ésta.
- Tener un entrenamiento apropiado para trabajar en tensión, si es el caso.
- Tener un plano actualizado y aprobado por un profesional competente.
- Tener una orden de trabajo firmada por la persona que lo autoriza.
- Usar equipos de protección personal certificados para el nivel de tensión y energía incidente involucrados.
- Las personas no calificadas, no deben sobrepasar el límite de aproximación seguro.

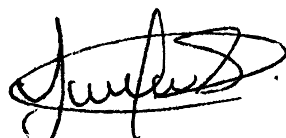
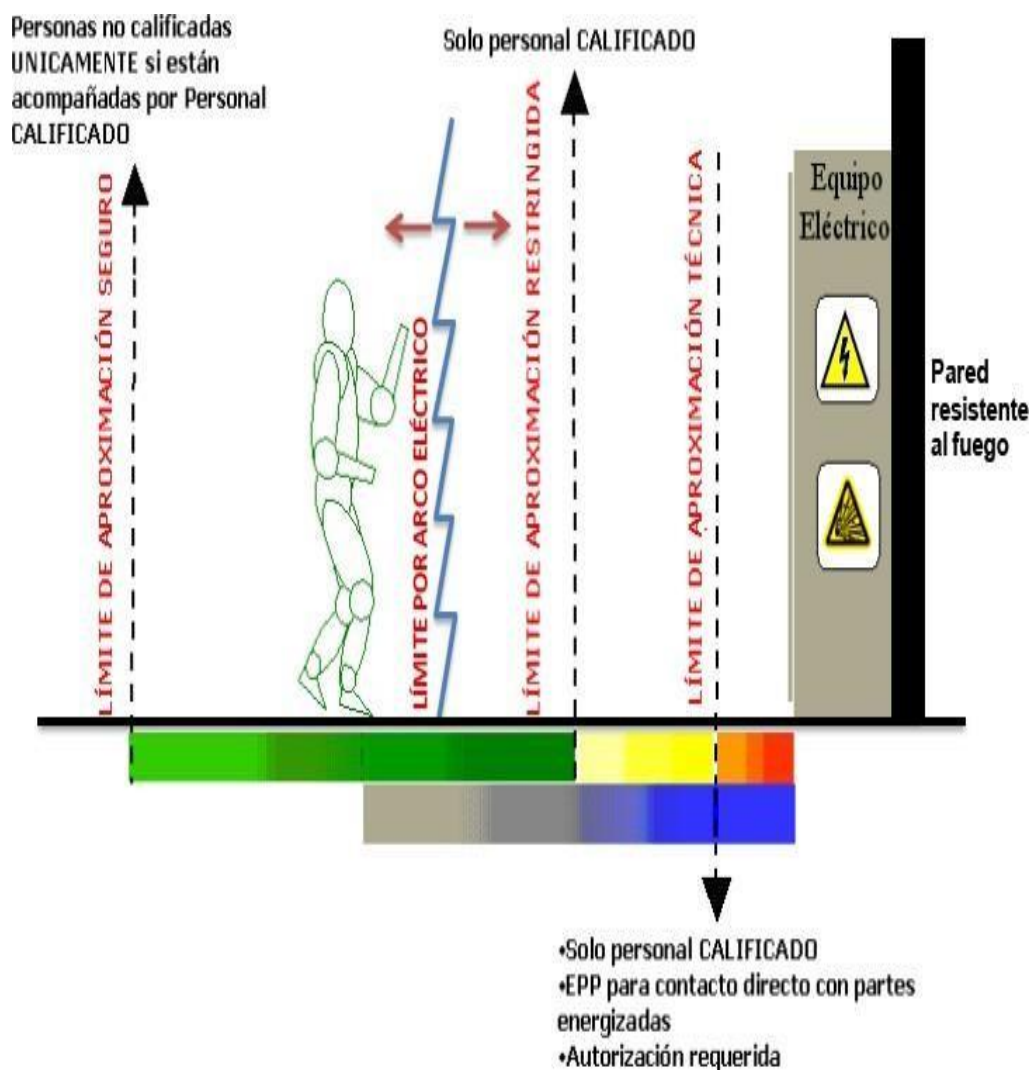
- i. El límite de aproximación restringida debe ser señalizado ya sea con una franja visible hecha con pintura reflectiva u otra señal que brinde un cerramiento temporal y facilite al personal no autorizado identificar el máximo acercamiento permitido.

Cumplir las distancias mínimas de aproximación a equipos energizados de las Tablas 13.7 o 13.8 y la Figura 13.4 del RETIE, según corresponda, las cuales son adaptadas de la NFPA 70 e IEEE 1584. Estas distancias son barreras

- j. que buscan prevenir lesiones al trabajador y son básicas para la seguridad eléctrica.

Tensión nominal del sistema (fase – fase)	Límite de aproximación seguro [m]		Límite de aproximación restringida (m) Incluye movimientos involuntarios.	Límite de aproximación técnica (m)
	Parte móvil expuesta	Parte fija expuesta		
50 V – 300 V	3,0	1,0	Evitar contacto	Evitar contacto
301 V – 750 V	3,0	1,0	0,30	0,025
751 V – 15 kV	3,0	1,5	0,7	0,2
15,1 kV – 38 kV	3,0	1,8	0,8	0,3
38,1 kV – 48 kV	3,0	2,5	0,8	0,4
48,1 kV - 72,5 kV	3,0	2,5	1,0	0,7
72,6 kV – 121 kV	3,3	2,5	1,0	0,8
138 kV - 145 kV	3,4	3,0	1,2	1,0
161 kV - 169 kV	3,6	3,6	1,3	1,1
230 kV - 242 kV	4,0	4,0	1,7	1,6
345 kV - 362 kV	4,7	4,7	2,8	2,6
500 kV – 550 kV	5,8	5,8	3,6	3,5

Distancias mínimas para trabajos en o cerca de partes energizadas en corriente alterna



ING. JOHN FREDY ARAGÓN
ESPECIALISTA ELÉCTRICO