



Alcaldía de
ESMERALDAS

**MEMORIA TÉCNICA
ELÉCTRICA**

REMODELACIÓN DEL EDIFICIO DEL GADMCE

ING. LIZARDO SEGURA M.

ESMERALDAS

OCTUBRE DEL 2020

CONTENIDO

1. OBJETIVO	3
2. ALCANCE	3
3. GLOSARIO DE TERMINOS.....	3
4. ESTANDARES, CODIGOS Y REGULACIONES APLICABLES	4
5. ANTECEDENTES.....	4
6. RESUMEN DEL SISTEMA ELÉCTRICO DISEÑADO.....	5
7. CRITERIOS DE DISEÑO ELÉCTRICO.	6
7.1. SISTEMA ELÉCTRICO DE BAJO VOLTAJE.	6
7.1.1. CÁLCULOS ELÉCTRICOS	6
7.1.2. SISTEMA DE PUESTA A TIERRA.....	8
7.1.3. SISTEMA CONTRA DESCARGAS ATMOSFERICAS	11
7.1.4. ACOMETIDA PRINCIPAL.....	15
7.1.5. DIMENSIONAMIENTO DEL GRUPO ELECTROGENO	16
7.2. BANDEJA PORTACABLES Y DUCTOS ELÉCTRICOS.....	16
7.3. CALCULO DE LA DEMANDA.....	17
7.1. CAIDA DE VOLTAJE	19
7.2. TRANSFORMACIÓN.....	20
7.3. PROTECCIONES ELÉCTRICAS	20

1. OBJETIVO

Realizar el diseño eléctrico de fuerza interior, y del sistema eléctrico de distribución en medio voltaje del nuevo “EDIFICIO DEL GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DE ESMERALDAS”, con criterios de continuidad, confiabilidad para el suministro eléctrico y de seguridad en los lugares donde se manipulen equipos eléctricos, siguiendo normativas nacionales como el NEC e internacionales como la NFPA.

2. ALCANCE

Realizar el diseño eléctrico y dimensionamiento de los equipos electricos necesarios en medio voltaje y bajo voltaje, que sean capaces de transportar la energia eléctrica demandada por el GADME para el funcionamiento de sus equipos de oficina, iluminación y aires acondicionados; entre los principales equipos eléctricos a dimensionarse estan:

- Transformador.
- Celdas de medio voltaje.
- Generador.
- Tablero de transferencia.
- Alimentadores principales
- Circuitos de Tomacorrientes
- Circuitos especiales(Secadores de mano, cocinas)
- Aires acondicionados.
- Protecciones termomagneticas
- Sistema de puesta a tierra
- Apantallamiento de equipos.

3. GLOSARIO DE TERMINOS

- TP** Transformador principal de 500 kVA.
G Generador auxiliar de energia
C.T Camara de transformación.
T.D.P Tablero de distribución principal eléctrico.
T.D Tablero de distribución eléctrico.
S.T.E Subtablero de distribución eléctrico
T.T.A Tablero de transferencia automática.
C.N.E.L Corporación nacional de electricidad.
G.A.D.M.C.E Gobierno Autónomo Municipal del Cantón Esmeraldas
C.M.V Celda de medio Voltaje.
CB Circuit breakers
TVSS Supresor de transitorios.

4. ESTANDARES, CODIGOS Y REGULACIONES APLICABLES

- [1] Código Eléctrico Nacional Ecuatoriano; Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN .
- [2] Catálogo Virtual; “Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, MEER”.
- [3] National Electrical Code ;“NEC U.S.A”
- [4] Recommended Practice for Grounding of Industrial and Commercial Power Systems, ANSI/IEEE 142-1991.
- [5] Regulación Conelec 004-01 - Calidad del Producto.
- [6] ANSI IEEE-80, guide for safely in AC, grounding for safely in AC substation.
- [7] UNE 21186 Protección contra el rayo: Pararrayos con dispositivo de cebado, “NORMA ESPAÑOLA”.
- [8] NFC 17-102 Protección contra el rayo “NORMA FRANCESA”.
- [9] PARTE A de la normativa de la empresa eléctrica Quito EEQSA.
- [10] IEC 62305 “All parts” Protection against lightning

5. ANTECEDENTES

La remodelación del edificio del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Esmeraldas, estará ubicado en la Av. Bolívar y 9 de Octubre (esquina) con coordenadas EGS-84(17N), N: 649980,54 - E:10106823,17 este inmueble estará destinado para el uso de todas las dependencias del G.A.D.M.C.E y brindará atención a la ciudadanía Esmeraldeña; la ubicación exacta de la construcción se puede apreciar en la Figura 1.

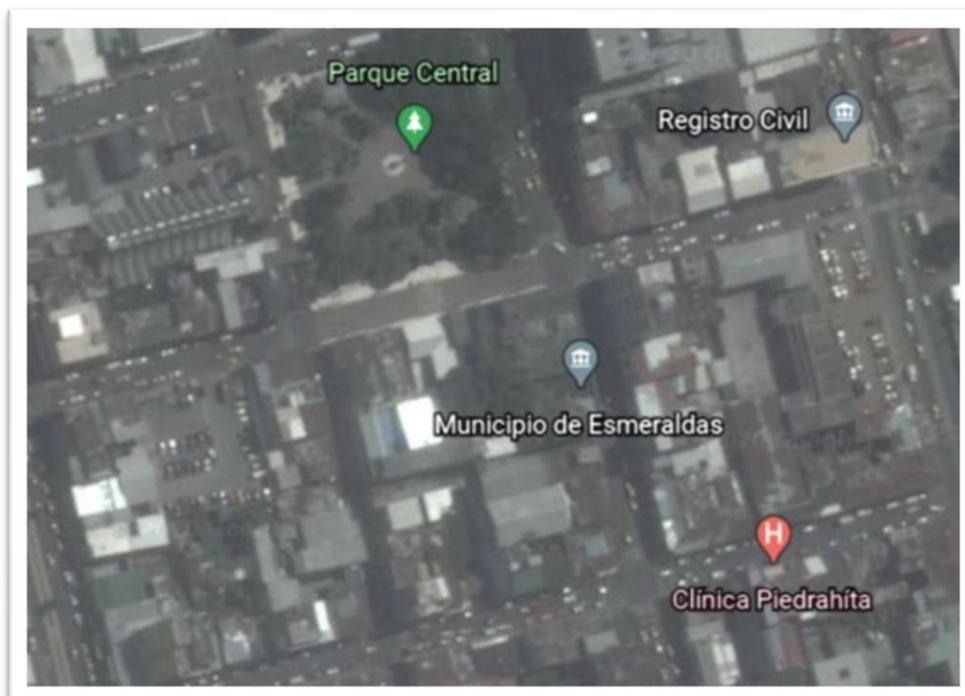


Figura 1 Ubicación del edificio del GADMCE.



La alimentación eléctrica abastecerá a los cargas que se instalen en toda la edificación.

Para realizar la construcción del nuevo G.A.D.M.E es necesario el diseño de toda la infraestructura en las áreas de ingeniería civil, hidrosanitaria, estructural, eléctrica, electrónica y arquitectura, dentro de las cuales en este documento se detallara los criterios utilizados por el área de ingeniería eléctrica para el diseño del sistema eléctrico G.A.D.M.E.

6. RESUMEN DEL SISTEMA ELÉCTRICO DISEÑADO.

El sistema eléctrico del G.A.D.M.E. se derivara de una cámara de distribución subterránea de medio voltaje 13,8 kV que tendrá las siguientes coordenadas, N:649974,32-E:10106875,169 mediante un conductor tipo XLPE de 15 kV que atravesara una canalización subterránea de aproximadamente 90 m, para interconectarse a los terminales de 13,8 kV de la celda de medio voltaje C.M.V-GADME que conectara al transformador trifásico TP de 500 kVA que abastecerá la demanda prevista para el edificio del GADMCE.

El TP estara ubicado en la cámara de transformación CT1; desde el lado de bajo voltaje del TP parten 3 corridas de conductores de 500 kCMIL por fase, más 3 corridas de conductores de 500 kCMIL para el neutro, que se conectan en un TBV y posteriormente a un T.T.A ubicado en la cámara de generación.

Como respaldo del suministro de energía suministrada por CNEL-ESMERALDAS, se tiene previsto un generador auxiliar G-01 de 550 KVA que abastecerá de energía auxiliar al sistema eléctrico GADMCE para cargas normales como iluminación, fuerza y salidas especiales para aires acondicionados que es la carga mas representativo de todo el sistema eléctrico GADMCE.

El T.T.A previsto para el GADME tendrá una alimentación principal proveniente de la red eléctrica de CNEL y una alimentación secundaria proveniente de G-01, el tablero de transferencia TTA operara en condiciones anormales del suministro eléctrico como:

- Voltaje de operación fuera de los límites tolerables.
- Ausencia de una de las fases de la red eléctrica.
- Frecuencia de red diferente a la nominal 60 Hz.

Desde cualquiera de las dos fuentes de energía se tiene previsto el suministro eléctrico para el GADME; el procedimiento utilizado para el diseño del sistema eléctrico completo se detallan en los siguientes ítems.

7. CRITERIOS DE DISEÑO ELÉCTRICO.

7.1. SISTEMA ELÉCTRICO DE BAJO VOLTAJE.

Está constituido por los elementos eléctricos que se describen a continuación:

- Acometida principal.
- Tableros de distribución Principales.
- Alimentadores secundarios
- Sistema de Fuerza y salidas especiales
- Sistema de iluminación
- Sistema de puesta a tierra
- Apantallamiento.
- Tableros de transferencia automática.
- Bandejas porta cables.
- Sistema de medio voltaje. Medicion

7.1.1. CÁLCULOS ELÉCTRICOS

7.1.1.1. DETERMINACION DE LA CORRIENTE ELECTRICA

Para determinar la capacidad de corriente que puede circular a través de un conductor eléctrico se debe determinar en primera instancia el número de fases del equipo eléctrico y emplear las siguientes formulas:

$$I_{carga3\phi} = \frac{S}{\sqrt{3} * V_{ll}} [A] I_{carga2\phi} = \frac{S}{V_{ll}} [A] I_{carga1\phi} = \frac{S}{V_{ln}} [A]$$

En caso de que el equipo eléctrico tenga expresada la potencia en watios [W]
Se debe utilizar la siguiente formula:

$$fp = \frac{S[VA]}{P[W]}$$

Donde:

Icarga 3Φ= Corriente eléctrica [A]

S= Potencia aparente [VA]

P= Potencia activa [W]

V_{ll}= Voltaje línea a línea [V]

V_{ln}= Voltaje línea neutro [V]

fp= factor de potencia.

7.1.1.2. DETERMINACIÓN DE LA CAIDA DE VOLTAJE



Para determinar la máxima caída de voltaje que puede producirse en un alimentador se debe determinar en primera instancia el número de fases del equipo eléctrico y emplear las siguientes formulas:

$$DV_{3f} = \frac{L * Z * S}{\sqrt{3} * V_{ll}} * 100 [\%]$$

$$DV_{1f} = \frac{2 * L * Z * S}{V_{ll-ln}} * 100 [\%]$$

Donde:

L=Longitud del alimentador [m]

Z= Impedancia del conductor [Ω/m]

S=Potencia eléctrica [VA]

La máxima caída de voltaje en alimentadores de bajo voltaje es de 3% de los alimentadores según la Parte A de la EEQ, mientras que la máxima caída de voltaje desde las instalaciones interiores hasta el tablero más lejano es de máximo 5% según el NEC. Con estas consideraciones se diseñó el sistema eléctrico.

7.1.1.3. DETERMINACION DE LA PROTECCIÓN DE SOBRECORRIENTE

Para la determinación de la protección de sobrecorriente en alimentadores principales se considera la máxima capacidad de transporte de corriente del conductor, el cual es dimensionado con el 1,25% de la demanda proyectada para alimentadores principales [1]. Para la protección principal del alimentador de los motores se considera la potencia máxima del equipo más grande más el sumatorio de las potencias de los equipos más pequeños.

Para determinar la protección individual de los motores se considera el tipo de arranque que se le aplica al motor, entre los principales tipos de arranque tenemos los siguientes:

- Arranque directo
- Arranque delta estrella
- Arranque por autotransformador
- Arranque por variador, etc.

Para que la protección térmomagnética no actúe ante el arranque de motores el NEC recomienda el dimensionamiento de la protección en función de la corriente de rotor bloqueado por un valor superior a uno dependiendo el tipo de operación del motor.

Para definir la protección contra cortocircuito se considera el máximo aporte que puede dar un sistema eléctrico, simplificado en un equivalente thevenin, y en



función de este parámetro se realiza la coordinación de protecciones por cortocircuito.

7.1.2. SISTEMA DE PUESTA A TIERRA.

Un sistema de puesta a tierra, se encarga de proporcionar protección para personas y equipos electrónicos sensibles, de valores de voltajes peligrosos que en el caso de los equipos electrónicos evitan perturbaciones en los componentes internos electrónicos y en el caso de las personas evita la descarga de la corriente estática almacenada en los componentes metálicos, carcasas de máquinas, etc., enviando la corriente por tierra. Adicionalmente sirve como referencia a un sistema eléctrico permitiendo detectar fallas a tierra de una manera instantánea.

El diseño de una malla de puesta a tierra es enfocada desde del grado de precisión de los resultados y de la profundidad con las que se analicen las siguientes condiciones:

- Niveles a los que puede llegar la corriente de falla a tierra
- Tipo de suelo en donde se instalara la malla a tierra.
- Disposición geométrica de la malla de puesta a tierra.
- Aplicación correcta de normativas de cálculo para mallas de puesta a tierra.

7.1.2.1. DISEÑO DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA.

Según el tipo de complejidad del sistema eléctrico, el diseño de la malla de puesta a tierra es realizado siguiendo criterios de aceptación como el de valor de resistencia, voltajes límites de toque y paso; los voltajes de toque y paso son críticos en áreas donde permanentemente se encuentran trabajando personas y existen partes metálicas en su mayoría de construcción por lo cual la IEEE 80 define una metodología de cálculo para subestaciones. En este estudio se omitirán el cálculo del voltaje de toque y paso y se priorizara el cálculo de la resistencia de puesta a tierra que debe ser menor o igual a 5 ohms según lo establecido por la IEEE 80 y el MEER.

Para determinación de la malla de puesta a tierra se utiliza la siguiente fórmula:

Se realizó una simulación del sistema de puesta a tierra considerando el uso de un mejorador de suelos GEM que dejara la resistividad del suelo en un valor menor a 95 Ω m.



CNEL-EP	HOJA DE CALCULO MALLA DE TIERRA	
----------------	--	--

PROYECTO: REMODELACION DEL EDIFICIO DEL GADMCE

1-) Resistencia de la malla de tierra del edificio

$$R = \delta/4r + \delta/L$$

R= Resistencia de la malla en Ohmios=		4,94
δ =resistividad del terreno en Ohm-m=		35
r= radio circular equivalente en m =		2,07
Lados de la malla:		
		l1= 3
		l2= 4
LE= longitud de electrodos		LE= 1,8
NE= número de electrodos	12	
L= longitud de la malla:	48,6	
		X1= 3
		X2= 4,5

2-) Calibre del conductor

S= potencia de consumo en VA =		500.000
U = voltaje secundario =		220
I = intensidad nominal =		1.312,16

Cálculo de corriente de corto circuito

$$I_{cc} = V_{fn} / (Z_L + Z_f)$$

$$Z_f = 0$$

$$I_{cc} = V_{fn} / Z_L$$

$$I_{cc} = I_L \times 100 / Z_{pu}$$

I _{cc} = intensidad de c.c. =		41.004,99
--	--	-----------

A = sección del conductor en CM =		205.320,14
-----------------------------------	--	------------

Temperatura con conectores atornillados ----->	T _{mx} =	250
Temperatura ambiente ----->	T _a =	30
Tiempo de despeje de la falla ----->	t =	0,2

A1 = sección en mm ² =	104,0357172
-----------------------------------	-------------

Nota: Se instalado el conductor de Cu, calibre # 3/0 AWG.

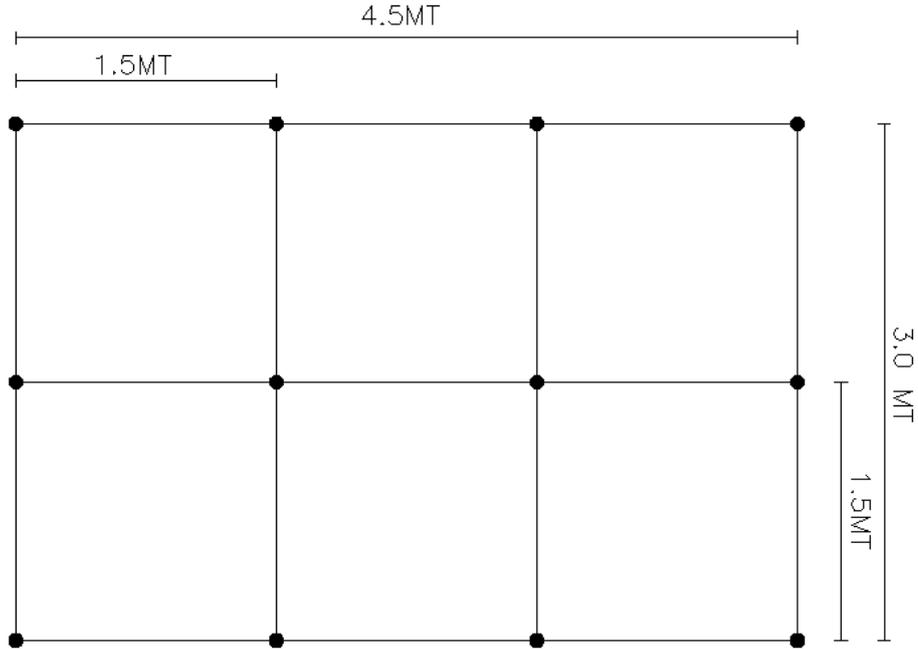


Figura 2 Malla de puesta a tierra de fuerza

Para llegar a un valor de resistividad de suelo bajo se prevee el uso de un mejorador de suelo mediante el cual se llegara a un valor menor a 5 ohm.

SISTEMA DE PUESTA A TIERRA PARA EQUIPOS ELECTRONICOS

Se considera una malla de puesta a tierra netamente para equipos electrónicos la cual se indica en la figura adjunta.



Figura 3 Malla de puesta a tierra de equipos electrónicos.



La interconexión entre las mallas de puesta a tierra se indica en la figura adjunta, referenciado del NEC, IEC 61000-5-2, Y el NEC 10 norma ecuatoriana de la construcción parte 9.1 de instalaciones electromecánicas.

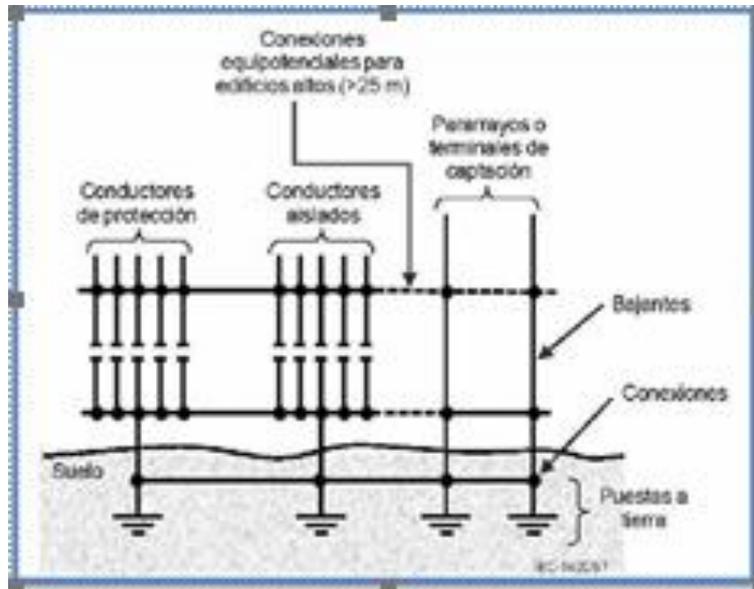


Figura 4 Uniones equipotenciales de tierras eléctricas

7.1.3. SISTEMA CONTRA DESCARGAS ATMOSFERICAS

La protección contra descargas atmosféricas se basa primordialmente en la intercepción de los impactos directos que puede ocasionar un rayo con dirección hacia una estructura, edificación elevada, que por medio de conductores conectados a tierra deben ser capaces de conducir de manera rápida y segura la corriente de rayo hacia tierra, sin causar daños térmicos, mecánicos o chispas en áreas consideradas como peligrosas que puedan dar inicio a incendios o explosiones.

El sistema de protección contra descargas atmosféricas también llamado apantallamiento básicamente se compone de:

- **Sistema de captación:** Son dispositivos terminales destinados a interceptar las descargas a fin de permitir su conducción a tierra a través de los conductores adecuados entre los cuales se encuentran los cables de guarda, puntas franklin, pararrayos ionizantes.
- **Sistema de conductores de bajante a tierra:** Tienen por finalidad conducir a tierra las descargas atmosféricas captadas por los sistemas de captación. Durante una descarga atmosférica el comportamiento de un conductor de bajada adopta características diferentes a las de un conductor de instalaciones de distribución de energía, debido a que al estar sometidos a elevadas corrientes de altas frecuencias, del orden de 10kHz a 3MHz, estos adquieren valores adicionales de impedancia provenientes de fenómenos de inducción mutua y efecto piel. Por este motivo, durante el diseño es importante determinar trayectorias cortas y directas de los bajantes evitando curvas que aumenten la inductancia del conductor.



- **Sistema de puesta a tierra:** Tiene la finalidad de brindar un camino de baja impedancia para disipar la corriente de rayo, cada conductor de bajada debe culminar en un terminal de tierra destinado al sistema de protección contra descargas atmosféricas. Las prácticas recomendadas por la IEEE indican que la resistencia de las puestas a tierra de pararrayos deben ser menores a 10Ω .

En el Ecuador existe un registro histórico del número de descargas al año que están plasmadas en la Figura .

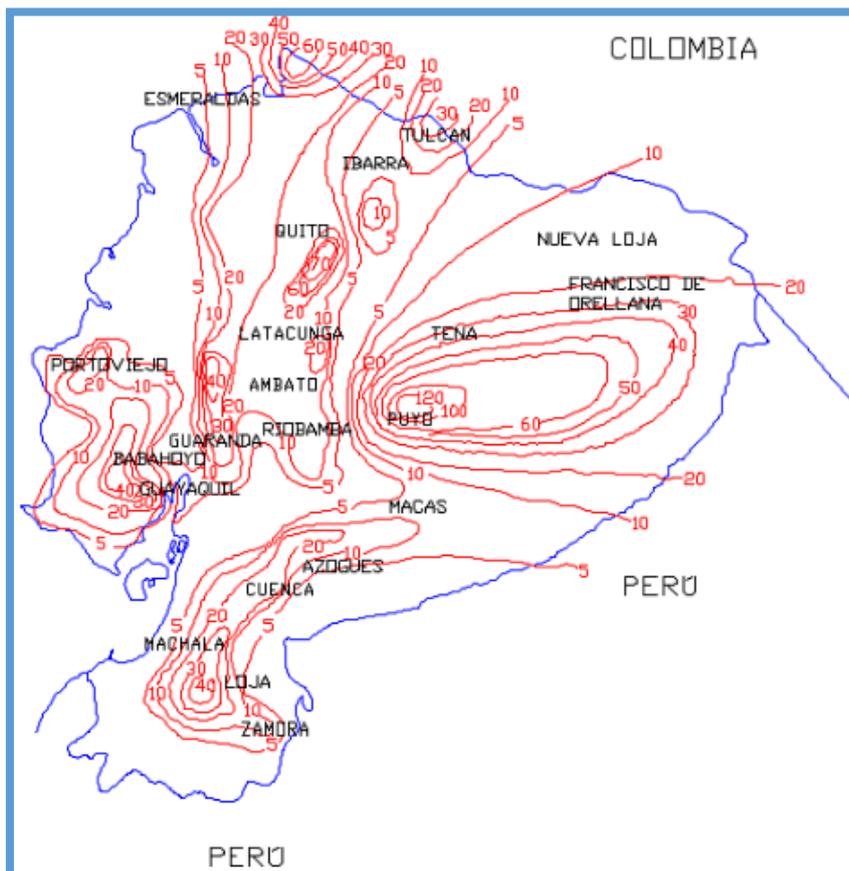


Figura 5 Nivel isoceraunico del Ecuador [Ex Inecel]

7.1.3.1. DISEÑO DEL SISTEMA CONTRA DESCARGAS ATMOSFERICAS.

Para apantallar el edificio del GADME se establece el uso de un descargador tipodispositivos de cebado, los cuales asegura una amplia zona de protección; cumpliendo normativas indicadas en la referencia [7] y [8]; este pararrayos por su forma de ionización emite cargas negativas hacia la atmosfera, evitando así una posible interacción con las cargas negativas que se generan en las nubes, asegurando de esta forma una menor probabilidad de que el rayo impacte en la zona de protección que asegura el fabricante.

El radio de protección del pararrayos se determina en función de la fórmula que se indica a continuación.



$$R_p = \sqrt{h * (2D - h) + \Delta L * (2D + \Delta L)}$$

Dónde:

Rp= Radio de protección del pararrayos.

h= Altura real del pararrayos por encima de la superficie a proteger

D= Nivel de protección I, II, III,IV.

ΔL = Avance de activación del pararrayos= $10^6 * \Delta t$ (m)

Δt =Avance en tiempo de cebado valor verificar en el catalogo (diseñado)

El radio de protección máximo se determina con la altura máxima al cual va estar instalado el pararrayos siendo la altura máxima del edificio 19 m sobre esta altura se instalara el pararrayos que quedara a una altura total de 24m.

El nivel de protección contra este tipo de fenómenos tienen los siguientes niveles de riesgos.

Tabla 1 Niveles de protección contra descargas atmosféricas. [7]

Eficiencia requerida (E)	Nivel de protección (m)	Eficiencia requerida (E)	Nivel de protección	
$E \geq 0.98$	20	$E \geq 0.98$	Nivel 1	Seguridad máxima
$0.95 \leq E < 0.98$	30	$0.95 \leq E < 0.98$	Nivel 2	Seguridad alta
$0.80 \leq E < 0.95$	45	$0.80 \leq E < 0.95$	Nivel 3	Seguridad media
$0 \leq E < 0.80$	60	$0 \leq E < 0.80$	Nivel 4	Seguridad estándar

La seguridad máxima Nivel 1 es considerada en zonas inflamables y de gran altura, donde existan riesgos de explosión y adicionalmente es determinada por el número de descargas al año y la eficiencia del apantallamiento debe ser por lo menos el 98%.

Los niveles de protección 2 y 3 son establecidas para la protección de estructuras altas con un numero de descargas al año considerables en el cual la efectividad del apantallamiento debe estar en el rango de 95% al 98% nivel 2 y de 80% al 95% nivel 3.

El nivel de proyección nivel 4 es considerado cuando el número de días de tormenta al año es casi nulo y son construcciones con baja altura, por lo cual no es necesario apantallar los equipos y basta con la instalación de supresores de voltaje la efectividad del apantallamiento es la más baja de todos los niveles de protección.

Para el apantallamiento del GADME se tiene de registros históricos de días de tormenta al año indicados en el Figura que indican un número de descargas al año de 5,10 y hasta 20; para el diseño se contempla el máximo valor con lo cual se considera el nivel de protección tipo 1 siendo el radio de protección previsto para este diseño de 30 m. El tiempo de avance de cebado se considera que sea al menos 25 μ s.



Con estas consideraciones se realizan los cálculos como se indica en la ecuación y se obtiene un radio de protección de $R_p=35$ m. Con estas consideraciones el edificio GADME queda apantallado como se indica en las Figura 6.

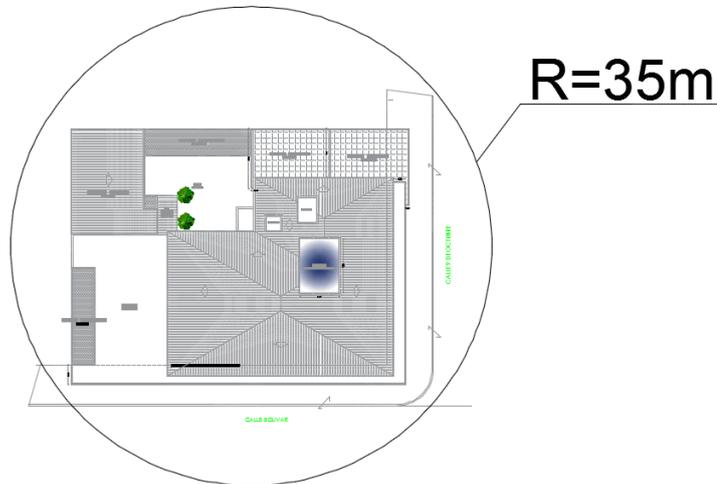


Figura 6 Vista superior, radio de protección del edificio GADME

La resistividad considerada para el terreno en donde se implantara el GADME es de $95 \Omega/m$ y el nivel de protección considerado es nivel 2 con lo cual se establece una configuración tipo A con 3 conductores de 5m de longitud y dispuestos uniformemente como se indica en la Figura 7.

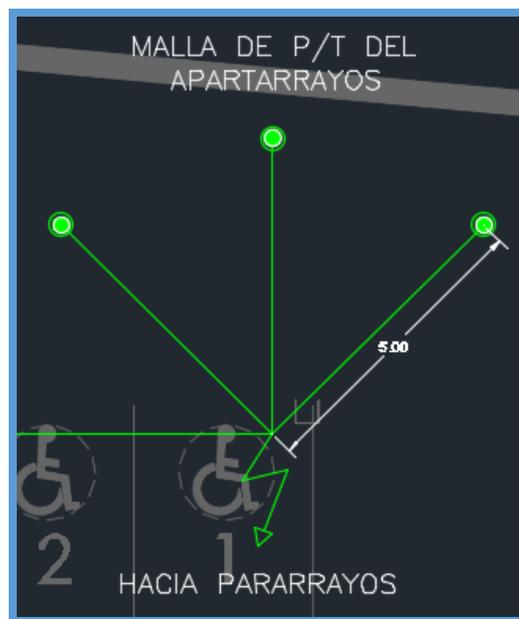


Figura 7 Puesta a tierra del pararrayo

7.1.3.2. SUPRESOR DE TRANSITORIOS

Las descargas atmosféricas pueden ser directas, indirectas o inversas dependiendo del impacto en el sistema eléctrico; estos impactos son capaces de producir sobrevoltajes que pueden llegar como onda viajera hasta los tableros de bajo voltaje y expandirse sino existe un medio de protección que sea capaz de evacuar el sobrevoltaje a tierra, para ello es indispensable el uso de supresores de voltajes transitorios que garantizan una protección a todos los equipos eléctricos sensibles.

En el sistema eléctrico la única fuente de ingreso de sobrevoltajes de origen atmosférico es a través de la interconexión de 13,8 kV de donde parte la red subterránea de medio voltaje, para limitar este sobrevoltaje se tiene considerado la instalación de un apartar rayo (P1) en el poste de arranque de la línea tipo MCOV 8,4 kV.

En caso de que el P1 no logre evacuar todo el sobrevoltaje el segundo escudo de protección será el supresor P2 que estará ubicado en el TBV, el cual eliminará todo sobrevoltaje que pudiese ingresar a la instalación, este supresor es de tipo 1, exclusivo para el uso en este tipo de tableros.

Los equipos electrónicos más sensibles están ubicados en el datacenter por lo cual se tiene previsto un supresor de voltaje P3 adicional con lo cual se tiene una protección redundante del sistema tipo 2, exclusivo para este tipo de tableros.

7.1.4. ACOMETIDA PRINCIPAL.

La acometida principal se deriva de los terminales de bajo voltaje del transformador trifásico (TP) de 500 kVA, con nivel de voltaje entre líneas de 220 V y línea neutro 127 V nominales

La corriente nominal de operación se determina con la siguiente fórmula.

$$I_{carga\ 3\phi} = \frac{S}{\sqrt{3} * V_{ll}}$$

Donde:

$I_{carga\ 3\phi}$ = Corriente eléctrica [A]

S = Potencia aparente [kVA]

V_{ll} = Voltaje línea a línea [V]

Con lo cual la corriente nominal máxima que puede soportar el transformador T sin reducir su vida útil es de 1312 A.



El conductor recomendado para soportar esta corriente es 3 corridas de conductores tipo 500kCMIL de tipo TTU usado para instalación soterrada o por ducto.

Conductor sugerido 3*3C(500 kCMIL)+3*1C(500kCMIL)+1C(4/0 AWG desnudo)

7.1.5. DIMENSIONAMIENTO DEL GRUPO ELECTROGENO

Se dimensiona el Grupo Electrógeno con una potencia efectiva de 550 KVA para que abastezca a toda la demanda del GADME este generador abastecerá cargas transitorias de arranque de las unidades evaporadoras y condensadoras por lo cual el generador operara al 80% y dejara el 20% como un margen de estabilidad de estado estable, el modo de operación será stand by ya que no operara continuamente.

El generador también cuenta con un regulador de voltaje para mantener dentro de rangos aceptables de variación así como de calidad energía al usuario.

7.1.5.1. TABLEROS DE TRANSFERENCIA AUTOMATICA

El tablero de tranferencia actua al perder o recibir la señal de ausencia de Voltaje, Secuencia de fases, baja frecuencia, bajo voltaje o sobrevoltaje.

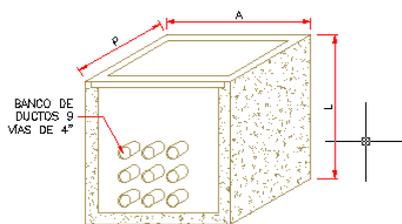
Cuenta con una barra 1500A y protecciones regulables de 1500A que soportaran una corriente de cortocircuito 50 kA asym.

7.2. BANDEJA PORTACABLES Y DUCTOS ELÉCTRICOS.

La Bandejas portacables se encuentra ubicada en la parte superior los cual permite llegar de manera ordenada y segura desde los trableros principales y centros de distribución.

Los conductores que conectan el transformador con los tableros de distribución van a la bandeja tipo escalerilla de 0.4 m y 0.3m desde el cuarto de transformación hasta el cuarto de generación, y de este cuarto hacia los cuartos eléctricos dispuestos en todo el edificio.

La comunicación entre bloques se realiza por medio de ductos soterrados y pozos de revisión según homogación del MEER en su manual de instalaciones subterráneas como se indica en la imagen.



TIPOS	POZOS DE REVISIÓN		
	LARGO(L)	ANCHO(A)	PROFUNDIDAD(P)
B	0.9	0.9	0.9
C	1.20	1.20	1.20
D	1.60	1.20	1.5

Figura 2 Detalle y clase de ductos utilizados



Este tipo de pozo se utilizara en los exteriores para el soterramiento de medio voltaje hasta llegar a la cámara de transformación; desde este lugar.

7.3. CALCULO DE LA DEMANDA.

La demanda para el GADME, son cargas valoradas en función de las potencias nominales de los siguientes equipos eléctricos que se indican a continuación:

- Sistema de iluminación, corresponde a la iluminación interna de cada una de las oficinas, bodegas, áreas generales, biblioteca, auditorio, cuartos eléctricos y data center; el nivel de voltaje de servicio será de 120V +5V; de las luminarias simuladas la de mayor potencia es la tipo led para oficinas 60W.
- Sistema de fuerza (tomacorrientes), corresponde a los tomacorrientes de uso normal que conectaran cargas como: impresoras, computadoras, radios, televisión, y cualquier equipo eléctrico tendrán un voltaje de servicio de 127 V +5V. Como carga tipo se considero que cada tomacorriente alimentara una carga de 200W.
- Sistema de fuerza especial, corresponde a cargas con potencias entre 1500 W para secamanos y un promedio de 5000 W, para cocinas de inducción y calentadores de agua,
- Sistema de aire acondicionado, corresponde a las unidades evaporadoras, condensadoras, unidades interiores, unidades manejadoras de aire, etc. Las potencias de cada uno de estos equipos se detallan en el Anexo A.

De los diseño de iluminación, circuitos de fuerza establecido para cada una de las zonas. Los parámetros establecidos para la determinación de la demanda de diseño se detallan en los siguientes literales:

- **Factor de frecuencia de uso de carga individual F_{fu}** : determina la incidencia de la carga correspondiente al consumidor comercial o industrial de máximas posibilidades sobre aquel que tiene condiciones promedio y que se adopta como representativo del grupo para el propósito de estimación de diseño; para nuestro caso se considera un factor de 100%.
- **Carga instalada representativa (CIR)**: es el resultado de la incidencia del F_{fu} sobre la carga total instalada.
- **Factor de simultaneidad**, es la probabilidad de uso de las cargas durante un periodo de 15min con respecto al total de las cargas que conforman un mismo circuito.
- **Demanda Máxima Unitaria (DMU)**: es el resultado obtenido al multiplicar el Factor de simultaneidad por el CIR y representa el consumo real previsto para determinado usuario.
- **Factor de demanda (Fd)**: es la relación entre la DMU y la CIR.
- **Demanda de Diseño (DD)**: Demanda media unificada por el numero de usuarios dividido para el factor de demanda
- **N**: Numero de usuarios

Para la demanda obtenida del GADMCE se considero que demanda era 1 y el numero de usuarios es uno ya que todo el inmueble cuenta con configuración de cargas diferente en cada espacio y no cumple requisitos para ser tratados como demandas iguales. La demanda de diseño se obtiene con la siguiente ecuación de la Norma EEQ PA.

CNEL	EDIFICIO DEL GADMCE					ING. LIZARDO SEGURA M.		
	DETERMINACION DE DEMANDA UNITARIA DEL DISEÑO							
NOMBRE DEL PROYECTO: REMODELACIÓN DE EDIFICIO DEL GADMCE								
No. DEL PROYECTO: 1								
LOCALIZACIÓN: Av. Bolívar y 9 de Octubre Esquina (Edificio Municipal)								
USUARIO TIPO COMERCIAL								
ITEM	EQUIPOS ELECTRICOS Y ALUMBRADO				FFUr (%)	CIR (W)	FSn (%)	DMU (W)
	DESCRIPCION	CANTIDAD	P(W)	Pn(W)				
1	PANEL LED DE 45W/120V	318	45	14310	100	14310	100	14310
2	PLAFON LED 20W/110V	65	20	1300	100	1300	100	1300
3	REFLECTOR LED 200W/220V	70	200	14000	100	14000	60	8400
4	PLOTTER	5	500	2500	100	2500	60	1500
5	IMPRESORA	40	300	12000	100	12000	50	6000
6	COPIADORA DE PEDESTAL	20	1500	30000	100	30000	30	9000
7	COMPUTADORA	386	300	115800	100	115800	100	115800
8	CAFETERA	12	1000	12000	100	12000	30	3600
9	TOMACORRIENTE 110V	200	250	50000	100	50000	30	15000
10	ACONDICIONADOR DE A 12000 BTU/H	27	1200	32400	100	32400	50	16200
11	ACONDICIONADOR DE A 18000 BTU/H	4	1800	7200	100	7200	50	3600
12	ACONDICIONADOR DE A 24000 BTU/H	24	2400	57600	100	57600	50	28800
13	ACONDICIONADOR DE A 36000 BTU/H	25	3600	90000	100	90000	50	45000
14	ACONDICIONADOR DE A 48000 BTU/H	18	4800	86400	100	86400	50	43200
15	ACONDICIONADOR DE A 60000 BTU/H	23	6000	138000	100	138000	60	82800
16	ASCENSOR	2	7000	14000	100	14000	100	14000
17	SERVIDORES DE RED	4	1000	4000	100	4000	100	4000
18	BOMBA SISTEMA CONTRA INCENDIO	1	37500	37500	100	37500	50	18750
TOTALES						719,010.00		431,260.00
FACTOR DE POTENCIA DE LA CARGA		0.85	FACTOR DE LA DEMANDA (FDM) =				DMU	
							CIR	
DMU (KVA)=		507.36						
N=		1.0						
FD=		1.00						
DD (KVA)		507.36	FDM	$\frac{431260.00}{719010.00}$	=	0.60		
DE DONDE:								
Pn(W) =		Potencia neta (WATTIOS)	KVA (t)=		DD x (%) + Dme			
FFUr =		Factor de frecuencia de uso	KVA (t)=		456.63			
CIR =		Carga instalada por consumidor representativo						
FSn =		Factor de simultaneidad						
DMU (W) =		Demanda máxima unitaria						
FD=		Factor de Diversidad						
DD=		Demanda de diseño						
(%)		Porcentaje 90 tipo de Usuario Comercial						
Dme=		Demanda Maxima Cargas Especiales						
FDM =		Factor de demanda						
N=		Numero de Usuarios						
LA DEMANDA CALCULADA ES 456.63 KVA POR LO TANTO SE INSTALARA UN TRANSFORMADOR DE 500 KVA TIPO PADMOUNTED								



7.1. CAIDA DE VOLTAJE

Para el cálculo de la caída de voltaje se consideró el método de los kVA-km establecidos como referencia de cálculo para los alimentadores aéreos y subterráneos de los alimentadores de EEQ parte A, para determinar la máxima caída de voltaje, adicionalmente se realizara la comparación con un flujo de potencia simulada en un programa eléctrico ETAP.

$$\Delta V = \frac{kVAxKM \text{ (Conductor seleccionado)}}{kVAxKM \text{ (factor)}}$$

$$kVAxKM(\text{factor}) = Lx \frac{KVA \text{ demanda}}{\text{Longitud alimentador}}$$

Se consideró el uso de un conductor tipo XLPE con aislamiento de 15kV número 2 para la acometida principal.

- RED PUBLICA CMV-GADMCE Conductor 3*XLPE 2 AWG 15Kva

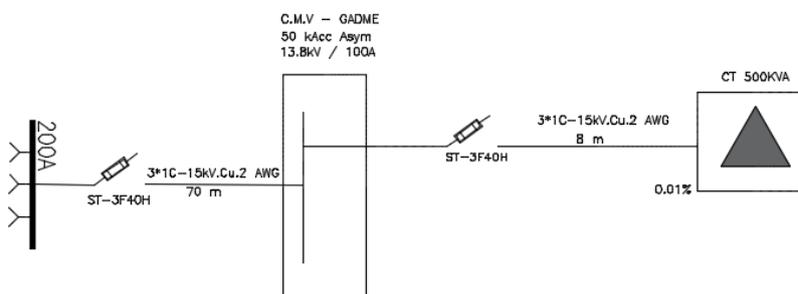


Figura 3 Caída de voltaje en los alimentadores primarios de medio voltaje.

En el anexo B correspondiente a caída de voltaje se indican las caídas de voltaje del sistema eléctrico GADME.

Para el cálculo de los kVA-m se aplica la siguiente expresión:

$$\% \text{ Caída de voltaje} = \frac{kVA_{\text{carga}} * \text{Distancia del alimentador}}{kVA - m_{\text{conductor}}} * 100\%$$

Los calibres en medio voltaje son los valores mínimos establecidos por la referencia [2] y [9] para los alimentadores primarios y derivaciones hacia los transformadores.



7.2. TRANSFORMACIÓN.

El transformador para el TP descritos son de tipo convencional trifasico deben tener las siguientes características constructivas.

Tabla 2 Características principales de los transformadores del GADME

TAG	kVA	TIPO	VOLTAJE	FRECUENCIA (Hz)	CONEXIÓN	Enfriamiento
TP	600	Convencional	13,8/0,22	60	Dy5n	AN o ON

7.3. PROTECCIONES ELÉCTRICAS

Se tiene prevista para cada uno de los transformadores las protecciones un fusible tipo K o H de actuación rápida, para lo cual se dimensionado para una operación del 150% de la corriente nominal del equipo tal como lo establece la referencia. Como ejemplo se determinara la capacidad para el T1 de 600 kVA para un voltaje de 13,8 kV en el primario.

$$I = \frac{500}{\sqrt{3} * 13,8} = 20.92 A$$

$$If = 20.92 * 1,5 = 31.58 A$$

Con lo cual se establece un fusible de 40A de corriente nominal; adicionalmente se considera para el dimensionamiento la corriente de energización del transformador , se ha tomado como referencia parámetros nominales del transformador de 500 kVA y un fusible de 40 A.

Para el dimensionamiento de los fusibles a instalarse en los alimentadores principales se considera la máxima capacidad de corriente nominal a abastecerse por el conjunto de cargas que se conectan al alimentador principal, como ejemplo se indica en y la topología y las curvas de los fusibles para la actuación.

ZONA	kVA	Vp (kV)	Vs (kV)	Ip (A)	Fusible (A)	Breaker (A)	CABLE
GADM CE	500	13,8	0,22	20,9 2	40	1500	3*3C-500 kCMIL+3*1C-500 kCMIL+1C-4/0 AWG

Apartarrayos, para evitar que cualquier tipo de sobre voltaje (por maniobra, atmosférico) ingrese y pase al centro de transformación TP se debe instalar apartarrayos en el poste de arranque del sistema, con las siguientes características:

- Tipo distribución polimérico con disipador, clase 10 kV, para montaje en poste.
- BIL de 95 kV



7.3.1. BANCO DE CAPACITORES.

Con los equipos actuales el sistema eléctrico no presenta problemas de factor de potencia, pero cuando se incrementen equipos como motores, soldadoras, equipos con poca eficiencia, el factor de potencia podría disminuir llegando a valores menores a 0,92 con lo cual se tendría que pagar penalización por bajo factor de potencia; es por este motivo que se simulara un factor de potencia de 0,85 y mejorarlo hasta llegar a un valor de 0,92 siguiendo la metodología propuesta por la IEEE std. 141 que se expone a continuación.

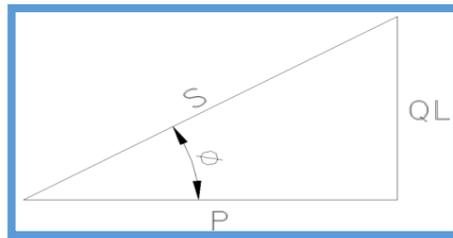


Figura 4 Triángulo de potencia.

$$fp(inicial) = \cos \phi$$

$$P(kW) = S * \cos \phi$$

$$QL(kVAR) = \text{sen}(\Phi) * S$$

Dónde:

S = Potencia Aparente

P = Potencia Activa

QL = Potencia Reactiva

fp = Factor de potencia inicial

Los reactivos a los cuales se desean llegar:

$$Q_f(kVAR) = P * \text{Tang}(\Phi_f)$$

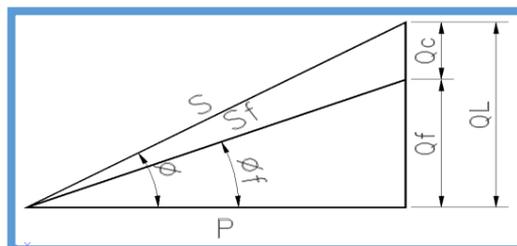


Figura 5 Cálculo de reactivos para corrección de factor de potencia

Los reactivos capacitivos que requiere el sistema:



$$Q_c(kVAR) = Q_L - Q_f$$

Dónde:

Q_f = Potencia reactiva final a la que se desea llegar.

P = Potencia Activa del sistema.

Q_c = Potencia Reactiva capacitiva

ϕ_f = Angulo final

La reactancia capacitiva de los capacitares viene por:

$$X_c(\Omega) = \frac{V^2}{Q_c}$$

Dónde:

X_c = Reactancia capacitiva

V = Voltaje de alimentación del banco de capacitores.

C = Capacitancia (F)

Los faradios de los capacitores:

$$C = \frac{1}{2 * \pi * 60Hz * X_c} F$$

Con las ecuaciones descritas se llegan a los siguientes resultados para el T-01:

Tabla 3 Banco de capacitores para el TP.

Banco de Capacitores 1	
T-01-CAC	Qr: 100 kvar 3*50 pasos+10kva r

Pactiva (Kw)	467,5
fp	0,85
ϕ	31,79
S (KVA)	550
QL (Kvar)	298,7
fp(final)	0,92
ϕ final	23,09
Qf (Kvar)	198,76
Qc (Kvarc)	90,93
Voltaje (V)	220



Con lo cual el banco de capacitores debe ser capaz de abastecer esta cantidad, debido a que la red permanente mente va a variar se propone la utilización de un banco de condensadores variables de modo que cuando no sea necesaria la compensación de reactivos se desconecten automáticamente parte del banco de capacitores.

Ing. Lizardo Segura M

Ingeniero Eléctrico

CI: 080285290-5

Reg. 1009-11-1054990

lizardo.segura@esmeraldas.gob.ec