



# INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA  
UNIDAD PROFESIONAL "ADOLFO LÓPEZ MATEOS"

"LINEAMIENTOS PARA EL DISEÑO DE INGENIERÍA DE LAS INSTALACIONES  
ELÉCTRICAS PARA EL "DATA CENTER" DE LA TERMINAL 2  
DE EL AEROPUERTO INTERNACIONAL DE LA CIUDAD DE MÉXICO"

## T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

**INGENIERO ELECTRICISTA**

PRESENTA:

**JOSÉ LUIS CASTILLO ISLAS**

ASESORES:

ING. JOSÉ ANTONIO MARTÍNEZ HERNÁNDEZ  
ING. JORGE HERRERA AYALA



MÉXICO, D.F.

2009



*LINEAMIENTOS PARA EL DISEÑO DE INGENIERIA DE  
LAS INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EL “DATA  
CENTER” DE LA TERMINAL 2 DEL  
AEROPUERTO INTERNACIONAL DE LA CIUDAD DE  
MEXICO*



## OBJETIVO:

*Describir la participación que se tuvo en el proceso de Diseño de Ingeniería de las Instalaciones Eléctricas para el “Data Center de la Terminal 2 del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México, como una aportación de Experiencia Profesional para los estudiantes de Ingeniería Eléctrica de la ESIME, unidad Zacatenco, del INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL.*



## INDICE GENERAL

	PAGINA
INTRODUCCION	
I.- Parámetros Generales de Diseño	09
1.1. Generalidades del Inmueble	09
1.2. Parámetros Generales de Diseño	09
1.3. Canalizaciones Generales	10
1.4. Cables Eléctricos en General	10
II.- Distribución de Energía Eléctrica del Data Center y CTR-10	12
2.1 Acometida Eléctrica	12
2.1.1. Subestaciones	12
2.1.1.1. Características	12
2.1.1.2. Conexión	12
2.1.1.3. Apartarrayos	12
2.1.2. Transformadores	12
2.1.2.1. Características	12
2.1.2.2. Conexión Alta Tensión Transformador 1	12
2.1.2.3. Conexión Alta Tensión Transformador 2	12
2.1.2.4. Conexión Baja Tensión Transformador 1	13
2.1.2.5. Conexión Baja Tensión Transformado 2	15
2.2. Sistema de enlace Principal (MSB)	17
2.2.1. Características	17
2.2.2. Control	17
2.2.3. Secciones	17
2.2.4. Switch transferencia Path A	18
2.2.5. Tablero de Circuitos Derivados Path A	18
2.2.6. Switch transferencia Path B	18
2.2.7. Tablero de Circuitos Derivados Path B	18
2.2.8. Switch de Paralelaje Path A y B	19
2.3. Grupo Electrónico (Plantas de Emergencia)	19
2.3.1. Características	19
2.3.2. Calculo de Protecciones de Fuerza	19
2.3.3. Alimentador Eléctrico Grupo Electrónico 1	20
2.3.4. Alimentador Eléctrico Grupo Electrónico 2	21
2.4. Supresores de Transitorios (TVSS)	23
2.4.1. Características	23
2.4.2. Origen y Clasificación de Transitorios	23
2.4.3. Determinación de Niveles de Exposición	24



2.5. Tableros Eléctricos Distribución Baja Tensión	26
2.5.1. Tablero de salida UPS PATH A	26
2.5.2. Tablero de salida UPS PATH B	26
2.5.3. Tablero H	27
2.5.4. Tablero HL	28
2.5.5. Tablero H-1 CTR10	29
2.5.6. Tablero Servicios Generales CTR10	30
2.5.7. Tablero Servicios Generales AVANTEL – CTR10	31
2.6. Sistema de Transferencia Automática (ATS)	32
2.6.1. Características	32
2.6.2. Alimentador a ATS PATH A	34
2.6.3. Alimentador a ATS PATH B	36
2.6.4. Salida a Tablero H	37
2.6.5. Alimentador de Tablero H a Transformador de Servicios	39
2.6.6. Alimentador de Transformador de servicios a Interruptor de Salida TR	42
2.6.7. Alimentador Interruptor de Salida TR a Tablero HL	44
2.7. Alimentadores Eléctricos a CTR10	47
2.7.1. Alimentador Servicios Generales Tablero H-1	47
2.7.2. Alimentador Aire Acondicionado de Precisión Fila A	50
2.7.3. Alimentador Aire Acondicionado de Precisión Fila B	52
2.7.4. Alimentador Tablero H-1 a transformador 5KVA	55
2.7.5. Alimentador de Transformador de 5KVA a Tablero OO12 CTR10	57
2.7.6. Alimentador de Transformador de 5KVA a Tablero OO12 VANTEL-CTR10	60
2.8. Alimentadores Eléctricos Aires Acondicionados de Confort Oficinas Data Center	62
2.9. Alimentadores Eléctricos Aires Acondicionados de Precisión Centro de Cómputo Data Center	64
2.9.1. Alimentador Aire Acondicionado de Precisión No 1	64
2.9.2. Alimentador Aire Acondicionado de Precisión No 2	66
2.9.3. Alimentador Aire Acondicionado de Precisión No 3	68
2.10. Alimentadores Eléctricos Aires Acondicionados de Precisión Área UPS Data Center	71
2.10.1. Alimentador Aire Acondicionado de Precisión No 4	71
2.10.2. Alimentador Aire Acondicionado de Precisión No 5	73
III. Iluminación de Espacios Data Center	77
3.1. Características Generales	77
3.2. Iluminación Data center Planta Alta	77
3.2.1. Características Físicas	77
3.3. Iluminación Data center Planta Baja	80
3.3.1. Características Físicas	80



---

IV. Sistema de Tierra Física	85
4.1. Objeto del Sistema de Tierra Física	85
4.2. Características Generales	85
4.3. Accesorios del Sistema de Tierra Física	85
4.4. Cálculo de la Resistencia de Malla Sistema Electrónico	86
4.5. Distribución del Cableado	87

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFIA



# *INTRODUCCION*



---

Los servicios de Centros de Datos son esenciales para la operación y el soporte de la infraestructura tecnológica. A medida que los datos y las aplicaciones se expanden con rapidez, aumenta el espacio utilizado por los centros de datos, se incrementan los costos operativos y se presentan nuevos desafíos en el entorno, lo que impulsa aún más la necesidad de mejorar la utilización del espacio y de los activos.

El Data center instalado en la T2 del AICM requiere de un suministro de energía eléctrica de entrada trifásico. Al tener servidores críticos, fue necesario instalar UPS redundante y de alta disponibilidad, existen dispositivos de control y monitoreo además de ser necesaria la instalación de equipos de refrigeración de precisión.

En este sentido, se considero importante aprovechar la oportunidad que ofrece la ESIME, Unidad Zacatenco del IPN; para exponer una experiencia profesional con el propósito de concluir de manera plena con los estudios profesionales de Ingeniería Eléctrica.

El trabajo inicia con una descripción de los Parámetros Generales de diseño y contempla características del inmueble, Normas, Tensión de diseño, Canalizaciones, Cables, Aislamientos.

Se continúa detallando la distribución de energía eléctrica del Data Center y CTR10, Capítulo II; partiendo de la Acometida, Subestaciones, Transformadores y Sistemas de enlace, entre otros.

En el capítulo III, se contemplan las características principales de Iluminación del Data Center.

Finalmente, se describe en el capítulo IV; el Sistema de Tierra Física para todos los componentes de los equipos del Data Center.





---

# *CAPITULO I*

## *PARAMETROS GENERALES DE DISEÑO*



En este Manual Descriptivo se hace mención de los lineamientos generales considerados en el diseño de Ingeniería de las Instalaciones para el “Data Center” de la Terminal 2 del Aeropuerto Internacional de la Cd. De México”; definido como un “Data Center” tipo Tier IV, de acuerdo a lo definido por “THE UPTIME INSTITUTE” y la ANSI/TIA-942.

## 1 PARAMETROS GENERALES DE DISEÑO

### 1.1. GENERALIDADES DEL INMUEBLE:

Se trata del inmueble localizado en la Ciudad de México D.F

El inmueble cuenta básicamente de los siguientes edificios:

- a) Edificio Terminal
- b) Dedo Terminal Norte
- c) Dedo Terminal Sur
- d) Edificio de Servicios
- e) Estacionamiento Cubierto
- f) Torre de control CCO

### 1.2. PARAMETROS GENERALES DE DISEÑO.

Se han considerado los siguientes criterios de diseño de la instalación eléctrica:

1.2.1. NORMAS.-El diseño, instalación, equipo y materiales están de acuerdo a los requerimientos aplicables de las últimas ediciones de:

- a) Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2005.
- b) Illuminating Engineering Society (IES), Sector México.
- c) Tensiones Normalizadas NMX-J98
- d) ANSI/TIA-942-2005.
- e) White Paper “THE UPTIME INSTITUTE”

### 1.2.2. TENSION DE DISEÑO.

#### 1.2.2.1 Acometida de Luz y Fuerza del Centro.

Características eléctricas de alimentación:

23.0 KV  $\pm$  10%, 3F, 60 Hz  $\pm$  0.8%, 500 KVA de capacidad interruptiva simétrica.

De dos subestaciones distribuidoras principales de la Cd. De México.

#### 1.2.2.2 Distribución secundaria:

Alumbrado General	220/127V, 3F, 4H.
Contactos en Servicio Normal	220/127V, 3F, 4H.
Fuerza	480 V, 3F, 3H.



### 1.3 CANALIZACIONES GENERALES.

- 1.3.1 Para canalizaciones aparentes, ahogadas en muros u ocultos en falso plafón se utiliza conduit galvanizado de pared gruesa (IMT).
- 1.3.2 Para canalizaciones aparentes en exteriores, alimentaciones, ahogadas en pisos o sujetas a daño mecánico se utiliza conduit galvanizado, de pared gruesa (IMT).
- 1.3.3 Para canalizaciones enterradas en exteriores para media tensión, se utiliza conduit de PVC rígido, tipo pesado.
- 1.3.4 Soporte para cable escalerilla tipo malla para la distribución en baja tensión entre los equipos del cuarto de UPS's, Cuarto de Plantas de emergencia y cuarto de subestación y tablero general.
- 1.3.5 Las canalizaciones para contactos monofásicos son independientes de otras instalaciones a menos que se indique lo contrario.
- 1.3.6 El factor de relleno utilizado en canalizaciones es de 30% máximo.

### 1.4 CABLES ELECTRICOS EN GENERAL.

#### 1.4.1 CONDUCTOR.

Los conductores mínimos a utilizar son :

- |   |                                    |
|---|------------------------------------|
| a) Circuitos de alumbrado.                | No. 12 AWG.                        |
| b) Circuitos de contactos.                | No. 10 AWG.                        |
| c) Circuitos de potencia hasta 600 Volts. | Desde No. 10 AWG hasta No. 300KCM. |

#### 1.4.2 TIPOS DE AISLAMIENTO.

Los aislamientos en baja tensión son:

INSTALACION EN:	SISTEMA	TIPO
Conduit (aéreo o subterráneo).	Fuerza, Alumbrado y Control	THW-LS antinflama, baja emisión de humos y baja toxicidad.
Charola (aéreo o subterráneo)	Fuerza	THW-LS antinflama baja emisión de humos y baja toxicidad.



---

# *CAPITULO II*

## *DISTRIBUCION DE ENERGIA ELECTRICA DEL DATA CENTER Y CTR10*



## 2 DISTRIBUCION DE ENERGIA ELECTRICA DEL DATA CENTER Y CTR-10.

### 2.1 ACOMETIDA ELÉCTRICA PRINCIPAL.

#### 2.1.1 SUBESTACIONES.

2.1.1.1 Características.- Las subestaciones receptoras, distribuidoras y sus secciones son determinadas y suministrada por “Otros”; cumpliendo el concepto para un “Data Center Tier IV”; el cual especifica que se alimentara con al menos dos alimentadores de diferentes subestaciones y/o fuentes de generación de energía eléctrica (ANSI/TIA-942 Sección G.5.2.4).

2.1.1.2 Conexiones.- El “Data Center” se alimenta de dos subestaciones distribuidoras a las que se conectan a los medios de desconexión diseñados de las subestaciones derivadoras marca SIEMENS tipo 8DH10; de las que se deriva el alimentador a cada uno de los transformadores instalados de forma independiente. Los fusibles derivados en 23 KV, están seleccionados en base a las características del sistema: tensión, corriente nominal, capacidad interruptiva e importancia de la continuidad de servicio.

2.1.1.3 Apartarrayos.- Seleccionados en base a la tensión máxima continua de operación (MCOV) e instalados en la subestaciones distribuidoras; ingeniería desarrollado por otros.

#### 2.1.2 TRANSFORMADORES.

2.1.2.1 Características.- El sistema se origina en el lado secundario de los transformadores, para alimentar todas las cargas menores de 600 Volts con las canalizaciones necesarias o charolas para soporte de cables, en las alimentaciones diseñadas para este uso. La distribución en fuerza es de 480V, 3F, 3H; para iluminación y contactos en 220/127V se utilizan transformadores.

Para este propósito se instalaron DOS (2) transformadores de 500 KVA 23000-480/277V conexión “delta-estrella” marca “Zetrak” tipo Pedestal conectados a tablero principal “MSB” de forma paralela ya que operaran aproximadamente a la mitad de su capacidad en forma normal alimentados los Path (AyB) del Tablero “MSB” y operaran al 100% en caso de falla de alguna de las acometidas y/o alguno de ellos.

2.1.2.2 Conexión en Alta Tensión (23KV) del Transformador 1 (DCSE10).- se realizo por “Otros” y se derivo de la subestación derivada No. 1 Siemens (SD4AJ03); se canalizo en trinchera de concreto 2.00X2.00mts con tuberías de PVC tipo Pesado de 103mm de diámetro en cada una con un cable; el cableado realizado con 3 hilos (3Fases) para alta tensión; la conexión en el transformador se realizo con los capuchones adecuados a las terminales en alta tensión correspondientes.

2.1.2.3 Conexión en Alta Tensión (23KV) del Transformador 2 (DCS7A).- se realizo por “Otros” y se derivo de la subestación derivada No. 2 Siemens (SD5AJ03); se canalizo en trinchera de concreto 2.00X2.00 M con tuberías de PVC tipo Pesado de 103mm de diámetro en cada una con un cable; el cableado realizado con 3 hilos (3Fases) para alta tensión; la conexión en el



transformador se realizo con los capuchones adecuados a las terminales en alta tensión correspondientes.

2.1.2.4 En la parte de Baja Tensión del transformador 1 (DCSE10).- se conecta en Estrella (3fases, 1 Neutro, 1 tierra Eléctrica); 400KW/500KVA a 277/480VAC, 60Hz; desde las terminales de conexión de salida del transformador a las terminales de conexión del tablero MSB al Path (A) del mismo; a una distancia 31.00Mts; con los siguientes elementos:

6 Hilos calibre 250KCM (2Hilos por fase).

2 Hilos calibre 250KCM (2Hilos).

1 Hilo calibre 1/0 para Tierra Física sin aislamiento.

Canalización en escalerilla de 300mm.

La corriente de operación al 100% de la carga del transformador se calcula de acuerdo a las formulas eléctricas generales:

$$I = \frac{S}{V \sqrt{3}}$$

S Potencia para el transformador 500KVA = 500 000 VA.

V Tensión de operación de secundario = 480 V.

Sustituyendo los valores, la corriente que el transformador puede soportar en operación al 100% es de:

$$I = \frac{500000}{480 \times 1.73} = 602 \text{ A}$$

De acuerdo a los datos físicos del sitio y a los datos de la pre-ingeniería, se confirma que el cálculo y diseño del alimentador es adecuado por la siguiente descripción:

Capacidad al 100%:	400KW/500 KVA
Voltaje de Operación:	277/480 VAC.
Corriente (A) al 100%:	602 A.
Distancia:	31.00 M.



Aun cuando normalmente el equipo va a funcionar aproximadamente al 50% de su capacidad, en caso de emergencia puede llegar a funcionar al 100% por tal motivo el cableado debe estar calculado a la capacidad total del equipo.

De acuerdo a la NOM-001-SEDE-2005; *“Tabla 310-17.- Capacidad de conducción de corriente (A) permisible para cables monoconductores aislados de 0 a 2000V nominales, al aire libre y a temperatura ambiente de 30°C.”*

Por corriente (A).- Para un cable calibre 250KCM, con aislamiento THW-LS para 90°C, La corriente (A) máxima que puede conducir es de: 455Amps; si se instalaron dos cables en paralelo por cada fase se concluye que puede conducir una corriente de hasta 910Amps por lo que el cableado de fases por corriente es correcto ya que se requiere solamente 602 A.

Por Canalización.- Se tienen 8 hilos de cable calibre 250KCM con aislamiento THW-LS para 90°C y 1 hilo de cable calibre 1/0KCM sin aislamiento; los diámetros de los cables de acuerdo al fabricante (CONDUMEX) y tabla 10-5 NOM-001-SEDE-2005:

8 hilos de 250KCM, THW-LS .....19.40mm X 8 = 155.20mm.

2 hilo de 1/0 Sin Aislamiento..... 8.25mm X 1 = 8.25mm.

6 Espacios de Ventilación al menos mismo diámetro de cables de fase= 116.40mm.

Total espacio Requerido para Canalización = 279.85 mm.

Se instalo escalerilla de rejilla tipo malla marca Cablofil de 300mm. con lo que se cumple las normas requeridas de acuerdo a la NOM-001-SEDE-2005 Artículo 380.

Factores de corrección.- por temperatura dado que las temperaturas medias en la Cd. De México corresponden a los 30°C el factor es 1 por lo que la capacidad de conducción de corriente no se ve afectada por este elemento físico. Por agrupamiento no se afecta ya que la canalización es con escalerilla (Al aire).

Caída de Tensión.- Para este cableado la caída de tensión, se calcula bajo la siguiente fórmula:

$$c \% = \frac{F_c L I}{10 V}$$

De acuerdo al CONDUMEX para cable calibre 250KCM el Fc=0.33 (Factor de Caída de Tensión Unitaria); sustituyendo valores nos da:

$$c \% = \frac{0.33 \times 31 \times 602}{4800}$$



El resultado de la caída de tensión del alimentador del transformador 1 (DCSE10) al MSB Path A es de:

$$\% :: \frac{6158.46}{4800} :: 1.28$$

Esta caída de tensión es adecuada ya que es menor al 5% solicitado por la NOM-001-SEDE-2005 en espera de la resultante total de acuerdo al mismo artículo hasta la ubicación del servicio final (contacto, equipo, luminaria, etc.)

2.1.2.5 En la parte de Baja Tensión del transformador 2 (DCS7A).- se conecta en Estrella (3fases, 1 Neutro, 1 tierra Eléctrica); 400KW/500KVA a 277/480VAC, 60Hz; desde las terminales de conexión de salida del transformador a las terminales de conexión del tablero MSB al Path (B) del mismo; a una distancia 22.00Mts; con los siguientes elementos:

6 Hilos calibre 250KCM (2Hilos por fase).

2 Hilos calibre 250KCM (2Hilos).

1 Hilo calibre 1/0 para Tierra Física sin aislamiento.

Canalización en escalerilla de 300mm.

$$I = \frac{S}{V \sqrt{3}}$$

La corriente de operación al 100% de la carga del transformador se calcula de acuerdo a las formulas eléctricas generales:

S Potencia para el transformador 500KVA = 500 000 VA.

V Tensión de operación de secundario = 480 V.

Sustituyendo los valores, la corriente que el transformador puede soportar en operación al 100% es de:

$$I = \frac{500000}{480 \times 1.73} = 602 \text{ A}$$

De acuerdo a los datos físicos del sitio y a los datos de la pre-ingeniería, se confirma que el cálculo y diseño del alimentador es adecuado por la siguiente descripción:





Capacidad al 100%:	400KW/500KVA
Voltaje de Operación:	277/480 VAC.
Corriente (A) al 100%:	602 A.
Distancia:	22.00 M.

Aun cuando normalmente el equipo va a funcionar aproximadamente al 50% de su capacidad, en caso de emergencia puede llegar a funcionar al 100% por tal motivo el cableado debe estar calculado a la capacidad total del equipo.

De acuerdo a la NOM-001-SEDE-2005; *“Tabla 310-17.- Capacidad de conducción de corriente (A) permisible para cables monoconductores aislados de 0 a 2000V nominales, al aire libre y a temperatura ambiente de 30°C.”*

Por corriente (A).- Para un cable calibre 250KCM, con aislamiento THW-LS para 90°C, La corriente (A) máxima que puede conducir es de: 455A; si se instalaron dos cables en paralelo por cada fase se concluye que puede conducir una corriente de hasta 910A por lo que el cableado de fases por corriente es correcto ya que se requiere solamente 602 A.

Por Canalización.- Se tienen 8 hilos de cable calibre 250KCM con aislamiento THHW-LS para 90°C y 1 hilo de cable calibre 1/0KCM sin aislamiento; los diámetros de los cables de acuerdo al fabricante (CONDUMEX) y tabla 10-5 NOM-001-SEDE-2005:

8 hilos de 250KCM, THHW-LS .....19.40mm X 8 = 155.20mm.  
 2 hilo de 1/0 Sin Aislamiento..... 8.25mm X 1 = 8.25mm.

06 Espacios de Ventilación al menos mismo diámetro de cables de fase= 116.40mm.

Total espacio Requerido para Canalización = 279.85 mm.

Se instalo escalerilla de rejilla tipo malla marca Cablofil de 300mm. con lo que se cumple las normas requeridas de acuerdo a la NOM-001-SEDE-2005 Artículo 380.

Factores de corrección.- por temperatura dado que las temperaturas medias en la Cd. De México corresponden a los 30°C el factor es 1 por lo que la capacidad de conducción de corriente no se ve afectada por este elemento físico. Por agrupamiento no se afecta ya que la canalización es con escalerilla (Al aire).

Caída de Tensión.- Para este cableado la caída de tensión, se calcula bajo la siguiente fórmula:

$$c \% = \frac{F_c L I}{10 V}$$



De acuerdo a CONDUMEX para cable calibre 250KCM el  $F_c=0.33$  (Factor de Caída de Tensión Unitaria); sustituyendo valores nos da:

$$c \% = \frac{0.33 \times 22 \times 602}{4800}$$

El resultado de la caída de tensión del alimentador del transformador 1 (DCSE10) al MSB Path A es de:

$$c \% :: \frac{4370.52}{4800} :: 0.91$$

Esta caída de tensión es adecuada ya que es menor al 5% solicitado por la NOM-001-SEDE-2005; en espera de la resultante total de acuerdo al mismo artículo hasta la ubicación del servicio final (contacto, equipo, luminaria, etc.)

## 2.2 SISTEMA DE ENLACE PRINCIPAL (MSB)

### 2.2.1 CARACTERISTICAS

El sistema de enlace principal está compuesto por un Tablero de distribución marca SIEMENS denominado (MSB), el cual aloja los siguientes elementos eléctricos dedicados a la protección de equipo, instalaciones y programación de eventos y actividades coordinadas por medio de un PLC para continuar la operación del Data Center aun con daños en las acometidas o en la generación de energía; en tanto se encuentre disponible cualquier fuente de alimentación antes mencionadas; el tableros consta de varias secciones que a continuación se describen.

### 2.2.2 CONTROL

Lógico por medio de PLC programable de acuerdo a lo requerido por la coordinación de arranque del sistema en general (EDITEL DEL CENTRO); El sistema reportara vía una interfase ModBus al sistema de "Monitoreo y Control" general desarrollado por "Otros" para conocer la condición de operación y programar eventos como apagado de secciones para actividades de mantenimiento. El control en general del tablero está conectado con cables de diversos calibres de acuerdo a los cálculos del fabricante del mismo y protegido dicho cableado por fusibles tipo acción lenta de acuerdo al diseño.

### 2.2.3 SECCIONES

El tablero (MSB) consta de 05 secciones principales para la protección, control y distribución de la energía a los servicios requeridos para la operación del Data Center; el gabinete está construido de acuerdo a sus características para NEMA1 en lamina de acero acabado en esmalte color gris, dos Path principales de energía (AyB) con capacidad para 1600amps, 600Volts cada uno; las secciones:

- a. Swith de transferencia Path A.
- b. Tablero de Circuitos Derivados Path "A".
- c. Swith de transferencia Path B.
- d. Tablero de Circuitos Derivados Path "B".
- e. Switch de Paralelaje Paths "AyB".



#### 2.2.4 SWITCH TRANSFERENCIA PATH A.

El Switch de transferencia Path A, está compuesto por dos (2) interruptores electromagnéticos marca SIEMENS de 800A de 3 fases, siendo conectado en uno de ellos la acometida proveniente del transformador 1 (DCSE10) y en el otro se conectara el Grupo electrógeno (Planta de emergencia) No. 1; la transferencia solo operara en caso de que el transformador No.1 presente una falla o exista ausencia de energía en el mismo la transferencia enviara el comando al Grupo electrógeno para que empiece a operara y suministre la energía necesaria para que continúe la operación del Path "A" del sistema eléctrico del Data Center, aun cuando el Path "B" cuente con energía normal.

#### 2.2.5 TABLERO DE CIRCUITOS DERIVADOS PATH A.

El tablero de circuitos derivados del Path A, está compuesto por cinco (5) interruptores termo magnéticos marca SIEMENS de 600, 400 y 200 A de 3 fases todos, los interruptores protegen eléctricamente y no se conectan al CONTROL del tablero por lo que solo funcionaría como protección a las siguientes cargas:

- 3X200 A para TVSS Path A.
- 3X600 A para alimentador "A" para ATS.
- 3X400 A para Maintenance By-pass UPS A1 y A2.
- 3x400 A para alimentación UPS A1.
- 3x400 A para alimentación UPS A2.

La capacidad de los interruptores se confirmará mas adelante con los cálculos de cada uno de los equipos y/o sistemas hacia los cuales se deriva la energía (todos son alimentadores a equipo y/o subsistemas)

#### 2.2.6 SWITCH TRANSFERENCIA PATH B.

El Switch de transferencia Path B, está compuesto por dos (2) interruptores electromagnéticos marca SIEMENS de 800 A de 3 fases, siendo conectado en uno de ellos la acometida proveniente del transformador 2 (DCS7A) y en el otro se conectara el Grupo electrógeno (Planta de emergencia) No. 2; la transferencia solo operara en caso de que el transformador No.2 presente una falla o exista ausencia de energía en el mismo la transferencia enviara el comando al Grupo electrógeno para que empiece a operara y suministre la energía necesaria para que continúe la operación del Path "B" del sistema eléctrico del Data Center, aun cuando el Path "A" cuente con energía normal.

#### 2.2.7 TABLERO DE CIRCUITOS DERIVADOS PATH B.

El tablero cuenta con una sección para circuitos derivados del Path B, está compuesto por cinco (5) interruptores termo magnéticos marca SIEMENS de 600, 400 y 200 A de 3 fases todos, los interruptores protegen eléctricamente y no se conectan al CONTROL del tablero por lo que solo funcionan como protección a las siguientes cargas:

- 3x200 A para TVSS Path B.
- 3x600 A para alimentador "B" para ATS.
- 3x400 A para Maintenance By-pass UPS B1 y B2.
- 3x400 A para alimentación UPS B1.
- 3x400 A para alimentación UPS B2.



La capacidad de los interruptores se confirmará mas adelante con los cálculos de cada uno de los equipos y/o sistemas hacia los cuales se deriva la energía (todos son alimentadores a equipo y/o subsistemas)

#### 2.2.8 SWITCH DE PARALELAJE PATH A Y B.

El tablero cuenta con interruptores de 800A marca SIEMENS y lógica de control para activar un switch de paralelaje de forma segura y automática, con el fin de poder unir en un bus común por medio de una sola acometida o una sola planta de emergencia en caso de fallas mayores; el control se programara de acuerdo a las indicaciones de la coordinación de arranque del sistema en general (EDITEL DEL CENTRO); los interruptores cuentan con switch y llaves físicas para evitar un mal manejo por parte de usuarios sin la capacitación adecuada.

### 2.3 GRUPO ELECTRÓGENO (PLANTAS DE EMERGENCIA)

#### 2.3.1 CARACTERISTICAS

Cada una consiste en un motor diesel acoplado directamente a un generador de corriente alterna a 60 Hz. de 500 KW-625KVA, en 480Y/277V; de arranque automático, con interruptor principal conectadas al tablero de distribución principal MSB en sus secciones de "Switch de Transferencia" de los Path A y B; conectado al lado de emergencia en los electrointerruptores de 800 A; controlado con los dispositivos necesarios para que en ningún caso y bajo ninguna circunstancia, se conecten en paralelo con la energía normal de Luz y Fuerza y entre ellas mismas.

Cuentan con su equipo normal de protección contra sobrecargas y fallas por corto circuito y a tierra, así como gobernador automático de velocidad y regulador automático de voltaje.

#### 2.3.2 CALCULO DE PROTECCIONES DE FUERZA.

Ambas plantas de emergencia cuentan con interruptor general de salida, montado en el generador del mismo con capacidad de 800Amps, 3 fases de las terminales mecánicas de dichos interruptores se conectan directamente a las terminales mecánicas de los interruptores de emergencia de los Path A y B respectivamente de las transferencias del tablero MSB.

La corriente de operación al 100% de la carga de cada una de las Plantas de emergencia se calcula de acuerdo a las formulas eléctricas generales:

$$I = \frac{S}{V \sqrt{3}}$$

S Potencia para las Plantas de Emergencia 625KVA = 625000 VA.

V Tensión de operación de secundario = 480 V.

Sustituyendo los valores, la corriente que el transformador puede soportar en operación al 100% es de:



$$I = \frac{625000}{480 \times 1.73} = 752.6 \text{ A}$$

La corriente determinada por la fórmula anterior nos indica que la capacidad de 800 A de los interruptores generales de salida nos dará la limitante de corriente que podemos obtener de la planta de emergencia de acuerdo a la NOM-001-SEDE-2005 sección 445-5 excepción 2; que determina este caso por lo que la corriente total del alimentador queda ajustada al 80% de la capacidad del interruptor General.

$$I = INT \times 80\%$$

Sustituyendo valores  $I_{INT} = 800 \text{ A}$ , por lo que la corriente máxima que se puede obtener de la generación de emergencia queda:

$$I = 800 \times 0.8 = 640 \text{ A.}$$

### 2.3.3 ALIMENTADOR ELÉCTRICO GRUPO ELECTRÓGENO 1, PATH A.

De acuerdo a los datos físicos del sitio y a los datos de la pre-ingeniería, se confirma que el cálculo y diseño del alimentador es adecuado por la siguiente descripción:

Capacidad al 100%:	500KW/625KVA
Voltaje de Operación:	277/480 VAC.
Corriente (A) al 100%:	640 A.
Distancia:	16.00 M.

Aun cuando normalmente el equipo va a funcionar aproximadamente al 50% de su capacidad, en caso de emergencia puede llegar a funcionar al 100% por tal motivo el cableado debe estar calculado a la capacidad total del equipo.

De acuerdo a la NOM-001-SEDE-2005; *“Tabla 310-17.- Capacidad de conducción de corriente (A) permisible para cables monoconductores aislados de 0 a 2000V nominales, al aire libre y a temperatura ambiente de 30°C.”*

Por corriente (A).- Para un cable calibre 250KCM, con aislamiento THW-LS para 90°C, La corriente (A) máxima que puede conducir es de: 455Amps; si se instalaron dos cables en paralelo por cada fase se concluye que puede conducir una corriente de hasta 910 A por lo que el cableado de fases por corriente es correcto ya que se requiere solamente 640 A.

La capacidad del neutro de acuerdo a la NOM-001-SEDE-2005 sección 220-22 debe ser la misma que la capacidad de los conductores; se considera que para un Data Center la mayor parte de las cargas son “No lineales”, este alimentador no tiene este problema ya que las cargas “No lineales” se conectan al UPS y el UPS genera muy poca corriente por Armónicas.



Por Canalización.- Se tienen 8 hilos de cable calibre 250KCM con aislamiento THW-LS para 90°C y 1 hilo de cable calibre 1/0KCM sin aislamiento; los diámetros de los cables de acuerdo al fabricante (CONDUMEX) y tabla 10-5 NOM-001-SEDE-2005:

8 hilos de 250KCM, THHW-LS .....19.40mm X 8 = 155.20mm.

2 hilo de 1/0 Sin Aislamiento..... 8.25mm X 1 = 8.25mm.

06 Espacios de Ventilación al menos mismo diámetro de cables de fase 116.40mm.

Total espacio Requerido para Canalización = 279.85 mm.

Se instaló escalerilla de rejilla tipo malla marca Cablofil de 300mm. con lo que se cumple las normas requeridas de acuerdo a la NOM-001-SEDE-2005 Artículo 380.

Factores de corrección.- por temperatura dado que las temperaturas medias en la Cd. De México corresponden a los 30°C el factor es 1 por lo que la capacidad de conducción de corriente no se ve afectada por este elemento físico. Por agrupamiento no se afecta ya que la canalización es con escalerilla (Al aire).

Caída de Tensión.- Para este cableado la caída de tensión, se calcula bajo la siguiente fórmula:

$$c \% = \frac{F_c L I}{10 V}$$

De acuerdo a CONDUMEX para cable calibre 250KCM el  $F_c=0.33$  (Factor de Caída de Tensión Unitaria); sustituyendo valores nos da:

$$c \% = \frac{0.33 \times 16 \times 640}{4800}$$

El resultado de la caída de tensión del alimentador es de:

$$c \% = \frac{3379.2}{4800} = 0.70$$

Esta caída de tensión es adecuada ya que es menor al 5% solicitado por la NOM-001-SEDE-2005; en espera de la resultante total de acuerdo al mismo artículo hasta la ubicación del servicio final (contacto, equipo, luminaria, etc.)

#### 2.3.4 ALIMENTADOR ELÉCTRICO GRUPO ELECTRÓGENO 2, PATH B.

De acuerdo a los datos físicos del sitio y a los datos de la pre-ingeniería, se confirma que el cálculo y diseño del alimentador es adecuado por la siguiente descripción:

Capacidad al 100%: 500KW/625KVA

Voltaje de Operación: 277/480 VAC.



Corriente (A) al 100%:	640 A.
Distancia:	18.00 M.

Aun cuando normalmente el equipo va a funcionar aproximadamente al 50% de su capacidad, en caso de emergencia puede llegar a funcionar al 100% por tal motivo el cableado debe estar calculado a la capacidad total del equipo.

De acuerdo a la NOM-001-SEDE-2005; *“Tabla 310-17.- Capacidad de conducción de corriente (A) permisible para cables monoconductores aislados de 0 a 2000V nominales, al aire libre y a temperatura ambiente de 30°C.”*

Por corriente (A).- Para un cable calibre 250KCM, con aislamiento THW-LS para 90°C, La corriente (A) máxima que puede conducir es de: 455Amps; si se instalaron dos cables en paralelo por cada fase se concluye que puede conducir una corriente de hasta 910 A por lo que el cableado de fases por corriente es correcto ya que se requiere solamente 640 A. La capacidad del neutro de acuerdo a la NOM-001-SEDE-2005 sección 220-22 debe ser la misma que la capacidad de los conductores; se considera que para un Data Center la mayor parte de las cargas son “No lineales”, este alimentador no tiene este problema ya que las cargas “No lineales” se conectan al UPS y el UPS genera muy pocas corriente por Armónicas.

Por Canalización.- Se tienen 8 hilos de cable calibre 250KCM con aislamiento THW-LS para 90°C y 1 hilo de cable calibre 1/0KCM sin aislamiento; los diámetros de los cables de acuerdo al fabricante (CONDUMEX) y tabla 10-5 NOM-001-SEDE-2005:

8 hilos de 250KCM, THHW-LS .....	19.40mm X 8 =	155.20mm.
2 hilo de 1/0 Sin Aislamiento.....	8.25mm X 1 =	8.25mm.
6 Espacios de Ventilación al menos mismo diámetro de cables de fase=		116.40mm.
Total espacio Requerido para Canalización	=	279.85 mm.

Se instalo escalerilla de rejilla tipo malla marca Cablofil de 300mm. con lo que se cumple las normas requeridas de acuerdo a la NOM-001-SEDE-2005 Artículo 380.

Factores de corrección.- por temperatura dado que las temperaturas medias en la Cd. De México corresponden a los 30°C el factor es 1 por lo que la capacidad de conducción de corriente no se ve afectada por este elemento físico. Por agrupamiento no se afecta ya que la canalización es con escalerilla (Al aire).

Caída de Tensión.- Para este cableado la caída de tensión, se calcula bajo la siguiente fórmula:

$$c \% = \frac{F_c L I}{10 V}$$



De acuerdo a CONDUMEX para cable calibre 250KCM el  $F_c=0.33$  (Factor de Caída de Tensión Unitaria); sustituyendo valores nos da:

$$C \% = \frac{0.33 \times 18 \times 640}{4800}$$

El resultado de la caída de tensión del alimentador es de:

$$C \% = \frac{3801.6}{4800} = 0.79$$

Esta caída de tensión es adecuada ya que es menor al 5% solicitado por la NOM-001-SEDE-2005; en espera de la resultante total de acuerdo al mismo artículo hasta la ubicación del servicio final (contacto, equipo, luminaria, etc.)

## 2.4. SUPRESORES DE TRANSITORIOS (TVSS)

### 2.4.1 CARACTERISTICAS.

Los Supresores de Transitorios de Voltaje TVSS son equipos que cortan los impulsos de Tensión y desvían la corriente del transitorio para evitar que se produzca daño en las cargas. Internamente, están conformados discos de material cerámico llamados Varistores de Óxidos Metálicos. (MOV's). Los varistores son dispositivos que presentan una alta impedancia cuando el nivel de tensión es nominal, y cambian a muy baja impedancia cuando se presenta un pico de tensión. En condiciones de tensión nominal, los varistores son dispositivos pasivos que no conducen corriente. Es hasta que se presenta el transitorio que el pico de voltaje modifica su estructura molecular y se convierte en un camino de baja impedancia, que permite desviar la corriente transitoria a tierra, simultáneamente el pico de tensión es cortado por lo que la carga es protegida. Después del transitorio se restablece la condición de alta impedancia y el equipo queda listo para proteger ante un nuevo evento. Debido a que el pico de tensión produce un cambio en la estructura molecular de la cerámica del supresor, el tiempo de respuesta es menor a 1 nanosegundo porque no existen partes móviles.

Los MOV's le presentan a los transitorios una trayectoria de baja impedancia entre línea y línea, entre línea y neutro, entre línea y tierra, mientras que presentan una alta resistencia a la energía de 60Hz. El MOV responde más rápido y tiene una tensión de operación más baja debido a que no cuenta con una estructura de explosores. Los TVSS se conecta entre línea y tierra en el alimentador que va de la fuente a la carga, por lo tanto la corriente de la carga no pasa a través del equipo. Siendo así, la selección del equipo depende de la probabilidad de la existencia de transitorios, por lo tanto se evalúan los aspectos de ubicación geográfica, localización en la red eléctrica y costo asociado al daño del equipo que se desea proteger.

### 2.4.2. ORIGEN Y CLASIFICACIÓN DE TRANSITORIOS.

Los Transitorios son picos de tensión seguidos de alta corriente con magnitud típica de 20kV y 10kA, con duración de nano o micro segundos, de aparición aleatoria y bipolar. Estos eventos de alta energía se conducen con la red eléctrica y dañan los equipos más sensibles de la instalación.





Los transitorios se clasifican según su origen en:

Transitorios Internos: Generados dentro de la instalación eléctrica por equipos de la red y dispositivos de switcheo. Son los de mayor recurrencia pero con magnitud pequeña que no dañan a los equipos de forma instantánea, los degradan con el tiempo y produce lo que se conoce como oxidación electrónica. Ejemplo del origen de transitorios internos son:

- Arranque y paro de Motores
- Generadores de Rayos X
- Compresores de refrigeración
- Maquinaria de producción
- Robots
- Soldadoras
- Bancos de capacitores automáticos
- Sistemas de bombeo
- Aire Acondicionados
- Ventilación
- Calefacción

Transitorios Externos: son los que se originan fuera de la instalación eléctrica, por ejemplo descargas eléctricas, fluctuaciones en la red de distribución, campos magnéticos, etc. Son los menos frecuentes pero los de mayor potencia destructiva. Los factores que incrementan el riesgo de transitorios externos son:

- Regiones de alto nivel isocerámico (alta incidencia de rayos).
- Cliente final de un alimentador radial.
- Estructuras altas en comparación con los vecinos.
- Aplicación en una localidad rural o abierta.

Los “síntomas más visibles” de la existencia de transitorios y ruido de alta frecuencia son los siguientes:

- Alto nivel de equipo dañado
- PLC's quemados, memorias borradas, funcionamiento erróneo.
- Tarjetas Electrónicas y conmutadores telefónicos quemados con Frecuencia.
- Caídas de enlaces de comunicación por saturación del ancho de Banda.
- Discos duros aterrizados o corrompidos, monitores quemados.
- Equipo digital operando erróneamente, sin razón aparente y Normalmente atribuyendo la causa a problemas de software.
  
- Falla de fase (se daña la tarjeta de filtrado) o falla de Sobretensión en las barras colectoras de corriente directa en Variadores de Velocidad.

#### 2.4.3. DETERMINACIÓN DE NIVELES DE EXPOSICIÓN.

Los niveles de Exposición de acuerdo a la IEEE C62.1 1991 son los siguientes:



NIVEL C: Es el nivel de mayor exposición a transitorios externos, por lo general es el área de acometida, alimentadores aéreos, subestaciones y tableros generales en baja tensión. Los equipos colocados en este nivel deben ser de alta capacidad de supresión, ya que están expuestos a transitorios destructivos, por lo general se utilizan equipos que van de 160kA a 480kA de supresión. Es preferible también que el supresor de esta zona sea modular, porque al haber más transitorios externos es común que alguna fase se vea más afectada que las otras.

Para la solución del “Data Center” se instalaron dos (2) supresores uno en cada una de las acometidas (Path “A y B”); marca MGE, modelo ET250MP277/480Y-D de 500KA de capacidad de supresión por modo, tipo modular por lo que cumple con la recomendaciones de la ANSI-TIA/942 e IEEE-1100-2005 “Libro Esmeralda”; montados en el gabinete del tablero MSB conectado sin canalización con cableado 5 cables calibre 4/0 KCM aislamiento THHW (3 Fases, 1 Neutro y 1 Tierra Física), con interruptor termo magnético incluido.

NIVEL B: es el nivel de exposición media. Se cuenta con cableado y equipos de distribución, así como nuevas fuentes de transitorios internos como compresores, soldadoras, etc. Es el área de tableros subgenerales, alimentadores, UPS, CCM, transformadores de alumbrado, así como las cargas finales de gran potencia dentro de la instalación. El supresor instalado en esta área es de construcción modular, aunque ya no de tan altas capacidades de supresión, por lo general van de 120KA a 240KA de supresión.

Para la solución del “Data Center” se instalaron cuatro (4) supresores, dos(2) de ellos en cada uno de los tableros de salida del UPS Path “A y B”, el tercero en el tablero general de energía normal (H) y el cuarto en el tablero de energía normal del CTR10 (H-1); marca MGE, modelo ET250MP277/480Y-D de 250KA de capacidad de supresión por modo, tipo modular por lo que cumple con la recomendaciones de la ANSI-TIA/942 e IEEE-1100-2005 “Libro Esmeralda”; montados en muro, con canalización con tubo conduit rígido de 53mm, con cableado 5 cables calibre 1/0 KCM aislamiento THHW (3 Fases, 1 Neutro y 1 Tierra Física).

NIVEL A: Es el nivel de exposición más bajo. Es el área de tableros terminales de distribución o alumbrado que alimentan a las cargas finales, también es el área de circuitos derivados que alimentan cargas críticas como PLC’s, computadoras, servidores, cargas altamente electrónicas, etc. En este nivel se cuida más el filtrado que la supresión debido a que el rizo del transitorio llega minimizado si se cuenta con equipos supresores en los niveles anteriores. En este nivel los supresores son del orden de 40 a 120kA de supresión, incluso se encuentran disponibles supresores que se conectan en serie entre la fuente y la carga que se desea proteger (ver equipo LC en la página 20 de este Boletín).

Para la solución del “Data Center” se instalaron seis (6) supresores, cuatro(4) de ellos en cada uno de los PDU del Centro de Computo del “Data Center” y dos (2) de ellos en cada uno de los PDU del CTR10; marca MGE, dentro de los PDU como parte del equipamiento de línea de éstos, por lo que se cumple con todas las recomendaciones de la ANSI-TIA/942 e IEEE-1100-2005 “Libro Esmeralda”; instalados como parte del equipamiento original de los PDU.

Para lograr una mejor protección contra estos eventos, se diseñó la solución con los diferentes niveles de exposición de la red eléctrica, de esta forma los equipos trabajan como un sistema que abate el transitorio cerca al lugar en que se produce y evita la propagación del mismo en la red y los daños en los equipos electrónicos.



## 2.5. TABLEROS ELÉCTRICOS DISTRIBUCIÓN BAJA TENSIÓN.

### 2.5.1 TABLERO SALIDA UPS “PATH A”.

Se instaló un tablero principal de distribución de energía para el Path “A” del sistema de energía ininterrumpible, de la marca Square D de la serie I-líne; modelo ML800143A para la distribución de la energía proveniente del arreglo “Asilado redundante” de los UPS’s 1”A” y 2”A”; el tablero es adecuado para su uso sobre corriente alterna o sistemas de corriente continua.

El Tablero está construido con “Barras de Cobre estañada” sostenidas y separadas por medio de aisladores moldeados en poliéster-fibra de vidrio. El ensamble está fijado al panel con tornillos aislados de alta resistencia en el canal de acero. La corriente nominal que puede circular en estas barras es de 800A. máximo.

Construido con gabinete NEMA-1, montaje para sobreponer; la conexión de las acometidas eléctricas es por medio de zapatas mecánicas; el tablero cuenta con espacios de distribución para interruptores derivados “FA, KA y HA; en total un máximo de 14 posiciones.

El tablero instalado cuenta con 9 espacios utilizados por tres (3) interruptores termo magnéticos marco KA, modelo KA34150, de 3 polos, 480VCA, 150 A de capacidad y 25KA de capacidad interruptiva normal. Los interruptores aseguran la apertura y cierre simultáneos mediante una barra de disparo común; los interruptores tienen una unidad de disparo que contienen los elementos térmicos y magnéticos individuales en cada polo. Los elementos térmicos están calibrados para una temperatura ambiente de 40°C, lo que asegura la operación sin falla en la Cd. De México.

La distribución de las cargas, se muestra en el cuadro No. 27:

CUADRO DE CARGAS															
DESCRIPCIÓN: TABLERO DE DISTRIBUCIÓN SALIDA DE UPS PATH "A" MODELO ML800143A TIPO I-LINE TAMAÑO 2.										UBICACIÓN CUARTO UPS'S DATA CENTER					
Revisión: 1.0 "AS-BUILD"															
CIRCUITOS	CANT.	CAPACIDAD (KVA)	CABLEADO	ITM			LINEAS	ITM				CABLEADO	CAPACIDAD (KVA)	CANTIDAD	CIRCUITOS
				A	B	C		A	B	C					
				AMPERES	AMPERES	AMPERES	A	B	C	AMPERES	AMPERES	AMPERES			
PDU 1"A" CENTRO DE COMPUTO "DATA CENTER"	1	46	3 CAL 1/0 FASES 1 CAL 2 T. ELECTR. 1 CAL 2 T. FISICA	55.395			1								
					55.395		2								
						55.395	3								
							4	51.7823							
							5								
							6								
							7								
							8								
							9								
							10								
							11								
							12								
							13								
							14								
Totales				95.1349	95.1349	95.1349		51.7823	51.7823	51.7823					Totales
							FASE C 146.917 AMPERES (I) FASE B 146.917 AMPERES (I) FASE A 146.917 AMPERES (I)								
VOLTAJE (V):		480/277 VCA													
DESBALANCEO:		0%													
CAPACIDAD:		122 KVA													

### 2.5.2 TABLERO SALIDA UPS “PATH B”.

Se instaló un tablero principal de distribución de energía para el Path “B” del sistema de energía ininterrumpible, de la marca Square D de la serie I-líne; modelo ML800143A para la distribución de la energía proveniente del arreglo “Asilado redundante” de los UPS’s 1”A” y 2”A”; el tablero es adecuado para su uso sobre corriente alterna o sistemas de corriente continua.

El Tablero está construido con “Barras de Cobre estañada” sostenidas y separadas por medio de aisladores moldeados en poliéster-fibra de vidrio. El ensamble está fijo al panel con tornillos aislados de alta resistencia en el canal de acero. La corriente nominal que puede circular en estas barras es de 800A máximo.



Construido con gabinete NEMA-1, montaje para sobreponer; la conexión de las acometidas eléctricas es por medio de zapatas mecánicas; el tablero cuenta con espacios de distribución para interruptores derivados “FA, KA y HA; en total un máximo de 14 posiciones.

El tablero instalado cuenta con 9 espacios utilizados por tres (3) interruptores termo magnéticos marco KA, modelo KA34150, de 3 polos, 480VCA, 150 A de capacidad y 25KA de capacidad interruptiva normal. Los interruptores aseguran la apertura y cierre simultáneos mediante una barra de disparo común; los interruptores tienen una unidad de disparo que contienen los elementos térmicos y magnéticos individuales en cada polo. Los elementos térmicos están calibrados para una temperatura ambiente de 40°C, lo que asegura la operación sin falla en la Cd. De México.

La distribución de las cargas, se muestra en el cuadro No. 28:

CUADRO DE CARGAS																	
DESCRIPCIÓN: TABLERO DE DISTRIBUCIÓN SALIDA DE UPS PATH "B" MODELO ML800143A TIPO I-LINE TAMAÑO 2.										UBICACIÓN CUARTO UPS'S DATA CENTER							
Revisión: 1.0 "AS-BUILD"																	
CIRCUITOS	CANT.	CAPACIDAD (KVA)	CABLEADO	A AMPERES	B AMPERES	C AMPERES	ITM AMPERES			ITM AMPERES	A AMPERES	B AMPERES	C AMPERES	CABLEADO	CAPACIDAD (KVA)	CANTIDAD	CIRCUITOS
POU 1º CENTRO DE COMPUTO "DATA CENTER"	1	62	3 CAL. 1/0 FASES 1 CAL. 1/0 T. ELECTR. 1 CAL. 2 T. FISICA	74.6628	74.6628	74.6628	150			150	51.7823	51.7823	51.7823	3 CAL. 1/0 FASES 1 CAL. 1/0 T. ELECTR. 1 CAL. 2 T. FISICA	43	1	POU 2º CENTRO DE COMPUTO "DATA CENTER"
POU 1º CTR10 "DATA CENTER"	1	33	3 CAL. 2 FASES 1 CAL. 2 T. ELECTR. 1 CAL. 2 T. FISICA	39.7399	39.7399	39.7399	150										
<b>Totales</b>				<b>114.403</b>	<b>114.403</b>	<b>114.403</b>					<b>51.7823</b>	<b>51.7823</b>	<b>51.7823</b>				<b>Totales</b>

VOLTAJE (V) : 480/277 VCA  
DESBALANCEO: 0%  
CAPACIDAD: 138 KVA

FASE C 166.185 AMPERES (I)  
FASE B 166.185 AMPERES (I)  
FASE A 166.185 AMPERES (I)

### 2.5.3 TABLERO “H”.

Se instaló un tablero de distribución de energía de la marca Square D, serie NF, modelo NF544L62, para distribuir la energía a los equipos tales como Aires Acondicionados de Precisión, Transformador de servicios generales “TR”, Tablero “H1” de CTR10 y Alimentación a Cuarto de Proveedores de servicios de comunicación externa; la característica principal de acuerdo a la ANSI-TIA/942 es que este tablero se puede alimentar por medio del Path “A ó B” ya que se encuentra conectado a la salida del Switch de Transferencia (ATS) marca ASCO para contar con el respaldo en caso de falla de alguno de los Path.

El tablero está construido con “Barras de cobre estañadas” sostenidas y separadas por una base aislante moldeada que las soporta. Las barras cuentan con lengüetas que permiten instalar indistintamente los interruptores derivados atornillables. El tablero incluye la barra del neutro. La corriente nominal en las barras es de 600 A, 277/480VCA.

Construido con gabinete NEMA-1, con caja de 20” de ancho, montaje para sobreponer; la conexión de la acometida eléctrica es por medio de zapatas mecánicas; el tablero cuenta con 54 espacios de distribución para interruptores derivados “EDB, EGB ó EJB de montaje atornillable”; aun cuando es posible instalar hasta 54 posiciones de distribución, la NOM-001-SEDE-2005 limita su uso a un máximo de 42 posiciones por lo que las 12 restantes solo deben considerarse para conectar accesorios de control, monitoreo, supresión o protección integral del mismo (No consideradas como necesarias en el desarrollo de este proyecto).



El tablero cuenta con 8 interruptores derivados lo que da un total de ocupación de 24 posiciones con interruptores atornillables de 3 polos 20, 60, 70 y 100 A para distribución, serie EBD, capacidad interruptiva normal 18Ka, 277/480VCA. Los interruptores aseguran la apertura y cierre simultáneos mediante una barra de disparo común; los interruptores tienen una unidad de disparo que contienen los elementos térmicos y magnéticos individuales en cada polo. Los elementos térmicos están calibrados para una temperatura ambiente de 40°C, lo que asegura la operación sin falla en la Cd. De México.

La distribución de las cargas, se muestra en el cuadro No. 29:

CUADRO DE CARGAS															
DESCRIPCIÓN: TABLERO DE DISTRIBUCIÓN AIRE ACONDICIONADO DE PRECISIÓN Y SERVICIOS "H" MODELO NF544L82										UBICACIÓN CUARTO DE TABLEROS ELÉCTRICOS "DATA CENTER"					
Revisión: 1.0 "AS-BUILD"															
CIRCUITOS	CANT.	CAPACIDAD (KVA)	CABLEADO	A	B	C	ITM	LINEAS A B C	A	B	C	CABLEADO	CAPACIDAD (KVA)	CANTIDAD	CIRCUITOS
				AMPERES	AMPERES	AMPERES	AMPERES		AMPERES	AMPERES	AMPERES				
AIRE ACONDICIONADO DE PRECISIÓN 1	1	43	3 CAL. 4 FASES 1 CAL. 10 T. FISICA	51.7823	51.7823	51.7823	3X60	1-2	51.7823			3 CAL. 4 FASES 1 CAL. 10 T. FISICA	43	1	AIRE ACONDICIONADO DE PRECISIÓN 2
AIRE ACONDICIONADO DE PRECISIÓN 3	1	43	3 CAL. 4 FASES 1 CAL. 10 T. FISICA	51.7823	51.7823	51.7823	3X60	3-4		51.7823		3 CAL. 2 FASES 1 CAL. 2 NEUTRO 1 CAL. 2 T. FISICA	37	1	TABLERO H1 CTR10
AIRE ACONDICIONADO DE PRECISIÓN 5	1	9	3 CAL. 8 FASES 1 CAL. 10 T. FISICA	10.8382	10.8382	10.8382	3X20	5-6	10.8382			3 CAL. 8 FASES 1 CAL. 10 T. FISICA	9	1	AIRE ACONDICIONADO DE PRECISIÓN 6
TRANSFORMADOR DE SERVICIOS DE 100KVA	1	34	3 CAL. 10 FASES 1 CAL. 8 T. FISICA	40.9441	40.9441	40.9441	3X100	7-8		50.578		3 CAL. 4 FASES 1 CAL. 8 T. FISICA	42	1	TRANSFORMADOR DE ALIMENTACIÓN A TELMEX 42 KVA
Totales				155.347	155.347	155.347			157.755	157.755	157.755				Totales

VOLTAJE (V) : 480/277 VCA  
 DESBALANCEO: 0%  
 CAPACIDAD: 260 KVA

FASE C 313.102 AMPERES (I)  
 FASE B 313.102 AMPERES (I)  
 FASE A 313.102 AMPERES (I)

### 2.5.4 TABLERO "HL".

Se instaló un tablero de distribución de energía de la marca Square D, serie NQOD, modelo NQOD42L22-S, para distribuir la energía a los circuitos eléctricos derivados para iluminación, contactos de servicio, servicios de Aire Acondicionado de confort y servicios diversos; el tablero se deriva del Transformador de servicios generales del "Data Center" (TR).

El tablero está construido con "Barras de cobre estañadas, sostenidas y separadas por una base aislante moldeada que las soporta. Las barras cuentan con lengüetas que permiten instalar indistintamente los interruptores derivados atornillables y enchufables tipo QOB y QO. El tablero incluye la barra del neutro. La corriente nominal en las barras es de 600 A.



MEMORIA DE EXPERIENCIA PROFESIONAL

Construido con gabinete NEMA-1, con caja de 20" de ancho, montaje para sobreponer; la conexión de la acometida eléctrica es por medio de zapatas mecánicas; el tablero cuenta con 42 espacios de distribución para interruptores derivados "QO y QOB de montaje atornillable"

El tablero cuenta con 31 interruptores derivados lo que da un total de ocupación de 33 posiciones con interruptores atornillables de 1 y 2 polos 20 y 30 A para distribución, serie QO, capacidad interruptiva normal 10KA, 120/240VCA. Los interruptores de dos posiciones aseguran la apertura y cierre simultáneos mediante una barra de disparo común; los interruptores tienen una unidad de disparo que contienen los elementos térmicos y magnéticos individuales en cada polo.

Los elementos térmicos están calibrados para una temperatura ambiente de 40°C, lo que asegura la operación sin falla en la Cd. De México.

La distribución de las cargas, se muestra en el cuadro No. 30:

CUADRO DE CARGAS																
DESCRIPCIÓN: TABLERO DE DISTRIBUCIÓN SERVICIOS GENERALES "DATA CENTER" MODELO N00D424L22-S: "HL"										UBICACIÓN CUARTO DE AIRES ACONDICIONADO CENTRO DE COMPUTO "DATA CENTER"						
Revisión: 1.0 "AS-BUILD"																
CIRCUITOS	CANT.	SERVICIOS	CABLEADO	A	B	C	ITM	LINEAS	ITM	A	B	C	CABLEADO	SERVICIOS	CANTIDAD	CIRCUITOS
				AMPERES	AMPERES	AMPERES				AMPERES	AMPERES	AMPERES				
ILUMINACIÓN CC	20	LAMPARAS 3X14W	3 CAL. 12	8.75			20	1	20	7			3 CAL. 12	LAMPARAS 3X14W	16	ILUMINACIÓN DEL CC Y MESH
ILUMINACIÓN CCC	20	LAMPARAS 3X14W	3 CAL. 12		8.75		20	3	20		10.5		3 CAL. 12	LAMPARAS 3X14W	24	ILUM. SOPORTE, CNT. DIR Y RCP
ILUMINACIÓN PASILLO	17	LAMPARAS 3X14W	3 CAL. 12			7.4375	20	5	20			7.875	3 CAL. 12	LAMPARAS 3X14W	18	ILUM. RCP, ALDÍVOC Y TEL.
ILUMINACIÓN CCAV Y CCOM	18	LAMPARAS 3X14W	3 CAL. 12	7.875			20	7	20	5.25			3 CAL. 12	LAMPARAS 3X14W	12	ILUMINACIÓN DEL CCOM
ILUMINACIÓN ADMINIT Y NOC	15	LAMPARAS 3X14W	3 CAL. 12		6.5625		20	9	20		8.70833		3 CAL. 12	LAMPARAS 2X38W	11	ILUM. UPES Y ALMACEN
ILUM. PLANTAS DE EMERGEN	15	LAMPARAS 2X38W	3 CAL. 12			11.875	20	11	20			7.125	3 CAL. 12	LAMPARAS 2X38W	9	ILUMINACIÓN SUBESTACIONE
TABLEROS DE EMERGEN	9	LAMPARAS 2X38W	3 CAL. 12	7.125			20	13	20	7.5			3 CAL. 10	CONTACTO NEMA 5-15R	5	CONTACTOS PLANTA BAJA
CONTACTOS SOP. TECNICO	5	CONTACTO NEMA 5-15R	3 CAL. 10		7.5		20	15	20		6		3 CAL. 10	CONTACTO NEMA 5-15R	4	DIRECCIÓN Y RECEPCIÓN
CONTACTOS CCOM	FUTURO					0	20	17	20			6	3 CAL. 10	CONTACTO NEMA 5-15R	4	CONTACTOS SOP. TECNICO
CONTACTOS ADMINIT	3	CONTACTO NEMA 5-15R	3 CAL. 10	4.5			20	19	20	6			3 CAL. 10	CONTACTO NEMA 5-15R	4	CONTACTOS SOP. TECNICO
CONTACTOS CCAV Y CCOM	3	CONTACTO NEMA 5-15R	3 CAL. 10		4.5		20	21	20		6		3 CAL. 10	CONTACTO NEMA 5-15R	4	CONTACTOS SOP. TECNICO
BOMBEO DIESEL	1	BOMBA DIESEL 1/2 HP	3 CAL. 10			9.8	20	23	20			7.5	3 CAL. 10	CONTACTO NEMA 5-15R	5	CONTACTOS SOP. TECNICO
EQUIPOS AA CONFORT 1 A 7	7	AA FAC AGUA HELADA 1 Y 2 TR	3 CAL. 10	11.7			20	25	20	2.375			3 CAL. 10	LAMPARAS 2X38W	3	ILUMINACIÓN CUARTO DIESEL
ACONDICIONAD O NO. 1 RESPALDO	1	ACONDICIONAD O DE EXPANSION FAC 2TR	3 CAL. 10		12		2X30	27	20		9.72		3 CAL. 10	AA FAC AGUA HELADA 1 Y 2 TR	7	EQUIPOS AA CONFORT 8 A 14
CONTACTOS INT. SUBESTACIONE	2	CONTACTO NEMA 5-15R	3 CAL. 10	3			20	31	2X30	12			3 CAL. 10	AA FAC AGUA HELADA 1 Y 2 TR	1	EQUIPOS AA CONFORT 15 A 21
BOMBEO DIESEL	1	BOMBA DIESEL 1/2 HP	3 CAL. 10		9.8		20	33								
								35								
								37								
								39								
								41								
Totales				42.95	49.1125	41.1125				40.125	40.9283	40.5				Totales

FASE C 81.6125 AMPERES (I)  
 FASE B 90.0408 AMPERES (I)  
 FASE A 83.075 AMPERES (I)

VOLTAJE (V) : 220/127 VCA  
 DESBALANCEO: 9%  
 CAPACIDAD: 34 KVA

2.5.5 TABLERO "H-1", CTR10.

Se instaló un tablero de distribución de energía de la marca Square D, serie NF, modelo NF124L12-S, para distribuir la energía a los equipos tales como Aires Acondicionados de Precisión y Transformador de servicios generales CTR10; la características principal de acuerdo a la ANSI-TIA/942 es que este tablero se puede alimentar por medio del Path "A ó B" ya que se encuentra conectado como tablero derivado del tablero "H".

El tablero está construido con "Barras de cobre estañadas" sostenidas y separadas por una base aislante moldeada que las soporta. Las barras cuentan con lengüetas que permiten



instalar indistintamente los interruptores derivados atornillables. El tablero incluye la barra del neutro. La corriente nominal en las barras es de 600 A, 277/480VCA.

Construido con gabinete NEMA-1, con caja de 20" de ancho, montaje para sobreponer; la conexión de la acometida eléctrica es por medio de zapatas mecánicas; el tablero cuenta con 12 espacios de distribución para interruptores derivados "EDB, EGB ó EJB de montaje atornillable".

El tablero cuenta con 1 interruptor de 3 posiciones 100 A como generarla y 3 interruptores derivados lo que da un total de ocupación de 12 posiciones con interruptores atornillables de 3 polos 20 y 40 A para distribución, serie EBD, capacidad interruptiva normal 18Ka, 277/480VCA. Los interruptores aseguran la apertura y cierre simultáneos mediante una barra de disparo común; los interruptores tienen una unidad de disparo que contienen los elementos térmicos y magnéticos individuales en cada polo. Los elementos térmicos están calibrados para una temperatura ambiente de 40°C, lo que asegura la operación sin falla en la Cd. De México.

La distribución de las cargas, se muestra en el cuadro No. 30:

CUADRO DE CARGAS															
DESCRIPCIÓN: TABLERO DE DISTRIBUCIÓN AIRE ACONDICIONADO DE PRECISSION Y SERVICIOS "H1" MODELO NF124L12-S.										UBICACIÓN CTR10					
1.0 "AS-BUILD"															
CIRCUITOS	CANT.	CAPACIDAD (KVA)	CABLEADO	A	B	C	ITM	LINEAS	A	B	C	CABLEADO	CAPACIDAD (KVA)	CANTIDAD	CIRCUITOS
				AMPERES	AMPERES	AMPERES			AMPERES	AMPERES	AMPERES				
AIRE ACONDICIONADO DE PRECISSION FILA "B"	1	0	3 CAL. 8 FASES 1 CAL. 10 T. FISICA	20	20		3X40	1	20			3 CAL. 8 FASES 1 CAL. 10 T. FISICA	0	1	AIRE ACONDICIONADO DE PRECISSION 2 FILA "A"
TRANSFORMADOR DE SERVICIOS CTR10 DE 3KVA	1	2	3 CAL. 8 FASES 1 CAL. 10 T. FISICA	4.16667	0		3X20	3			20	INTERRUPTOR GENERAL			
Totales				24.1667	20	20			20	20	20				Totales

VOLTAJE (V) :	480/277 VCA
DESBALANCEO:	9%
CAPACIDAD:	37 KVA

FASE C	40 AMPERES (I)
FASE B	40 AMPERES (I)
FASE A	44.1667 AMPERES (I)

### 2.5.6 TABLERO SERVICIOS GENERALES CTR10.

Se instalo un centro de carga para distribución de energía de la marca Square D, serie QO, modelo QO312L125G, para distribuir la energía a los sistemas de Iluminación y contactos de servicio del CTR10, área de "Sistemas"; el tablero es alimentado por el transformador de servicios generales del CTR10.

El tablero está construido con "Barras de cobre estañadas" sostenidas y separadas por una base aislante moldeada que las soporta. Las barras cuentan con lengüetas que permiten instalar indistintamente los interruptores derivados atornillables. El tablero incluye la barra del neutro. La corriente nominal en las barras es de 125 A, 120/240VCA.

Construido con gabinete NEMA-1, montaje para sobreponer; la conexión de la acometida eléctrica es por medio de zapatas mecánicas; el tablero cuenta con 12 espacios de distribución para interruptores derivados "QO".

El tablero cuenta con 2 interruptores derivados tipo QO enchufalbe lo que da un total de ocupación de 2 posiciones con interruptores de 1 polo 20, serie QO, capacidad interruptiva normal 10KA, 120/240VCA; los interruptores tienen una unidad de disparo que contienen los







MEMORIA DE EXPERIENCIA PROFESIONAL

CUADRO DE CARGAS																																																																									
DESCRIPCIÓN: TABLERO DE SERVICIOS GENERALES AVANTE CTR10, MODELO Q0312L125G.							UBICACIÓN CTR10																																																																		
Revisión: 1.0 "AS-BUILD"																																																																									
CIRCUITOS	CANT.	SERVICIOS	CABLEADO	A	B	C	ITM	CABLEADO	CAPACIDAD (KVA)	CANTIDAD	CIRCUITOS																																																														
				AMPERES	AMPERES	AMPERES	AMPERES																																																																		
CONTACTOS DE SERVICIO	2	CONTACTO NEMA 6-15R	3 CAL 10	3.75			20																																																																		
Totales				3.75	0	0																																																																			
				<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">LINEAS</th> </tr> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td></td> <td></td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td></td> <td></td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td></td> <td></td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td></td> <td></td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td></td> <td></td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>11</td> <td></td> <td></td> <td>12</td> </tr> </tbody> </table>			LINEAS				A	B	C		1			2	3			4	5			6	7			8	9			10	11			12	<table border="1"> <thead> <tr> <th>ITM</th> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> <th>CABLEADO</th> <th>CAPACIDAD (KVA)</th> <th>CANTIDAD</th> <th>CIRCUITOS</th> </tr> <tr> <th>AMPERES</th> <th>AMPERES</th> <th>AMPERES</th> <th>AMPERES</th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>20</td> <td>2.625</td> <td></td> <td></td> <td>3 CAL 12</td> <td>LAMPARAS 3X14W</td> <td>6</td> <td>ILUMINACIÓN CTR10</td> </tr> <tr> <td>Totales</td> <td>2.625</td> <td>0</td> <td>0</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			ITM	A	B	C	CABLEADO	CAPACIDAD (KVA)	CANTIDAD	CIRCUITOS	AMPERES	AMPERES	AMPERES	AMPERES					20	2.625			3 CAL 12	LAMPARAS 3X14W	6	ILUMINACIÓN CTR10	Totales	2.625	0	0				
LINEAS																																																																									
A	B	C																																																																							
1			2																																																																						
3			4																																																																						
5			6																																																																						
7			8																																																																						
9			10																																																																						
11			12																																																																						
ITM	A	B	C	CABLEADO	CAPACIDAD (KVA)	CANTIDAD	CIRCUITOS																																																																		
AMPERES	AMPERES	AMPERES	AMPERES																																																																						
20	2.625			3 CAL 12	LAMPARAS 3X14W	6	ILUMINACIÓN CTR10																																																																		
Totales	2.625	0	0																																																																						
				FASE C 0 AMPERES (I) FASE B 0 AMPERES (I) FASE A 6.375 AMPERES (I)																																																																					
VOLTAJE (V): 220/127 VCA DESBALANCEO: 100% CAPACIDAD: 1 KVA																																																																									

2.6. Sistema de Transferencia Automática (ATS).

2.6.1. Características.

Se instaló un tablero de Transferencia Automática de alta velocidad (ATS), para cumplir con la ANSI-TIA/942 la cual requiere para seguridad de continuidad de operación de los aires Acondicionados de Precisión, así como los servicios de Iluminación y contactos de servicios que la fuente sea conmutable entre los dos alimentadores solicitados para el Data Center.

Para la solución, se instaló un ATS marca ASCO, modelo H00300030600N 10C, de 600 A de capacidad para 277/480VCA, en 3 fases; el ATS conmutará entre el Path "A" y el Path "B" en caso de que alguno presente falla, la posición de operación normal del ATS será con el Path "A", dejando el Path "B" como fuente alterna o para ocasiones de mantenimiento; durante el uso del ATS este podrá incluso conmutar su fuente por periodos de tiempos determinados en los programas de mantenimiento para balancear el uso de los PATH's.

La capacidad del ATS, se determinó en base a la carga determinada por el Tablero "H" y que a continuación se presenta con el cuadro No. 33:



MEMORIA DE EXPERIENCIA PROFESIONAL

CUADRO DE CARGAS															
DESCRIPCIÓN: TABLERO DE DISTRIBUCIÓN AIRE ACONDICIONADO DE PRECISIÓN Y SERVICIOS "H" MODELO NF544L62.										UBICACIÓN CUARTO DE TABLEROS ELÉCTRICOS "DATA CENTER"					
Revisión: 1.0 "AS-BUILD"															
CIRCUITOS	CANT.	CAPACIDAD (KVA)	CABLEADO	A	B	C	ITM	LINEAS A B C	A	B	C	CABLEADO	CAPACIDAD (KVA)	CANTIDAD	CIRCUITOS
				AMPERES	AMPERES	AMPERES	AMPERES		AMPERES	AMPERES	AMPERES				
AIRE ACONDICIONADO DE PRECISIÓN 1	1	43	3 CAL. 4 FASES 1 CAL. 10 T. FÍSICA	51.7823	51.7823		3X60	1-2 3-4 5-6	51.7823	51.7823		3 CAL. 4 FASES 1 CAL. 10 T. FÍSICA	43	1	AIRE ACONDICIONADO DE PRECISIÓN 2
AIRE ACONDICIONADO DE PRECISIÓN 3	1	43	3 CAL. 4 FASES 1 CAL. 10 T. FÍSICA	51.7823	51.7823		3X60	7-8 9-10 11-12	44.5568	44.5568		3 CAL. 2 FASES 1 CAL. 2 NEUTRO 1 CAL. 2 T. FÍSICA	37	1	TABLERO H1 CTR10
AIRE ACONDICIONADO DE PRECISIÓN 5	1	9	3 CAL. 8 FASES 1 CAL. 10 T. FÍSICA	10.8382	10.8382		3X20	13-14 15-16 17-18	10.8382	10.8382		3 CAL. 8 FASES 1 CAL. 10 T. FÍSICA	9	1	AIRE ACONDICIONADO DE PRECISIÓN 6
TRANSFORMADOR OR DE SERVICIOS DE 100KVA	1	34	3 CAL. 10 FASES 1 CAL. 8 T. FÍSICA	40.9441	40.9441		3X100	19-20 21-22 23-24	50.578	50.578		3 CAL. 4 FASES 1 CAL. 8 T. FÍSICA	42	1	TRANSFORMADOR OR ALIMENTACIÓN A TELMEX 42 KVA
Totales				155.347	155.347	155.347			157.755	157.755	157.755				Totales

VOLTAJE (V): 480/277 VCA  
 DESBALANCEO: 0%  
 CAPACIDAD: 260 KVA

FASE C 313.102 AMPERES (I)  
 FASE B 313.102 AMPERES (I)  
 FASE A 313.102 AMPERES (I)

De estos datos se obtiene que la capacidad tanto de los equipos instalados como de los subtableros derivados es de 260KVA, por lo que la corriente que se requiere es de:

De estos datos se obtiene que la corriente de operación al 100% de la carga del ATS en modo de trabajo Normal o emergencia, se calcule integrando el consumo de corriente de los 260KVA de capacidad nominal del equipo.

$$I = \frac{S}{V \sqrt{3}}$$

S Potencia del tablero "H" = 260,000 VA.

V Tensión de operación de secundario = 480 V.

Sustituyendo los valores, la corriente que el transformador puede soportar en operación al 100% es de:

$$I = \frac{260000}{480 \times 1.73} = 313.10 A$$



Dado que como se menciono las mejores prácticas recomiendan que se utilice el equipamiento a un máximo del 80% de su capacidad total la corriente máxima que el ATS soporta sería de: 480A; por lo que la capacidad del ATS se confirma para esta aplicación ya que solo se ocuparía al 65% de la capacidad del ATS; considerando un crecimiento del 30% de la carga para futuro, se ocuparía el 85% de su capacidad recomendada por lo que se cumplen con todos los requerimientos de la ANSI-TIA/942.

La capacidad del interruptor General (Int. Gral.) es el 20% más de la corriente nominal o mayor de los equipos a proteger en una línea eléctrica mas la corriente nominal de los demás equipos conectados en la misma línea; para este caso solo se aplica el 20% sobre la corriente nominal de consumo del ATS.

$$\text{Int Gral} = I * 20\% = 480 * 20\% = 576 \text{ A.}$$

Por seguridad y para redondear la capacidad a un valor nominal de protección termo magnética, se instalo un interruptor General para este alimentador de 3 Polos 600 A montados en los tableros de circuitos derivados Path "A y B" del MSB con lo que se cumple con lo requerido para seguridad al alimentador.

#### 2.6.2 ALIMENTADOR A ATS, PATH "A".

El alimentador inicia desde el Tablero de Distribución Path "A" del MSB, en el interruptor de 3 Polos 600 A ubicado en las posiciones 14-16-18 y que se canaliza por medio de Escalerilla tipo Cablofil hasta la posición de ubicación definida en el Cuarto de Subestación del Data Center.

De acuerdo a los datos físicos del sitio y a los datos de la pre-ingeniería, se confirma que el cálculo y diseño del alimentador es adecuado por la siguiente descripción:

Capacidad al 100%:	600 A.
Capacidad al 80% (Recomendado)	480 A.
Consumo del Tablero "H":	313.10 A
Consumo con 30% de crecimiento:	400 A.
Voltaje de Operación:	277/480 VAC.
Distancia:	10.00 M.

El equipo va a funcionar al 100% de su carga ya que es un sistema de conmutación de fuentes, la carga no debe exceder del 80% de su capacidad nominal confirmado por los datos anteriores; por tal motivo el cableado está calculado al consumo con crecimiento de uso del equipo.



De acuerdo a la NOM-001-SEDE-2005; "Tabla 310-17.- Capacidad de conducción de corriente (A) permisible para cables monoconductores aislados de 0 a 2000V nominales, al aire libre y a temperatura ambiente de 30°C."

Por corriente (A).- Para un cable calibre 250KCM, con aislamiento THHW-LS para 90°C, La corriente (A) máxima que puede conducir es de: 455A; por lo que el cableado de fases por corriente es correcto ya que se requiere solamente 400 A. La capacidad del neutro de acuerdo a la NOM-001-SEDE-2005 sección 220-22 debe ser la misma que la capacidad de los conductores; por lo que se instalo un cable calibre 250KCM con aislamiento THHW-LS para este equipamiento.

Por Canalización.- Se tienen 4 hilos de cable calibre 250KCM con aislamiento THHW-LS para 90°C (Fases y Neutro) y 1 hilo de cable calibre 2AWG sin aislamiento (Tierra Física).; los diámetros de los cables de acuerdo al fabricante (CONDUMEX) y tabla 10-5 NOM-001-SEDE-2005:

4 hilos de 4/0KCM, THHW-LS .....17.50mm X 4 = 70.00mm.

1 hilo de 2AWG sin Aislamiento... ..... 6.54mm X 1 = 6.54mm.

03 Espacios de Ventilación al menos mismo diámetro de cables de fase= 52.50mm.

Total espacio Requerido para Canalización = 129.04 mm.

Se instaló escalerilla de rejilla tipo malla marca Cablofil de 150mm. con lo que se cumple las normas requeridas de acuerdo a la NOM-001-SEDE-2005 Artículo 380.

Factores de corrección.- por temperatura dado que las temperaturas medias en la Cd. De México corresponden a los 30°C el factor es 1 por lo que la capacidad de conducción de corriente no se ve afectada por este elemento físico. Por agrupamiento no se requiere ya que los alimentadores van en escalerilla al aire.

Se confirma que el uso de cable calibre 250 KCM es adecuado ya que el consumo de los equipo será máximo de 400 A.

Caída de Tensión.- Para este cableado la caída de tensión, se calcula bajo la siguiente fórmula:

$$c \% = \frac{F_c L I}{10 V}$$

De acuerdo a CONDUMEX para cable calibre 250KCM el Fc=0.33 (Factor de Caída de Tensión Unitaria); sustituyendo valores nos da:

$$c \% = \frac{0.33 \times 10 \times 400}{4800}$$

El resultado de la caída de tensión del alimentador es de:



$$e\% :: \frac{1320}{4800} :: 0.27$$

Esta caída de tensión es adecuada ya que es menor al 5% solicitado por la NOM-001-SEDE-2005; en espera de la resultante total de acuerdo al mismo artículo hasta la ubicación del servicio final (contacto, equipo, luminaria, etc.)

### 2.6.3 ALIMENTADOR A ATS, PATH "B".

El alimentador inicia desde el Tablero de Distribución Path "B" del MSB, en el interruptor de 3 Polos 600 A ubicado en las posiciones 14-16-18 y que se canaliza por medio de Escalerilla tipo Cablofil hasta la posición de ubicación definida en el Cuarto de Subestación del Data Center.

De acuerdo a los datos físicos del sitio y a los datos de la pre-ingeniería, se confirma que el cálculo y diseño del alimentador es adecuado por la siguiente descripción:

Capacidad al 100%:	600 A.
Capacidad al 80% (Recomendado)	480 A.
Consumo del Tablero "H":	313.10 A.
Consumo con 30% de crecimiento:	400 A.
Voltaje de Operación:	277/480 VAC.
Distancia:	10.00 M.

El equipo va a funcionar al 100% de su carga ya que es un sistema de conmutación de fuentes, la carga no debe exceder del 80% de su capacidad nominal confirmado por los datos anteriores; por tal motivo el cableado está calculado al consumo con crecimiento de uso del equipo.

De acuerdo a la NOM-001-SEDE-2005; *"Tabla 310-17.- Capacidad de conducción de corriente (A) permisible para cables monoconductores aislados de 0 a 2000V nominales, al aire libre y a temperatura ambiente de 30°C."*

Por corriente (A).- Para un cable calibre 250KCM, con aislamiento THHW-LS para 90°C, La corriente (A) máxima que puede conducir es de: 455A; por lo que el cableado de fases por corriente es correcto ya que se requiere solamente 400A. La capacidad del neutro de acuerdo a la NOM-001-SEDE-2005 sección 220-22 debe ser la misma que la capacidad de los conductores; por lo que se instalo un cable calibre 250KCM con aislamiento THHW-LS para este equipamiento.

Por Canalización.- Se tienen 4 hilos de cable calibre 250KCM con aislamiento THHW-LS para 90°C (Fases y Neutro) y 1 hilo de cable calibre 2AWG sin aislamiento (Tierra Física).; los diámetros de los cables de acuerdo al fabricante (CONDUMEX) y tabla 10-5 NOM-001-SEDE-2005:



4 hilos de 4/0KCM, THHW-LS .....17.50mm X 4 = 70.00mm.  
 1 hilo de 2AWG sin Aislamiento... ..... 6.54mm X 1 = 6.54mm.  
 03 Espacios de Ventilación al menos mismo diámetro de cables de fase 52.50mm.  
 Total espacio Requerido para Canalización = 129.04 mm.

Se instalo escalerilla de rejilla tipo malla marca Cablofil de 150mm. con lo que se cumple las normas requeridas de acuerdo a la NOM-001-SEDE-2005 Artículo 380.

Factores de corrección.- por temperatura dado que las temperaturas medias en la Cd. De México corresponden a los 30°C el factor es 1 por lo que la capacidad de conducción de corriente no se ve afectada por este elemento físico. Por agrupamiento no se requiere ya que los alimentadores van en escalerilla al aire.

Se corrobora que el uso de cable calibre 250 KCM es adecuado ya que el consumo de los equipo será máximo de 400 A.

Caída de Tensión.- Para este cableado la caída de tensión, se calcula bajo la siguiente fórmula:

$$c \% = \frac{F_c L I}{10 V}$$

De acuerdo a CONDUMEX para cable calibre 250KCM el  $F_c=0.33$  (Factor de Caída de Tensión Unitaria); sustituyendo valores nos da:

$$c \% = \frac{0.33 \times 10 \times 400}{4800}$$

El resultado de la caída de tensión del alimentador es de:

$$c \% :: \frac{1320}{4800} :: 0.27$$

Esta caída de tensión es adecuada ya que es menor al 5% solicitado por la NOM-001-SEDE-2005 en espera de la resultante total de acuerdo al mismo artículo hasta la ubicación del servicio final (contacto, equipo, luminaria, etc.)

#### 2.6.4 SALIDA A TABLERO "H".

El alimentador inicia desde la salida común del ATS hasta las zapatas de acometida del tablero "H"; se canaliza por medio de Escalerilla tipo Cablofil hasta la posición de ubicación definida en el Cuarto de Subestación del Data Center.

De acuerdo a los datos físicos del sitio y a los datos de la pre-ingeniería, se confirma que el cálculo y diseño del alimentador es adecuado por la siguiente descripción:



Capacidad al 100%:	600 A.
Capacidad al 80% (Recomendado)	480 A.
Consumo del Tablero "H":	313.10 A.
Consumo con 30% de crecimiento:	400 A.
Voltaje de Operación:	277/480 VAC.
Distancia:	10.00 M.

El equipo va a funcionar al 100% de su carga ya que es un sistema de conmutación de fuentes, la carga no debe exceder del 80% de su capacidad nominal confirmado por los datos anteriores; por tal motivo el cableado está calculado al consumo con crecimiento de uso del equipo.

De acuerdo a la NOM-001-SEDE-2005; "Tabla 310-17.- Capacidad de conducción de corriente (A) permisible para cables monoconductores aislados de 0 a 2000V nominales, al aire libre y a temperatura ambiente de 30°C.

Por corriente (A).- Para un cable calibre 250KCM, con aislamiento THHW-LS para 90°C, La corriente (A) máxima que puede conducir es de: 455Amps; por lo que el cableado de fases por corriente es correcto ya que se requiere solamente 400 A. La capacidad del neutro de acuerdo a la NOM-001-SEDE-2005 sección 220-22 debe ser la misma que la capacidad de los conductores; por lo que se instaló un cable calibre 250KCM con aislamiento THHW-LS para este equipamiento.

Por Canalización.- Se tienen 4 hilos de cable calibre 250KCM con aislamiento THHW-LS para 90°C (Fases y Neutro) y 1 hilo de cable calibre 2AWG sin aislamiento (Tierra Física); los diámetros de los cables de acuerdo al fabricante (CONDUMEX) y tabla 10-5 NOM-001-SEDE-2005:

4 hilos de 4/0KCM, THHW-LS .....17.50mm X 4 = 70.00mm.

1 hilo de 2AWG sin Aislamiento... ..... 6.54mm X 1 = 6.54mm.

3 Espacios de Ventilación al menos mismo diámetro de cables de fase = 52.50mm.

Total espacio Requerido para Canalización = 129.04 mm.

Se instaló escalerilla de rejilla tipo malla marca Cablofil de 150mm. con lo que se cumple las normas requeridas de acuerdo a la NOM-001-SEDE-2005 Artículo 380.

Factores de corrección.- por temperatura dado que las temperaturas medias en la Cd. De México corresponden a los 30°C el factor es 1 por lo que la capacidad de conducción de corriente no se ve afectada por este elemento físico. Por agrupamiento no se requiere ya que los alimentadores van en escalerilla al aire.

Se corrobora que el uso de cable calibre 250 KCM es adecuado ya que el consumo de los equipo será máximo de 400 A.



Caída de Tensión.- Para este cableado la caída de tensión, se calcula bajo la siguiente fórmula:

$$c \% = \frac{F_c L I}{10 V}$$

De acuerdo a CONDUMEX para cable calibre 250KCM el  $F_c=0.33$  (Factor de Caída de Tensión Unitaria); sustituyendo valores nos da:

$$c \% = \frac{0.33 \times 10 \times 400}{4800}$$

El resultado de la caída de tensión del alimentador es de:

$$c \% : \frac{1320}{4800} : 0.27$$

Esta caída de tensión es adecuada ya que es menor al 5% solicitado por la NOM-001-SEDE-2005; en espera de la resultante total de acuerdo al mismo artículo hasta la ubicación del servicio final (contacto, equipo, luminaria, etc.)

#### 2.6.5 ALIMENTADOR DE TABLERO "H" A TRANSFORMADOR DE SERVICIOS (75KVA).

El alimentador inicia desde el Tablero de Distribución "H" en el interruptor de 3 Polos 100 A ubicado en las posiciones 19-21-23 y que se canaliza por medio de Escalerilla tipo Cablofil hasta la posición de ubicación definida en el Cuarto de Subestación del Data Center.

La corriente de consumo del transformador, es la misma carga que la definida para el tablero HL de acuerdo a su cuadro de cargas es de 34KVA al 100% en modo de trabajo Normal, se calcula integrando el consumo de corriente de los 75KVA de capacidad nominal del equipo.

$$I = \frac{S}{V \sqrt{3}}$$

S Potencia del Transformador = 75,000 VA.

V Tensión de operación primario = 480 V.

Sustituyendo los valores, la corriente que el transformador puede soportar en operación al 100% es de:

$$I = \frac{75000}{480 \times 1.73} = 90.32 \text{ A}$$





Dado que como se menciono las mejores prácticas recomiendan que se utilice el equipamiento a un máximo del 80% de su capacidad total la corriente máxima quedaría de: 72.25A

La capacidad del interruptor General (Int Gral) es el 20% más de la corriente nominal o mayor de los equipos a proteger en una línea eléctrica mas la corriente nominal de los demas equipos conectados en la misma línea; para este caso solo se aplica el 20% sobre la corriente nominal de consumo máximo del Transformador de servicios.

$$\text{Int Gral} = I \times 20\% = 72.25 \times 20\% = 86.70 \text{ A.}$$

Por seguridad y para redondear la capacidad a un valor nominal de protección termo magnética se debe instalar un interruptor General para este alimentador de 3 Polos 100 A con lo que se cumple con lo requerido para seguridad al alimentador.

De acuerdo a los datos físicos del sitio y a los datos de la pre-ingeniería, se confirma que el cálculo y diseño del alimentador es adecuado por la siguiente descripción:

Capacidad al 100%:	60KW/75KVA.
Capacidad al 80% (Recomendado)	48KW/60KVA.
Voltaje de Operación:	277/480 VAC.
Corriente (A) al 100%:	90.32 A.
Corriente (A) al 80%:	72.25 A.
Distancia:	12.00 M.

Dado que la alimentación proviene de una fuente Switchheada, el equipo va a funcionar al 100% de su carga; la carga que no debe exceder del 80% de su capacidad nominal por tal motivo el cableado debe estar calculada a la capacidad recomendada de uso del equipo.

De acuerdo a la NOM-001-SEDE-2005; *“Tabla 310-17.- Capacidad de conducción de corriente (A) permisible para cables monoconductores aislados de 0 a 2000V nominales, al aire libre y a temperatura ambiente de 30°C.”*

Por corriente (A).- Para un cable calibre 1/0KCM, con aislamiento THHW-LS para 90°C, La corriente (A) máxima que puede conducir es de: 260Amps; por lo que el cableado de fases por corriente es correcto ya que se requiere solamente 72.25 A. La capacidad del neutro de acuerdo a la NOM-001-SEDE-2005 sección 220-22 debe ser la misma que la capacidad de los conductores; se considera que para este equipamiento del Data Center NO SE REQUIERE NEUTRO ya que la alimentación del transformador de servicios no lo solicita; se instala un neutro como seguridad pero no se utilizara ya que el Transformador genera un Neutro a la salida del mismo.



Por Canalización.- Se tienen 4 hilos de cable calibre 1/0KCM con aislamiento THHW-LS para 90°C (Fases y Neutro) y 1 hilo de cable calibre 6AWG sin aislamiento (Tierra Física); los diámetros de los cables de acuerdo al fabricante (CONDUMEX) y tabla 10-5 NOM-001-SEDE-2005:

4 hilos de 1/0KCM, THHW-LS .....13.60mm X 4 = 54.40mm.

1 hilo de 6AWG sin Aislamiento..... 4.11mm X 1 = 4.11mm.

3 Espacios de Ventilación al menos mismo diámetro de cables de fase= 40.80mm.

Total espacio Requerido para Canalización = 99.31 mm.

Se instaló escalerilla de rejilla tipo malla marca Cablofil de 150mm. con lo que se cumple las normas requeridas de acuerdo a la NOM-001-SEDE-2005 Artículo 380.

Factores de corrección.- por temperatura dado que las temperaturas medias en la Cd. De México corresponden a los 30°C el factor es 1 por lo que la capacidad de conducción de corriente no se ve afectada por este elemento físico. Por agrupamiento no se ve afectada la capacidad de conducción de corriente ya que el diseño es al aire en escalerilla.

Se corrobora que el uso de cable calibre 1/0 es adecuado ya que el consumo de los equipo será máximo de 72.25 A.

Caída de Tensión.- Para este cableado la caída de tensión, se calcula bajo la siguiente fórmula:

$$c \% = \frac{F_c L I}{10 V}$$

De acuerdo a CONDUMEX para cable calibre 1/0KCM el  $F_c=0.74$  (Factor de Caída de Tensión Unitaria); sustituyendo valores nos da:

$$c \% = \frac{0.74 \times 12 \times 72.25}{4800}$$

El resultado de la caída de tensión del alimentador es de:

$$c \% :: \frac{641.58}{4800} :: 0.13$$



Esta caída de tensión es adecuada ya que es menor al 5% solicitado por la NOM-001-SEDE-2005; en espera de la resultante total de acuerdo al mismo artículo hasta la ubicación del servicio final (contacto, equipo, luminaria, etc.)

**2.6.6 ALIMENTADOR DE TRANSFORMADOR DE SERVICIOS A INTERRUPTOR DE SALIDA**  
El alimentador inicia desde las conexiones del secundario del Transformador de servicios al interruptor de salida del mismo, se canaliza por medio de Escalerilla tipo Cablofil hasta la posición de ubicación definida en el Cuarto de Aires Acondicionados de Precisión del Centro de Computo del Data Center.

La corriente de salida del transformador, es la misma carga que la definida para el tablero HL de acuerdo a su cuadro de cargas es de 34KVA al 100% en modo de trabajo Normal, se calcula integrando el consumo de corriente de los 75KVA de capacidad nominal del equipo.

$$I = \frac{S}{V \sqrt{3}}$$

S Potencia del Transformador = 75000 VA.

V Tensión de operación de secundario = 220 V.

Sustituyendo los valores, la corriente que el transformador puede soportar en operación al 100% es de:

$$I = \frac{75000}{220 \times 1.73} = 197.05 \text{ A}$$

Dado que como se menciona las mejores prácticas recomiendan que se utilice el equipamiento a un máximo del 80% de su capacidad total la corriente máxima quedaría de: 157.65A

La capacidad del interruptor General de salida (Int Gral) es el 20% más de la corriente nominal o mayor de los equipos a proteger en una línea eléctrica mas la corriente nominal de los demás equipos conectados en la misma línea; para este caso solo se aplica el 20% sobre la corriente nominal de consumo máximo del Transformador de servicios.

$$\text{Int Gral} = I \times 20\% = 157.65 \times 20\% = 189.18 \text{ A.}$$

Por seguridad y para redondear la capacidad a un valor nominal de protección termo magnética, se debe instalar un interruptor General para este alimentador de 3 Polos 200A con lo que se cumple con lo requerido para seguridad al alimentador.



De acuerdo a los datos físicos del sitio y a los datos de la pre-ingeniería, se confirma que el cálculo y diseño del alimentador es adecuado por la siguiente descripción:

Capacidad al 100%:	60KW/75KVA.
Capacidad al 80% (Recomendado)	48KW/60KVA.
Voltaje de Operación:	127/220 VAC.
Corriente (A) al 100%:	97.05 A.
Corriente (A) al 80%:	157.65 A.
Distancia:	12.00 M.

Dado que la alimentación proviene de una fuente Switchheada, el equipo va a funcionar al 100% de su carga; la carga que no debe exceder del 80% de su capacidad nominal por tal motivo el cableado debe estar calculada a la capacidad recomendada de uso del equipo.

De acuerdo a la NOM-001-SEDE-2005; *“Tabla 310-17.- Capacidad de conducción de corriente (A) permisible para cables monoconductores aislados de 0 a 2000V nominales, al aire libre y a temperatura ambiente de 30°C.”*

Por corriente (A).- Para un cable calibre 2/0AWG, con aislamiento THHW-LS para 90°C, La corriente (A) máxima que puede conducir es de: 300Amps; por lo que el cableado de fases por corriente es correcto ya que se requiere solamente 157.65 A. La capacidad del neutro de acuerdo a la NOM-001-SEDE-2005 sección 220-22 debe ser la misma que la capacidad de los conductores; se considera que para este equipamiento del Data Center NO SE REQUIERE NEUTRO ya que la alimentación del transformador de servicios no lo solicita; se instala un neutro como seguridad pero no se utilizara ya que el Transformador genera un Neutro a la salida del mismo.

Por Canalización.- Se tienen 4 hilos de cable calibre 2/0KCM con aislamiento THHW-LS para 90°C (Fases y Neutro) y 1 hilo de cable calibre 2AWG sin aislamiento (Tierra Física); los diámetros de los cables de acuerdo al fabricante (CONDUMEX) y tabla 10-5 NOM-001-SEDE-2005:

4 hilos de 2/0KCM, THHW-LS .....14.80mm X 4 = 59.20mm.

1 hilo de 2AWG sin Aislamiento..... 6.54mm X 1 = 6.54mm.

03 Espacios de Ventilación al menos mismo diámetro de cables de fase 44.40mm.

Total espacio Requerido para Canalización = 110.14 mm.

Se instaló escalerilla de rejilla tipo malla marca Cablofil de 150mm. con lo que se cumple las normas requeridas de acuerdo a la NOM-001-SEDE-2005 Artículo 380.

Factores de corrección.- por temperatura dado que las temperaturas medias en la Cd. De México corresponden a los 30°C el factor es 1 por lo que la capacidad de conducción de



corriente no se ve afectada por este elemento físico. Por agrupamiento no se ve afectada la capacidad de conducción de corriente ya que el diseño es al aire en escalerilla.

Se corrobora que el uso de cable calibre 2/0 es adecuado ya que el consumo de los equipo sería máximo de 157.65 A.

Caída de Tensión.- Para este cableado la caída de tensión, se calcula bajo la siguiente fórmula:

$$c \% = \frac{F_c L I}{10 V}$$

De acuerdo a CONDUMEX para cable calibre 2/0KCM el  $F_c=0.59$  (Factor de Caída de Tensión Unitaria); sustituyendo valores nos da:

$$c \% = \frac{0.59 \times 12 \times 157.65}{2200}$$

El resultado de la caída de tensión del alimentador es de:

$$c \% = \frac{1116.16}{2200} = 0.50$$

Esta caída de tensión es adecuada ya que es máximo el 5% solicitado por la NOM-001-SEDE-2005; en espera de la resultante total de acuerdo al mismo artículo hasta la ubicación del servicio final (contacto, equipo, luminaria, etc.).

La capacidad total del Transformador se considera excedida para la carga determinada para el tablero "HL", solo se utilizaran 34KVA de los 75KVA por lo que el resto queda como respaldo de crecimiento de los servicios de energía normal-emergencia.

#### 2.6.7 ALIMENTADOR INTERRUPTOR DE SALIDA TR A TABLERO "HL".

El alimentador inicia desde las zapatas de conexión del Interruptor de salida del TR hacia el tablero "HL" de distribución de energía normal-emergencia de la Planta Alta del "Data Center", el cual da servicios para la iluminación de Planta Baja y Planta Alta, Contactos normal-emergencia de Planta Alta y Planta Baja; Aire Acondicionado de confort y equipo de bombeo de combustible Diesel del tanque de 10,000lts. a los tanques de diario; se canaliza por medio de tubo conduit Pared Gruesa Galvanizada (IMT) hasta la posición de ubicación definida en el Centro de Computo del Data Center.

La carga definida para el tablero "HL", de acuerdo al cuadro de carga se refleja en el cuadro No. 34:



MEMORIA DE EXPERIENCIA PROFESIONAL

CUADRO DE CARGAS															
DESCRIPCION: TABLERO DE DISTRIBUCION SERVICIOS GENERALES "DATA CENTER" MODELO NOD0424L22-S: "HL"										UBICACION CUARTO DE AIRES ACONDICIONADO CENTRO DE COMPUTO "DATA CENTER"					
Revisión: 1.0 "AS-BUILD"															
CIRCUITOS	CANT.	SERVICIOS	CABLEADO	A	B	C	ITM	LINEAS	A	B	C	CABLEADO	SERVICIOS	CANTIDAD	CIRCUITOS
				AMPERES	AMPERES	AMPERES	AMPERES		AMPERES	AMPERES	AMPERES				
ILUMINACION CC	20	LAMPARAS 3X14W	3 CAL. 12	8.75			20	1				3 CAL. 12	LAMPARAS 3X14W	16	ILUMINACION DEL CC Y MECH
ILUMINACION CCC	20	LAMPARAS 3X14W	3 CAL. 12		8.75		20	3				3 CAL. 12	LAMPARAS 3X14W	24	ILUM. SOPTEC, CONT. DIS Y RESP
ILUMINACION PASILLO	17	LAMPARAS 3X14W	3 CAL. 12			7.4375	20	5				3 CAL. 12	LAMPARAS 3X14W	18	ILUM. RCP, AUDIOPC Y TEL
ILUMINACION COAVV Y COAM	18	LAMPARAS 3X14W	3 CAL. 12	7.875			20	7		5.25		3 CAL. 12	LAMPARAS 3X14W	12	ILUMINACION DEL COAM
ILUMINACION ADMIN IT Y NOC	15	LAMPARAS 3X14W	3 CAL. 12		6.5625		20	9				3 CAL. 12	LAMPARAS 3X14W	11	ILUM. UPS'S Y ALMACEN
ILUM. PLANTAS DE EMERG.	15	LAMPARAS 2X38W	3 CAL. 12			11.875	20	11				3 CAL. 12	LAMPARAS 2X38W	9	SUBESTACIONE
TABLEROS RAILES	9	LAMPARAS 2X38W	3 CAL. 12	7.125			20	13				3 CAL. 10	CONTACTO NEMA 5-15R	5	CONTACTOS PLANTA BAJA
CONTACTOS SOP. TECNICO	5	CONTACTO NEMA 5-15R	3 CAL. 10		7.5		20	15				3 CAL. 10	CONTACTO NEMA 5-15R	4	DIRECCION Y
CONTACTOS COAM	FUTURO					0	20	17				3 CAL. 10	CONTACTO NEMA 5-15R	4	CONTACTOS SOP. TECNICO
CONTACTOS ADMIN IT	3	CONTACTO NEMA 5-15R	3 CAL. 10	4.5			20	19				3 CAL. 10	CONTACTO NEMA 5-15R	4	CONTACTOS NOC
CONTACTOS COAVV Y OP.	3	CONTACTO NEMA 5-15R	3 CAL. 10		4.5		20	21				3 CAL. 10	CONTACTO NEMA 5-15R	4	CONTACTOS COAM
BOMBEO DIESEL	1	BOMBA DIESEL 12 HP	3 CAL. 10			9.8	20	23				3 CAL. 10	CONTACTO NEMA 5-15R	5	CONTACTOS OP. PLANTA BAJA
EQUIPOS AA CONFORT 1 A 7 PIRE	7	AA F&C AGUA HELADA 1 Y 2 TR	3 CAL. 10	11.7			20	25				3 CAL. 10	LAMPARAS 2X38W	3	ILUMINACION CUARTO DIESEL
ACONDICIONAD O NO. 1 RESPALDO	1	ACONDICIONAD O DE EXPANSION F&C 2TR-NOM	3 CAL. 10		12		2X30	27		9.72		3 CAL. 10	AA F&C AGUA HELADA 1 Y 2 TR	7	EQUIPOS AA CONFORT S/A 14 PIRE
ACONDICIONAD O NO. 2 RESPALDO	2	CONTACTO NEMA 5-15R	3 CAL. 10	3			20	29			12	3 CAL. 10	ACONDICIONAD O DE EXPANSION F&C 2TR-NOM	1	ACONDICIONAD O NO. 2 RESPALDO COAM
BOMBEO DIESEL	1	BOMBA DIESEL 1/2 HP	3 CAL. 10		9.8		20	31							
Totales				42.95	49.1125	41.1125		41							Totales

FASE C 81.6125 AMPERES (I)  
 FASE B 90.0408 AMPERES (I)  
 FASE A 83.075 AMPERES (I)

La corriente de operación al 100% de la carga del Tablero "HL" en modo de trabajo Normal, se calcula integrando el consumo de corriente de los 34KVA de capacidad nominal del equipo.

$$I = \frac{S}{V \sqrt{3}}$$

S Potencia = 34000 VA.

V Tensión de operación de secundario = 220 V.

Sustituyendo los valores, la corriente que el transformador puede soportar en operación al 100% es de:

$$I = \frac{34000}{220 \times 1.73} = 89.33 \text{ A}$$

La capacidad del interruptor General (Int Gral) es el 20% más de la corriente nominal o mayor de los equipos a proteger en una línea eléctrica mas la corriente nominal de los demás equipos conectados en la misma línea.



$$\text{Int Gral} = (I \times 20\%) + I_1 + I_2 + \dots + I_n = (12 \times 20\%) + 11.88 + 7.5 + 9.8 + 7.9 + 7.1 + 6 + 7.5 + 12 = 84.08 \text{ A.}$$

Por seguridad y para redondear la capacidad a un valor nominal de protección termo magnética, se instaló un interruptor General para este alimentador de 3 Polos 100 A con lo que se cumple con lo requerido para seguridad al alimentador.

De acuerdo a los datos físicos del sitio y a los datos de la pre-ingeniería, se confirma que el cálculo y diseño del alimentador es adecuado por la siguiente descripción:

Capacidad al 100%:	27KW/34KVA.
Voltaje de Operación:	127/220 VAC.
Corriente (A) al 100%:	89.33 A.
Distancia:	12.00 M.

Al provenir la alimentación del transformador que está conectada a una fuente Switchheada, normalmente el tablero va a funcionar al 100% de la carga por tal motivo el cableado debe estar calculado a la corriente determinada.

De acuerdo a la NOM-001-SEDE-2005; *“Tabla 310-16.- Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de conductores aislados para 0 a 2000V nominales y 60°C a 90°C. No más de tres conductores portadores de corriente en una canalización o directamente enterrados, para una temperatura ambiente de 30°C.”* y *“Tabla 310-15(g).-Factores de ajuste para más de tres conductores portadores de corriente en una canalización o cable”*.

Por corriente (A).- Para un cable calibre 2AWG, con aislamiento THHW-LS para 90°C, La corriente (A) máxima que puede conducir es de: 130Amps; por lo que el cableado de fases por corriente es correcto ya que se requiere solamente 89.33 A. La capacidad del neutro de acuerdo a la NOM-001-SEDE-2005 sección 220-22 debe ser la misma que la capacidad de los conductores; se instala un cable de neutro calibre 2AWG con aislamiento THHW-LS para 90°C.

Por Canalización.- Se tienen 4 hilos de cable calibre 2AWG con aislamiento THHW-LS para 90°C (Fases y Neutro) y 1 hilo de cable calibre 8AWG sin aislamiento (Tierra Física).

De acuerdo a la Tabla C1.- Número máximo de conductores y cables de artefactos en tubo (conduit) metálico ligero (según la tabla 1 del Capítulo 1 de la NOM-001-SEDE-2005; para un tubo de 53mm se pueden instalar hasta 10 cables calibre 2AWG por lo que la canalización cumple con este apartado.

Factores de corrección.- por temperatura dado que las temperaturas medias en la Cd. De México corresponden a los 30°C el factor es 1 por lo que la capacidad de conducción de



corriente no se ve afectada por este elemento físico. Por agrupamiento de acuerdo a la tabla 310-15(g) y dado que el Neutro puede fungir como conductor de corriente se tiene que afectar la capacidad del cable por el 80% de su capacidad nominal por lo que la capacidad de corriente del cable calibre 2AWG queda:

$$I = 130 * F_{\text{grupo}} = 130 \times 0.8 = 104 \text{ A.}$$

Se corrobora que el uso de cable calibre 2AWG es adecuado ya que el consumo de los equipo será máximo de 89.33 A.

Caída de Tensión.- Para este cableado la caída de tensión, se calcula bajo la siguiente fórmula:

$$c \% = \frac{F_c L I}{10 V}$$

De acuerdo a CONDUMEX para cable calibre 2AWG el  $F_c=1.18$  (Factor de Caída de Tensión Unitaria); sustituyendo valores nos da:

$$c \% = \frac{1.18 \times 12 \times 89.33}{2200}$$

El resultado de la caída de tensión del alimentador es de:

$$c \% = \frac{1264.91}{2200} = 0.57$$

Esta caída de tensión es adecuada ya que es menor al 5% solicitado por la NOM-001-SEDE-2005; en espera de la resultante total de acuerdo al mismo artículo hasta la ubicación del servicio final (contacto, equipo, luminaria, etc.)

## 2.7 ALIMENTADORES ELÉCTRICOS A CTR10.

### 2.7.1. ALIMENTADOR SERVICIOS GENERALES TABLERO "H-1".

El alimentador inicia desde las zapatas de conexión del Interruptor de salida en el Tablero "H", de 3 polos 100 A, ubicado en las posiciones 08-10-12 del mismo tablero, hacia el tablero de distribución de servicios generales del CTR-10 denominado "H-1", el cual distribuye la energía eléctrica para los Aires Acondicionados de Precisión, Transformador de energía normal-emergencia y TVSS; se canaliza por medio de tubo conduit Pared Gruesa Galvanizada (IMT) hasta la posición de ubicación definida en el Centro de Computo del Data Center.

La carga definida para el tablero "H", de acuerdo al cuadro de carga se refleja en el cuadro No. 35:





MEMORIA DE EXPERIENCIA PROFESIONAL

CUADRO DE CARGAS														
DESCRIPCIÓN: TABLERO DE DISTRIBUCIÓN AIRE ACONDICIONADO DE PRECISIÓN Y SERVICIOS "H1" MODELO NF124L12-S.										UBICACIÓN: CTR10				
1.0 "AS-BUILD"														
CIRCUITOS	CANT.	CAPACIDAD (KVA)	CABLEADO	A	B	C	ITM	CABLEADO	CAPACIDAD (KVA)	CANTIDAD	CIRCUITOS			
				AMPERES	AMPERES	AMPERES	AMPERES					AMPERES	AMPERES	AMPERES
AIRE ACONDICIONADO DE PRECISIÓN FILA "B"	1	0	3 CAL. 8 FASES 1 CAL. 10 T. FISICA	20	20	20	3X40	3 CAL. 8 FASES 1 CAL. 10 T. FISICA	0	1	AIRE ACONDICIONADO DE PRECISIÓN 2 FILA "A"			
TRANSFORMADOR DE SERVICIOS CTR10 DE 5KVA	1	2	3 CAL. 8 FASES 1 CAL. 10 T. FISICA	4.1667	4.1667	4.1667	3X20	INTERRUPTOR GENERAL						
Totales				24.1667	24.1667	24.1667					Totales			

VOLTAJE (V) : 480/277 VCA  
DESBALANCEO: 0%  
CAPACIDAD: 37 KVA

FASE C 44.1667 AMPERES (I)  
FASE B 44.1667 AMPERES (I)  
FASE A 44.1667 AMPERES (I)

La corriente de operación al 100% de la carga del Tablero "H" en modo de trabajo Normal, se calcula integrando el consumo de corriente de los 37KVA de capacidad nominal del equipo.

$$I = \frac{S}{V \sqrt{3}}$$

S Potencia = 37 000 VA.

V Tensión de operación = 480 V.

Sustituyendo los valores, la corriente en operación al 100% es de:

$$I = \frac{37000}{480 \times 1.73} = 44.56A$$

La capacidad del interruptor General (Int Gral) es el 20% más de la corriente nominal o mayor de los equipos a proteger en una línea eléctrica mas la corriente nominal de los demás equipos conectados en la misma línea.

$$\text{Int Gral} = I \times 20\% = 44.56 \times 20\% = 53.47 \text{ A.}$$

Por seguridad y para redondear la capacidad a un valor nominal de protección termo magnética, se instalo un interruptor General para este alimentador de 3 Polos 100 A con lo que se cumple con lo requerido para seguridad al alimentador.

De acuerdo a los datos físicos del sitio y a los datos de la pre-ingeniería, se confirma que el cálculo y diseño del alimentador es adecuado por la siguiente descripción:



---

Capacidad al 100%:	30KW/37KVA.
Voltaje de Operación:	277/480 VAC.
Corriente (A) al 100%:	44.56 A.
Distancia:	320.00 M.

Al provenir la alimentación del transformador que está conectada a una fuente Switchheada, normalmente el tablero va a funcionar al 100% de la carga por tal motivo el cableado debe estar calculado a la corriente determinada.

De acuerdo a la NOM-001-SEDE-2005; *“Tabla 310-16.- Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de conductores aislados para 0 a 2000V nominales y 60°C a 90°C. No más de tres conductores portadores de corriente en una canalización o directamente enterrados, para una temperatura ambiente de 30°C.”* y *“Tabla 310-15(g).-Factores de ajuste para más de tres conductores portadores de corriente en una canalización o cable”*.

Por corriente (A).- Para un cable calibre 2AWG, con aislamiento THHW-LS para 90°C, La corriente (A) máxima que puede conducir es de: 130A; por lo que el cableado de fases por corriente es correcto ya que se requiere solamente 44.56A. La capacidad del neutro de acuerdo a la NOM-001-SEDE-2005 sección 220-22 debe ser la misma que la capacidad de los conductores; se instala un cable de neutro calibre 2AWG con aislamiento THHW-LS para 90°C.

Por Canalización.- Se tienen 4 hilos de cable calibre 2AWG con aislamiento THHW-LS para 90°C (Fases y Neutro) y 1 hilo de cable calibre 2AWG sin aislamiento (Tierra Física).

De acuerdo a la Tabla C1.- Número máximo de conductores y cables de artefactos en tubo (conduit) metálico ligero (según la tabla 1 del Capítulo 1) de la NOM-001-SEDE-2005; para un tubo de 53mm se pueden instalar hasta 10 cables calibre 2AWG por lo que la canalización cumple con este apartado.

Factores de corrección.- por temperatura dado que las temperaturas medias en la Cd. De México corresponden a los 30°C el factor es 1 por lo que la capacidad de conducción de corriente no se ve afectada por este elemento físico. Por agrupamiento de acuerdo a la tabla 310-15(g) y dado que el Neutro puede fungir como conductor de corriente se tiene que afectar la capacidad del cable por el 80% de su capacidad nominal por lo que la capacidad de corriente del cable calibre 2AWG queda:

$$I = 130 * F_{\text{grupo}} = 130 \times 0.8 = 104 \text{ A.}$$

Se corrobora que el uso de cable calibre 2AWG es adecuado ya que el consumo de los equipo será máximo de 44.56 A.



Caída de Tensión.- Para este cableado la caída de tensión, se calcula bajo la siguiente fórmula:

$$c \% = \frac{F_c L I}{10 V}$$

De acuerdo a CONDUMEX para cable calibre 2AWG el  $F_c=1.18$  (Factor de Caída de Tensión Unitaria); sustituyendo valores nos da:

$$c \% = \frac{1.18 \times 320 \times 44.56}{4800}$$

El resultado de la caída de tensión del alimentador es de:

$$c \% = \frac{16825.85}{4800} = 3.50$$

Esta caída de tensión es adecuada ya que es menor al 5% solicitado por la NOM-001-SEDE-2005; en espera de la resultante total de acuerdo al mismo artículo hasta la ubicación del servicio final (contacto, equipo, luminaria, etc.)

#### 2.7.2 ALIMENTADOR AIRE ACONDICIONADO DE PRECISIÓN "FILA A".

El alimentador inicia desde las zapatas de conexión del Interruptor de salida en el Tablero "H-1", de 3 polos 40 A, ubicado en las posiciones 02-04-06 del mismo tablero, hacia las zapatas de conexión del equipo; se canaliza por medio de tubo conduit Pared Gruesa Galvanizada (IMT) hasta la posición de ubicación definida en el Centro de Computo del Data Center.

La corriente de operación al 100% de capacidad de la unidad de aire acondicionado de precisión, incluyendo todos los componentes como son; compresor, turbina, humidificador y reheat suman un máximo de 15KVA de capacidad nominal del equipo; todos los elementos funcionaran al mismo tiempo solamente en algunos momentos, este cálculo contempla esta situación para evitar sobrecargas.

$$I = \frac{S}{V \sqrt{3}}$$

S Potencia = 15 000 VA.

V Tensión de operación = 480 V.

Sustituyendo los valores, la corriente en operación al 100% es de:



$$I = \frac{15000}{480 \times 1.73} = 18.06A$$

La capacidad del interruptor General (Int Gral) es el 20% más de la corriente nominal o mayor de los equipos a proteger en una línea eléctrica mas la corriente nominal de los demás equipos conectados en la misma línea.

$$\text{Int Gral} = I * 20\% = 18.06 \times 20\% = 21.67A.$$

Por seguridad y para redondear la capacidad a un valor nominal de protección termo magnética, se instalo un interruptor General para este alimentador de 3 Polos 40 A con lo que se cumple con lo requerido para seguridad al alimentador.

De acuerdo a los datos físicos del sitio y a los datos de la pre-ingeniería, se confirma que el cálculo y diseño del alimentador es adecuado por la siguiente descripción:

Capacidad al 100%:	12KW/15KVA.
Voltaje de Operación:	277/480 VAC.
Corriente (A) al 100%:	18.06 A.
Distancia:	08.00 M.

El equipo ocasionalmente funcionara al 100% por lo que la carga es la indicada anteriormente; por tal motivo el cableado debe estar calculado a la corriente determinada.

De acuerdo a la NOM-001-SEDE-2005; *“Tabla 310-16.- Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de conductores aislados para 0 a 2000V nominales y 60°C a 90°C. No más de tres conductores portadores de corriente en una canalización o directamente enterrados, para una temperatura ambiente de 30°C.”* y *“Tabla 310-15(g).-Factores de ajuste para más de tres conductores portadores de corriente en una canalización o cable”.*

Por corriente (A).- Para un cable calibre 8AWG, con aislamiento THHW-LS para 90°C, La corriente (A) máxima que puede conducir es de: 55A; por lo que el cableado de fases por corriente es correcto ya que se requiere solamente 44.56 A. Los equipos de Aire Acondicionado no requieren neutro por lo que no es necesario instalarlo.

Por Canalización.- Se tienen 3 hilos de cable calibre 8AWG con aislamiento THHW-LS para 90°C (Fases y Neutro) y 1 hilo de cable calibre 10AWG sin aislamiento (Tierra Física).

De acuerdo a la Tabla C1.- Número máximo de conductores y cables de artefactos en tubo (conduit) metálico ligero (según la tabla 1 del Capítulo 1) de la NOM-001-SEDE-2005; para



un tubo de 27mm se pueden instalar hasta 14 cables calibre 2AWG por lo que la canalización cumple con este apartado.

Factores de corrección.- por temperatura dado que las temperaturas medias en la Cd. De México corresponden a los 30°C el factor es 1 por lo que la capacidad de conducción de corriente no se ve afectada por este elemento físico. Por agrupamiento de acuerdo a la tabla 310-15(g) y dado que no se requiere Neutro el factor de corrección es de 1 por lo que la corriente no se ve afectada por este efecto.

Se corrobora que el uso de cable calibre 8AWG es adecuado ya que el consumo de los equipo será máximo de 18.06 A.

Caída de Tensión.- Para este cableado la caída de tensión, se calcula bajo la siguiente fórmula:

$$c \% = \frac{F_c L I}{10 V}$$

De acuerdo a CONDUMEX para cable calibre 8AWG el  $F_c=4.64$  (Factor de Caída de Tensión Unitaria); sustituyendo valores nos da:

$$c \% = \frac{4.64 \times 8 \times 18.06}{4800}$$

El resultado de la caída de tensión del alimentador es de:

$$c \% = \frac{670.38}{4800} = 0.13$$

Esta caída de tensión es adecuada ya que es menor al 5% solicitado por la NOM-001-SEDE-2005; en espera de la resultante total de acuerdo al mismo artículo hasta la ubicación del servicio final (contacto, equipo, luminaria, etc.)

### 2.7.3. ALIMENTADOR AIRE ACONDICIONADO DE PRECISIÓN "FILA B".

El alimentador inicia desde las zapatas de conexión del Interruptor de salida en el Tablero "H-1", de 3 polos 40 A, ubicado en las posiciones 01-03-05 del mismo tablero, hacia las zapatas de conexión del equipo; se canaliza por medio de tubo conduit Pared Gruesa Galvanizada (IMT) hasta la posición de ubicación definida en el Centro de Computo del Data Center.

La corriente de operación al 100% de capacidad de la unidad de aire acondicionado de precisión, incluyendo todos los componentes como son; compresor, turbina, humidificador y reheat suman un máximo de 15KVA de capacidad nominal del equipo; todos los elementos funcionaran al mismo tiempo solamente en algunos momentos, este cálculo contempla esta situación para evitar sobrecargas.



$$I = \frac{S}{V \sqrt{3}}$$

S Potencia = 15000 VA.

V Tensión de operación = 480 V.

Sustituyendo los valores, la corriente en operación al 100% es de:

$$I = \frac{15000}{480 \times 1.73} = 18.06A$$

La capacidad del interruptor General (Int Gral) es el 20% más de la corriente nominal o mayor de los equipos a proteger en una línea eléctrica mas la corriente nominal de los demás equipos conectados en la misma línea.

$$\text{Int Gral} = I * 20\% = 18.06 \times 20\% = 21.67A.$$

Por seguridad y para redondear la capacidad a un valor nominal de protección termo magnética, se instalo un interruptor General para este alimentador de 3 Polos 40 A con lo que se cumple con lo requerido para seguridad al alimentador.

De acuerdo a los datos físicos del sitio y a los datos de la pre-ingeniería, se confirma que el cálculo y diseño del alimentador es adecuado por la siguiente descripción:

Capacidad al 100%:	12KW/15KVA.
Voltaje de Operación:	277/480 VAC.
Corriente (A) al 100%:	18.06 A.
Distancia:	08.00 M.

El equipo ocasionalmente funcionara al 100% por lo que la carga es la indicada anteriormente; por tal motivo el cableado debe estar calculado a la corriente determinada.

De acuerdo a la NOM-001-SEDE-2005; "Tabla 310-16.- Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de conductores aislados para 0 a 2000V nominales y 60°C a 90°C. No más de tres conductores portadores de corriente en una canalización o directamente enterrada , para una temperatura ambiente de 30°C." y "Tabla 310-15(g).-Factores de ajuste para más de tres conductores portadores de corriente en una canalización o cable".



Por corriente (A).- Para un cable calibre 8AWG, con aislamiento THHW-LS para 90°C, La corriente (A) máxima que puede conducir es de: 55 A; por lo que el cableado de fases por corriente es correcto ya que se requiere solamente 44.56 A. Los equipos de Aire Acondicionado no requieren neutro por lo que no es necesario instalarlo.

Por Canalización.- Se tienen 3 hilos de cable calibre 8AWG con aislamiento THHW-LS para 90°C (Fases y Neutro) y 1 hilo de cable calibre 10AWG sin aislamiento (Tierra Física).

De acuerdo a la Tabla C1.- Número máximo de conductores y cables de artefactos en tubo (conduit) metálico ligero (según la tabla 1 del Capítulo 1) de la NOM-001-SEDE-2005; para un tubo de 27mm se pueden instalar hasta 14 cables calibre 10AWG por lo que la canalización cumple con este apartado.

Factores de corrección.- por temperatura dado que las temperaturas medias en la Cd. De México corresponden a los 30°C el factor es 1 por lo que la capacidad de conducción de corriente no se ve afectada por este elemento físico. Por agrupamiento de acuerdo a la tabla 310-15(g) y dado que no se requiere Neutro el factor de corrección es de 1 por lo que la corriente no se ve afectada por este efecto.

Se corrobora que el uso de cable calibre 8AWG es adecuado ya que el consumo de los equipos será máximo de 18.06 A.

Caída de Tensión.- Para este cableado la caída de tensión, se calcula bajo la siguiente fórmula:

$$C \% = \frac{F_c \cdot L \cdot I}{10 \cdot V}$$

De acuerdo a CONDUMEX para cable calibre 8AWG el  $F_c=4.64$  (Factor de Caída de Tensión Unitaria); sustituyendo valores nos da:

$$C \% = \frac{4.64 \times 8 \times 18.06}{4800}$$

El resultado de la caída de tensión del alimentador es de:

$$C \% = \frac{670.38}{4800} = 0.13$$



Esta caída de tensión es adecuada ya que es menor al 5% solicitado por la NOM-001-SEDE-2005; en espera de la resultante total de acuerdo al mismo artículo hasta la ubicación del servicio final (contacto, equipo, luminaria, etc.)

#### 2.7.4. ALIMENTADOR TABLERO “H-1” A TRANSFORMADOR 5KVA.

El alimentador inicia desde las zapatas de conexión del Interruptor de salida en el Tablero “H-1”, de 3 polos 40 A, ubicado en las posiciones 07-09-11 del mismo tablero, hacia las zapatas de conexión del transformador de 5KVA; se canaliza por medio de tubo conduit Pared Gruesa Galvanizada (IMT) hasta la posición de ubicación definida en el Centro de Computo del Data Center.

La corriente de operación al 100% de capacidad del transformador de 5KVA.

$$I = \frac{S}{V \sqrt{3}}$$

S Potencia = 5000 VA.

V Tensión de operación = 480 V.

Sustituyendo los valores, la corriente en operación al 100% es de:

$$I = \frac{5000}{480 \times 1.73} = 6.02A$$

La capacidad del interruptor General (Int Gral) es el 20% más de la corriente nominal o mayor de los equipos a proteger en una línea eléctrica mas la corriente nominal de los demás equipos conectados en la misma línea.

$$\text{Int Gral} = I * 20\% = 6.02 \times 20\% = 7.23A.$$

Por seguridad y para redondear la capacidad a un valor nominal de protección termo magnética, se instalo un interruptor General para este alimentador de 3 Polos 20 A con lo que se cumple con lo requerido para seguridad al alimentador.

De acuerdo a los datos físicos del sitio y a los datos de la pre-ingeniería, se confirma que el cálculo y diseño del alimentador es adecuado por la siguiente descripción:





---

Capacidad al 100%:	4KW/5KVA.
Voltaje de Operación:	277/480 VAC.
Corriente (A) al 100%:	6.02 A.
Distancia:	8.00 M.

El equipo ocasionalmente funcionara al 100% por lo que la carga es la indicada anteriormente; por tal motivo el cableado debe estar calculado a la corriente determinada.

De acuerdo a la NOM-001-SEDE-2005; *“Tabla 310-16.- Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de conductores aislados para 0 a 2000V nominales y 60°C a 90°C. No más de tres conductores portadores de corriente en una canalización o directamente enterrados, para una temperatura ambiente de 30°C.”* y *“Tabla 310-15(g).-Factores de ajuste para más de tres conductores portadores de corriente en una canalización o cable”*.

Por corriente (A).- Para un cable calibre 8AWG, con aislamiento THHW-LS para 90°C, La corriente (A) máxima que puede conducir es de: 55Amps; por lo que el cableado de fases por corriente es correcto ya que se requiere solamente 6.02 A. El transformador no requiere Neutro ya que genera el propio en el lado secundario del mismo.

Por Canalización.- Se tienen 3 hilos de cable calibre 8AWG con aislamiento THHW-LS para 90°C (Fases y Neutro) y 1 hilo de cable calibre 10AWG sin aislamiento (Tierra Física).

De acuerdo a la Tabla C1.- Número máximo de conductores y cables de artefactos en tubo (conduit) metálico ligero (según la tabla 1 del Capítulo 1 de la NOM-001-SEDE-2005; para un tubo de 27mm se pueden instalar hasta 14 cables calibre 10AWG por lo que la canalización cumple con este apartado.

Factores de corrección.- por temperatura dado que las temperaturas medias en la Cd. De México corresponden a los 30°C el factor es 1 por lo que la capacidad de conducción de corriente no se ve afectada por este elemento físico. Por agrupamiento de acuerdo a la tabla 310-15(g) y dado que no se requiere Neutro el factor de corrección es de 1 por lo que la corriente no se ve afectada por este efecto.

Se corrobora que el uso de cable calibre 8AWG es adecuado ya que el consumo de los equipo será máximo de 6.02 A.

Caída de Tensión.- Para este cableado la caída de tensión, se calcula bajo la siguiente fórmula:



$$c \% = \frac{F_c L I}{10 V}$$

De acuerdo a CONDUMEX para cable calibre 8AWG el Fc=4.64 (Factor de Caída de Tensión Unitaria); sustituyendo valores nos da:

$$c \% = \frac{4.64 \times 8 \times 6.02}{4800}$$

El resultado de la caída de tensión del alimentador es de:

$$c \% = \frac{223.46}{480} = 0.047 \%$$

Esta caída de tensión es adecuada ya que es menor al 5% solicitado por la NOM-001-SEDE-2005; en espera de la resultante total de acuerdo al mismo artículo hasta la ubicación del servicio final (contacto, equipo, luminaria, etc.)

2.7.5 .ALIMENTADOR DE TRANSFORMADOR DE 5KVA A TABLERO QO12 CTR10.

El alimentador inicia desde las zapatas de conexión del secundario del transformador de 5KVA hacia las zapatas de conexión del Tablero de distribución QO12 de servicios del CTR10; se canaliza por medio de tubo conduit Pared Guesa Galvanizada (IMT) hasta la posición de ubicación definida en el Centro de Computo del Data Center.

La corriente de operación al 100% de capacidad del tablero QO12 CTR10 es de acuerdo al cuadro No.36:

CUADRO DE CARGAS													
DESCRIPCIÓN: TABLERO DE SERVICIOS GENERALES CTR10. MODELO QO312L125G.										UBICACIÓN CTR10			
Revisión: 1.0 "AS-BUILD"													
CIRCUITOS	CANT.	SERVICIOS	CABLEADO	LINEAS				CABLEADO	SERVICIOS	CANTIDAD	CIRCUITOS		
				A	B	C	ITM						
				AMPERES	AMPERES	AMPERES	AMPERES						
CONTACTOS DE SERVICIO	2	CONTACTO NEMA 5-15R	3 CAL 10	3.75			20	3 CAL 12	LAMPARAS 3X14W	9	ILUMINACIÓN CTR10		
Totales				3.75	0	0	3.9375				Totales		

<p>VOLTAJE (V): 220/127 VCA</p> <p>DESBALANCEO: 100%</p> <p>CAPACIDAD: 1 KVA</p>	<p>LINEAS</p> <p>FASE C 0 AMPERES (I)</p> <p>FASE B 0 AMPERES (I)</p> <p>FASE A 7.6875 AMPERES (I)</p>
--	--



$$I = \frac{S}{V \sqrt{3}}$$

S Potencia = 1000 VA.

V Tensión de operación = 127 V.

Sustituyendo los valores, la corriente en operación al 100% es de:

$$I = \frac{1000}{127} = 7.87A$$

La capacidad del interruptor General (Int Gral) es el 20% más de la corriente nominal o mayor de los equipos a proteger en una línea eléctrica mas la corriente nominal de los demás equipos conectados en la misma línea.

$$\text{Int Gral} = I * 20\% = 7.87 * 20\% = 9.45\text{Amps.}$$

Por seguridad y para redondear la capacidad a un valor nominal de protección termo magnética, se instalo un interruptor General para este alimentador de 3 Polos 20 A con lo que se cumple con lo requerido para seguridad al alimentador; aun cuando no se tienen conectadas cargas en las fases B y C, se cablean y se conectan a futuro crecimientos.

De acuerdo a los datos físicos del sitio y a los datos de la pre-ingeniería, se confirma que el cálculo y diseño del alimentador es adecuado por la siguiente descripción:

Capacidad al 100%:	0.8KW/1KVA.
Voltaje de Operación:	127 VAC.
Corriente (A) al 100%:	7.87 A.
Distancia:	6.00 M.

El consumo del tablero ocasionalmente será el 100% por lo que la carga es la indicada anteriormente; por tal motivo el cableado debe estar calculado a la corriente determinada.

De acuerdo a la NOM-001-SEDE-2005; "Tabla 310-16.- Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de conductores aislados para 0 a 2000V nominales y 60°C a 90°C. No más de tres conductores portadores de corriente en una canalización o directamente enterrados, para una temperatura ambiente de 30°C." y "Tabla 310-15(g).-Factores de ajuste para más de tres conductores portadores de corriente en una canalización o cable".



Por corriente (A).- Para un cable calibre 10AWG, con aislamiento THHW-LS para 90°C, La corriente (A) máxima que puede conducir es de: 40Amps; por lo que el cableado de fases por corriente es correcto ya que se requiere solamente 7.87 A.

El Neutro es de la misma capacidad de las fases de acuerdo a la NOM-001-SEDE-2005.

Por Canalización.- Se tienen 4 hilos de cable calibre 10AWG con aislamiento THHW-LS para 90°C (Fases y Neutro) y 1 hilo de cable calibre 10AWG sin aislamiento (Tierra Física).

De acuerdo a la Tabla C1.- Número máximo de conductores y cables de artefactos en tubo (conduit) metálico ligero (según la tabla 1 del Capítulo 1) de la NOM-001-SEDE-2005; para un tubo de 27mm se pueden instalar hasta 14 cables calibre 10AWG por lo que la canalización cumple con este apartado.

Factores de corrección.- por temperatura dado que las temperaturas medias en la Cd. De México corresponden a los 30°C el factor es 1 por lo que la capacidad de conducción de corriente no se ve afectada por este elemento físico. Por agrupamiento de acuerdo a la tabla 310-15(g) y dado que no se requiere Neutro el factor de corrección es de 1 por lo que la corriente no se ve afectada por este efecto.

Se corrobora que el uso de cable calibre 10AWG es adecuado ya que el consumo de los equipo será máximo de 7.87 A.

Caída de Tensión.- Para este cableado la caída de tensión, se calcula bajo la siguiente fórmula:

$$c\% = \frac{F_c L I}{10 V}$$

De acuerdo a CONDUMEX para cable calibre 10AWG el  $F_c=7.83$  (Factor de Caída de Tensión Unitaria); sustituyendo valores nos da:

$$c\% = \frac{8.52 \times 6 \times 7.87}{1200}$$

El resultado de la caída de tensión del alimentador es de:

$$c\% = \frac{402.31}{1200} = 0.33$$

Esta caída de tensión es adecuada ya que es menor al 5% solicitado por la NOM-001-SEDE-2005; en espera de la resultante total de acuerdo al mismo artículo hasta la ubicación del servicio final (contacto, equipo, luminaria, etc.)



2.7.6. ALIMENTADOR DE TRANSFORMADOR DE 5KVA A TABLERO QO12 AVANTEL-CTR10.

El alimentador inicia desde las zapatas de conexión del secundario del transformador de 5KVA hacia las zapatas de conexión del Tablero de distribución QO12 de servicios de AVANTE-CTR10; se canaliza por medio de tubo conduit Pared Gruesa Galvanizada (IMT) hasta la posición de ubicación definida en el Centro de Computo del Data Center.

La corriente de operación al 100% de capacidad del tablero QO12 AVANTEL-CTR10 es de acuerdo al cuadro No.37:

CUADRO DE CARGAS															
DESCRIPCIÓN: TABLERO DE SERVICIOS GENERALES AVANTEL CTR10, MODELO QO312L125G.										UBICACIÓN CTR10					
Revisión: 1.0 "AS-BUILD"															
CIRCUITOS	CANT.	SERVICIOS	CABLEADO	A	B	C	ITM	LINEAS				CABLEADO	CAPACIDAD (KVA)	CANTIDAD	CIRCUITOS
				AMPERES	AMPERES	AMPERES	AMPERES	AMPERES	AMPERES	AMPERES	AMPERES				
CONTACTOS DE SERVICIO	2	CONTACTO NEMA 5-15R	3 CAL. 10	3.75			20	1	2	3	4	3 CAL. 12	LAMPARAS 3X14W	6	ILUMINACIÓN CTR10
								5	6	7	8				
								9	10	11	12				
Totales				3.75	0	0		2.625	0	0					Totales

VOLTAJE (V): 220/127 VCA  
 DESBALANCEO: 100%  
 CAPACIDAD: 1 KVA

FASE C 0 AMPERES (I)  
 FASE B 0 AMPERES (I)  
 FASE A 6.375 AMPERES (I)

$$I = \frac{S}{V}$$

S Potencia = 1 000 VA.  
 V Tensión de Operación = 127 V.

Sustituyendo los valores, la corriente en operación al 100% es de:

$$I = \frac{1000}{127} = 7.87A$$

La capacidad del interruptor General (Int Gral) es el 20% más de la corriente nominal o mayor de los equipos a proteger en una línea eléctrica mas la corriente nominal de los demás equipos conectados en la misma línea.

$$Int\ Gra\ I = I * 20\% = 7.87 * 20\% = 9.45A$$



Por seguridad y para redondear la capacidad a un valor nominal de protección termo magnética, se instaló un interruptor General para este alimentador de 3 Polos 20 A con lo que se cumple con lo requerido para seguridad al alimentador; aun cuando no se tienen conectadas cargas en las fases B y C, se cablean y se conectan a futuro crecimientos.

De acuerdo a los datos físicos del sitio y a los datos de la pre-ingeniería, se confirma que el cálculo y diseño del alimentador es adecuado por la siguiente descripción:

Capacidad al 100%:	0.8KW/1KVA.
Voltaje de Operación:	127 VAC.
Corriente (A) al 100%:	7.87 A.
Distancia:	6.00 M.

El consumo del tablero ocasionalmente será el 100% por lo que la carga es la indicada anteriormente; por tal motivo el cableado debe estar calculado a la corriente determinada.

De acuerdo a la NOM-001-SEDE-2005; *“Tabla 310-16.- Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de conductores aislados para 0 a 2000V nominales y 60°C a 90°C. No más de tres conductores portadores de corriente en una canalización o directamente enterrada, para una temperatura ambiente de 30°C.”* y *“Tabla 310-15(g).-Factores de ajuste para más de tres conductores portadores de corriente en una canalización o cable”*.

Por corriente (A).- Para un cable calibre 10AWG, con aislamiento THHW-LS para 90°C, La corriente (A) máxima que puede conducir es de: 40Amps; por lo que el cableado de fases por corriente es correcto ya que se requiere solamente 7.87 A. El Neutro es de la misma capacidad de las fases de acuerdo a la NOM-001-SEDE-2005.

Por Canalización.- Se tienen 4 hilos de cable calibre 10AWG con aislamiento THHW-LS para 90°C (Fases y Neutro) y 1 hilo de cable calibre 10AWG sin aislamiento (Tierra Física).

De acuerdo a la Tabla C1.- Número máximo de conductores y cables de artefactos en tubo (conduit) metálico ligero (según la tabla 1 del Capítulo 1) de la NOM-001-SEDE-2005; para un tubo de 27mm se pueden instalar hasta 14 cables calibre 10AWG por lo que la canalización cumple con este apartado.

Factores de corrección.- por temperatura dado que las temperaturas medias en la Cd. De México corresponden a los 30°C el factor es 1 por lo que la capacidad de conducción de corriente no se ve afectada por este elemento físico. Por agrupamiento de acuerdo a la tabla 310-15(g) y dado que no se requiere Neutro el factor de corrección es de 1 por lo que la corriente no se ve afectada por este efecto.

Se corrobora que el uso de cable calibre 10AWG es adecuado ya que el consumo de los equipos será máximo de 7.87A.



Caída de Tensión.- Para este cableado la caída de tensión, se calcula bajo la siguiente fórmula:

$$c \% = \frac{F_c L I}{10 V}$$

De acuerdo a CONDUMEX para cable calibre 10AWG el  $F_c=7.83$  (Factor de Caída de Tensión Unitaria); sustituyendo valores nos da:

$$c \% = \frac{8.52 \times 6 \times 7.87}{1200}$$

El resultado de la caída de tensión del alimentador es de:

$$c \% = \frac{402.31}{1200} = 0.33$$

Esta caída de tensión es adecuada ya que es menor al 5% solicitado por la NOM-001-SEDE-2005; en espera de la resultante total de acuerdo al mismo artículo hasta la ubicación del servicio final (contacto, equipo, luminaria, etc.)

## 2.8. ALIMENTADORES ELÉCTRICOS A AIRE ACONDICIONADO DE CONFORT OFICINAS DATA CENTER.

La canalización del cableado de alimentación a los equipos de Aire Acondicionado de Confort de las oficinas del "Data Center", se realizó entre losa y plafond una tubería principal de 27, 21 y 16 mm tipo rígida conduit Pared Gruesa; y derivaciones a cada equipo con tubería a prueba de agua tipo Liquid-Tight de 16 mm marca Tuflex, de donde se dividen todos los circuitos.

Para las instalaciones derivadas del tablero "HL" a los equipos de aire acondicionado, los datos físicos de las canalizaciones y cableados son de acuerdo al cuadro No. 38:



MEMORIA DE EXPERIENCIA PROFESIONAL

UNIDAD	CAPACIDAD (TR) NOMINAL	TIPO	CIRCUITO ELÉCTRICO , TAB "HL".	CANALIZACIÓN (MM.)	CANTIDAD TOTAL DE CABLES	CANTIDAD MÁXIMA PERMISIBLE DE CABLES DEL CALIBRE MAYOR	PORCENTAJE DE OCUPACIÓN DEL CABLEADO POR NORMA MÁXIMO
1	2	F&C AGUA HELADA	C25	27	8 CAL. 10 AWG THHW Y 4 CAL. 12 AWG	14	26%
2	2	F&C AGUA HELADA	C25	27	8 CAL. 10 AWG THHW Y 4 CAL. 12 AWG	14	26%
3	2	F&C AGUA HELADA	C25	27	8 CAL. 10 AWG THHW Y 4 CAL. 12 AWG	14	26%
4	2	F&C AGUA HELADA	C25	27	8 CAL. 10 AWG THHW Y 4 CAL. 12 AWG	14	26%
5	2	F&C AGUA HELADA	C25	27	8 CAL. 10 AWG THHW Y 4 CAL. 12 AWG	14	26%
6	2	F&C AGUA HELADA	C25	27	8 CAL. 10 AWG THHW Y 4 CAL. 12 AWG	14	26%
7	1	F&C AGUA HELADA	C25	27	8 CAL. 10 AWG THHW Y 4 CAL. 12 AWG	14	26%
8	1	F&C AGUA HELADA	C28	21	6 CAL. 10 AWG THHW Y 3 CAL. 12 AWG	8	32%
9	1	F&C AGUA HELADA	C28	21	6 CAL. 10 AWG THHW Y 3 CAL. 12 AWG	8	32%
10	2	MINI-SPLIT EXP. DIR.	C27-29	21	6 CAL. 10 AWG THHW Y 3 CAL. 12 AWG	8	32%
11	2	F&C AGUA HELADA	C28	21	4 CAL. 10 AWG THHW Y 2 CAL. 12 AWG	8	21%
12	2	MINI-SPLIT EXP. DIR.	C30-32	21	4 CAL. 10 AWG THHW Y 2 CAL. 12 AWG	8	21%
13	2	F&C AGUA HELADA	C28	21	4 CAL. 10 AWG THHW Y 2 CAL. 12 AWG	8	21%
14	1	F&C AGUA HELADA	C28	16	2 CAL. 10 AWG THHW Y 2 CAL. 10 AWG	5	18%
15	2	F&C AGUA HELADA	C28	16	2 CAL. 10 AWG THHW Y 2 CAL. 10 AWG	5	18%
16	2	F&C AGUA HELADA	C28	16	2 CAL. 10 AWG THHW Y 2 CAL. 10 AWG	5	18%

De acuerdo a las longitudes, consumos previstos, agrupamiento de cables y trayectorias de tuberías a continuación se presenta el cuadro de datos técnicos eléctricos de los circuitos derivados del tablero "HL" para aire acondicionado de confort, cuadro No. 39:

UNIDAD	CAPACIDAD (TR) NOMINAL	TIPO	CIRCUITO ELÉCTRICO , TAB "HL".	CANTIDAD TOTAL DE CABLES	PORCENTAJE DE OCUPACIÓN DEL CABLEADO POR NORMA MÁXIMO	VOLTAJE OPERACIÓN	LONGITUD (MTS)	CONSUMO POR EQUIPO (AMPS)	CONSUMO (AMPS) POR CIRCUITO TOTAL	CAPACIDAD CONDUCTOR DE ACUERDO A NOM (AMPS)	FACTOR DE CORRECCIÓN POR TEMP.	FACTO DE CORRECCIÓN POR AGRUPAMIENTO	CAPACIDAD FINAL DE CONDUCTOR (AMPS)	CAIDA DE TENSIÓN (%)
1	2	F&C AGUA HELADA	C25	8 CAL. 10 AWG THHW Y 4 CAL. 12 AWG	26%	127	7	1.7	11.7	40	1	0.7	28	0.54943937
2	2	F&C AGUA HELADA	C25	8 CAL. 10 AWG THHW Y 4 CAL. 12 AWG	26%	127	10.2	1.7	10	40	1	0.7	28	0.68428346
3	2	F&C AGUA HELADA	C25	8 CAL. 10 AWG THHW Y 4 CAL. 12 AWG	26%	127	15	1.7	8.3	40	1	0.7	28	0.83522835
4	2	F&C AGUA HELADA	C25	8 CAL. 10 AWG THHW Y 4 CAL. 12 AWG	26%	127	26.9	1.7	6.6	40	1	0.7	28	1.19105575
5	2	F&C AGUA HELADA	C25	8 CAL. 10 AWG THHW Y 4 CAL. 12 AWG	26%	127	40.7	1.7	4.9	40	1	0.7	28	1.33790835
6	2	F&C AGUA HELADA	C25	8 CAL. 10 AWG THHW Y 4 CAL. 12 AWG	26%	127	39	1.7	3.2	40	1	0.8	32	0.83724094
7	1	F&C AGUA HELADA	C25	8 CAL. 10 AWG THHW Y 4 CAL. 12 AWG	26%	127	42.7	1.5	1.5	40	1	0.7	28	0.42968976
8	1	F&C AGUA HELADA	C28	6 CAL. 10 AWG THHW Y 3 CAL. 12 AWG	32%	127	49	1.5	11.3	40	1	0.8	32	3.71458583
9	1	F&C AGUA HELADA	C28	6 CAL. 10 AWG THHW Y 3 CAL. 12 AWG	32%	127	50.9	1.5	9.8	40	1	0.8	32	3.34641449
10	2	MINI-SPLIT EXP. DIR.	C27-29	6 CAL. 10 AWG THHW Y 3 CAL. 12 AWG	32%	220	13	11.8	11.8	40	1	0.8	32	0.59407636
11	2	F&C AGUA HELADA	C28	4 CAL. 10 AWG THHW Y 2 CAL. 12 AWG	21%	127	50	1.7	8.3	40	1	0.8	32	2.78409449
12	2	MINI-SPLIT EXP. DIR.	C30-32	4 CAL. 10 AWG THHW Y 2 CAL. 12 AWG	21%	220	22	11.8	11.8	40	1	0.8	32	1.00536
13	2	F&C AGUA HELADA	C28	4 CAL. 10 AWG THHW Y 2 CAL. 12 AWG	21%	127	58	1.7	6.6	40	1	0.8	32	2.56807559
14	1	F&C AGUA HELADA	C28	2 CAL. 10 AWG THHW Y 2 CAL. 10 AWG	18%	127	60.5	1.5	4.9	40	1	1	40	1.98878268
15	2	F&C AGUA HELADA	C28	2 CAL. 10 AWG THHW Y 2 CAL. 10 AWG	18%	127	67	1.7	3.4	40	1	1	40	1.52823307
16	2	F&C AGUA HELADA	C28	2 CAL. 10 AWG THHW Y 2 CAL. 10 AWG	18%	127	68	1.7	1.7	40	1	1	40	0.77552126





Con estos datos se confirma que los circuitos derivados se encuentran dentro de los parámetros de la NOM-001-SEDE-2005; “Tabla 310-16.- Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de conductores aislados para 0 a 2000V nominales y 60°C a 90°C. No más de tres conductores portadores de corriente en una canalización o directamente enterrados, para una temperatura ambiente de 30°C.” y “Tabla 310-15(g).-Factores de ajuste para más de tres conductores portadores de corriente en una canalización o cable”.

## 2.9. ALIMENTADORES ELÉCTRICOS AIRES ACONDICIONADOS DE PRECISIÓN CENTRO DE COMPUTO DATA CENTER.

### 2.9.1. ALIMENTADOR AIRE ACONDICIONADO DE PRECISIÓN NO. 1.

El alimentador inicia desde las zapatas de conexión del Interruptor de salida en el Tablero “H”, de 3 polos 60 A, ubicado en las posiciones 01-03-05 del mismo tablero, hacia las zapatas de conexión del equipo; se canaliza por medio de tubo conduit Pared Gruesa Galvanizada (IMT) hasta la posición de ubicación definida en el Centro de Computo del Data Center.

La corriente de operación al 100% de capacidad de la unidad de aire acondicionado de precisión, incluyendo todos los componentes como son; compresor, turbina, humidificador y reheat suman un máximo de 43KVA de capacidad nominal del equipo; todos los elementos funcionaran al mismo tiempo solamente en algunos momentos, este cálculo contempla esta situación para evitar sobrecargas.

$$I = \frac{S}{V \sqrt{3}}$$

S Potencia = 43000 VA.

V Tensión de operación V = 480 V.

Sustituyendo los valores, la corriente en operación al 100% es de:

$$I = \frac{43000}{480 \times 1.73} = 51.78A$$

La capacidad del interruptor General (Int Gral) es el 20% más de la corriente nominal o mayor de los equipos a proteger en una línea eléctrica mas la corriente nominal de los demás equipos conectados en la misma línea.

$$\text{Int Gral} = I \times 20\% = 51.78 \times 20\% = 62.13A.$$



Por seguridad y para redondear la capacidad a un valor nominal de protección termo magnética, se instalo un interruptor General para para este alimentador de 3 Polos 60 A con lo que se cumple con lo requerido para seguridad al alimentador.

De acuerdo a los datos físicos del sitio y a los datos de la pre-ingeniería, se confirma que el cálculo y diseño del alimentador es adecuado por la siguiente descripción:

Capacidad al 100%:	34.3KW/43KVA.
Voltaje de Operación:	277/480 VAC.
Corriente (A) al 100%:	51.78 A.
Distancia:	24.00 M.

El equipo ocasionalmente funcionara al 100% por lo que la carga es la indicada anteriormente; por tal motivo el cableado debe estar calculado a la corriente determinada.

De acuerdo a la NOM-001-SEDE-2005; *“Tabla 310-16.- Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de conductores aislados para 0 a 2000V nominales y 60°C a 90°C. No más de tres conductores portadores de corriente en una canalización o directamente enterrada , para una temperatura ambiente de 30°C.”* y *“Tabla 310-15(g).-Factores de ajuste para más de tres conductores portadores de corriente en una canalización o cable”*.

Por corriente (A).- Para un cable calibre 4AWG, con aislamiento THHW-LS para 90°C, La corriente (A) máxima que puede conducir es de: 95A; por lo que el cableado de fases por corriente es correcto ya que se requiere solamente 51.78 A.

Los equipos de Aire Acondicionado no requieren neutro por lo que no es necesario instalarlo.

Por Canalización.- Se tienen 3 hilos de cable calibre 4AWG con aislamiento THHW-LS para 90°C (Fases) y 1 hilo de cable calibre 10AWG sin aislamiento (Tierra Física).

De acuerdo a la Tabla C1.- Número máximo de conductores y cables de artefactos en tubo (conduit) metálico ligero (según la tabla 1 del Capítulo 1) de la NOM-001-SEDE-2005; para un tubo de 35mm se pueden instalar hasta 6 cables calibre 4AWG por lo que la canalización cumple con este apartado.

Factores de corrección.- por temperatura dado que las temperaturas medias en la Cd. De México corresponden a los 30°C el factor es 1 por lo que la capacidad de conducción de corriente no se ve afectada por este elemento físico. Por agrupamiento de acuerdo a la tabla 310-15(g) y dado que no se requiere Neutro el factor de corrección es de 1 por lo que la corriente no se ve afectada por este efecto.



Se corrobora que el uso de cable calibre 4AWG es adecuado ya que el consumo de los equipo será máximo de 51.78 A.

Caída de Tensión.- Para este cableado la caída de tensión, se calcula bajo la siguiente fórmula:

$$c \% = \frac{F_c L I}{10 V}$$

De acuerdo a CONDUMEX para cable calibre 4AWG el  $F_c=1.84$  (Factor de Caída de Tensión Unitaria); sustituyendo valores nos da:

$$c \% = \frac{1.84 \times 24 \times 51.78}{4800}$$

El resultado de la caída de tensión del alimentador es de:

$$c \% = \frac{2286.6}{4800} = 0.47$$

Esta caída de tensión es adecuada ya que es menor al 5% solicitado por la NOM-001-SEDE-2005; en espera de la resultante total de acuerdo al mismo artículo hasta la ubicación del servicio final (contacto, equipo, luminaria, etc.)

### 2.9.2. ALIMENTADOR AIRE ACONDICIONADO DE PRECISIÓN NO. 2.

El alimentador inicia desde las zapatas de conexión del Interruptor de salida en el Tablero "H", de 3 polos 60 A, ubicado en las posiciones 02-04-06 del mismo tablero, hacia las zapatas de conexión del equipo; se canaliza por medio de tubo conduit Pared Gruesa Galvanizada (IMT) hasta la posición de ubicación definida en el Centro de Computo del Data Center.

La corriente de operación al 100% de capacidad de la unidad de aire acondicionado de precisión, incluyendo todos los componentes como son; compresor, turbina, humidificador y reheat suman un máximo de 43KVA de capacidad nominal del equipo; todos los elementos funcionaran al mismo tiempo solamente en algunos momentos, este cálculo contempla esta situación para evitar sobrecargas.

$$I = \frac{S}{V \sqrt{3}}$$

S Potencia = 43 000 VA.

V Tensión de operación = 480 V.



Sustituyendo los valores, la corriente en operación al 100% es de:

$$I = \frac{43000}{480 \times 1.73} = 51.78A$$

La capacidad del interruptor General (Int Gral) es el 20% más de la corriente nominal o mayor de los equipos a proteger en una línea eléctrica mas la corriente nominal de los demás equipos conectados en la misma línea.

$$\text{Int Gral} = I * 20\% = 51.78 \times 20\% = 62.13A.$$

Por seguridad y para redondear la capacidad a un valor nominal de protección termo magnética, se instalo un interruptor General para este alimentador de 3 Polos 60 A con lo que se cumple con lo requerido para seguridad al alimentador.

De acuerdo a los datos físicos del sitio y a los datos de la pre-ingeniería, se confirma que el cálculo y diseño del alimentador es adecuado por la siguiente descripción:

Capacidad al 100%:	34.3KW/43KVA.
Voltaje de Operación:	277/480 VAC.
Corriente (A) al 100%:	51.78 A.
Distancia:	25.00 M.

El equipo ocasionalmente funcionara al 100% por lo que la carga es la indicada anteriormente; por tal motivo el cableado debe estar calculado a la corriente determinada.

De acuerdo a la NOM-001-SEDE-2005; *“Tabla 310-16.- Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de conductores aislados para 0 a 2000V nominales y 60°C a 90°C. No más de tres conductores portadores de corriente en una canalización o directamente enterrados, para una temperatura ambiente de 30°C.”* y *“Tabla 310-15(g).-Factores de ajuste para más de tres conductores portadores de corriente en una canalización o cable”.*

Por corriente (A).- Para un cable calibre 4AWG, con aislamiento THHW-LS para 90°C, La corriente (A) máxima que puede conducir es de: 95Amps; por lo que el cableado de fases por corriente es correcto ya que se requiere solamente 51.78 A. Los equipos de Aire Acondicionado no requieren neutro por lo que no es necesario instalarlo.

Por Canalización.- Se tienen 3 hilos de cable calibre 4AWG con aislamiento THHW-LS para 90°C (Fases) y 1 hilo de cable calibre 10AWG sin aislamiento (Tierra Física).



De acuerdo a la Tabla C1.- Número máximo de conductores y cables de artefactos en tubo (conduit) metálico ligero (según la tabla 1 del Capítulo 1) de la NOM-001-SEDE-2005; para un tubo de 35mm se pueden instalar hasta 6 cables calibre 4AWG por lo que la canalización cumple con este apartado.

Factores de corrección.- por temperatura dado que las temperaturas medias en la Cd. De México corresponden a los 30°C el factor es 1 por lo que la capacidad de conducción de corriente no se ve afectada por este elemento físico. Por agrupamiento de acuerdo a la tabla 310-15(g) y dado que no se requiere Neutro el factor de corrección es de 1 por lo que la corriente no se ve afectada por este efecto.

Se corrobora que el uso de cable calibre 4AWG es adecuado ya que el consumo de los equipo será máximo de 51.78 A.

Caída de Tensión.- Para este cableado la caída de tensión, se calcula bajo la siguiente fórmula:

$$C \% = \frac{F_c L I}{10 V}$$

De acuerdo a CONDUMEX para cable calibre 4AWG el  $F_c=1.84$  (Factor de Caída de Tensión Unitaria); sustituyendo valores nos da:

$$C \% = \frac{1.84 \times 25 \times 51.78}{4800}$$

El resultado de la caída de tensión del alimentador es de:

$$C \% = \frac{2381.8}{4800} = 0.49$$

Esta caída de tensión es adecuada ya que es menor al 5% solicitado por la NOM-001-SEDE-2005; en espera de la resultante total de acuerdo al mismo artículo hasta la ubicación del servicio final (contacto, equipo, luminaria, etc.)

### 2.9.3. ALIMENTADOR AIRE ACONDICIONADO DE PRECISIÓN NO. 3.

El alimentador inicia desde las zapatas de conexión del Interruptor de salida en el Tablero "H", de 3 polos 60 A, ubicado en las posiciones 07-09-11 del mismo tablero, hacia las zapatas de conexión del equipo; se canaliza por medio de tubo conduit Pared Gruesa Galvanizada (IMT) hasta la posición de ubicación definida en el Centro de Computo del Data Center.



La corriente de operación al 100% de capacidad de la unidad de aire acondicionado de precisión, incluyendo todos los componentes como son; compresor, turbina, humidificador y reheat suman un máximo de 43KVA de capacidad nominal del equipo; todos los elementos funcionarán al mismo tiempo solamente en algunos momentos, este cálculo contempla esta situación para evitar sobrecargas.

$$I = \frac{S}{V \sqrt{3}}$$

S Potencia = 43 000 VA.

V Tensión de operación = 480 V.

Sustituyendo los valores, la corriente en operación al 100% es de:

$$I = \frac{43000}{480 \times 1.73} = 51.78A$$

La capacidad del interruptor General (Int Gral) es el 20% más de la corriente nominal o mayor de los equipos a proteger en una línea eléctrica mas la corriente nominal de los demás equipos conectados en la misma línea.

$$\text{Int Gral} = I * 20\% = 51.78 \times 20\% = 62.13\text{Amps.}$$

Por seguridad y para redondear la capacidad a un valor nominal de protección termo magnética, se instalo un interruptor General para este alimentador de 3 Polos 60 A con lo que se cumple con lo requerido para seguridad al alimentador.

De acuerdo a los datos físicos del sitio y a los datos de la pre-ingeniería, se confirma que el cálculo y diseño del alimentador es adecuado por la siguiente descripción:

Capacidad al 100%:	34.3KW/43KVA.
Voltaje de Operación:	277/480 VAC.
Corriente (A) al 100%:	51.78 A.
Distancia:	26.00 M.

El equipo ocasionalmente funcionara al 100% por lo que la carga es la indicada anteriormente; por tal motivo el cableado debe estar calculado a la corriente determinada.



De acuerdo a la NOM-001-SEDE-2005; “Tabla 310-16.- Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de conductores aislados para 0 a 2000V nominales y 60°C a 90°C. No más de tres conductores portadores de corriente en una canalización o directamente enterrada, para una temperatura ambiente de 30°C.” y “Tabla 310-15(g).-Factores de ajuste para más de tres conductores portadores de corriente en una canalización o cable”.

Por corriente (A).- Para un cable calibre 4AWG, con aislamiento THHW-LS para 90°C, La corriente (A) máxima que puede conducir es de: 95Amps; por lo que el cableado de fases por corriente es correcto ya que se requiere solamente 51.78 A. Los equipos de Aire Acondicionado no requieren neutro por lo que no es necesario instalarlo.

Por Canalización.- Se tienen 3 hilos de cable calibre 4AWG con aislamiento THHW-LS para 90°C (Fases) y 1 hilo de cable calibre 10AWG sin aislamiento (Tierra Física).

De acuerdo a la Tabla C1.- Número máximo de conductores y cables de artefactos en tubo (conduit) metálico ligero (según la tabla 1 del Capítulo 1) de la NOM-001-SEDE-2005; para un tubo de 35mm se pueden instalar hasta 6 cables calibre 4AWG por lo que la canalización cumple con este apartado.

Factores de corrección.- por temperatura dado que las temperaturas medias en la Cd. De México corresponden a los 30°C el factor es 1 por lo que la capacidad de conducción de corriente no se ve afectada por este elemento físico. Por agrupamiento de acuerdo a la tabla 310-15(g) y dado que no se requiere Neutro el factor de corrección es de 1 por lo que la corriente no se ve afectada por este efecto.

Se corrobora que el uso de cable calibre 4AWG es adecuado ya que el consumo de los equipo será máximo de 51.78 A.

Caída de Tensión.- Para este cableado la caída de tensión, se calcula bajo la siguiente fórmula:

$$I = \frac{S}{V \sqrt{3}}$$

De acuerdo a CONDUMEX para cable calibre 4AWG el Fc =1.84 (Factor de Caída de Tensión Unitaria); sustituyendo valores nos da:

$$C \% = \frac{1.84 \times 26 \times 51.78}{4800}$$



El resultado de la caída de tensión del alimentador es de:

$$C\% = \frac{2477.15}{4800} = 0.51$$

Esta caída de tensión es adecuada ya que es menor al 5% solicitado por la NOM-001-SEDE-2005; en espera de la resultante total de acuerdo al mismo artículo hasta la ubicación del servicio final (contacto, equipo, luminaria, etc.)

## 2.10. ALIMENTADORES ELÉCTRICOS A AIRES ACONDICIONADOS DE PRECISIÓN ÁREA DE UPS'S DATA CENTER.

### 2.10.1. ALIMENTADOR AIRE ACONDICIONADO DE PRECISIÓN NO. 4.

El alimentador inicia desde las zapatas de conexión del Interruptor de salida en el Tablero "H", de 3 polos 60 A, ubicado en las posiciones 13-15-17 del mismo tablero, hacia las zapatas de conexión del equipo; se canaliza por medio de tubo conduit Pared Gruesa Galvanizada (IMT) hasta la posición de ubicación definida en el Centro de Computo del Data Center.

La corriente de operación al 100% de capacidad de la unidad de aire acondicionado de precisión, incluyendo todos los componentes como son; compresor, turbina, este equipo no cuenta con humidificador ni reheat suman un máximo de 9VA de capacidad nominal del equipo; todos los elementos funcionaran al mismo tiempo solamente en algunos momentos, este cálculo contempla esta situación para evitar sobrecargas.

$$I = \frac{S}{V \sqrt{3}}$$

S Potencia = 9 000 VA.

V Tensión de operación = 480 V.

Sustituyendo los valores, la corriente en operación al 100% es de:

$$I = \frac{9000}{480 \times 1.73} = 10.83A$$

La capacidad del interruptor General (Int Gral) es el 20% más de la corriente nominal o mayor de los equipos a proteger en una línea eléctrica mas la corriente nominal de los demás equipos conectados en la misma línea.

$$\text{Int Gral} = I * 20\% = 10.83 \times 20\% = 13 A$$





Por seguridad y para redondear la capacidad a un valor nominal de protección termo magnética, se instalo un interruptor General para para este alimentador de 3 Polos 20 A con lo que se cumple con lo requerido para seguridad al alimentador.

De acuerdo a los datos físicos del sitio y a los datos de la pre-ingeniería, se confirma que el cálculo y diseño del alimentador es adecuado por la siguiente descripción:

Capacidad al 100%:	7.2KW/9KVA.
Voltaje de Operación:	277/480 VAC.
Corriente (A) al 100%:	10.83 A.
Distancia:	24.00 M.

El equipo ocasionalmente funcionara al 100% por lo que la carga es la indicada anteriormente; por tal motivo el cableado debe estar calculado a la corriente determinada.

De acuerdo a la NOM-001-SEDE-2005; *“Tabla 310-16.- Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de conductores aislados para 0 a 2000V nominales y 60°C a 90°C. No más de tres conductores portadores de corriente en una canalización o directamente enterrada , para una temperatura ambiente de 30°C.”* y *“Tabla 310-15(g).-Factores de ajuste para más de tres conductores portadores de corriente en una canalización o cable”*.

Por corriente (A).- Para un cable calibre 8AWG, con aislamiento THHW-LS para 90°C, La corriente (A) máxima que puede conducir es de: 55Amps; por lo que el cableado de fases por corriente es correcto ya que se requiere solamente 10.83 A. Los equipos de Aire Acondicionado no requieren neutro por lo que no es necesario instalarlo.

Por Canalización.- Se tienen 3 hilos de cable calibre 8AWG con aislamiento THHW-LS para 90°C (Fases) y 1 hilo de cable calibre 10AWG sin aislamiento (Tierra Física).

De acuerdo a la Tabla C1.- Número máximo de conductores y cables de artefactos en tubo (conduit) metálico ligero (según la tabla 1 del Capítulo 1) de la NOM-001-SEDE-2005; para un tubo de 27mm se pueden instalar hasta 6 cables calibre 8AWG por lo que la canalización cumple con este apartado.

Factores de corrección.- por temperatura dado que las temperaturas medias en la Cd. De México corresponden a los 30°C el factor es 1 por lo que la capacidad de conducción de corriente no se ve afectada por este elemento físico. Por agrupamiento de acuerdo a la tabla 310-15(g) y dado que no se requiere Neutro el factor de corrección es de 1 por lo que la corriente no se ve afectada por este efecto.



Se corrobora que el uso de cable calibre 8AWG es adecuado ya que el consumo de los equipo será máximo de 10.83 A.

Caída de Tensión.- Para este cableado la caída de tensión, se calcula bajo la siguiente fórmula:

$$c \% = \frac{F_c L I}{10 V}$$

De acuerdo a CONDUMEX para cable calibre 8AWG el  $F_c=4.64$  (Factor de Caída de Tensión Unitaria); sustituyendo valores nos da:

$$c \% = \frac{4.64 \times 24 \times 10.83}{4800}$$

El resultado de la caída de tensión del alimentador es de:

$$c \% = \frac{1206}{4800} = 0.25$$

Esta caída de tensión es adecuada ya que es menor al 5% solicitado por la NOM-001-SEDE-2005; en espera de la resultante total de acuerdo al mismo artículo hasta la ubicación del servicio final (contacto, equipo, luminaria, etc.)

#### 2.10.2. ALIMENTADOR AIRE ACONDICIONADO DE PRECISIÓN NO. 5.

El alimentador inicia desde las zapatas de conexión del Interruptor de salida en el Tablero "H", de 3 polos 60 A, ubicado en las posiciones 14-16-18 del mismo tablero, hacia las zapatas de conexión del equipo; se canaliza por medio de tubo conduit Pared Gruesa Galvanizada (IMT) hasta la posición de ubicación definida en el Centro de Computo del Data Center.

La corriente de operación al 100% de capacidad de la unidad de aire acondicionado de precisión, incluyendo todos los componentes como son; compresor, turbina, este equipo no cuenta con humidificador ni reheat suman un máximo de 9VA de capacidad nominal del equipo; todos los elementos funcionaran al mismo tiempo solamente en algunos momentos, este cálculo contempla esta situación para evitar sobrecargas.

$$I = \frac{S}{V \sqrt{3}}$$

S Potencia = 9 000 VA.

V Tensión de operación = 480 V.



Sustituyendo los valores, la corriente en operación al 100% es de:

$$I = \frac{9000}{480 \times 1.73} = 10.83A$$

La capacidad del interruptor General (Int Gral) es el 20% más de la corriente nominal o mayor de los equipos a proteger en una línea eléctrica mas la corriente nominal de los demás equipos conectados en la misma línea.

$$\text{Int Gral} = I * 20\% = 10.83 \times 20\% = 13.00\text{Amps.}$$

Por seguridad y para redondear la capacidad a un valor nominal de protección termo magnética, se instalo un interruptor General para este alimentador de 3 Polos 20 A con lo que se cumple con lo requerido para seguridad al alimentador.

De acuerdo a los datos físicos del sitio y a los datos de la pre-ingeniería, se confirma que el cálculo y diseño del alimentador es adecuado por la siguiente descripción:

Capacidad al 100%:	7.2KW/9KVA.
Voltaje de Operación:	277/480 VAC.
Corriente (A) al 100%:	10.83 A.
Distancia:	20.00 M.

El equipo ocasionalmente funcionara al 100% por lo que la carga es la indicada anteriormente; por tal motivo el cableado debe estar calculado a la corriente determinada.

De acuerdo a la NOM-001-SEDE-2005; *“Tabla 310-16.- Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de conductores aislados para 0 a 2000V nominales y 60°C a 90°C. No más de tres conductores portadores de corriente en una canalización o directamente enterrada, para una temperatura ambiente de 30°C.”* y *“Tabla 310-15(g).-Factores de ajuste para más de tres conductores portadores de corriente en una canalización o cable”*.

Por corriente (A).- Para un cable calibre 8AWG, con aislamiento THHW-LS para 90°C, La corriente (A) máxima que puede conducir es de: 55Amps; por lo que el cableado de fases por corriente es correcto ya que se requiere solamente 10.83 A.

Los equipos de Aire Acondicionado no requieren neutro por lo que no es necesario instalarlo.



Por Canalización.- Se tienen 3 hilos de cable calibre 8AWG con aislamiento THHW-LS para 90°C (Fases) y 1 hilo de cable calibre 10AWG sin aislamiento (Tierra Física).

De acuerdo a la Tabla C1.- Número máximo de conductores y cables de artefactos en tubo (conduit) metálico ligero (según la tabla 1 del Capítulo 1) de la NOM-001-SEDE-2005; para un tubo de 27mm se pueden instalar hasta 6 cables calibre 8AWG por lo que la canalización cumple con este apartado.

Factores de corrección.- por temperatura dado que las temperaturas medias en la Cd. De México corresponden a los 30°C el factor es 1 por lo que la capacidad de conducción de corriente no se ve afectada por este elemento físico. Por agrupamiento de acuerdo a la tabla 310-15(g) y dado que no se requiere Neutro el factor de corrección es de 1 por lo que la corriente no se ve afectada por este efecto.

Se corrobora que el uso de cable calibre 8AWG es adecuado ya que el consumo de los equipo será máximo de 10.83 A.

Caída de Tensión.- Para este cableado la caída de tensión, se calcula bajo la siguiente fórmula:

$$c \% = \frac{F_c L I}{10 V}$$

De acuerdo a CONDUMEX para cable calibre 8AWG el  $F_c=4.64$  (Factor de Caída de Tensión Unitaria); sustituyendo valores nos da:

$$c \% = \frac{4.64 \times 20 \times 10.83}{4800}$$

El resultado de la caída de tensión del alimentador es de:

$$c \% = \frac{1005}{4800} = 0.20$$

Esta caída de tensión es adecuada ya que es menor al 5% solicitado por la NOM-001-SEDE-2005; en espera de la resultante total de acuerdo al mismo artículo hasta la ubicación del servicio final (contacto, equipo, luminaria, etc.)



---

# *CAPITULO III*

## *ILUMINACION DE ESPACIOS DATA CENTER*



### 3. Iluminación de espacios “Data Center”

#### 3.1 Características Generales:

El requerimiento fundamental del diseño de la iluminación del “Data Center” es el permitir a las personas que ocupen las áreas el poder desarrollar sus tareas de forma eficiente y precisa, con un mínimo de fatiga y esfuerzo para los ojos, para desarrollar este proyecto se tomaron en consideración algunos de los siguientes factores que involucran parte de la solución que no es perfectamente medible pero si considerada para lograr el objetivo determinado:

- Factores de la vista humana.
- Acomodamiento.
- Adaptación.
- Respuesta al espectro luminoso.
- Luz y Color.
- Curvas de distribución de intensidad.

Para llevar a cabo el proyecto se consideraron los siguientes factores de las fuentes luminosas a elegir que permitirán que la iluminación propuesta sea plenamente eficaz:

- El Nivel de Iluminación.
- El deslumbramiento.
- Las sombras y el modelado.
- La calidad de la Luz.
- La distribución de luminancias.
- Utilizar accesorios que ahorren energía.

Para el proyecto del “Data Center” se considero la “Luz Directa” (emitida por las luminarias) y la “Luz Indirecta” emitida por los objetos a iluminar y el reflejo de los mismos.

#### 3.2. Iluminación “Data Center” Planta Alta.

##### 3.2.1 Características Físicas.

Para la Planta Alta del “Data Center”, el proyecto se divide en diversas áreas con diversos tipos de uso denominados aquí para presentar el cálculo adecuado de acuerdo al uso que se le dará a cada una como:

Partida	Espacio	Requerimiento (Ni), (Lux)	Área (m2)
1.0	C.C. (Centro de computo).	500	101.08
2.0	Cuarto de servicio de CC	150	19.76
2.0	C.C.C.	400	71.6
3.0	Soporte técnico	400	36.0
4.0	Cintoteca	150	6.37
5.0	Dirección	400	18.8
6.0	Recepción	400	15.51
7.0	NOC	400	19.36
8.0	Admón.. IT	400	17.16
9.0	C.C. y M.	500	78.1
10.0	C.C.A. y V.	400	8.64
11.0	Almacén.	150	5.5

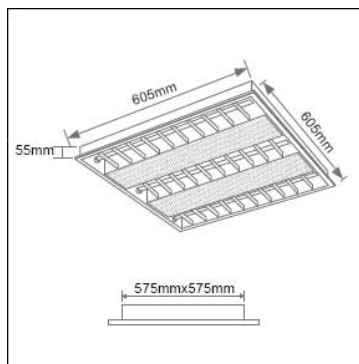


12.0	Administración.	400	10.56
13.0	Almacén de refacciones.	150	6.6
14.0	Operadoras telefónicas.	400	19.4
15.0	Recepción, Audio y Voceo.	400	10.4
16.0	Audio y Voceo	300	8.6
17.0	Pasillo central General	150	73.8

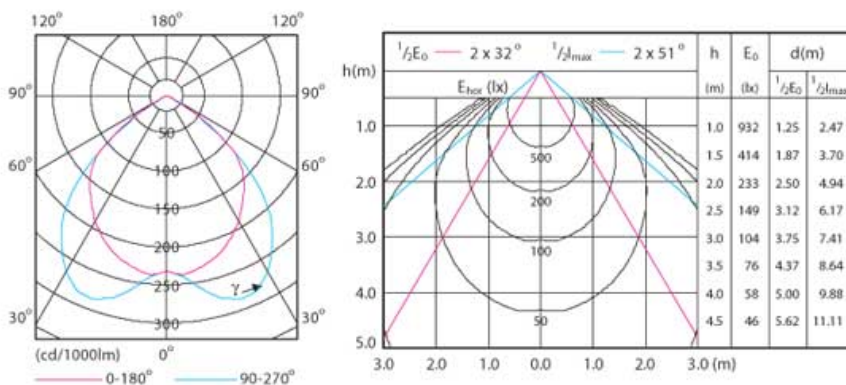
	Factor
La altura útil en todo el “Data center” planta alta de:	2.45 M.
La altura del plano de trabajo oficinas es de:	1.00 M.
La altura del plano de trabajo en C.C. es de:	1.20 M.
Acabado de Muros: Pasta Color blanco.	0.50
Techo: Plafond blanco.	0.70
Piso CC y cuarto de servicios: Blanco	0.80
Piso Oficinas: Alfombra gris obscuro.	0.35
Mobiliario Cc y cuarto de servicio: Acabado oscuro.	0.15
Mobiliario en general oficinas: Acabados claros.	0.80

Nivel de iluminación recomendado de acuerdo a la ANSI/TIA-942-2005 en su apartado 5.3.4.5 y 5.4.8.6 para una instalación a un Centro de Cómputo debe ser de 500Lux de forma horizontal y 200Lux de forma vertical, medidos entre los gabinetes a 1 M de distancia del piso terminado. Para el área de oficinas, ya que no existe una normatividad específica y por estudios diversos y publicaciones dedicadas al tema el nivel de Iluminación de calidad debe estar entre los 400 y 1000Lux, para áreas de trabajo continuo y para las áreas de servicio, almacenes y cintotecas se requieren únicamente 150 Lux (Ni).

Para toda la planta alta se utilizaron luminarias marca TecnoLite, modelo LTL3140, con Louver difusor metálico, balastro electrónico y 3 luminarias tipo fluorescente color blanco 4100°K modelo F14T5BF, del tipo de ahorro de energía con un consumo máximo por lámpara de 42Watts.



Las características fotométricas de la lámpara es la siguiente:



Las características de las luminarias de la lámpara seleccionada son las siguientes:

código	watts	base	lumens	luz	k <sup>h</sup> /hm	medidas(a x b)	vida(Hrs.)	empaques
F4T5D	4W	G5	110	Luz de Día	6500	16mm x 150.1mm	5000	1000/100
F4T5BL	4W	G5		Luz Negra s/Filtro	/365	16mm x 150.1mm	5000	1000/100
F4T5BLB	4W	G5		Luz Negra c/Filtro	/365	16mm x 150.1mm	5000	1000/100
F6T5D	6W	G5	210	Luz de Día	6500	16mm x 266.3mm	5000	500/50
F6T5BL	6W	G5		Luz Negra s/Filtro	/365	16mm x 266.3mm	5000	500/50
F6T5BLB	6W	G5		Luz Negra c/Filtro	/365	16mm x 266.3mm	5000	500/50
F8T5D	8W	G5	310	Luz de Día	6500	16mm x 302.5mm	5000	500/50
F8T5BL	8W	G5		Luz Negra s/Filtro	/36	16mm x 302.5mm	5000	500/50
F8T5BLB	8W	G5		Luz Negra c/Filtro	/365	16mm x 302.5mm	5000	500/50
F13T5D	13W	G5	650	Luz de Día	6500	16mm x 531.5mm	5000	250/50
F14T5BF	14W	G5	1190	Blanco Frío	4200	16mm x 563.20mm	8000	60
F15T8D	15W	G5	560	Luz de Día	6500	26mm x 451.60mm	7000	200/50
F15T8BL	15W	G13		Luz Negra s/Filtro	/365	26mm x 451.60mm	7000	200/50
F15T8BLB	15W	G13		Luz Negra c/Filtro	/365	26mm x 451.60mm	7000	200/50
F15T8AQ	15W	G13	280	Acuario	/400-700	26mm x 451.60mm	7000	200/50
G15T8	15W	G13		Germicida	/254	26mm x 451.60mm	7000	200/25
F20T8D	20W	G13	960	Luz de Día	6500	26mm x 451.60mm	7000	200/25
F20T8BLB	20W	G13		Luz Negra c/Filtro	/365	26mm x 604mm	7000	200/25
F20T8AQ	20W	G13	290	Acuario	/400-700	26mm x 604mm	7000	200/25
F28T5BF	28W	G13	2650	Blanco Frío	4200	16mm x 1163.20mm	10000	60
F30T9AQ	30W	G13	800	Acuario	/400-700	31mm x 908.88mm	8000	25
G30T8	30W	G13		Germicida	/254	31mm x 908.88mm	8000	25
F40T12BLB	40W	G13		Luz Negra c/Filtro	/365	40.5mm x 1213.60mm	8000	25
F40T9AQ	40W	G13	960	Acuario	/400-700	31mm x 1213.60mm	8000	25

De acuerdo a los datos anteriores el “Flujo luminoso” de cada luminaria es de 1190 Lúmenes, considerando que cada lámpara tiene tres luminarias, el flujo luminoso (FI) de cada lámpara es de 3570 Lúmenes.

Se considera que las lámparas tendrán un factor de mantenimiento (limpieza) mínimo cada 6 meses, de acuerdo a las características de las lámparas utilizadas el factor de mantenimiento es de 0.95, por lo que el “Factor de depreciación” (Fd) es el inverso del factor de mantenimiento por lo que él (Fd) es de 1.05.

Para luz “Blanco Frío” de 4100°K el índice de reproducción de color es de 85.

Las aletas de distribución de las luminarias impiden el deslumbramiento por lo que son adecuadas para el uso establecido como servicio de oficina.

Los cuadros para determinar el Factor de Utilización (Fu) de acuerdo a estándares son los siguientes:





MEMORIA DE EXPERIENCIA PROFESIONAL

REPARTO LUMINOSO	Factor de mantenimiento fm. %	Techo %			70			50			30				
		Paredes %	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	
			K	Coeficiente de utilización C <sub>u</sub>											
	DIRECTO	Abiertos	1	46	43	41	46	43	41	43	41	43	41	43	41
		Buena 75	1,2	54	51	49	53	51	48	50	48	50	48	50	48
		Medio 70	1,5	59	56	53	58	55	53	55	53	55	53	55	53
		Mala 65	2	63	60	57	62	59	57	59	57	59	57	59	57
			2,5	65	63	60	65	62	60	62	60	62	60	62	60
		Cerrados	3	69	67	65	68	66	64	65	64	65	64	65	64
		Buena 80	4	71	69	67	70	68	67	68	67	68	67	68	66
		Medio 77	6	73	71	69	72	70	68	69	68	69	68	69	68
		Mala 73	8	75	73	71	73	72	71	71	71	70	71	70	71
			10	76	75	73	75	73	72	72	72	71	72	71	72

REPARTO LUMINOSO	Factor de mantenimiento fm. %	Techo %			70			50			30				
		Paredes %	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	
			K	Coeficiente de utilización C <sub>u</sub>											
	SEMIDIRECTO	1	41	39	37	41	39	37	39	37	39	37	39	37	
		1,2	49	46	45	47	46	44	45	44	45	44	45	44	
		1,5	54	52	51	53	52	51	52	51	52	51	52	51	
		2	57	54	53	57	54	53	54	53	54	53	54	53	
		Buena 70	2,5	59	58	54	59	56	54	56	54	56	54	56	54
		Medio 60	3	63	60	59	62	61	58	59	58	59	58	59	58
		Mala 50	4	64	63	60	63	62	60	62	61	61	60	62	61
			6	65	64	63	64	63	62	63	62	63	62	63	62
			8	67	65	64	65	64	64	64	64	63	64	63	64
			10	72	67	65	67	65	64	65	64	65	64	65	64

REPARTO LUMINOSO	Factor de mantenimiento fm. %	Techo %			70			50			30				
		Paredes %	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	
			K	Coeficiente de utilización C <sub>u</sub>											
	EMPOTRADAS	1	53	51	49	53	51	49	52	51	50	49	51	50	
		1,2	56	54	53	56	54	53	56	54	53	56	54	53	
		1,5	58	56	55	58	56	55	57	56	55	57	56	55	
		2	60	58	57	60	58	57	60	58	57	60	58	57	
		Buena 80	2,5	62	60	59	61	60	59	61	59	61	59	61	59
		Medio 75	3	63	62	60	63	61	60	62	61	61	60	62	61
		Mala 70	4	64	63	61	63	62	61	63	62	61	63	62	61
			6	65	64	63	64	63	63	63	63	63	63	63	63
			8	66	65	64	65	64	63	64	63	64	63	64	63
			10	68	66	65	66	65	64	65	64	65	64	65	64

REPARTO LUMINOSO	Factor de mantenimiento fm. %	Techo %			70			50			30				
		Paredes %	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	
			K	Coeficiente de utilización C <sub>u</sub>											
	CON DIFUSOR	1	27	22	20	26	22	19	25	22	25	22	25	22	
		1,2	33	29	26	33	29	25	32	28	32	28	32	28	
		1,5	38	34	30	38	33	30	37	33	37	33	37	33	
		2	43	38	35	42	38	34	41	38	41	38	41	38	
		Buena 78	2,5	46	42	38	46	41	38	44	41	44	41	44	41
		Medio 65	3	50	47	43	50	46	43	48	46	48	46	48	46
		Mala 55	4	53	50	47	53	49	47	51	48	51	48	51	48
			6	55	52	50	54	52	49	53	51	53	51	53	51
			8	58	55	53	58	55	53	56	54	56	54	56	54
			10	60	57	55	59	57	55	57	55	57	55	57	55

3.3. Iluminación “Data Center” Planta Baja.

3.3.1 Características Físicas.

Para la Planta Baja del “Data Center”, el proyecto se divide en diversas áreas con diversos tipos de uso denominados aquí para presentar el cálculo adecuado de acuerdo al uso que se le dará a cada una como:

Partida	Espacio	Requerimiento (Ni), (Lux)	Área (m2)
1.0	Tableros.	500	101.08
2.0	Subestaciones.	150	19.76
2.0	Plantas de Emergencia.	400	71.6
3.0	Plantas de Emergencia Ventilación.	400	36.0



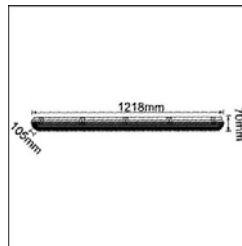
4.0	UPS's.	150	6.37
5.0	Almacén.	400	18.8
6.0	Cuarto Tanque Diesel 10,000lts.	400	26.4

Factor

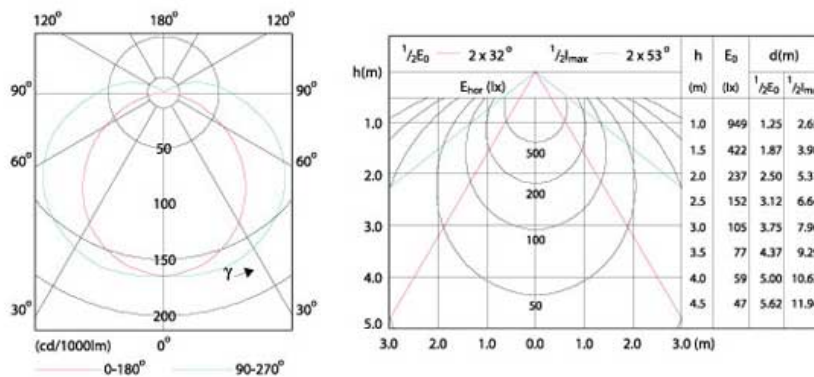
La altura útil en todo el “Data center” planta baja de: 3.75 M.  
 La altura del plano de trabajo es de: 1.40 M.  
 Acabado de Muros: Pasta Color blanco 0.50  
 Techo: Aluminio 0.70  
 Piso: Gris claro 0.35  
 Equipos: Acabados claros 0.80

Nivel de iluminación recomendado para áreas destinadas a equipos de servicio debe ser de 75 a 150Lux (Ni), por estudios diversos y publicaciones dedicadas al tema el nivel de Iluminación de calidad.

Para toda la planta baja se utilizaron luminarias marca Imagg, del tipo a prueba de polvo con POLICARBONATO envolvente transparente, balastro electrónico y 2 luminarias tipo fluorescente color blanco 4200°K modelo F28T5BF, del tipo de ahorro de energía con un consumo máximo por lámpara de 36Watts.



Las características fotométricas de la lámpara es la siguiente:





Las características de las luminarias de la lámpara seleccionada son las siguientes:

código	watts	base	lumens	luz	k <sup>º</sup> /nm	medidas(a x b)	vida(Hrs.)	empaques
F4T5D	4W	G5	110	Luz de Día	6500	16mm x 150.1mm	5000	1000/100
F4T5BL	4W	G5		Luz Negra s/Filtro	/365	16mm x 150.1mm	5000	1000/100
F4T5BLB	4W	G5		Luz Negra c/Filtro	/365	16mm x 150.1mm	5000	1000/100
F6T5D	6W	G5	210	Luz de Día	6500	16mm x 266.3mm	5000	500/50
F6T5BL	6W	G5		Luz Negra s/Filtro	/365	16mm x 266.3mm	5000	500/50
F6T5BLB	6W	G5		Luz Negra c/Filtro	/365	16mm x 266.3mm	5000	500/50
F8T5D	8W	G5	310	Luz de Día	6500	16mm x 302.5mm	5000	500/50
F8T5BL	8W	G5		Luz Negra s/Filtro	/36	16mm x 302.5mm	5000	500/50
F8T5BLB	8W	G5		Luz Negra c/Filtro	/365	16mm x 302.5mm	5000	500/50
F13T5D	13W	G5	650	Luz de Día	6500	16mm x 531.5mm	5000	250/50
F14T5BF	14W	G5	1190	Blanco Frío	4200	16mm x 563.20mm	8000	60
F15T8D	15W	G5	560	Luz de Día	6500	26mm x 451.60mm	7000	200/50
F15T8BL	15W	G13		Luz Negra s/Filtro	/365	26mm x 451.60mm	7000	200/50
F15T8BLB	15W	G13		Luz Negra c/Filtro	/365	26mm x 451.60mm	7000	200/50
F15T8AQ	15W	G13	280	Acuario	/400-700	26mm x 451.60mm	7000	200/50
G15T8	15W	G13		Germicida	/254	26mm x 451.60mm	7000	200/25
F20T8D	20W	G13	960	Luz de Día	6500	26mm x 451.60mm	7000	200/25
F20T8BLB	20W	G13		Luz Negra c/Filtro	/365	26mm x 604mm	7000	200/25
F20T8AQ	20W	G13	290	Acuario	/400-700	26mm x 604mm	7000	200/25
F28T5BF	28W	G13	2650	Blanco Frío	4200	16mm x 1163.20mm	10000	60
F30T9AQ	30W	G13	800	Acuario	/400-700	31mm x 908.88mm	8000	25
G30T8	30W	G13		Germicida	/254	31mm x 908.88mm	8000	25
F40T12BLB	40W	G13		Luz Negra c/Filtro	/365	40.5mm x 1213.60mm	8000	25
F40T9AQ	40W	G13	960	Acuario	/400-700	31mm x 1213.60mm	8000	25

De acuerdo a los datos anteriores el “Flujo luminoso” de cada luminaria es de 2650 lúmenes, considerando que cada lámpara tiene dos luminarias, el flujo luminoso (Fl) de cada lámpara es de 5300 Lúmenes.


Se considera que las lámparas tendrán un factor de mantenimiento (limpieza) mínimo cada 6 meses, de acuerdo a las características de las lámparas utilizadas el factor de mantenimiento es de 0.95, por lo que el “Factor de depreciación” (Fd) es el inverso del factor de mantenimiento por lo que él (Fd) es de 1.05.

Para luz “Blanco Frío” de 4200°K el índice de reproducción de color es de 90.

Los cuadros para determinar el Factor de Utilización (Fu) de acuerdo a estándares son los siguientes:



MEMORIA DE EXPERIENCIA PROFESIONAL

REPARTO LUMINOSO	Factor de mantenimiento fm. %	Techo %											
		70			50			30					
		Paradas %	50	30	10	50	30	10	50	30	10		
	K	Coeficiente de utilización C <sub>u</sub>											
<b>DIRECTO</b> 	Abiertos	1	46	43	41	46	43	41	43	41	43	41	
	Buena 75	1,2	54	51	49	53	51	48	50	48	50	48	
	Medio 70	1,5	58	56	53	58	55	53	55	53	55	53	
	Mala 65	2	63	60	57	62	58	57	59	57	59	57	
		2,5	65	63	60	65	62	60	62	60	62	60	
	Cerrados	3	69	67	65	68	66	64	65	64	65	64	
	Buena 80	4	71	69	67	70	68	67	68	66	68	66	
	Medio 77	6	73	71	69	72	70	68	69	68	69	68	
	Mala 73	8	75	73	71	73	72	71	71	70	71	70	
		10	76	75	73	75	73	72	72	71	72	71	

REPARTO LUMINOSO	Factor de mantenimiento fm. %	Techo %											
		70			50			30					
		Paradas %	50	30	10	50	30	10	50	30	10		
	K	Coeficiente de utilización C <sub>u</sub>											
<b>DIRECTO</b> 		1	30	25	22	29	25	22	25	22	25	22	
		1,2	38	33	30	37	33	29	32	29	32	29	
		1,5	44	39	36	43	39	36	38	35	38	35	
		2	51	46	42	49	45	41	44	41	44	41	
	Buena 70	2,5	55	50	47	54	49	46	46	45	46	45	
	Medio 60	3	62	57	53	60	56	52	54	52	54	52	
	Mala 50	4	65	61	58	63	60	57	58	56	58	56	
		6	68	65	62	66	63	60	61	59	61	59	
		8	72	69	66	70	67	65	65	63	65	63	
		10	74	72	69	72	70	68	68	66	68	66	

REPARTO LUMINOSO	Factor de mantenimiento fm. %	Techo %											
		70			50			30					
		Paradas %	50	30	10	50	30	10	50	30	10		
	K	Coeficiente de utilización C <sub>u</sub>											
<b>SEMIDIRECTO</b> 		1	41	39	37	41	39	37	39	37	39	37	
		1,2	49	46	45	47	46	44	45	44	45	44	
		1,5	54	52	51	53	52	51	52	51	52	51	
		2	57	54	53	57	54	53	54	53	54	53	
	Buena 70	2,5	58	58	54	59	56	54	56	54	56	54	
	Medio 60	3	63	60	59	62	61	58	59	58	59	58	
	Mala 50	4	64	63	60	63	62	60	62	61	62	61	
		6	65	64	63	64	63	62	63	62	63	62	
		8	67	65	64	65	64	64	64	63	64	63	
		10	72	67	65	67	65	64	65	64	65	64	

REPARTO LUMINOSO	Factor de mantenimiento fm. %	Techo %											
		70			50			30					
		Paradas %	50	30	10	50	30	10	50	30	10		
	K	Coeficiente de utilización C <sub>u</sub>											
<b>SEMIDIRECTO</b> 		1	28	23	20	27	23	20	23	20	23	20	
		1,2	36	32	28	35	31	28	30	27	30	27	
		1,5	43	38	34	41	37	33	36	33	36	33	
		2	49	44	40	47	42	39	41	38	41	38	
	Buena 70	2,5	54	49	45	51	47	44	45	42	45	42	
	Medio 60	3	60	55	51	57	53	50	50	48	50	48	
	Mala 50	4	64	60	56	60	57	54	54	51	54	51	
		6	67	63	60	63	60	57	56	54	56	54	
		8	70	67	64	66	63	61	60	58	60	58	
		10	73	70	68	68	66	64	62	61	62	61	

REPARTO LUMINOSO	Factor de mantenimiento fm. %	Techo %											
		70			50			30					
		Paradas %	50	30	10	50	30	10	50	30	10		
	K	Coeficiente de utilización C <sub>u</sub>											
<b>EMPOTRADAS</b> 		1	53	51	49	53	51	49	52	51	52	51	
		1,2	56	54	53	56	54	53	56	54	56	54	
		1,5	58	56	55	58	56	55	57	56	57	56	
		2	60	58	57	60	58	57	60	58	60	58	
	Buena 80	2,5	62	60	59	61	60	59	61	59	61	59	
	Medio 75	3	63	62	60	63	61	60	62	61	62	61	
	Mala 70	4	64	63	61	63	62	61	63	62	63	62	
		6	65	64	63	64	63	63	63	63	63	63	
		8	66	65	64	65	64	63	64	63	64	63	
		10	68	66	65	66	65	64	64	64	64	64	

REPARTO LUMINOSO	Factor de mantenimiento fm. %	Techo %											
		70			50			30					
		Paradas %	50	30	10	50	30	10	50	30	10		
	K	Coeficiente de utilización C <sub>u</sub>											
<b>CON DIFUSOR</b> 		1	27	22	20	26	22	19	25	22	25	22	
		1,2	33	29	26	33	29	25	32	28	32	28	
		1,5	38	34	30	38	33	30	37	33	37	33	
		2	43	38	35	42	38	34	41	38	41	38	
	Buena 78	2,5	46	42	38	46	41	38	44	41	44	41	
	Medio 65	3	50	47	43	50	46	43	48	46	48	46	
	Mala 55	4	53	50	47	53	49	47	51	48	51	48	
		6	55	52	50	54	52	49	53	51	53	51	
		8	58	55	53	58	55	53	56	54	56	54	
		10	60	57	55	59	57	55	57	55	57	55	



# *CAPITULO IV*

## *SISTEMA DE TIERRA FISICA*



#### 4. Sistema de Tierra Física

##### 4.1. Objeto del Sistema De tierra Físicas.

Las puestas a tierra se establecen con el objeto principal de limitar la tensión que con respecto a tierra pueden presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en el material o en el manejo de las instalaciones eléctricas.

Para el caso del "Data Center" el objeto primordial es su uso como fuente de referencia común entre los sistemas de cómputo y los sistemas de telecomunicaciones dentro del Centro de Cómputo de acuerdo a la ANSI/TIA-942-2005 artículo G5.1.7.

##### 4.2. Características Generales.

Sistema de Tierras de potencia.- De acuerdo a la resistividad del terreno, la resistencia a tierra no debe exceder de 25 ohms para cumplir con la Norma Oficial Mexicana (NOM-001-SEDE-2005; Artículo 250 y relativos del, 410, 800, 210, 720, 310, 665, 370, 384 y 450) calculada para estar dentro de los límites de seguridad en las tensiones de paso y de contacto.

Se instalaron dos sistemas de malla para puesta a tierra, uno para las cargas que van directamente ligadas a las cargas electrónicas (UPS's, PDU's y contactos a servidores y equipos de telecomunicación) y una segunda malla para puesta a tierra exclusivamente para las cargas de potencia (Subestación, Tableros principal, Energía comercial y Plantas de emergencia). Ambas mallas están unidas a un punto común con la puesta a tierra general del edificio para hacer equipotencial todos los puntos de tierra y de esta forma cumplir con lo requerido con la IEEE-1100 Publicación esmeralda, la ANSI/TIA-942-2005 y la NOM-001-SEDE-2005 artículo 250-81.

Ambos sistemas de tierras consiste en una malla de cable desnudo semiduro en el interior de la planta baja del Edificio de Servicio del "Data Center" el cual está conectado a varillas de tierra.

Las varillas del sistema de tierras son del tipo "copperweld" de 3 M de longitud y 15.85 mm de diámetro. El número de varillas está determinado mediante el cálculo de la tensión de paso y de contacto, donde se considera la resistividad del terreno.

El sistema de tierras está diseñado de forma tal, que permita pruebas periódicas por medio de pozos de registro para determinadas varillas.

##### 4.3. Accesorios del Sistema de tierra.

Para el desarrollo del sistema de tierra del "Data Center", se escogieron los siguientes elementos que nos proporcionan la forma óptima dada las condiciones arquitectónicas del área en donde se ubico el mismo.

- Electrodo tipo Cooper-Weld de 3 M por 15.85mm de diámetro.
- Producto GEM para activar de forma más eficiente la resistividad entre el electrodo y la tierra.
- Cable calibre 4/0 de 7 hilos sin aislamiento para unir los electrodos y hacer la malla de tierra.
- Malla de tierra para protección en áreas de equipos eléctricos de generación y transformación de energía.
- Soldadura tipo exotérmica en todos los puntos de unión requeridos de los cables.
- Conexión directa a subestaciones, MSB y Plantas de emergencia.



- Barras de cobre puro para la distribución a los demás equipos eléctricos y en las áreas de conexión de cómputo y telecomunicaciones.
- Aisladores cerámicos tipo barril para montaje de barras de tierra.

Conexiones con zapatas ponchables para asegurar la continuidad.  
Malla de tierra para soportería de piso falso antiestático.

#### 4.4. Cálculo de la resistencia de la malla de puesta a tierra del sistema electrónico.

La resistencia de puesta a tierra es la que existe entre el electrodo y un punto lejano del terreno a potencial cero. Conocida la diferencia de potencial entre el electrodo y un punto lejano y dividido por la intensidad que disipa el electrodo se obtendrá el valor de la resistencia.

Para facilitar el cálculo se requiere especificar los siguientes valores:

- Resistencia de puesta a tierra ( $R_r$ ) en ohm/ohm.m
- Resistividad del terreno ( $R_o$ ).

Se midió con un Megger de 3 puntas la resistividad de 6 puntos del terreno en donde se realizó la malla de tierra física, teniendo como resultado una medida de 50 ohm-m.

La fórmula para establecer la resistividad de un electrodo cooperweld utilizado en el sistema de tierra del "Data Center" es la siguiente:

$$R_r = \frac{R_o}{2 \times 3.14 \times L} \times \ln \left[ \frac{4 \times L}{d} \right]$$

$$R_r = \frac{50}{18.88} \times \ln 750$$

$$R_r = 17.59 \text{ ohms}$$

Para obtener la resistividad requerida menor a 2 ohm que se requiere para un sistema de tierra dedicado a equipo de computo de acuerdo a los estándares de la IEEE-1100 publicación esmeralda, se instalaron once electrodos cooperweld conectados en forma paralela por lo que de acuerdo a cálculos la resistencia final de la malla es la siguiente:

$$R_{tp} \text{ (Resistencia total en Paralelo)} = 1 / \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n} \right)$$

$$R_{tp} \text{ (Resistencia total en Paralelo)} = 1 / \left( \frac{1}{17.59} \right) * 11$$

$$R_{tp} \text{ (Resistencia total en Paralelo)} = 1.59 \text{ Ohm}$$



Como medida adicional de seguridad, se colocó una malla en todo el piso donde se encuentra el equipo de fuerza (Subestaciones, Tablero MSB, Plantas de Emergencia y Cuarto de UPS's) formada de cuadros de 1.00X1.00 M con cable calibre 4/0 con aplicaciones de soldadura exotérmica en cada punto de cruce y conectadas al sistema de puesta a tierra por lo menos en dos puntos de cada cuarto; al instalar esta malla se asegura que las personas que deban acceder a alguna parte de estos locales que pueden ser susceptibles a quedar con alguna tensión de forma eventual, este sobre una superficie equipotencial, con lo que desaparece el riesgo inherente a la tensión de contacto y de paso interior; esta malla se cubrió con concreto de 10 cm de espesor para lograr el plan propuesta y evitar riesgos.

#### 4.5. Distribución de Cableado

El cableado de distribución desde los puntos de unión de la puesta a tierra a los diversos dispositivos en el "Data Center", se realizaron de acuerdo a las recomendaciones de la ANSI/TIA-945-2005 artículo G.5.1.6 y a la NOM-001-SEDE-2005 tabla 250-95.

EQUIPO	RECOMENDACIONES ANSI/TIA-942-2005	RECOMENDACIONES NOM-001-SEDE-2005	INSTALADO
	CALIBRE CABLE	CALIBRE CABLE	
CONEXIÓN ENTRE ELECTRODOS	4/0	4/0	4/0
CONEXIÓN A BARRA DE DIST.	NA	NA	4/0
SUBESTACIONES 500KVA	NA	1/0	4/0
TABLERO MSB	NA	1/0	4/0
PLANTAS DE EMERGENCIA	NA	1/0	4/0
UPS'S Y ACCESORIOS.	NA	4	2
PDU'S CC	NA	6	6
PDU'S CTR-10	NA	10	6
TELECOMM GROUDING BUSBAR (TGB)	1	NA	4/0
AIRE ACONDICIONADO PRECISIÓN	6	10	10
ESCALERILLAS	6	NA	NO HAY ESCALERILLAS AL CC
PEDESTALES DE PISO FALSO	6	NA	6





---

# *CONCLUSIONES*



La descripción establecida en este trabajo del Proceso de Diseño de Ingeniería de las instalaciones eléctricas para el Data Center del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México en la que se participó, certifica la experiencia que se tuvo en el ámbito de la utilización de la Energía Eléctrica, toda vez que se contempla desde parámetros de diseño hasta los sistemas de tierra, englobando el Sistema de Distribución de Energía e iluminación del área de comunicaciones para la funcionalidad del aeropuerto.

En lo que respecta a los parámetros de diseño, el elemento central es la referencia normativa, así como; la potencia de demanda, niveles de tensión requeridos, fuentes de transformación y circuitos derivados de alimentación.

#### NORMAS:

- a) Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2005.
- b) Illuminating Engineering Society (IES), Sector México.
- c) Tensiones Normalizadas NMX-J98
- d) ANSI/TIA-942-2005.
- e) White Paper "THE UPTIME INSTITUTE"

#### TENSION DE DISEÑO

Acometida de Luz y Fuerza del Centro.

Características eléctricas de alimentación:

23.0 KV  $\pm$  10%, 3F, 60 Hz  $\pm$  0.8%, 500 KVA de capacidad interruptiva simétrica.

De dos subestaciones distribuidoras principales de la Cd. De México.

#### DISTRIBUCION SECUNDARIA:

Alumbrado General	220/127V, 3F, 4H.
Contactos en Servicio Normal	220/127V, 3F, 4H.
Fuerza	480 V, 3F, 3H.

En la Distribución de energía Eléctrica se debe de cumplir con el concepto de Data center TIER IV el cual especifica que se energizará con dos alimentadores de diferentes subestaciones y/o fuentes de generación de energía eléctrica (ANSI/TIA-942 Sección G.5.2.4).

La conexión en Alta Tensión es de 23KV y se deriva de la subestación de alimentación, la parte de Baja Tensión de los transformadores es en estrella con los siguientes elementos:

6 Hilos calibre 250KCM (2Hilos por fase).

2 Hilos calibre 250KCM (2Hilos).

1 Hilo calibre 1/0 para Tierra Física sin aislamiento.

Canalización en escalerilla de 300mm.

El sistema de enlace principal está compuesto por un Tablero de distribución marca SIEMENS denominado (MSB), con control lógico por medio de un PLC,



Existen dos plantas de emergencia cada una consiste en un motor diesel acoplado directamente a un generador de corriente alterna a 60 Hz. de 500 KW-625KVA, en 480Y/277V, ambas planta de emergencia tienen interruptor de salida con capacidad de 800A. Es importante mencionar que existen alimentadores independientes para cada aire de precisión con inicio desde un tablero de 3polos 40A

En la parte de Iluminación del Data Center el requerimiento fundamental del diseño es el permitir a las personas desarrollar sus tareas de forma eficiente y precisa, con un mínimo de fatiga y esfuerzo para los ojos.

Para el desarrollo de este proyecto se tomaron en consideración los siguientes factores para lograr el objetivo determinado:

- Factores de la vista humana.
- Acomodamiento.
- Adaptación.
- Respuesta al espectro luminoso.
- Luz y Color.
- Curvas de distribución de intensidad.

Los siguientes factores fueron determinantes para elegir las fuentes luminosas que permitirán que la iluminación propuesta sea plenamente eficaz:

- El Nivel de Iluminación.
- El deslumbramiento.
- Las sombras y el modelado.
- La calidad de la Luz.
- La distribución de luminancias.
- Utilizar accesorios que ahorren energía.

El objetivo principal de la puesta a tierra es limitar la tensión que con respecto a tierra puede presentar, en un momento dado; las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en el material o en el manejo de las instalaciones eléctricas.

Para el caso del "Data Center" el objeto primordial es su uso como fuente de referencia común entre los sistemas de cómputo y los sistemas de telecomunicaciones de acuerdo a la ANSI/TIA-942-2005 artículo G5.1.7.



# *BIBLIOGRAFIA*



---

Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2005.

Illuminating Engineering Society (IES), Sector México.

Tensiones Normalizadas NMX-J98

ANSI/TIA-942-2005.

White Paper "THE UPTIME INSTITUTE"

ANSI/TIA-942 Sección G.5.2.4