TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez

TRABAJO PROFESIONAL

COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO ELÉCTRICO

QUE PRESENTA:

ÁNGEL ALBERTO LÓPEZ LÓPEZ.

CON EL TEMA:

"PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN PARA EL CONJUNTO ICONO, EDIFICIO DE OFICINAS (300 KVA)"

ASESORES:

ING. LUIS ALBERTO PÉREZ LOZANO.
ING. JULIO ENRIQUE MEGCHUN VÁZQUEZ.
ING. CEIN TECO LOPEZ.
ING. JOSE LUIS RÍOS COUTIÑO.

MEDIANTE:

OPCIÓN X

(MEMORIA DE RESIDENCIA PROFESIONAL)

TUXTLAGUTIÉRREZ, CHIAPAS **MARZO 2017**

INDICE

Página.

CAPITULO 1
ESTUDIO PREELIMINAR DEL PROYECTO 6

1.1 RECOPILACIÓN DE LA INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA ZONA Y DEL PREDIO DONDE SE LOCALIZA EL EDIFICIO CONJUNTO ICONO…….. 6
1.2 LOCALIZACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA URBANA CIRCUNDANTE…….. 6
1.3 ELABORACIÓN DE CROQUIS DE LOCALIZACIÓN DE LAS ÁREAS QUE ALBERGARAN A LAS OFICINAS DEL CONJUNTO ICONO…….. 7

CAPITULO 2
MEMORIA TÉCNICA DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA 8

2.1 MEMORIA TÉCNICA DESCRIPTIVA DEL PROYECTO……. 8
2.2 INFORMACIÓN DEL CIRCUITO DE MEDIA TENSIÓN QUE ALIMENTARA LA SUBESTACIÓN DEL CONJUNTO ICONO……..... 9

CAPITULO 3
CALCULO Y DISEÑO DE MEDIA TENSIÓN 10

3.1 TRANSICION EN MEDIA TENSION. …… 10
3.2 CALCULO DE LAS PROTECCIONES CONTRA SOBRETENSIONES (APARTARRAYOS)…. 12
3.3 CALCULO DEL CONDUCTOR DE ENERGÍA…… 13
3.4 DISEÑO Y CÁLCULO DE LA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA…… 14
3.5 DIGITALIZACIÓN DE PLANOS EN MEDIA TENSIÓN EN AUTOCAD…… 16
3.6 DIGITALIZACIÓN DE PLANOS EN MEDIA TENSIÓN EN DEPRORED……. 19

CAPITULO 4
DISEÑO Y DISTRIBUCION DE BAJA TENSIÓN. 20

4.1 ALIMENTADORES……. 20
4.2 CÁLCULO DEL ALIMENTADOR PRINCIPAL…….. 21
4.3 MODULO DE MEDICIÓN…….. 27
4.4 DISEÑO Y CÁLCULO DE CIRCUITOS DERIVADOS……... 28
4.5 UBICACIÓN ESTRATÉGICA DE LA SUBESTACIÓN, TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN, TRAYECTORIAS DE LOS ALIMENTADORES ELÉCTRICOS…… 38

CAPITULO 5
CÁLCULO DE CORTOCIRCUITO. 40

5.1 CÁLCULO DE CORTO CIRCUITO POR EL MÉTODO DE LOS MVA´S……... 41
5.2 SIMULACIÓN DE CORTO CIRCUITO CON EL PROGRAMA MELSHORT 2 …… 49

CAPITULO 6
MALLA DE TIERRA DE LA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 300 KVAS. 51

6.1 CÁLCULO Y DISEÑO DE LA MALLA DE TIERRA DE LA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA…….... 53

CAPITULO 7
ANÁLISIS Y DISEÑO DE ILUMINACIÓN. 64

7.1 ASPECTOS TÉCNICOS Y NORMAS QUE RIGEN UN SISTEMA DE ILUMINACIÓN……... 65
7.2 CALCULO POR EL MÉTODO DE LOS LÚMENES……. 66
7.3 SIMULACIÓN CON EL PROGRAMA DIALUX 4.12 …… 76

CAPITULO 8
ANÁLISIS Y DISEÑO DE CONTACTOS. 82

8.1 CONTACTOS NORMALES Y DE EMERGENCIA……. 82
8.2 CÁLCULO DE LOS CIRCUITOS DERIVADOS…….. 84
8.3 CONTACTOS REGULADOS…….. 85

CAPITULO 9
SELECCIÓN DE EQUIPO DE AIRES ACONDICIONADO. 93

9.1 EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO…….. 93

CAPITULO 10
SERVICIO DE VOZ Y DATOS. 97

10.1 NORMAS QUE RIGEN LOS SERVICIOS DE VOZ Y DATOS……... 97
10.2 SERVICIO DE VOZ Y DATOS PARA EL EDIFICIO CONJUNTO ICONO…….. 101

CAPITULO 11
PLANTA DE EMERGENCIA. 112

CONCLUSIÓN…… 115
BIBLIOGRAFIA……... 117
ANEXOS…….. 118

INTRODUCCION.

Para proyectar una instalación eléctrica se hará un análisis previo de la instalación que se trate, en el que se considere el tipo de instalación desde el punto de vista arquitectónico y de servicio, es decir, si se trata de un edificio para una industria, comercio, oficinas, escuela, departamentos, edificios altos etc. Y con esto también el tipo de cargas y formas de suministro de la energía eléctrica. Esto involucra una determinación cuidadosa de los requerimientos eléctricos usuales, y del tipo especial para el tipo de edificio. Además de que una instalación eléctrica debe tener las siguientes características:

- Operación eficiente del circuito.
- Confiabilidad del circuito eléctrico.
- Economía y seguridad para el usuario.
- Facilidad y rapidez de instalación.
- Cumplimiento de las Normas Vigentes.

La instalación eléctrica en media y baja tensión para el CONJUNTO ICONO, EDIFICIO DE OFICIONAS debe realizarse en forma eficiente con la máxima economía, sin menoscabo del cumplimiento de los lineamientos incluidos en cada Norma. La descripción de los equipos materiales y accesorios que se incluyen en la presente están fabricadas y diseñadas de acuerdo a Normas estrictas por CFE y a la NOM-001-SEDE-2012

He tenido la oportunidad de participar activamente en el diseño y la ejecución de la instalación eléctrica del CONJUNTO ICONO, he podido aplicar una gran cantidad de los conocimientos que he adquirido durante la realización de mis estudios, además de ampliarlos y complementarlos, ha sido una experiencia muy enriquecedora.

Lo que me atrajo de las instalaciones eléctricas en baja tensión es la gran variedad de conceptos eléctricos que se aplica en ellas. Suponen la conclusión de todo un sistema eléctrico, cuya finalidad es la de transportar la energía desde las centrales generadoras hasta los consumos finales. Adecuar y distribuir esa energía entre las diferentes cargas de la forma más eficaz, con la eficiencia máxima, cumpliendo con las necesidades del consumidor final es un gran reto que requiere soluciones complejas.

Hoy en día, las instalaciones eléctricas son una parte fundamental e imprescindible en la construcción de un edificio, no podemos concebir un edificio sin una instalación de iluminación, protección contra incendios, climatización, sistema de alimentación ininterrumpida, etc.

En este proyecto se ha querido mostrar todo lo anterior, aplicando soluciones en función de la normativa vigente, entendiendo e interpretando las instrucciones técnicas, aplicando conocimientos adquiridos en clase y contemplando diferentes soluciones para un mismo propósito.

En definitiva, la realización de este proyecto durante los últimos 6 meses me ha servido para adquirir la madurez suficiente para desempeñar la labor de un ingeniero. He entendido como afrontar la distribución de energía eléctrica en un edificio desde la acometida de media tensión hasta las cargas finales, con las protecciones adecuadas, buscando siempre la estabilidad y la seguridad en el suministro, además de la eficiencia energética máxima, aplicando desde la compensación de energía reactiva hasta la instalación de cargas con el mayor rendimiento. Tras ver el resultado final del trabajo, creo que el esfuerzo ha merecido la pena.

OBJETIVO.

Presentar de manera completa la forma y los criterios que se tomarán como base para la elaboración del proyecto de instalación eléctrica en media y baja tensión para EL CONJUNTO ICONO, EDIFICIO DE OFICINAS, representando en esta memoria las características más importantes que pudieran verse afectadas por alguna falla. Así también dar a conocer la existencia de normas que rigen las instalaciones destinadas al suministro y uso de la energía eléctrica NOM-001-SEDE-2012 así también las NORMAS SUBTERRÁNEAS DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN DE CFE. Mencionando algunos artículos de la misma aplicados en forma práctica para la elaboración del proyecto así mismo para la Elaboración de los planos del proyecto ejecutivo y la correspondiente memoria técnica.

GENERALIDADES.

DEFINICION DE INSTALACIÓN ELECTRICA.

Es el conjunto de elementos necesarios para conducir y transformar la energía eléctrica para que sea utilizada en máquinas y aparatos receptores para su utilización final.

El objetivo de una instalación eléctrica es fundamentalmente cumplir con los servicios que fueron requeridos durante la etapa de proyecto, es decir, en esencia proporcionar servicio con el propósito de que la energía eléctrica satisfaga los requerimientos de los distintos elementos receptores que transformaran según sean las necesidades.

Dentro del concepto genérico de instalación eléctrica se pueden catalogar diferentes tipos de instalaciones desde la generación hasta la utilización de la energía eléctrica, pasando por las etapas de transformación, transmisión y distribución.

CAPITULO 1

ESTUDIO PREELIMINAR DEL PROYECTO.

1.1 RECOPILACIÓN DE LA INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA ZONA Y DEL PREDIO DONDE SE LOCALIZA EL EDIFICIO CONJUNTO ICONO.

El conjunto icono es un edificio que se utilizara para oficinas, se ubica en av. Paseo de las Fuentes No. 431, col. Santa Elena, Tuxtla Gutiérrez Chiapas. Detrás del hotel Camino Real y colinda con el hotel Fiesta Inn.

1.2 LOCALIZACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA URBANA CIRCUNDANTE.

El edificio del Conjunto Icono colinda al norte con el Hotel Marriott y al Oriente con el Hotel Fiesta Inn, el uso del suelo para esta construcción es para uso comercial, oficinas y departamentos. La superficie del predio es de 15, 092.57 M^2 La superficie total que se construyo fue de 28, 372.33 M^2 con una superficie libre del predio de 7, 920.73 M^2 la superficie total que se utilizara para las oficinas de cada piso será de 1, 454.55 M^2 , queda una superficie libre del predio de 7920,73 M^2.

Fig. 1.2

1.3 ELABORACIÓN DE CROQUIS DE LOCALIZACIÓN DE LAS ÁREAS QUE ALBERGARAN A LAS OFICINAS DEL CONJUNTO ICONO.

Fig. 1.3

CAPITULO 2

MEMORIA TÉCNICA DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA.

2.1 MEMORIA TÉCNICA DESCRIPTIVA DEL PROYECTO.

El alcance de esta memoria descriptiva es el de explicar de forma general los criterios y propuestas de diseño para el suministro de energía eléctrica en media y baja tensión, transformador, cálculo de conductores, alimentador e interruptor principal, tableros generales y centros de carga, protecciones eléctricas, alimentadores eléctricos, circuitos derivados, alumbrado interior, sistema de tierra para la subestación y las áreas de oficinas del CONJUNTO ICONO; lo anterior tomado en consideración las recomendaciones (indicativas mas no restrictivas) de los fabricantes de materiales y equipos que se describen en su catálogos de productos, mismos que están debidamente certificados y avalados por la Norma Oficial Mexicana (**NOM**).

La instalación se ha diseñado de tal manera que satisfaga a la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012, sobre las instalaciones eléctricas (utilización), para ofrecer seguridad e integridad de los operarios de la instalación y de los equipos. Se ha proyectado de manera que sea adecuada (capacidad, dimensiones y características apropiadas) a las actividades en las que se requiera energía eléctrica. Así también la iluminación se ha diseñado con el propósito de que sean construidos haciendo un uso eficiente de la energía eléctrica, mediante la optimización de diseños y la utilización de equipos y tecnologías que incrementen la eficiencia energética sin menoscabo de los niveles de iluminancia requeridos.

2.2 INFORMACIÓN DEL CIRCUITO DE MEDIA TENSIÓN QUE ALIMENTARA LA SUBESTACIÓN DEL CONJUNTO ICONO.

La subestación del conjunto Icono se alimentara de la línea aérea de 13, 200 volts, que proporciona CFE, aportando en este punto en particular una potencia de corto circuito de 250 MVA trifásico ingresando la línea de distribución por La Av. Paseo de las fuentes, cuenta con una transición aérea-subterránea dirigida hacia un transformador trifásico tipo pedestal para operación en anillo capacidad de 300 KVA ya calculada con conexión en media y baja tensión Estrella – Estrella aterrizada 13,200/7620V, 220/127 con cuatro derivaciones 2 arriba y 2 abajo del voltaje nominal con 2.5% cada una, 60 Hz, con enfriamiento natural en aceite, con fusibles en media tensión con seccionadores en anillo y radial sin interruptor termo magnético en baja tensión, 2300MSNM y clase de aislamiento A65 con boquilla tipo poso 200Amp y especificación CFE.

Es de suma importancia mencionar que al iniciar con los tramites y planos de media tensión ante la CFE para el proyecto CONJUNTO ICONO es necesario la firma de autorización de aprobación del proyecto por el departamento de planeación Tuxtla para iniciar con la construcción de la misma. Se recomienda que en cualquier proyecto se tengan las firmas antes mencionadas para su construcción.

El edificio contara con un Generador de Respaldo de 75 KW, 60 HZ 220/127V- 3F. Para el ELEVADOR 1 Y 2 Y para los servicios General de Alumbrado y Contactos.

CAPITULO 3

DISEÑO DE MEDIA TENSIÓN.

3.1 TRANSICION EN MEDIA TENSION.

Por la ubicación del edificio CONJUNTO ICONO y tomando en consideración las normas de distribución de CFE, la propuesta de la línea y red de distribución tendrá las siguientes características: el punto de suministro será en línea existente aérea 3F-4H ACSR 3/0. El tipo de estructura aérea en media tensión será tipo RD30/TS3N con poste de concreto de 12-750. La red de distribución será subterránea partiendo de una Transición Trifásica con Terminal para exterior en frio 15kv cal. 3/0 (Fig. 3.2), Apartarrayos tipo Riser-pole 15kv con cortacircuitos fusibles 15 kv de 13 A (CCFS) con conductor de energía XLP 3/0 awg aislamiento 100% (Fig. 3.7), alojado en tubo PAD negro para transición de 4" que alimentara un transformador trifásico tipo pedestal para operación en anillo capacidad de **300 KVA** ya calculada. El neutro de la red de distribución será con cable de cobre desnudo calibre 1/0, el cual se conectará a electrodo de tierra de 16mm de diámetro x 3.00 m, mediante conectadores de fusión en el registro de la acometida.

El cable de energía quedara alojado en tubo PADC de 76 mm y el neutro quedará directamente enterrado en toda su trayectoria, el recorrido está determinado principalmente que sea a lo largo de la banqueta de 2 mts de ancho al interior de la propiedad. La capacidad instalada de transformación será de 300 KVA, distribuidas en las fases A, B y C balanceadas.

Durante el recorrido del alimentador para alimentar al Transformador se utilizaran las terminales Pre moldeadas tipo codo portafusiles para 200 A clase 15 KV así como tipo inserto e indicador Monopolar de falla de reposición automática que le darán continuidad al alimentador y que serán de las características adecuadas al calibre del mismo.

Se recomienda antes de iniciar con la excavación en calles donde exista tránsito de vehículos se realicen los permisos pertinentes ante municipio, Smapa, Telmex y Mega cable para no dañar sus instalaciones si existiera.

En la base del poste se instalara un registro de concreto armado normado por la CFE que son del tipo RMTB-4 este será el punto de conexión de las canalizaciones de ductos y que su pendiente está determinado por la pendiente natural del terreno. En toda la trayectoria del banco de ductos se marcará bajo relieve las siglas de CFE.

La selección del alimentador ha sido determinado tomando como referencia las normas de distribución subterránea de CFE que nos limita a una caída máxima del voltaje a un 1% y a considerar un conductor no menor al calibre 1/0 de AL.

FIG. 3.2 TERMINAL CONTRÁCTIL EN FRÍO 15 KV

FIG. 3.3 BOTA TERMOCONTRACTIL 4" X 3 SALIDAS

FIG. 3.4 TRANSICIÓN EN MEDIA TENSIÓN AÉREA-SUBTERRÁNEA.

FIG. 3.5 APARTARRAYO RISER-POLE.

FIG. 3.6 CFE-RMTB4

FIG. 3.7 CONDUCTOR DE ENERGÍA XLP 100% AISL. PARA 15 KV

3.2 CALCULO DE LAS PROTECCIONES CONTRA SOBRETENSIONES (APARTARRAYOS).

Se deben instalar **APARTARRAYOS DE OXIDO DE ZINC TIPO TRANSICIÓN (RISER POLE).**

La selección del voltaje máximo de operación continúa:

MCOV: $\left(\frac{V\ entre\ fases}{\sqrt{3}}\right)$ (factor TOV)

Donde el factor TOV es el factor que considera el aumento de tensión temporal y de acuerdo a la Norma ANSI C62.11-1987, se toma como 1.06

El factor de conexión a tierra del sistema FA considera el aumento transitorio de tensión a que se someten las fases no falladas durante una falla a tierra y el cual depende del tipo de puesta a tierra del neutro del sistema. En un sistema con neutro sólidamente conectado a tierra. Este factor es típicamente de 1.3 A 1.4.

La tensión nominal del apartarrayo debe entonces seleccionarse como igual o mayor al producto de la tensión máxima de operación MCOV y el factor de puesta a tierra.

Tensión nominal = (MCOV) (FA) del apartarrayo.

Para este proyecto se tiene un sistema de 13.2 KV con neutro sólidamente conectado a tierra.

MCOV = $\left(\frac{13.2\ KV}{\sqrt{3}}\right)$ (1.06) = 8.07 kv

Considerando un factor de puesta a tierra de 1.4:

Tensión nominal = (8.07)(1.4) = 11.30 kv, lo que indica que el **apartarrayo a seleccionar deberá de ser clase 12 KV.**

3.3 CALCULO DEL CONDUCTOR DE ENERGÍA.

La impedancia para el conductor de Energía se calcula de la siguiente manera:

$$Z = \sqrt{(R^2 + X_L^2)}$$

Obtenemos para el cable de energía de Aluminio cal **3/0 Z= 0.000533 Ohm/m.** ver anexos tabla 3.3

Se calcula la caída de Tensión según la fórmula:

$$\%e = \frac{ZLI}{V_n}$$

Dónde:

Z= Impedancia del Conductor. (0.5330)

L= Longitud del Conductor. (0.025km)

I= Corriente Nominal en A. (13.12A)

V_n= Voltaje de Fase a Neutro (7.620 kv)

$$I = \frac{kVA\ x\ 1000}{1.73x\ 13{,}200} = 13.12\ A$$

$$\%e = \frac{ZLI}{V_n} = \%e = \frac{0.5330X0.025X13.12}{7.620} = 0.022\%$$

El calibre del conductor propuesto en este proyecto cumple con la caída de tensión máxima de acuerdo a las normas de distribución subterránea de CFE que nos limita a una caída máxima del voltaje a un 1% y a considerar un conductor no menor al calibre 1/0 de AL.

Es importante mencionar que en los registros de media tensión que se construirán para cambios de dirección o en la acometida para el equipo a alimentar se dejara una cantidad excedente de cable igual al perímetro del registro que nos permita en caso de emergencia tenerlo en disponibilidad, el cual deberá ser alojado en ménsula que estará instalado en el perímetro interior del registro a un nivel medio sobre el nivel de piso terminado.

3.4 DISEÑO Y CÁLCULO DE LA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA.

El suministro de la energía eléctrica para el CONJUNTO ICONO, EDIFICIO DE OFICINAS. Será por la compañía suministradora de energía (CFE) a una tensión de 13200 volts.

3.4.1 SUBESTACIÓN ELÉCTRICA.

La carga total demandada es de 336.14 KW, tomando un Factor de Diversidad (0.9) tenemos $(336.14 \times 0.9) = 302.52\ kW$ con esto tenemos 336 KVA total, ahora bien tomando en cuenta con un porcentaje de utilización del 80 % determinamos que (336 x 0.8) = la potencia de utilización será de **268.9 KVA** considerando el tipo de instalación para el conjunto icono, edificio de oficinas.

Por lo que se selecciona un transformador trifásico tipo pedestal para operación en anillo capacidad de **300 KVA** (Fig. 3.5), ya calculada con conexión en media y baja tensión Estrella – Estrella aterrizada 13,200/7620V, 220/127 con cuatro derivaciones 2 arriba y 2 abajo del voltaje nominal con 2.5% cada una, 60 Hz, con enfriamiento natural en aceite, con fusibles en media tensión y codos portafusiles para 200 A clase 15 KV, 2300MSNM y clase de aislamiento A65 especificación CFE K0000-07. Y 5% de impedancia en el transformador.

Es importante mencionar que el transformador en el lado de media tensión aérea contara con protección CCF15KV de 13 Ampers y en el transformador se instalaran Codos Portafusibles de acuerdo a la capacidad del equipo 13 Ampers y además deberá quedar instalado un indicador de falla de restablecimiento automático que nos garantizara una respuesta inmediata para los puntos en que se presenten fallas.

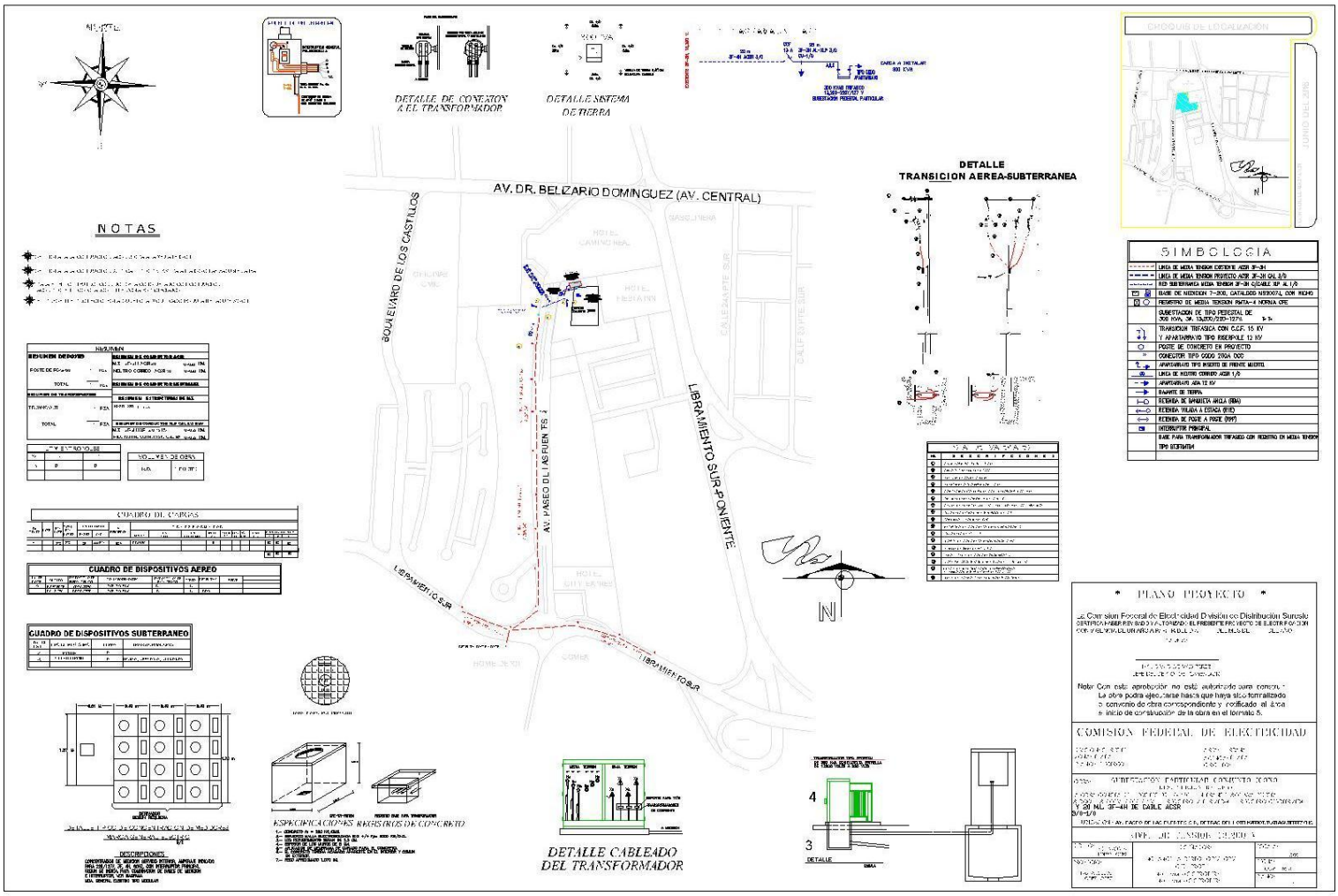
Así mismo este equipo para que puedan ser recibidos para su operación y mantenimiento por la CFE deberán contar con su aviso de laboratorio de prueba (LAPEM) de la propia CFE así mismo se entregara a la CFE los planos de media tensión en AutoCAD y en DEPRORED a demás deberá quedar debidamente conectado mediante conector de fusión al neutro del transformador al neutro corrido del sistema, debiendo garantizar que para su operación el valor de la resistencia de tierra, no será mayor a 5y 10 ohms en época de lluvia y estiaje respectivamente.

Se recomienda que para el sistema de tierra física del trasformador se utilice intensificador de tierra (GEM) para disminuir la resistencia de la tierra y poder cumplir con las normas de CFE.

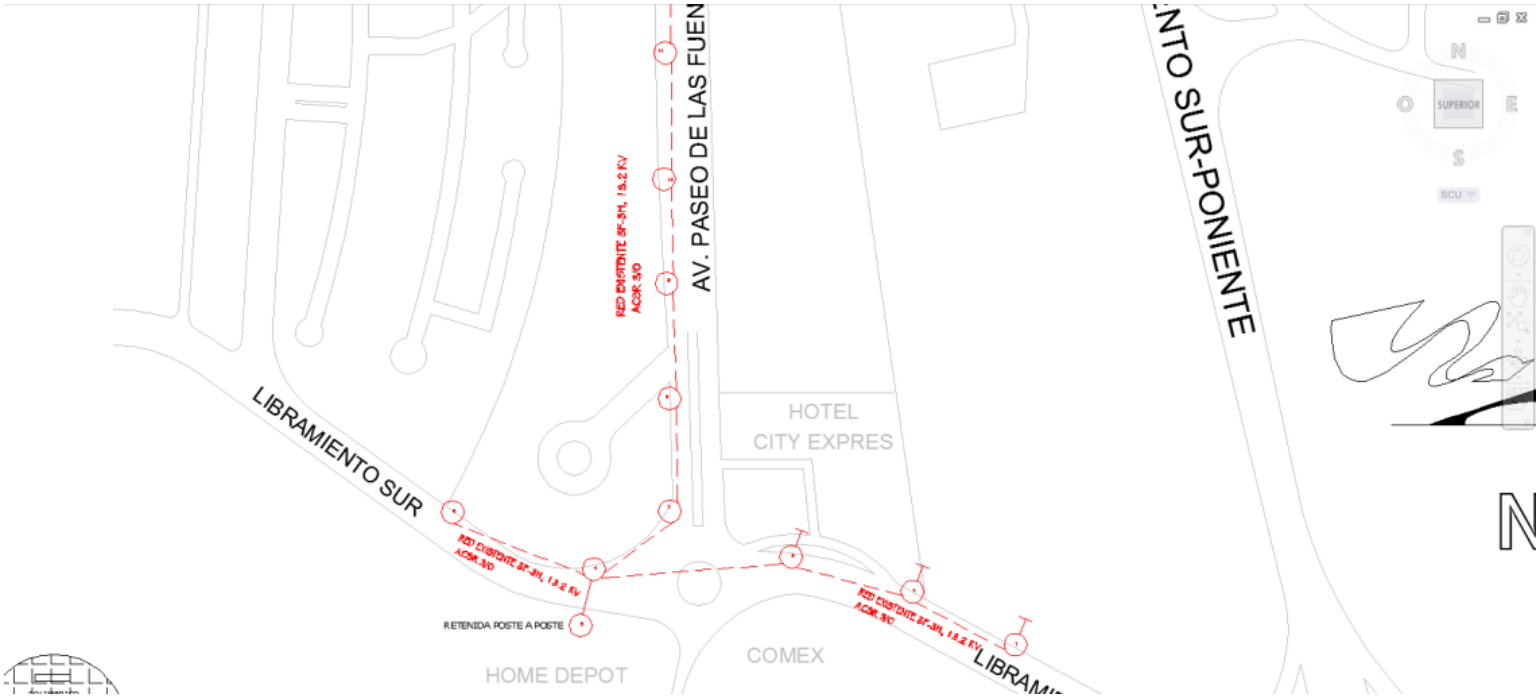
Así mismo la capacidad y su ubicación están fundamentadas por las bases de proyecto y los cálculos de regulación obtenidos. Se selecciona un transformador tipo pedestal debido a las ventajas de seguridad, conservación, mantenimiento, espacio y economía.

Fig. 3.5

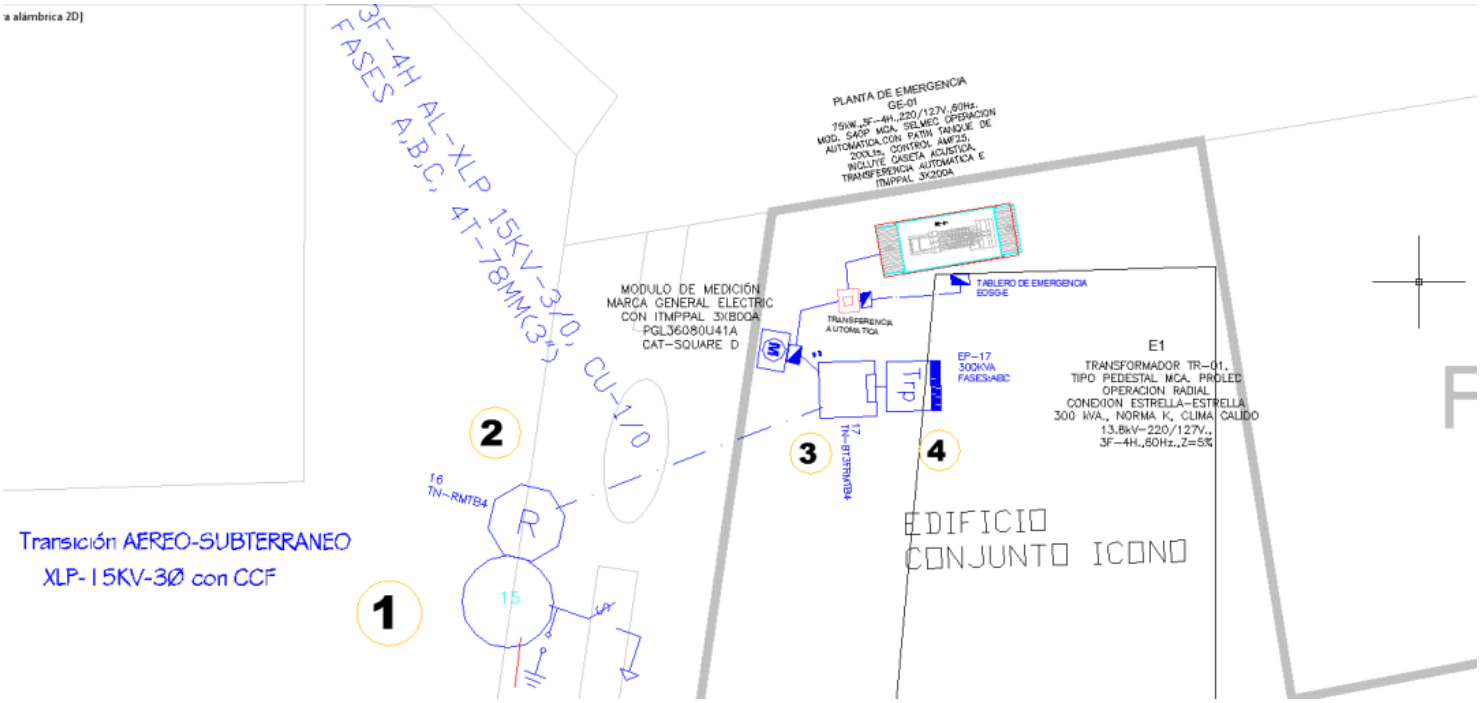
3.5 DIGITALIZACIÓN DE PLANOS EN MEDIA TENSIÓN EN AUTOCAD.

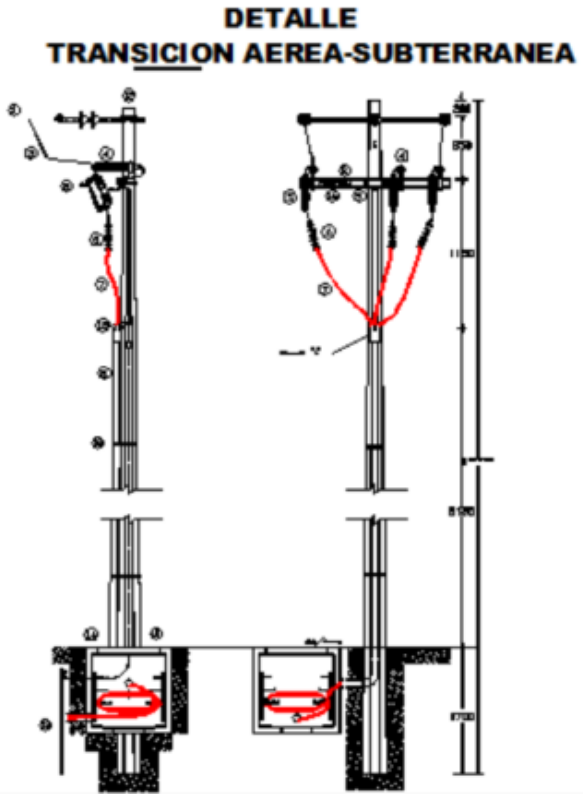


LÍNEA EXISTENTE CFE QUE ALIMENTARA AL EDIFICIO CONJUNTO ICONO.



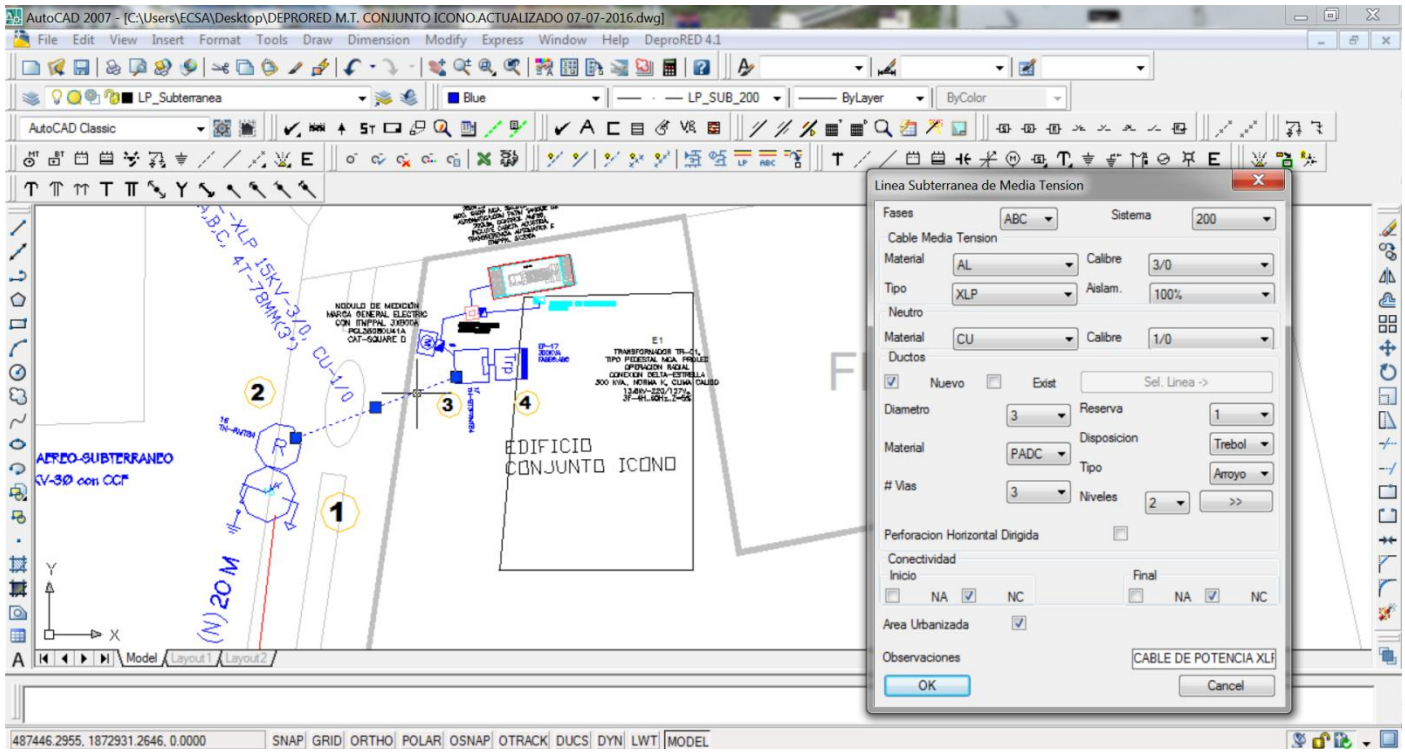
TRANSICIÓN AÉREO-SUBTERRÁNEO EDIFICIO CONJUNTO ICONO.

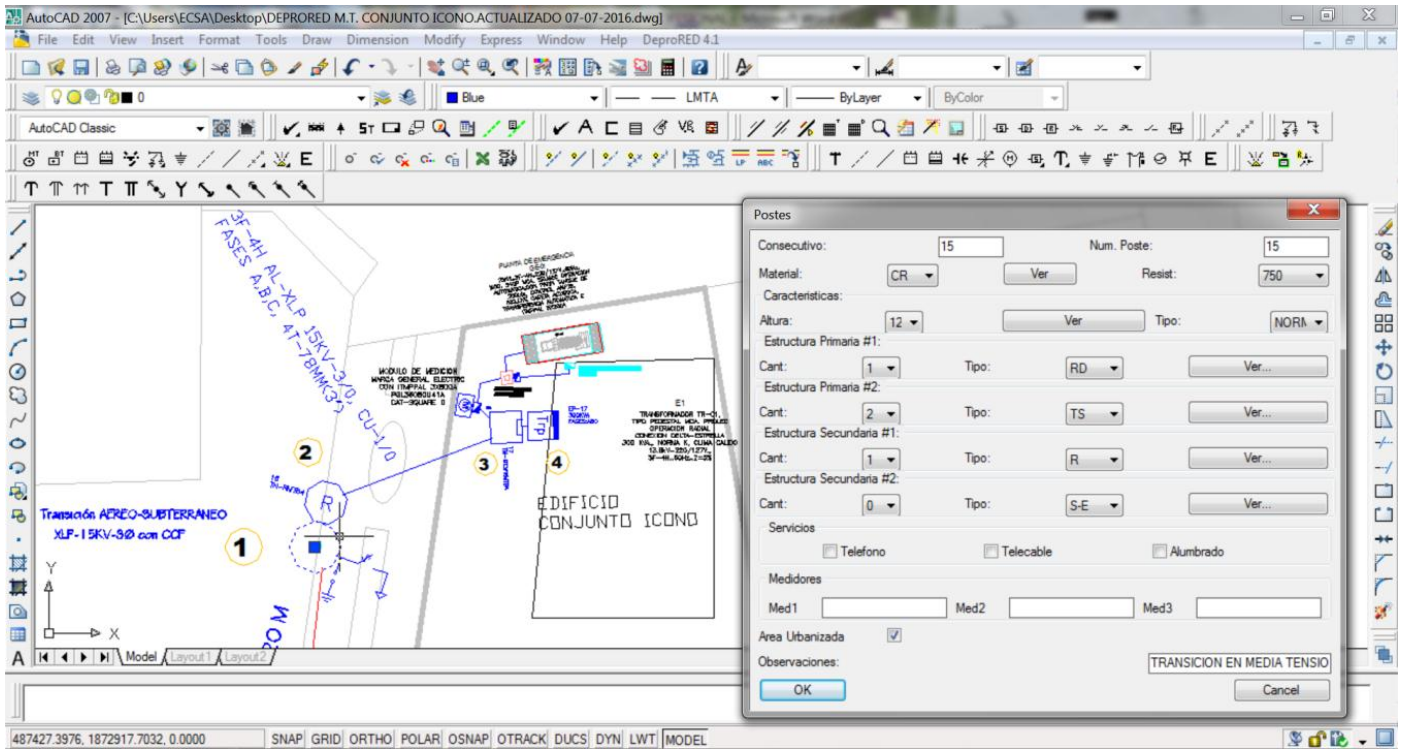




SIMBOLOGIA	
	LINEA DE MEDIA TENSION EXISTENTE ACSR 3F-3H
	LINEA DE MEDIA TENSION PROYECTO ACSR 3F-3H CAL 3/0
	RED SUBTERRANEA MEDIA TENSION 3F-3H C/CABLE XLP AL 3/0
	BASE DE MEDICION 7-200, CATALOGO MS2007J, CON NICHO
	REGISTRO DE MEDIA TENSION RMTA-4 NORMA CFE
	SUBESTACION DE TIPO PEDESTAL DE 300 KVA, 3Ø, 13,200/220-127V.
	TRANSICION TRIFASICA CON C.C.F. 15 KV Y APARTARRAYO TIPO RISERPOLE 12 KV
	POSTE DE CONCRETO EN PROYECTO
	CONECTOR TIPO CODO 200A OCC
	APARTARRAYO TIPO INSERTO DE FRENTE MUERTO
	LINEA DE NEUTRO CORRIDO ACSR 1/0
	APARTARRAYO ADA 12 KV
	BAJANTE DE TIERRA
	RETENIDA DE BANQUETA ANCLA (RBA)
	RETENIDA VOLADA A ESTACA (RVE)
	RETENIDA DE POSTE A POSTE (RPP)

3.6 DIGITALIZACIÓN DE PLANOS EN MEDIA TENSIÓN EN DEPRORED.





CAPITULO 4

DISEÑO DE BAJA TENSIÓN.

4.1 ALIMENTADORES.

En cumplimiento al Artículo 215-1 a) de la NOM-001-SEDE-2012.- Los conductores de los alimentadores deben tener una ampacidad no menor que la necesaria para suministrar energía a las cargas calculadas de acuerdo a las Partes C, D y E del Artículo 220. El tamaño mínimo del conductor del circuito alimentador antes de la aplicación de cualquier ajuste o de factores de corrección, debe tener una ampacidad permisible no menor a la carga no continua, más el 125 por ciento de la carga continua.

Artículo 220-5. Cálculos. a) Tensiones. Si no se especifican otras tensiones, para el cálculo de cargas del alimentador y de los circuitos derivados, deben aplicarse las tensiones de 120, 120/240, 220Y/127, 208Y/120, 220, 240, 347, 440, 460, 480Y/277, 480, 600Y/347 y 600 volts.

b) Fracciones de un ampere. Cuando los cálculos den como resultado una fracción decimal se permitirá redondear al ampere entero más cercano. Cuando la fracción decimal es menor que 0.5 se redondeará hacia abajo.

4.2 CÁLCULO DEL ALIMENTADOR PRINCIPAL.

La protección eléctrica principal se selecciona en función de la carga por servir.

4.2.1 CÁLCULO DE LA CORRIENTE NOMINAL.

$$I_n = \frac{W}{\sqrt{3} * VL * f.p.} = \frac{336{,}140W}{\sqrt{3} * 220V \times 0.90} = 980.15A$$

DONDE:

In = Corriente nominal en amperes

P = Carga total instalada expresada en watts = 336.140Kw

VL= Voltaje entre fases = 220 volts

F.P. = Factor de potencia = 0.9

In= 336040/(1.7320*220*0.9)=980.15 AMPERES

In = 980.15 Amp.

4.2.2 SELECCIÓN DE LA PROTECCIÓN CONTRA SOBRE CORRIENTE.

En cumplimiento a la NOM-001-SEDE-2012 ***Artículo 215-3. Protección contra sobre corriente.*** Los alimentadores deben estar protegidos contra sobre corriente según lo establecido en la Parte A del Artículo 240. Cuando un alimentador suministra cargas continuas o cualquier combinación de cargas continuas y no continuas, la capacidad nominal del dispositivo de protección contra sobre corriente no debe ser menor a la carga no continua, más el 125% de la carga continua.

Y el artículo 240.- La protección contra sobre corriente de los conductores y de equipo se instala de modo que abra el circuito si la corriente eléctrica alcanza un valor que pudiera causar una temperatura excesiva o peligrosa de los conductores o de su aislamiento que den posibilidad de un incendio.

Como ya se calculó la corriente que fue de **In = 980.15 Am** El tamaño comercial es un ITM de **3P-1000 Amp**, catalogo Squared 2016 **(PGA36100U41A)** por lo que la indicamos como propuesta para este proyecto.

4.2.3 SELECCIÓN DEL CONDUCTOR DEL ALIMENTADOR PRINCIPAL.

Calculamos la corriente que circulara por el conductor del alimentador principal.

In = 300 KVAS / (√3 * 220) = 787.29 Amp.

De acuerdo a la NOM-001-SEDE-2012 ***Articulo 450. Tabla 450-3(a)(2)(b)*** en el lado secundario del transformador se debe proteger por dispositivo de protección con capacidad o ajustado a no más del 125% de la corriente del lado secundario del transformador.

Por lo tanto 787.29 x 1.25 = 984.11 A

Buscamos en la ***Anexos Tabla 310-16*** De la NOM-001-SEDE-2012 en este caso para el proyecto un conductor del calibre 400 KCM de cobre conduce una corriente de 335 Amp a 75°C, multiplicamos por 4 que son los conductores = 1340 Amp. Buscamos en ***Anexos Tabla 310-15(g)*** ya que son más de 3 conductores activos en una canalización y se usa el **factor de corrección por agrupamiento**, en el proyecto serán 4 conductores por fase alojados en 4 tuberías de 4" esto es igual a 16 conductores con un 80% de factor de corrección de (4-6 conductores). Tenemos que (1340 x 80%)= **1072 Amp.**

Por lo tanto en este proyecto utilizaremos el conductor **400 KCM 4 por fases** para el alimentador principal.

4.2.4 CALCULO DE CAÍDA DE TENSIÓN DEL ALIMENTADOR PRINCIPAL.

%e = (2 * L * In) / (Vn * S)

DONDE:

L= Longitud.

In= Corriente Nominal

Vn= Voltaje al neutro.

S= sección transversal del conductor en mm^2 (202.68x4)

%e = (2 * 15 *979.77) / (127 * 810.72)

%e = 0.28

Es un porcentaje aceptable de acuerdo a la NOM-001-SEDE-2012 ya que no debe pasarse más del 2%

4.2.5 CALCULO DEL CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA.

El tamaño del conductor del electrodo de puesta a tierra en la acometida, en cada edificio o estructura alimentada por un alimentador o circuito derivado o en un sistema derivado separado de un sistema de corriente alterna puesto a tierra o no puesto a tierra, se debe seleccionar de acuerdo al ***Artículo 250 Tabla 250-66 (Anexos)*** de la norma vigente y no debe ser menor al dado en la misma.

Se selecciona 1 conductor calibre **1/0 de cobre desnudo** por tubería ya que se están instalando 4 conductores por fases cal. 400 kcm en 4 tuberías de acuerdo a la ***Tabla 250-66 De la NOM-001-SEDE-2012.***

4.2.6 CALCULO DE LA TUBERÍA DEL CONDUCTOR ALIMENTADOR PRINCIPAL.

Para calcular el diámetro de la tubería (conduit) a utilizar, se deberá de conocer el tamaño de los conductores que se instalaran dentro de la tubería.

Para calcular el porciento de ocupación de los conductores en una tubería (conduit) se debe tomar en cuenta todos los conductores de fase y el neutro cuando se utilicen y los conductores de puesta a tierra, tanto si están con o sin aislamiento.

La ocupación máxima permitida de un tubo (conduit) se muestra en la ***Tabla 10-1 (Anexos)*** la cual aplica a instalaciones completas de tubo (conduit).

Se consulta la ***Tabla 10-5 De la NOM-001-SEDE-2012 (ANEXOS)*** y se busca la sección transversal del conductor 400 kcm con aislamiento THW.

De la ***Tabla 10-5***, se observa que el área del conductor de tamaño 400 kcm es de 427 mm^2 con aislamiento.

Se consulta la ***Tabla 8 De la NOM-001-SEDE-2012 (Anexos)*** y se busca la designación del conductor ***1/0*** de cobre sin aislamiento y con 14 alambres.

De la ***Tabla 10-8,*** se observa que el área del conductor de tamaño 1/0 de 14 alambres sin aislamiento es de 70.41 mm^2

Se procede a realizar las siguientes operaciones:

Número de conductores	**Tamaño AWG**	**Sección transversal mm^2**	**Total mm^2**
16	**400 kcm**	**427**	**6,832**
4 Sin aislamiento	**1/0**	**70.41**	**281.64**
		Total	**7,113.64**

Con el área de ocupación total de los conductores dentro de 4 tuberías (conduit) de ***7,113.64*** mm^2 se precede a dividirlo entre **4Tuberías= 1,778.41** mm^2 se consulta la ***Tabla 10-4 De la NOM-001-SEDE-2012 (ANEXOS)***

En la sexta columna para más de dos conductores se busca el área de **1,778.41** mm^2 se encuentra en la fila de **1,904**mm^2 y el diámetro de la tubería (conduit) que corresponde se encuentra en la columna 1 y resulta una designación de 78 mm (3”)

Por lo tanto seleccionaron 4 tuberías de 78 mm (3 pulg) cada tubería alojara a 4 conductores cal. 400 kcm más 1 conductor desnudo cal. 1/0. De acuerdo a la **Tabla 10-4 de la *De la NOM-001-SEDE-2012.*** Se recomienda cumplir con cada una de estas especificaciones para que la unidad de verificación de instalaciones eléctricas UVIE pueda aprobar y certificar toda la instalación del edificio y se realice la contratación del servicio eléctrico.

4.3 MODULO DE MEDICIÓN.

Se instalara una concentración de medidores trifásico para recibir watthorimetros de CFE con 6 medidores de 7-200 A ya determinado de acuerdo a la corriente de los alimentadores y se contara con un medidor de 13-20 ya que la corriente del tablero EOSG-N es de 225A y sobrepasa los 200 A. Este medidor 13-20 tomara una muestra de la corriente que se consume y hará una relación para medir la corriente de consumo.

Las bases de medición modular para watthorimetros trifásicos 7 terminales 200 Amperes estarán ensamblados e interconectados con barras (BUS) interiores de alimentación eléctrica con capacidad de hasta 1200 amperes.

Cada servicio contara con interruptor atornillable integrado de capacidad de acuerdo a la necesidad de cada cliente. Contará con terminales adicionales para conexión a tierra o neutro, tapa con aro para montaje de medidor y uso de aros para colocar sellos de CFE.

Contará con ductos horizontales en la parte superior e inferior para canalizar cableado a los usuarios, será de material lámina rolada en frio calibre 16 pintado con sistema electrostático que contara con aprobación de laboratorios de pruebas de CFE (LAPEM) y certificación ANCE. Por lo tanto se instalara una concentración de medidores Modular tipo MX marca RILEZ catalogo MTY-74-200 (base de medición modular 7x200 A 4 servicios) 2 piezas y MTY-13-20 (base de medición modular 13-20 un servicio) 1 pieza. Ver Fig. 4.3

CATÁLOGO	DESCRIPCIÓN	ANCHO	ALTO	FONDO
MTY-71-200	BASE DE MEDICIÓN MODULAR 7 X 200 A 1 SERVICIO	49.50	173.00	26.50
MTY-72-200	BASE DE MEDICIÓN MODULAR 7 X 200 A 2 SERVICIOS	49.50	173.00	26.50
MTY-73.200	BASE DE MEDICIÓN MODULAR 7 X 200 A 3 SERVICIOS	49.50	173.00	26.50
MTY-74-200	BASE DE MEDICIÓN MODULAR 7 X 200 A 4 SERVICIOS	49.50	173.00	26.50
MTY-13-20	BASE DE MEDICIÓN MODULAR 13-20 UN SERVICIO	76.00	173.00	54.00

(Fig. 4.3)

4.4 DISEÑO Y CÁLCULO DE CIRCUITOS DERIVADOS.

Para realizar el cálculo para los circuitos derivados para este proyecto se tomó como referencia el nivel 1 en el Tablero **"EON1-A" (NQOD304AB22)** una carga total de 42,885 Watts, alimentador trifásico, 3f-4h, 220/127 V.

Para el circuito 1 iluminación tenemos una carga total de 1,012 Watts 1f-2h, 127 V

$$I_n = \frac{W}{Vn \times f.p.} = \frac{1{,}012W}{127V} = 8A$$

4.4.1 DETERMINACIÓN DE CONDUCTOR POR CAPACIDAD DE CONDUCCIÓN DE CORRIENTE:

La tabla 310-16 de la NOM-001-SEDE-2012 da la capacidad de conducción de corriente (A) permisible en conductores aislados para 0-2000 V nominales y 60 ºC a 90 ºC. No más de tres conductores activos en una canalización, cable o directamente enterrados, para una temperatura ambiente de 30 ºC.

El conductor 12 AWG (S = 3.307 mm^2) con aislamiento para 60 ºC tiene una capacidad de conducción de corriente permisible de 20 A por lo cual se selecciona como conductor principal del circuito de alumbrado.

4.4.2 DETERMINACIÓN DE CONDUCTOR POR CAÍDA DE TENSIÓN.

Distancia L entre el Interruptor y las luminaria = 25 m

$$\%e = \frac{4 \times L \times I_n}{V_n \times S} = \frac{4 \times 25 \times 8}{127 \times 3.307} = 1.9\%$$ Caída de tensión con Cal. 12 AWG

Dónde: *W=Potencia en Watts*

f.p.=Factor de Potencia (0.9)

V_n=120 V

V_L=240 V

L=Longitud del circuito

I_n= Corriente Nominal

*S=Sección Transversal del Conduct*or

Se selecciona el Cal. # 12 como conductor alimentador (conductor de fases y neutro), la elección de este conductor se hace en concordancia con la protección y además para lograr una baja caída de tensión (menor a 5% desde el alimentador general hasta los equipos) que se presenta debido a la distancia y la corriente nominal que fluye por el conductor. La elección del dispositivo de protección (interruptor termo magnético) se hizo considerando la corriente nominal de cada circuito para este caso con Interruptor de 1 X 15 A para este este circuito C1 de alumbrado en el primer nivel. Por la cantidad de Circuitos a Conectar se elige un Tablero de Alumbrado con interruptor principal de 3P-150 A de 30 Espacios con Capacidad de 150 A de las Barras y Accesorio de tierra incluido, Cat. NQOD304AB22, Mca. Square D.

El método para los cálculos de dispositivos de protección, conductores de fases, conductores puestos a tierra y de puesta a tierra del Tablero NQOD304AB22 Nivel 1 se hicieron como se ha descrito anteriormente con alimentador cal. 1/0 Cu 3f-4h, en tubería galvanizado pared gruesa de 2” (53 mm).

4.4.3 TAMAÑO NOMINAL MINIMO DE LOS CONDUCTORES DE TIERRA FISICA PARA CANALIZACIONES Y EQUIPOS.

La ***Tabla 250-95 (Anexos) De la NOM-001-SEDE-2012*** nos dice cuál es el tamaño nominal mínimo de los conductores de tierra para canalizaciones y equipos de acuerdo a la capacidad o ajuste máximo del dispositivo automático de protección contra sobre corriente en el circuito antes de los equipos, canalizaciones, etc.

El conductor de puesta a tierra del circuito C1, de acuerdo al interruptor principal de 1 X 15 A, le corresponde a un conductor Cal. 14.

El cálculo de las canalizaciones se hizo para una ocupación de conductores de máximo un 40 % del área disponible en el tubo, apoyándose en las ***Tablas 10-5 De la NOM-001-SEDE-2012*** (Dimensiones de los conductores aislados y cables de aparatos) y ***Tabla 10-4 De la NOM-001-SEDE-2012*** (Dimensiones de tubo conduit metálico tipo pesado, semipesado y ligero y área disponible para los conductores), para no más de tres conductores activos en un cable o canalización para este circuito se selecciona una tubería de 3/4 (21mm).

Se debe mencionar que la ubicación de los equipos y trayectorias de tuberías es indicativa y podrá ser ajustada en obra. La altura de montaje del o los centros de carga y tableros eléctricos de zona será h= 1.50m S.N.P.T. al centro del equipo. Todos los equipos y materiales utilizados en este proyecto son fabricados y aprobados según la NOM-001-SEDE-2012.

Los empalmes y derivaciones solo se deben hacer en cajas registro. En todos aquellos puntos donde la tubería conduit cruce con alguna junta constructiva se debe instalar un tramo máximo de 1.8m de longitud de tubería flexible, con sus respectivos conectores rectos y/o curvos según sea el caso. El aislamiento de los conductores debe ser THW-LS 75 °C, para 600Vca.

EDIFICIO DE OFICINAS (SP-07)													
MEDIDORES	SERVICIO	NIVEL	BANCO	CARGA INSTALADA (WATTS)	CARGA INSTALADA (kW)	DEMANDA EN Kw	VOLTAJE	SISTEMA	IN	LONG. (MAX)	e %	CALIBRE	ITM
CMO-01	EOSG-N	S1	SP-07	77923	78	78	220	3F-5H	227	15	0.57	250 CU	3P-300A
CMO-02	EON1-A	N1	SP-07	43533	44	44	220	3F-5H	127	20	0.75	3/0 CU	3P-150A
CMO-03	EON2-A	N2	SP-07	45653	46	46	220	3F-5H	133	25	0.98	3/0 CU	3P-150A
CMO-04	EON3-A	N3	SP-07	46183	46	46	220	3F-5H	135	30	1.19	3/0 CU	3P-150A
CMO-05	EON4-A	N4	SP-07	44735	45	45	220	3F-5H	131	35	1.35	3/0 CU	3P-150A
CMO-06	EON5-A	N5	SP-07	42665	43	43	220	3F-5H	125	40	1.47	3/0 CU	3P-150A
CMO-07	EON6-A	N6	SP-07	35449	35	35	220	3F-5H	103	45	1.37	3/0 CU	3P-150A
						336.14	220	3F-5H	981	15	0.15	4-750 CU	3P-1000A
					F. DIVERSIDAD (0.9) :	302.53							
					KVA TOTALES:	336.1							
					% DE UTILIZACION	0.8							
					KVA UTILIZACION	268.9							
					TRANSFORMADOR :	300.0							
					F. U. :	89.64%							

TAB. EOSG-N (I-LINE, SQD, MA600M83A)															
SERVICIO	NIVEL	BANCO	CARGA INSTALADA (WATTS)	CARGA INSTALADA (kW)	DEMANDA EN Kw	VOLTAJE	SISTEMA	In (AMP)	FCT	FCA	In2 (AMP)	LONG.	e %	CALIBRE	ITM
AA COND.	AZOTEA	SP-07	21217	21.22	21.22	220	3F-5H	62	1	1	62	80	1.46	1/0 CU	3x100A
AA EVAP.	PB	SP-07	1202	1.20	1.20	220	2F-4H	4	1	1	4	30	0.50	12 CU	2x15A
EOSG-E	S2	SP-07	55504	55.50	55.50	220	3F-5H	162	1	1	162	15	0.45	3/0 CU	3x200A
					77.92	**220**	**3F-5H**	**227**	**1**	**1**	**227**	**20**	0.57	**250 CU**	**3x300A**

TAB. EOSG-E (I-LINE, SQD, MA600M83A)															
SERVICIO	NIVEL	BANCO	CARGA INSTALADA (WATTS)	CARGA INSTALADA (kW)	DEMANDA EN Kw	VOLTAJE	SISTEMA	In (AMP)	FCA	FCA	In2 (AMP)	LONG.	e %	CALIBRE	ITM
EOSG-A	N1	SP-07	5500	5.50	5.50	220	3F-5H	16	1	1	16	20	0.24	4 CU	3x70A
EOSG-C	N1	SP-07	11940	11.94	11.94	220	3F-5H	35	1		35	20	0.33	2 CU	3x100A
ELEV-1	AZOTEA	SP-07	7398	7.40	7.40	220	3F-5H	22	1	1	22	80	0.81	2 CU	3x70A
ELEV-2	AZOTEA	SP-07	7398	7.40	7.40	220	3F-5H	22	1	1	22	80	0.81	2 CU	3x70A
CM	SOTANO 2	SP-07	23268	23.27	23.27	220	3F-5H	68	1	1	68	50	1.59	2 CU	3x100A
					55.50	**220**	**3F-5H**	**162**	**1**	**1**	**162**	**15**	0.45	**3/0 CU**	**3x200A**

TABLERO "EOSG-A" (NQOD342AB11F)																				
NO. CIRC.	USO	UBIC.	18	4 W	36	60 W	18	18	116 W	169	293	CARGA EN WATTS	VOLTS	SIST.	IN	LONG. (MAX)	e %	CALIBRE	TUB	ITM
										EXT	EXT									
C1	IL	SOT-2	3	4	13		1					556	127	1F-3H	4	25	0.56	12 CU	21	1P-20A
C2	IL	SOT-1	3	4	15		1					628	127	1F-3H	5	20	0.51	12 CU	21	1P-20A
C3	IL	EXT						12				216	127	1F-3H	2	75	0.65	12 CU	21	1P-15A
C4	IL	LOBBY	20	4	1	4	1					670	127	1F-3H	5	15	0.41	12 CU	21	1P-15A
C5	IL	LOBBY	10	4	4							340	127	1F-3H	3	20	0.27	12 CU	21	1P-15A
C6	IL	LOBBY	16	6	1	20						1548	127	1F-3H	12	20	1.25	12 CU	21	1P-20A
C7	EXT	LOBBY								1	1	462	127	1F-3H	4	20	0.37	12 CU	21	1P-15A
C8	IL	N1	3	4			1					88	127	1F-3H	1	15	0.05	12 CU	21	1P-15A
C9	IL	N2	3	4			1					88	127	1F-3H	1	20	0.07	12 CU	21	1P-15A
C10	IL	N3	3	4			1					88	127	1F-3H	1	25	0.09	12 CU	21	1P-15A
C11	IL	N4	3	4			1					88	127	1F-3H	1	30	0.11	12 CU	21	1P-15A
C12	IL	N5	3	4			1					88	127	1F-3H	1	35	0.12	12 CU	21	1P-15A
C13	IL	N6	3	4			1					88	127	1F-3H	1	40	0.14	12 CU	21	1P-15A
C14	IL	NA	3	4			1					88	127	1F-3H	1	40	0.14	12 CU	21	1P-15A
C15	IL	AEO							4			464	127	1F-3H	4	45	0.84	12 CU	21	1P-15A
TOTALES			**73**	**50**	**34**	**24**	**10**		**4**	**2**		**5500**	**220**	**3F-5H**	**16**	**20**	**0.17**	**4 CU**	**35**	**3P-70A**

TABLERO "EOSG-C" (NQOD342AB11F)													
NO. CIRC.	USO	UBIC.	180 W	750 W	CARGA EN WATTS	VOLTS	SIST.	IN	LONG. (MAX)	e %	CALIBRE	TUB	ITM
C1	CO	SOT-2	6		1080	127	1F-3H	9	25	0.68	10 CU	21	1P-20A
C2	CO	SOT-2		1	750	127	1F-3H	6	50	0.95	10 CU	21	1P-20A
C3	CO	SOT-1	5		900	127	1F-3H	7	20	0.45	10 CU	21	1P-20A
C4	CO	SOT-2		1	750	127	1F-3H	6	50	0.95	10 CU	21	1P-20A
C5	CO	SOT-1	6		1080	127	1F-3H	9	45	1.23	10 CU	21	1P-20A
C6	CO	LOBBY	2		360	127	1F-3H	3	20	0.18	10 CU	21	1P-20A
C7	CO	LOBBY	8		1440	127	1F-3H	11	20	0.73	10 CU	21	1P-20A
C8	CO	N123	6		1080	127	1F-3H	9	15	0.41	10 CU	21	1P-20A
C9	CO	N456	6		1080	127	1F-3H	9	30	0.82	10 CU	21	1P-20A
C10	CO	AZOTEA	10		1800	127	3F-4H	14	40	1.82	10 CU	21	1P-20A
EOSG-CR		PB			1620	220	2F-3H	13	5	0.15	6 CU	27	2P-50A
TOTALES			**49**	**2**	**11940**	**220**	**3F-5H**	**35**	**20**	**0.36**	**2 CU**	**41**	**3P-100A**

TABLERO "EOSG-CR" (QO12)													
NO. CIRC.	USO	UBIC.	350 W		CARGA EN WATTS	VOLTS	SIST.	IN	LONG. (MAX)	e %	CALIBRE	TUB	ITM
C1	CO	PB	6		972	127	1F-3H	8	25	0.00	10 CU	21	1P-20A
C2	CO	PB	4		648	127	1F-3H	5	50	0.00	10 CU	21	1P-20A
TOTALES			**10**	**0**	**1620**	**220**	**2F-4H**	**7**	**5**	**0.15**	**6 CU**	**27**	**2P-50A**

TABLERO "CM" (NQOD304AB21, 3F-4H, 440/220V)											
NO. CIRC.	USO	UBIC.	5 HP	15 HP	CARGA EN WATTS	VOLTS	SIST.	IN	e %	CALIBRE	ITM
CM1	HID	S2	1		4490	220	3F-4H	13	0.25	8 CU	3P-30A
CM2	HID	S2	1		4490	220	3F-4H	13	0.25	8 CU	3P-30A
CM3	HID	S2		1	14288	220	3F-4H	42	0.49	6 CU	3P-70A
TOTALES			**2**		**23268**	**220**	**3F-5H**	**68**	1.59	**2 CU**	**3P-100**

TABLERO "EON1-A" (NQOD304AB22)																				
NO. CIRC.	USO	UBIC.	18	4 W	36	57 w	180 W	21217 W	1216W	169 W	263 W	CARGA EN WATTS	VOLTS	SIST.	IN	LONG. (MAX)	e %	CALIBRE	TUB	ITM
										EXT	EXT									
EON1-C		N1										12250	220	3F-5H	36	5	0.13	4 CU	41	3P-70A
AN1-C1	IL	N1	7	4	2	14						1012	127	1F-3H	8	25	1.02	12 CU	21	1P-15A
AN1-C2	IL	N1	6	5		14						926	127	1F-3H	7	35	1.31	12 CU	21	1P-15A
CN1-C1	CO	N1					3					540	127	1F-3H	4	25	0.34	10 CU	21	1P-20A
CN1-C2	CO	N1					10					1800	127	1F-3H	14	27	1.23	10 CU	21	1P-20A
CN1-C3	CO	N1					8					1440	127	1F-3H	11	33	1.20	10 CU	21	1P-20A
CN1-C4	CO	N1					9					1620	127	1F-3H	13	32	1.31	10 CU	21	1P-20A
CN1-C5	CO	N1					6					1080	127	1F-3H	9	30	0.82	10 CU	21	1P-20A
AA COND.C6	AA	AZ						1				21217	220	3F-4H	62	70	1.28	1/0 CU	53	3P-100A
AA EVAP.C7	AA	N1							1			1216	220	2F-4H	4	30	0.51	12 CU	21	2P-15A
EXTR-C8	EXT	N1								1	1	432	127	1F-3H	4	30	1.08	12CU	21	3P-15A
TOTALES			**13**	**9**	**2**	**28**	**36**	**1**	**1**	**1**	**1**	**43533**	**220**	**3F-5H**	**127**	**20**	**0.75**	**1/0 CU**	**53**	**3P-150A**

TABLERO "EON1-C" (NQOD244AB12)												
NO. CIRC.	USO	UBIC.	350 W	CARGA EN WATTS	VOLTS	SIST.	IN	LONG. (MAX)	e %	CALIBRE	TUB	ITM
CRN1-C1	CO	N1	4	1400	127	1F-3H	11	26	0.92	10 CU	21	1P-20A
CRN1-C2	CO	N1	3	1050	127	1F-3H	8	26	0.69	10 CU	21	1P-20A
CRN1-C3	CO	N1	4	1400	127	1F-3H	11	23	0.81	10 CU	21	1P-20A
CRN1-C4	CO	N1	4	1400	127	1F-3H	11	32	1.13	10 CU	21	1P-20A
CRN1-C5	CO	N1	5	1750	127	1F-3H	14	26	1.15	10 CU	21	1P-20A
CRN1-C6	CO	N1	4	1400	127	1F-3H	11	32	1.13	10 CU	21	1P-20A
CRN1-C7	CO	N1	4	1400	127	1F-3H	11	29	1.02	10 CU	21	1P-20A
CRN1-C8	CO	N1	4	1400	127	1F-3H	11	33	1.17	10 CU	21	1P-20A
CRN1-C9	CO	N1	3	1050	127	1F-3H	8	33	0.87	10 CU	21	1P-20A
TOTALES			**35**	**12250**	**220**	**3F-5H**	**32**	**5**	**0.21**	**4 CU**	**41**	**3P-70A**

TABLERO "EON2-A" (NQOD304AB22)																				
NO. CIRC.	USO	UBIC.	18 W	4 W	36 W	57 W	180 W	21217	1216	169	263	CARGA EN WATTS	VOLTS	SIST.	IN	LONG. (MAX)	e %	CALIBRE	TUB	ITM
										EXT	EXT									
EON2-C		N2										13650	220	3F-5H	36	5	0.24	4 CU	41	3P-70A
AN2-C1	IL	N2	7	4	2	14						1012	127	1F-3H	8	35	1.43	12 CU	21	1P-15A
AN2-C2	IL	N2	6	5		14						926	127	1F-3H	7	35	1.31	12 CU	21	1P-15A
CN2-C1	CO	N2					3					540	127	1F-3H	4	26	0.35	10 CU	21	1P-15A
CN2-C2	CO	N2					10					1800	127	1F-3H	14	30	1.36	10 CU	21	1P-20A
CN2-C3	CO	N2					8					1440	127	1F-3H	11	24	0.87	10 CU	21	1P-15A
CN2-C4	CO	N2					8					1440	127	1F-3H	11	32	1.16	10 CU	21	1P-15A
CN2-C5	CO	N2					6					1080	127	1F-3H	9	29	0.79	10 CU	21	1P-15A
CN2-C6	CO	N2					5					900	127	1F-3H	7	36	0.82	10 CU	21	1P-15A
AACOND C7	AA	AZ						1				21217	220	3F-4H	62	65	1.18	1/0 CU	53	3P-100A
AA EVAP C8	AA	N2							1			1216	220	2F-4H	4	30	0.55	12 CU	21	2P-15A
EXT C9	EXT	N2								1	1	432	127	1F-3H	4	30	1.08	12CU	21	1P-15A
TOTALES			**13**	**9**	**2**	**28**	**40**	**1**	**1**	**1**	**1**	**45653**	**220**	**3F-5H**	**133**	**25**	**0.98**	**1/0 CU**	**53**	**3P-150A**

TABLERO "EON2-C" (NQOD244AB12)												
NO. CIRC.	USO	UBIC.	350 W	CARGA EN WATTS	VOLTS	SIST.	IN	LONG. (MAX)	e %	CALIBRE	TUB	ITM
CRN2-C1	CO	N2	4	1400	127	1F-3H	11	26	0.92	10 CU	21	1P-20A
CRN2-C2	CO	N2	3	1050	127	1F-3H	8	26	0.69	10 CU	21	1P-20A
CRN2-C3	CO	N2	4	1400	127	1F-3H	11	23	0.81	10 CU	21	1P-20A
CRN2-C4	CO	N2	4	1400	127	1F-3H	11	32	1.13	10 CU	21	1P-20A
CRN2-C5	CO	N2	5	1750	127	1F-3H	14	26	1.15	10 CU	21	1P-20A
CRN2-C6	CO	N2	4	1400	127	1F-3H	11	32	1.13	10 CU	21	1P-20A
CRN2-C7	CO	N2	4	1400	127	1F-3H	11	29	1.02	10 CU	21	1P-20A
CRN2-C8	CO	N2	4	1400	127	1F-3H	11	33	1.17	10 CU	21	1P-20A
CRN2-C9	CO	N2	3	1050	127	1F-3H	8	33	0.87	10 CU	21	1P-20A
CRN2-C10	CO	N2	4	1400	127	1F-3H	11	33	1.17	10 CU	21	1P-20A
CRN2-C11	CO	N2		0	127	1F-3H	0	33	0.00	10 CU	21	1P-20A
CRN2-C12	CO	N2		0	127	1F-3H	0	33	0.00	10 CU	21	1P-20A
TOTALES			**39**	**13650**	**220**	**3F-5H**	**36**	**5**	**0.24**	**4 CU**	**41**	**3P-70A**

TABLERO "EON3-A" (NQOD304AB22)																				
NO. CIRC.	USO	UBIC.	18 W	4 W	36 W	57 W	180 W	21217 W	1216 W	169 W	263 W	CARGA EN WATTS	VOLTS	SIST.	IN	LONG. (MAX)	e %	CALIBRE	TUB	ITM
										EXT	EXT									
EON3-C		N3										14000	220	3F-5H	37	5	0.14	4 CU	41	3P-70A
AN3-C1	IL	N3	7	4	2	14						1012	127	1F-3H	8	35	1.43	12 CU	21	1P-15A
AN3-C2	IL	N3	6	5		14						926	127	1F-3H	7	35	1.31	12 CU	21	1P-15A
CN3-C1	CO	N3					3					540	127	1F-3H	4	26	0.35	10 CU	21	1P-15A
CN3-C2	CO	N3					10					1800	127	1F-3H	14	30	1.36	10 CU	21	1P-20A
CN3-C3	CO	N3					8					1440	127	1F-3H	11	24	0.87	10 CU	21	1P-15A
CN3-C4	CO	N3					9					1620	127	1F-3H	13	32	1.31	10 CU	21	1P-15A
CN3-C5	CO	N3					6					1080	127	1F-3H	9	29	0.79	10 CU	21	1P-15A
CN3-C6	CO	N3					5					900	127	1F-3H	7	36	0.82	10 CU	21	1P-15A
EXT C7	EXT	N3								1	1	432	127	1F-3H	4	36	0.44	10 CU	21	1P-15A
AA COND C8	AA	AZ						1				21217	220	3F-4H	62	60	1.09	1/0 CU	53	3P-100A
AAN3-C1	AA	N3							1			1216	220	2F-4H	5	36	0.91	12 CU	21	2P-15A
TOTALES			**13**	**9**	**2**	**28**	**41**	**1**	**1**	**1**	**1**	**46183**	**220**	**3F-5H**	**135**	**30**	**1.19**	**1/0 CU**	**53**	**3P-150A**

TABLERO "EON3-C" (NQOD244AB12)												
NO. CIRC.	USO	UBIC.	350 W	CARGA EN WATTS	VOLTS	SIST.	IN	LONG. (MAX)	e %	CALIBRE	TUB	ITM
CRN3-C1	CO	N3	4	1400	127	1F-3H	11	26	0.92	10 CU	21	1P-20A
CRN3-C2	CO	N3	3	1050	127	1F-3H	8	26	0.69	10 CU	21	1P-20A
CRN3-C3	CO	N3	4	1400	127	1F-3H	11	23	0.81	10 CU	21	1P-20A
CRN3-C4	CO	N3	4	1400	127	1F-3H	11	32	1.13	10 CU	21	1P-20A
CRN3-C5	CO	N3	5	1750	127	1F-3H	14	26	1.15	10 CU	21	1P-20A
CRN3-C6	CO	N3	4	1400	127	1F-3H	11	32	1.13	10 CU	21	1P-20A
CRN3-C7	CO	N3	4	1400	127	1F-3H	11	29	1.02	10 CU	21	1P-20A
CRN3-C8	CO	N3	4	1400	127	1F-3H	11	33	1.17	10 CU	21	1P-20A
CRN3-C9	CO	N3	4	1400	127	1F-3H	11	33	1.17	10 CU	21	1P-20A
CRN3-C10	CO	N3	4	1400	127	1F-3H	11	33	1.17	10 CU	21	1P-20A
CRN3-C11	CO	N3		0	127	1F-3H	0	33	0.00	10 CU	21	1P-20A
CRN3-C12	CO	N3		0	127	1F-3H	0	33	0.00	10 CU	21	1P-20A
TOTALES			**40**	**14000**	**220**	**3F-5H**	**37**	**5**	**0.24**	**4 CU**	**41**	**3P-70A**

TABLERO "EON4-A" (NQOD304AB22)																				
NO. CIRC.	USO	UBIC.	18 W	4 W	36 W	57 W	180 W	21217	1178	169	263	CARGA EN WATTS	VOLTS	SIST.	IN	LONG. (MAX)	e %	CALIBRE	TUB	ITM
										EXT	EXT									
EON4-C		N4										12950	220	3F-5H	38	5	0.25	4 CU	41	3P-70A
AN4-C1	IL	N4	7	4	2	14						1012	127	1F-3H	8	35	1.43	12 CU	21	1P-15A
AN4-C2	IL	N4	6	5		14						926	127	1F-3H	7	35	1.31	12 CU	21	1P-15A
CN4-C1	CO	N4					9					1620	127	1F-3H	13	26	1.06	10 CU	21	1P-15A
CN4-C2	CO	N4					10					1800	127	1F-3H	14	30	1.36	10 CU	21	1P-20A
CN4-C3	CO	N4					8					1440	127	1F-3H	11	24	0.87	10 CU	21	1P-15A
CN4-C4	CO	N4					8					1440	127	1F-3H	11	32	1.16	10 CU	21	1P-15A
CN4-C5	CO	N4					4					720	127	1F-3H	6	29	0.53	10 CU	21	1P-15A
CN4-C6	CO	N4								1	1	432	127	1F-3H	3	30	0.33	12 CU	21	1P-15A
AACOND-C7	AA	AZ						1				21217	220	3F-4H	62	55	1.00	1/0 CU	53	3P-100A
AAEVAPC8	AA	N4							1			1178	220	2F-4H	5	30	0.74	12 CU	21	2P-15A
TOTALES			**13**	**9**	**2**	**28**	**39**	**1**	**1**	**1**	**1**	**44735**	**220**	**3F-5H**	**131**	**35**	**1.35**	**1/0 CU**	**53**	**3P-150A**

TABLERO "EON4-C" (NQOD244AB12)												
NO. CIRC.	USO	UBIC.	350 W	CARGA EN WATTS	VOLTS	SIST.	IN	LONG. (MAX)	e %	CALIBRE	TUB	ITM
CRN4-C1	CO	N4	4	1400	127	1F-3H	11	26	0.92	10 CU	21	1P-20A
CRN4-C2	CO	N4	5	1750	127	1F-3H	14	26	1.15	10 CU	21	1P-20A
CRN4-C3	CO	N4	4	1400	127	1F-3H	11	23	0.81	10 CU	21	1P-20A
CRN4-C4	CO	N4	4	1400	127	1F-3H	11	32	1.13	10 CU	21	1P-20A
CRN4-C5	CO	N4	4	1400	127	1F-3H	11	26	0.92	10 CU	21	1P-20A
CRN4-C6	CO	N4	4	1400	127	1F-3H	11	32	1.13	10 CU	21	1P-20A
CRN4-C7	CO	N4	4	1400	127	1F-3H	11	29	1.02	10 CU	21	1P-20A
CRN4-C8	CO	N4	4	1400	127	1F-3H	11	33	1.17	10 CU	21	1P-20A
CRN4-C9	CO	N4	4	1400	127	1F-3H	11	33	1.17	10 CU	21	1P-20A
CRN4-C10	CO	N4		0	127	1F-3H	0	33	0.00	10 CU	21	1P-20A
TOTALES			**37**	**12950**	**220**	**3F-5H**	**34**	**5**	**0.22**	**4 AL**		**3P-70A**

TABLERO "EON5-A" (NQOD304AB22)																				
NO. CIRC.	USO	UBIC.	26 W	4 W	64 W	84 W	180 W	21217	1228	169	263	CARGA EN WATTS	VOLTS	SIST.	IN	LONG. (MAX)	e %	CALIBRE	TUB	ITM
										EXT	EXT									
EON5-C		N5										11550	220	3F-5H	30	5	0.20	4 CU	41	3P-70A
AN5-C1	IL	N5	7	4	2	14						1012	127	1F-3H	8	35	1.43	12 CU	21	1P-15A
AN5-C2	IL	N5	6	5		14						926	127	1F-3H	7	35	1.31	12 CU	21	1P-15A
CN5-C1	CO	N5					6					1080	127	1F-3H	9	26	0.71	10 CU	21	1P-15A
CN5-C2	CO	N5					6					1080	127	1F-3H	9	30	0.82	10 CU	21	1P-20A
CN5-C3	CO	N5					6					1080	127	1F-3H	9	24	0.65	10 CU	21	1P-15A
CN5-C4	CO	N5					6					1080	127	1F-3H	9	32	0.87	10 CU	21	1P-15A
CN5-C5	CO	N5					6					1080	127	1F-3H	9	29	0.79	10 CU	21	1P-15A
CN5-C6	CO	N5					5					900	127	1F-3H	7	36	0.82	10 CU	21	1P-15A
EXT.C7	EXT	N5								1	1	432	127	1F-3H	3	30	0.97	12 CU	21	1P-15A
AACOND-C8	AA	AZ						1				21217	220	3F-4H	62	45	0.82	2 CU	41	3P-100A
AAEVAP-C9	AA	N5							1			1228	220	2F-4H	5	30	0.30	12CU	21	2P-15A
TOTALES			**13**	**9**	**2**	**28**	**35**	**1**	**1**	**1**	**1**	**42665**	**220**	**3F-5H**	**125**	**40**	**1.47**	**1/0 CU**	**53**	**3P-150A**

TABLERO "EON5-C" (NQOD244AB12)												
NO. CIRC.	USO	UBIC.	350 W	CARGA EN WATTS	VOLTS	SIST.	IN	LONG. (MAX)	e %	CALIBRE	TUB	ITM
CRN5-C1	CO	N5	4	1400	127	1F-3H	11	26	0.92	10 CU	21	1P-20A
CRN5-C2	CO	N5	4	1400	127	1F-3H	11	26	0.92	10 CU	21	1P-20A
CRN5-C3	CO	N5	5	1750	127	1F-3H	14	23	1.02	10 CU	21	1P-20A
CRN5-C4	CO	N5	5	1750	127	1F-3H	14	32	1.41	10 CU	21	1P-20A
CRN5-C5	CO	N5	4	1400	127	1F-3H	11	26	0.92	10 CU	21	1P-20A
CRN5-C6	CO	N5	4	1400	127	1F-3H	11	32	1.13	10 CU	21	1P-20A
CRN5-C7	CO	N5	3	1050	127	1F-3H	8	29	0.77	10 CU	21	1P-20A
CRN5-C8	CO	N5	4	1400	127	1F-3H	11	33	1.17	10 CU	21	1P-20A
CRN5-C9	CO	N5		0	127	1F-3H	0	33	0.00	10 CU	21	1P-20A
CRN5-C10	CO	N5		0	127	1F-3H	0	33	0.00	10 CU	21	1P-20A
CRN5-C11	CO	N5		0	127	1F-3H	0	33	0.00	10 CU	21	1P-20A
TOTALES			**33**	**11550**	**220**	**3F-5H**	**30**	**5**	**0.20**	**4 AL**		**3P-70A**

TABLERO "EON6-A" (NQOD244AB12)																				
NO. CIRC.	USO	UBIC.	26 W	4 W	64 W	84 W	180 W	21217	1206	169	263	CARGA EN WATTS	VOLTS	SIST.	IN	LONG. (MAX)	e %	CALIBRE	TUB	ITM
										EXT	EXT									
AN6-C1	IL	N6	7	5	2	13						1422	127	1F-3H	11	35	2.01	12 CU	21	1P-15A
AN6-C2	IL	N6	6	6		13						1272	127	1F-3H	10	35	1.79	12 CU	21	1P-15A
CN6-C1	CO	N6					6					1080	127	1F-3H	9	26	0.71	10 CU	21	1P-20A
CN6-C2	CO	N6					6					1080	127	1F-3H	9	30	0.82	10 CU	21	1P-20A
CRN6-C1	CO	N6					4					720	127	1F-3H	6	24	0.44	10 CU	21	1P-20A
CRN6-C2	CO	N6					4					720	127	1F-3H	6	24	0.44	10 CU	21	1P-20A
EXTC3	EXT	N6								1	1	432	127	1F-3H	3	24	0.26	12 CU	21	1P-15A
AACOND-C4	AA	AZ						1				21217	220	3F-4H	62	40	1.16	2 CU	41	3P-100A
EON6-C		N6										6300	220	3F-5H	17	5	0.11	4 CU	41	3P-70A
AAEVAP-C5	AA	N6							1			1206	220	2F-4H	3	30	0.19	12 CU	21	1P-15A
TOTALES			**13**	**11**	**2**	**26**	**20**	**1**	**1**	**1**	**1**	**35449**	**220**	**3F-5H**	**103**	**45**	**1.37**	**1/0 CU**		**3P-125A**

TABLERO "EON6-C" (NQOD244AB12)												
NO. CIRC.	USO	UBIC.	350 W	CARGA EN WATTS	VOLTS	SIST.	IN	LONG. (MAX)	e %	CALIBRE	TUB	ITM
CRN5-C1	CO	N5	4	1400	127	1F-3H	11	26	0.00	10 CU	21	1P-20A
CRN5-C2	CO	N5	4	1400	127	1F-3H	11	26	0.00	10 CU	21	1P-20A
CRN5-C3	CO	N5	3	1050	127	1F-3H	8	23	0.00	10 CU	21	1P-20A
CRN5-C4	CO	N5	3	1050	127	1F-3H	8	32	0.00	10 CU	21	1P-20A
CRN5-C5	CO	N5	4	1400	127	1F-3H	11	26	0.00	10 CU	21	1P-20A
CRN5-C6	CO	N5		0	127	1F-3H	0	32	0.00	10 CU	21	1P-20A
CRN5-C7	CO	N5		0	127	1F-3H	0	29	0.00	10 CU	21	1P-20A
CRN5-C8	CO	N5		0	127	1F-3H	0	33	0.00	10 CU	21	1P-20A
CRN5-C9	CO	N5		0	127	1F-3H	0	33	0.00	10 CU	21	1P-20A
CRN5-C10	CO	N5		0	127	1F-3H	0	33	0.00	10 CU	21	1P-20A
CRN5-C11	CO	N5		0	127	1F-3H	0	33	0.00	10 CU	21	1P-20A
TOTALES			**18**	**6300**	**220**	**3F-5H**	**17**	**5**	**0.00**	**4 AL**		**3P-70A**

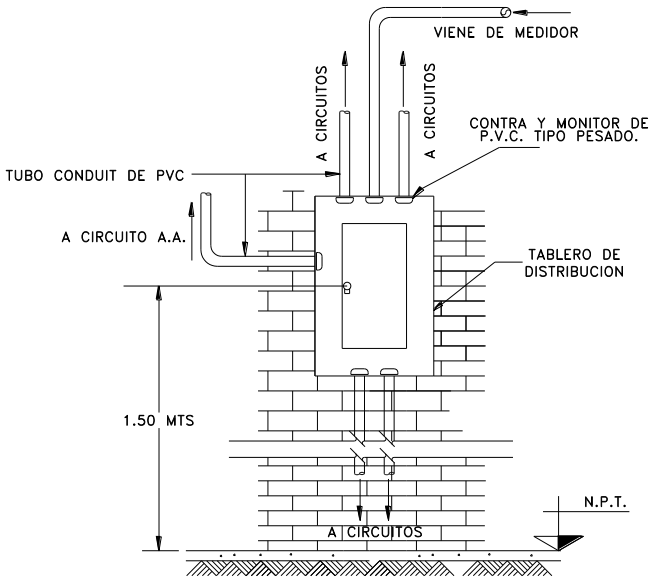
4.5 UBICACIÓN ESTRATÉGICA DE LA SUBESTACIÓN, TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN, TRAYECTORIAS DE LOS ALIMENTADORES ELÉCTRICOS.

Toda la instalación debe cumplir con la NORMA NOM-001-SEDE-2012. El transformador de 300 KVA se encontrara ubicado en el SOTANO 1 cerca al acceso a oficinas en parte de fuera en donde se encuentra el MODULO de Medición.

Habrá una concentración de medición servicio interior, con amperaje indicado para 220/127v, 3F, 4H, 60HZ, con interruptor principal según se indica en los planos.

Los tableros de distribución se ubicaron estratégicamente de la siguiente manera:

Tablero tipo I-line servicios generales **"EOSG-N"** ubicado en sótano 1 al igual que el tablero I-line servicios de emergencia **"EOSG-E"**, Tablero **"EOSG-A,C"** ubicado en Planta Baja. Tablero **"EON1"** ubicado en 1er nivel, Tablero **"EON2"** ubicado en 2do nivel, Tablero **"EON3"** ubicado en 3er nivel, Tablero **"EON4"** ubicado en 4to nivel, Tablero **"EON5"** ubicado en 5to nivel, Tablero **"EON6"** ubicado en 6to nivel, Tablero **"CCM-1"** ubicado en Sótano 1. Tablero **"ELEV-1, ELEV-2"**) ubicados en sótano 1. Ver Fig. 4.5



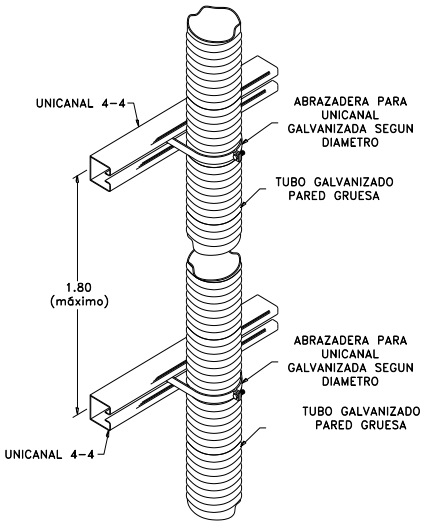
(Fig. 4.5) DETALLE DE TABLERO DE DISTRIBUCION

Los alimentadores se ubicaron estratégicamente de la siguiente manera:

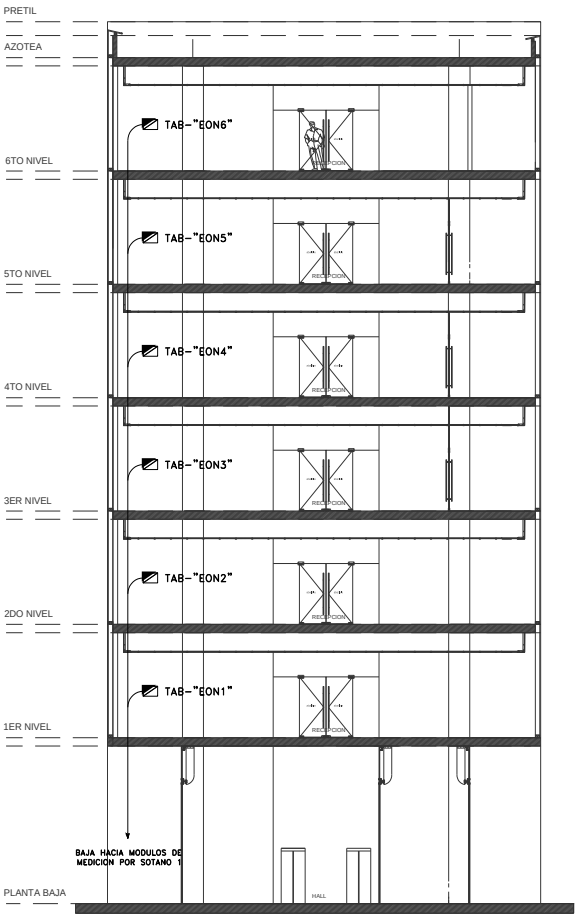
Los alimentadores de cada nivel se llevarán por los ductos que se encuentra en la esquina en la parte izquierda del acceso principal del edificio CONJUNTO ICONO hasta llegar a cada tablero en cada nivel. La trayectoria de las tuberías para los alimentadores están especificadas en los planos.

Las trayectorias de las tuberías indicadas en los planos de este proyecto son esquemáticas y de ser necesario se podrán ajustar en campo. Toda la tubería conduit en trayectorias horizontal deberá soportarse a cada 1.50m y en trayectorias verticales a cada 1.8 m.

Los alimentadores instalados verticalmente en tubo galvanizado pared gruesa de cada nivel estarán soportados en unicanal 4-4 con abrazadera unicanal galvanizado según diámetro.



DETALLE DE SOPORTE EN DUCTO VERTICAL CON TUBO GALV PG.



VISTA DE FRONTAL ALIMENTADORES OFICINAS N1-N6

CAPITULO 5

CÁLCULO DE CORTOCIRCUITO.

Un cortocircuito ocurre cuando se presenta una falla de aislamiento entre conductores o entre un conductor y tierra. El conocer las corrientes de corto circuito en un sistema eléctrico es básico y fundamental para la determinación de las corrientes de interrupción de los dispositivos de protección contra sobrecorriente.

La corriente de interrupción (capacidad interruptiva) debe ser alta para que el dispositivo de protección abra con seguridad la máxima corriente de corto circuito que se presente. La magnitud de la corriente de corto circuito se relaciona directamente con la capacidad de la fuente de energía.

5.1 CÁLCULO DE CORTO CIRCUITO POR EL MÉTODO DE LOS MVA´S.

El cálculo de corto circuito utilizando el método de los mva´s se tiene:

Para el proyecto solamente se calculó la corriente de corto circuito en la barra numero 2 ya que es el bus principal de todo el sistema eléctrico en donde se pretende tener la corriente corto circuito máxima del sistema.

Paso 1 convertir impedancias a MVA´S

- Suministrador (CFE) MVAcc = 250 MVA
- Transformador MVAcc = 0.3/0.05 = 6
- Tablero EON6-A MVAcc = 0.039/0.43 = 0.090
- Tablero EON5-A MVAcc = 0.047/0.43 = 0.109
- Tablero EON4-A MVAcc = 0.049/0.43 = 0.113
- Tablero EON3-A MVAcc = 0.051/0.43 = 0.118
- Tablero EON2-A MVAcc = 0.050/0.43 = 0.116
- Tablero EON1-A MVAcc = 0.048/0.43 = 0.111
- Tablero EOSG-N MVAcc = 0.086/0.43 = 0.2
- Tablero EOSG-E MVAcc = 0.061/0.308 = 0.198
- Tablero EOSG-A MVAcc = 0.0061/0.98 = 0.0062
- Tablero EOSG-C MVAcc = 0.013/0.66 = 0.019
- Elev-1 MVAcc = 0.0082/0.66 = 0.0124
- Elev-2 MVAcc = 0.0082/0.66 = 0.0124
- CCM MVAcc = 0.0258/0.66 = 0.039
- CM-1 MVAcc = 0.005/0.25 = 0.02
- CM-2 MVAcc = 0.005/0.25 = 0.02
- CM-3 MVAcc = 0.015/0.25 = 0.06

Fórmula utilizada para convertir impedancias a MVA´S

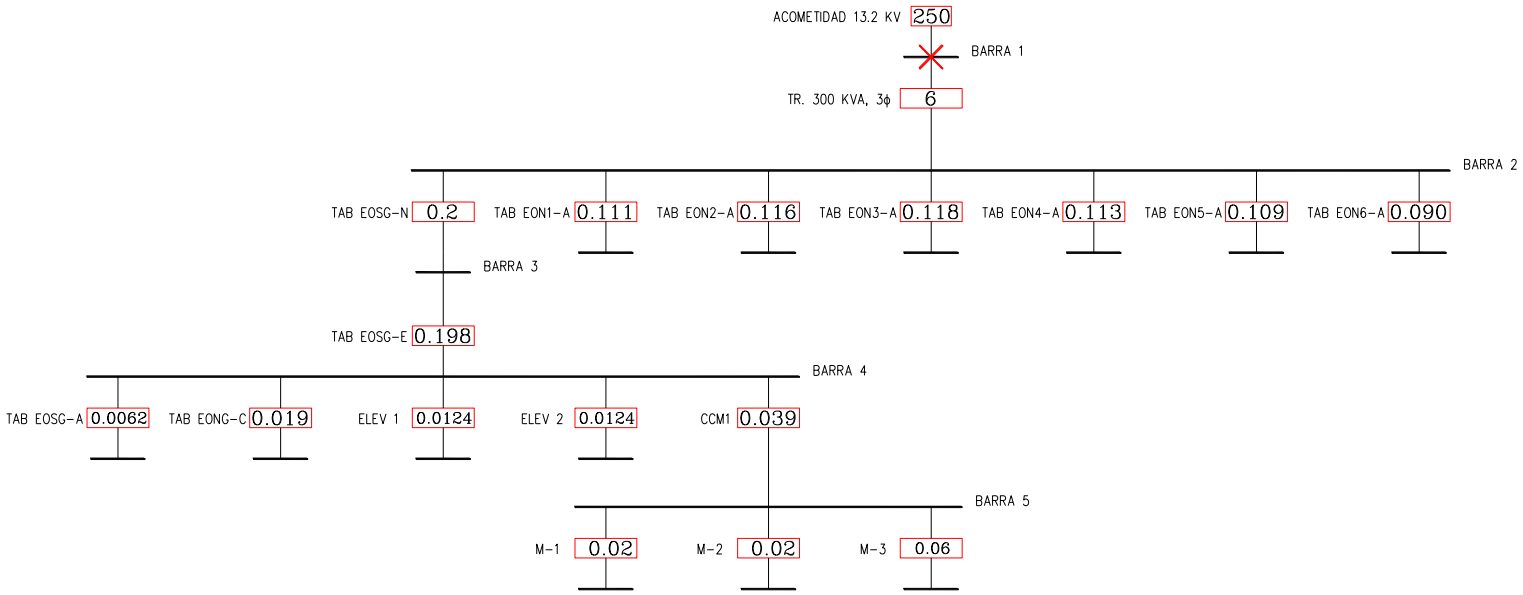
$$\text{MVA cc} = \frac{KVAS/1000}{Z}$$

Dónde: *MVA cc= mvas corto circuito.*

KVAS= carga instalada por tablero en kvas

Z= Impedancia del conductor. (Tabla 9 Ver Anexo)

Paso 2 Se elabora el diagrama de MVA´S

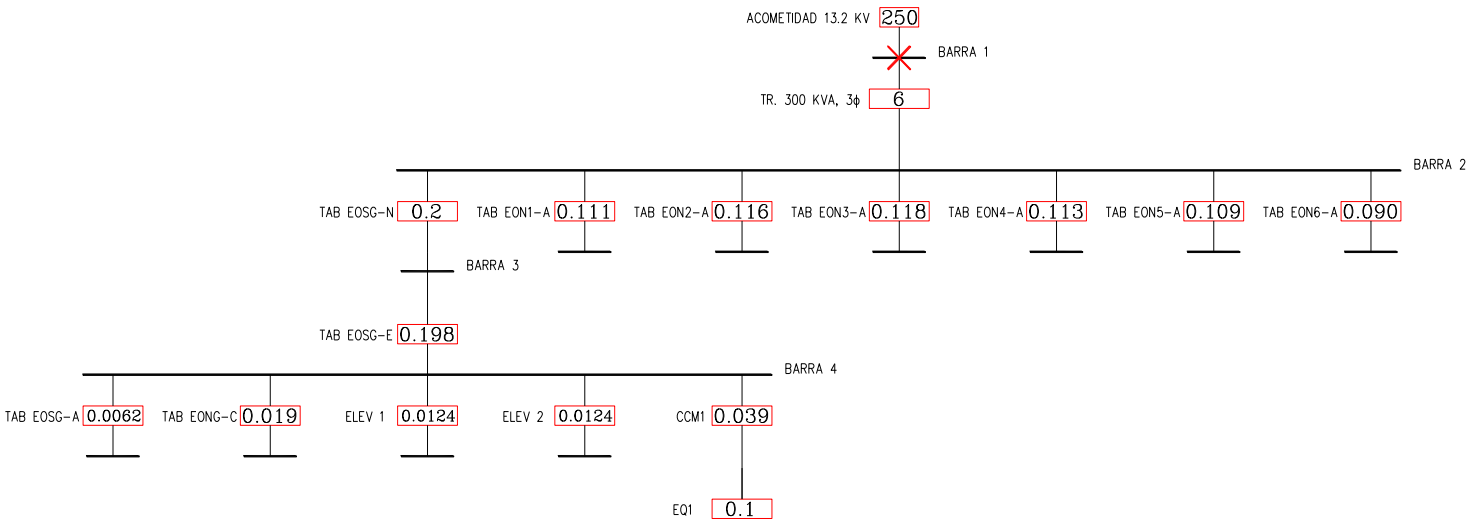


Paso 3 Se reduce el diagrama de MVA´S

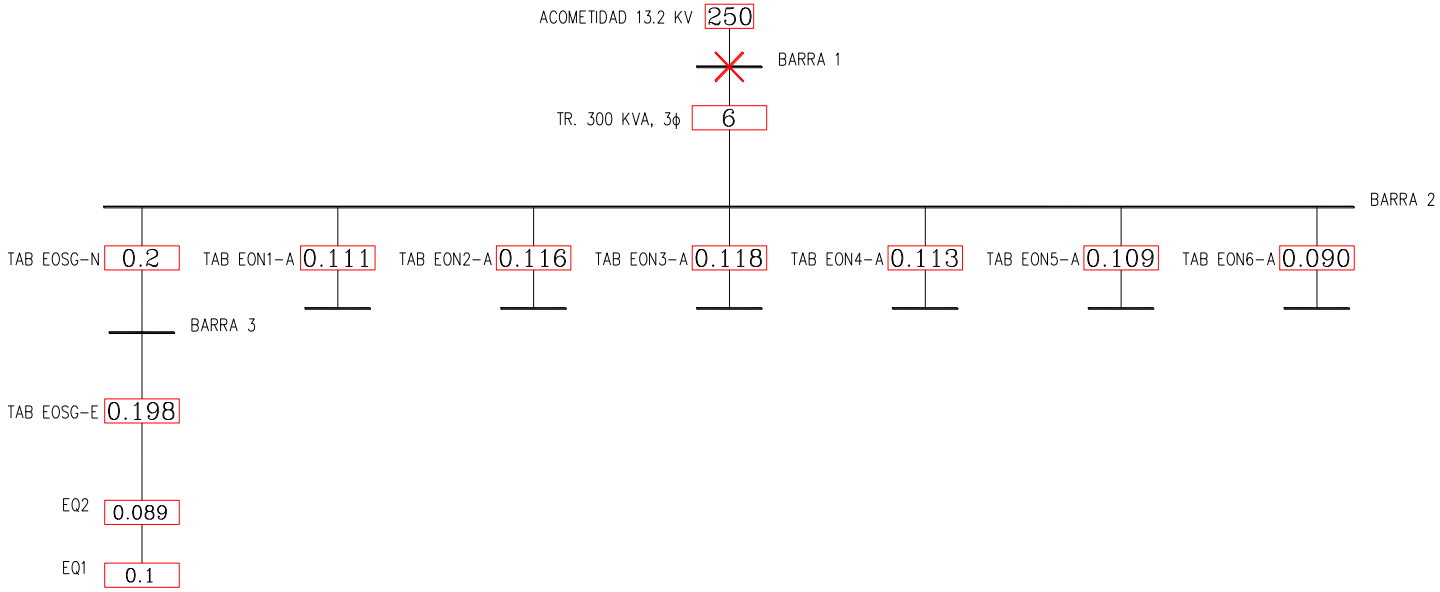
MVA´S en serie: se reducen en paralelo.

MVA´S en paralelo: se reducen en serie.

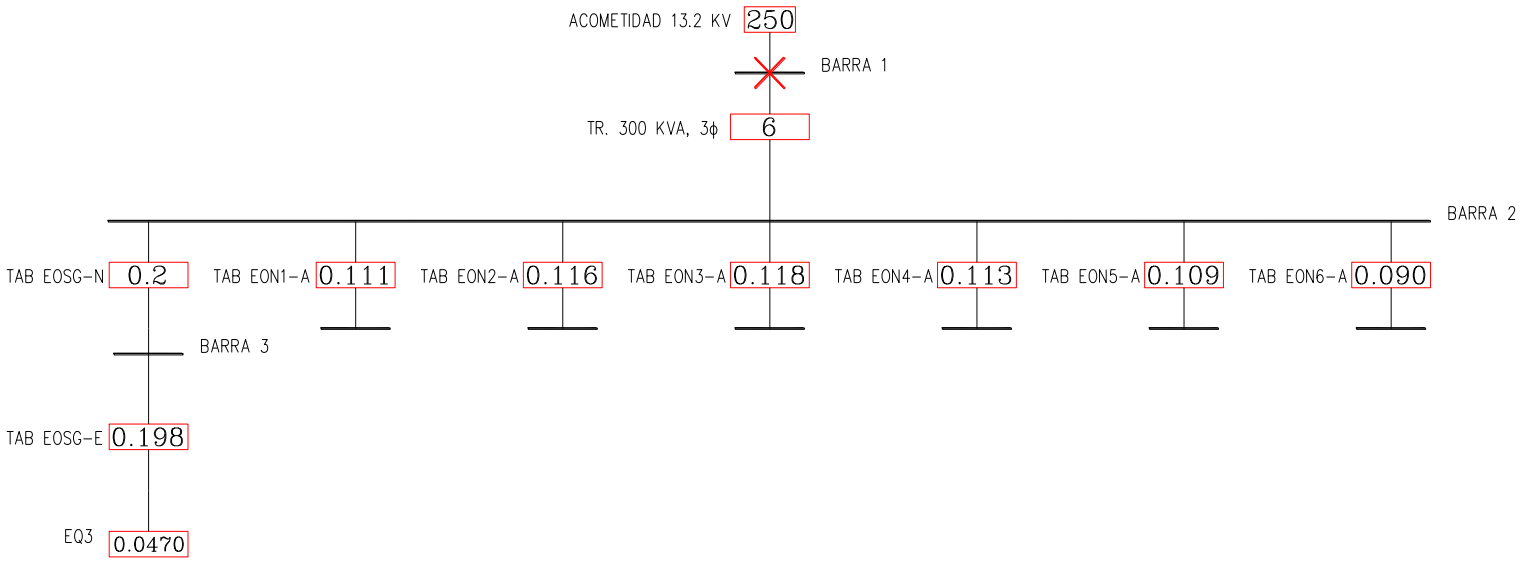
Paso 4 Se procede al cálculo de Corto Circuito en BARRA1



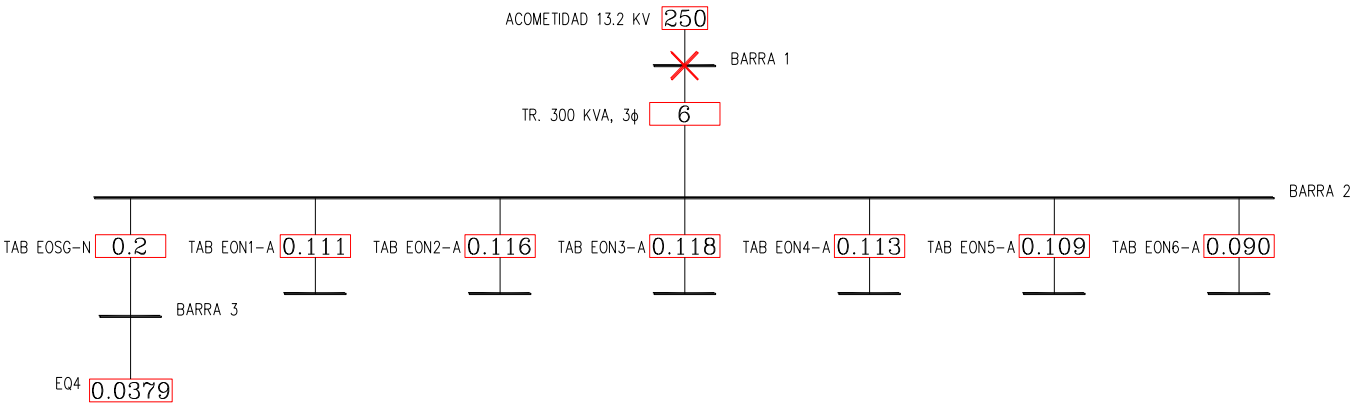
$$EQ1 = 0.02 + 0.02 + 0.06 = \mathbf{0.1}$$



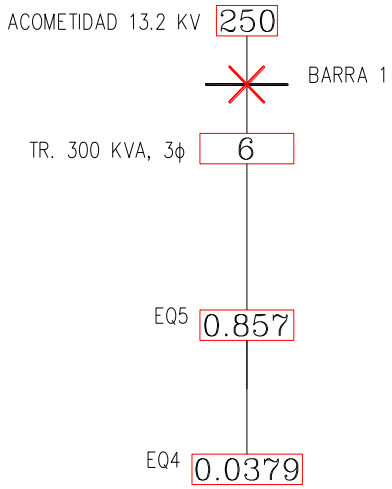
$$EQ2 = 0.0062 + 0.019 + 0.0124 + 0.0124 + 0.039 = \mathbf{0.089}$$



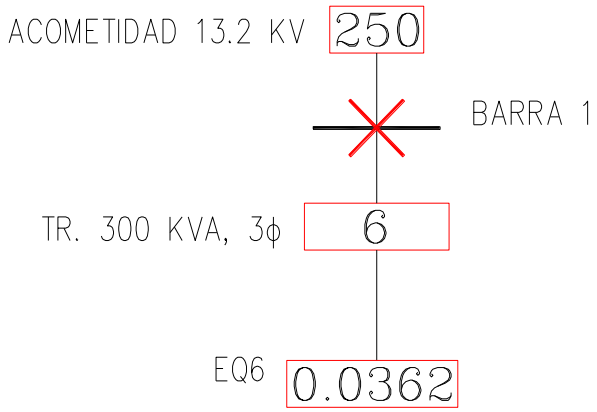
$$EQ3 = \frac{0.089X0.1}{0.089 + 0.1} = \mathbf{0.0470}$$



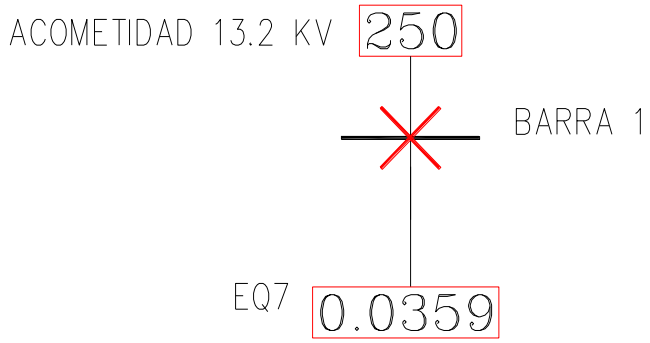
$$EQ4 = \frac{0.198X0.0470}{0.198 + 0.470} = \mathbf{0.0379}$$



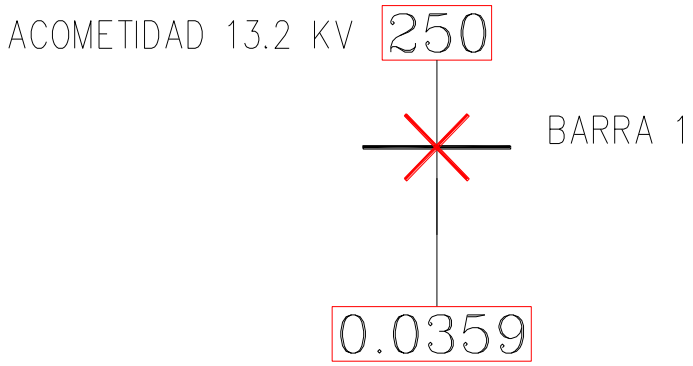
$$EQ5 = 0.2 + 0.111 + 0.116 + 0.118 + 0.113 + 0.109 + 0.090 = \mathbf{0.857}$$



$$EQ6 = \frac{0.857X0.0379}{0.857 + 0.0379} = \mathbf{0.0362}$$



$$EQ7 = \frac{6X0.0362}{6 + 0.0362} = \mathbf{0.0359}$$

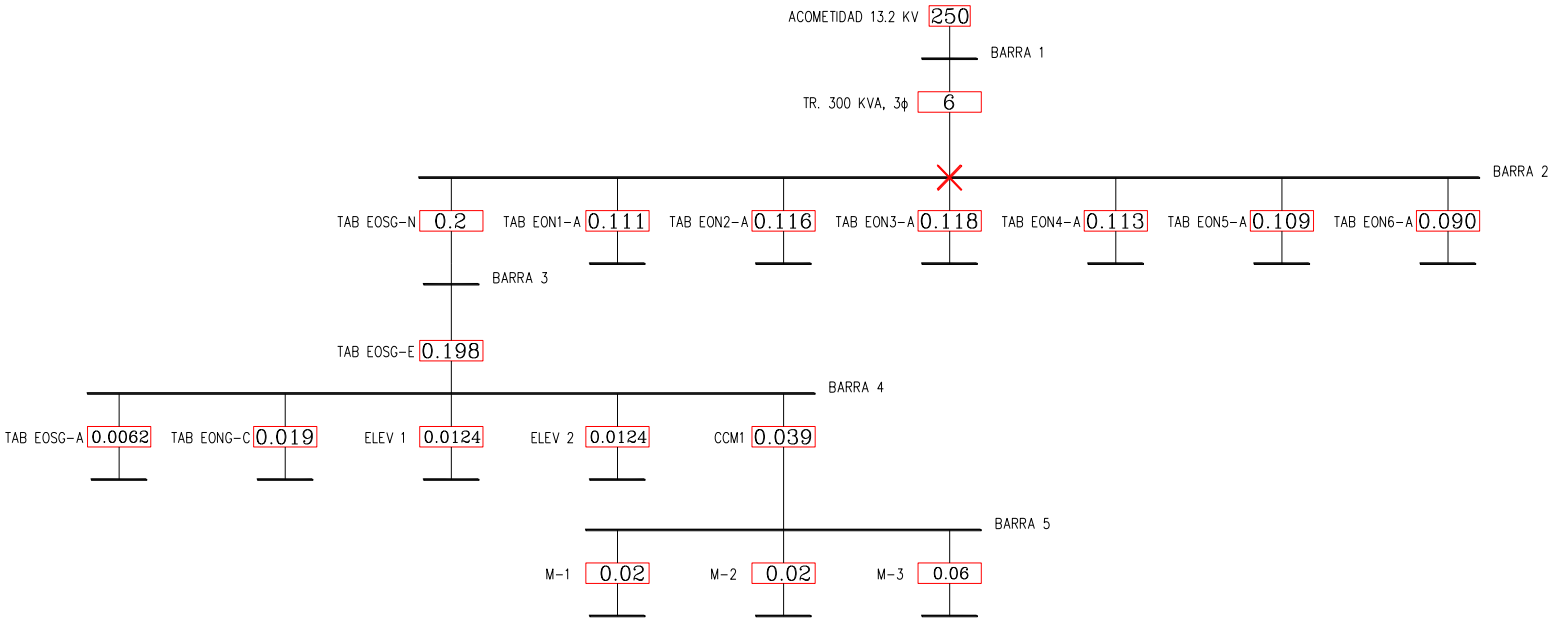


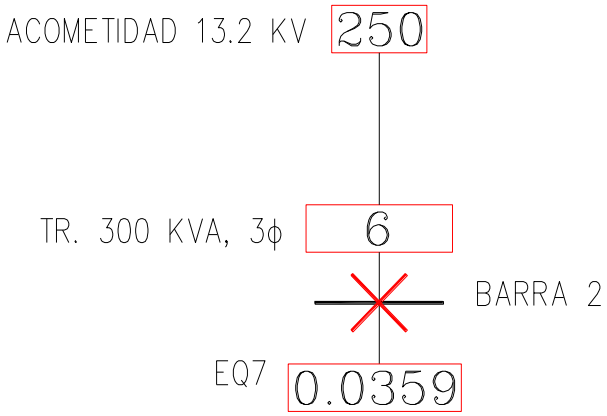
$$MVA\ EQ\ BARRA1 = 250 + 0.0359 = 250.0359$$

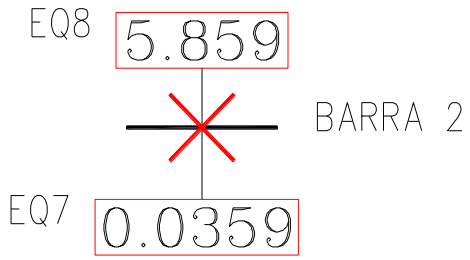
$$POTENCIA\ DE\ CORTO\ CIRCUITO = \mathbf{250.0359}\ MVA$$

$$Icc\ BARRA\ 1 = \frac{250{,}035.9KVA}{\sqrt{3}\ X\ 13.2\ Kv} = \mathbf{10{,}936.2}\ A$$

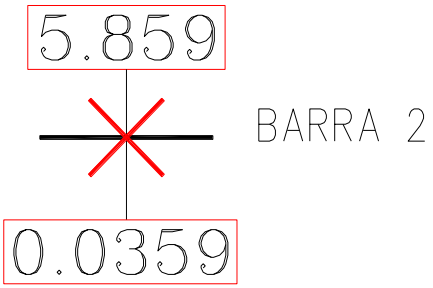
Paso 5 Se procede al cálculo de Corto Circuito en BARRA 2







$$EQ8 = \frac{250X6}{250+6} = \mathbf{5.859}$$



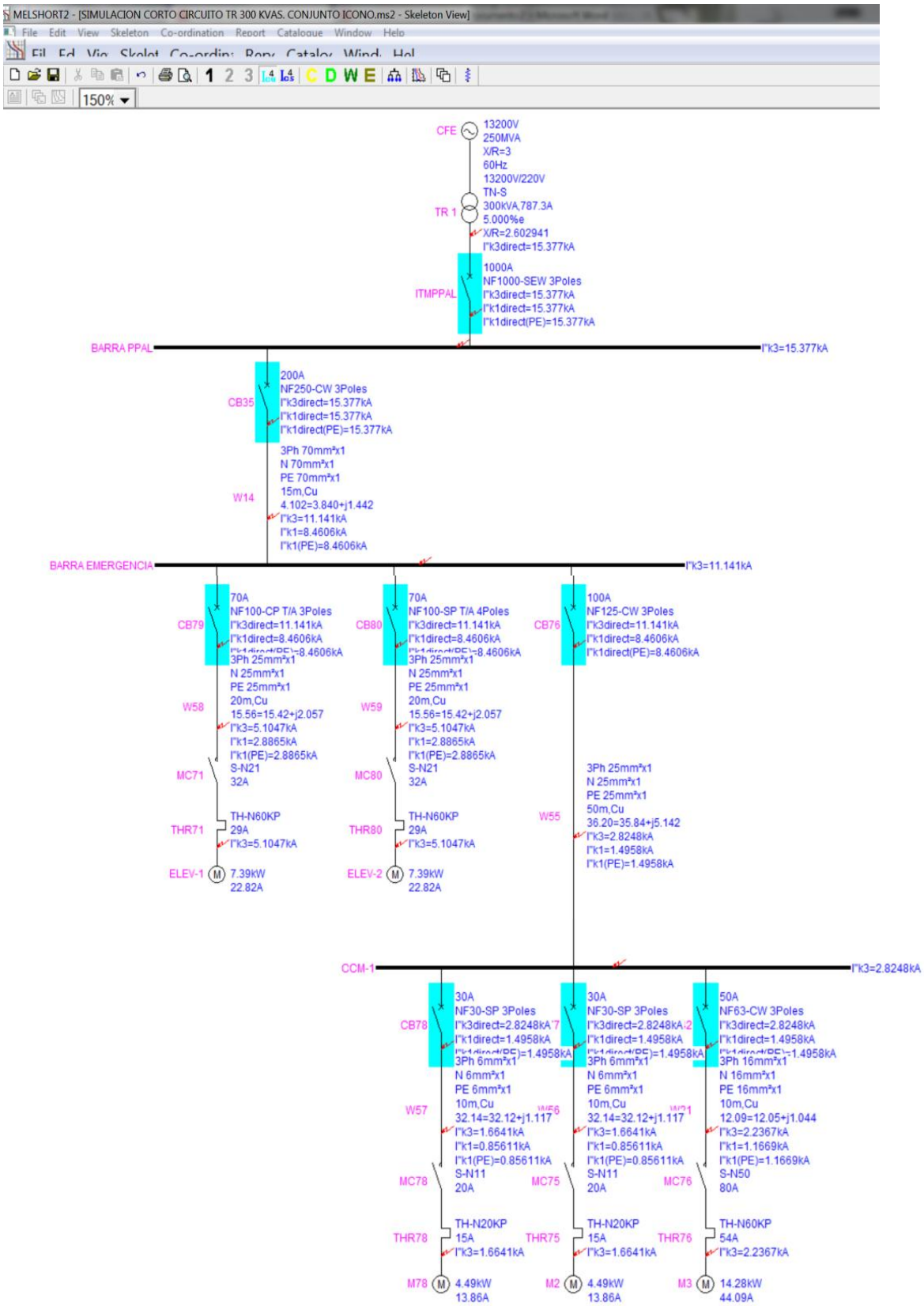
$$MVA\ EQ\ BARRA2 = 5.859 + 0.0359 = 5.8949$$

$$POTENCIA\ DE\ CORTO\ CIRCUITO = \mathbf{5.8949}\ MVA$$

$$Icc\ BARRA\ 2 = \frac{5{,}894.9KVA}{\sqrt{3}\ X\ 0.22\ Kv} = \mathbf{15{,}470.10}\ A$$

Por lo tanto para el proyecto se determina que es necesario instalar como interruptor principal con capacidad de corto circuito de 18 KA que para este proyecto será 3x1000A Marca SQUARE D catalogo **PGA36100U41A** con capacidad de cc de 18 KA. Ver tabla 5.2 (Anexo).

5.2 SIMULACIÓN DE CORTO CIRCUITO CON EL PROGRAMA MELSHORT 2



El programa MELSHORT 2 DE Mitsubishi Electric es un programa especial para cálculos de corto circuito para motores que son los componentes más importantes en una instalación eléctrica que pueden aportar corriente de corto circuito en el sistema eléctrico por eso es indispensable que en nuestro proyecto se realicen estos cálculos.

Como podemos observar en el diagrama anterior el programa MELSHORT 2 DE Mitsubishi Electric calcula en la barra principal una corriente de corto circuito de **15.377 KA** que es el valor exacto, en los cálculos anteriores por el método de los MVA'S nos arroja un valor de **15.470 KA** por lo tanto podemos observar que nuestros cálculos de los MVA´S varían un poco con respecto al simulado lla que el programa melshort2 no nos permite ingresar los datos como son tableros de distribución de alumbrado y contactos solamente cargas de motores es por esta razón que los valores en cuanto a una y la otra varían un poco. Con esto se concluye que el cálculo de corto circuito es correcto.

A continuación se mencionan los marcos de capacidad interruptiva de los interruptores de la marca SQUARE D.

Powerpact Electrónicos

Marcos M, P y R

4

MGL36600

PGL36120U41A

RGF36200U41A

Descripción y uso del producto:

Los interruptores electrónicos PowerPact son una gran innovación de avance para la industria eléctrica, cuentan con un sistema de protección confiable y están aprobados a nivel Norteamérica.

Están diseñados para utilizar menor espacio de montaje y de forma accesible tanto en tableros tipo paneles como estilo distribución en versión I-line.

Marco M (300 A – 800 A)

Disponible en 2 y 3 polos con montaje tipo zapatas y tecnología I-line, capacidades interruptivas de 35KA y 65KA @ 480 Vc.a.*, unidad de disparo ET 1.0 no intercambiable con protección LI.

Marco P (600 A – 1200 A)

Ofertado en 3 polos, apto para montaje con zapatas o con tecnología I-line, capacidades interruptivas de 35KA y 65KA @ 480Vca* y cuenta con unidad tipo Micrologic 3.0 A como estándar con protección LI, intercambiable a unidad Micrologic 6.0 A con protección LSIG.

Marco R (600 A – 2500 A)

Oferta de 3 polos con conectores tipo barra, aptos para colocar la cantidad de zapatas deseadas y accesorios extensibles de barras para aumentar el área de montaje de zapatas, capacidades de interrupción de 35KA y 65KA @480Vc.a.*, con unidad de dispao Micrologic 3.0 A como estándar, opcional unidad Micrologic 6.0 A para protección LSIG.

CAPITULO 6

MALLA DE TIERRA DE LA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 300 KVAS.

El cálculo del sistema de tierra para una subestación eléctrica se basa en la guía de la IEEE Guide for Safety in AC Substation Grounding IEEE Std 80-2000.

El diseño para el sistema de tierra del proyecto tiene los siguientes objetivos:

- Proveer los medios para trasladar corrientes eléctricas dentro de la tierra bajo condiciones normales y de falla sin exceder los límites de operación y del equipo.
- Asegurar que las personas en el lugar con el sistema puesto a tierra no estén expuestas a una descarga eléctrica critica, debido a que cuando ocurre una falla a tierra en los devanados de media tensión o alta tensión, la corriente de falla a tierra al tomar su trayectoria de retorno a su lugar de origen por el terreno natural provocara una tensión de paso y tensión de contacto que pueden ser peligrosa para el ser humano y los animales.

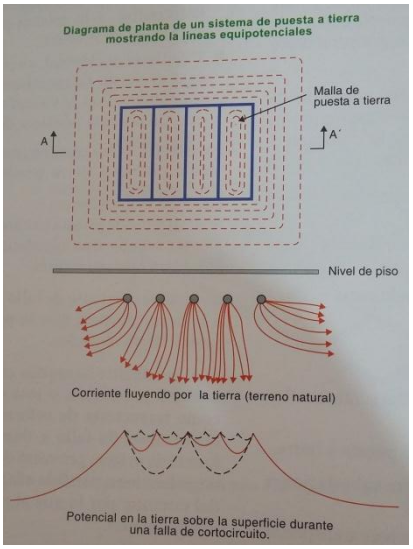
La mayoría de las personas asumen que cualquier objeto puesto a tierra puede tocarse sin sufrir daño alguno, si el sistema de puesta a tierra de una subestación eléctrica tiene una resistencia a tierra baja, no garantiza que sea segura.

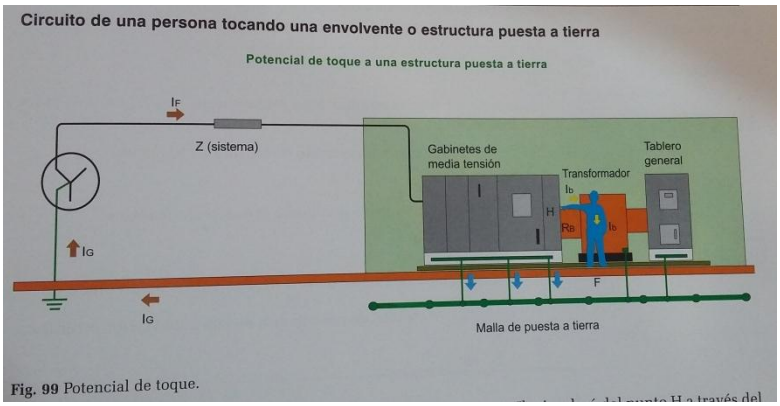
Cuando la corriente de falla de fase a tierra entra a la tierra, esta causara que se presente potencial de paso a tierra elevados.

Si el suministro se realiza con un conductor con cubierta protectora, y ésta cubierta es utilizada como trayectoria de retorno de una parte de la corriente de falla a tierra directamente a la fuente de origen; proveerá una trayectoria de baja impedancia en paralelo a la trayectoria de retorno del circuito, por lo que el potencial a tierra será mucho menor.

La corriente de falla a tierra que entra a la tierra (terreno natural) deberá de analizarse.

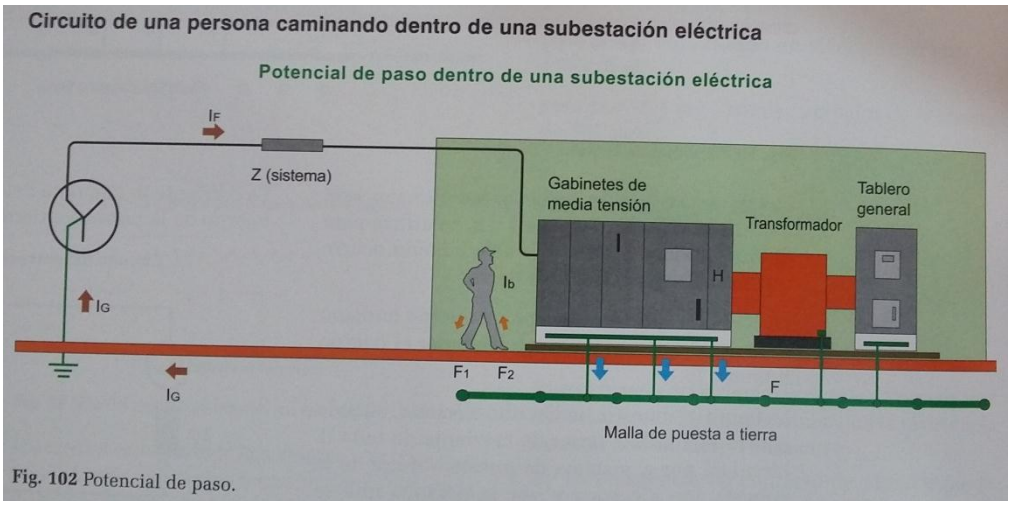
Durante condiciones de falla a tierra, la corriente que circula por la tierra (terreno natural Ver Fig. 6.1) producirá gradientes de potencial dentro y alrededor de la subestación eléctrica.





(Fig. 6.1)

Los efectos que produce la corriente eléctrica que pasa a través del cuerpo humano dependen de la duración, magnitud y frecuencia. La consecuencia más peligrosa es cuando el corazón este expuesto a la condición de fibrilación ventricular. Es muy significativo que los dispositivos de protección contra sobre corriente liberen la falla a tierra lo más rápido que sea posible (Fig. 6.2)



(Fig. 6.2)

6.1 CÁLCULO Y DISEÑO DE LA MALLA DE TIERRA DE LA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA.

Paso 1 *Se calcula la corriente de corto circuito monofásico a tierra.*

La reactancia de secuencia cero es:

1 Suministrador Ia = Icc = 130 000 / 1.73x13.2 = **5,692.76 A**

Ibase = 300/1.73x13.2 = 13.1 A

Ipu = 5,692.76/13.1 = 434.56 pu

Iao = 434.56/3 = 144.85

De la ecuación Iao = E / (X1+X2+X3)

Xo = E/Iao - 2x1

Sustituyendo valores

Xo = 1/144.85 - 2x0.0012

Xo = 0.004503 pu

2 Para el transformador de 300 kvas X0= X1=X2= 0.05 pu

Una vez obtenida la corriente de falla a tierra que puede ocurrir en la subestación eléctrica, se procede a calcular la malla de tierra.

CALCULO DE LA MALLA DE TIERRA DE ACUERDO A LA NORMA IEEE STD 80-2000

ρ = Resistividad del terreno = 75 Ω-m
I = Corriente de falla a tierra = 5,692.76 A

$\frac{X}{R}$ = 10

t = 0.5 Seg.
Longitud de la Red = 10 M
Ancho de la Red = 10 M
Resistividad Superficial (Concreto) = 5000 Ω-m
Profundidad de la red = h = 0.6 m
Espesor del concreto = hs = 0.15 m
Longitud de varillas de tierra = 3 m
Diámetro de las varillas = 0.0159m
Diámetro conductor 4/0 AWG = 0.0134

Paso 1 ***Cálculo de la sección transversal del conductor (cobre desnudo).***

1 *el factor de decremento es:*

Para $\frac{X}{R}$ = 10 t= 0.5 Seg. Df= 1.026 (ver Anexo Tabla 6.1 IEEE STD 80-2000)

2 El factor de proyección CP= 1.0 debido a que no existe incremento en la corriente de falla.

3 Corriente máxima de falla a tierra en la malla.

I_G = 5692.76 X 1.026 X 1.0
I_G = 5,840.77 A

1 La sección del conductor, se utilizan conectores soldables de bronce Tm=450 °C de la tabla 3-IEEE STD-80-2000 (Ver Anexo)

A_{CM} = I Kf $\sqrt{tc}$
A_{CM} = 5840.77x7.06 $\sqrt{0.5}$
A_{CM} = 29,158.13

Resulta tamaño 21.15 mm2 (4 AWG) = 41,740 Cmil

La norma IEEE STD 80-2000 recomienda como calibre mínimo el número 4/0 AWG, por la resistencia mecánica (4/0 AWG) (211.6 Kcmil) con diámetro (Ver TABLA 8.1 CAPITULO 9 DE LA NEC 2014 Anexo)

d= 0.0134 m

Cálculo del factor de reducción del valor de ρs.

Factor de reflexión

$$K = \frac{\rho - \rho_S}{\rho + \rho_S}$$

Dónde: ρ= resistividad de la capa superior
ρs=resistividad de la capa inferior. (Ver Tabla2 anexos)

K= 75-5000/75+5000 = -0.9704

Factor de reducción:

$$C_S = 1 - \frac{0.09\left(1 - \frac{\rho}{\rho_S}\right)}{2h_S + 0.09}$$

Dónde: Cs= factor de disminución de la capa superficial.
ρ=resistividad del terreno.
ρs=resistividad de la capa superficial.
hs=espesor de la capa superficial.

$$\mathrm{Cs} = 1 - \frac{0.09\left(1 - (\frac{75}{5000})\right)}{(2X0.15) + 0.09}$$

$$\mathrm{Cs} = 1 - \frac{0.08865}{0.39}$$

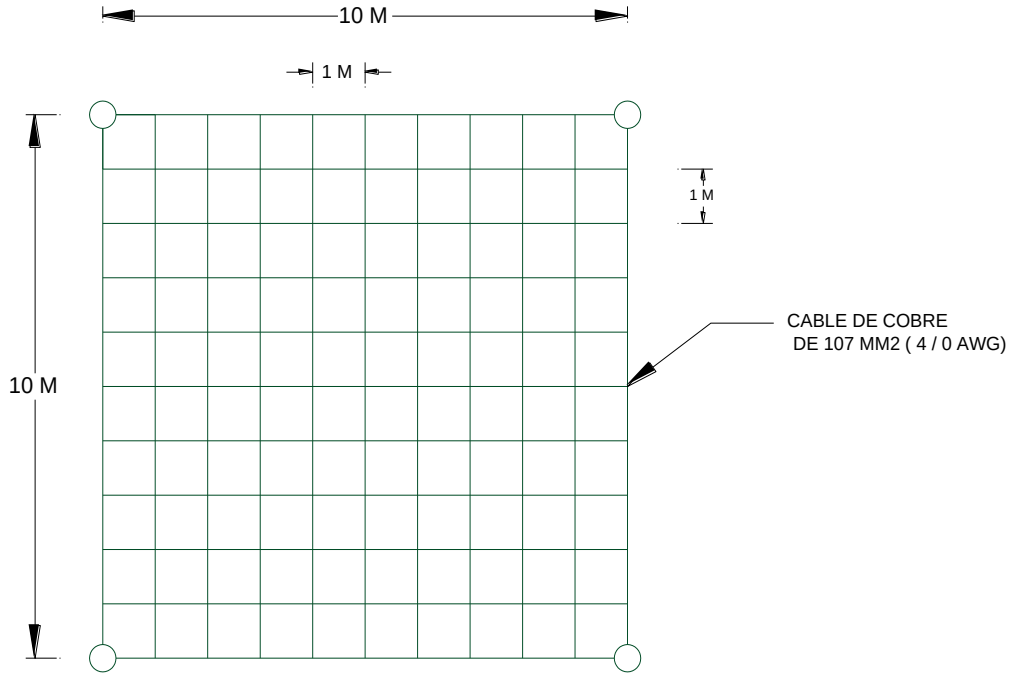
$$\mathrm{Cs} = 0.7726$$

Paso 2 ***Cálculo de los potenciales tolerables de paso y contacto para un apersona de 70 kg.***

E paso = (1000+6 Cs Cs) 0.157/ $\sqrt{ts}$
E paso = (1000+6 x0.7726x5000) 0.157/ $\sqrt{0.5}$
E paso = (1000+6 x 23,178) 0.222
E paso = 5,368.32 v

E contacto = (1000+1.5 Cs Cs) 0.157/ $\sqrt{ts}$
E contacto = (1000+1.5 x0.7726x5000) 0.222
E contacto = (1000+5794.5) 0.222
E contacto = 1,508.60

Paso 3 ***Diseño inicial de la malla de tierra.***



○ Varilla copperweld de 3m x 16 mm (5 / 8)

La malla de tierra debe ser instalada a 60 cm de profundidad del nivel de piso terminado.

Paso 4 ***Cálculo de potencial de Toque.***

$$\text{E toque} = \frac{\rho \text{ X IG X Km X KI}}{LC + LR}$$

$$K_m = \frac{1}{2\pi}\left[\ln\left(\frac{D^2}{16hd_C} + \frac{(D+2h)^2}{8Dd_C} - \frac{h}{4d_C}\right) + \frac{K_{ii}}{k_h}\ln\left(\frac{8}{\pi(2n-1)}\right)\right]$$

Dónde: ρ= resistividad del terreno.
IG=máxima corriente de falla a tierra.
Km= valor geométrico de esparcimiento de la malla.
Ki=factor de irregularidad.
n= número de conductores en paralelo una malla rectangular equivalente.
na=para mallas cuadradas y rectangulares = 1
LC= longitud total del conductor.
LR= longitud total de las varillas.
h= profundidad de la malla.
dc= diámetro del conductor.
Kh= factor de corrección con respecto a la profundidad de la malla.
Kii=factor corrección ajusta los efectos delos conductores de la esquina.
D= distancia máxima entre dos puntos cuales quiera de la malla.

K ii = 1 Con Varillas.

n = na x nb x nc x nd.

$$\text{na} = \frac{2 \text{ LC}}{\text{LP}} = \frac{2 \text{ X } 220}{40} = 11$$

n = 11x 1 x 1 x 1

n = 11

$$\text{Kh} = \sqrt{1} + \frac{h}{ho} = \sqrt{1} + \frac{0.6}{1} = 1.2649$$

$$\text{Km} = \frac{1}{2\pi}\left(\ln\left(\frac{1}{16\ x\ 0.6\ x\ 0.0134} + \frac{\left(1 + (2x0.6)\right)^2}{8\ x\ 1\ x\ 0.0134} - \frac{0.6}{4\ x\ 0.0134}\right) + \frac{1}{1.2649}\ X \ln\left(\frac{8}{\pi\left((2x11) - 1\right)}\right)\right)$$

$$\text{Km} = \frac{1}{2\pi}\left(\ln\left(\frac{1}{0.12864} + \frac{4.84}{0.1072} - 11.19402985\right) + 0.7905633\ X\ (-2.109810782)\right)$$

$$\text{Km} = \frac{1}{2\pi}\left((\ln 41.72885572) - (1.667966465)\right)$$

$$\text{Km} = \frac{1}{2\pi}(2.06226408)$$

$$\text{Km} = 0.3283$$

Ki = 0.644 + (0.148x11)

Ki = 2.272

$$\text{E toque} = \frac{75 \text{ x } 5840.77 \text{ x } 0.3283 \text{ x } 2.272}{232}$$

$$\text{E toque} = \frac{326746.2244}{232}$$

$$\mathbf{E\ toque = 1408.38\ v}$$

Paso 5 ***Cálculo de potencial de Paso.***

$$\text{E paso} = \frac{\rho \text{ X IG X Ks X Ki}}{0.75LC + 0.85LR}$$

$$K_S = \frac{1}{\pi}\left[\frac{1}{2h} + \frac{1}{D+h} + \frac{1}{D}\left(1 - 0.5^{n-2}\right)\right]$$

Dónde: ρ= resistividad del terreno.
IG=máxima corriente de falla a tierra.
Ks= valor geométrico de esparcimiento de la malla.
Ki=factor de irregularidad.
n= número de conductores en paralelo una malla rectangular equivalente.
na=para mallas cuadradas y rectangulares = 1
LC= longitud total del conductor.
LR= longitud total de las varillas.
h= profundidad de la malla.
D= distancia máxima entre dos puntos cuales quiera de la malla.

$$\text{Ks} = \frac{1}{\pi}\left(\frac{1}{2x0.6} + \frac{1}{1x0.6} + \frac{1}{1}(1 - 0.5^{11-2}\right)$$

$$\text{Ks} = \frac{1}{\pi}(\ 0.833333 + \ 0.625 + 0.998046875)$$

$$\text{Ks} = \frac{1}{\pi}(\ 2.456380208)$$

$$\text{Ks} = 0.781890104$$

$$\text{Ki} = 0.644 + (\ 0.148\text{x}11)$$

$$\text{Ki} = 2.272$$

$$\text{E paso} = \frac{75 \text{ X } 5840.77 \text{ X } 0.781890104 \text{ X } 2.272}{(0.75\ x\ 220) + (0.85\ x\ 12)}$$

$$\text{E paso} = \frac{778189.4753}{175.2}$$

$$\mathbf{E\ paso = 4,441.72\ V}$$

Paso 6 ***Comparación de potenciales.***

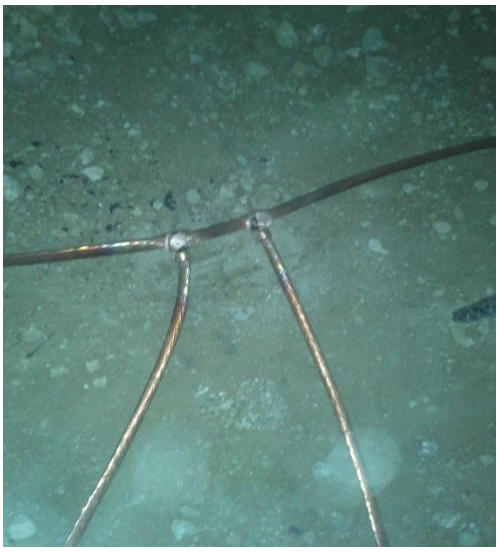
Potenciales tolerables		Comparación	*Potenciales en malla*	
Contacto	*1,508.60*	>	*1,408.38*	Contacto
Paso	*5,368.32*	>	*4,441.72*	*Paso*

Paso 7 ***Comparación de potenciales.***

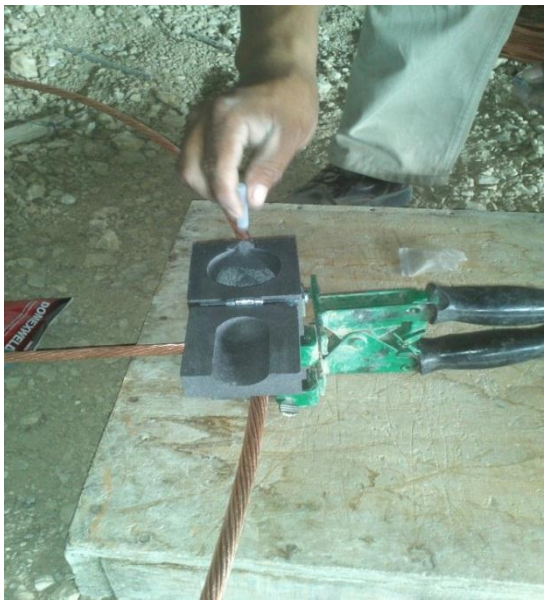
Debido a que los potenciales tolerables de contacto y de paso son mayores que los que se presentan en la malla, se concluye que la malla de tierra es segura. Para la malla del transformador se recomienda utilizar en cada varilla intensificador de tierra o solución GEM para reducir la resistencia de la tierra y tener un sistema seguro.

Se utiliza soldadura exotérmica para la unión de los conductores en cada unión o derivación Ver Fig. 6.3

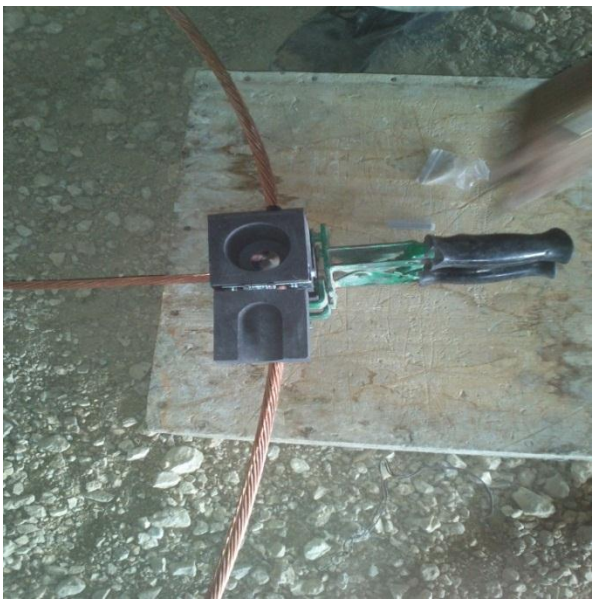
(Fig. 6.1)



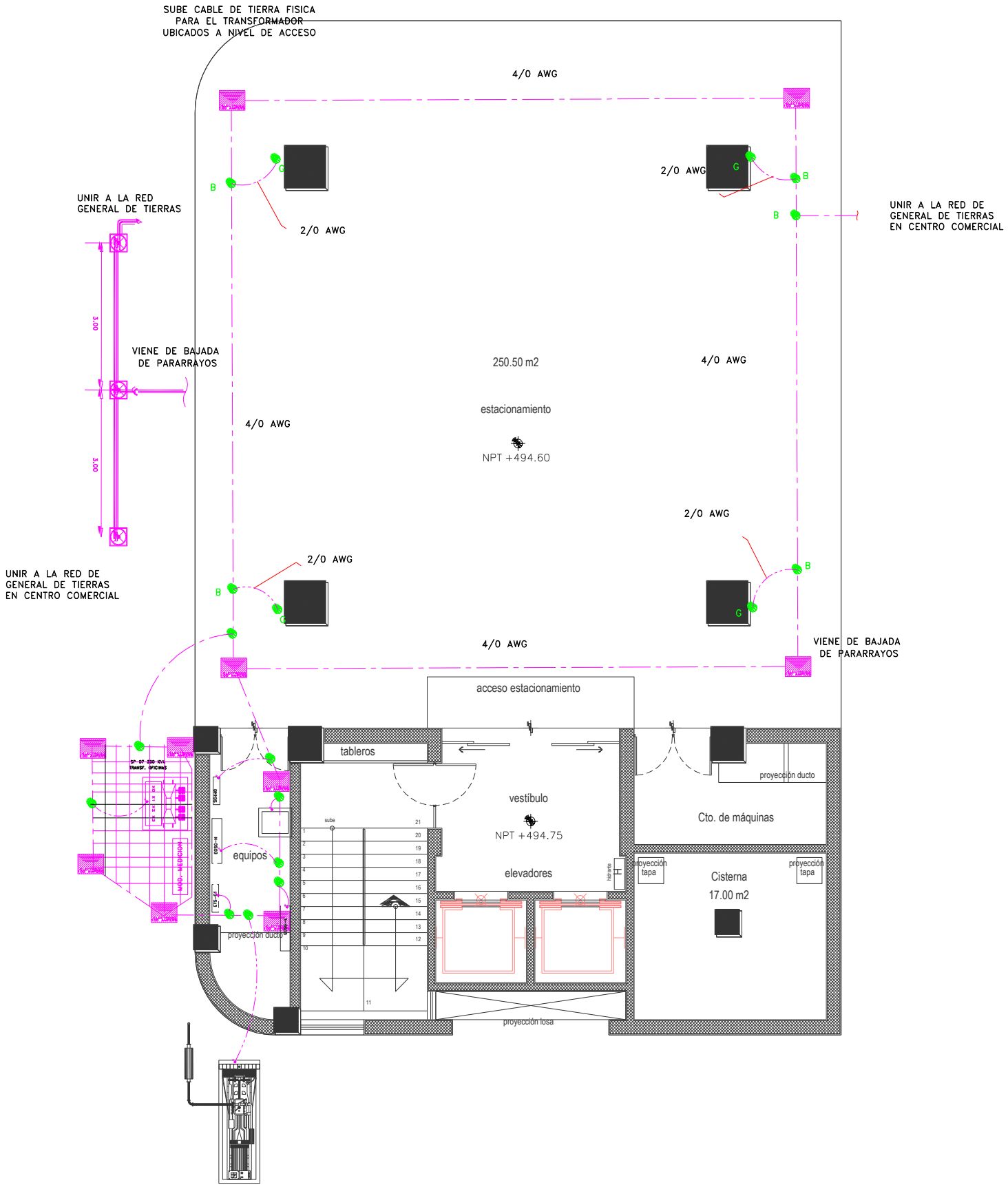
(Fig. 6.2)



(Fig. 6.3)



(Fig. 6.4)


SUBE CABLE DE TIERRA FISICA
PARA EL TRANSFORMADOR
UBICADOS A NIVEL DE ACCESO
4/0 AWG
2/0 AWG
UNIR A LA RED
GENERAL DE TIERRAS
UNIR A LA RED DE
GENERAL DE TIERRAS
EN CENTRO COMERCIAL
3.00
VIENE DE BAJADA
DE PARARRAYOS
250.50 m2
estacionamiento
NPT +494.60
UNIR A LA RED DE
GENERAL DE TIERRAS
EN CENTRO COMERCIAL
VIENE DE BAJADA
DE PARARRAYOS
acceso estacionamiento
tableros
vestíbulo
NPT +494.75
elevadores
equipos
proyección ducto
Cto. de máquinas
Cisterna
17.00 m2
proyección tapa
proyección losa
sube

CAPITULO 7

ANÁLISIS Y DISEÑO DE ILUMINACIÓN.

Toda edificación en la cual se ha de realizar algún tipo de actividad, ya sea laboral o cotidiana, requiere de un ambiente que cuente con un buen nivel de iluminación para optimizar el rendimiento, la productividad, la seguridad y el confort al momento de ejecutar dichas actividades. Anteriormente las instalaciones de iluminación no eran diseñadas teniendo en cuenta diversos factores que alteran el efecto lumínico de las fuentes de luz de una u otra manera y tampoco existían reglamentos o especificaciones que deberían cumplir éstos diseños, provocando así que las instalaciones de iluminación fueran mal diseñadas y no garantizaban los niveles de iluminancia requeridos para cada tipo de espacio y actividad a realizar.

La luz es un componente esencial en cualquier medio ambiente, hace posible la visión del entorno y además, al interactuar con los objetos y el sistema visual de los usuarios, puede modificar la apariencia del espacio, influir sobre su estética y ambientación y afectar el rendimiento visual, el estado de ánimo y la motivación de las personas. El diseño de iluminación debe comprender la naturaleza física, fisiológica y psicológica de esas interacciones y además, conocer y manejar los métodos y la tecnología para producirlas, pero fundamentalmente demanda, competencia, creatividad e intuición para utilizarlas. El diseño de iluminación debe definirse como la búsqueda de soluciones que permitan optimizar la relación visual entre el usuario y su medio ambiente.

7.1 ASPECTOS TÉCNICOS Y NORMAS QUE RIGEN UN SISTEMA DE ILUMINACIÓN.

Establecer los requerimientos de iluminación en las áreas de los centros de trabajo, para que se cuente con la cantidad de iluminación requerida para cada actividad visual, a fin de proveer un ambiente seguro y saludable en la realización de las tareas que desarrollen los trabajadores.

La norma que rigen las condiciones de iluminación en los centros de trabajo y el cual este proyecto está basada es la NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-025-STPS-2008 esta Norma rige en todo el territorio nacional y aplica en todos los centros de trabajo.

Dimensiones: Se deben tener en cuenta las dimensiones del local, principalmente el largo, el ancho y el alto. También es de suma importancia saber si la geometría descrita por las paredes y techo no es rectangular; es decir, tanto la pared como el techo pueden presentar formas tales como arcos, cúpulas o domos y techos de 16 forma triangular. Este parámetro es de suma importancia para poder seleccionar el tipo de luminaria a utilizar y su disposición.

Tipo de recinto y actividad: Se debe conocer el tipo de edificación y qué clase de actividad se desea realizar allí, pues dependiendo de esto, se establecerá el nivel de iluminancia promedio con que debe contar la edificación.

Plano de trabajo: el plano útil o de trabajo indica la altura respecto al suelo a la cual se realizaran las actividades dentro del local, esta altura debe ser general o local y en caso de no conocerse se pueden establecer alturas desde 0.75 m para trabajos realizado sentado y hasta 1 mt para trabajos realizados a pie.

Lámparas y luminarias: Es de suma importancia seleccionar el conjunto de lámparas-luminaria pues de este depende que se produzca la iluminancia promedio que se requiera.

Iluminancia: Es la luminosidad en un punto de una superficie, se define como el flujo luminoso que incide sobre un elemento de la superficie dividido por el área de ese elemento. La iluminancia esta expresada en lux (lx).

7.2 CALCULO POR EL MÉTODO DE LOS LÚMENES.

El método de los lúmenes se basa en la definición de lux, la cual nos dice que un lux es igual a un lumen por metro cuadrado, por lo tanto tendremos que:

$$\text{Número de lux} = \frac{\text{Lúmenes incidentes sobre una superficie}}{\text{Área en metros cuadrados}}$$

Factores, tales como la absorción de luz por la lámpara, la suciedad de la luminaria, la disminución gradual de la emisión luminosa, etc., se consideran en la fórmula del método de los lúmenes definiendo el nivel de iluminación mediante la siguiente fórmula:

$$E = \frac{N * \Phi_T * CU * FM}{A}$$

Dónde:

E = Nivel de iluminación, en luxes.

ΦT = Lúmenes iniciales por luminaria, en lúmenes.

N = Número de luminarias.

C.U. = Coeficiente de utilización.

F.M. = Factor de mantenimiento.

A = Área, en metros cuadrados.

Donde el flujo por luminaria es igual a:

$$\Phi_T = \Phi_L * n$$

Dónde:

ΦL = Lúmenes iniciales por lámpara, en lúmenes.

n = Número de lámparas por luminaria.

Nivel de iluminación.

Como primer paso requerimos conocer el nivel de iluminación requerido, este depende de las actividades que se van a realizar en él. En general se pueden distinguir entre tareas con requerimientos luminosos mínimos, normales o exigentes. En el primer caso estarían las zonas de paso (pasillos, vestíbulos, escaleras, etc.) o los locales poco utilizados (almacenes, cuartos de maquinaria donde el trabajo requiera niveles visuales limitados, etc.)

Para nuestros cálculos como referencia tomamos al **primer nivel** especialmente a estudiar el espacio destinado a oficinas con un **área total de 16m x 15 = 240 m2**

Para cumplir con la **NORMA Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008**, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo. Los niveles mínimos de iluminación que deben incidir en el plano de trabajo, para cada tipo de tarea visual o área de trabajo, son los establecidos en la siguiente Tabla 7.2 (Ver Anexo).

De acuerdo con la tabla 7.2 tenemos que para trabajo de oficina se mencionan en 300 luxes, en nuestro caso el nivel de iluminación que tomaremos es de **300 luxes.**

Coeficiente de utilización.

El coeficiente de utilización es la relación que existe ente los lúmenes que alcanzan el plano de trabajo y los lúmenes totales que genera la lámpara. Este factor toma en cuenta diversos factores como son: la eficacia y distribución de la luminaria, la altura de montaje, las dimensiones que tiene el local y las reflectancias que tienen las paredes, el techo y el piso. Para la determinación del coeficiente de utilización tenemos dos métodos: el método del índice de cuarto (IC) y el método de la cavidad zonal (RC). En nuestro caso lo haremos por el método de la cavidad zonal.

Método de índice de cuarto

$$Ic = \frac{\text{Área}}{Hc(\text{Largo} + \text{Ancho})} \qquad (2.4)$$

Método de cavidad zonal

$$Rc = \frac{5 * Hc(\text{Largo} + \text{Ancho})}{\text{Área}} \qquad (2.5)$$

Relaciones de cavidades Para el método de cavidad zonal existen dos métodos, uno por medio de tablas, lo cual da un valor muy generalizado y por medio de fórmulas que es un valor más real, nosotros lo realizaremos por medio del método de fórmulas. La fórmula utilizada para el cálculo de la relación de cavidad (Rc) de cada zona del área a iluminar es la fórmula (2.5), dado que el edificio está dividido en áreas rectangulares, la fórmula es la siguiente:

$$Rc = \frac{5 * Hc * (\text{Largo} + \text{Ancho})}{(\text{Largo} * \text{Ancho})} \qquad (2.5)$$

Entendiendo que de acuerdo con la figura 2.4:

Rc = Relación de cavidad de la zona (techo, cuarto o piso).

Hc = Altura de cavidad de la zona (techo, cuarto o piso) (m).

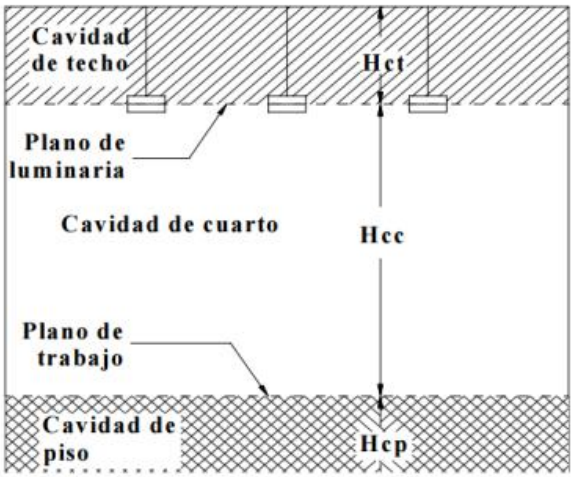


Figura 2.4. Cavidades en las diferentes zonas

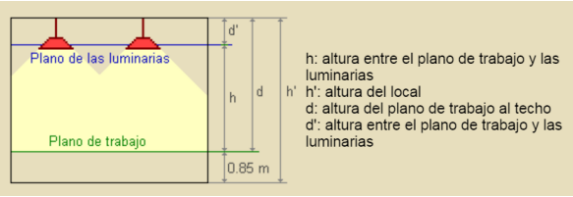


Fig. 7.2

Hct = Altura de cavidad de techo.

Hcc = Altura de cavidad de cuarto.

Hcp = Altura de cavidad de piso.

Luminaria propuesta.

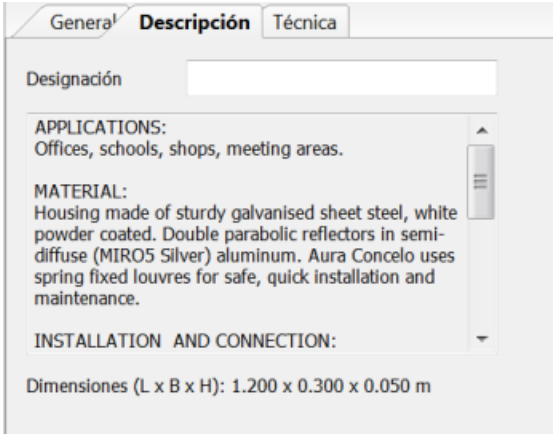


Fig. 7.3

De acuerdo a esto tenemos los siguientes datos para los cálculos de las relaciones de cavidad:

Hct = 0.050m

Hcc = 1.5 m

Hcp = 1.0 m

Largo del local = 16m

Ancho del local = 15m

Relación de cavidad de techo.

$$\text{Rct} = \frac{5\ x\ Hct\ (\ Largo +\ Ancho\ )}{(Largo\ x\ Ancho)} =$$

$$\text{Rct} = \frac{5\ x\ 0.050\ (\ 16 +\ 15\ )}{(16x15)} = 0.03229$$

Relación de cavidad de Cuarto.

$$\text{Rcc} = \frac{5\ x\ Hcc\ (\ Largo +\ Ancho\ )}{(Largo\ x\ Ancho)} =$$

$$\text{Rcc} = \frac{5\ x\ 1.5\ (\ 16 +\ 15\ )}{(16x15)} = 0.96875$$

Relación de cavidad de piso.

$$\text{Rcp} = \frac{5\ x\ Hcp\ (\ Largo +\ Ancho\ )}{(Largo\ x\ Ancho)} =$$

$$\text{Rcp} = \frac{5\ x\ 1.0\ (\ 16 +\ 15\ )}{(16x15)} = 0.6458$$

De acuerdo a esto tenemos que:

Rct = 0.03229

Rcc = 0.96875

Rcp = 0.6458

Como siguiente paso tenemos que calcular las reflectancias efectivas del techo y del piso para lo cual conforme a lo mencionado anteriormente tenemos que las reflectancias son:

Reflectancia Techo = 80%.

Reflectancia Pared = 50%.

Reflectancia Piso = 20%.

Teniendo en cuenta que la reflectancia del techo es del 80% y de las paredes del 50% y que Rct = 0.03229, la reflectancia efectiva del techo se determina a partir de la tabla 2.5 (Ver Anexo) para reflectancias efectivas de cavidad

Debido a que los valores de estas tablas de relación de cavidad comienzan desde 0.2 y el valor que nosotros tenemos es de 0.03229, que es aproximadamente 0.2, tomamos el valor de la reflectancia efectiva para este valor, por lo tanto obtenemos que Ref techo = 77.0%.

En la misma tabla 2.5 (Ver Anexo) pero ahora con los valores de reflectancia del piso de 20%, de pared del 50% y Rcp = 0.6458, encontramos la reflectancia efectiva del piso:

Para Rcp = 0.6 tenemos que Ref = 19%

Coeficiente de utilización (CU)

Como ya lo mencionamos la luminaria escogida para este trabajo es la luminaria Aura modelo: 81365640 Concelo 3 x 17 w Dali.

Descripción de la lámpara: 3 lámparas LED, 17 watts. (Dali).

Potencia de entrada = 57 W.

Lúmenes por lámpara = 4160 lúmenes.

LLD = 0.88. LDD = Muy limpio 0.94; Limpio 0.90.

Para los valores de Rcc = 0.96875, Reflectancia de la pared = 50% y Reflectancia efectiva del techo = 77.0% obtenemos de la tabla de Coeficiente de utilización:

Para un valor de 80 % de reflectancia efectiva en el techo tenemos:

Para Rcc = 0.96875 un valor de CU = 81

Para un valor de 70 % de reflectancia efectiva en el techo tenemos:

Para Rcc = 0.96875 un valor de CU = 78

Para un valor de 77.0 % de reflectancia efectiva en el techo tenemos:

Para el 70% un valor de 78

Para el 80% un valor de 81

Interpolando tenemos para Ref techo = 77.0 % un valor de CU = 79.5

C.U. = 0.795

Factor de mantenimiento

El paso del tiempo provoca que en las instalaciones de alumbrado se presente una disminución progresiva en los niveles de iluminación, las causas de este problema se manifiestan de varias maneras, por un lado el ensuciamiento de lámparas, luminarias y superficies donde se vaya depositando el polvo y por otro la depreciación del flujo de las lámparas. En el primer caso la solución es realizar una limpieza periódica de las lámparas y luminarias, y en el segundo se debe establecer un programa de sustitución de las lámparas, aunque a menudo se espera a que estas fallen para cambiarlas, es recomendable realizar la sustitución por grupos o de toda la instalación a la vez según un programa de mantenimiento dado. Podemos decir que el factor de mantenimiento es el factor en el cual consideramos estas pérdidas, por lo que podemos decir que es la relación entre la iluminación existente cuando ésta alcanza su nivel más bajo (antes de realizar alguna acción correctiva) y el nivel de iluminación inicial si no se considera ningún factor parcial de pérdidas.

Determinar el factor de mantenimiento (fm) o conservación de la instalación. Este coeficiente dependerá del grado de suciedad ambiental y de la frecuencia de la limpieza del local. Para una limpieza periódica anual podemos tomar los valores de la Tabla 7.5 CIE (Ver Anexos).

Para este proyecto el factor de mantenimiento está dado con un valor medio aproximado de 0.8

El factor de mantenimiento es = 0.8

Es recomendable que en todo el edificio se realice mantenimiento periódicamente a no más de 2 meses para la limpieza de las luminarias y cambio de las mismas en caso necesario para que el factor de mantenimiento no afecte la iluminación que existe en cada espacio de trabajo.

Cálculo de luminarias

Conociendo ya el factor de mantenimiento y el coeficiente de utilización podemos calcular el número de luminarias requeridas para proporcionar el nivel de iluminación requerido, despejando de la fórmula de nivel de iluminación, obtenemos que el número de luminarias es:

$$\mathrm{N} = \frac{\mathrm{E\ x\ A}}{n\ x\ \Phi\mathrm{L\ x\ CU\ x\ FM}}$$

Dónde:

E = 300 luxes.
A = (Largo*Ancho) = (16m * 15m).
ΦL = 1386.6 lúmenes por lámpara.
C.U.= 0.795
F.M.= 0.8
n = 3 lámparas por luminaria.

$$\mathrm{N} = \frac{300\ \mathrm{x}\ (16\ \mathrm{x}\ 15\ )}{3\ x\ 1386.6\ \mathrm{x}\ 0.795\ \mathrm{x}\ 0.8} = 27.21 = \mathbf{27}\ \boldsymbol{luminarias}$$

Como podemos observar necesitamos de acuerdo a nuestros cálculos 27 luminarias para tener una buena iluminación en las oficinas y espacios de trabajos de lectura.

Ahora bien para determinar si cumplimos con los niveles mínimos de iluminación de acuerdo a la **NORMA Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008** que nos dice que son 300 luxes como mínimo en oficinas, procedemos a realizar los siguientes cálculos:

$$\mathrm{E} = \frac{n\ x\ \Phi\mathrm{L}\ \mathrm{x}\ \mathrm{CU}\ \mathrm{x}\ \mathrm{FM}}{\mathrm{A}}$$

$$\mathrm{E} = \frac{27.3X\ 4160\ \mathrm{x}\ 0.795\ \mathrm{x}\ 0.8}{16\ \mathrm{X}\ 15} = \mathbf{301}\ \boldsymbol{LUXES}$$

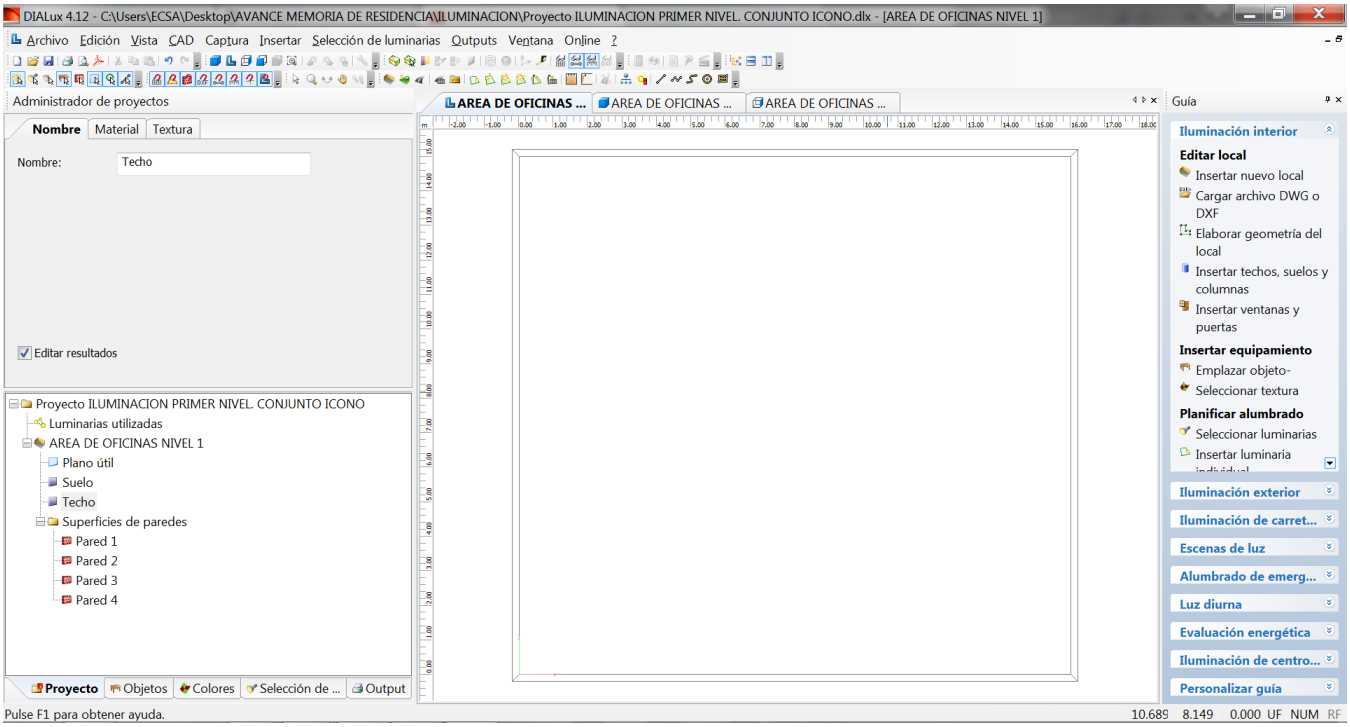
Por lo tanto se determina que cumplimos con los niveles mínimos que recomienda la **NORMA Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008.**

7.3 SIMULACIÓN CON EL PROGRAMA DIALUX 4.12.

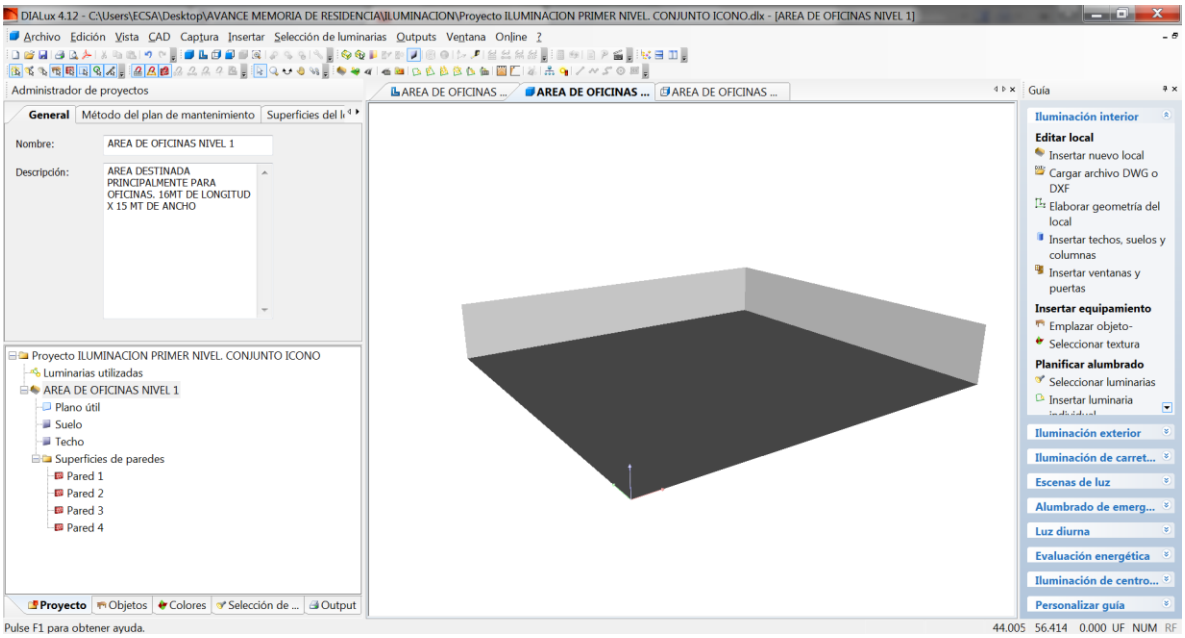
DIALux es un software de DIAL que permite crear proyectos de iluminación profesionales. Este software está siendo utilizado por miles de diseñadores de iluminación en todo el mundo, y facilita la tarea de diseñar sistemas de iluminación tanto para interiores como exteriores.

Como primer paso realizamos las dimensiones del local:

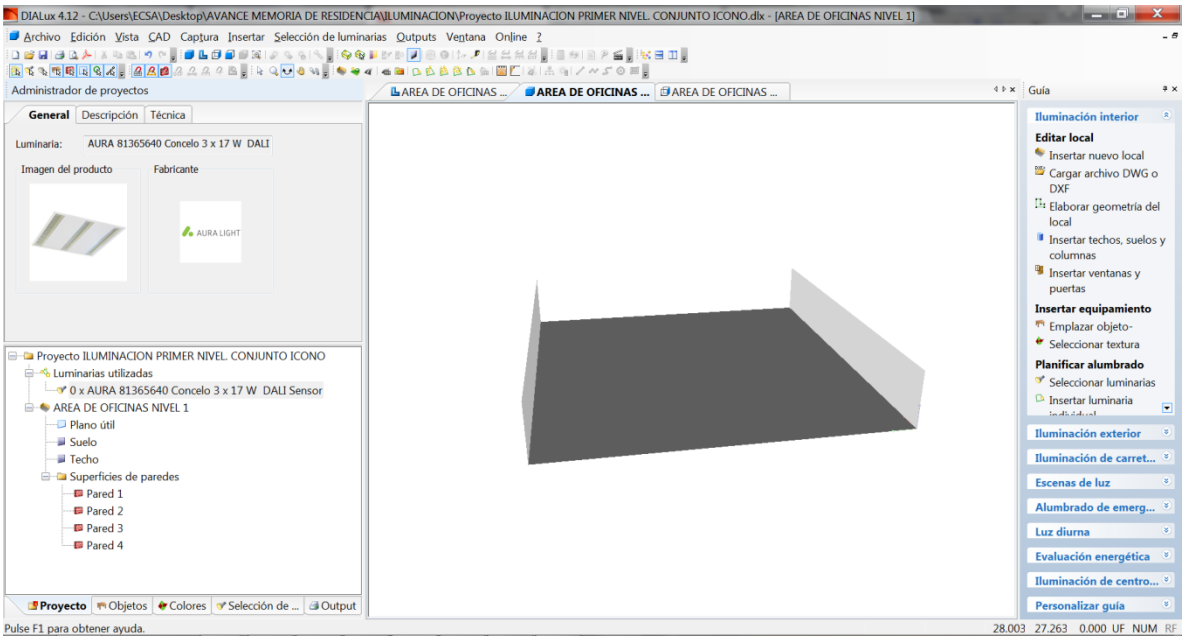
VISTA EN PLANTA

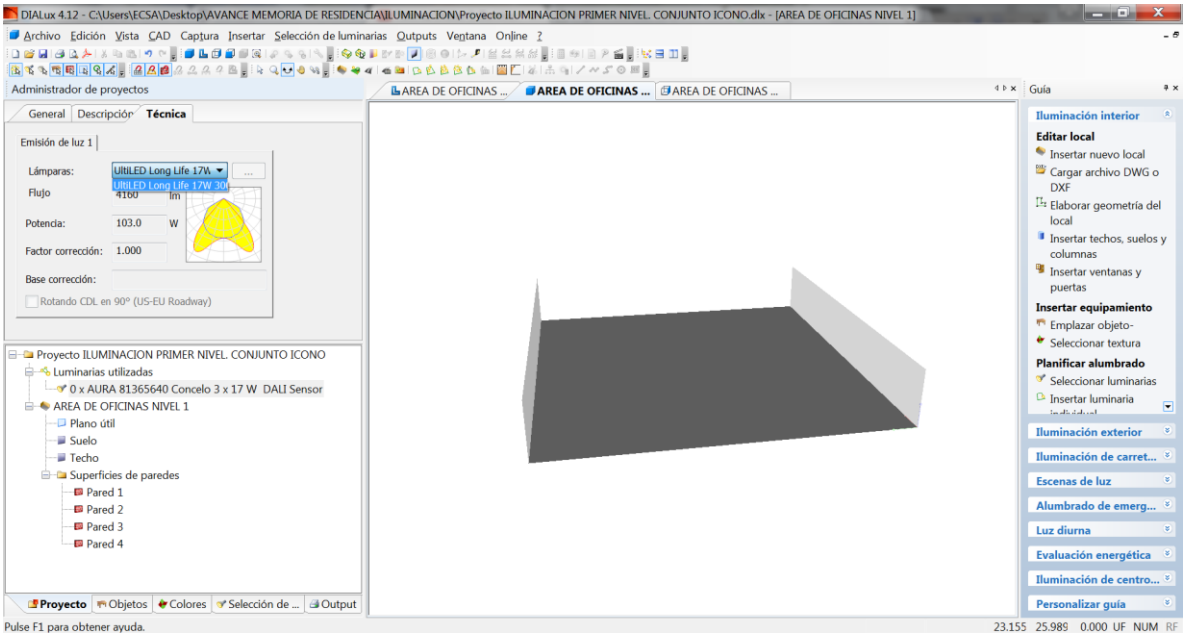


VISTA EN 3D

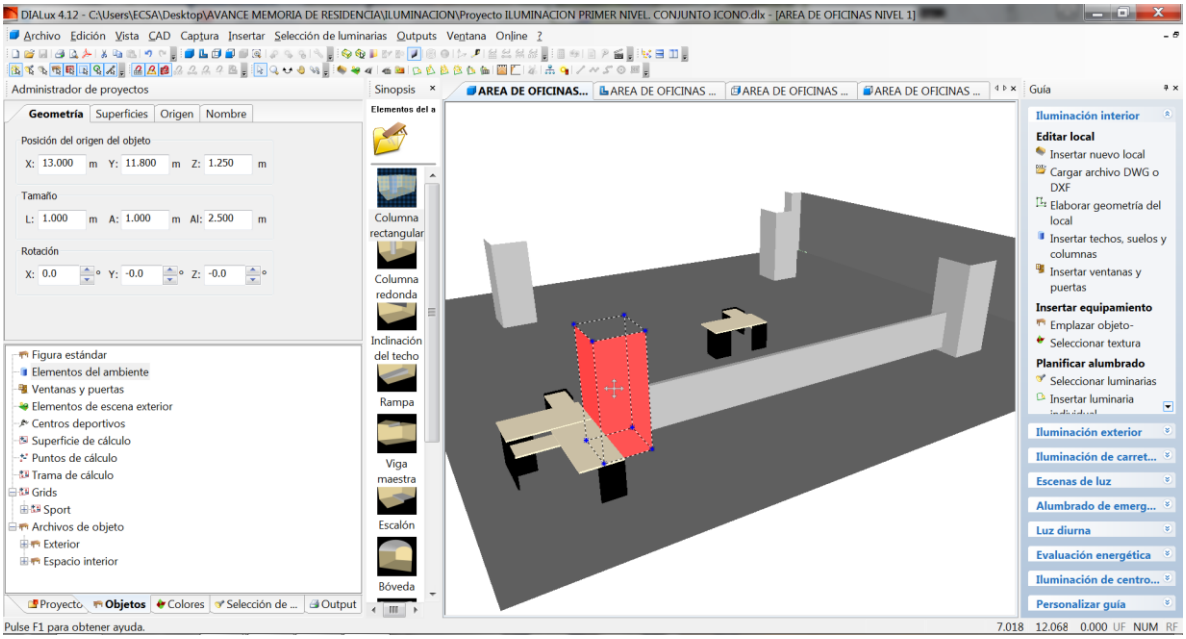


SELECCIÓN DE LUMINARIA

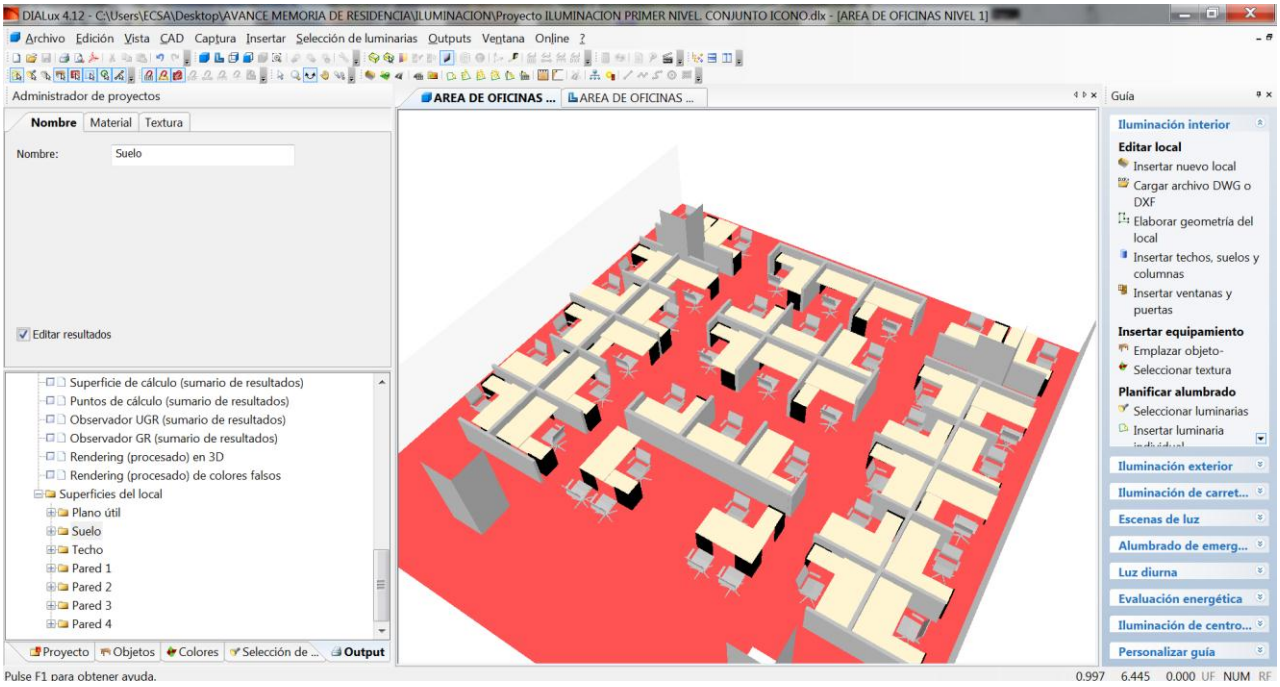




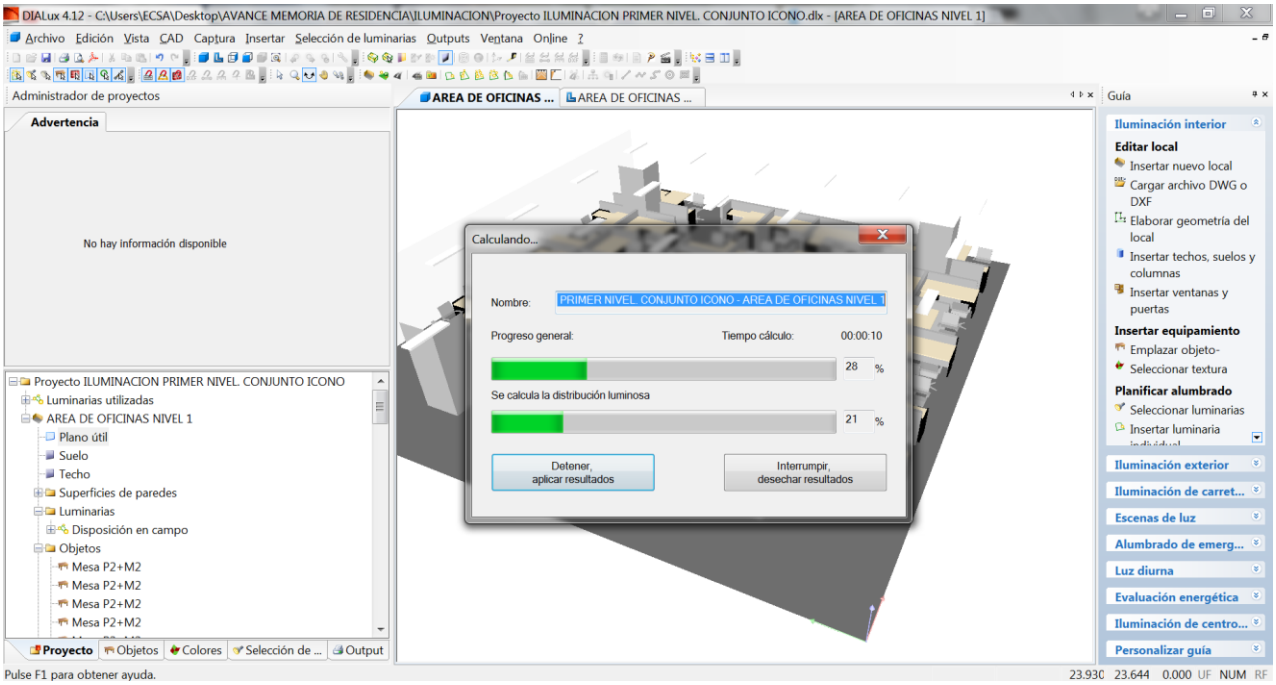
DIBUJO DE MUROS Y MUEBLES DE LOS ESPACIOS DE TRABAJOS.



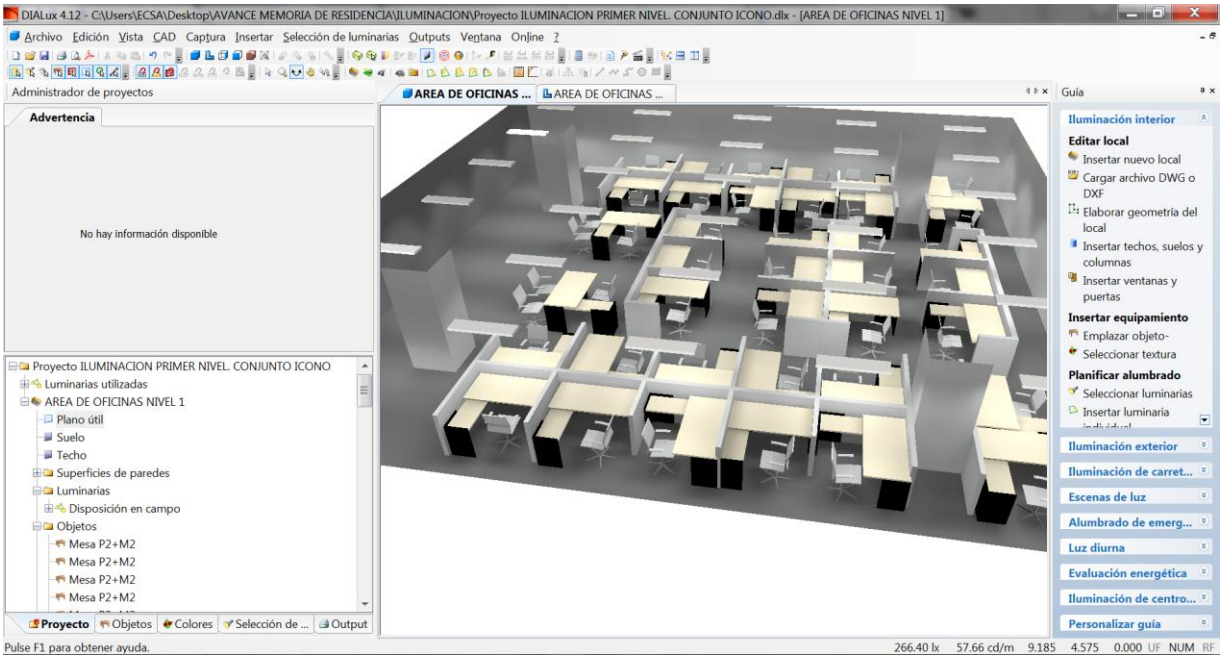
DIBUJO DE MUROS Y MUEBLES DE LOS ESPACIOS DE TRABAJOS.



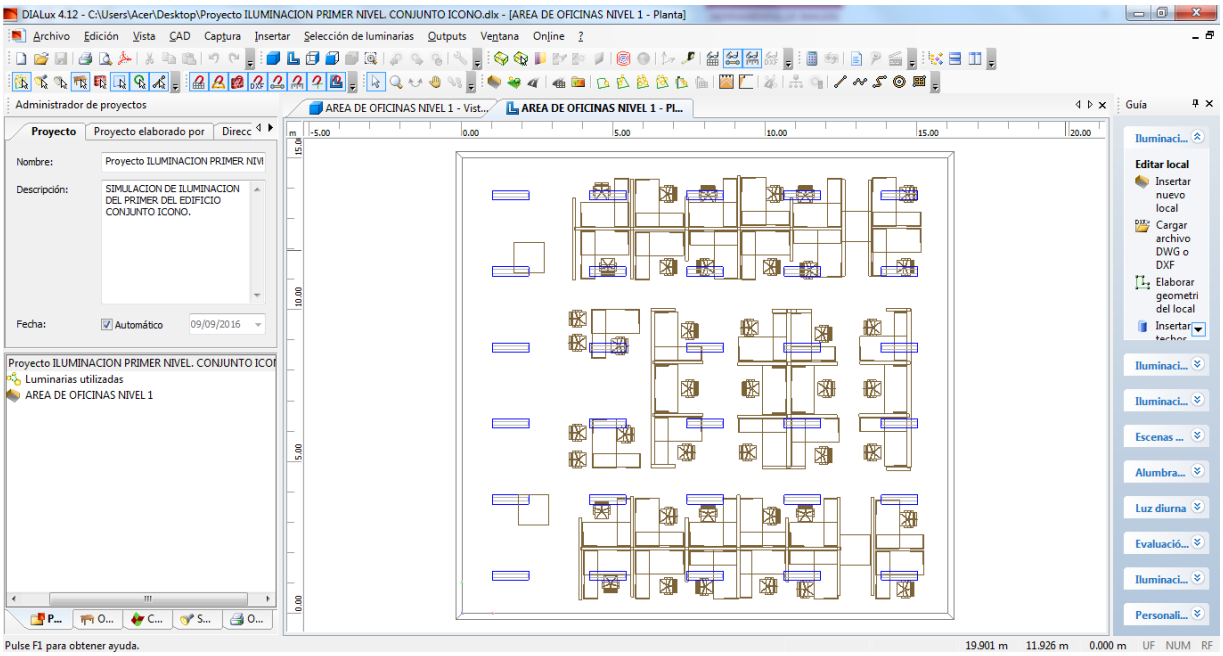
DISTRIBUCIÓN DE LUMINARIAS.



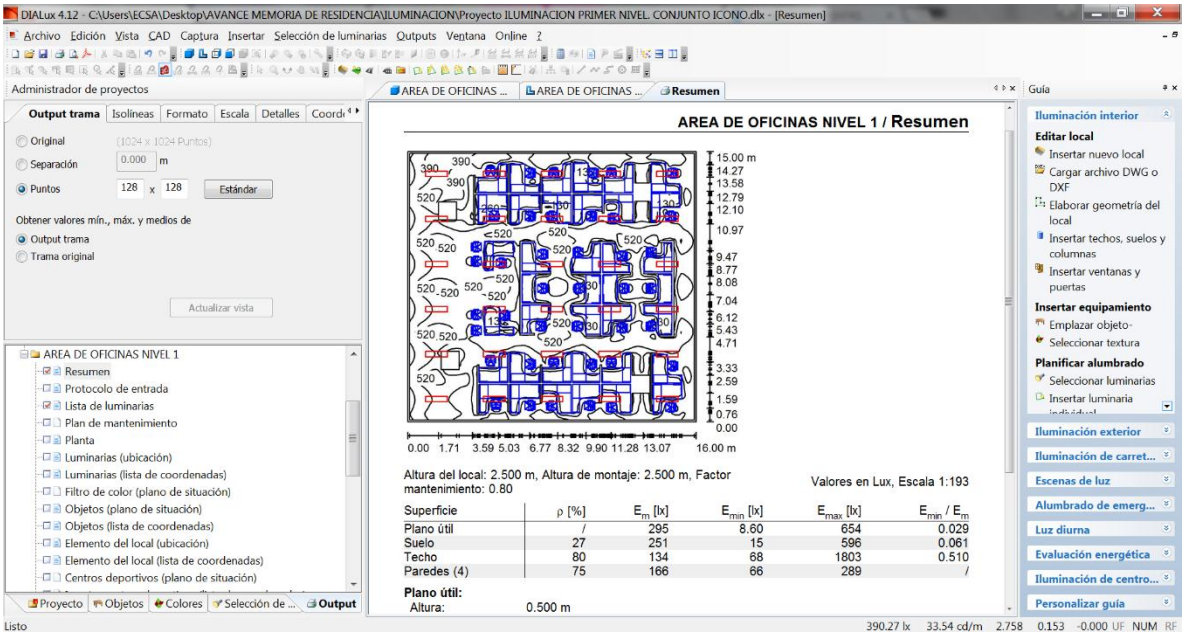
DISTRIBUCIÓN DE LUMINARIAS.



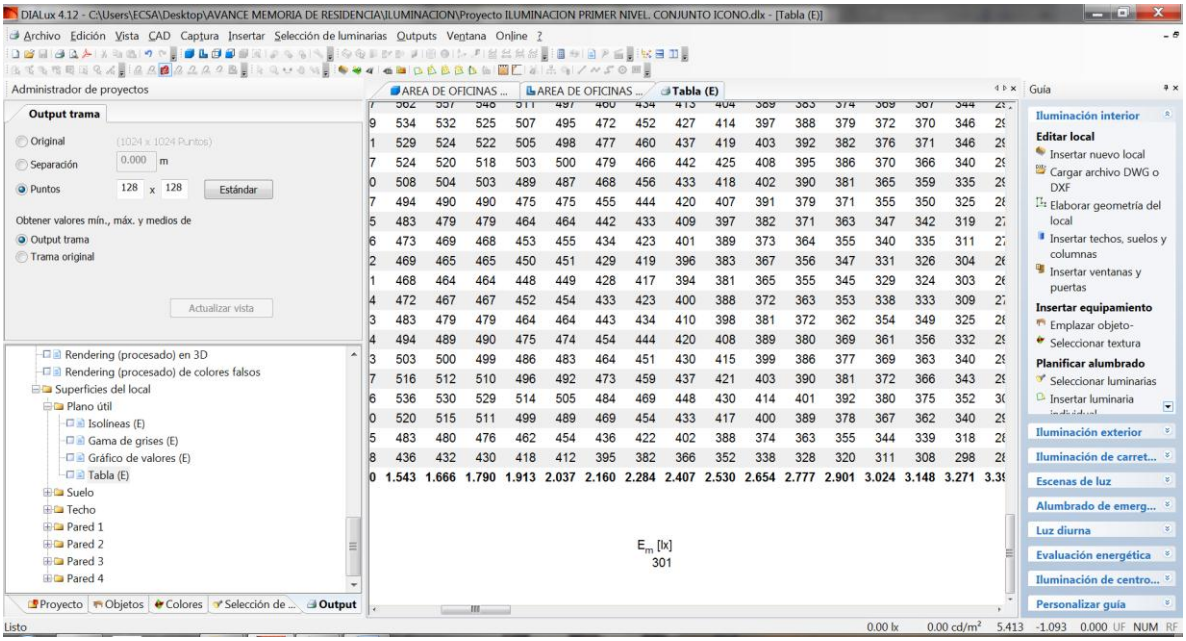
VISTA EN PLANTA.



RESUMEN DE LUXES EN LOS ESPACIO DE TRABAJOS.



Las luminarias cumplen con el nivel mínimo de iluminación requerido. Por lo tanto se determina que cumplimos con la **NORMA Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008.**



CAPITULO 8

ANÁLISIS Y DISEÑO DE CONTACTOS.

De acuerdo a la norma vigente NOM-001-SEDE-2012 ***Articulo 406.*** Los contactos (receptáculos) instalados en circuitos derivados de 15 o 20 A deben ser de conexión de conexión de puesta a tierra. Es decir, estos contactos (receptáculos) deben contar con una terminal de puesta a tierra para conectar el conductor de puesta a tierra del circuito derivado.

8.1 CONTACTOS NORMALES Y DE EMERGENCIA.

Los contactos (receptáculos) con terminal de puesta a tierra se deben de instalar solamente en circuitos para la tensión y corriente eléctricas para los cuales han sido clasificados.

Un contacto (receptáculo) sencillo que se instala en un circuito derivado individual debe tener una capacidad no menor a la de dicho circuito. Es decir, si el circuito derivado es de 15 A se deberá de instalar un contacto con una capacidad de corriente de 15 0 20 A, Ver (Fig. 8.1).

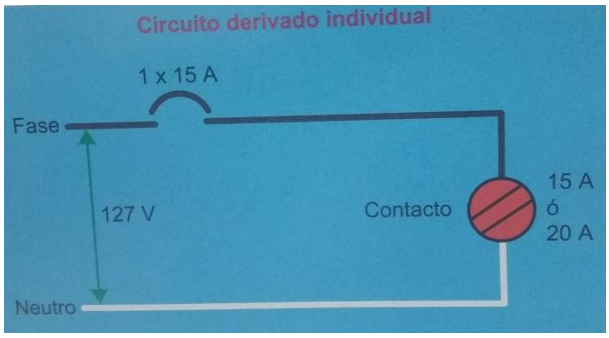


Fig. 8.1

En este proyecto se instalaran salidas necesarias para contactos de modo que se cubran las necesidades particulares de cada espacio de oficina, sala, cocina, cuarto de servicios etc.

Lo anterior con el objeto primordial de reducir el uso de extensiones a través de puertas, y aberturas similares.

Los contactos normales y de emergencia monofásicos polarizados se consideraron para nuestro proyecto 180 W para cargas diversas desconocidas. La altura de montaje de los contactos será de 0.40 m s.n.p.t. y a 1.20 m s.n.p.t. en Cocina y Baños. Cabe mencionar que en Cocina y Baños, por ser lugares húmedos se proyectó la Instalación de Contactos con Interruptor de Circuito por Falla a Tierra. Y por otra parte la altura de montaje de los apagadores será de 1.20 m s.n.p.t.

Protección de las personas mediante interruptores de circuito por falla a tierra.

Para brindar protección a las personas que ocupen el edificio se instalaran contactos dúplex GFCI (Fig. 8.3) tal y como lo exige la norma vigente ***Articulo 210-8 y 406*** mediante interruptores de circuito por falla a tierra.

El interruptor de circuito de falla atierra se instalaran en lugares fácilmente accesibles, es decir no quedaran ocultos. En la norma de productos se establece que estos dispositivos deben ser de clase A (6 mA)

Fig. 8.2

Fig. 8.3

La ubicación de las tomas de corrientes se hicieron de acuerdo a un análisis para cada área de trabajo por cada nivel.

Los contactos de emergencia su alimentación vendrá del tablero de emergencia que suministra a todo el edificio y exclusivamente en los pasillos principales así como el nivel de acceso y servicios generales del propio edificio. Cada contacto estará etiquetado si es contactos normal o de emergencia. Para los contactos regulados serán específicamente con tapas de color naranja con la especificación de sistema de tierra aislada.

8.2 CÁLCULO DE LOS CIRCUITOS DERIVADOS.

La elección del dispositivo de protección (interruptor termo magnético), se hizo considerando la corriente nominal de cada circuito. Y la elección del conductor en concordancia con la protección como se mencionó anteriormente en el cálculo del alimentador general y además para lograr una baja caída de tensión (menor a 5 % desde el alimentador general hasta los equipos) que se presenta debido a la distancia y la corriente nominal que fluye por el conductor.

El método para los cálculos de los dispositivos de protección, conductores de fases, conductores puestos a tierra y de puesta a tierra se hicieron como se ha descrito anteriormente en los alimentadores principales. Se consideran como circuitos derivados como lámparas, contactos, extractores para baños, etc.

Fórmulas para cálculo de Corriente Nominal y Caída de tensión para los circuitos derivados (1F-2H, 120 V):

$$I_n = \frac{W}{V_n \times f.p.} \qquad \%e = \frac{4 \times L \times I_n}{V_n \times S}$$

Dónde:

W=Potencia en Watts

f.p.=Factor de Potencia (0.9)

Vn=120 V

L=Longitud del circuito

In= Corriente Nominal

S=Sección Transversal del Conductor

8.3 CONTACTOS REGULADOS.

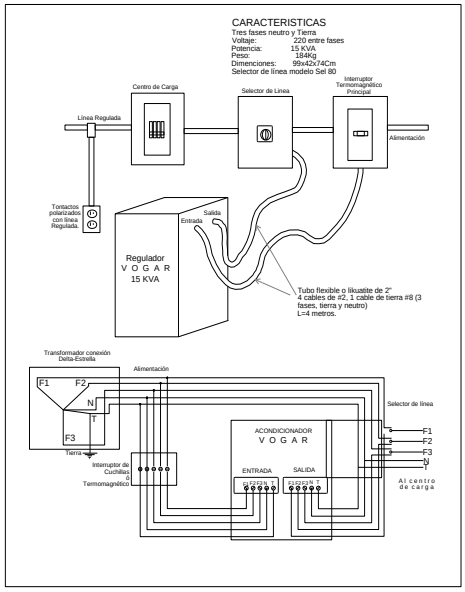
La red de contactos regulados es un sistema que se encuentra conectado a un Equipo Regulador de Energía (vogar), el cual mantiene en operación los diferentes elementos conectados a esta red con voltaje regulado.

Se diferencia de la red de contactos normales los cuales son normalmente de color blanco o marfil, ya que por su peculiar color naranja (Fig. 8.3) indican que son para servicio especial. Es necesario utilizar estos elementos con cuidado, ya que una mala operación puede poner en riesgo a los demás usuarios de esta red al provocar fallas y en algunos casos hasta descargas en el sistema. La red de contactos regulados fue diseñada para dar soporte a los elementos puramente de cómputo, y se deben conectar únicamente los siguientes elementos:

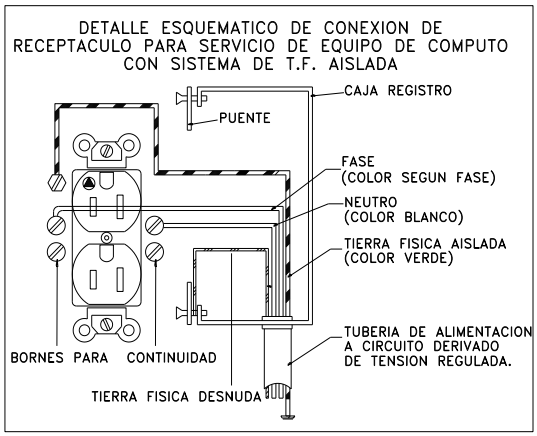
- CPU
- MONITORES
- LAPTOPS
- DISCOS DUROS EXTERNOS.

Por ningún motivo debe conectarse en los contactos naranjas barras de contactos, no break, impresoras, multifuncionales, escáner, cargadores de celular, bocinas, fotocopiadoras, cafeteras eléctricas ni ningún otro elemento o equipo a los indicados en el párrafo anterior.

PARA CONTACTOS REGULADOS

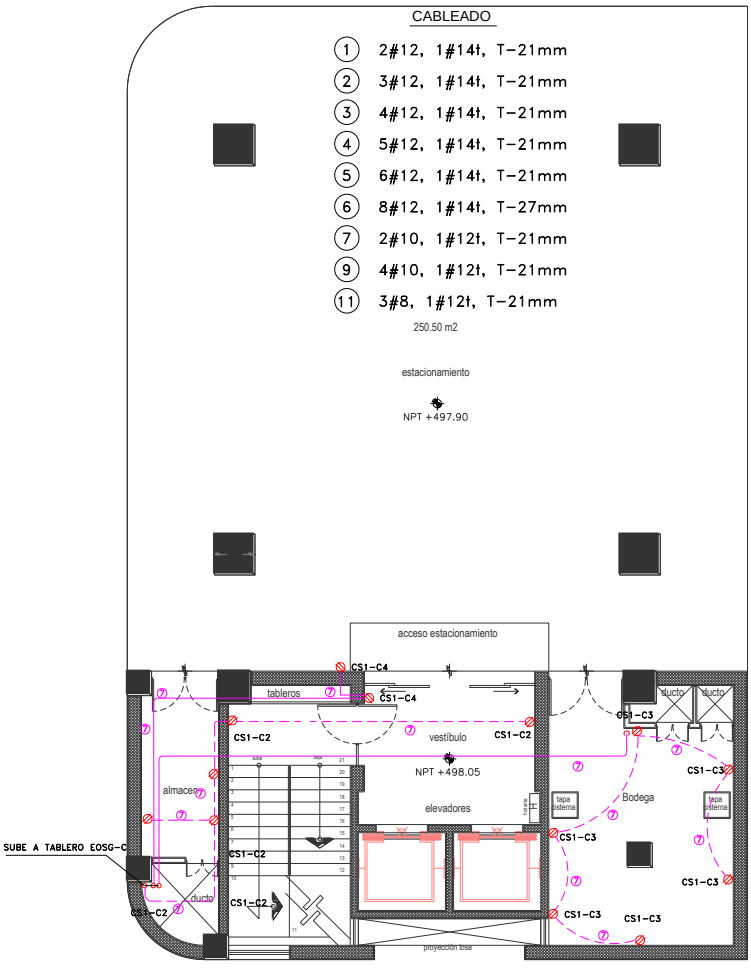


DETALLE DE INSTALACIÓN DEL REGULADOR DE VOLTAJE

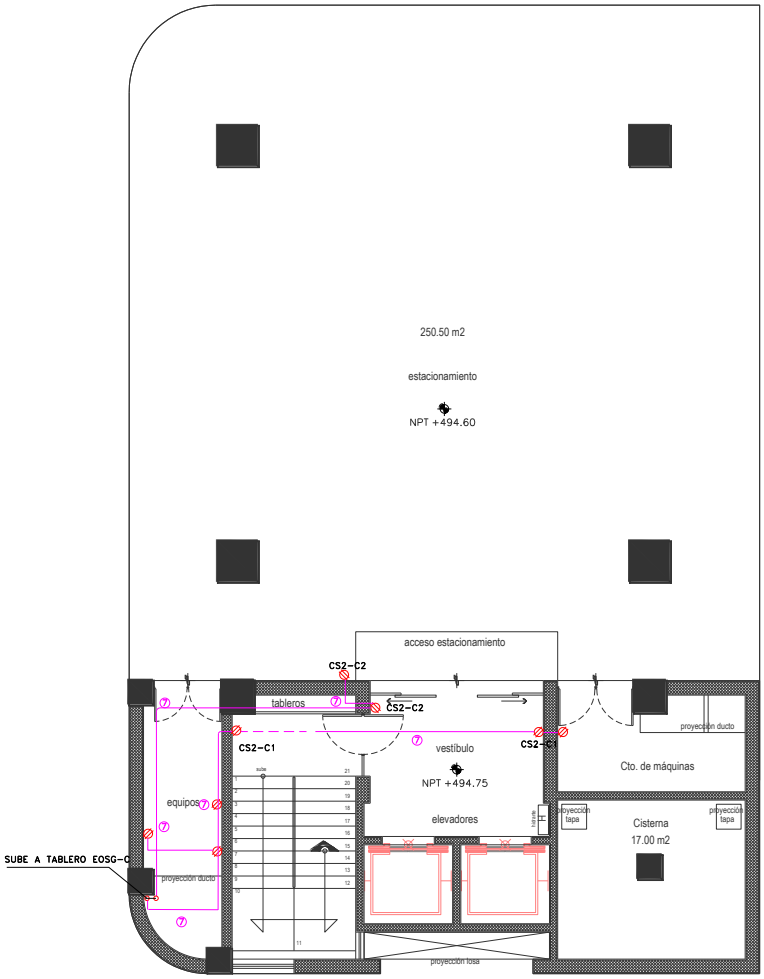


Para este proyecto se pretende la instalación de un regulador de voltaje marca Vogar por cada nivel con capacidad de 15 Kvas para los equipos de cómputo y sistemas regulados de acuerdo a las necesidades del cliente. A continuación se especifican en los planos de contactos por nivel la distribución de contactos normales, de emergencia y los regulados.

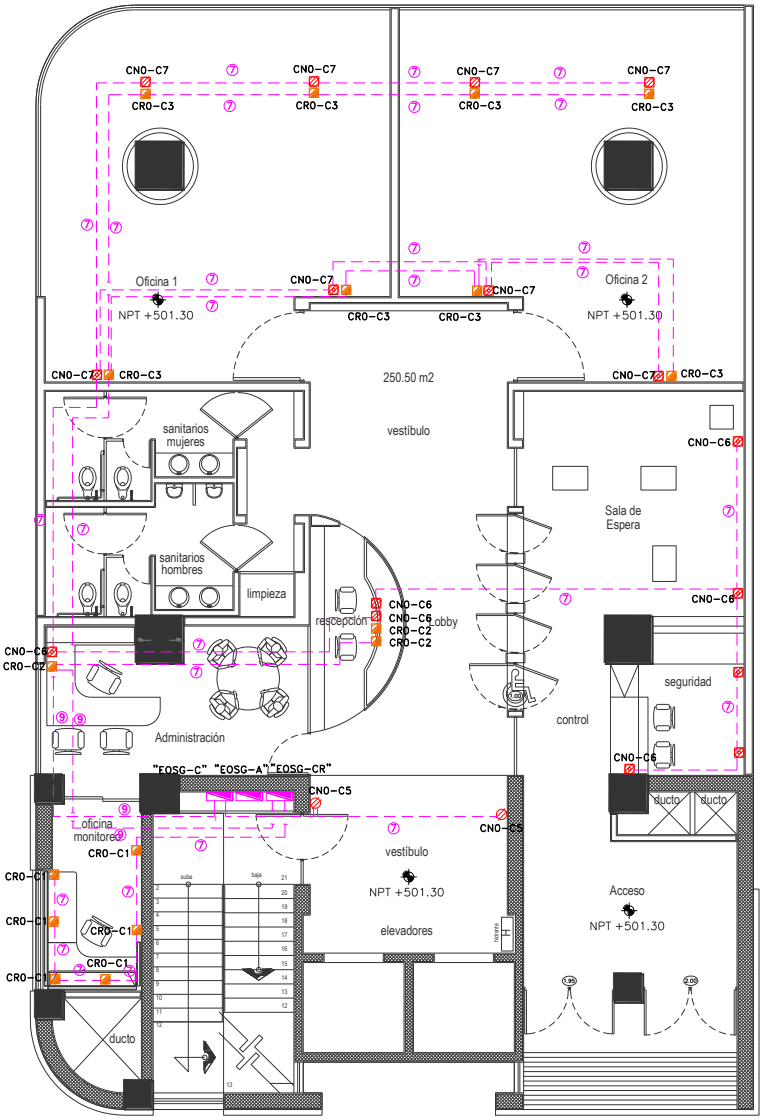
Fig. 8.3



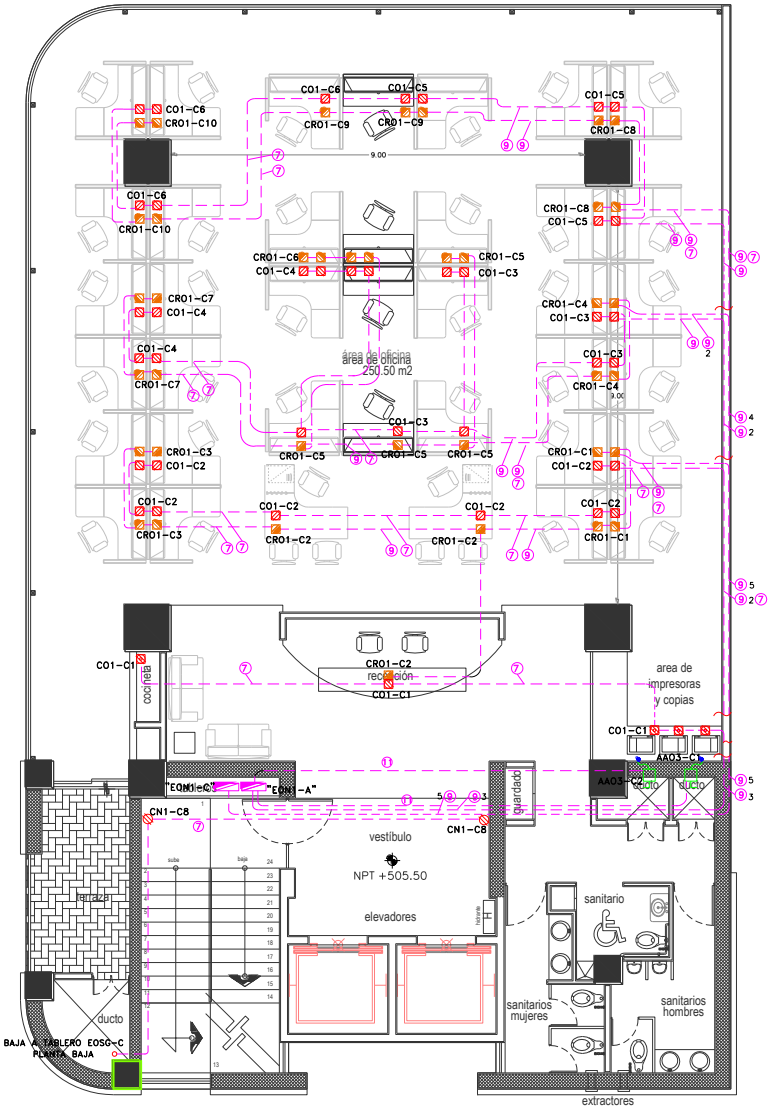
CONTACTOS LOBBY Y ESTACIONAMIENTO N-S1



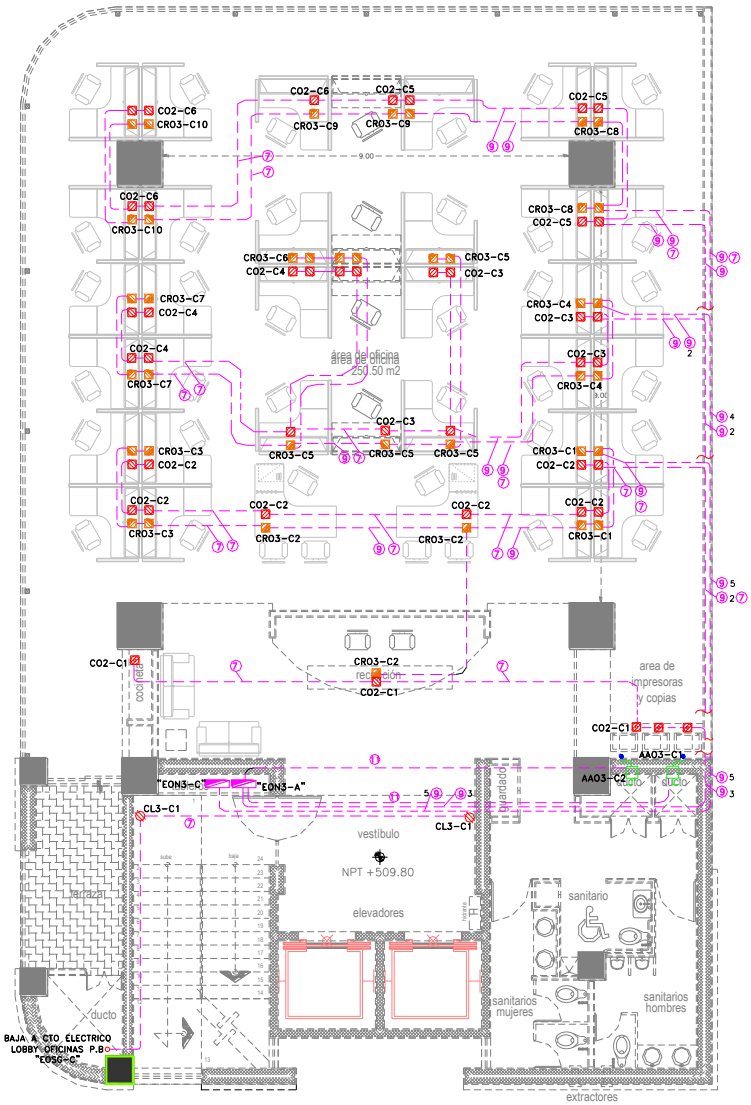
CONTACTOS LOBBY Y ESTACIONAMIENTO N-S2



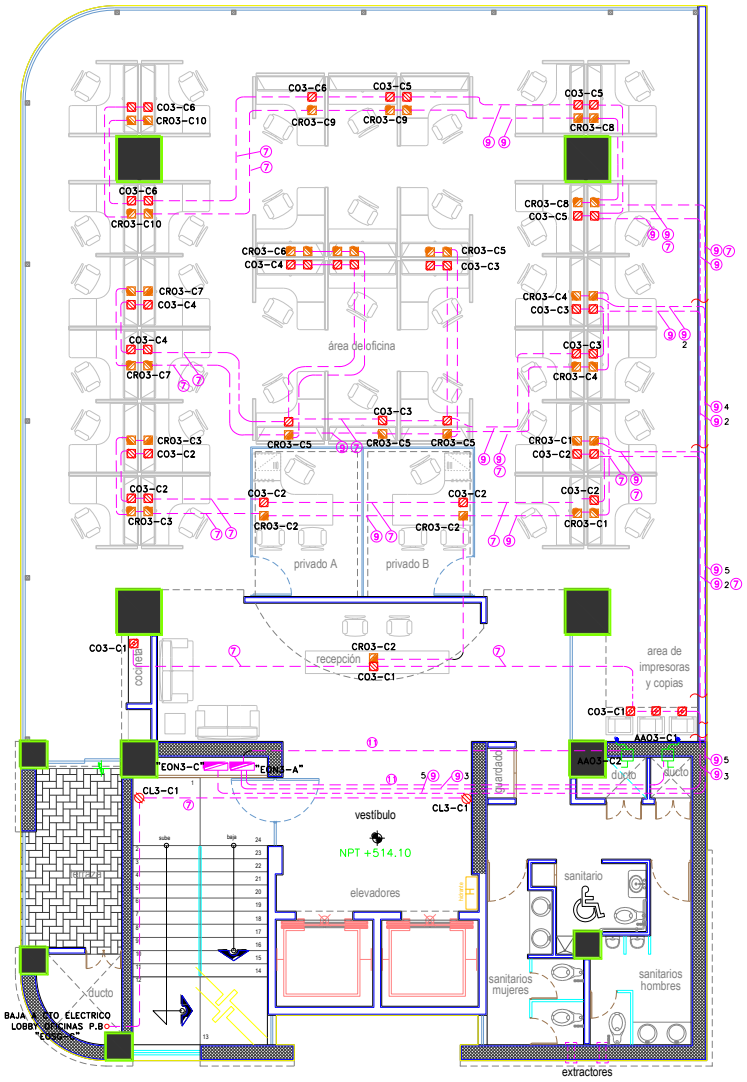
CONTACTOS LOBBY NIVEL PLANTA BAJA



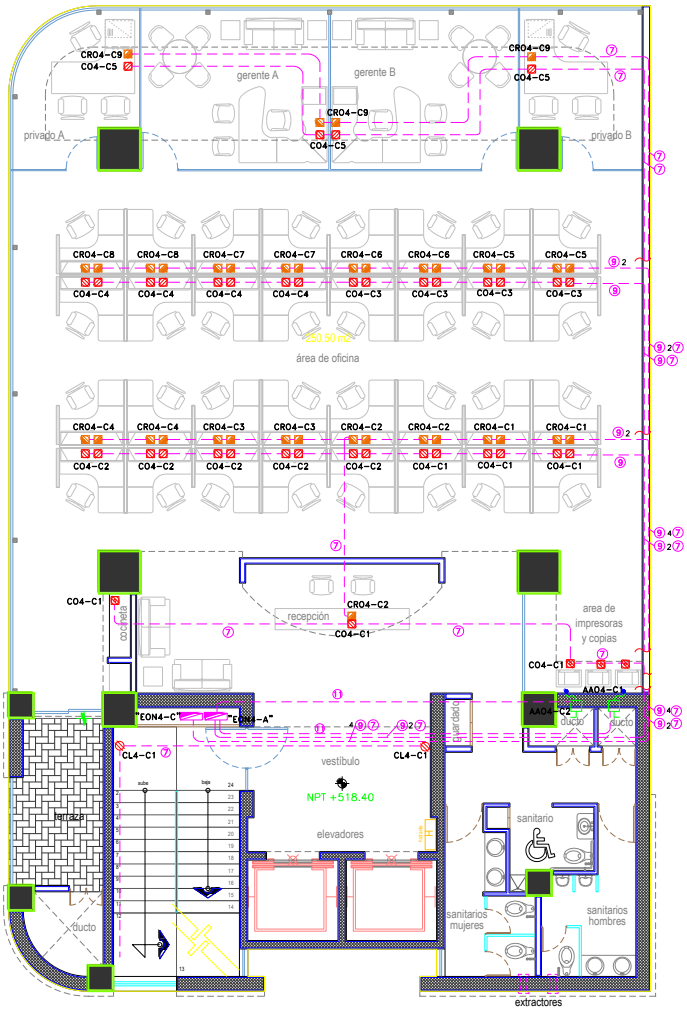
CONTACTOS OFICINAS Y LOBBY NIVEL 1



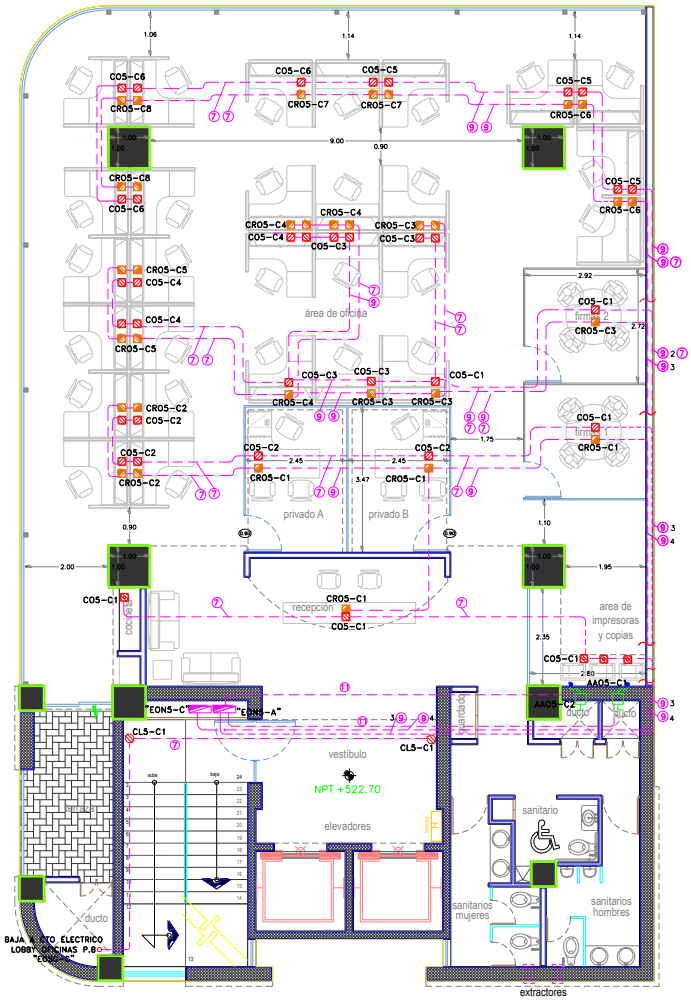
CONTACTOS NIVEL 2



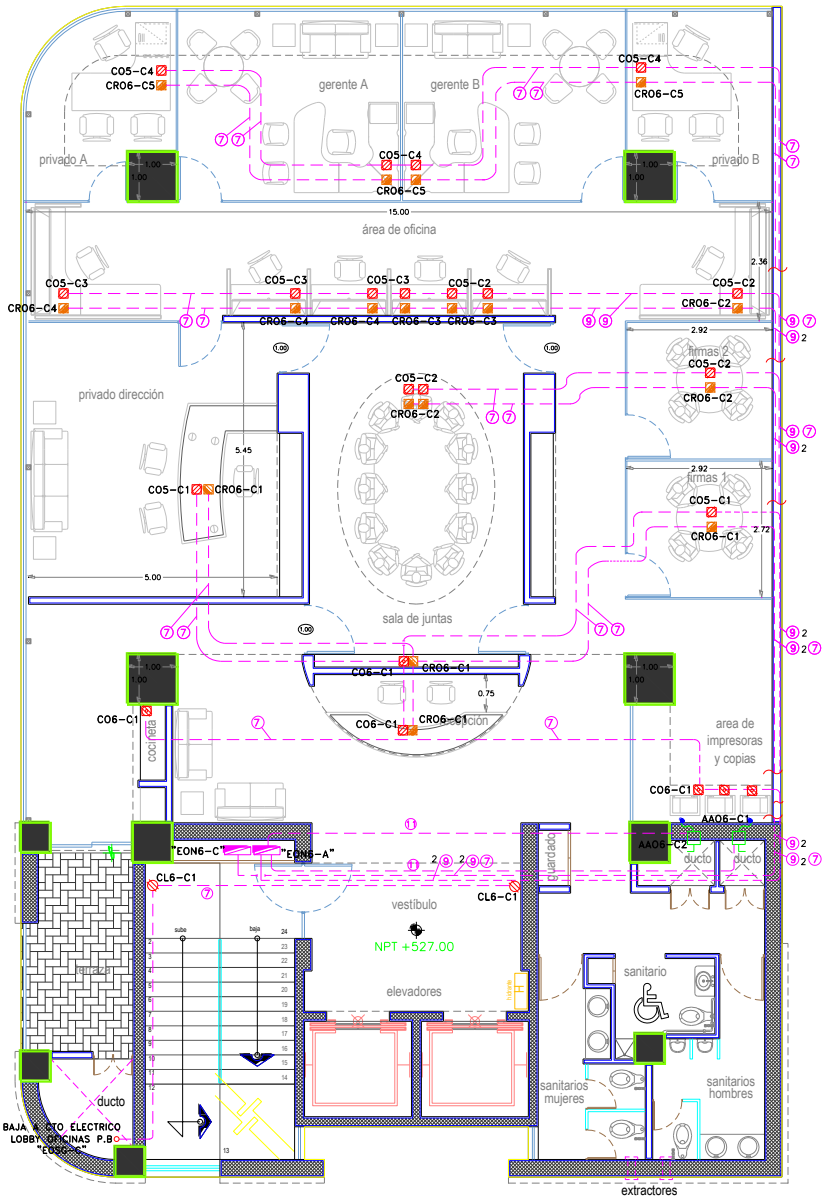
CONTACTOS 3ER. Nivel / + 514.10



CONTACTOS 4to. Nivel / + 518.40

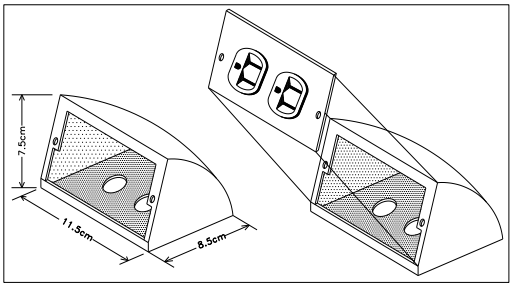


CONTACTOS 5to. Nivel / + 522.70

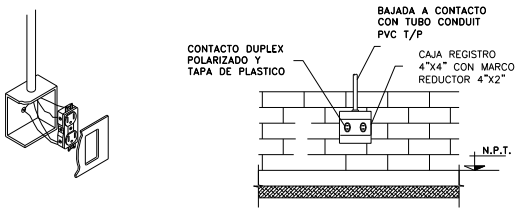


CONTACTOS 6to. Nivel / + 527.00

		SIMBOLOGIA	
			TABLERO DE ALUMBRADO Y CONTACTOS
14			UNIDAD DE ALUMBRADO DE EMPOTRAR DIRIGIBLE PARA LAMPARA MR-16, LED DE 4W, BASE GU5.3., CON CUERPO EN INYECCION DE ALUMINIO, PINTURA HORNEADA MICROPULVERIZADA COLOR BLANCO, REFLECTOR DE ALUMINO FACETADO Y TRANSFORMADOR ELECTRONICO 127/12V, MARCA CONSTRULITA MEX-C01139B.
46			UNIDAD DE ALUMBRADO DE EMPOTRAR PARA LAMPARAS LED BLANCO COMPACTAS, 18W, 127V, CUERPO Y ARILLO DE TERMOPLASTICO INYECTADO, REFLECTOR DE TERMOPLASTICO METALIZADO ESPECULAR, DIFUSOR DE CRISTAL ESMERILADO PARCIAL Y ACADO EN COLOR BLANCO. CAT. MEX-C01020B, MARCA CONSTRULITA.
			UNIDAD DE ALUMBRADO OCEAN III DE SUSPENDER O SOBRE PONER PARA LAMPARAS LED LINEAL 2x18W, A PRUEBA DE POLVO Y HUMEDAD, 127V, CON CUERPO EN INYECCION DE POLIESTER CON FIBRA, DIFUSOR DE POLICARBONATO TRASLUCIDO CON SECCION ESMERILADO, TRANSFORMADOR ELECTRONICO MULTIVOLTAJE 120V A 277V.
1			UNIDAD DE ALUMBRADO TIPO ARBORTANTE PARA LAMPARA FLUORESCENTE COMPACTA DOBLE 18 W, ALUMINIO INYECTADO, PINTURA HORNEADA MICROPULVERIZADA COLOR BLANCO CON BALASTRO INTEGRADO 127 V, CAT. MEX-RE6029B, MARCA CONSTRULITA.
12			UNIDAD DE ALUMBRADO DE EMPOTRAR PARA LAMPARAS DE LED LUZ BLANCA, 3x19W, CUERPO DE ACERO FORMADO, REFLECTOR DE DE ALUMINIO SEMIESPECULAR, PINTURA HORNEADA MICROPULVERIZADA EN COLOR BLANCO, CON BALASTRO ELECTRONICO MULTIVOLTAJE 120V/277V. CAT. MEX-OF1042B, MARCA CONSTRULITA.
5			UNIDAD DE ALUMBRADO DE EMPOTRAR PARA LAMPARAS DE LED LUZ BLANCA, 2x19W, CUERPO DE ACERO FORMADO, REFLECTOR DE DE ALUMINIO SEMIESPECULAR, PINTURA HORNEADA MICROPULVERIZADA EN COLOR BLANCO, CON BALASTRO ELECTRONICO MULTIVOLTAJE 120V/277V. CAT. MEX-OF1042B, MARCA CONSTRULITA.
4			UNIDAD DE ALUMBRADO SUSPENDIDO A CANOPE O RIEL DE CRISTAL PARA LAMPARA G9 DE 60 W, DIFUSOR DE CRISTAL TRANSPARENTE INTERIOR OPALINO, ACABADO TRANSPARENTE OPALINO, 127V, CAT. MEX-RE8001A, MARCA CONSTRULITA.
2			UNIDAD DE ALUMBRADO TIPO REFLECTOR PARA LAMPARA DE SOBREPONER DE 50 W, ALUMINIO INYECTADO, PINTURA HORNEADA MICROPULVERIZADA COLOR NEGRO CON BALASTRO INTEGRADO 127 V, CAT. MARCA CONSTRULITA.
2			CONTACTO MONOFASICO DUPLEX POLARIZADO CON TAPA PLASTICA 15 AMP, 127, 1F-3H, SERVICIOS GENERALES, MONTAJE EN MURO O COLUMNA MARCA LEVITON.
6			CONTACTO MONOFASICO DUPLEX POLARIZADO CON TAPA BRONCE 15 AMP, 127, 1F-3H, SERVICIOS NORMALES, MONTAJE EN PISO MARCA LEVITON.
10			CONTACTO MONOFASICO DUPLEX POLARIZADO CON TAPA PLASTICA 15 AMP, 127, 1F-3H, SERVICIOS NORMALES, MONTAJE EN MURO O COLUMNA MARCA LEVITON.
6			CONTACTO MONOFASICO DUPLEX POLARIZADO CON TIERRA AISLADA CON TAPA DE BRONCE 15 AMP, 127, 1F-3H, SERVICIOS REGULADO, MONTAJE EN PISO MARCA LEVITON.
11			CONTACTO MONOFASICO DUPLEX POLARIZADO CON TIERRA AISLADA CON TAPA PLATICA LINEA NARANJA 15 AMP, 127, 1F-3H, SERVICIOS REGULADO, MONTAJE EN MURO O COLUMNA MARCA LEVITON.
2			CONTACTO MONOFASICO DUPLEX POLARIZADO CON PROTECCION DE FALLA A TIERRA CON TAPA PLASTICA COLOR GRIS 15 AMP, 127, 1F-3H, SERVICIOS GENERALES, MONTAJE EN MURO O COLUMNA MARCA LEVITON.
			INDICA LAMPARAS QUE CONTROLA APAGADOR TIPO TOGGLE UNA VIA, 15 AMP, GRADO COMER CIAL, MACA LEVITON. CAT. CSB3-15, EN CAJA CUADRADA DE 4" CON MARCO REDUCTOR Y TAPA DE PLASTICO DECO RATIVA.
			INDICA LAMPARAS QUE CONTROLA APAGADOR TIPO TOGGLE TRES VIA, 15 AMP, GRADO COMER CIAL, MACA LEVITON. CAT. CSB3-15, EN CAJA CUADRADA DE 4" CON MARCO REDUCTOR Y TAPA DE PLASTICO DECO RATIVA.
			CAJA DE CONEXIONES DE LAMINA GALVANIZADA DE 4"x4", 1.6mm DE ESPESOR CON TAPA CIEGA
			TUB. DE PVC TIPO PESADO INSTALACION APARENTE
			TUB. DE PVC TIPO PESADO INSTALACION POR LOZA O PISO
			BAJA TUBERIA CONDUIT
			SUBE TUBERIA CONDUIT



DETALLE DE PORTA RECEPTACULO PARA PISO MCA DET FABRICADO EN ALUMINIO, ACABADO PULIDO ESPEJO. O SIMILARES EN CALIDAD Y COSTO.



DETALLE TIPO DE CONTACTO EN MURO

El instalador deberá segur fielmente el código de colores de conductores que fija la NOM-001-SEDE-2012: Fase A: Negro, Fase B: Rojo, Fase C: Azul, Neutro: Blanco o Gris Claro, Tierra Física Aislada: Verde, Tierra Física: Conductor Desnudo.

El aislamiento de los conductores debe ser THW-LS 75°C, Para 600 Vca. Ahora bien la altura de los receptáculos debe ser de 0.40m. s.n.p.t. excepto alguno indicado en los planos. El diámetro de la tubería no indicada debe ser de 21 mm para circuitos derivados. La altura de los apagadores es h=1.20m

CAPITULO 9

SELECCIÓN DE EQUIPO DE AIRES ACONDICIONADO.

Para tener un ambiente confortable dentro del edificio y en cada área de trabajo se seleccionó un sistema de aire acondicionado capaz de producir el tratamiento adecuado para la climatización del edificio.

9.1 EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO.

BTU. Unidad de energía inglesa. Abreviatura de British Thermal Unit. En México y Sudamérica se usa esta unidad para medir la capacidad de frio de los equipos de aires acondicionados.

Se consideran los factores básicos para la selección del equipo de aire acondicionado:

Clima del lugar.
Área a climatizar en m2
Carga térmica de: personas, computadoras, lámparas.

En el estado de Chiapas se consideran por localidad los siguientes climas por ubicación geográfica.

CLIMA		BTU por m2
Frio	Hasta 18 °C	500
Templado	De 19°C a 25 °C	550
Caliente	**De 26°C a 33°C**	**600**
Muy caliente	Mas de 34 °C	650

Seleccionamos 600 BTUS ya que en la región de Tuxtla Gutiérrez se considera un clima con una temperatura de 26 a 33 °C.

La siguiente tabla muestra los BTUS requeridos por personas, computadoras, lámparas en general.

Carga térmica.	BTUS requeridos por personas.
Por persona.	500 BTUS
Por computadora	400 BTUS
Por lámparas	100 BTUS

Se selecciona la capacidad del equipo de aire acondicionado por nivel para el edificio de acuerdo a los siguientes cálculos:

Capacidad total del equipo A seleccionar. = (área total x BTUS m2) + (Carga Térmica Total)

DONDE:

Área total = 200 m2

BTUS m2 de la localidad = 600

Suma de las cargas térmicas = 27,500

Tomamos como referencia para nuestros cálculos al nivel **planta baja LOBBY.**

Carga térmica total en nivel de planta baja LOBBY		
Personas = 34	500 BTUS	17,000 BTUS
Computadoras = 18	400 BTUS	7,200 BTUS
Lámparas = 33	100 BTUS	3,300 BTUS
TOTAL		27,500 BTUS

Carga térmica total = 27,500 BTUS

Capacidad total del equipo A seleccionar. = (200 X 600) + (27,500) = 147,500 BTUS

Las capacidades en BTUS de equipos de aires acondicionados tipo Paquetes más comerciales son 5, 7.5, 10, 12.5, 15, 20, 25 toneladas de refrigeración por lo que se selecciona un equipo de aire acondicionado tipo Paquete Marca TRANE modelo AYDHTRK318A/AYHHTRN318A de 15 toneladas iguala a **180,000 BTUS** suficiente para acondicionar aun clima confortable cada nivel del edificio Ver Fig. 11 y 12.

A continuación se dan las características generales y las dimensiones del equipo de aire acondicionado tipo paquete seleccionado.

Datos y dimensiones del equipo marca TRANE.

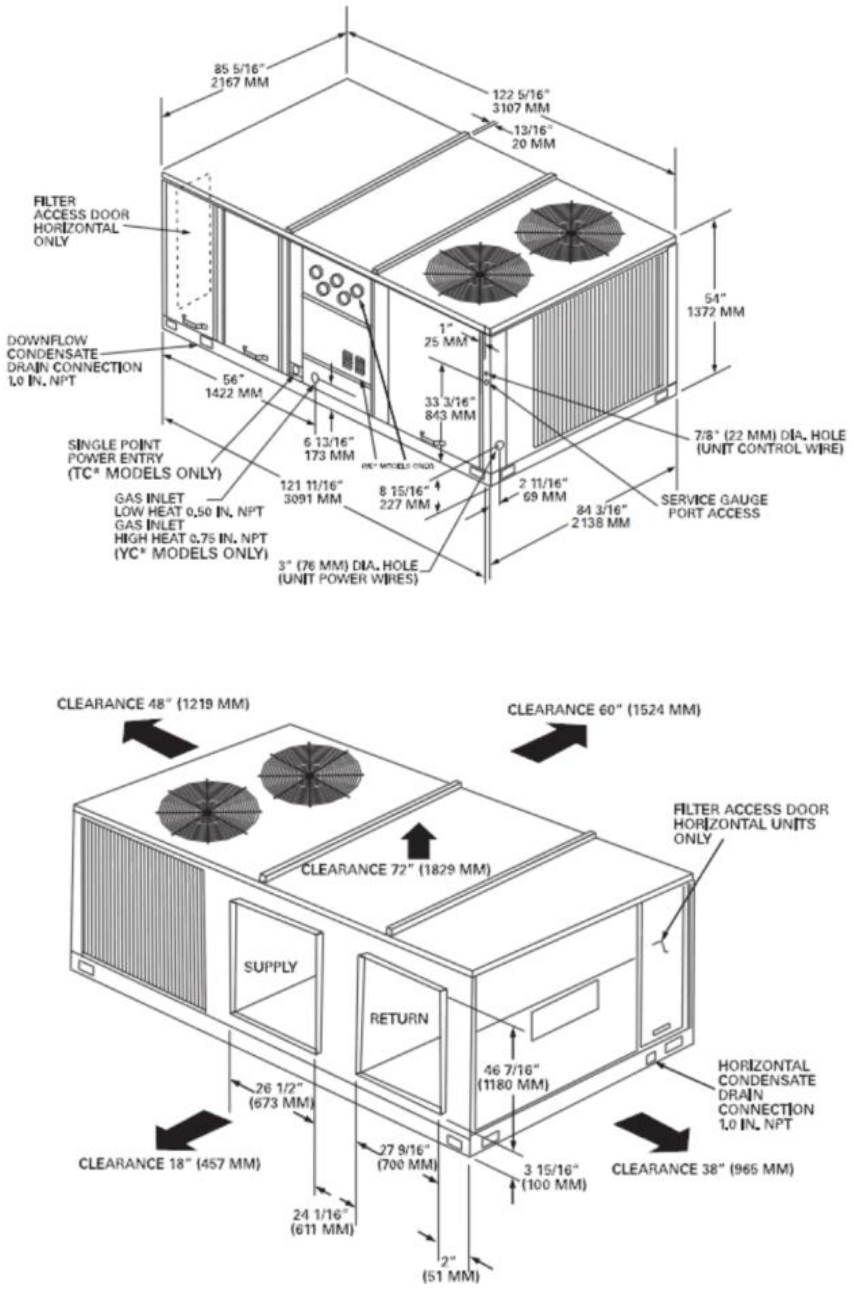


FIG. 12. REFRIGERACIÓN CON CALOR ELÉCTRICO OPCIONAL Y MODELO DE GAS / ELÉCTRICO - 15-25 TONELADAS. ACLARAMIENTO DE LA EFICIENCIA-UNIDAD ESTÁNDAR Y HORIZONTAL UNIDAD DE SUMINISTRO / RETORNO. DIMENSIONES EN PULGADAS/MILÍMETROS.

Cabe mencionar que por cada nivel del edificio se instalara un equipo de aire acondicionado de 15 toneladas de refrigeración para acondicionar los niveles, estos equipos quedaran instalados en la azotea del edificio y suministraran aires frio mediante tubería cuadradas a base de lámina galvanizada forrado con fibra de vidrio para evitar condensado en las mismas con el diámetro según indique las especificaciones del fabricante sujetadas mediante unicanal de 4x4 con espárragos y taquetes expansivos metálicos de ½”.

Fig. 9.1

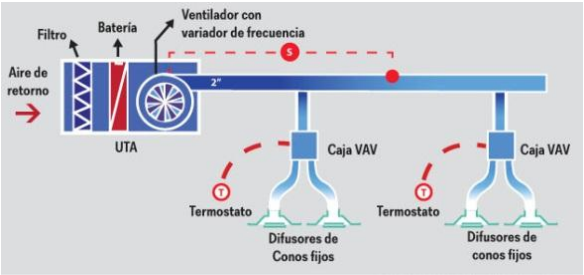


Fig. 9.2

Fig. 9.3

Es necesario instalar cajas volumétricas en espacios cerrados como salas de junta y áreas cerradas controlados mediante un termostato para censar la temperatura del espacio a climatizar, cabe mencionar que para cada salida de aire será mediante difusores de conos fijos.

Fig. 9.4

Fig. 9.5

CAPITULO 10

SERVICIO DE VOZ Y DATOS.

Las salidas de voz y dato se diseñaron para este proyecto para interconectar todas las áreas por nivel, permitiendo conectar cualquier equipo (fax, teléfono, ordenador, escáner, impresora o internet) en cualquier parte y poder gestionar el cambio de ubicación con una simple configuración. A continuación daremos a conocer los organismos y normas que rigen para la instalación y materiales aprobados para los servicios de voz y datos.

10.1 NORMAS QUE RIGEN LOS SERVICIOS DE VOZ Y DATOS.

A la hora de garantizar una infraestructura, instalación o proyecto de un sistema de cableado, Unitel se basa en una serie de Normas sobre cableado estructurado, establecidas por una serie de organismo implicado en la elaboración de las mismas.

Organismos.

- **TIA** (Telecommunications Industry Association), fundada en 1985 después del rompimiento del monopolio de AT&T. Desarrolla normas de cableado industrial voluntario para muchos productos de las telecomunicaciones y tiene más de 70 normas preestablecidas.

- **ANSI** (American National Standards Institute), es una organización sin ánimo de lucro que supervisa el desarrollo de estándares para productos, servicios, procesos y sistemas en los Estados Unidos. ANSI es miembro de la Organización Internacional para la Estandarización (ISO) y de la Comisión Electrotécnica Internacional (International Electrotechnical Commission, IEC).

- **EIA** (Electronic Industries Alliance), es una organización formada por la asociación de las compañías electrónicas y de alta tecnología de los Estados Unidos, cuya misión es promover el desarrollo de mercado y la competitividad de la industria de alta tecnología de los Estados Unidos con esfuerzos locales e internacionales de la política.

- **ISO** (International Standards Organization), es una organización no gubernamental creada en 1947 a nivel mundial, de cuerpos de normas nacionales, con más de 140 países.

- **IEEE** (Instituto de Ingenieros Eléctricos y de Electrónica), principalmente responsable por las especificaciones de redes de área local como 802.3 Ethernet,802.5 TokenRing, ATM y las normas de GigabitEthernet.

Normas

ANSI/TIA/EIA-568-A: Hace Referencia al Cableado de Telecomunicaciones para Edificios Comerciales que Soporte un ambiente multi producto y multi proveedor. El propósito de esta norma es definir: La planeación e Instalación de cableado de edificios.

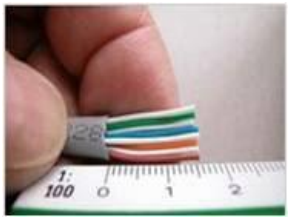


Fig. 10.1

Este estándar fue desarrollada y aprobada por comités del Instituto Nacional Americano de Normas (ANSI), la Asociación de la Industria de Telecomunicaciones (TIA), y la Asociación de la Industria Electrónica (EIA).
La norma establece criterios técnicos y de rendimiento para la instalación de cableado de edificios comerciales. Según este estándar, la forma de engastar un cable UTP con un conector RJ-45 macho sigue el orden especificado en la tabla siguiente ver Fig 10.2.

N° PIN 568A
1 BLANCO-VERDE
2 VERDE
3 BLANCO-NARANJA
4 AZUL
5 BLANCO-AZUL
6 NARANJA
7 BLANCO-CAFÉ
8 CAFE

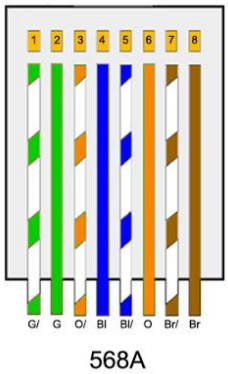


Fig. 10.2

ANSI/TIA/EIA-568-B: Estándar que define el Cableado de Telecomunicaciones para Edificios Comerciales. Desarrollado por AT&T con el nombre de 258A. Posteriormente fue incluido y nombrado como TIA/EIA-568B.Según este estándar, la forma de encajar el cable UTP con un conector RJ-45 macho sigue el orden especificado en la tabla siguiente ver Fig. 10.3

N°PIN568A
1 BLANCO-NARANJA
2 NARANJA
3 BLANCO-VERDE
4 AZUL
5 BLANCO-AZUL
6 VERDE
7BLANCO-CAFÉ
8CAFE

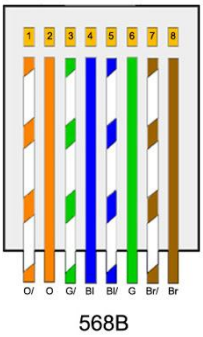


Fig. 10.3

ANSI/TIA/EIA-606: Estándar de Administración para la Infraestructura de Telecomunicaciones de Edificios Comerciales.

Esta norma, permite una mejor administración de una red, creando un método de seguimiento de los traslados, cambios y adiciones. Facilita además la localización de fallas, detallando cada cable tendido por características tales como tipo, función, aplicación, además de permitir cambiar el cableado varias veces durante la existencia de un edificio.

Este estándar establece guías para dueños, usuarios finales, consultores, contratistas, diseñadores, instaladores y administradores de la infraestructura de Telecomunicaciones y Sistemas relacionados.

ANSI/TIA/EIA-607: Requerimientos para instalaciones de sistemas de puesta a tierra de Telecomunicaciones en Edificios Comerciales. Establece el esquema básico y los componentes necesarios para proporcionar protección eléctrica a los usuarios e infraestructura de las telecomunicaciones mediante el empleo de un sistema de puesta a tierra adecuadamente configurado e instalado.

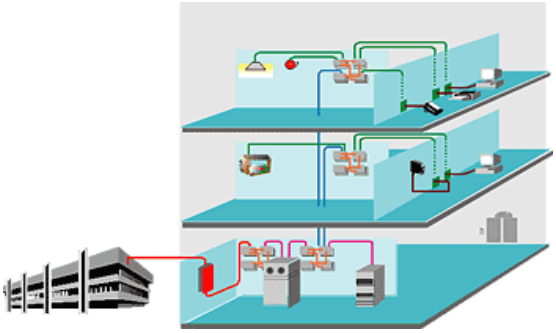


Fig. 10.5

10.2 SERVICIO DE VOZ Y DATOS PARA EL EDIFICIO CONJUNTO ICONO.

Las salidas de voz y dato se ubicaron en las áreas donde son muy importantes para su uso como: área de recepción, A. de administración, A. de oficinas uno por cada usuario. En los planos se especifica la trayectoria de las tuberías así como cada salida para el servicio de voz y datos.

Fig. 10.2

El armario rack es donde se centraliza todo el cableado con el fin de permitir la distribución de todos los servicios de voz- datos y multimedia. La ubicación de conmutador, Rack de Computo y demás equipos serán en base a las necesidades del cliente así como de los equipos a instalar en cada una de las áreas.

En todos aquellos puntos donde la tubería conduit cruce con alguna junta constructiva se debe instalar un tramo máximo de 1.8m de longitud de tubería flexible, con sus respectivos conectores rectos y/o curvos según sea el caso.

Todas las tuberías deben dejarse guiadas con alambre galvanizado cal. 16 y taponeadas en sus extremos, limpias en su interior y libres de residuos de construcción. La altura de montaje de las salidas para voz y Datos será de h= 0.40m S.N.P.T. En el SITE, únicamente se dejaran registros de lámina galvanizada, en donde llegaran las tuberías guiadas de cada una de las instalaciones.

Para este proyecto se instalara cable de cuatro par trenzado (UTP categoría 5e) Fig. 10.3 Esto con la finalidad de la Velocidad de cableado, ancho de banda y medios como lo muestra en la siguiente tabla.

Aplicación	Velocidad	Frecuencia de Operación	Pares de Cable	Medio
10Base-T	10Mb/s	10 MHz	2	Cat 3, Cat 5e, Cat 6
100Base-T	100Mb/s	31.25 MHz	2	Cat 5e, Cat 6
1000Base-T	1Gb/s	62.5 MHz aplicaciones.bmp	4	Cat 5e, Cat 6
10GBase-T	10Gb/s		4	Cat 6_A, Cat 7, Cat 7_A

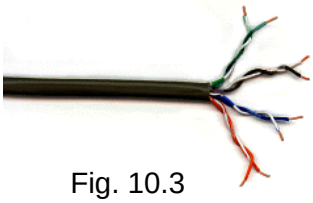


Fig. 10.3

En cada salida de voz y datos se instalara Jack modular de 8 posiciones cat.5e, color blanco para telefonía y Jack modular de 8 posiciones cat. 5e color negro para internet marca panduit. Toda la trayectoria será mediante tubería galvanizada pared delgada y conectores.

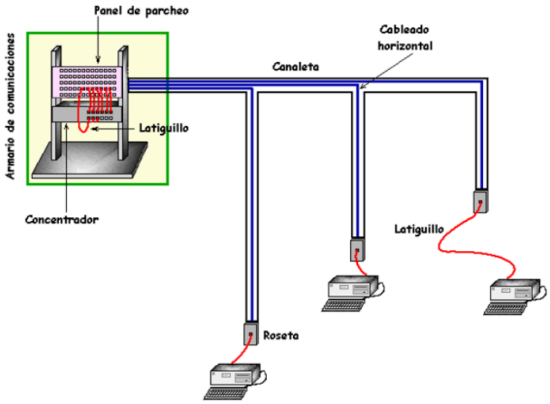


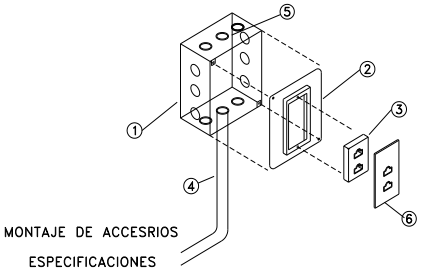
Figura 3. Esquema de cableado horizontal. [7]

En el nivel del sótano 1 se encontraran ubicados los Rack es un gabinete que aloja equipamiento electrónico, informático y de comunicaciones. Las medidas para la anchura están normalizadas para que sea compatible con equipamiento de cualquier fabricante, siendo la medida más normalizada la de 19 pulgadas. 23 Externamente, los racks para montaje de servidores tienen una anchura estándar de 600 mm y un fondo de 800 o 1000 mm. La anchura de 600 mm para racks de servidores coincide con el tamaño estándar de las losetas (Piedra lisa, plana y delgada que se usa para pavimentar suelos y recubrir paredes) en los centros de datos. De esta manera es muy sencillo hacer distribuciones de espacios en centros de datos. En la Figura 12 se muestra un ejemplo de Rack.

Figura 12. Rack. **Fuente: Siemon company (2007)**

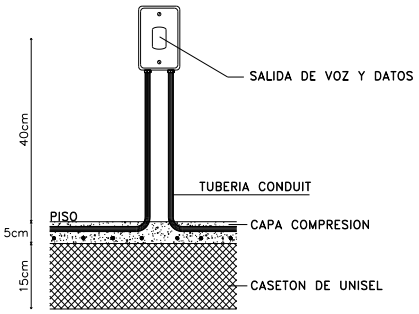
Asi mismo estará complementado por otro elemento llamada Patch panel es el elemento encargado de recibir todos los cables del cableado estructurado por nivel del edificio conjunto icono. Sirve como un organizador de las conexiones de la red, para que los elementos relacionados de la Red LAN y los equipos de la conectividad puedan ser fácilmente incorporados al sistema. Los conectores frontales del Patch Panel, se acoplan a los elementos activos de la red, tales como el Switch, el servidor Proxy y el Modem Satelital. Los Patch Panel permiten hacer cambios de forma rápida y sencilla conectando y desconectando los cables. Esta manipulación de los cables se hará habitualmente en la parte frontal, mientras que la parte de atrás del panel tendrá los cables más permanentes y que van directamente a los equipos centrales (Switches, Routers, concentradores... etc.). Los 24 hay de diferentes modelos y pueden ser usados, no solo con datos y teléfonos, sino con aplicaciones de video y audio. El tipo de cable puede ser también variado, desde cable de pares a coaxial y fibra, dependiendo de los elementos que se quiera interconectar.

A continuación se dan los detalles de cada salida de voz y datos así como los planos de distribución por nivel de la misma.



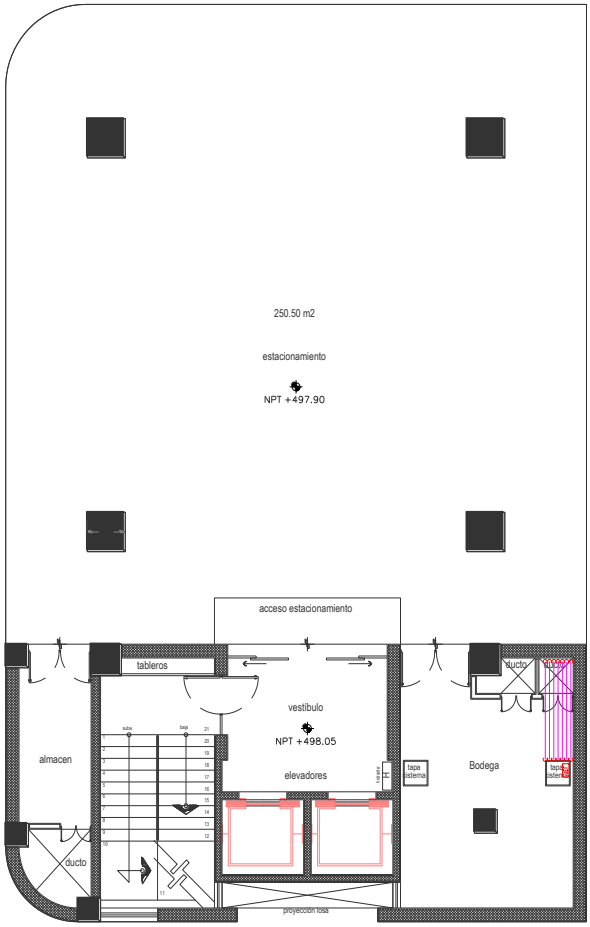
DETALLE DE TOMA DE LINEA TELEFONICA

ACOT: MTS ESC: S/E

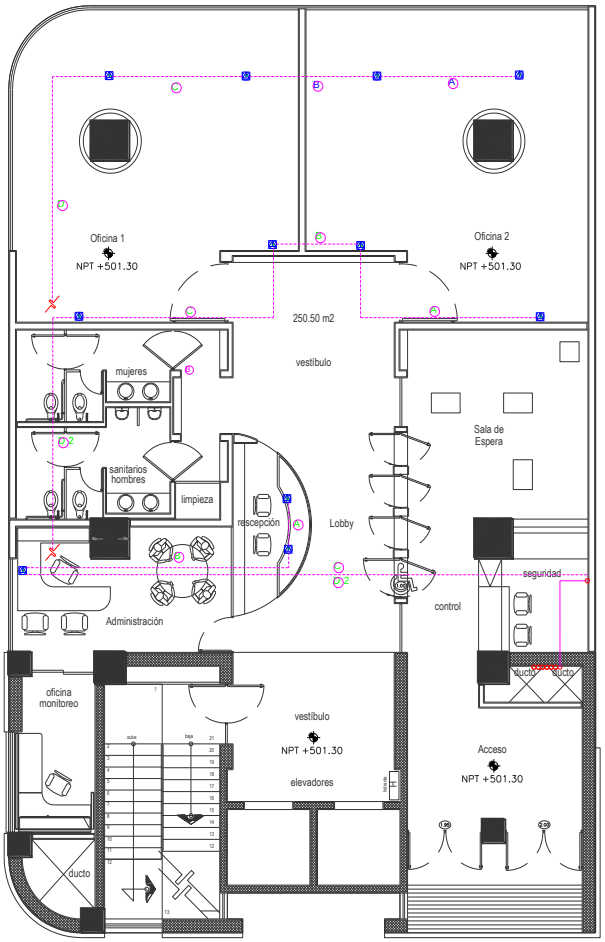


DETALLE DE INSTALACION DE SALIDA VOZY DATOS

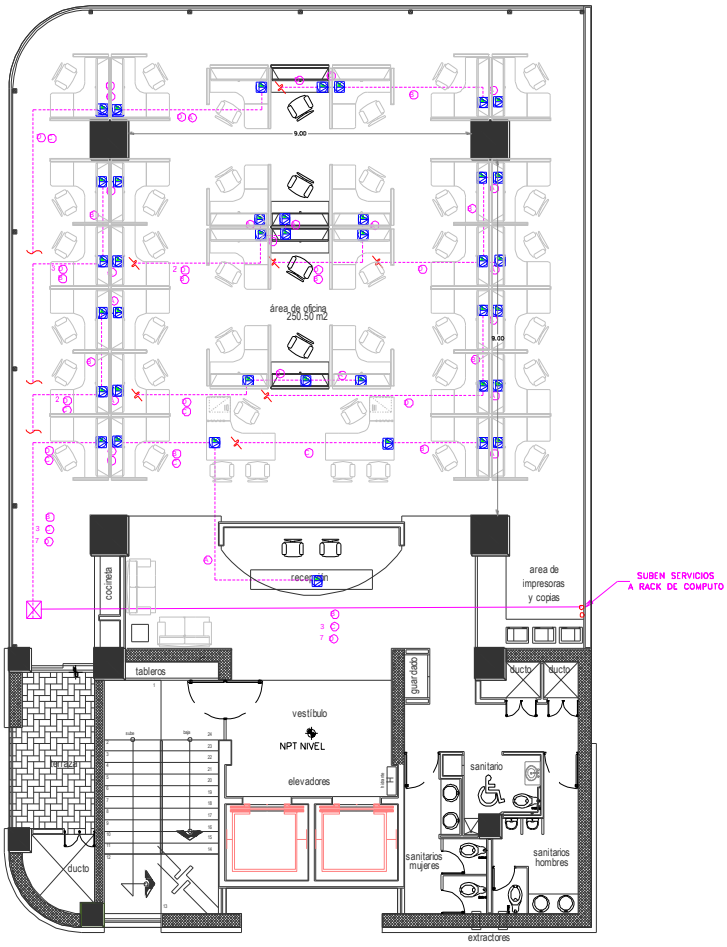
ACOT: MTS ESC: S/E



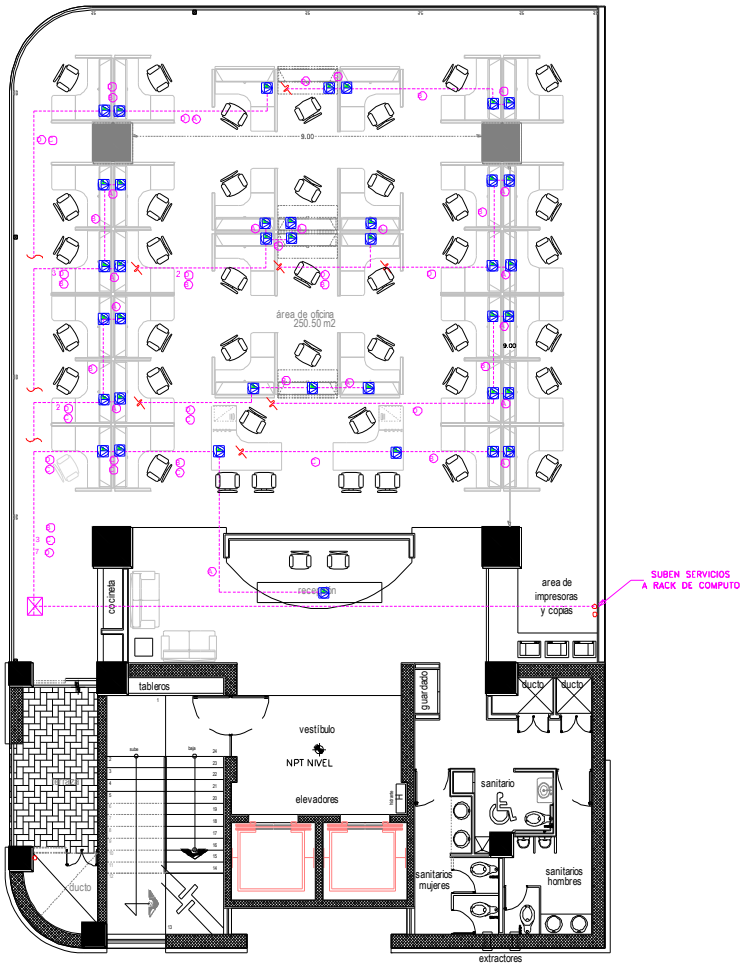
ACOMETIDA DE SISTEMAS ESPECIALES EN N-S1



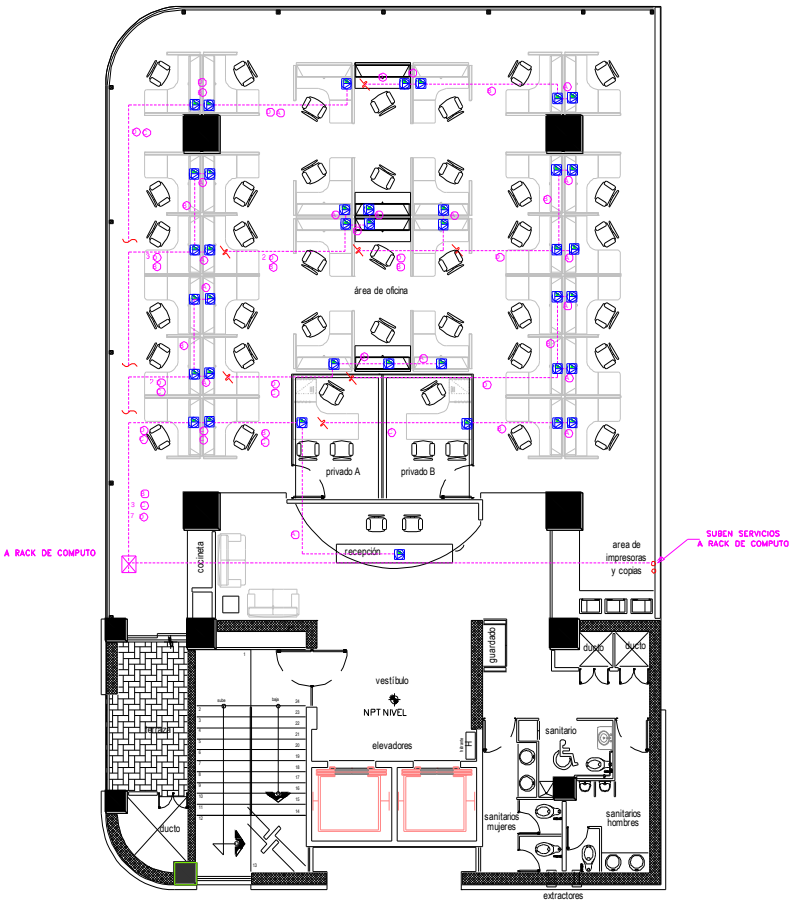
SISTEMAS ESPECIALES OFICINAS PLANTA BAJA



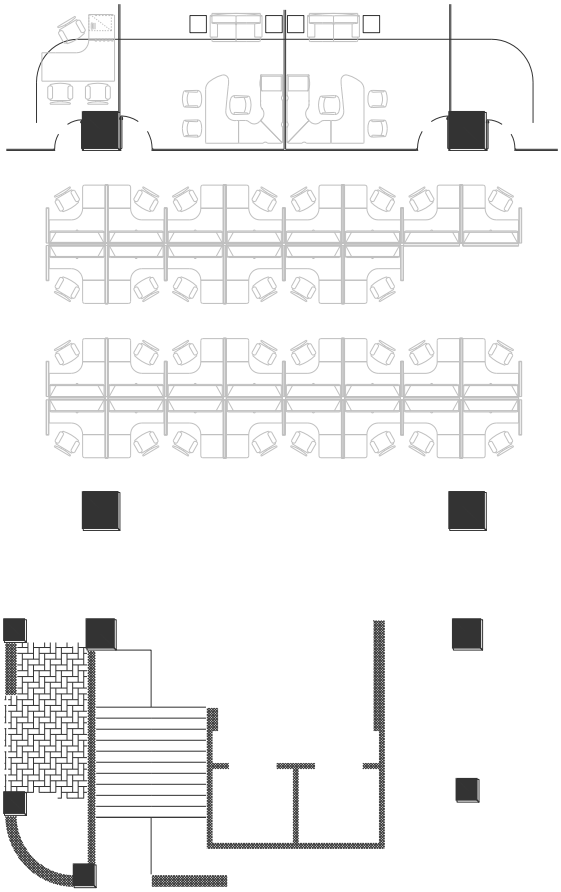
SISTEMAS ESPECIALES OFICINAS PRIMER NIVEL



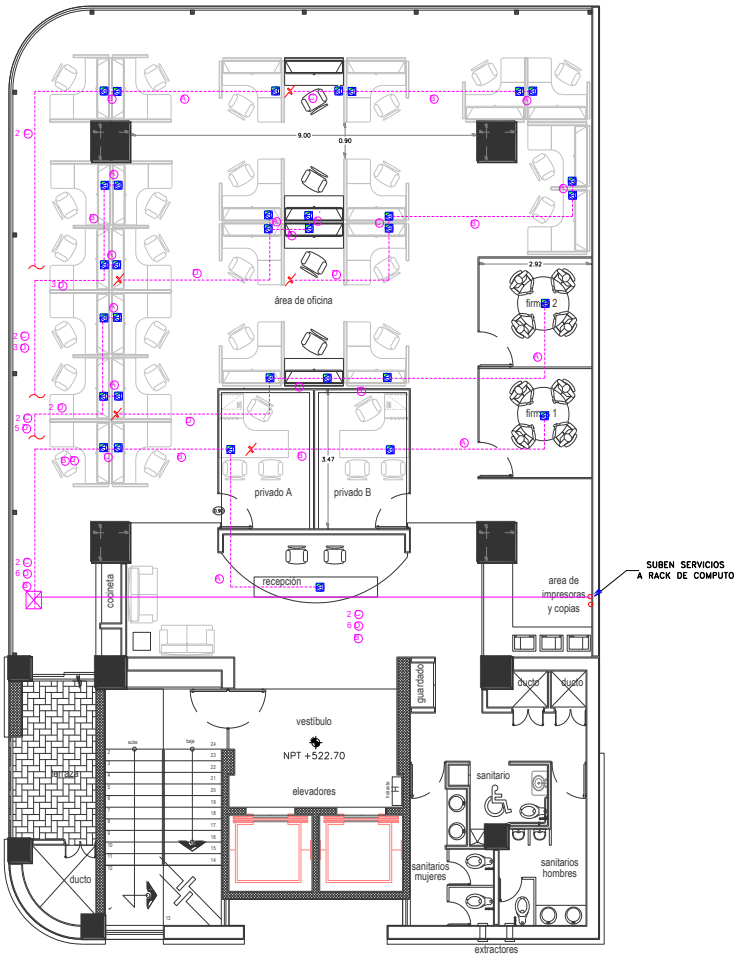
SISTEMAS ESPECIALES OFICINAS SEGUNDO NIVEL



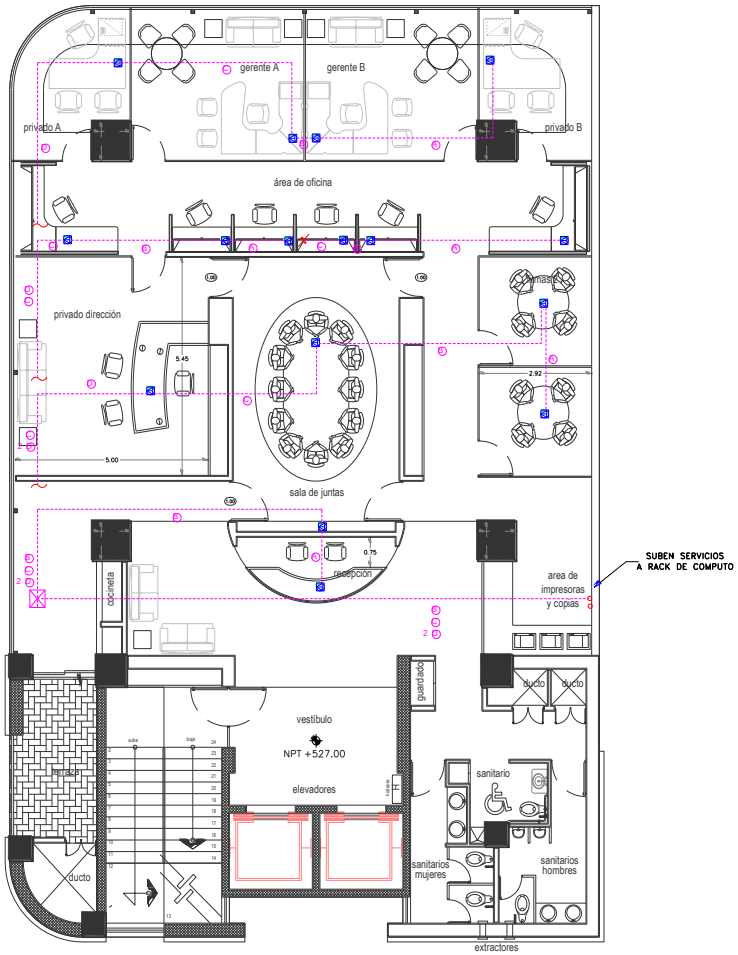
SISTEMAS ESPECIALES OFICINAS TERCER NIVEL



SISTEMAS ESPECIALES OFICINAS CUARTO NIVEL



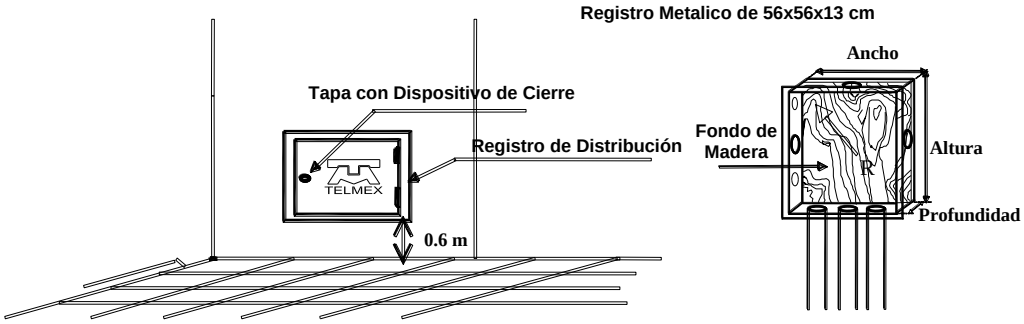
SISTEMAS ESPECIALES OFICINAS QUINTO NIVEL



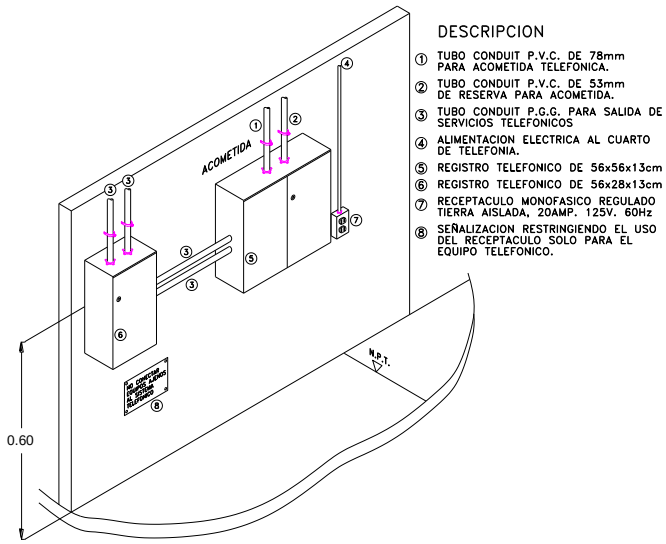
SISTEMAS ESPECIALES OFICINAS SEXTO NIVEL

SIMBOLOGIA	
	TUBO CONDUIT PVC P. GRUESA, EN LOZA
	TUBO CONDUIT PVC P. GRUESA, EN PISO
	SALIDA DE VOZ Y DATOS EN MURO O PISO
TEL	REGISTRO PARA TELEFONO 40x40x10 cm

CEDULA DE CABLES			
A	2-(4X24AWG) 1872A 1T-21mmØ	D	8-(4X24AWG) 1872A 1T-41mmØ
B	4-(4X24AWG) 1872A 1T-21mmØ	E	10-(4X24AWG) 1872A 1T-41mmØ
C	6-(4X24AWG) 1872A 1T-27mmØ	F	12-(4X24AWG) 1872A 1T-53mmØ



Registro de Distribución en Zona de Servicios

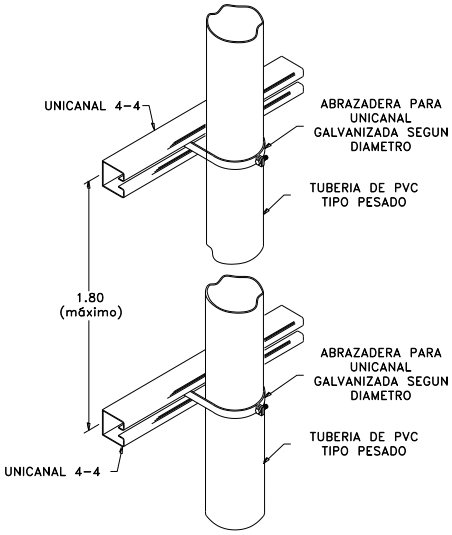


DESCRIPCION

1. TUBO CONDUIT P.V.C. DE 78mm PARA ACOMETIDA TELEFONICA.
2. TUBO CONDUIT P.V.C. DE 53mm DE RESERVA PARA ACOMETIDA.
3. TUBO CONDUIT P.G.G. PARA SALIDA DE SERVICIOS TELEFONICOS
4. ALIMENTACION ELECTRICA AL CUARTO DE TELEFONIA.
5. REGISTRO TELEFONICO DE 56x56x13cm
6. REGISTRO TELEFONICO DE 56x28x13cm
7. RECEPTACULO MONOFASICO REGULADO TIERRA AISLADA, 20AMP. 125V. 60Hz
8. SEÑALIZACION RESTRINGIENDO EL USO DEL RECEPTACULO SOLO PARA EL EQUIPO TELEFONICO.

DETALLE DE ACOMETIDA DE SERVICIOS ESPECIALES

ACOT: MTS ESC. 1 :200



DETALLE DE SOPORTE DE TUBERIA EN VERTICAL

ACOT: MTS (300-F) ESC. S/E

Tendido del Cableado

El tendido de cable es muy importante en todo proyecto de cableado estructurado, de este depende el buen funcionamiento de toda la red, es primordial saber que el manejo del cableado debe ser de manera delicada y precisa ya que el mal uso y manejo del mismo puede ocasionar daños al cable, generando retrasos y perdidas en la instalación del mismo.

Se tomó en cuenta muy detenidamente la ruta y la distancia a seguir en el proceso de tendido de cableado, así como también el manejo de los planos donde se guía el personal para tender cada cable de un punto a otro, debe ser organizado para su fácil manipulación en el caso de un mantenimiento, y el peinado de cables es lo que permite que el cable lleve un orden para evitar que se aglomere y sea más difícil de reconocer a la hora de que un punto este fallando o de un cambio de posición, esta técnica además de brindar una buena presentación de la Red, ofrece una excelente distribución del cableado. Véase la figura 10.5

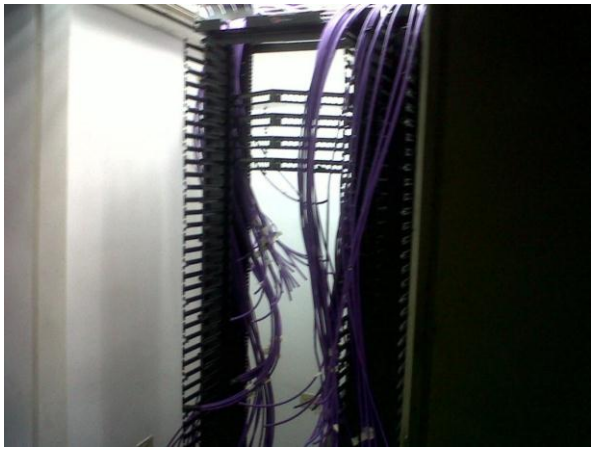


Fig. 10.5

Es un asunto de suma importancia a la hora de la instalación de una red, ya que forma parte fundamental de la etapa final del tendido del cableado, donde se emplean los conectores terminales que estarán instalados en sótano 1 y las áreas de trabajo de cada nivel. Estos conectores son realizados en campo por medio de unas medidas y técnicas certificadas por el fabricante.

Así el asunto de conexión se lleva a cabo cuando finaliza el tendido del cableado y se utilizan las herramientas correctas y adecuadas para el mismo. Es importante destacar que los conectores son del tipo JACK modulara de 8 posiciones marca panduit (Hembra) y conectores Tipo (Macho) que llevan los Patch Cord.

A continuación se muestra Fig. 10.6 el retiro de la chaqueta utilizando las herramientas adecuadas.

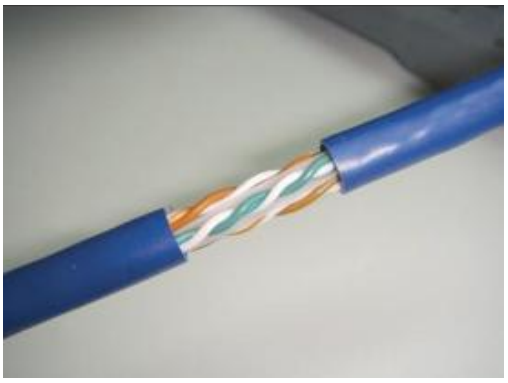


Fig. 10.6

Para el proyecto seleccionamos la norma a utilizar, en este caso se usa la “568B”

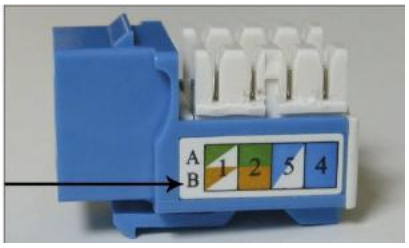
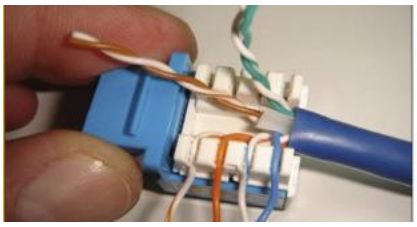
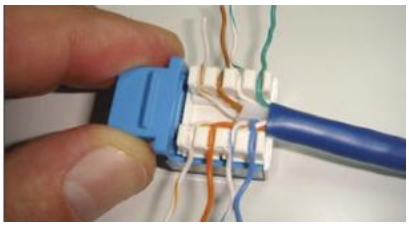


Fig. 10.7

Proceda a colocar el cable en el coupler como se muestra a continuación:





Se utilizara la herramienta de Ponchado, tal como se muestra en las siguientes figuras, recuerde tener cuidado con el lado de la cuchilla, ésta debe

cortar el exceso de cable como se muestra. Ejerza presión para que ponche el cable y a su vez corte el excedente.

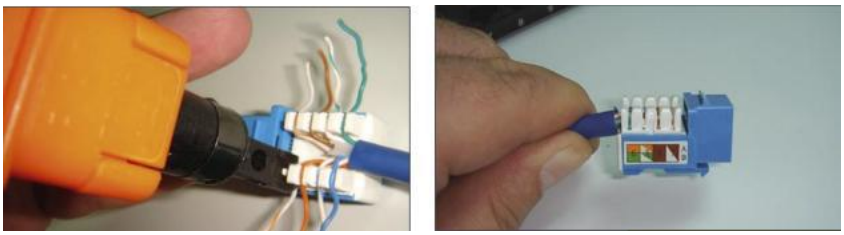


Fig. 10.8

Es necesario verificar que el corte sea preciso tal como se muestra:

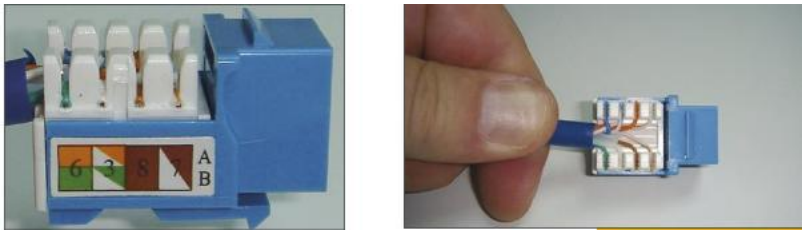


Fig. 10.9

Se deberá colocar la Cubierta Plástica, tal como se muestra en la figura y debe repetir estos pasos para cada punto, recuerde fijarlo al faceplate y este al cajetín.

Una vez culminada las conexiones de los puntos en los patch panels se debe realizar el peinado de los cables, para organizar el cableado y tener un mayor manejo de los puntos, con el fin de brindar una buena presentación y facilitar el mantenimiento de los rack y equipos que se encontraran en el cuarto de sótano 1. El asunto de peinado en los rack se ejecuta básicamente igual, al proceso de peinado del cableado horizontal en las canalizaciones, es significativo recalcar que el uso de los organizadores verticales facilita este proceso. En la Figura 10.10 se muestra el peinado de los Patch Panels.

Fig. 10.10

CAPITULO 11

PLANTA DE EMERGENCIA.

El edificio contara con una PLANTA DE EMERGENCIA de 75 KW, 60 HZ 220/127V- 3F. Para el ELEVADOR 1 Y 2, para los tableros EOSG-N, tablero EOSG-E, CCM-1 que alimentan para los servicios General de Alumbrado y Contactos.

Estará ubicado en la parte de afuera del edificio como se indica en el plano y cuenta con las siguientes características:

Fig. 11.1

Tipo de salida: AC trifásico

Marca: Cummins

Potencia nominal: 75kw

Corriente nominal: 135A

Voltaje nominal: 127V/220V, 220V/380V, 230V/400V, 240V/415V

Frecuencia: 50Hz o 60Hz

Velocidad: 1500RPM -1800RPM

Número de Modelo: GNRC

Control Panel: Automatic / Digital

Cooling type: Water cooling

Insulation class: H

Certificates: ISO9001:2008, CE

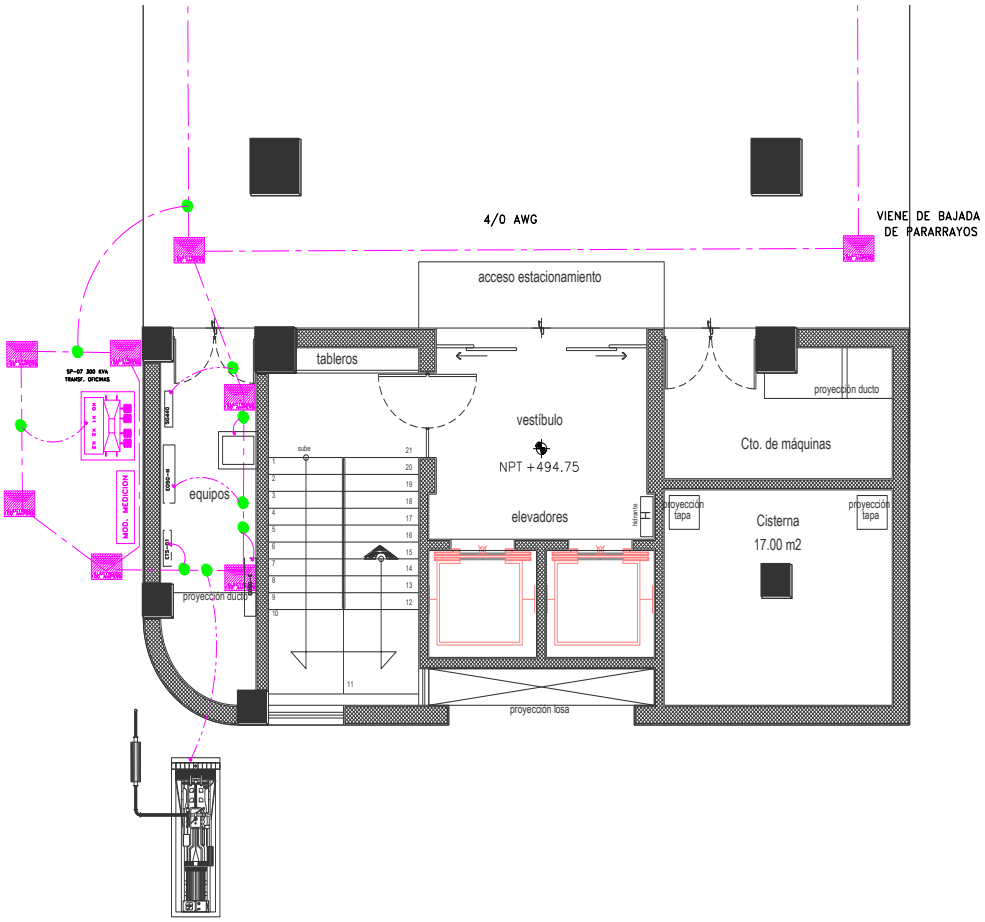
LOS DATOS TÉCNICOS

Grupo electrógeno de modelo:	gnrc100
el primer poder:	80kw/100kva
Frecuencia:	0/60hz
factor de potencia	0.8(quedando)
la tasa de regulación de voltaje constante	& le;& plusmn; 0.5%
la tasa de regulación de voltaje instantáneo	& le;- 15%/+20%
el momento de tensión constante	& le; 1.5 seg
la tasa de ondear de voltaje	& le; 1.0%
la tasa de regulación de la frecuencia const.	& le; 3%
la tasa de regulación de la frecuencia instan.	& le;& plusmn; 10%
el tiempo de frecuencia constante	3 seg
Dimensión(l& veces; w& veces; h)(mm)	2250*800*1300
El peso del grupo electrógeno(kg)	1250
el motor diésel	
de la marca	cummins
modelo	6bt5.9- g2
número de cilindros	6
velocidad de rotación	1500/18000rpm
el ciclo	cuatro tiempos
Sistema de refrigeración:	Agua- Refrigerado

La configuración estándar de suministro alcance:

- motor diésel con todos los accesorios, 3 filtros, los sistemas eléctricos. alternador.
- La estructura de acero.
- Ventilador y agua de refrigeración del sistema.
- Conector de brida.
- 12v/24 vstarting motor eléctrico y motor de carga.
- Del filtro de aire, de combustible más limpio, limpiador de aceite.
- Sobre- junta de panel de control.
- Aire mccb conservación.
- 12v/24v a partir del acumulador y la línea de betería.

La capacidad de la planta de emergencia se determinó de acuerdo a la carga total instalada para el sistema de emergencia que es de 65.62 KW por lo tanto la planta de emergencia seleccionado cumple con las necesidades y capacidad de suministro eléctrico al edificio.



CONCLUSIÓN.

Se deben tomar en consideración muchos aspectos antes de realizar un proyecto de instalación eléctrica como son: el tipo de edifico que se va a proyectar, las necesidades del cliente, eficiencia en la instalación, seguridad de la misma, economía, entre otros aspectos.

Existen muchas normas que un ingeniero debe seguir para una eficiente instalación eléctrica, en este proyecto de memoria de residencia profesional nos dimos a la tarea de aprender las bases de las normas que rigen para realizar un proyecto de instalación eléctrica como son la NOM-001-SEDE-2012 UTILIZACION, para proteger al usuario debemos cumplir como mínimo esta norma. En el transcurso de mi residencia profesional aprendí de manera más amplia cada uno de los materiales y equipos a instalar así como las marcas de cada una de ellas. Es fundamental saberlos para proponer materiales de buena calidad y certificados para un proyecto como este.

Otras de las normas con la cual aprendí mucho es la NORMA AEREA Y SUBTERRANEA EN MEDIA Y BAJA TENSION DE LA CFE en la cual explica ampliamente los requerimientos mínimos así como los materiales y equipos a instalar para proyectar un plano en media tensión como lo realizamos en este proyecto, cabe mencionar que el plano proyecto en media tensión debe estar aprobado por el departamento de planeación de la CFE antes de la construcción de la misma.

En este trabajo se detalla y se menciona los cálculos necesarios para la seguridad del usuario, en la que aplicamos formulas en tablas de Excel para nuestros cuadros de cargas de cada tablero para la distribución eléctrica del edificio CONJUNTO ICONO. Se hacen mención y propuestas de luminarias, equipos de aires acondicionados, reguladores de voltajes, planta de emergencia y todo lo necesario para un diseño y construcción del edificio.

Fue necesario realizar los cálculos para un buen diseño de iluminación en cada área de trabajo y cumplir con las normas que rigen así como la simulación en el programa Dialux 4.12 esto fue algo nuevo para mí ya que no tenía el conocimiento para poder utilizar este programa muy novedoso. Con la práctica de la misma pude entender que es una herramienta muy útil en cuestión de diseño de proyectos. Por medio de esta podemos observar los niveles de iluminación en cada espacio de trabajo.

En definitiva, la realización de este proyecto durante los últimos meses me ha servido para adquirir los conocimientos y la madurez suficiente para desempeñar la labor de un ingeniero eléctrico. He entendido como diseñar, construir y distribuir la energía eléctrica en un edificio desde la acometida de media tensión de la CFE hasta las cargas finales utilizadas por el usuario, con las protecciones adecuadas y calculadas, buscando siempre la estabilidad y la seguridad en el suministro, además de la eficiencia energética máxima, aplicando desde la compensación de energía reactiva hasta la instalación de cargas con el mayor rendimiento. Tras ver el resultado final de mi trabajo, creo que el esfuerzo ha merecido la pena ya que obtuve mediante la lectura, investigación y visita en campo los conocimientos necesarios para concluir con mi memoria de residencia profesional.

BIBLIOGRAFIA.

NORMA OFICIAL MEXICANA (NOM-001-SEDE-2012)

MANUAL DEL ELECTRICISTA CONDUMEX.

MANUAL ELECTRICO – VIAKON- 2011.
Segunda edición Enero- 2011

NOM-007-ENER-2004
Eficiencia Energética para Sistemas de Alumbrado En Edificios No Residenciales.

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-025-STPS-2008
Condiciones de Iluminación en los Centros de Trabajo

MANUAL DE INSTALACIONES ELECTRICAS.
Gilberto Enríquez Harper.

INSTALACIONES ELÉCTRICAS COMERCIALES E INDUSTRIALES.
Javier Oropeza Ángeles.

LIBRO DE ORO DE PUESTA A TIERRA UNIVERSAL.
Javier Oropeza Ángeles.

INSTALACIONES ELECTRICAS RESIDENCIALES.
Javier Oropeza Ángeles.

CATALOGO TECNOLITE-2015

NORMAS SUBTERRANEAS DE MEDIA Y BAJA TENCION DE CFE

CATALOGO LEVITON 2016

CATALOGO CONSTRULITA 2016

CATALOGO SCHNEIDER ELECTRIC 2016

ANEXOS

TABLA 2. IEEE STD 80-2000. RANGO DE RESISTIVIDAD DEL SUELO.

Tipo de suelo	Rango de resistividad (Ω-m)
Lama	5-100
Humus	10-150
Limo	20-100
Arcilla	80-330
Tierra de jardín	140-480
Caliza fisurada	500-1000
Caliza compacta	1000-5000
Granito	1500-10000
Arena común	3000-9000
basalto	10000-20000

TABLA 2.5 Reflectancias Efectivas de Cavidad. El ABC del Alumbrado Enríquez Harper.

Reflectancia base (techo o piso) %	90							80							70							60							50						
Reflectancia de las paredes %	90	80	70	50	30	10	0	90	80	70	50	30	10	0	90	80	70	50	30	10	0	90	80	70	50	30	10	0	90	80	70	50	30	10	0
RELACION DE CAVIDAD																																			
0.2	89	88	88	86	85	84	82	79	78	78	77	76	74	72	70	69	68	67	66	65	64	60	59	59	58	56	55	53	50	50	49	48	47	46	44
0.4	88	87	86	84	81	79	76	79	77	76	74	72	70	68	69	68	67	65	63	61	58	60	59	59	57	54	52	50	50	49	48	47	45	44	42
0.6	87	86	84	80	77	74	73	78	76	75	71	68	65	57	69	67	65	63	59	57	54	60	58	57	55	51	50	46	50	48	47	45	43	41	38
0.8	87	85	82	77	73	69	67	78	75	73	69	65	61	57	68	66	64	60	56	53	50	59	57	56	54	48	46	43	50	48	47	44	40	38	36
1	86	83	80	75	69	64	62	77	74	72	67	62	57	55	68	65	62	58	53	50	47	59	57	55	51	45	43	41	50	48	46	43	38	36	34
1.5	85	80	76	68	61	55	51	75	72	68	61	54	49	46	67	62	59	54	46	42	40	59	55	52	46	42	37	34	50	47	45	40	34	31	26
2	83	77	72	62	53	47	43	74	69	64	56	48	41	38	66	60	56	49	40	36	33	58	54	50	43	35	31	29	50	46	43	37	30	26	24
2.5	82	75	68	57	47	40	36	73	67	61	51	42	35	32	65	60	54	45	36	31	29	58	53	47	39	30	25	23	50	46	41	35	27	22	21
3	80	72	64	52	42	34	30	72	65	58	47	37	30	27	64	58	52	42	32	27	24	57	52	46	37	28	23	20	50	45	40	32	24	19	17
3.5	79	70	61	48	37	31	26	71	63	55	43	33	26	24	63	57	50	38	29	23	21	57	50	44	35	25	20	17	50	44	39	30	22	17	15
4	77	69	58	44	33	25	22	70	61	53	40	30	22	20	63	55	48	26	29	20	17	57	49	42	32	23	18	14	50	44	38	28	20	15	12
5	75	59	53	38	28	20	16	68	58	48	35	25	18	14	61	52	44	31	22	16	12	56	48	40	28	20	14	11	50	42	35	25	17	12	9
6	73	61	49	34	24	16	11	66	55	44	31	22	15	10	60	51	41	28	19	13	9	55	45	37	25	17	11	7	50	42	34	23	15	10	6
8	68	55	42	27	18	12	6	62	50	38	25	17	11	5	57	46	35	23	15	10	5	53	42	33	22	14	8	4	49	40	30	19	12	7	3
10.6	65	51	36	22	15	9	4	59	46	33	21	14	8	3	55	43	31	19	12	8	3	51	39	29	18	11	7	2	47	37	27	17	10	6	2

TABLA 2.5 Reflectancias Efectivas de Cavidad. El ABC del Alumbrado Enríquez Harper

Reflectancia base (techo o piso) %	40							30							20							10							0						
Reflectancia de las paredes %	90	80	70	50	30	10	0	90	80	70	50	30	10	0	90	80	70	50	30	10	0	90	80	70	50	30	10	0	90	80	70	50	30	10	0
RELACION DE CAVIDAD																																			
0.2	40	40	39	39	38	36	36	31	31	30	29	29	28	27	21	20	20	20	19	19	17	11	11	11	10	10	9	9	2	2	2	1	1	0	0
0.4	41	40	39	38	36	34	34	31	31	30	29	28	26	25	22	21	20	20	19	18	16	12	11	11	11	10	9	8	4	3	3	2	1	0	0
0.6	41	40	39	37	34	32	31	32	31	30	28	26	25	23	23	21	21	19	18	17	15	13	13	12	11	10	8	8	5	5	4	3	2	1	0
0.8	41	40	38	36	33	31	29	32	31	30	28	25	23	22	24	22	21	19	18	16	14	15	14	13	11	10	8	7	7	6	5	4	2	1	0
1	42	30	38	34	32	29	27	33	32	30	27	24	22	20	25	23	22	19	17	15	13	16	14	13	12	10	8	7	8	7	6	4	2	1	0
1.5	42	39	37	32	28	24	22	34	33	30	25	22	18	17	26	24	22	18	16	13	11	18	16	15	12	10	7	6	11	10	8	6	3	1	0
2	42	39	36	31	25	21	19	35	33	29	24	20	16	14	28	25	23	18	15	11	9	20	18	16	13	9	6	5	14	12	10	7	4	1	0
2.5	43	39	35	29	23	18	12	36	32	29	24	18	14	12	29	26	23	18	14	10	8	22	20	17	13	9	5	4	16	14	12	8	5	2	0
3	43	39	35	27	21	16	13	37	33	29	22	17	12	10	30	27	23	17	13	9	7	24	21	18	13	9	5	3	18	16	13	9	5	2	0
3.5	44	39	34	26	20	14	12	38	33	29	21	15	10	9	32	27	23	17	12	8	5	26	22	19	13	9	5	3	20	17	15	10	5	2	0
4	44	38	33	25	18	12	10	38	33	28	21	14	9	7	33	28	23	17	11	7	7	27	23	20	14	9	4	2	22	18	15	10	5	2	0
5	45	38	31	22	15	10	7	39	33	28	19	13	8	5	35	29	24	16	10	6	4	30	25	20	14	8	4	2	25	21	17	11	6	2	0
6	44	37	30	20	13	8	5	39	33	27	18	11	6	4	36	30	24	16	10	5	2	31	26	21	14	8	3	1	27	23	18	12	6	2	0
8	44	35	28	18	11	6	3	40	33	26	16	9	4	2	37	30	23	15	8	3	1	33	27	21	13	7	3	1	30	25	20	12	6	2	0
10.6	43	34	25	15	8	5	2	40	32	24	14	8	3	1	37	29	22	13	7	3	1	34	28	21	12	7	2	1	31	25	20	12	6	2	0

Tabla 3-IEEE STD-80-2000. Constantes de los Materiales Conductores.

DESCRIPTION	Material conductivity (%)	αr factor at 20°C (1/°C)	K_0 at 0°C (0°C)	Fusing temperature Tm	ρr 20°C ($\mu\Omega$.cm)	TCAP thermal capacity [J/(cm³.°C)	Kf
Copper, annealed soft-drawn	100	0,00393	234	1083	1,72	3,42	7
Copper, commercial hard-drawn	97	0,00381	242	1084	1,78	3,42	7,06
Cooper-clad steel wire	40	0,00378	245	1084	4,4	3,85	10,45
Cooper-clad steel wire	30	0,00378	245	1084	5,86	3,85	12,06
Cooper-clad steel rod	20	0,00378	245	1084	8,62	3,85	14,64
Aluminum, EC grade	61	0,00403	228	657	2,86	2,56	12,12
Aluminum, 5005 alloy	53,5	0,00353	263	652	3,22	2,6	12,41
Aluminum, 6201 alloy	52,5	0,00347	268	654	3,28	2,6	12,47
Aluminum-clad steel wire	20,3	0,0036	258	657	8,48	3,58	17,2
Steel,1020	10,8	0,00316	605	1510	15,9	3,28	15,95
Stainless-clad steel rod	9,8	0,0016	605	1400	17,5	4,44	14,72
Zinc-coated steel rod	8,6	0,0032	293	419	20,1	3,93	28,96
Stainless steel, 304	2,4	0,0013	749	1400	72	4,03	30,05

TABLA 3.3 NORMA CFE-BMT-DP. Resistencia y reactancia inductiva para cables ds. Cables de conductor de aluminio.

SECCIÓN TRANSVERSAL mm²	RESISTENCIA 90° EN C.A. Ω/KM	REACTANCIA INDUCTIVA EN Ω/KM		
		15000 V	25000 V	35000 V
33,6 (2 AWG)	1,100	0,347	-	0,3262
53,5 (1/0 AWG)	0,691	0,3267	0,3263	0,3176
67,5 (2/0 AWG)	0,548	0,3181	0,3178	0,3090
85,0 (3/0 AWG)	0,434	0,3095	0,3093	0,3000
107,2 (4/0 AWG)	0,345	0,3005	0,3002	0,2920
126,7 (250 kcmil)	0,292	0,2925	0,2922	0,2849
152,6 (300 kcmil)	0,244	0,2854	0,2853	0,2794
177,3 (350 kcmil)	0,209	0,2798	0,2796	0,2741
202,8 (400 kcmil)	0,183	0,2746	0,2743	0,2693
228,0 (450 kcmil)	0,163	0,2697	0,2695	0,2656
253,4 (500 kcmil)	0,147	0,2660	0,2658	0,2576
304,0 (600 kcmil)	0,123	0,2579	0,2577	0,2545
329,4 (650 kcmil)	0,113	0,2549	0,2547	0,2528
352,7 (700 kcmil)	0,105	0,2522	0,2519	0,2491
380,0 (750 kcmil)	0,098	0,2494	0,2492	0,2468
405,0 (800 kcmil)	0,092	0,2472	0,2470	0,2419
456,0 (900 kcmil)	0,083	0,2422	0,2420	0,2375
506,7(1000 kcmil)	0,075	0,2377	0,2376	-

Tabla 5.2 Catalogo SQUARE D Compendiado núm. 32

Marco P

Ampres	Disparo Magnético (Amperes)		Tres Polos Micrologic 3.0 A		Tres Polos Micrologic 6.0 A		Juego de Zapatas (inclidas)
			I-Line	Zapatas	I-Line	Zapatas	
PG Capacidad de interrupción normal (35KA @ 480 Vc.a.)							
	Bajo	Alto	600 Vc.a.				
600	900	7200	PGA36060U41A	PGL36060U41A	PGA36060U44A	PGL36060U44A	(3) - 3/0 - 500 Kcmil AL ó CU
800	1200	9600	PGA36080U41A	PGL36080U41A	PGA36080U44A	PGL36080U44A	(3) - 3/0 - 500 Kcmil AL ó CU
1000	1500	12000	PGA36100U41A	PGL36100U41A	PGA36100U44A	PGL36100U44A	(4) - 3/0 - 500 Kcmil AL ó CU
1200	1800	14400	PGA36120U41A	PGL36120U41A	PGA36120U44A	PGL36120U44A	(4) - 3/0 - 500 Kcmil AL ó CU

Ampres	Disparo Magnético (Amperes)		Tres Polos Micrologic 3.0 A		Tres Polos Micrologic 6.0 A		Juego de Zapatas (inclidas)
			I-Line	Zapatas	I-Line	Zapatas	
PG Capacidad de interrupción alta (65KA @ 480 Vc.a.)							
	Bajo	Alto	600 Vc.a.				
600	900	7200	PJA36060U41A	PJL36060U41A	PJA36060U44A	PJL36060U44A	(3) - 3/0 - 500 Kcmil AL ó CU
800	1200	9600	PJA36080U41A	PJL36080U41A	PJA36080U44A	PJL36080U44A	(3) - 3/0 - 500 Kcmil AL ó CU
1000	1500	12000	PJA36100U41A	PJL36100U41A	PJA36100U44A	PJL36100U44A	(4) - 3/0 - 500 Kcmil AL ó CU
1200	1800	14400	PJA36120U41A	PJL36120U41A	PJA36120U44A	PJL36120U44A	(4) - 3/0 - 500 Kcmil AL ó CU

Tabla 6.1. IEEE STD 80-2000- valores típicos del factor de asimetría (Df)

Duración de la falla Tf		Factor de decremento Df			
segundos	Ciclos a 60 Hz	x/r=10	x/r=20	x/r=30	x/r=40
0.00833	0.5	1.576	1.648	1.675	1.688
0.05	3	1.232	1.378	1.462	1.515
0.10	6	1.125	1.232	1.316	1.378
0.20	12	1.064	1.125	1.181	1.232
0.30	18	1.043	1.085	1.125	1.163
0.40	24	1.033	1.064	1.095	1.125
0.50	30	1.026	1.052	1.077	1.101
0.75	45	1.018	1.035	1.052	1.068
1.00	60	1.013	1.026	1.039	1.052

TABLA 7.2. Norma Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008.

TAREA VISUAL DEL PUESTO DE TRABAJO	AREA DE TRABAJO	NIVELES MÍNIMOS DE ILUMINACION (LUXES)
En exteriores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos.	Exteriores generales: patios y estacionamientos.	20
En interiores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículo.	Interiores generales: almacenes de poco movimiento, pasillos, escaleras, estacionamientos cubiertos, labores en minas subterráneas, iluminación de emergencia.	50
En interiores.	Áreas de circulación y pasillos: salas de espera; salas de descanso; cuartos de almacén; plataformas; cuartos de calderas.	100
Requerimiento visual simple: inspección visual, recuento de piezas, trabajo en banco y máquina.	Servicios al personal: almacenaje rudo, recepción y despacho, casetas de vigilancia, cuartos de compresores y papelerías.	200
Distinción mederada de detalles: ensamble simple, trabajo medio en banco y máquina, inspección simple, empaque y trabajos de oficina.	**Talleres: áreas de empaque y ensamble, aulas y oficinas.**	**300**
Distinción clara de detalles: maquinado y acabados delicados, ensamble de inspección moderadamente difícil, captura y procesamiento de información, manejo de instrumentos y equipo de laboratorio	Talleres de precisión: salas de computo, áreas de dibujo, laboratorios.	500

Distinción fina de detalles: maquinado de precisión, ensamble e inspección de trabajos delicados, manejo de instrumentos y equipo de precisión, manejo de piezas pequeñas.	Talleres de alta precisión: de pintura y acabado de superficies y laboratorios de control de calidad.	750
Alta exactitud en la distinción de detalles: ensamble, proceso e inspección de piezas pequeñas y complejas, acabado con pulidos finos.	Proceso: ensamble e inspección de piezas complejas y acabados con pulidos finos.	1,000
Alto grado de especialización en la distinción de detalles.	Proceso de gran exactitud. Ejecución de tareas visuales: • De bajo contraste y tamaño muy pequeño por periodos prolongados; • Exactas y muy prolongadas, y • Muy especiales de extremadamente bajo contraste y pequeño tamaño.	2,000

TABLA 7.5 valores de la FM sugeridos por la CIE Comisión Internacional de Iluminación.

Ambiente	Factor de Mantenimiento (Fm)
Limpio	0.8
Sucio	0.6

Tabla 8. De la NOM-001-SEDE-2012. Propiedades de los Conductores.

Tamaño (AWG o kcm)	Área		Conductores				Resistencia en corriente continua a 75 °C		
			Trenzado		Total		Cobre		Aluminio
			Cantidad de hilos	Diámetro	Diámetro	Área	No Cubierto	Recubierto	Aluminio
	mm ^{2}	kcmil		mm	mm	mm ^{2}	Ω /km	Ω /km	Ω /km
18	0.823	1620	1	-----	1.02	0.823	25.5	26.5	-----
18	0.823	1620	7	0.39	1.16	1.06	26.1	27.7	-----
16	1.31	2580	1	-----	1.29	1.31	16	16.7	-----
16	1.31	2580	7	0.49	1.46	1.68	16.4	17.3	-----
14	2.08	4110	1	-----	1.63	2.08	10.1	10.4	-----
14	2.08	4110	7	0.62	1.85	2.68	10.3	10.7	-----
12	3.31	6530	1	-----	2.05	3.31	6.34	6.57	-----
12	3.31	6530	7	0.78	2.32	4.25	6.5	6.73	-----
10	5.261	10380	1	-----	2.588	5.26	3.984	4.148	-----
10	5.261	10380	7	0.98	2.95	6.76	4.07	4.226	-----
8	8.367	16510	1	-----	3.264	8.37	2.506	2.579	-----
8	8.367	16510	7	1.23	3.71	10.76	2.551	2.653	-----
6	13.3	26240	7	1.56	4.67	17.09	1.608	1.671	2.652
4	21.15	41740	7	1.96	5.89	27.19	1.01	1.053	1.666
3	26.67	52620	7	2.2	6.6	34.28	0.802	0.833	1.32
2	33.62	66360	7	2.47	7.42	43.23	0.634	0.661	1.045
1	42.41	83690	19	1.69	8.43	55.8	0.505	0.524	0.829
1/0	53.49	105600	19	1.89	9.45	**70.41**	0.399	0.415	0.66
2/0	67.43	133100	19	2.13	10.62	88.74	0.317	0.329	0.523
3/0	85.01	167800	19	2.39	11.94	111.9	0.2512	0.261	0.413
4/0	107.2	211600	19	2.68	13.41	141.1	0.1996	0.205	0.328

TABLA 8.1 Capitulo 9 DE LA NEC 2014

Size			Conductors						
(AWG or kcmil)	Área		Stranding			Overall			
			Qty	Diameter		Diameter		Área	
	mm²	Cir. mils		mm	in.	mm	in.	mm²	in.²
18	0.823	1620	1	—	—	1.02	0.04	0.823	0.001
18	0.823	1620	7	0.39	0.015	1.16	0.046	1.06	0.002
16	1.31	2580	1	—	—	1.29	0.051	1.31	0.002
16	1.31	2580	7	0.49	0.019	1.46	0.058	1.68	0.003
14	2.08	4110	1	—	—	1.63	0.064	2.08	0.003
14	2.08	4110	7	0.62	0.024	1.85	0.073	2.68	0.004
12	3.31	6530	1	—	—	2.05	0.081	3.31	0.005
12	3.31	6530	7	0.78	0.03	2.32	0.092	4.25	0.006
10	5.261	10380	1	—	—	2.588	0.102	5.26	0.008
10	5.261	10380	7	0.98	0.038	2.95	0.116	6.76	0.011
8	8.367	16510	1	—	—	3.264	0.128	8.37	0.013
8	8.367	16510	7	1.23	0.049	3.71	0.146	10.76	0.017
6	13.3	26240	7	1.56	0.061	4.67	0.184	17.09	0.027
4	21.15	41740	7	1.96	0.077	5.89	0.232	27.19	0.042
3	26.67	52620	7	2.2	0.087	6.6	0.26	34.28	0.053
2	33.62	66360	7	2.47	0.097	7.42	0.292	43.23	0.067
1	42.41	83690	19	1.69	0.066	8.43	0.332	55.8	0.087
1/0	53.49	105600	19	1.89	0.074	9.45	0.372	70.41	0.109
2/0	67.43	133100	19	2.13	0.084	10.62	0.418	88.74	0.137
3/0	85.01	167800	19	2.39	0.094	11.94	0.47	111.9	0.173
4/0	107.2	211600	19	2.68	0.106	13.41	0.528	141.1	0.219

Tabla 9.- Resistencia y reactancia en corriente alterna para los cables para 600 volts, 3 fases a 60 Hz y 75 °C.

Tres conductores individuales en un tubo conduit.

Area mm^2	Tamaño (AWG o kcmil)	Ohms al neutro por kilómetro													
		X_L (Reactancia)para todos los conductores		Resistencia en corriente alterna para conductores de cobre sin recubrimiento			Resistencia en corriente alterna para conductores de aluminio			Z eficaz a *FP* = 0.85 para conductores de cobre sin recubrimiento			Z eficaz a *FP* = 0.85 para conductores de aluminio		
		Conduit de PVC o Aluminio	Conduit de acero	Conduit de PVC	Conduit de Aluminio	Conduit de Acero	Conduit de PVC	Conduit de Aluminio	Conduit de Acero	Conduit de PVC	Conduit de Aluminio	Conduit de Acero	Conduit de PVC	Conduit de Aluminio	Conduit de Acero
2.08	14	0.190	0.240	10.2	10.2	10.2	—	—	—	8.9	8.9	8.9	—	—	—
3.31	12	0.177	0.223	6.6	6.6	6.6	—	—	—	5.6	5.6	5.6	—	—	—
5.26	10	0.164	0.207	3.9	3.9	3.9	—	—	—	3.6	3.6	3.6	—	—	—
8.36	8	0.171	0.213	2.56	2.56	2.56	—	—	—	2.26	2.26	2.30	—	—	—
13.30	6	0.167	0.210	1.61	1.61	1.61	2.66	2.66	2.66	1.44	1.48	1.48	2.33	2.36	2.36
21.15	4	0.157	0.197	1.02	1.02	1.02	1.67	1.67	1.67	0.95	0.95	0.98	1.51	1.51	1.51
26.67	3	0.154	0.194	0.82	0.82	0.82	1.31	1.35	1.31	0.75	0.79	0.79	1.21	1.21	1.21
33.62	2	0.148	0.187	0.62	0.66	0.66	1.05	1.05	1.05	0.62	0.62	0.66	0.98	0.98	0.98
42.41	1	0.151	0.187	0.49	0.52	0.52	0.82	0.85	0.82	0.52	0.52	0.52	0.79	0.79	0.82
53.49	1/0	0.144	0.180	0.39	0.43	0.39	0.66	0.69	0.66	0.43	0.43	0.43	0.62	0.66	0.66
67.43	2/0	0.141	0.177	0.33	0.33	0.33	0.52	0.52	0.52	0.36	0.36	0.36	0.52	0.52	0.52
85.01	3/0	0.138	0.171	0.253	0.269	0.259	0.43	0.43	0.43	0.289	0.302	0.308	0.43	0.43	0.46
107.2	4/0	0.135	0.167	0.203	0.220	0.207	0.33	0.36	0.33	0.243	0.256	0.262	0.36	0.36	0.36
127	250	0.135	0.171	0.171	0.187	0.177	0.279	0.295	0.282	0.217	0.230	0.240	0.308	0.322	0.33
152	300	0.135	0.167	0.144	0.161	0.148	0.233	0.249	0.236	0.194	0.207	0.213	0.269	0.282	0.289
177	350	0.131	0.164	0.125	0.141	0.128	0.200	0.217	0.207	0.174	0.190	0.197	0.240	0.253	0.262
203	400	0.131	0.161	0.108	0.125	0.115	0.177	0.194	0.180	0.161	0.174	0.184	0.217	0.233	0.240
253	500	0.128	0.157	0.089	0.105	0.095	0.141	0.157	0.148	0.141	0.157	0.164	0.187	0.200	0.210
304	600	0.128	0.157	0.075	0.092	0.082	0.118	0.135	0.125	0.131	0.144	0.154	0.167	0.180	0.190
380	750	0.125	0.157	0.062	0.079	0.069	0.095	0.112	0.102	0.118	0.131	0.141	0.148	0.161	0.171
507	1000	0.121	0.151	0.049	0.062	0.059	0.075	0.089	0.082	0.105	0.118	0.131	0.128	0.138	0.151

Notas:

1. Estos valores se basan en las siguientes constantes: conductores del tipo RHH con trenzado de Clase B, en configuración acunada. La conductividad de los alambres es del 100 por ciento IACS para cobre y del 61 por ciento IACS para aluminio; la del conduit de aluminio es del 45 por ciento IACS. No se tiene en cuenta la reactancia capacitiva, que es insignificante a estas tensiones. Estos valores de resistencia sólo son válidos a 75 °C y para los parámetros dados, pero son representativos para los tipos de alambres para 600 volts que operen a 60 Hz.

2. La impedancia (*Z*) eficaz se define como $R \cos(\theta) + X \operatorname{sen}(\theta)$, en donde θ es el ángulo del factor de potencia del circuito. Al multiplicar la corriente por la impedancia eficaz se obtiene una buena aproximación de la caída de tensión de línea a neutro. Los valores de impedancia eficaz de esta tabla sólo son válidos con un factor de potencia de 0.85. Para cualquier otro factor de potencia (*FP*) del circuito, la impedancia eficaz (*Ze*) se puede calcular a partir de los valores de *R* y *XL* dados en esta tabla, como sigue: $Ze = R \times FP + X_L \operatorname{sen}[\arccos(FP)]$.

Tabla 9. De la NOM-001-SEDE-2012

Tabla 10-1. De la NOM-001-SEDE 2012. Factores de relleno en tubo (conduit)

Número de conductores	Uno	Dos	Más de dos
Todos los tipos de conductores	53%	31%	40%

Tabla 10-4. De la NOM-001-SEDE-2012. Dimensiones de tubo (conduit) metálico tipo pesado, semipesado y ligero y área disponible para los conductores (Basado en la Tabla 10-1, Capítulo 10)

Tamaño nominal mm	Diámetro interior mm	Área interior total mm^2	Área disponible para conductores mm^2		
			uno conductor fr = 53%	dos conductores fr = 31 %	Más de dos conductores fr = 40%
16 (1/2)	15,8	196	103	60	78
21 (3/4)	20,9	344	181	106	137
27 (1)	26,6	557	294	172	222
35 (1-1/4)	35,1	965	513	299	387
41 (1-1/2)	40,9	1313	697	407	526
53 (2)	52,5	2165	1149	671	867
63 (2-1/2)	62,7	3089	1638	956	1236
78 (3)	77,9	4761	2523	1476	**1904**
91 (3-1/2)	90,1	6379	3385	1977	2555
103 (4)	102,3	8213	4349	2456	3282
129 (5)	128,2	12907	6440	4001	5163
155 (6)	154,1	18639	9879	5778	7456

*Para tubo *(conduit)* flexible metálico o no-metálico y para tubo *(conduit)* de PVC y de polietileno, los cálculos deberán basarse en las dimensiones interiores reales proporcionadas por el fabricante o indicadas en la norma de producto

Tabla 10-5. De la NOM-001-SEDE-2012 (continuación 1) Dimensiones de los conductores aislados y cables de aparatos.

Tipo	Tamaño nominal		Diámetro aproximado mm	Área aproximada mm ^{2}
	Desnudo mm^2	AWG		
TW, THHW,THHW-LS THW,THW-LS THW-2	2,082	14	3,38	8,97
	3,307	12	3,86	11,7
	5,6	10	4,47	15,7
	8,367	8	5,99	28,2
TW THW THW-LS THHW THHW-LS THW-2 RHH* RHW* RHW-2*	13,3	6	7,72	46,8
	21,15	4	8,94	62,8
	26,67	3	9,65	73,2
	33,62	2	10,5	86,0
	42,41	1	12,5	123
	53,48	1/0	13,5	143
	67,43	2/0	14,7	169
	85,01	3/0	16,0	201
	107,2	4/0	17,5	240
	126,67	250	19,4	297
	152,01	300	20,8	341
	177,34	350	22,1	384
	202,68	**400**	23,3	**427**
	253,35	500	25,5	510
	304,02	600	28,3	628
	354,69	700	30,1	710
	380,03	750	30,9	752
	405,37	800	31,8	792
	456,04	900	33,4	875
	506,71	1000	34,8	954
	633,39	1250	39,1	1200
	760,07	1500	42,2	1400
	886,74	1750	45,1	1598
	1013,42	2000	47,8	1795

Tabla 250- 66.De la NOM-001-SEDE-2012. Conductor del electrodo de puesta a tierra para sistemas de corriente alterna.

Tamaño nominal del mayor conductor de entrada a la acometida o sección equivalente de conductores en paralelo mm^2 (AWG o kcmil)		Tamaño nominal del conductor al electrodo de tierra mm^2 (AWG o kcmil)	
Cobre	Aluminio	Cobre	Aluminio
33,62 (2) ó menor	53,48 (1/0) ó menor	8,367 (8)	13,3 (6)
42,41 o 53,48 (1 ó 1/0)	67,43 o 85,01 (2/0 ó 3/0)	13,3 (6)	21,15 (4)
67,43 o 85,01 (2/0 ó 3/0)	4/0 ó 250 kcmil	21,15 (4)	33,62 (2)
Más de 85,01 a 177,3 (3/0 a 350)	Más de 126,7 a 253,4 (250 a 500)	33,62 (2)	53,48 (1/0)
Más de 177,3 a 304,0 (350 a 600)	Más de 253,4 a 456,04 (500 a 900)l	**53,48 (1/0)**	85,01 (3/0)
Más de 304 a 557,38 (600 a 1100)	Más de 456,04 a 886,74 (900 a 1750)	67,43 (2/0)	107,2 (4/0)
Más de 557,38 (1100)	Más de 886,74 (1750)	85,01 (3/0)	126,7 (250)

Tabla 250-95. De la NOM-001-SEDE-2012. Tamaño nominal mínimo de los conductores de tierra para canalizaciones y equipos.

Capacidad o ajuste máximo del dispositivo automático de protección contra sobrecorriente en el circuito antes de los equipos, canalizaciones, etc. (A)	Tamaño nominal mm^2 (AWG o kcmil)	
	Cable de cobre	Cable de aluminio
15	**2,082 (14)**	---
20	3,307 (12)	---
30	5,26 (10)	---
40	5,26 (10)	---
60	5,26 (10)	---
100	8,367 (8)	13,3 (6)
200	13,3 (6)	21,15 (4)
300	21,15 (4)	33,62 (2)
400	33,62 (2)	42,41 (1)
500	33,62 (2)	53,48 (1/0)
600	42,41 (1)	67,43 (2/0)
800	53,48 (1/0)	85,01 (3/0)
1000	67,43 (2/0)	107,2 (4/0)
1200	85,01 (3/0)	126,7 (250)
1600	107,2 (4/0)	177,3 (350)
2000	126,7 (250)	202,7 (400)
2500	177,3 (350)	304 (600)
3000	202,7 (400)	304 (600)
4000	253,4 (500)	405,37 (800)
5000	354,7 (700)	608 (1200)
6000	405,37 (800)	608 (1200)

Véase limitaciones a la instalación en 250-92(a)

Nota: Para cumplir lo establecido en 250-51, los conductores de tierra de los equipos podrían ser de mayor tamaño que lo especificado en este Tabla.

Tabla 310-15(g) De la NOM-001-SEDE-2012 Factores de ajuste para más de tres conductores portadores de corriente en una canalización o cable.

FACTOR DE CORRECCION POR AGRUPAMIENTO

Número de conductores activos	Por ciento de valor de las tablas ajustado para la temperatura ambiente si fuera necesario
De 4 a 6	**80**
De 7 a 9	70
De 10 a 20	50
De 21 a 30	45
De 31 a 40	40
41 y más	35

Tabla 310-16. NOM-001-SEDE-2012. Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de conductores aislados para 0 a 2000 V nominales y 60 °C a 90 °C. No más de tres conductores activos en una canalización, cable o directamente enterrados, para una temperatura ambiente de 30 °C

Tamaño nominal	Temperatura nominal del conductor (véase Tabla 310-13)						Tamaño nominal
	60 °C	75 °C	90 °C	60 °C	75 °C	90 °C	
mm²	TIPOS TW* TWD* CCE TWD-UV	TIPOS RHW*, THHW*, THW*, THW-LS, THWN*, XHHW*, TT	TIPOS RHH*, RHW-2,THHN*, THHW*, THHW-LS, THW-2*, XHHW*, XHHW-2,	TIPOS UF*	TIPOS RHW*, XHHW*, BM-AL	TIPOS RHW-2, XHHW, XHHW-2, DRS	AWGkcmil
	Cobre			Aluminio			
0,8235	---	---	14	---	---	---	18
1,307	---	---	18	---	---	---	16
2,082	20*	20*	25*	---	---	---	14
3,307	25*	25*	30*	---	---	---	12
5,26	30	35*	40*	---	---	---	10
8,367	40	50	55	---	---	---	8
13,3	55	65	75	40	50	60	6
21,15	70	85	95	55	65	75	4
26,67	85	100	110	65	75	85	3
33,62	95	115	130	75	90	100	2
42,41	110	130	150	85	100	115	1
53,48	125	150	170	100	120	135	1/0
67,43	145	175	195	115	135	150	2/0
85,01	165	200	225	130	155	175	3/0
107,2	195	230	260	150	180	205	4/0
126,67	215	255	290	170	205	230	250
152,01	240	285	320	190	230	255	300
177,34	260	310	350	210	250	280	350
202,68	280	**335**	380	225	270	305	**400**
253,35	320	380	430	260	310	350	500
304,02	355	420	475	285	340	385	600
354,69	385	460	520	310	375	420	700
380,03	400	475	535	320	385	435	750
405,37	410	490	555	330	395	450	800
456,04	435	520	585	355	425	480	900
506,71	455	545	615	375	445	500	1000
633,39	495	590	665	405	485	545	1250
760,07	520	625	705	435	520	585	1500
886,74	545	650	735	455	545	615	1750
1013,42	560	665	750	470	560	630	2000