



SERVICIOS DE INGENIERIA – CESI ALTAMIRA.
MEXICO

MEMORIA DE CÁLCULO. INSTALACIÓN ELÉCTRICA.

Ref. AC_Rev. 01

Marzo 2018.



RIVERO BORRELL - GUTARQS
ARQUITECTOS

ingenor

ENGINEERING >
ARCHITECTURE >
PROJECT >

| | | | | | |
|-----------------------------|---|----------------------|--|--|--|
| | | CESI ALTAMIRA | | | |
| Nº: AL-E-MC | TITULO: MEMORIA DESCRIPTIVA Y DE CÁLCULO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA | | | | |
| FECHA: 06/03/2018 | | | | | |
| ADJUNTO: - | COPIAS | CONSTRUCTOR | | | |
| | | 1 | | | |

Índice

| | | |
|----------|---|----------|
| 1 | INTRODUCCIÓN Y OBJETIVO | 3 |
| 2 | PROYECTO ELÉCTRICO | 3 |
| 2.1 | Normas y reglamentos aplicables. | 3 |
| 2.2 | Descripción del proyecto. | 3 |
| 3 | MEMORIA DE CALCULO DE LA INSTALACION ELECTRICA | 4 |
| 3.1 | Cálculos en baja tensión. | 4 |
| 3.1.1 | Selección de equipos primarios. | 4 |
| 3.1.2- | Intensidad máxima admisible Alimentador Principal. | 5 |
| 3.1.3 | -Cálculo de la caída de tensión Alimentador Principal. | 7 |
| 3.1.4 | -Cálculo de circuitos derivados por intensidad de corriente y caída de tensión. | 8 |
| 3.2 | Cálculos generales de la instalación. | 9 |
| 3.2.1- | Cálculo de las protecciones. | 9 |
| 3.2.2- | Cálculo de los conductores del circuito. | 10 |
| 3.2.3 | Cálculo y selección de las canalizaciones de circuito. | 11 |
| 3.2.4- | Puesta a tierra. | 12 |
| 3.2.5- | Selección del Transformador en base al criterio de CFE. | 13 |
| 3.2.6- | Sistema de Protección contra tormentas eléctricas. | 13 |
| 3.3- | Cálculo de Corto Circuito. | 16 |
| 3.4- | ANEXO 1: Cuadros de Carga. | 18 |
| 3.5- | ANEXO 2: Diagrama Unifilar. | 21 |



1 INTRODUCCIÓN Y OBJETIVO

El proyecto denominado CESI Y ALTAMIRA consiste en la construcción de un área de oficinas denominadas CESI respectivamente.

El diseño eléctrico para este nivel se realiza en base a las normas para instalaciones eléctricas descritas más adelante y los requerimientos del cliente.

Se presenta a continuación una memoria descriptiva que se complementa con los planos de la ingeniería desarrollada para el área eléctrica.

2 PROYECTO ELÉCTRICO

2.1 NORMAS Y REGLAMENTOS APLICABLES

Para la elaboración de este documento y el plano correspondiente, se han tomado como base las siguientes Normas para la instalación eléctrica.

- NOM-001 SEDE 2012 Instalaciones Eléctricas.
- NOM-013 ENER 2013 Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en vialidades.
- NOM-007 ENER 2014 Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en edificios no residenciales.
- NOM-025-STPS 2008 Condiciones de Iluminación en los centros de trabajo.

Para la contratación del servicio con CFE se considera una acometida en media tensión con transición aérea subterránea en 13.8 kV en el límite del predio. La cual se deberá verificar con un estudio de factibilidad de la tensión de suministro proporcionado por CFE.

2.2 Descripción del proyecto

Partimos de la acometida en media tensión a 13.8kV transición aérea subterránea alimentando el lado primario del transformador tipo pedestal de 112.5 kVA, obteniendo una tensión del secundario de 220/127V, posteriormente pasa a un interruptor principal, y de ahí al tablero principal TG1, donde se alimentan los tableros N, F Y ELEVADOR en servicio normal. Del tablero TG1 sale un circuito que se conecta a una UPS que alimentara y respaldara al tablero de emergencia E.



3.- MEMORIA DE CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

3.1 CÁLCULOS DE BAJA TENSIÓN

3.1.1 Selección de equipos primarios.

Para seleccionar los equipos primarios de la instalación eléctrica necesitamos los datos detallados de las diferentes tipos de cargas que se instalaran, a continuación se realiza una tabla con la relación de cargas para el dimensionamiento del Transformador, Planta de Emergencia y UPS.

| CARGA | CARGA INSTALADA KW | F.D. | F.P | DEMANDA MAXIMA KW | KVA | TR-KVA COMERCIAL |
|--------------|--------------------|------|-----|-------------------|-----------|------------------|
| TAB. "N" | 8,942.00 | 0.8 | 0.9 | 7,354.00 | 8,171.11 | |
| TAB. "E" | 13,089.00 | 0.8 | 0.9 | 10,357.00 | 11,507.78 | |
| TAB. "F" | 56,239.00 | 0.9 | 0.9 | 50,615.00 | 56,238.89 | |
| ELEVADOR | 10,600.00 | 1.0 | 0.9 | 10,600.00 | 11,777.78 | |
| | | | | | | |
| TOTAL | 88,870.00 | | | 78,926.00 | 87,695.56 | 112.5 KVA |

TRANSFORMADOR COMERCIAL PROPUESTO PARA LA CARGA DEMANDADA ES DE 112.5 KVA
 MARCA PROLEC, RADIAL, 13.8 KV /220-127V DELTA – ESTRELLA.

| CARGA | CARGA INSTALADA KW | F.D. | F.P | DEMANDA MAXIMA KW | KVA | UPS KVA |
|--------------|--------------------|------|-----|-------------------|-----------|---------|
| TAB. "E" | 13,089.00 | 0.8 | 0.9 | 10,357.00 | 11,507.78 | |
| | | | | | | |
| TOTAL | 13,089.00 | | | 10,357.00 | 11,507.78 | 20KVA |

UPS PROPUESTA DE 20 KVA MARCA EATON.



3.1.2- Intensidad máxima admisible Alimentador Principal.

Se aplicará para el cálculo por calentamiento lo expuesto en las tablas 310-15(d) 310-15(g) y 310-16 de la NOM y a las tablas de fabricante. La intensidad máxima que debe circular por un cable para que éste no se deteriore viene indicada en tablas. En función de la instalación adoptada y del tipo de cable, se elegirá la tabla de intensidades máximas que hay que utilizar.

La intensidad máxima admisible se ve afectada por una serie de factores como son la temperatura ambiente, la agrupación de varios cables, la exposición al sol, etc., que, generalmente, reducen su valor.

La distribución se realizará de tres maneras:

- En tubo en falso plafón
- En tubo empotrado en pared
- En tubo subterráneo
- En charola eléctrica tipo escalera

El tipo de tubo utilizado es:

- Tubo conduit pared gruesa pvc para trayectorias subterráneas o embebidas en loza
- Tubo conduit pared delgada para trayectorias visibles, en plafón o embebidas en muro falso
- Liquid Tight para trayectorias finales a equipos de HVAC, salidas a luminarias y equipos especiales
- Cable forrado sin canalización para bajadas a luminarias colgantes
- Ducto cuadrado embisagrado de 6" para llegada a tableros

La capacidad de los tubos y los factores de corrección por temperatura y agrupación de conductores en el mismo tubo se han calculado de acuerdo a las tablas 10.1 y 10.4 del capítulo 10 de la NOM.

Para determinar la intensidad de corriente máxima que admiten los cables se aplicarán los factores reductores por agrupación correspondientes a cada tipo de instalación. Aplicando este factor de corrección a la intensidad máxima que admiten los cables, se obtiene la intensidad máxima real. Este valor se comparará con el de la intensidad nominal que va a circular por los cables para comprobar que la sección elegida es la adecuada.

La intensidad de corriente que circula por un circuito viene dada por las siguientes expresiones:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cos\phi} \quad (\text{Circuito trifásico a 3 fases})$$

$$I = \frac{P}{2 \cdot U \cos\phi} \quad (\text{Circuito trifásico a 2 fases})$$

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos\phi} \quad (\text{Circuito monofásico})$$



Dónde:

- P Potencia activa del consumo eléctrico que se alimenta [W]
- U Tensión de alimentación [V]:127V (monofásica) y [V]: 220V (trifásica).
- I Intensidad [A]
- Cos φ Factor de potencia

DESARROLLO MATEMÁTICO:

Calculando la Corriente de la Carga Demandada:

$$I = \frac{78926(W)}{\sqrt{3} \cdot 220(V) * (0.9)} = 230.14A$$

(CONSIDERANDO 78.9 kW carga demandada en TG)

Con base a las tablas de la NOM-001-SEDE-2012 se realiza el cálculo del Alimentador principal.

- Ajuste del valor de corriente por agrupamiento en configuración triangular sección 318-11 FCA = 1
- Selección de la temperatura de operación para el aislamiento THHW-90°, en ambiente seco, ver tabla 310-104(a). Temperatura de operación = 90 °C
- Ajuste del valor de corriente por temperatura ambiente del aislamiento tabla 310-15(b)(2)(b) T AMB = 40°C AISLAMIENTO THHW-90°C
I corregida = 230.14 / 1 = 230.14 A.
- Selección del tamaño mínimo del conductor por capacidad de corriente.
Tabla 310-15(b)(20) 500 KCM 496A THHW-75°C > 230.14 A.
500 KCM 380A THHW-75°C > 230.14 A.
- EL CONDUCTOR 500 KCM THHW-75°C ES ADECUADO



3.1.3 -Cálculo de la caída de tensión Alimentador Principal

La circulación de corriente a través de los conductores ocasiona una pérdida de potencial transportada por el cable, y una caída de tensión o diferencia entre las tensiones en el origen y extremo de la canalización. Esta caída de tensión debe ser inferior a los límites marcados por la NOM en cada parte de la instalación, con el objeto de garantizar el funcionamiento de los receptores alimentados por el cable, los cuales deben estar conectados a la tensión nominal para su correcto funcionamiento. Este criterio suele ser el determinante cuando las líneas son de larga longitud.

Este método permite limitar la caída de tensión acumulada en toda la instalación, fijando unas caídas de tensión máximas del 3% para los circuitos derivados de acuerdo a la NOTA 4, del Artículo 210-19 de la NOM y del 5 % para la caída de tensión total acumulada del receptáculo más alejado.

DESARROLLO MATEMÁTICO:

Con base a la NOM-001-SEDE-2012 se realiza el cálculo de caída de tensión del Alimentador principal por impedancia.

- Revisión por caída de tensión considerando $L= 15$ mts del alimentador 3-500 KCM + 1N-500 KCM, 1d-4 AWG.
- De la tabla 10-5 y 10-8 de la NOM obtenemos la impedancia del alimentador $Z = 0.0845$ ohm /1000m.
- Impedancia del conductor a 15 mts = 0.00126 ohm/m
- $e\% = 230.14A \times 0.00126 = 0.289$ V
- $e\% = (0.289 \text{ V} / 127 \text{ V}) * 100 = 0.227\%$
- EL CONDUCTOR 500 KCM THHW-75°C ES ADECUADO $0.227\% < 2\%$ SEGÚN LA NOM-001-SEDE-2012.



3.1.4 –Cálculo de circuitos derivados por intensidad de corriente y caída de tensión.

Para el cálculo de corriente del circuito derivado se toma como ejemplo el circuito N6 del tablero “N”, el cual tiene una carga instalada de 972W y una carga demandada de 778W, con una longitud de 10 mts.

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos\phi} \quad (\text{Circuito monofásico}) \qquad I = \frac{778(W)}{127(V) * (0.9)} = 6.80A$$

De la tabla 310-15(b)(16) seleccionamos el conductor 10 AWG.

Para el cálculo de la caída de tensión se empleó la siguiente fórmula:

$$\Delta U(\%) = \frac{4 \cdot I \cdot L}{SU} \quad (\text{Sistema monofásico}) \qquad \Delta U = \frac{4 * 6.8 * 50}{127(V) * (5.26)} = 2.04$$

Dónde:

- ΔU Caída de tensión [%]
- U Tensión nominal
- L Longitud del cable, sólo ida [m]
- I Intensidad [A]
- S Sección transversal del conductor (mm²)



3.2 CÁLCULOS GENERALES DE LA INSTALACIÓN

Para realizar dicho cálculo se debe tomar en cuenta primero los tipos de carga incluidos en la instalación, siendo los que muestran las siguientes tablas:

| DESCRIPCIÓN | CONSUMO (W) | VOLTAJE DE TRABAJO (V) |
|--------------------------------|-------------|------------------------|
| CONTACTO POLARIZADO DUPLEX | 162 | 127 |
| CONTACTO DE CON FALLA A TIERRA | 162 | 127 |

La instalación de iluminación y contactos se divide eléctricamente en 2 tableros de distribución general (TG1 y Emergencia), que a su vez derivan en 6 tableros, 4 en sistema normal y 2 en sistema de emergencia.

3.2.1-Cálculo de las protecciones

Para el cálculo de las protecciones termomagnéticas se calculará primero la corriente demandada, para lo cual se utilizara la siguiente formula:

$$I = \frac{P}{U \cdot \text{Cos} \varphi} * 1.25 \quad (\text{Circuito monofásico})$$

Dónde:

- P Potencia activa del consumo eléctrico que se alimenta [W]
- U Tensión de alimentación [V]:127V(monofásica)
- I Intensidad [A]
- Cos φ Factor de potencia

El valor del factor de potencia se utilizará en 0.9 debido al tipo de cargas mayormente resistivos.

Y el valor de la corriente de protección se obtiene mediante la multiplicación de la corriente demandada por un factor de 1.25, posterior a esto se selecciona la protección con el valor comercial inmediato superior a la corriente obtenida.

DESARROLLO MATEMÁTICO:

$$I = \frac{78926(W)}{\sqrt{3} \cdot 220(V) * (0.9)} * 1.25 = 287.67 A$$

PROTECCIÓN COMERCIAL DE 3 x 300AM, MGA36300 18KA

(CORRIENTE PARA LA SELECCIÓN DE EL TERMOMAGNÉTICO PPAL DE TG)



3.2.2-Cálculo de los conductores del circuito

Para el cálculo y selección de los equipos se deberá plantear primero que el requerimiento de la instalación será la utilización de cableado de cobre, con calibre mínimo 12 AWG, aislamiento tipo THHN o THWN para 90°C y 600 volts.

A continuación se deberá seleccionar de la tabla 310-15(b)(16) de la NOM-SEDE-2012 (mostrada a continuación) basándose en los valores de corriente nominal calculados en el apartado anterior la ampacidad del conductor a utilizar.

Tabla 310-15(b)(16).- Ampacidades permisibles en conductores aislados para tensiones hasta 2000 volts y 60 °C a 90 °C. No más de tres conductores portadores de corriente en una canalización, cable o directamente enterrados, basados en una temperatura ambiente de 30 °C*

| Tamaño o designación | | Temperatura nominal del conductor [Véase la tabla 310-104(a)] | | | | | |
|----------------------|-------------|---|--|---|---|----------------------|---|
| | | 60 °C | 75 °C | 90 °C | 60 °C | 75 °C | 90 °C |
| mm ² | AWG o kcmil | TIPOS TW, UF | TIPOS RHW, THHW, THHW-L3, THW, THW-L3, THWN, XHHW, USE, ZW | TIPOS TB3, SA, S13, FEP, FEPB, MI, RHH, RHW-2, THHN, THHW, THHW-L3, THW-2, THWN-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2 | TIPOS UF | TIPOS RHW, XHHW, USE | TIPOS SA, S13, RHH, RHW-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2 |
| | | COBRE | | | ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE | | |
| 0.824 | 18** | — | — | 14 | — | — | — |
| 1.31 | 16** | — | — | 18 | — | — | — |
| 2.08 | 14** | 15 | 20 | 25 | — | — | — |
| 3.31 | 12** | 20 | 25 | 30 | — | — | — |
| 5.26 | 10** | 30 | 35 | 40 | — | — | — |
| 8.37 | 8 | 40 | 50 | 55 | — | — | — |
| 13.3 | 6 | 55 | 65 | 75 | 40 | 50 | 55 |
| 21.2 | 4 | 70 | 85 | 95 | 55 | 65 | 75 |
| 26.7 | 3 | 85 | 100 | 115 | 65 | 75 | 85 |
| 33.6 | 2 | 95 | 115 | 130 | 75 | 90 | 100 |
| 42.4 | 1 | 110 | 130 | 145 | 85 | 100 | 115 |
| 53.49 | 1/0 | 125 | 150 | 170 | 100 | 120 | 135 |
| 67.43 | 2/0 | 145 | 175 | 195 | 115 | 135 | 150 |
| 85.01 | 3/0 | 165 | 200 | 225 | 130 | 155 | 175 |
| 107.2 | 4/0 | 195 | 230 | 260 | 150 | 180 | 205 |
| 127 | 250 | 215 | 255 | 290 | 170 | 205 | 230 |
| 152 | 300 | 240 | 285 | 320 | 195 | 230 | 260 |
| 177 | 350 | 260 | 310 | 350 | 210 | 250 | 280 |
| 203 | 400 | 280 | 335 | 380 | 225 | 270 | 305 |
| 253 | 500 | 320 | 380 | 430 | 260 | 310 | 350 |
| 304 | 600 | 350 | 420 | 475 | 285 | 340 | 385 |
| 355 | 700 | 385 | 460 | 520 | 315 | 375 | 425 |
| 380 | 750 | 400 | 475 | 535 | 320 | 385 | 435 |
| 405 | 800 | 410 | 490 | 555 | 330 | 395 | 445 |
| 456 | 900 | 435 | 520 | 585 | 355 | 425 | 480 |
| 507 | 1000 | 455 | 545 | 615 | 375 | 445 | 500 |
| 633 | 1250 | 495 | 590 | 665 | 405 | 485 | 545 |
| 760 | 1500 | 525 | 625 | 705 | 435 | 520 | 585 |
| 887 | 1750 | 545 | 650 | 735 | 455 | 545 | 615 |
| 1013 | 2000 | 555 | 665 | 750 | 470 | 560 | 630 |

Posteriormente se deberá verificar que los valores de ampacidad de los conductores cumplan con los parámetros de porcentaje de caída de tensión requeridos en la NOM-001-SEDE-2012, que indican no deberá ser un valor mayor al 3% en circuitos derivados y no más del 5% desde la acometida hasta la carga.



3.2.3-Cálculo y selección de las canalizaciones de circuito.

Se utilizará por normatividad del edificio como conducción principal tubería metálica tipo conduit, según lo referido en la tabla 1 a 4 del capítulo 10 de la NOM-001-SEDE-2012, mostradas a continuación, el dimensionamiento de la tubería se realizará como sigue.

| CONDUCTORES | | | | | | | | | | | | |
|--|----------------------|-------------|--|-----------|-----------|------------|------------|-----------|------------|-----------|------------|------------|
| Tipo | Tamaño o designación | | Designación métrica (Tamaño comercial) | | | | | | | | | |
| | mm ² | AWG o kcmil | 16 (½) | 21 (¾) | 27 (1) | 35 (1¼) | 41 (1½) | 53 (2) | 63 (2½) | 78 (3) | 91 (3½) | 103 (4) |
| RHH* RHW* RHW-2* THHW, THW THW-2 | 8.37 | 8 | 1 | 4 | 6 | 10 | 14 | 24 | 42 | 63 | 83 | 106 |
| RHH, RHW, RHW-2 TW, THW, THHW, THW-2 | 13.3 | 6 | 1 | 3 | 4 | 8 | 11 | 18 | 32 | 48 | 63 | 81 |
| | 21.2 | 4 | 1 | 1 | 3 | 6 | 8 | 13 | 24 | 36 | 47 | 60 |
| | 26.7 | 3 | 1 | 1 | 3 | 5 | 7 | 12 | 20 | 31 | 40 | 52 |
| | 33.6 | 2 | 1 | 1 | 2 | 4 | 6 | 10 | 17 | 26 | 34 | 44 |
| | 42.4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 7 | 12 | 18 | 24 | 31 |
| | 53.5 | 1/0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 3 | 6 | 10 | 16 | 20 | 26 |
| | 67.4 | 2/0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 5 | 9 | 13 | 17 | 22 |
| | 85.0 | 3/0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 7 | 11 | 15 | 19 |
| | 107 | 4/0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 6 | 9 | 12 | 16 |
| | 127 | 250 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 5 | 7 | 10 | 13 |
| | 152 | 300 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 6 | 8 | 11 |
| | 177 | 350 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 4 | 6 | 7 | 10 |
| | 203 | 400 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 |
| | 253 | 500 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 6 | 7 |
| | 304 | 600 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 | 6 |
| | 355 | 700 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 5 |
| | 380 | 750 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 5 |
| 405 | 800 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 5 | |
| 456 | 900 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| 507 | 1000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| 633 | 1250 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | |
| 760 | 1500 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | |
| THHN, THWN, THWN-2 | 2.08 | 14 | 12 | 22 | 35 | 61 | 84 | 138 | 241 | 364 | 476 | 608 |
| | 3.31 | 12 | 9 | 16 | 26 | 45 | 61 | 101 | 176 | 266 | 347 | 443 |
| | 5.26 | 10 | 5 | 10 | 16 | 28 | 38 | 63 | 111 | 167 | 219 | 279 |
| | 8.37 | 8 | 3 | 6 | 9 | 16 | 22 | 36 | 64 | 96 | 126 | 161 |
| | 13.3 | 6 | 2 | 4 | 7 | 12 | 16 | 26 | 46 | 69 | 91 | 116 |



3.2.4-Puesta a tierra

El calibre del conductor de puesta a tierra será seleccionada de acuerdo a la tabla 250-122 de la NOM-001-SEDE-2012 tomando en cuenta la protección del circuito de alimentación principal, mostrada a continuación:

Tabla 250-122.- Tamaño mínimo de los conductores de puesta a tierra para canalizaciones y equipos

| Capacidad o ajuste del dispositivo automático de protección contra sobrecorriente en el circuito antes de los equipos, canalizaciones, etc., sin exceder de: (amperes) | Tamaño | | | |
|--|-----------------|-------------|--|-------------|
| | Cobre | | Cable de aluminio o aluminio con cobre | |
| | mm ² | AWG o kcmil | mm ² | AWG o kcmil |
| 15 | 2.08 | 14 | — | — |
| 20 | 3.31 | 12 | — | — |
| 60 | 5.26 | 10 | — | — |
| 100 | 8.37 | 8 | — | — |
| 200 | 13.30 | 6 | 21.20 | 4 |
| 300 | 21.20 | 4 | 33.60 | 2 |
| 400 | 33.60 | 2 | 42.40 | 1 |
| 500 | 33.60 | 2 | 53.50 | 1/0 |
| 600 | 42.40 | 1 | 67.40 | 2/0 |
| 800 | 53.50 | 1/0 | 85.00 | 3/0 |
| 1000 | 67.40 | 2/0 | 107 | 4/0 |
| 1200 | 85.00 | 3/0 | 127 | 250 |
| 1600 | 107 | 4/0 | 177 | 350 |
| 2000 | 127 | 250 | 203 | 400 |
| 2500 | 177 | 350 | 304 | 600 |
| 3000 | 203 | 400 | 304 | 600 |
| 4000 | 253 | 500 | 380 | 750 |
| 5000 | 355 | 700 | 608 | 1200 |
| 6000 | 405 | 800 | 608 | 1200 |

Los calibres seleccionados se muestran en los cuadros de carga en el anexo correspondiente.



3.2.5-SELECCION DEL TRANSFORMADOR EN BASE AL CRITERIO DE CFE.

El transformador se designara con respecto a la carga demandada y la ubicación asignada para la subestación, la cual será interior en planta de estacionamiento.

Carga demandada: **87.6 kVA**

Para cumplir con los criterios de CFE en los que el transformador debe estar entre el 90% y el 60% de demanda.

$$87.6 \text{ KVA} / 112.5 \text{ KVA} = 77.8\% \approx 112.5\text{kVA}$$

Transformador tipo pedestal de 112.5kVA

3.2.6-SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA TORMENTAS ELÉCTRICAS

Principalmente se analizara la necesidad de un sistema contra tormentas como lo indica en la **NMX-J-549-ANCE-2005**, por medio de la siguiente formula y tabla extraída de dicha norma.

$$N_o = N_g \times A_e \times 10^{-6}$$

Dónde:

N_o = Frecuencia promedio anual de rayos a una estructura.

N_g = Densidad promedio anual de rayos a tierra

A_e = Área equivalente de captura en m^2



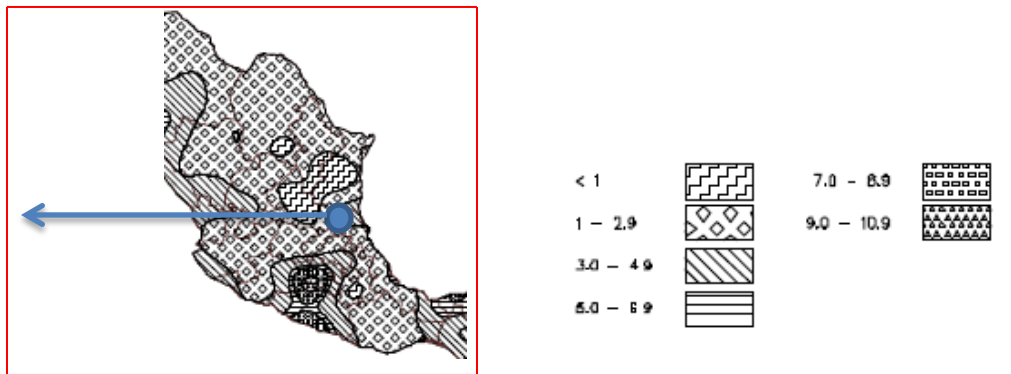
TABLA 1.- Frecuencia media anual permitida de rayos directos sobre estructuras comunes

| Estructuras comunes | Efectos de las tormentas eléctricas | Frecuencia (N _d) |
|--|--|------------------------------|
| Residencia | Daño a instalación eléctrica, equipo y daños materiales a la estructura. Daño limitado a objetos expuestos en el punto de incidencia del rayo o sobre su trayectoria a tierra. | 0,04 |
| Granja | Riesgo principal de incendio y potenciales de paso. Riesgo secundario derivado de la pérdida de suministro eléctrico provocando posibles desperfectos por falla de controles de ventilación y de suministro de alimentos para animales. | 0,02 |
| Tanques de agua elevados: metálicos, Concreto con elementos metálicos salientes. | Daño limitado a objetos expuestos en el punto de incidencia del rayo o sobre su trayectoria a tierra, así como posibles daños al equipo de control de flujo de agua. | 0,04 |
| Edificios de servicios tales como: Aseguradoras, centros comerciales, aeropuertos, puertos marítimos, centros de espectáculos, escuelas, estacionamientos, centros deportivos, estaciones de autobuses, estaciones de trenes, estaciones de tren ligero o metropolitano. | Daño a las instalaciones eléctricas y pánico. Falla de dispositivos de control, por ejemplo alarmas. Pérdida de enlaces de comunicación, falla de computadoras y pérdida de información. | 0,02 |
| Hospital Asilo Reclusorio | Falla de equipo de terapia intensiva. Daño a las instalaciones eléctricas y pánico. Falla de dispositivos de control, por ejemplo alarmas. Pérdida de enlaces de comunicación, falla de computadoras y pérdida de información. | 0,02 |
| Industria tales como: Máquinas herramientas, ensambladoras, textil, papelería, manufactura, almacenamiento no inflamable, fábrica de conductores, fábrica de electrodomésticos, armado equipo de cómputo, muebles, artefactos eléctricos, curtidurías, agrícola, cementeras, caleras, laboratorios y plantas bioquímicas, potabilizadoras. | Efectos diversos dependientes del contenido, variando desde menor hasta inaceptable y pérdida de producción. | 0,01 |
| Museos y sitios arqueológicos | Pérdida de vestigios culturales irremplazables | 0,02 |
| Edificios de telecomunicaciones Véase nota | Interrupciones inaceptables, pérdidas por daños a la electrónica, altos costos de reparación y pérdidas por falta de continuidad de servicio. | 0,02 |

NOTAS

- Para cualquier estructura común debe evaluarse el nivel de riesgo en función de su localización, densidad, altura y área equivalente de captura, para decidir la protección.
- Para estructuras en zonas con densidad de rayos a tierra mayor a 2, y si el techo de la construcción es de material inflamable (madera o paja), debe instalarse un SEPTÉ.

Para conocer la densidad promedio anual de rayos a tierra en la zona donde se instalara dicho sistema, se extrae la zona de un mapa de nivel isoceraúnico de la república mexicana.



UNIDADES: No. de rayos / km cuadrado / año

Nivel isoceraúnico de Altamira.



Por ultimo para conocer el área equivalente de captura, se requiere la siguiente formula y datos.

$$A_e = ab + 6h_e(a+b) + 9\pi h_e^2$$

En donde:

- A_e área equivalente de captura en m^2
- a longitud de uno de los lados de la estructura en m
- b longitud del otro lado de la estructura en m
- h_e es la altura equivalente de la estructura



Sustituyendo los valores en la formula.

$$A_e = (48 \times 18.75) + ((6 \times 5.22)(48+18.75)) + (9\pi \times 5.22^2) = 3,761m^2$$

Sustituyendo en formula:

$$N_o = N_g \times A_e \times 10^{-6}$$

$$N_o = 3 \times 3761 \times 10^{-6} = 0.0112$$

Como podemos observar en la tabla 1 de la NMX-J-549, para edificios de servicios el valor mínimo es 0.02, por lo tanto estamos por debajo de la frecuencia media anual permitida.

Con esto demostramos que el pararrayos no es necesario para este proyecto.



3.3-CÁLCULO DE CORTO CIRCUITO

| MEMORIA DE CALCULO DE CORTO CIRCUITO | | | | | |
|---|-----------------|-----------------|--------------------------------------|----------|-------------------|
| OBRA: | | CESI ALTAMIRA | | | |
| Capacidad Transformador | 112.50 | kVA | Voltaje entre fases | | 13.8 kV |
| Corriente nominal | 4.71 | A | Capacidad de fusibles | | 10 K |
| LADO DE BAJA TENSION | | | | | |
| Capacidad Transformador | 112.5 | kVA | Voltaje entre fases | | 220 V |
| Corriente nominal | 295.24 | A | 1.25 x In= | 369.06 A | |
| Capacidad de Interruptor termomagnetico | | | 600 | A | |
| Temperatura Ambiente | 30 | °C | Factor de Temperatura : | | 1 |
| Corriente corregida / temp. | 295.24 | A | | | |
| Tipo de carga mayoritaria | No lineal | | Factor de Agrupamiento: | | 1.00 |
| Corriente corregida / agrup. | 295.24 | A | | | |
| Conductor seleccionado | 500 | AWG | Capacidad de Corriente: | | 380 A |
| Conductores por fase: | 1 | | Capacidad corregida : | | 380 A |
| Sección transversal | 253.00 | mm ² | | | |
| Tipo de canalización | Fe | | Impedancia conductor: | | 0.15 Ω/km |
| Distancia del conductor: | 15 | m | | | |
| Caída de tensión por Impe. | 0.52 | % | Conductor electrodo de tierra | | 4 |
| Caída tensión / Resistencia | 0.28 | % | Conductor puesta a tierra de equipos | | 6 |
| Capacidad Transformador | 112.5 | kVA | | | |
| Corriente nominal | 295.24 | A | Z = | | 5.00 % |
| I cc sim = | 5,904.89 | A | Corriente asimétrica | | 7,381.11 A |
| Carga Instalada | 88,870 | W | Factor de demanda: | | 0.88 |
| Carga Demandada | 78,926 | W | Voltaje entre fases | | 220 V |
| Corriente nominal | 230.15 | A | 1.25 x In= | 287.68 A | |
| Capacidad de Interruptor termomagnetico | | | 300 | A | |
| Temperatura Ambiente | 30 | °C | Factor de Temperatura : | | 1 |
| Corriente corregida / temp. | 230.15 | A | | | |
| Tipo de carga mayoritaria | No lineal | | Factor de Agrupamiento: | | 1.00 |
| Corriente corregida / agrup. | 230.15 | A | 115.07 | | A |
| Conductor seleccionado | 500 | AWG | Capacidad de Corriente: | | 380 A |
| Conductores por fase: | 1 | | Capacidad corregida : | | 380 A |
| Sección transversal | 253.00 | mm ² | | | |
| Tipo de canalización | Fe | | Impedancia conductor: | | 0.15 Ω/Km |
| Distancia del conductor: | 15 | m | | | |
| Caída de tensión por Impe. | 0.90 | V | 0.41 | % | |
| Caída tensión / Resistencia | 0.21 | % | | | |



DESARROLLO MATEMÁTICO:

Debido a que no se cuenta con el dato preciso de la corriente de corto circuito en el punto de conexión por la compañía suministradora, se considera un valor promedio para realizar nuestro cálculo, el cual será de 5,000 A.

De acuerdo a nuestra carga conectada se cuenta con una corriente de 259 A, alimentada por transformador de 112.5 KVA a 13.8 KV – 220/127V. Para realizar nuestro cálculo de manera práctica se toma el valor de la corriente nominal la cual es de 259 A y se multiplica por 5.

Obtenemos un valor de 1295 A la cual es el valor de corriente de corto circuito de nuestra carga, adicionalmente se le suma el valor de corriente de corto circuito promedio de la compañía suministradora la cual será de 5,000 A.

Nuestro resultado obtenido es de 6295 A o 6.2 KA este valor es la corriente de corto circuito total obtenida. Al realizar una comparación de este resultado con el obtenido en nuestro programa de simulación concluimos que el valor de corriente de corto circuito es muy parecido ubicándose en un rango de los 5KA y los 7KA.



| EQUIPO | | CONTACTO DUPLEX 127 V | L1 | L2 | L3 | EQUIPO IT POR OTROS | FACTOR DE POTENCIA | POTENCIA INSTALADA | FACTOR DE DEMANDA | POTENCIA DEMANDADA | V | I | CORRIENTE DE PROTECCIÓN | PROTECCIÓN | FACTORES DE CORRECCIÓN | | le | LONGITUD | CALIBRE | SECCIÓN | CAÍDA DE TENSIÓN | | POTENCIA | | |
|----------------|---|-----------------------|----|-----|----|---------------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-----|------|-------------------------|------------|------------------------|----------------------|------|----------|---------|---------|------------------|------|----------|------|----------------|
| VA | W | | | | | | | W | | W | V | A | A | | AGRUPAM NTO | TEMPERATU RA DE 30°C | A | m | AWG | mm² | e% | FA | FB | FC | |
| CTO./POLO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| E-1(9) | | 5 | | | | | 0.9 | 810 | 0.80 | 648 | 127 | 5.66 | 7.08 | 1 x 15 A | 0.80 | 1.00 | 5.66 | 28 | 10 | 5.26 | 0.95 | | | 810 | |
| E-2(10) | | | 10 | 11 | 3 | | 0.9 | 189 | 1.00 | 189 | 127 | 1.65 | 2.07 | 1 x 15 A | 0.80 | 1.00 | 1.65 | 25 | 12 | 3.31 | 0.39 | | | 189 | |
| E-3(3) | | 5 | | | | | 0.9 | 810 | 0.80 | 648 | 127 | 5.67 | 7.09 | 1 x 15 A | 0.80 | 1.00 | 5.67 | 30 | 10 | 5.26 | 1.02 | | | 810 | |
| E-4(4) | | | 8 | 2 | | | 0.9 | 54 | 1.00 | 54 | 127 | 0.47 | 0.59 | 1 x 15 A | 0.80 | 1.00 | 0.47 | 15 | 12 | 3.31 | 0.07 | | | 54 | |
| E-5(5) | | 6 | | | | | 0.9 | 972 | 0.80 | 778 | 127 | 6.80 | 8.50 | 1 x 15 A | 0.80 | 1.00 | 6.80 | 25 | 10 | 5.26 | 1.02 | | | 972 | |
| E-6(6) | | 5 | | | | | 0.9 | 810 | 0.80 | 648 | 127 | 5.67 | 7.09 | 1 x 15 A | 0.80 | 1.00 | 5.67 | 50 | 10 | 5.26 | 1.70 | | | 810 | |
| E-7(7) | | 5 | | | | | 0.9 | 810 | 0.60 | 486 | 127 | 4.25 | 5.31 | 1 x 15 A | 0.80 | 1.00 | 4.25 | 50 | 10 | 5.26 | 1.27 | | | 810 | |
| E-8(8) | | 7 | | | | | 0.9 | 1,134 | 0.80 | 907 | 127 | 7.94 | 9.92 | 1 x 15 A | 0.80 | 1.00 | 7.94 | 50 | 10 | 5.26 | 2.38 | | | 1134 | |
| E-11,13(11,13) | | | | | | 1 | 0.9 | 2,500 | 0.80 | 2,000 | 220 | 8.74 | 10.93 | 2 x 15 A | 0.80 | 1.00 | 8.74 | 50 | 10 | 5.26 | 1.31 | 1250 | 1250 | | |
| E-10,12(10,12) | | | | | | 1 | 0.9 | 2,500 | 0.80 | 2,000 | 220 | 8.74 | 10.93 | 2 x 15 A | 0.80 | 1.00 | 8.74 | 50 | 10 | 5.26 | 1.31 | 1250 | 1250 | 1250 | |
| E-15,17(15,17) | | | | | | 1 | 0.9 | 2,500 | 0.80 | 2,000 | 220 | 8.74 | 10.93 | 2 x 15 A | 0.80 | 1.00 | 8.74 | 50 | 10 | 5.26 | 1.31 | 1250 | 1250 | 1250 | |
| CANTIDAD | | 33 | 18 | 13 | 3 | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| W | | 5,940 | 81 | 117 | 45 | 7,500 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| VA | | 5,346 | 90 | 130 | 51 | 8,334 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 4444 4363 4282 |

| | | | |
|---------------------------|-----------------|-------------------------------|--------------|
| W | | FACTOR DE DEMANDA GENE | 0.79 |
| POTENCIA INSTALADA | 13,089.0 | DESBALANCEO= | 3.65% |
| POTENCIA DEMANDADA | 10,357.8 | | |
| CARGA FUTURA TOTAL | 10,875.7 | | |

| EQUIPO | | ALUM. Y CONT. | | FP | POTENCIA INSTALADA | FD | POTENCIA DEMANDADA | V | I (INSTALADA) | (DEMANDADA) | CORRIENTE DE PROTECCIÓN | PROTECCIÓN | FACTORES DE CORRECCIÓN | | le | LONGITUD | LIMENTADORE | SECCIÓN | CAÍDA DE TENSIÓN | CONDUCT OR DEL NEUTRO | CONDUCTO R DE PUESTA A TIERRA | POTENCIA | | | |
|----------|---|---------------|---|----|--------------------|----|--------------------|--------|---------------|-------------|-------------------------|------------|------------------------|----------------------|----------|----------|-------------|---------|------------------|-----------------------|-------------------------------|----------|----|----------------|----------------|
| VA | W | A | B | C | W | W | W | V | A | A | A | | RUPAMEN | TEMPERATU RA DE 30°C | A | m | AWG ó Kcmil | mm² | e% | AWG | AWG | FA | FB | FC | |
| CTO. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TAB. "E" | | 1 | 3 | 5 | 1 | | 0.9 | 13,089 | 1.00 | 10,357 | 220 | 38.17 | 30.20 | 37.75 | 3 x 40 A | 0.80 | 1.00 | 30.20 | 50 | 6 | 13.30 | 1.83 | 6 | 10 | 4363 4363 4363 |
| CANTIDAD | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| W | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| VA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 4363 4363 4363 | |

| | | | |
|---------------------------|-----------------|---------------------------|-----------------|
| W | | VA | |
| CARGA INSTALADA | 13089.0 | CARGA INSTALADA | 14543.3 |
| CARGA DEMANDADA | 10357.0 | CARGA DEMANDADA | 11507.8 |
| CARGA FUTURA TOTAL | 10874.85 | CARGA FUTURA TOTAL | 12083.17 |

| | | |
|--------------------------|--|--------------|
| FACTOR DE DEMANDA | | 0.79 |
| DESBALANCEO | | 0.00% |



3.5-ANEXO 2: DIAGRAMA UNIFILAR

SE CONSIDERA ACOMETIDA EN M.T., TIPO AEREA-SUBTERRANEA 13.8 KV EN EL LIMITE DEL PREDIO, LA CUAL SE DEBERA VERIFICAR CON UN ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE LA TENSION DE SUMINISTRO PROPORCIONADO POR CFE.

