

San Juan de Pasto, 10 de septiembre de 2019

Doctor
ARTURO FIDEL DIAZ TERAN
Presidente Ejecutivo
CAMARA DE COMERCIO DE PASTO
Ciudad

Asunto: DISEÑO ELECTRICO AIRE ACONDICIONADO Y VENTILACION MECANICA PARA AUDITORIO PRINCIPAL, SALA DE ESPERA PISO 1 Y AUDITORIO AUXILIAR CAMARA DE COMERCIO DE PASTO.

Reciba un cordial saludo, mediante la presente le hago entrega del diseño para trabajos eléctricos de aire acondicionado y ventilación mecánica para auditorio principal, sala de espera piso 1 y auditorio auxiliar cámara de comercio de pasto, de acuerdo a planos y requerimientos previamente suministrados.

Anexo memorias de cálculos, planos del diseño, presupuesto, análisis de precios unitarios y demás documentos.

Agradezco la atención a la presente

Cordialmente.

MARIO FERNANDO CORDOBA CONCHA
Ingeniero Electricista
CN205-29464
Celular 314 661 2707 – 300 611 4454, Email: ingmfcc@gmail.com
Dirección carrera 26 # 17 - 40 Pasaje El Liceo Oficina 308

RESUMEN DEL PROYECTO

El proyecto básicamente consiste en realizar el diseño de la obra eléctrica para la alimentación eléctrica de los equipos de aire acondicionado y ventilación mecánica para el auditorio principal, la sala de espera del piso 1 y el auditorio auxiliar ubicado en el piso 2, para lo cual se requiere fundamentalmente el montaje de un tablero auxiliar y 2 tableros de distribución. Se tomará como punto de arranque el medidor existente de acuerdo a diagrama unifilar.

La instalación eléctrica deberá ejecutarse de acuerdo al RETIE, ya que una vez terminadas las instalaciones el constructor de estas deberá entregarlas a un inspector debidamente certificado para realizar la inspección de conformidad con el RETIE.

El personal empleado en el desarrollo de la obra será competente, especializado en el ramo y estará a órdenes de un técnico electricista suficientemente capacitado, además todas las cuadrillas de trabajo bajo la supervisión directa de un Ingeniero Electricista el cual permanecerá en la ejecución de la obra.

INTRODUCCION

Las instalaciones para uso final de la electricidad, denominadas comúnmente como instalaciones interiores, o instalaciones domiciliarias o receptoras, son las que están alimentadas por una red de distribución o por una fuente de energía propia y tienen como objeto permitir la entrega de la energía eléctrica para su uso final. Dentro de este concepto hay que incluir cualquier instalación receptora, aunque toda ella o alguna de sus partes esté situada a la intemperie.

La parte eléctrica se ha diseñado teniendo en cuenta las normas vigentes para el diseño de construcción de líneas, redes y montaje de subestaciones y en cumplimiento al RETIE, y a la norma NTC2050.

El objeto fundamental de este diseño eléctrico es establecer medidas que garanticen la seguridad de las personas, de la vida animal y vegetal y de la preservación del medio ambiente; previniendo, minimizando o eliminando los riesgos de origen eléctrico. Estas prescripciones parten de que se cumplan los requisitos civiles, mecánicos y de fabricación de equipos.

Los requisitos aquí establecidos se aplican a condiciones normales y nominales de la instalación, en general, comprende los sistemas eléctricos que van desde el medidor existente hasta las salidas de uso final es decir hacia el interior de la edificación y al punto de conexión de los equipos o elementos de consumo.

La instalación eléctrica deberá ejecutarse de acuerdo al RETIE, ya que una vez terminadas las instalaciones el constructor de estas deberá entregarlas a un inspector debidamente certificado para realizar la inspección de conformidad con el RETIE.

El personal empleado en el desarrollo de la obra será competente, especializado en el ramo y estará a órdenes de un técnico electricista suficientemente capacitado, además todas las cuadrillas de trabajo bajo la supervisión directa de un Ingeniero Electricista el cual permanecerá en la ejecución de la obra.

DISPOSICIONES GENERALES

OBJETO

En este diseño se establecen las exigencias y especificaciones que garanticen la seguridad con base en el buen funcionamiento de las instalaciones, la confiabilidad, calidad y adecuada utilización de los productos, es decir, fija los parámetros mínimos de seguridad para las instalaciones eléctricas.

Igualmente, es un instrumento que permite garantizar que las instalaciones, equipos y productos usados en la utilización de la energía eléctrica, cumplan con los siguientes objetivos legítimos:

- La protección de la vida y la salud humana.
- La protección de la vida animal o vegetal.
- La preservación del medio ambiente.
- La prevención de prácticas que puedan inducir a error al usuario.

Para cumplir estos objetivos legítimos, el presente diseño se basó en los siguientes objetivos específicos:

- a) Fijar las condiciones para evitar accidentes por contactos eléctricos directos e indirectos.
- b) Establecer las condiciones para prevenir incendios causados por electricidad.
- c) Establecer las condiciones para evitar daños debidos a sobrecorrientes y sobretensiones.
- d) Minimizar las deficiencias en las instalaciones eléctricas.
- e) Establecer claramente los requisitos y responsabilidades que deben cumplir los constructores, operadores, propietarios y usuarios de las instalaciones eléctricas, además de los fabricantes, distribuidores o importadores de materiales o equipos.
- f) Unificar las características esenciales de seguridad de productos eléctricos de más utilización, para asegurar mayor confiabilidad en su funcionamiento.
- g) Prevenir los actos que puedan inducir a error a los usuarios, tales como la utilización o difusión de indicaciones incorrectas o falsas o la omisión de datos verdaderos que no cumplen las exigencias del RETIE.
- h) Exigir confiabilidad y compatibilidad de los productos y equipos eléctricos mencionados expresamente.

PERSONAS

Este diseño deberá ser observado y cumplido por todas las personas naturales o jurídicas, nacionales o extranjeras, contratistas u operadores y en general por quienes intervengan en su desarrollo y ejecuten actividades relacionadas con las instalaciones eléctricas. Así como por los productores, importadores y comercializadores de los productos objeto del RETIE.

PRODUCTOS

Los productos incluidos en este diseño y por estar dentro del campo de aplicación del RETIE, y que serán empleados en las instalaciones eléctricas, demostrarán el cumplimiento de los requisitos exigidos, mediante un certificado de producto, expedido por un organismo de certificación acreditado por la SIC o por los mecanismos que esta entidad determine.

- a. Análisis y cuadros de cargas iniciales y futuras, incluyendo análisis de factor de potencia y armónicos.
- b. Análisis de coordinación de aislamiento eléctrico.
- c. Análisis de cortocircuito y falla a tierra.
- d. Análisis de nivel de riesgo por rayos y medidas de protección contra rayos.
- e. Análisis de riesgos de origen eléctrico y medidas para mitigarlos.
- f. Análisis del nivel tensión requerido.
- 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
- h. Cálculo de transformadores incluyendo los efectos de los armónicos y factor de potencia en la carga.
- i. Cálculo del sistema de puesta a tierra.
- j. Cálculo económico de conductores, teniendo en cuenta todos los factores de pérdidas, las cargas resultantes y los costos de la energía.
- 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.
- l. Cálculo mecánico de estructuras y de elementos de sujeción de equipos.
- 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.
- n. Cálculos de canalizaciones (tubo, ductos, canaletas y electroductos) y volumen de encerramientos (cajas, tableros, conduletas, etc.).
- o. Cálculos de pérdidas de energía, teniendo en cuenta los efectos de armónicos y factor de potencia.
- p. Cálculos de regulación.
- q. Clasificación de áreas.
- r. Elaboración de diagramas unifilares.
- s. Elaboración de planos y esquemas eléctricos para construcción. No incluye ingeniería de detalle
- t. Especificaciones de construcción complementarias a los planos, incluyendo las de tipo técnico de equipos y materiales y sus condiciones particulares.
- u. Establecer las distancias de seguridad requeridas.
- 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.
- w. Los demás estudios que el tipo de instalación requiera para su correcta y segura operación, tales como condiciones sísmicas, acústicas, mecánicas o térmicas.

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

TABLERO TCC-AUX - TABLERO AUXILIAR CAMARA DE COMERCIO

DESCRIPCION		CARGA
TAA-01 TABLERO AIRE ACONDICIONADO SALA DE ESPERA PISO 1 Y AUDITORIO PRINCIPAL		28,60 KVA
TAA-02 TABLERO AIRE ACONDICIONADO AUDITORIO AUXILIAR		9,80 KVA
T-OF-P10 TABLERO OFICINAS PISO 10		8,00 KVA
TOTAL CARGA INSTALADA		46,40 KVA
FACTOR DE DEMANDA	PRIMEROS 25 KVA AL 100%	25,00 KVA
	RESTO AL 50%	10,70 KVA
TOTAL CARGA NETA CALCULADA		35,70 KVA

CAPACIDAD DEL ALIMENTADOR

CARGA	35,70 KVA
TIPO DE RED EN BAJA TENSION	3F-4H-208/120V
NUMERO DE FASES EN BAJA TENSION	3,00
NUMERO DE HILOS EN BAJA TENSION	4,00
CORRIENTE	99,21 AMPERIOS
FACTOR DE SEGURIDAD 10%	9,92
CAPACIDAD MINIMA DE CADA ALIMENTADOR	109,13 AMPERIOS
CALIBRE MINIMO DEL CONDUCTOR	2,00 Cu PE HF FR LS CT
CAPACIDAD DE CORRIENTE DEL CABLE Cu 2 PE HF FR LS CT	115,00 AMPERIOS
CALIBRE MINIMO DEL CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA	4,00
DISPOSITIVO DE PROTECCION CONTRA SOBRECORRIENTE	3X100A
ACOMETIDA	4 # 2 + 1 # 4T Cu PE HF FR LS CT
DUCTO	2" EMT

TAA-01 TABLERO AIRE ACONDICIONADO SALA DE ESPERA PISO 1 Y AUDITORIO PRINCIPAL

NUMERO	CARGA (VA)	PROTECCION	OBSERVACIONES	ACOMETIDA	BALANCE DE FASES (VA)		
					R	S	T
TAA-01-S1	5.500	2X30A	Unidad condensadora 1	2 # 10 + 1 # 10T	2.750	2.750	
TAA-01-S2	1.500	2X20A	Fancoil	2 # 12 + 1 # 12T		750	750
TAA-01-S3	900	3X20A	UEX2 - Unidad extractora atencion al publico	3 # 12 + 1 # 12T	300	300	300
TAA-01-S4	11.400	3X40A	Unidad TP 1, auditorio ppal	3 # 8 + 1 # 10T	3.800	3.800	3.800
TAA-01-S5	8.400	3X30A	Unidad TP 2, auditorio ppal	3 # 10 + 1 # 12T	2.800	2.800	2.800
TAA-01-S6	900	3X20A	UEX1 - Unidad extractora auditorio ppal	3 # 12 + 1 # 12T	300	300	300
TOTAL	28.600	3X100A	TOTALIZADOR	4 # 2 + 1 # 4T	9.950	10.700	7.950

CALCULO DE CONDUCTOR SELECCIONADO

TOTAL CARGA INSTALADA	28,60 kVA
TIPO DE RED EN BAJA TENSION	3F+1N+1T-208/120V
CORRIENTE	79,5 AMPERIOS
FACTOR DE SURIDAD 20%	15,9 AMPERIOS
CAPACIDAD MINIMA DE CADA ALIMENTADOR	95,4 AMPERIOS
CALIBRE MINIMO DEL CONDUCTOR	2 Cu PE HF FR LS CT
CAPACIDAD DE CORRIENTE DEL CABLE Cu 4 PE HF FR LS CT	115 AMPERIOS
CALIBRE MINIMO DEL CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA	4 Cu
DISPOSITIVO DE PROTECCION CONTRA SOBRECORRIENTE	3X100A
ACOMETIDA	4 # 2 + 1 # 4T Cu PE HF FR LS CT
DUCTO	2" EMT

TAA-02 TABLERO AIRE ACONDICIONADO AUDITORIO AUXILIAR

NUMERO	CARGA (VA)	PROTECCION	OBSERVACIONES	ACOMETIDA	BALANCE DE FASES (VA)		
					R	S	T
TAA-02-S1	8.400	3X30A	UCA-01	3 # 10 + 1 # 12T	2.800	2.800	2.800
TAA-02-S2	1.400	2X10A	UEI-01	2 # 12 + 1 # 12T	700	700	
TOTAL	9.800	3X40A	TOTALIZADOR	3 # 8 + 1 # 10T	3.500	3.500	2.800

CALCULO DE CONDUCTOR SELECCIONADO

TOTAL CARGA INSTALADA	9,80 kVA
TIPO DE RED EN BAJA TENSION	3F+1T-208V
CORRIENTE	27,2 AMPERIOS
FACTOR DE SURIDAD 20%	5,4 AMPERIOS
CAPACIDAD MINIMA DE CADA ALIMENTADOR	32,7 AMPERIOS
CALIBRE MINIMO DEL CONDUCTOR	8 Cu PE HF FR LS CT
CAPACIDAD DE CORRIENTE DEL CABLE Cu 8 PE HF FR LS CT	50 AMPERIOS
CALIBRE MINIMO DEL CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA	10 Cu
DISPOSITIVO DE PROTECCION CONTRA SOBRECORRIENTE	3X40A
ACOMETIDA	3 # 8 + 1 # 10T Cu PE HF FR LS CT
DUCTO	1" EMT

Análisis de Armónicos

Siguiendo lo indicado en el Std IEEE 519 de 1992, las principales fuentes de armónicos para una instalación eléctrica son convertidores, hornos de arco, compensador de VAR estático, inversores monofásicos o trifásicos, controles de fase electrónicos, cicloconvertidores y variadores de modulación con ancho de pulso. Este proyecto, no cuenta con este tipo de cargas, por lo tanto, los efectos provocados por armónicos son despreciables.

B. ANÁLISIS DE COORDINACIÓN DE AISLAMIENTO ELÉCTRICO.

La coordinación de aislamiento, tiene como objeto determinar la distancia de fuga que manejarán los aisladores conectados a las estructuras de M.T. y B.T, que formen parte del proyecto. En el artículo 20.14.2. del RETIE (Ministerio de Minas y Energía, 2013), está establecido:

“a. Toda subestación (transformador) y toda transición de línea aérea a cable aislado de media, alta o extra alta tensión, deben disponer de DPS. En los demás equipos de media, alta o extra alta tensión o en redes de baja tensión o de uso final, la necesidad de DPS dependerá del resultado de una evaluación técnica objetiva del nivel de riesgo por sobretensiones transitorias a que pueda ser sometido dicho equipo o instalación. Tal evaluación debe hacerla el responsable del diseño de la instalación, para lo cual debe tener en cuenta entre otros los siguientes factores:

- a. El uso de la instalación.
- b. La coordinación de aislamiento.
- c. La densidad de rayos a tierra.
- d. Las condiciones topográficas de la zona.
- e. Las personas que podrían someterse a una sobretensión.
- f. Los equipos a proteger.”

Este calculo no aplica para esta instalación.

C. ANÁLISIS DE CORTOCIRCUITO Y FALLA A TIERRA.

En esta sección se calcula la corriente de cortocircuito del transformador a instalar, y se analizan las corrientes simétricas y asimétricas de la Subcentral a la que se encuentra conectado el Centro de Distribución del cual se alimentará la subestación perteneciente al proyecto, y que debe estar especificado en la disponibilidad de servicio. Como no se instalará un transformador, puesto que la edificación ya cuenta con uno no se realiza este cálculo.

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

No aplica.

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

FACTOR DE RIESGO POR ARCOS ELÉCTRICOS

POSIBLES CAUSAS: En el desarrollo de la instalación eléctrica se pueden presentar quemaduras eléctricas por malos contactos, cortocircuitos.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Utilizar avisos de precaución, tableros bien cerrados y debidamente rotulados.

RIESGO A EVALUAR:		Electrocución o quemadura		por		Arcos Eléctricos		(al) o (en)		RED SECUNDARIA 208/120 V		
		EVENTO O EFECTO				FACTOR DE RIESGO (CAUSA)				FUENTE		
POTENCIAL		<input checked="" type="checkbox"/>		REAL		<input type="checkbox"/>		FRECUENCIA				
CONSECUENCIAS	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		E	D	C	B	A		
						No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la Empresa	Sucede varias veces al año en la Empresa	Sucede varias veces al mes en la Empresa		
	Una o mas muertes E5	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	MEDIO	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 E2	Efecto menor	Local E2	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO		
Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves, No Interrupción	Sin efecto E1	Interna	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO			

Evaluador:	Ing Mario Cordoba	MP:	CN205-29464	FECHA:	21/08/2019
-------------------	-------------------	------------	-------------	---------------	------------

RETIE: TABLA 9.3 Matriz para análisis de riesgos

FACTOR DE RIESGO POR TENSIÓN DE PASO

POSIBLES CAUSAS: En el desarrollo de la instalación eléctrica interna y externas de baja tensión se pueden presentar electrocución por falla de aislamiento en conductores y fallas a tierra.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Hacer puestas a tierra de baja resistencia y equipotencializar.

RIESGO A EVALUAR:		Electrocución por Tensión de paso (al) o (en) Conductores y equipos								
		EVENTO O EFECTO	FACTOR DE RIESGO (CAUSA)	FUENTE						
POTENCIAL	<input checked="" type="checkbox"/>	REAL <input type="checkbox"/>								
C O N S E C U E N C I A S	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa	E	D	C	B	A	
	Una o mas 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	MEDIO	ALTO
	Incapacidad temporal (> 1 día)	Daños severos. Interrupción Temporal	Contaminación localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Lesión menor (sin incapacidad) E2	Daños importantes Interrupción breve. E2	Efecto menor	Local	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves, No Interrupción	Sin efecto E1	Interna E1	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO
	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					
Evaluador:		Ing Mario Cordoba		MP:	CN205-29464		FECHA:	21/08/2019		

FACTOR DE RIESGO POR ELECTRICIDAD ESTÁTICA

POSIBLES CAUSAS: En el desarrollo de la instalación eléctrica interna y externas de baja tensión se pueden presentar electrocución por falla de aislamiento en conductores y fallas a tierra.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Hacer puestas a tierra de baja resistencia y equipotencializar.

RIESGO A EVALUAR:		Electrocución		por		Electricidad estática		(al) o (en)		ambiente o manipulación de equip		
		EVENTO O EFECTO				FACTOR DE RIESGO (CAUSA)				FUENTE		
POTENCIAL		<input checked="" type="checkbox"/>		REAL		<input type="checkbox"/>		FRECUENCIA				
CONSECUENCIAS	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		E	D	C	B	A		
						No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la Empresa	Sucede varias veces al año en la Empresa	Sucede varias veces al mes en la Empresa		
	Una o mas 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	MEDIO	ALTO		
	Incapacidad temporal (> 1 día)	Daños severos. Interrupción Temporal	Contaminación localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO		
	Lesión menor (sin incapacidad) E2	Daños importantes Interrupción breve. E2	Efecto menor	Local	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO		
	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral) E1	Daños leves, No Interrupción E1	Sin efecto E1	Interna E1	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO		
Evaluador:		Ing Mario Cordoba			MP:	CN205-29464		FECHA:	21/08/2019			

Anexo General Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE

COLOR	NIVEL DE RIESGO	DECISIONES A TOMAR Y CONTROL	PARA EJECUTAR LOS TRABAJOS
	MUY ALTO	<p>Inadmisibles para trabajar: Hay que eliminar fuentes potenciales, hacer reingeniería o minimizarlo y volver a valorarlo en grupo, hasta reducirlo.</p> <p>Requiere permiso especial de trabajo.</p>	<p>Buscar procedimientos alternativos si se decide hacer el trabajo. La alta dirección participa y aprueba el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y autoriza su realización mediante un Permiso Especial de Trabajo. (PES).</p>
	ALTO	<p>Minimizarlo: Buscar alternativas que presenten menor riesgo. Demostrar cómo se va a controlar el riesgo, aislar con barreras o distancia, usar EPP.</p> <p>Requiere permiso especial de trabajo.</p>	<p>El jefe o supervisor del área involucrada, aprueba el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y el Permiso de Trabajo (PT) presentados por el líder a cargo del trabajo.</p>
	MEDIO	<p>Aceptarlo: Aplicar los sistemas de control (minimizar, aislar, suministrar EPP, procedimientos, protocolos, lista de verificación, usar EPP).</p> <p>Requiere permiso de trabajo.</p>	<p>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.</p>
	BAJO	<p>Asumirlo: Hacer control administrativo rutinario. Seguir los procedimientos establecidos. Utilizar EPP.</p> <p>No requiere permiso especial de trabajo.</p>	<p>El líder de trabajo debe verificar:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué puede salir mal o fallar? • ¿Qué puede causar que algo salga mal o falle? • ¿Qué podemos hacer para evitar que algo salga mal o falle?
	MUY BAJO	<p>Vigilar posibles cambios</p>	<p>No afecta la secuencia de las actividades</p>

RETIE: TABLA 9.4 Decisiones y acciones para controlar el riesgo

F. ANÁLISIS DEL NIVEL TENSIÓN REQUERIDO.

En el artículo 12. Del Reglamento Técnico de Instalaciones eléctricas RETIE se estandarizan los siguientes niveles de tensión para sistemas de corriente alterna, los cuales se adoptan de la NTC 1340:

- **Extra alta tensión (EAT):** Corresponde a tensiones superiores a 230kV.
- **Alta tensión (AT):** Tensiones mayores o iguales a 57,5 kV y menores o iguales a 230kV.
- **Media Tensión (MT):** Los de tensión nominal superior a 1000V e inferior a 57,5kV.
- **Baja tensión (BT):** Los de tensión nominal mayor o igual a 25V y menor o igual a 1000V.
- **Muy baja tensión (MBT):** Tensiones menores de 25V.

Toda instalación eléctrica objeto del RETIE, debe asociarse a uno de los anteriores niveles. Si en la instalación existen circuitos en los que se utilicen distintas tensiones, el conjunto del sistema se clasificara, en el grupo correspondiente al valor de la tensión nominal más elevada.

Teniendo en cuenta los niveles de tensión anteriormente mencionado, para el proyecto se especifican los siguientes niveles de tensión: 208/120V.

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

El campo electromagnético es una modificación del espacio debida a la interacción de fuerzas eléctricas y magnéticas simultáneamente, producidas por un campo eléctrico y uno magnético que varían en el tiempo, por lo que se le conoce como campo electromagnético variable. Es producido por diferencias de potencial y cargas eléctricas en movimiento y tiene la misma frecuencia de la corriente eléctrica que lo produce.

Los diseños de líneas o subestaciones de tensión superior a 57,5 kV, en zonas donde se tengan en las cercanías edificaciones ya construidas, deben incluir un análisis del campo electromagnético en los lugares donde se vaya a tener la presencia de personas, además, no existen fuentes cercanas de campos magnéticos considerables. De igual forma, no se calcularon dentro del diseño corrientes en baja tensión superiores a 1.000 amperios, por lo tanto, este cálculo no aplica para el presente diseño.

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

Ya existe un transformador instalado por lo tanto no se realiza este cálculo.

I. CÁLCULO DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA.

Como ya es un sistema en funcionamiento se considera que ya existe un sistema de puesta a tierra, por lo tanto, no se realiza este cálculo.

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

El cálculo económico de conductores es un estudio que se realiza con el fin de establecer en términos de dinero las pérdidas de energía debidas a la resistencia propia de cada conductor. El cálculo económico se realizará para periodos de una (1) hora, en los diferentes tramos que aplican al proyecto, iniciando en los circuitos de M.T. hasta el transformador; y finalizando en las acometidas parciales de B.T hasta cada tablero o equipo de gran potencia. Este cálculo se lo realiza mediante la siguiente ecuación:

$$E = \rho * (l/S) * I_{max}^2 * \Delta t$$

E = Energía disipada por el conductor

ρ = Resistividad eléctrica del material conductor

l = Longitud del circuito

S = Sección transversal del conductor

I_{max} = Corriente máxima que pasara por el conductor

Δt = Intervalo de tiempo

Resistividad del cobre a 20° C $18.35 \times 10^{-9} \Omega m$

Para el cable seleccionado Cu # 2 tenemos

Calibre del Conductor	2 Cu
P	1,835E-08 Ω m
l	10,00 metros
S	33,60 mm ²
l _{max}	99,21 Amperios
Δt	1,00 hora
\$ wh	0,56
Tiempo	4,00 horas
E=	53,75 Wh
Perdida en pesos por dia	119,98 \$

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.

En este punto se hace un análisis donde se encuentra cada tramo con las especificaciones de instalación; a continuación, se muestra una tabla con las características del conductor empleado en cada tramo.

DESCRIPCION	TCC-AUX	TAA-01	TAA-02
SISTEMA	3 \emptyset , 3X208/120V	3 \emptyset , 3X208/120V	3F+1T-208V
CARGA (kVA)	35,70	28,60	9,80
CORRIENTE (A)	99,21	79,48	27,23
ACOMETIDA	4 # 2 + 1 # 4T	4 # 2 + 1 # 4T	3 # 8 + 1 # 10T
CAPACIDAD DEL CONDUCTOR (A)	115	115	50
DISTANCIA (m)	10	30	25
PROTECCION	3X100A	3X100A	3X40A
DUCTO	2"	2"	1"

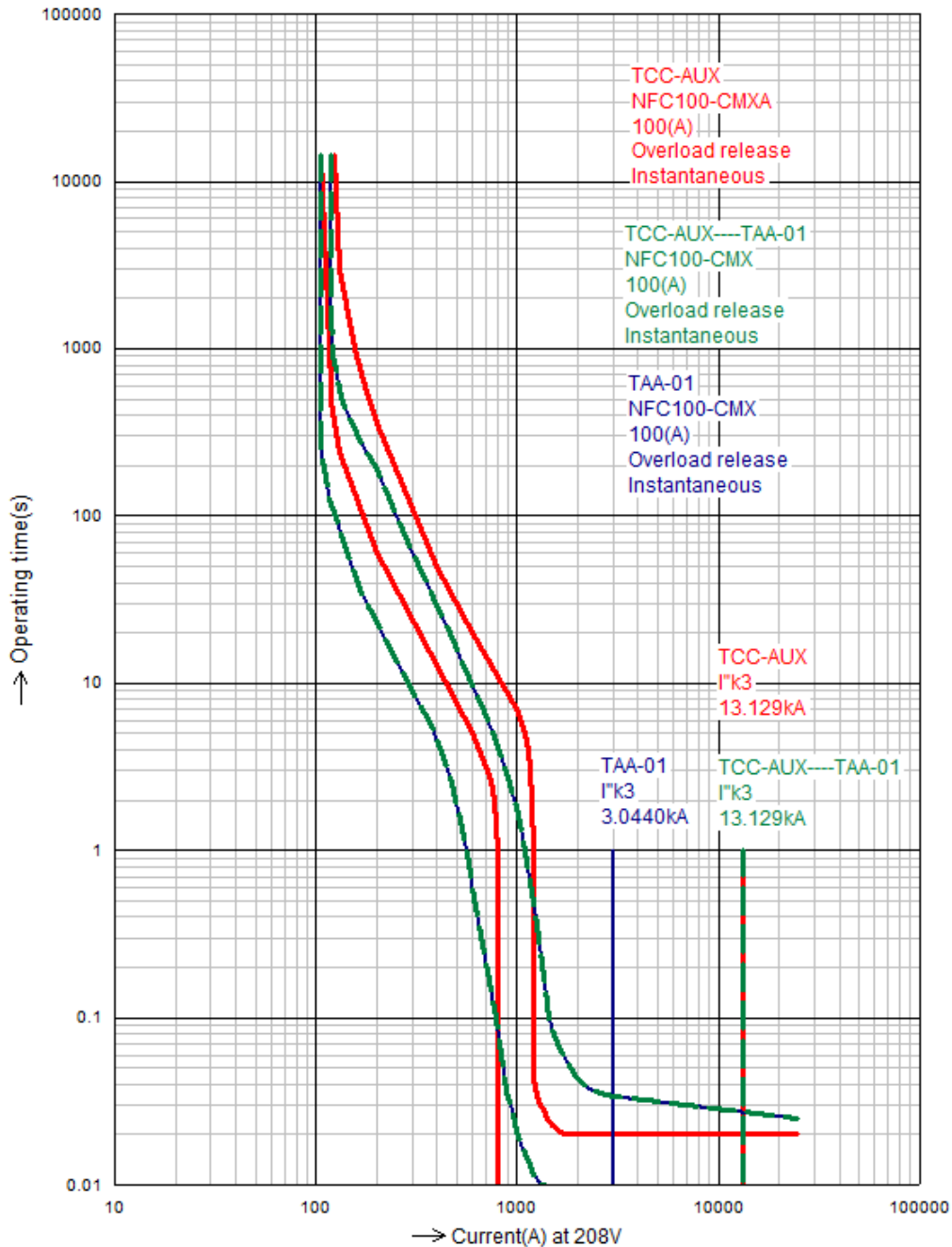
L. CÁLCULO MECÁNICO DE ESTRUCTURAS Y DE ELEMENTOS DE SUJECIÓN DE EQUIPOS.

El cálculo mecánico de estructuras se realiza con el fin de verificar que los diseños, materiales empleados, forma constructiva y montaje de estructuras garanticen el cumplimiento de los requerimientos mecánicos a los que pueda estar sometida. Como no se instalará ninguna estructura no se realiza el cálculo.

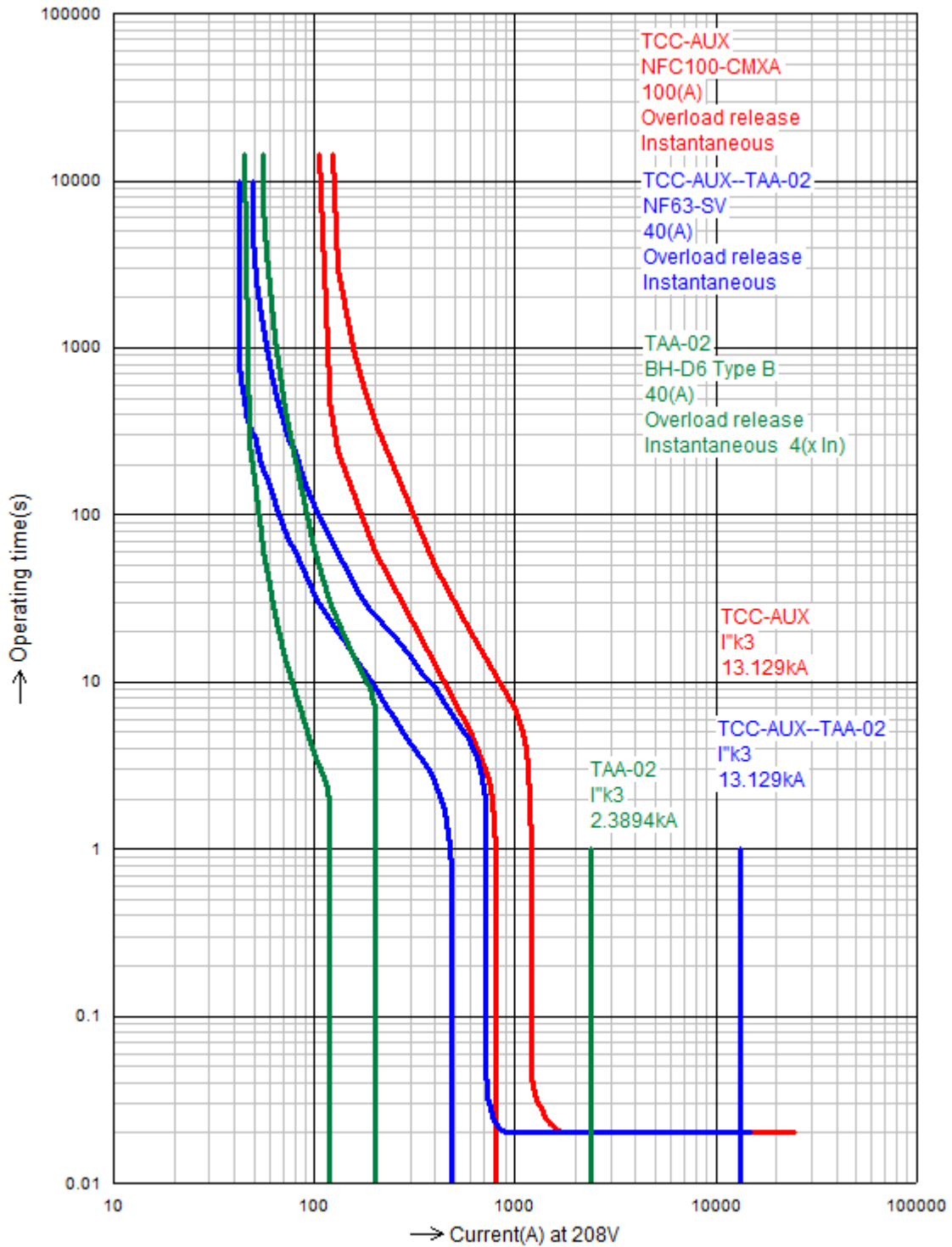
M. CÁLCULO Y COORDINACIÓN DE PROTECCIONES CONTRA SOBRECORRIENTES. EN BAJA TENSIÓN SE PERMITE LA COORDINACIÓN CON LAS CARACTERÍSTICAS DE LIMITACIÓN DE CORRIENTE DE LOS DISPOSITIVOS SEGÚN IEC 60947-2 ANEXO A.

El cálculo y coordinación de protecciones contra sobrecorrientes se realiza con el fin de verificar que los tiempos de acción de las diferentes protecciones eléctricas que forman parte del proyecto, se encuentren debidamente coordinados según su posición en la instalación eléctrica.

Para Totalizador TAA-AUX a TAA-01 tenemos



Para Totalizador TAA-AUX a TAA-02 tenemos



Ref.No.	Operational voltage	Phase	Short circuit current I _{k3}
TCC-AUX	208V	3Phases	13.129kA

[Bus-duct]

No data

[Bus-bar]

No data

[Wire]

Ref.No.	Operational voltage	Wire system	Material / Insulation / Ambient temp.	Core construction	Installation / Number of circuit	Load current I _B / Voltage drop	Length	Core size (mm ²) x Number	Current-carrying capacity I _c	Centre-line distance a	Resistance R	Resistance X	Impedance Z	Short circuit current I _{k3} Force
TAA-01	208V	3Phases	Cu XLPE or EPR 90deg. 30deg.	Single-Core	Method F 1	80A 2.238%	30m	16x1	100.6A	8.000mm	1.120mohm/m 33.80mohms 77.86%/	0.06686mohm/m 2.609mohms 6.031%/	1.123mohm/m 33.70mohms 77.89%/	-
TAA-02	208V	3Phases	Cu PVC70deg. 30deg.	Single-Core	Method F 1	0A 0.000%	25m	10x1	60.20A	6.80mm	1.792mohm/m 44.80mohms 103.5%/	0.09153mohm/m 2.288mohms 5.289%/	1.794mohm/m 44.85mohms 103.7%/	-

[Low-voltage circuit breaker]

Ref.No.	Operational voltage	Manufacturer	Kind	Type of breakers	Pole	Rated current or Current setting	Long-time delay	Short-time delay	Instantaneous	Ics	Icu or Icn	Icu back	Back up breaker	ON or OFF	Short-circuit current I _{k3} direct	Selected by
TCC-AUX	208V		MCCB(Fix)	NFC100-CMXX	3	100A	Fixed	-	Fixed	12.50kA	25.00kA	-	-	ON	13.129kA	Icu
C-AUX----TAA	208V		MCCB(Fix)	NFC100-CMIX	3	100A	Fixed	-	Fixed	12.50kA	25.00kA	-	-	ON	13.129kA	Icu
CC-AUX-TAA	208V		MCCB(Fix)	NF63-SV	3	40A	Fixed	-	Fixed	15.00kA	15.00kA	-	-	ON	13.129kA	Icu
TP-10	208V		MCCB(Fix)	NF63-SV	3	40A	Fixed	-	Fixed	15.00kA	15.00kA	-	-	ON	13.129kA	Icu
TAA-01	208V		MCCB(Fix)	NFC100-CMIX	3	100A	Fixed	-	Fixed	12.50kA	25.00kA	-	-	ON	3.0440kA	Icu
TAA-02	208V		MCB	BH-06 Type B	3	40A	Fixed	-	4x In	6.00kA	6.00kA	-	-	ON	2.3894kA	Icn

[Contactor + Thermal relay]

No data

[Motor]

No data

[General load]

Ref.No.	Operational voltage	Phase	Load current I _L	Power factor	Phase of current	Starting current	Starting time
TAA-01	208V	3Phases	78A	0.7	-45.57deg.	1.7 x I _L 132.6A	300s
TAA-02	208V	3Phases	28A	0.7	-45.57deg.	1.7 x I _L 47.80A	300s

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

Para determinar el diámetro de las canalizaciones a utilizar en cada una de las acometidas del proyecto, es necesario implementar la tabla C11 y C1 de la NTC 2050 la cual especifica la cantidad de conductores admisibles en tubería conduit PVC y EMT respectivamente. De lo anterior seleccionamos los ductos así:

DESCRIPCION	TCC-AUX	TAA-01	TAA-02
SISTEMA	3Ø, 3X208/120V	3Ø, 3X208/120V	3F+1T-208V
CARGA (kVA)	35,70	28,60	9,80
CORRIENTE (A)	99,21	79,48	27,23
ACOMETIDA	4 # 2 + 1 # 4T	4 # 2 + 1 # 4T	3 # 8 + 1 # 10T
CAPACIDAD DEL CONDUCTOR (A)	115	115	50
DISTANCIA (m)	10	30	25
PROTECCION	3X100A	3X100A	3X40A
DUCTO	2"	2"	1"

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

NODO	LONG. (M)	KVA DEMAN.	MOMENTO KVA * M	REGULA. PARCIAL	REGULA. TOTAL	KVA TRAMO	VOLTAJE CORREG.	PERDID. (KW)	PERDID. ACU KW	PERDID. ACU KVA	PERD. %	CONDUCTOR
De TG a TCC-AUX	10,00	35,70	357,00	0,552	0,552	35,70	206,85	0,078077	0,07808	0,08219	0,2302	Cu No. 2
De TCC-AUX a TAA-01	30,00	28,60	858,00	1,327	1,880	28,60	205,24	0,152698	0,15270	0,16073	0,5620	Cu No. 2
De TCC-AUX a TAA-02	25,00	9,80	245,00	1,384	1,936	9,80	205,12	0,031689	0,03169	0,03336	0,3404	Cu No. 8

P. CÁLCULOS DE REGULACIÓN.

NODO	LONG. (M)	KVA DEMAN.	MOMENTO KVA * M	REGULA. PARCIAL	REGULA. TOTAL	KVA TRAMO	VOLTAJE CORREG.	PERDID. (KW)	PERDID. ACU KW	PERDID. ACU KVA	PERD. %	CONDUCTOR
De TG a TCC-AUX	10,00	35,70	357,00	0,552	0,552	35,70	206,85	0,078077	0,07808	0,08219	0,2302	Cu No. 2
De TCC-AUX a TAA-01	30,00	28,60	858,00	1,327	1,880	28,60	205,24	0,152698	0,15270	0,16073	0,5620	Cu No. 2
De TCC-AUX a TAA-02	25,00	9,80	245,00	1,384	1,936	9,80	205,12	0,031689	0,03169	0,03336	0,3404	Cu No. 8

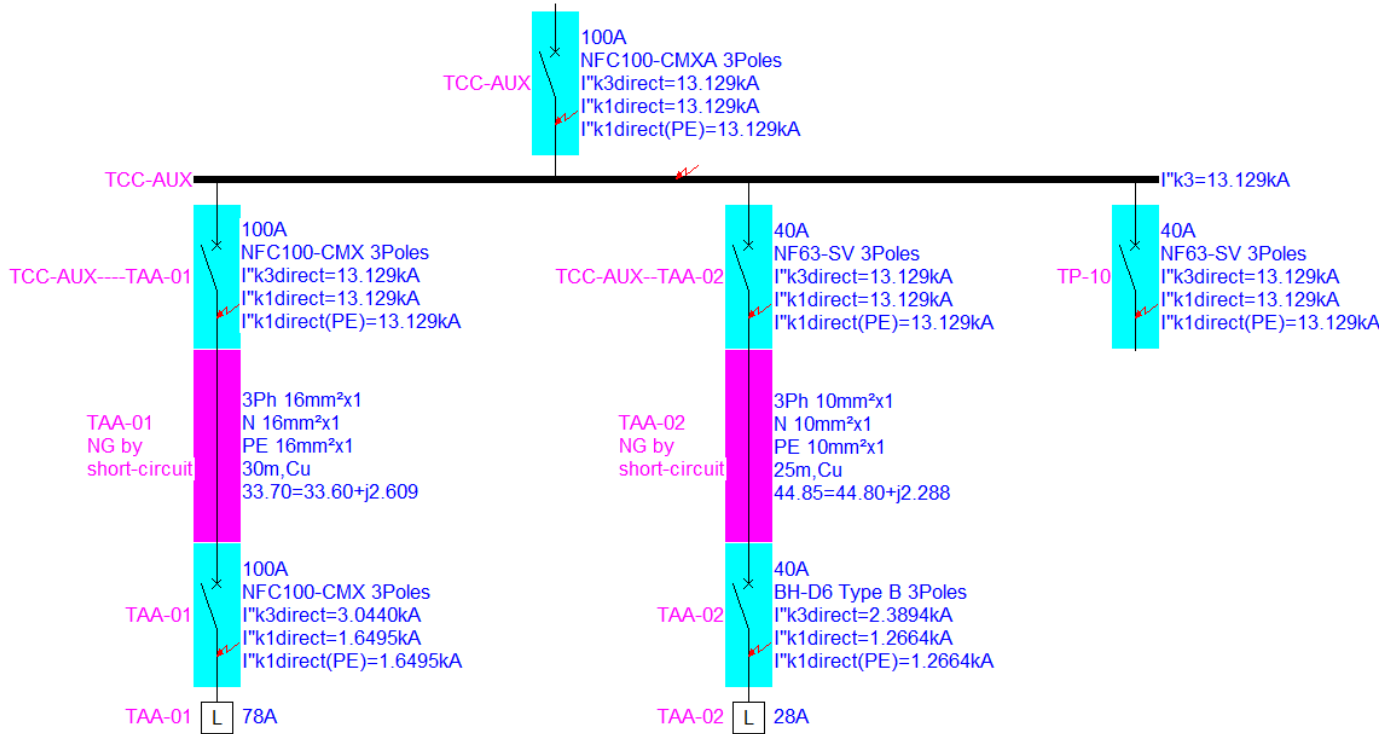
Q. CLASIFICACIÓN DE ÁREAS.

Instalaciones especiales, según RETIE 2013, Art. 28.3:

Son aquellas instalaciones que por estar localizadas en ambientes clasificados como peligrosos, o por alimentar equipos o sistemas complejos, presentan mayor probabilidad de riesgo que una instalación básica, y por tanto, requieren de medidas especiales para mitigar o eliminar tales riesgos. Para este proyecto no aplica como área de atmósfera peligrosa o área clasificada.

R. ELABORACIÓN DE DIAGRAMAS UNIFILARES.

Ver diagrama unifilar en plano 2 de 2



S. ELABORACIÓN DE PLANOS Y ESQUEMAS ELÉCTRICOS PARA CONSTRUCCIÓN.

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

REQUISITOS TÉCNICOS ESENCIALES

Para esta instalación eléctrica y como lo exige el RETIE, será obligatorio que actividades tales como dirección, construcción, supervisión, recepción, operación, mantenimiento e inspección sean realizadas por personal calificado con matrícula profesional, certificado de inscripción profesional o certificado de

matrícula, que lo faculte para ejercer dicha actividad. Tales personas responderán por los efectos resultantes de su participación en la instalación.

La competencia para realizar todas las actividades descritas en este diseño corresponderá a las personas calificadas, tales como ingenieros electricistas, electromecánicos, tecnólogos en electricidad, tecnólogos en electromecánica o técnicos electricistas, con matrícula profesional, certificado de inscripción profesional o certificado de matrícula, vigentes, teniendo en cuenta lo dispuesto en las leyes y normas reglamentarias que regulan el ejercicio de estas profesiones.

PLANOS

Los planos, documentos del diseño se complementan con estas especificaciones. Cualquier trabajo involuntariamente omitido debe ser incluido, de tal manera que garantice el correcto funcionamiento de las instalaciones eléctricas. Todos y cada uno de los contenidos expresados en los planos, documentos de este proyecto, deberán cumplirse totalmente.

Los planos de la distribución eléctrica no muestran detalles precisos y completos en el Edificio; ellos indican la ubicación aproximada y arreglo general, pero no son sus intenciones indicar detalles del equipo, ni la ubicación exacta de conductos o salidas.

CODIGO DE COLORES PARA CONDUCTORES AISLADOS.

Con el objeto de evitar accidentes por errónea interpretación de los niveles de tensión y unificar los criterios, se debe cumplir el código de colores para conductores establecido en la Tabla 13 del RETIE. Se tomará como válido para determinar este requisito el color propio del acabado exterior del conductor o en su defecto, su marcación debe hacerse en las partes visibles con pintura, con cinta o rótulos adhesivos del color respectivo. Este requisito es también aplicable a conductores desnudos, como los barrajes.

ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCION, MONTAJE E INSTALACIÓN GENERALIDADES

Las instalaciones eléctricas internas se ceñirán a la norma NTC 2050 ICONTEC, al Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE. Todos los materiales a utilizarse, serán de primera calidad libre de imperfecciones, sin uso y de manufactura reciente, además deberán tener certificación de conformidad con el Retie debidamente otorgada por una entidad certificada para ello. Toda la información dada en estas especificaciones o en planos anexos, tendrán igual validez aun en el caso de que dejen de mencionarse en uno de los documentos.

CANALIZACIONES

La tubería a emplear en las redes será Conduit de sección circular uniforme unidos con los accesorios correspondientes. La tubería debe tener los diámetros mínimos indicados en los planos o en las especificaciones y se incrustara según indica en los mismos. Será tendida en forma continua para garantizar protección de los conductores. Para cambios de dirección en la tubería deben emplearse cajas de empalme o curvas. Todas las curvas en los conductos tendrán como mínimo un radio igual al recomendado por el fabricante de los conductores. No se permite la instalación de ductos aplastados o deformados; o de curvas defectuosas.

En ningún caso se admite que las curvas necesarias en un tramo entre dos (2) cajas, sean mayores al equivalente de tres (3) curvas de noventa grados. Se evitarán los tramos de ductos sin drenaje natural; donde las condiciones de la obra obliguen a instalar un ducto en tal posición que pueda acumularse

humedad, se hará una pequeña perforación a través de la pared del ducto en el punto más bajo del tramo para permitir el drenaje.

Para evitar que se aloje tierra, cemento, yeso o basura en los ductos, cajas, accesorios o equipos, durante la construcción, se taparan todos los extremos de los ductos inmediatamente después de instalarse cada tramo. Las tapas o tapones se conservarán en su lugar hasta que se haga la instalación de los conductores. El personal deberá estar pendiente de que no sea removido ningún tapón, en cuyo caso se debe volver a colocar, para ello se deben realizar visitas periódicas a los trabajos ya ejecutados.

CAJAS DE SALIDA Y DERIVACIÓN

Las de toma corriente y en general todas las cajas donde lleguen un número máximo de dos (2) tubos de 1/2" de diámetro se proveerán de una caja rectangular de 2" x 4" x 1 1/2". Las salidas a donde lleguen tres o más ductos tendrán cajas cuadradas de 4" x 4" x 1 1/2" provistas del suplemento correspondiente al tipo de accesorio que vaya a instalar o la tapa metálica ciega.

Cuando por razones de construcción sea necesario emplear una caja de paso, esta será cuadrada, de dimensión no menor a seis (6) veces el diámetro del tubo de mayor talla y profundidad, no inferior a 2 1/2". La altura de montaje de tomacorrientes será a 0.40m de piso terminado, a menos que se indique diferente en los planos. La distancia está considerada desde el borde inferior de la caja hasta el piso acabado.

CONDUCTORES

Todos los conductores a usar serán tipo cable de Cu 80°C 750 V PE HF FR LS CT

TOMACORRIENTES

Absolutamente todos los tomacorrientes a instalar serán de tipo industrial, 3 fases mas tierra, 2 fases más tierra o fase, neutro y tierra con capacidad de amperios y voltaje según se indica en planos, apropiados para soportar trato duro sin detrimento de su estética. Tendrá terminales de tornillo apropiados para recibir conductores No. 8, 10 y 12 AWG según el caso. Los instalados en terraza serán mínimo grado IP65.

TABLEROS

Los armarios TAA-AUX, TAA-01 y TAA-02 serán del tipo autosoportado, construidos en lámina de acero tipo cold rolled de calibre Nº 18 como mínimo. La lámina debe ser sometida previamente a un tratamiento de limpieza industrial, desengrase, fosfatizado, y con un acabado en esmalte al horno aplicado sobre dos capas de inhibidor de corrosión. Debe presentar un buen acabado sin presencia de abolladuras o grietas. La estructura de los armarios estará conformada por perfiles en ángulos y platinas forradas en lámina. No se permitirá que la base de los armarios estén a ras del piso, deberán instalarse sobre una base que tenga como mínimo 15 cm de altura. Los armarios se construirán de tal forma que el totalizador más bajo quede al menos a 80 cm del piso terminado.

TUBERIA CONDUIT

Para las instalaciones se utilizará tubería conduit con diámetros interiores indicados en los planos.

CAJAS PARA SALIDAS

En general las cajas para salidas y empalmes serán de hierro galvanizado, calibre 18 como mínimo y profundidad no inferior a 1". Los planos indican la localización de cajas y su agrupación en los circuitos a

que van conectados. Todas las cajas para salidas, deberán ser de tamaño suficiente para proveer espacio libre a todos los conductores contenidos en la caja.

U. ESTABLECER LAS DISTANCIAS DE SEGURIDAD REQUERIDAS.

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.

En las tablas 13, 14 y 15 se muestran las distancias mínimas para trabajos en o cerca de partes energizadas, según la naturaleza de la corriente eléctrica (A.C, C.C, D.C). En la imagen 9 se esquematizan las distancias mínimas para trabajos en o cerca de partes energizadas.

Tabla 13: Distancias mínimas para trabajos en o cerca de partes energizadas en corriente alterna.

Tensión nominal del sistema (fase – fase)	Limite de aproximación seguro [m]		Limite de aproximación restringida (m) Incluye movimientos involuntarios.	Limite 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 – 36 kV	3,0	1,8	0,8	0,3
36,1 kV – 46 kV	3,0	2,5	0,8	0,4
46,1 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

Fuente: RETIE [4, p. 100]

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.

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