



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROCESO A SEGUIR EN EL DISEÑO DE UN CENTRO DE
PROCESAMIENTO DE DATOS BASADO EN UN NIVEL 4 DE
LA NORMA ICREA 2011 NORMA INTERNACIONAL PARA LA
CONSTRUCCIÓN DE CENTROS DE PROCESAMIENTO DE
DATOS**

TESIS

Que para obtener el título de
Ing. Eléctrico Electrónico

P R E S E N T A

Javier Barrios Varilla

DIRECTOR DE TESIS

Ing. Benjamín Ramírez Hernández



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2017

AGRADECIMIENTOS

A mis padres Petra y Avelanio, por guiarme y darme la mejor herencia que puede recibir alguien que es la educación y el conocimiento. Por todos sus esfuerzos, desvelos, por todos los valores me han inculcado, por brindarme su apoyo y confianza, por ser las personas que más amo en este mundo y me dan la fuerza para seguir este y cualquier otro camino.

Agradezco a mi madre Petra Varilla Mora por brindarme su apoyo incondicional, amor y comprensión; por ser el mejor ejemplo de fortaleza, constancia, cuya calidez humana me ha forjado como persona.

Al *Ing. Gerardo Arce Cabezas*, por las mil y un veces que me decía “y la tesis”, por cada uno de sus consejos que atesoro y que me día a día me ayudan en ser más objetivo, a ser mejor profesionalista, pero sobre todo un buen ser humano.

Al *Ing. Benjamín Ramírez Hernández*, por su interés y contribución para realizar el presente trabajo, pero sobre todo por el tiempo que me otorgo para concluir este trabajo de la mejor forma posible.

A *mis sinodales*, por su tiempo y dedicación en la revisión de esta tesis y por sus invaluable observaciones y comentarios para mejorar este trabajo.

A mi segundo hogar, mi querida Facultad de Ingeniería donde pase tanto tiempo, la cual me vio dar ese paso de joven a adulto, me vio crecer.

A todos los excelentes profesores que nos impartieron las clases, ya que no solo nos brindaron su conocimiento, experiencia, tiempo, esfuerzo y dedicación, también nos regalaron parte de su vida.

Y sobre todo gracias a Dios.

Javier Barrios Varilla

DEDICATORIAS

Al Ing. Gerardo Arce Cabezas, por ser una de las personas más persistentes para que este servidor culminara este sueño, por ser una persona entregada a su trabajo y un gran líder, pero sobre todo ser mi ejemplo a seguir, por su humildad, calidez y en un gran triunfador.

A mi mamá Petra primero por darme la vida, por cada regaño, cada consejo, por ser mi cómplice y mi guía para iniciar y concluir este gran sueño.

A mi papá Avelanio por darme la vida y enseñarme a que todo lo que me proponga lo puedo hacer y lograr.

A Karla Charles por su amor, comprensión, apoyo. Por estar en mi vida y seguir en ella. Por ser mi familia. Por compartir conmigo entre otras cosas su vida, tiempo y experiencias.

A Javier Odín, aunque no sepas leer aún, el día que lo hagas, quiero que sepas que te dedico este trabajo porque te amo y eres el principal motivo que tengo para ser un mejor profesionista y ser humano.

A mis hermanas Claudia y Mariel, por comprenderme, quererme y apoyarme incondicionalmente, sin importar nuestras diferencias de opiniones, pues gracias a ustedes he aprendido a ser mejor persona y ver las cosas desde otra perspectiva.

A todos mis amigos que han estado conmigo en este camino, en especial a José Manuel González el "Puma", por todas las veces que estuviste ahí y me tendiste la mano cuando más lo necesite, a Salvador Barajas, por brindarme tu confianza y amistad, pues a pesar del tiempo transcurrido y la distancia seguimos siendo grandes amigos.

A la Universidad Nacional Autónoma de México, que me abrió un mundo lleno de conocimiento y un universo de experiencias, mismas que me han hecho profesionista.

A quien lee la presente, espero te sirva para ampliar tus dudas o esclarecerlas, y esta pueda aportar un granito y te ayude en tu formación.

"hay quien dice que las personas que te aman, ya sean familiares o amigos, se pueden contar con los dedos de la mano, yo agradezco a dios que las personas que me aman las puedo contar con las estrellas del universo".

Javier Barrios Varilla

INTRODUCCIÓN

La ubicación geográfica es dentro de la República Mexicana en Huixquilucan estado de México.

La compañía a la que denominaremos como Cloud Magna, como resultado de su dinámico crecimiento prospectando esto a 10 años, se inició el proyecto de diseño y construcción de un CPD de alta disponibilidad en el cual se integró la infraestructura suficiente donde el crecimiento fue modular, sustentable y garantice la continuidad del negocio y de esta forma pueda ser considerado como un CPD de alta disponibilidad, confiabilidad y seguridad, de acuerdo con lo que dicta el nivel IV de ICREA.

El CPD se construyó en un edificio existente y operativo, donde el giro principal es el de oficinas corporativas, el principal reto de este proyecto fue maximizar los espacios, obtener servicios de energía (CFE y Carriers) redundantes, así como el adecuar las diferentes áreas para alojar los equipos considerando que la carga que se respaldó es de 500 kVA distribuidos en 4 áreas en 1,250 m^2 designados para alojar infraestructura que soporta a los gabinetes con equipos productivos (cluster de storage), y servidores donde se corren aplicaciones críticas para mantener la operación de Cloud Magna.

Durante todo el proceso fue importante aplicar los criterios de diseño al anteproyecto para la elaboración del proyecto ejecutivo final del CPD en base a la normatividad vigente aplicable para la construcción de salas de cómputo, en nuestro caso de forma principal la norma internacional ICREA.

Con base a la experiencia adquirida y con ayuda de los diferentes fabricantes en este caso como lo es Schneider Electric, se pudo definir el tipo de infraestructura que dio soporte de todas las áreas que convergen al CPD y dan soporte a la carga crítica de acuerdo como se enuncia en el nivel IV de la norma ICREA, esto aplicó para las 5 disciplinas que son: energía, climatización, comunicaciones, seguridad y el ámbito.

Se aplicaron los criterios de diseño y mejores prácticas tanto en el anteproyecto y el proyecto ejecutivo del CPD basados en las normatividades vigente aplicables para el diseño y construcción de salas de cómputo, principalmente basados en la Norma Internacional ICREA.

Cabe mencionar que el desarrollo del proyecto fue basado en un análisis de riesgos específicamente para la zona y los factores que pueden prevalecer en sitio al momento de su implementación, este análisis tuvo como objetivo que los propietarios tengan una visión de los riesgos y afectaciones que pueden conllevar la construcción del CPD en el edificio existente.

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	1
DEDICATORIAS	2
INTRODUCCIÓN	3
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN A LOS CPD, ¿QUÉ SON LOS CPD?	6
1.0 ¿Qué son los CPD?.....	6
1.2 ¿Qué es un CPD?.....	13
1.3 Niveles basados en la disponibilidad de un CPD	24
Niveles de disponibilidad basados en la NORMA ICREA std-131 2011.....	24
1.4 Topologías	26
Nivel I – QADC -Quality Assurance Data Center	26
Ver figura 1.3	26
Nivel II – WCQA - Quality Assurance Data Center	27
Ver figura 1.4	27
Nivel III – SWCQA - Safety World Class Quality Assurance	28
Ver figura 1.5	28
Nivel IV - HS – WCQA - High Security World Class Quality Assurance.....	29
Ver figura 1.6	29
CAPÍTULO 2. NORMATIVIDADES PARA LA CONSTRUCCIÓN BÁSICA DE UN CPD	30
2.1 Normas Nacionales.....	30
2.2 Normas Internacionales	33
CAPITULO 3. PRIMEROS PASOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN CPD.	38
3.1 Diseño Conceptual.....	38
3.2 Análisis de Riesgos	46
3.3 Aspectos constructivos y consideraciones de espacios	60
3.4 Métricas PUE Y DCiE	70
CAPÍTULO 4. ESPECIFICACIONES, CARACTERÍSTICAS Y SELECCIÓN DE EQUIPOS (SISTEMA ELÉCTRICO)	78
4.1 Equipos de energía ininterrumpida UPS	80
4.2 Grupos Electrógenos (Planta Generadora De Energía De Apoyo - PGEA)	95
4.3 Unidades de distribución de energía PDU.....	105
4.4 Supresor de sobretensiones transitorias (SPD)	107
4.5 Tableros de transferencias automáticas SLST y ATS	112
4.6 Tablero de transferencias automáticas ATS	127
4.7 Secuencia de operación de los tableros de transferencias.....	133
4.8.- Sistema de puesta a tierra de seguridad	134
4.9 Sistema de puesta a tierra aislada	138

CAPÍTULO 5. ESPECIFICACIONES, CARACTERÍSTICAS Y SELECCIÓN DE EQUIPOS (SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN)	145
5.1 Principios de Refrigeración	146
5.2 Expansión Directa Dx	155
5.3 Agua Helada CW	157
5.4 Enfriamiento Convencional Inundación	172
5.5 Enfriamiento en fila INROW	174
5.6 Free Cooling	179
5.7 Piso Verdadero y Prácticas De Diseño	182
CAPÍTULO 6 SISTEMAS DE SEGURIDAD	189
6.1 Prevención de incendios.....	190
6.2 Detección y alarmas de incendios	192
6.3 Supresión de fuego.....	212
6.4 Consideraciones en el diseño	214
CONCLUSIONES	216
BIBLIOGRAFÍA	218
MESOGRAFÍA.....	219

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN A LOS CPD, ¿QUÉ SON LOS CPD?

1.0 ¿Qué son los CPD?

En este capítulo se darán a conocer las características más importantes de un CPD, su infraestructura conforme a las demandas crecientes de confiabilidad, seguridad de los dispositivos de hardware y datos que constituyen los activos informáticos sensibles de toda organización, así como las complejidades e interdependencias vinculadas a todos los elementos de un Centro de Procesamiento de Datos (de aquí en adelante llamaremos CPD).

Para nuestro CPD, tenemos que comprender algunos ejemplos clásicos de diseño.

Muchos CPD, nuevos y existentes, se han construido utilizando información de diseño establecida para requisitos informáticos muy anteriores.

La necesidad de una fácil gestión y de optimización de los espacios han hecho que se evolucione hacia sistemas basados en equipos cuyas dimensiones permiten aprovechar al máximo el volumen disponible en los racks (equipos “rackeables”), logrando una alta densidad de equipos por unidad de espacio.

Los CPD al inicio no estaban diseñados para proporcionar facilidades de red avanzadas, ni los requerimientos mínimos de ancho de banda y velocidad en comparación con las arquitecturas actuales. La rápida evolución de Internet y la necesidad de estar conectados en todo momento han obligado a las empresas a requerir un alto nivel de fiabilidad y seguridad, de tal forma que se proteja la información corporativa y esté disponible sin interrupciones o degradación del acceso, con el objetivo de no poner en peligro sus negocios, sean del tamaño que sean.

1.1 Terminologías generales

A continuación, se mencionarán y describirán las terminologías más importantes y de mayor uso para los CPD, con la intención que al largo de este documento se tenga mayor entendimiento y familiarización con los términos empleados.

Eficiencia:

Relación entre los valores de salida y entrada de cualquier sistema. Habilidad para evitar malgastar tiempo y esfuerzos

Efectividad:

- Que produce el resultado deseado o esperado
- Una bombilla es efectiva produciendo luz, pero muy ineficiente ya que pierde la mayor parte de su energía (aprox. 93%) en forma de calor.

Resiliencia:

- La resiliencia es la capacidad para ofrecer y mantener un nivel aceptable de servicio cuando surgen problemas o fallos en el funcionamiento normal.

Redundancia:

- Duplicación de componentes críticos de un sistema con la intención de aumentar su fiabilidad, normalmente en forma de elementos de respaldo o sistema anti-fallos.
- Es el porcentaje de capacidad sobrada en cantidad de equipos de soporte necesaria para asegurar la disponibilidad total de los equipos TI dentro del CPD

Disponibilidad:

- El nivel en el que un sistema, subsistema o equipo se encuentra operativo y en un estado de compromiso al comienzo de una misión, cuando se requiere su servicio en un momento indeterminado, es decir aleatorio.
- Probabilidad de que un sistema sea capaz de desempeñar los servicios para los que fue diseñado.

Confiabilidad:

- La confiabilidad, es la probabilidad de que un equipo o un sistema cumpla con su misión específica bajo condiciones de uso determinadas en un periodo determinado.
- El nivel de confiabilidad requerido por un sistema debe ser establecido de acuerdo con la criticidad de las cargas del mismo y debe basarse en estudios que contemplen las necesidades o características del proceso en términos de disponibilidad, seguridad, mantenimiento y fiabilidad.
- Las cargas de un sistema se deben clasificar de acuerdo con su sensibilidad a la pérdida de continuidad de servicio:
- Cargas que aceptan paradas prolongadas. 1 o más horas (no prioritarias)

- Cargas que aceptan paradas por varios minutos (prioritarias)
- Cargas que deben alimentarse de nuevo en cuestión de segundos (esenciales)
- Cargas que no aceptan ninguna interrupción (vitales)

Fiabilidad:

- La capacidad de un sistema o componente para ejecutar sus funciones de acuerdo con las condiciones indicadas durante un periodo de tiempo especificado.

A menudo se expresa como una probabilidad.

Fiabilidad y disponibilidad suelen malinterpretarse y confundirse con la calidad de un sistema o producto.

La fiabilidad se define en función del tiempo: $R(t) = e^{-\lambda t}$ donde $R(t)$ es la fiabilidad, t es el tiempo, y $\lambda = \frac{Tf}{Tp}$ es una tasa de fallos. Tf , es el número total de fallos que se presentan durante el período total de Tp . Cuanto más tiempo esté funcionando el sistema, tanto menor será la fiabilidad. El parámetro λ es el inverso del MTBF (tiempo medio entre fallos).

El tiempo medio de reparación (MTTR), que es el tiempo necesario para reparar un sistema o dispositivo que ha fallado, es otro parámetro importante. Utilizados conjuntamente, MTBF y MTTR determinan la disponibilidad intrínseca (A_i) de un sistema o dispositivo: $A_i = \text{MTBF} / (\text{MTBF} + \text{MTTR})$.

Si se amplía el concepto de disponibilidad para incluir el tiempo de inmovilización por mantenimiento programado, la disponibilidad pasa a ser la disponibilidad operativa

Fiabilidad y disponibilidad no son números fijos. Ambos conceptos son funciones de componentes específicos del sistema, así como de la topología de éste, que determina la criticidad de estos componentes para la función crítica de la misión del CPD. Por lo tanto, la fiabilidad debe evaluarse en distintos puntos del sistema en los que debe suministrarse energía a la carga de TI.

Como se ha indicado, fiabilidad y disponibilidad no son lo mismo que la calidad. La calidad describe el estado de un equipo nuevo cuando se entrega al cliente. La fiabilidad y, por tanto, la disponibilidad se mide a lo largo del tiempo. Esto, además

de la calidad, incluye el efecto del envejecimiento y del nivel de esfuerzo sobre el equipo dentro del sistema

Mantenibilidad:

- Se refiere a la aptitud del sistema a ser reparado rápidamente.

Emergencia.

- Situación en la que se pone en riesgo la vida humana o de la empresa

Seguridad

- Es la probabilidad de evitar un suceso catastrófico que genere daños graves o ponga en riesgo la vida de las personas.

¿Qué es el término N?

“N” Satisface los requisitos básicos sin redundancia

- N es igual a la necesidad requerida
Designa las instalaciones en las que un único UPS o varios UPS juntos proporcionan capacidad equivalente a la carga total de los equipos a salvaguardar. Es la configuración más simple, no proporciona redundancia y requiere que cualquier mantenimiento sobre la instalación se pierda la seguridad proporcionada por el UPS.

“N+1” Redundancia aislada

- En esta configuración se cuenta con dos UPS capaces de soportar toda la carga del CPD, pero únicamente una está activa en el modo de operación estándar, la otra entra en funcionamiento únicamente cuando cae la primera. Tiene la ventaja de que el UPS no requieren sincronización y la desventaja de ser más ineficiente por tener un UPS sin carga que proteger y de la dependencia de los dos bypass estáticos de los dos UPS. Hay un punto de fallo único en la alimentación a los sistemas.

“N+1” Redundancia en paralelo

- Es la configuración en la que 2 UPS soportan al mismo tiempo la carga de los sistemas; siendo cada una capaz de soportar toda la carga al completo. Esta es una de las configuraciones más habituales; requiere que el UPS esté sincronizado y habitualmente que sean del mismo fabricante. El diseño tiene puntos únicos de fallo tanto en la alimentación del UPS como en la distribución hacia los sistemas y no es tolerante a fallos

En Resumen, N+1, Una cantidad/camino/módulos completos por encima del requisito básico; la suspensión de una sola unidad no perturbará las operaciones.

“2N” – Redundancia sistema + sistema

- El diseño típico de esta configuración puede equivaler a dos sistemas de capacidad “N” alimentando simultáneamente los PDU, es decir, dos parejas de UPS + grupos electrógenos.
- Tiene muchas posibles implementaciones en las que es posible eliminar los posibles puntos de fallo, con el consiguiente incremento en costos al redundar cuadros eléctricos, equipos de transferencia, etc.

En resumen: 2N, significa dos unidades/camino/módulos completos por encima de cada uno exigido en el sistema básico; el fallo de todo un sistema no perturbará las operaciones.

“2(N+1)” – Doble redundancia paralelo

- Esta configuración corresponde a 2 configuraciones de redundancia paralelo alimentando simultáneamente el equipamiento crítico. Requiere al menos cuadruplicar la potencia eléctrica necesaria para alimentar los sistemas informáticos ya que cada uno de los 4 UPS mínimos requeridos tiene que ser capaz de proteger toda la carga al completo.
- Requiere dos grupos electrógenos capaces de soportar independientemente toda la carga de la instalación. Todo el sistema es tolerante a fallos y puede mantenerse sin exponer los sistemas a interrupciones del servicio.

“2(N+1)” – Redundante distribuida

- Este diseño intenta reducir el número de UPS requerido para soportar una configuración 2(N+1) doblemente redundante. Utiliza STS para proporcionar redundancia a partir de un número menor de UPS y grupos electrógenos.

En resumen: 2(N+1), dos unidades/camino/módulos (N+1) completos; el fallo de un sistema sigue preservando la resiliencia de todos sus componentes.

Densidad de potencia y climatización

Tradicionalmente, la densidad potencia y refrigeración se definen en $\frac{W}{ft^2}$, $\frac{W}{m^3}$, $\frac{BTU}{h}$ o $\frac{kW}{h}$, pero la verdadera densidad debe determinarse en $\frac{kW}{Rack}$.

- Baja densidad
 - Por debajo de $4 \frac{kW}{Rack}$
- Densidad Media
 - De $4 \text{ kW} - 10 \frac{kW}{Rack}$
- Alta densidad
 - Por encima de $10 \frac{kW}{Rack}$

Ver figura 1.0

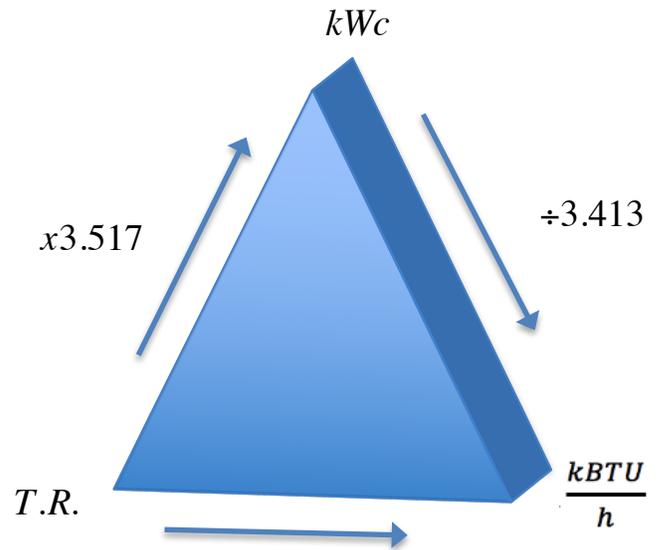


Figura 1.0 - Relación entre kW/BTU/toneladas de refrigeración

Tonelada de Refrigeración:

- Equivalente a 12,000 BTU de calor total.

Calor latente:

- Calor que, al ser suministrado a una sustancia, le provoca un cambio de fase

Calor sensible:

- Calor que, al ser suministrado a una sustancia, modifica el valor de su temperatura.

CFM:

- Pie cúbico por minuto

CPD:

- Centro de Procesamiento de Datos

Cableado Estructurado:

- Conjunto de cables y demás componentes instalados en un CPD para el transporte de información y ordenados en elementos funcionales.

Piso Blanco/técnico:

- Elemento hecho de placas modulares y removibles que se encuentran sobre el nivel del firme terminado, siendo su principal función crear un espacio para pasar y ocultar diferentes tipos de instalaciones (eléctricas, voz, datos, etc.) y/o crear una “cámara plena” para la distribución eficiente de aire acondicionado de precisión.

Gabinete:

- Mueble cubierto para colocación y protección de equipos TI

Rack:

- Mueble o estructura sin cubiertas para montaje de equipos.

Topología:

- Forma de conectar un cableado.

TIC/TI:

- Tecnologías de la Información y Comunicaciones

El factor de eficiencia del uso de la energía (PUE):

- Es el indicador clave de rendimiento más común para los centros de datos actuales.

- Se define como
$$PUE = \frac{P_{Total}}{P_{Carga\ TI}}$$

Donde P_{Total} es la energía total consumida por el CPD, y $P_{Carga\ TI}$ es la energía consumida por la carga de TI. Por definición el PUE siempre es mayor que 1.0; todo lo que supere 1.0 es energía indirecta consumida por otras cargas no-TI, como climatización, iluminación o sistemas de seguridad.

DCIM:

- Es una herramienta de gestión del CPD.

Análisis de Riesgo:

- Resultado de un levantamiento del estado de las instalaciones, perfil del personal y documentación respectiva en una sala de cómputo, utilizado para calificar la confiabilidad de la sala y el impacto económico a la empresa.

Comisionamiento:

- Un proceso sistemático, que confirma que los sistemas de la construcción se han instalado, iniciado correctamente y consistentemente y funcionado en estricta conformidad con el pliego de condiciones (RDP) adjuntas al contrato de ejecución. El proceso de Comisionamiento incluye periodos de pruebas o pruebas diferidas aprobadas por el propietario; además de incluir la documentación técnica relativa a todos los componentes y sistemas involucrados en la ejecución.

1.2 ¿Qué es un CPD?

Los centros de datos empezaron a desarrollarse en serio en la época de la llamada burbuja de las punto com, en los años 90 del siglo pasado, cuando la demanda de conectividad rápida y continua a Internet empezó a crecer muy de prisa, a un ritmo que los recursos internos de las empresas no pudieron mantener. Para atender estas necesidades de informatización cada vez mayores se crearon unas instalaciones llamadas centros de datos de Internet (IDC).

La digitalización acelerada ha convertido el flujo de datos ininterrumpido en algo absolutamente esencial para el día a día (incluso para el segundo a segundo). El grupo de analistas de TI 451 Research afirma que el tráfico mundial de datos alcanzará en 2017 los 11 zetabytes al mes (zeta significa 10^{21}). Los centros de datos son cada vez mayores, más complejos y más caros de gestionar

Actualmente, términos como Centro de datos, CPD, Data center o IDC son conocidos y habitualmente utilizados por muchas personas, pero ¿realmente sabemos qué son y cómo son?

Para empezar, dejemos claro que los términos centro de datos, CPD, Data center, Centro de Cómputo e IDC significan lo mismo, no existe diferencia alguna.

En pocas palabras, un CPD es un espacio físico especialmente acondicionado para albergar equipos informáticos como ordenadores, equipos de red, sistemas de almacenamiento, etc.

Los CPD se pueden definir con cinco infraestructuras paralelas: Energía, Climatización, TI, Seguridad y Ámbito. Las cinco infraestructuras tienen que ser perfectamente compatibles armonizadas y optimizadas para lograr el funcionamiento perfecto de una instalación crítica.

La Energía y la Climatización son las dos infraestructuras necesarias para que funcionen los equipos de TI. La energía procede principalmente de la red (aunque hay excepciones, como las pilas de combustible).

La alimentación eléctrica de los equipos de TI se hace por medio de topologías complejas de transformadores; acometidas en alta tensión, media tensión y baja tensión; grupos moto generadores; generadores rotativos; sistemas de alimentación ininterrumpida (UPS); barras de bus y conmutadores de transferencia automáticos. La energía total suministrada por la compañía se transforma, convierte, acondiciona y distribuye a los servidores en los gabinetes de TI.

Los equipos de TI generan mucho calor. La infraestructura eléctrica consume el 40% y la refrigeración el 60% de la energía de un CPD genérico.

El factor de eficiencia del uso de la energía (PUE) es $PUE = 100/55 = 1.82$, que es mejor que el valor medio del sector de 1.9. La infraestructura eléctrica se puede descomponer en cuatro componentes, que en definitiva hacen que los procesos de TI (equipos de TI) consuman alrededor del 44 por ciento del total. Casi toda la energía que circula a través de la infraestructura eléctrica y que se utiliza para climatización se pierde en forma de calor.

La infraestructura de TI se compone principalmente de los equipos de TI con su software asociado. Los equipos se clasifican normalmente en tres categorías: servidores, conmutadores de red y espacio de almacenamiento (storage). Cada grupo tiene su función exclusiva, aunque en muchos casos los servidores incluyen almacenamiento. Esta infraestructura es donde se instalan las funciones principales de los CPD y donde se entregan los servicios de TI. En los centros de datos se ejecuta una gran variedad de Software, Virtualización, bases de datos, hospedaje de web, sistemas operativos y nubes.

Otro componente de la infraestructura, la gestión de la infraestructura del CPD (DCIM), se va haciendo cada vez más importante. La DCIM es una plataforma para recopilar, controlar, integrar, supervisar y gestionar todos los sistemas del CPD. Asegurarse de que los sensores de temperatura de los grupos CRAC de refrigeración están tarados correctamente para los requisitos de temperatura que los servidores leen en sus propias placas base no es una tarea trivial, como tampoco lo es que la energía eléctrica que se distribuye a los gabinetes de los equipos de TI cargue las líneas individuales de alimentación de manera uniforme y de que no sobrecargue determinados cables e interruptores automáticos.

También es preciso identificar dónde se encuentran los equipos de TI, para qué se emplean, cuándo hay que sustituirlos o a quién pertenecen (en el caso de una empresa de housing). Todas estas funciones y otras más se pueden manejar en una plataforma DCIM que incluye, normalmente, tanto hardware como software para recoger datos (temperatura, tensión, intensidad, caudal de aire, alarmas), procesarlos, presentarlos y permitir que un operario tome decisiones informadas.

Por lo tanto, una definición sencilla puede ser la siguiente:

- Un Centro de Procesamiento de Datos también llamado Data Center es un espacio acondicionado especialmente para contener a todos los equipos y sistemas de TI

Definiciones puede haber tantas como fabricantes de equipos y proveedores de servicios, por lo tanto, tomaremos las más importantes considerando la experiencia y conocimiento de ciertas normas específicas para CPD.

La TIA 942:

- Un edificio o parte de un edificio cuya principal función consiste en albergar una sala informática y sus áreas de soporte.

EU CoC for Data Centres:

- El término “CPD” incluye todos los edificios, instalaciones y salas que contienen servidores de empresa, equipos de comunicaciones entre servidores, equipos de refrigeración y equipos de alimentación y que presentan algún tipo de servicio de datos.

Los datos almacenados, no son datos estáticos, están en constante movimiento, se interrelacionan unos con otros y dan como resultado nuevos datos. Su crecimiento es constante y ello implica no solo que deben estar protegidos mediante las medidas de seguridad adecuadas, sino también dotados de estupendos “motores que les permitan moverse ágilmente por las autopistas de la información”.

El crecimiento exponencial del número de usuarios de los servicios online ha llevado a las empresas a subcontratar la gestión, mantenimiento y administración de sus equipos informáticos y de comunicaciones en los CPD. Esto les permite centrarse en el desarrollo de su propio negocio y olvidarse de complejidades tecnológicas derivadas de las características anteriormente comentadas, así como prestar el

servicio sin la necesidad de realizar una inversión elevada en equipamiento dedicado a este fin.

Definición de los CPD en la actualidad

Un CPD viene a ser básicamente un edificio o sala de gran tamaño usada para mantener en él una gran cantidad de equipamiento electrónico (servidores, sistemas de almacenamiento de datos, equipos de comunicaciones).

Estos son creados y mantenidos por las organizaciones con objeto de tener acceso a la información necesaria para sus operaciones. Por ejemplo, un banco puede tener un CPD con el propósito de almacenar todos los datos de sus clientes y las operaciones que estos realizan sobre sus cuentas.

Prácticamente todas las compañías que son medianas o grandes tienen algún tipo de CPD, mientras que las más grandes llegan a tener varios. Entre los factores más importantes que motivan la creación de un CPD se puede destacar el garantizar la continuidad y disponibilidad del servicio a clientes, empleados, ciudadanos, proveedores y empresas colaboradoras, pues en estos ámbitos es muy importante la protección física de los equipos informáticos o de comunicaciones implicados, así como de los servidores de bases de datos que puedan contener información crítica.

El CPD es, pues, la estancia donde se encuentran los servidores, sistemas de comunicaciones, almacenamiento, y toda la tecnología fundamental de la empresa. Si no hay CPD, no hay información. Si no hay información, no hay conocimiento. Sin conocimiento, no se existe. Por ello, las organizaciones son cada vez más conscientes de la importancia de tener un CPD que garantice un “confort” y una seguridad a su activo más valioso: la información

Históricamente, los criterios de diseño del CPD se basaban en la disponibilidad, el rendimiento y la seguridad, lo que llevaba a un sobredimensionamiento de todos los componentes del CPD, con el consiguiente coste e impacto medioambiental y el uso ineficiente de los equipos de TIC.

En la actualidad, el enfoque y principal tendencia es el de la eficiencia energética.

Un CPD verde reduce el consumo energético y las emisiones de dióxido de carbono al medio ambiente. Para lograrlo es imprescindible un diseño dimensionado adecuadamente en todas sus infraestructuras y además cuente de mecanismos como son la consolidación y virtualización de servidores.

¿Por qué desarrollar un CPD de alto nivel?

Las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) suelen presentarse como la solución a una serie de problemas que enfrentan las empresas mexicanas. “Si no se adaptan, corren el riesgo de desaparecer”

Sin embargo, para comprender la era de las TI es imprescindible conocer qué tipo de soluciones brindan en relación con los modelos de negocio tradicionales.

‘Virtualización’, ‘Big Data’, ‘Cloud’, ‘Backup Recovery Systems’ o ‘Byod’ son sólo algunos de los nuevos términos acuñados a raíz del desarrollo de las nuevas tecnologías de la información. Sin embargo, las TI no sólo resuelven problemas en las grandes empresas, también pueden ser aplicadas por medianas e incluso pequeñas compañías.

Outsourcing o, en términos coloquiales, “subcontratar” un servicio es una práctica cada vez más habitual cuando se trata de tecnología. La razón tiene que ver con el ahorro en costos tanto en activos físicos, humanos y de operaciones para las empresas.

Definir el equipamiento que controlará el suministro eléctrico para el acondicionamiento de la energía de manera ininterrumpida para cargas críticas, las cuales en caso de pérdida de tensión en la acometida de CFE (Comisión Federal de Electricidad) se pueda garantizar la falla de la alimentación eléctrica de ellas y que al producirse una falla sea posible el arranque del grupo electrógeno y del sistema UPS que alimenta los sistemas de emergencia seleccionados para estos casos.

Calcular, desarrollar, y en la medida de lo posible, implementar mediante ingeniería, soluciones en las diferentes disciplinas para la operación de un conjunto de equipos que conformarán la parte operativa del CPD, como son transferencias automáticas, equipos electrógenos, equipos UPS, aires acondicionados de precisión, que darán respaldo a elementos críticos.

Hacer un análisis de la instalación eléctrica para las áreas médicas y de servicios generales; el cual pueda satisfacer óptimamente las necesidades del inmueble de una forma segura y confiable.

Calcular las redes generales para definir alimentadores eléctricos de los tableros de distribución propios de cada nivel de los tableros sub-generales, así como el cálculo y selección de transformadores, planta generadora de energía eléctrica y UPS.

El CPD por muchos aspectos, considero que es el cerebro de una compañía/empresa, es un espacio de gran tamaño donde se aloja el equipamiento electrónico que guarda toda la información de una organización.

Un CPD, bien diseñado y gestionado con efectividad, incrementará la productividad proporcionando una red de mayor disponibilidad, fiabilidad y mayor velocidad de procesamiento de datos, el cual estará preparado para futuras ampliaciones, innovaciones y cambios dinámicos.

Un CPD es, tal y como su nombre indica, un “Centro de datos” o “Centro de Proceso de Datos” (CPD). Esta definición engloba las dependencias y los sistemas asociados gracias a los cuales:

- Los datos son almacenados, tratados y distribuidos al personal o procesos autorizados para consultarlos y/o modificarlos.
- Los servidores en los que se albergan estos datos se mantienen en un entorno de funcionamiento óptimo.

La disponibilidad se mide como un porcentaje de tiempo y normalmente se representa utilizando el número de “nueves”. Cuantos más nueves de disponibilidad, más cercano al 100% de tiempo activo tiene el CPD. Otra forma de entender la disponibilidad es considerar el tiempo que el CPD está sin servicio por año.

Elementos principales de un CPD

Un CPD es una inversión estratégica para la organización. Por ello su diseño es muy importante, pues condiciona, como hemos visto, no sólo a la tecnología, sino a la organización y su subsistencia. **Ver figura 1.1**



Figura 1.1 Vista interior de un CPD

Las consideraciones básicas de cómo debe estar compuesto un CPD y qué hay que tener en cuenta a la hora de diseñar un CPD son:

Sistema eléctrico:

- Acometidas eléctricas
- Tableros de distribución / PDU (Power Distribution Unit)
- UPS / SAI
- SPD (Surge Protection Device)

Climatización:

- Equipos de Climatización de precisión N
- Capacidad de enfriamiento N

Comunicaciones:

- Cableado estructurado cuya categoría depende de la aplicación.

Seguridad:

- Control de acceso previo al CPD y área de equipos de soporte.
- Sistemas contra fuego
- Protección balística

Ámbito:

- Techo y muros resistentes al fuego

La relación anterior es un breve resumen de los elementos que hay que considerar a la hora de diseñar y construir un CPD. Un CPD requiere un esfuerzo de diseño multidisciplinario, promoviendo la cooperación en el diseño y en las fases de construcción.

Una planificación adecuada durante la construcción o renovación del edificio es mucho menos costosa y perjudicial que realizarla cuando las instalaciones ya se encuentran operativas. **Ver figura 1.2**

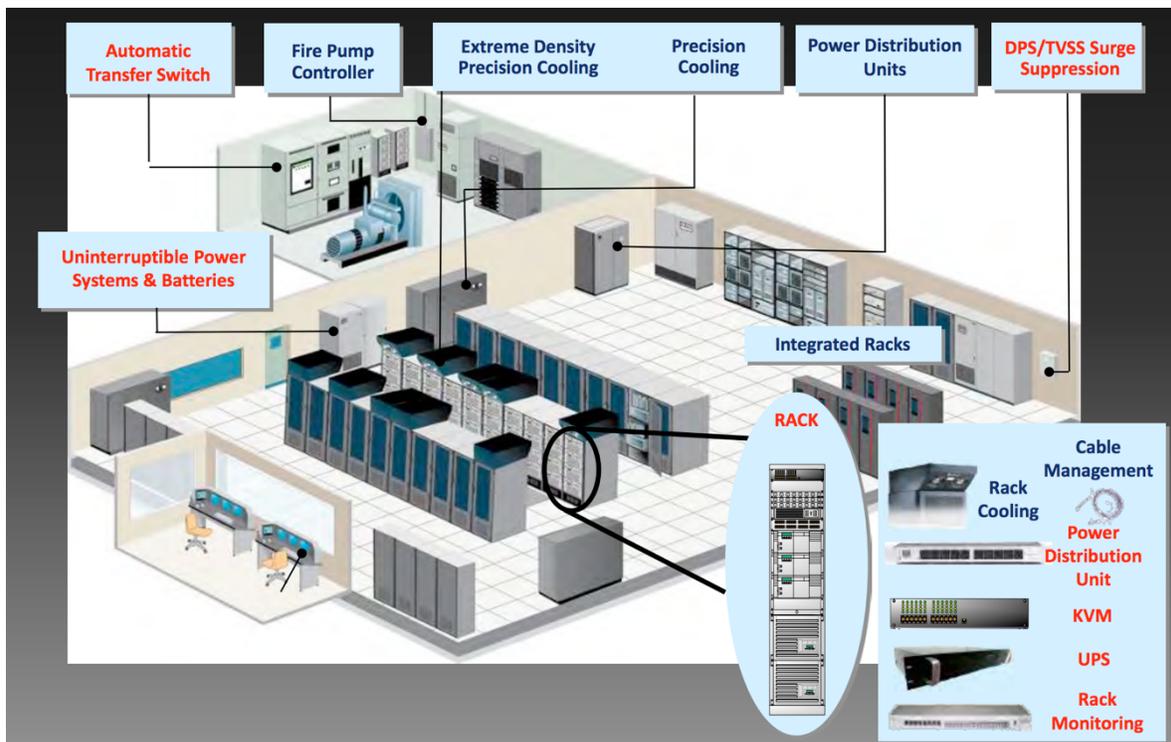


Figura 1.2 Elementos de un CPD

¿La disponibilidad la debe determinar su inversión?

Muchas veces se realizan compras de equipos de acuerdo con un presupuesto rígido, arbitrario o estimativo, que finalmente determinará la disponibilidad de sus sistemas.

Asimismo, en ocasiones, sabemos que se requiere una determinada solución para el CPD (como racks, climatización, UPS, etc.), pero al desconocer nuestro nivel de disponibilidad deseado, dejamos que el mercado nos ofrezca lo que tiene. Esto nos lleva a decidir casi siempre por la alternativa con el menor precio o mejores plazos de entrega.

Por esta razón, es importante cumplir con el estándar internacional en todos sus productos y asesorarse respecto de cuál es el modelo necesario para su respectiva necesidad y a qué nivel de disponibilidad apunta.

Hay variadas tendencias respecto a la protección máxima dentro de un CPD. Se cuenta con equipamiento de tecnología redundante N+1, 1+1, N+2 para aumentar la disponibilidad de respaldo eléctrico, y los modelos Hot-Swap permiten la reparación o mantenimiento de los módulos de potencia, mientras el equipo conectado permanece energizado.

Para realizar una inversión inteligente en su CPD, primero debe apuntar a satisfacer un estándar. Es decir, no se trata de comprar lo que estime que necesita, sino lo que requiere para cumplir con la normativa y obtener un determinado nivel de disponibilidad. Para esto, es indispensable que se trabajen de la mano con expertos, fabricantes de equipos, consultores, que cuentan con la experiencia y además poseen ingenieros especialistas en las áreas correspondientes.

Niveles de la infraestructura CPD

Un CPD se diseña para estar operativo las 24 horas los 365 días del año. A mayor disponibilidad, mejor servicio, más producción. Pero la disponibilidad no es gratis.

¿Por qué la disponibilidad es tan importante?

Porque perder la información significa perder la empresa. Pero, además, no tener la información disponible durante un periodo de tiempo, también puede implicar graves pérdidas.

Por lo tanto, en el diseño de un CPD se persigue eliminar los puntos únicos de fallo para obtener un determinado nivel de redundancia y fiabilidad tanto en el CPD y su infraestructura, como en los servicios externos y suministro eléctrico. La redundancia aumenta la tolerancia a fallos y la manejabilidad.

Actualmente, el estándar más extendido para valorar el nivel de disponibilidad de un CPD es la norma ICREA std-131 2011, esta versión de la norma fue en la que se basó el proyecto.

La norma ICREA std-131 2011 provee criterios y directrices para diseñar, construir e implementar ambientes que soporten de manera confiable la operación de las tecnologías de la información y comunicaciones.

Este estándar incluye cinco niveles para distintos grados de disponibilidad de la infraestructura de instalaciones del CPD. El concepto de nivel sirve para estratificar

los grados de redundancia en los sistemas del CPD. Los cinco niveles de CPD (denominados niveles) son los siguientes:

Nivel I: Sala de cómputo en ambiente Certificado QADC (Quality Assurance Data Center).

Nivel II: Sala de cómputo en ambiente Certificado de clase mundial WCQA (World Class Quality Assurance).

Nivel III: Sala de cómputo confiable con Ambiente Certificado de clase mundial S-WCQA (Safety World Class Quality Assurance).

Nivel IV: Sala de cómputo de alta seguridad con certificación HS-WCQA (High Security World Class Quality Assurance).

Nivel V: Sala de cómputo de alta seguridad y alta disponibilidad con certificación de clase mundial HSHA-WCQA (High Security, High Available World Class Quality Assurance).

Actualmente, en lugar de intentar categorizar los CPD por su nivel de calidad, es más lógico diferenciarlos por su tamaño, su propietario o el uso que se hace de ellos.

Teniendo en cuenta esto, centrándonos en los CPD orientados a Internet y haciendo cierta simplificación, podemos diferenciar 4 tipos:

- CPD de grandes empresas tecnológicas como Google, Facebook, Apple o Microsoft. Todas estas empresas son propietarias de uno o más enormes CPD compuestos por múltiples edificios y que son capaces de albergar 100,000 servidores o más. En general, estos son los CPD más grandes, más innovadores y más “verdes”.
- CPD de empresas especializadas en construir y operar CPD. Hay empresas como ALESTRA, TRIARA, KIO NETWORKS, INFOTEC que son propietarios de varios edificios completos y su actividad consiste en rentar parte de esos edificios. Estas empresas están especializadas en ello, por tanto, ofrecen una elevada calidad, aunque algunos no son tan innovadores ni tan “verdes”.
- CPD de grandes proveedores de hosting o Cloud. Algunos proveedores de hosting deciden construir su CPD completo, generalmente para optimizar procesos y ahorrar costes a largo plazo. En general, la calidad de estos

suele ser algo inferior a los anteriores, ya que operar de forma correcta un edificio CPD completo no está al alcance de cualquiera. En México, REDIT o AXTEL tienen edificios completos.

- Los CPD de la mayoría de proveedores de hosting no son edificios completos, sino salas completas o unos pocos m² dentro de edificios operados por empresas especializadas.

¿Qué tamaño debe tener un CPD?

La respuesta es, depende, ya que puede tener cualquier tamaño. Lo importante de un CPD es garantizar el “confort” de los servidores y equipos de comunicaciones que en él se alojan. Normalmente, pueden clasificarse en pequeños (<200 m²), medianos (entre 200 y 500 m²), y grandes (> 500 m²).

Para el diseño, desarrollo e implementación de un CPD se deben considerar los siguientes puntos importantes:

Diseño conceptual. El diseño de un CPD es un proceso laborioso que requiere un profundo estudio, para brindarle al cliente un entorno que le garantice la disponibilidad, seguridad y redundancia de la información. Lo primero que hay que hacer es identificar las necesidades del cliente y determinar los recursos y elementos que se van a necesitar. Una vez que se ha realizado este análisis preliminar se podrá iniciar el diseño del CPD.

- Análisis de Riesgo. Este diseño comienza por determinar su ubicación y, para ello, habrá que tener en cuenta factores geográficos, climatológicos y económicos.
- El presupuesto es un factor determinante en el proyecto por lo que habrá que saber el coste del terreno o alquiler del edificio, si no se quiere que las instalaciones sean propias. También habrá que averiguar las infraestructuras con que cuenta el terreno; es decir, donde se encuentran las acometidas de energía, los “Carrier” de telecomunicaciones, medios de comunicación como carreteras, etc. Y, muy importante, evaluar la zona donde se va a construir para prevenir riesgos.
- Al momento de seleccionar el terreno donde se va a construir el CPD habrá que evitar ciertas zonas:
 - Las que tengan mucha pendiente, donde no haya deslizamientos de rocas.
 - Evaluar la frecuencia de precipitaciones, inundaciones y tendencias a movimientos sísmicos.
 - Que no haya cerca presas.

- El área no sea excesivamente elevada ya que esto incide en el deterioro de los equipos.
- Que no esté pegado a una arteria principal de transporte (carretera, aeropuerto, red ferroviaria, puerto de carga).
- Un terreno que tenga más o menos cerca una o más rutas de acceso de comunicaciones.
- Ingeniería básica e ingeniería de detalle. A partir de un esquema general de las distintas infraestructuras del CPD, se desarrolla cada una de ellas con base en su funcionalidad y los criterios que marcan el diseño de los CPD en la actualidad.

1.3 Niveles basados en la disponibilidad de un CPD

Basados en la disponibilidad esperada, la clasificación de ICREA para los CPD se define en niveles de donde se normarán las instalaciones de acuerdo con los siguientes criterios.

El término N se utiliza para referirse al nivel de redundancia requerido para los diferentes elementos de la infraestructura indicándonos en lo general la totalidad del requerimiento o sea el 100% de algo.

Como ejemplo mencionaremos que el 100% del requerimiento de un CPD deberá estar soportado por un UPS con capacidad N y si se desea tener redundancia en el UPS, entonces se podrá tener un segundo UPS de la misma capacidad que nos dará una redundancia N+1.

Si se tienen dos vías de alimentación eléctrica hacia el CPD y en cada una de las vías se coloca un UPS entonces se contaría con una redundancia 2N y finalmente si a cada uno de estos UPS se le da una redundancia se tendría una configuración 2(N+1)

Niveles de disponibilidad basados en la NORMA ICREA std-131 2011

Niveles de disponibilidad en la Norma ICREA			
Nivel	Clasificación	Disponibilidad	Caídas por año
NIVEL I	QADC	95 %	88 horas
NIVEL II	WCQA	99.0 %	44 horas
NIVEL III	S-WCQA	99.90 %	9 horas
NIVEL IV	HS-WCQA	99.99	52 minutos
NIVEL V	HSHA-WCQA	99.999%	5 minutos

Tabla 1: Niveles de disponibilidad

Con el aumento de la densidad de las cargas de TI para acomodar servidores consolidados se debe proporcionar la cantidad precisa de climatización y energía. Esto se ha convertido en un cálculo de equilibrio cada vez más complejo, sobre todo si esas cargas están a su vez virtualizadas. Si no se puede ver dónde hay capacidad de alimentación y de climatización disponible para admitir más cargas, se arriesga a desconectar todo un rack al sobrecargar un circuito con el consiguiente aumento del costo de energía.

El desafío de mantener la alta disponibilidad en un CPD no depende solamente de la tecnología utilizada. Como lo plantea la normativa internacional que los estandariza, depende de cuatro subsistemas, y de la infraestructura física, los que deben ser considerados con la misma relevancia y nivel de inversión al momento de construir o mejorar un CPD.

ICREA (International Computer Room Expert Association) creó una norma para centros de datos basada en cinco niveles de disponibilidad. Estos, a su vez, tienen cinco áreas o subsistemas (Ámbito, Comunicaciones, Climatización, Seguridad y Energía), en los que se describen los elementos mínimos que debe poseer un CPD para llegar al nivel de disponibilidad deseado.

Normalmente, cuando se trata de concretar un nuevo proyecto TI, se destinan las inversiones en forma dispar, priorizando la inversión en la compra de servidores, equipos de comunicación y software, relegando la infraestructura física que los soporta a un segundo nivel de relevancia e inversión.

Sin embargo, la gran mayoría de las fallas y de los tiempos muertos se producen justamente en el ítem donde menos se invirtió (la infraestructura física). Esta tendencia está cambiando, porque existe mayor información y conciencia del problema que significa tener un CPD no disponible.

Algunas compañías especializadas en estos temas pueden aportar con infraestructura a 3 subsistemas relevantes en un CPD, es decir, hasta un 75% de la totalidad del CPD se puede implementar con equipos de marcas especializadas a modo de subsistema y hasta un 90% en infraestructura física propiamente.

1.4 Topologías

Nivel I – QADC -Quality Assurance Data Center

Ver figura 1.3

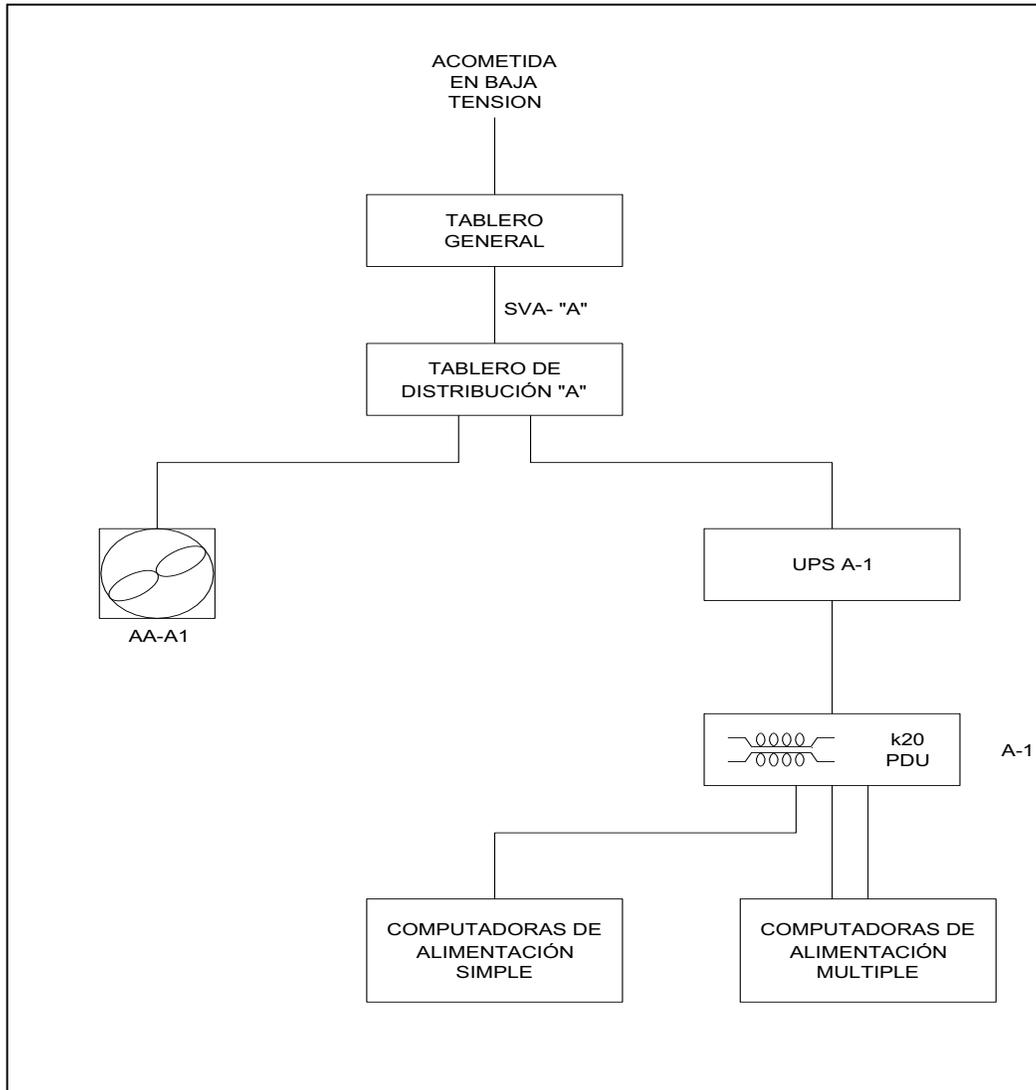


Figura 1.3 Topología para un NIVEL I

- Sin redundancia
- PDU o tablero dedicado

Nivel II – WCQA - Quality Assurance Data Center

Ver figura 1.4

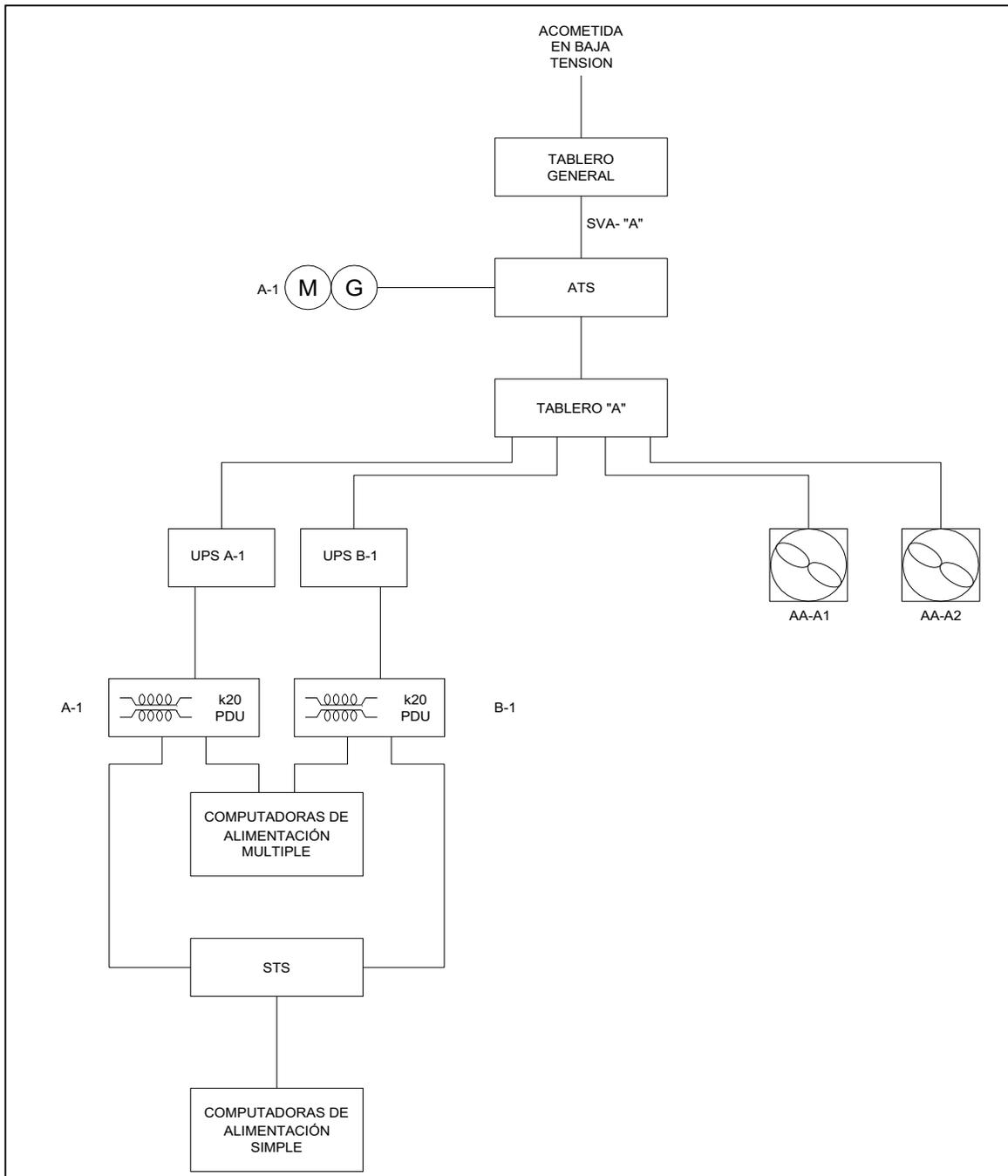


Figura 1.4 Topología para un NIVEL II

- Redundancia N+1 en UPS
- Redundancia N+1 en Climatización
- Redundancia N+1 en PDU o Tableros

Nivel III – SWCQA - Safety World Class Quality Assurance

Ver figura 1.5

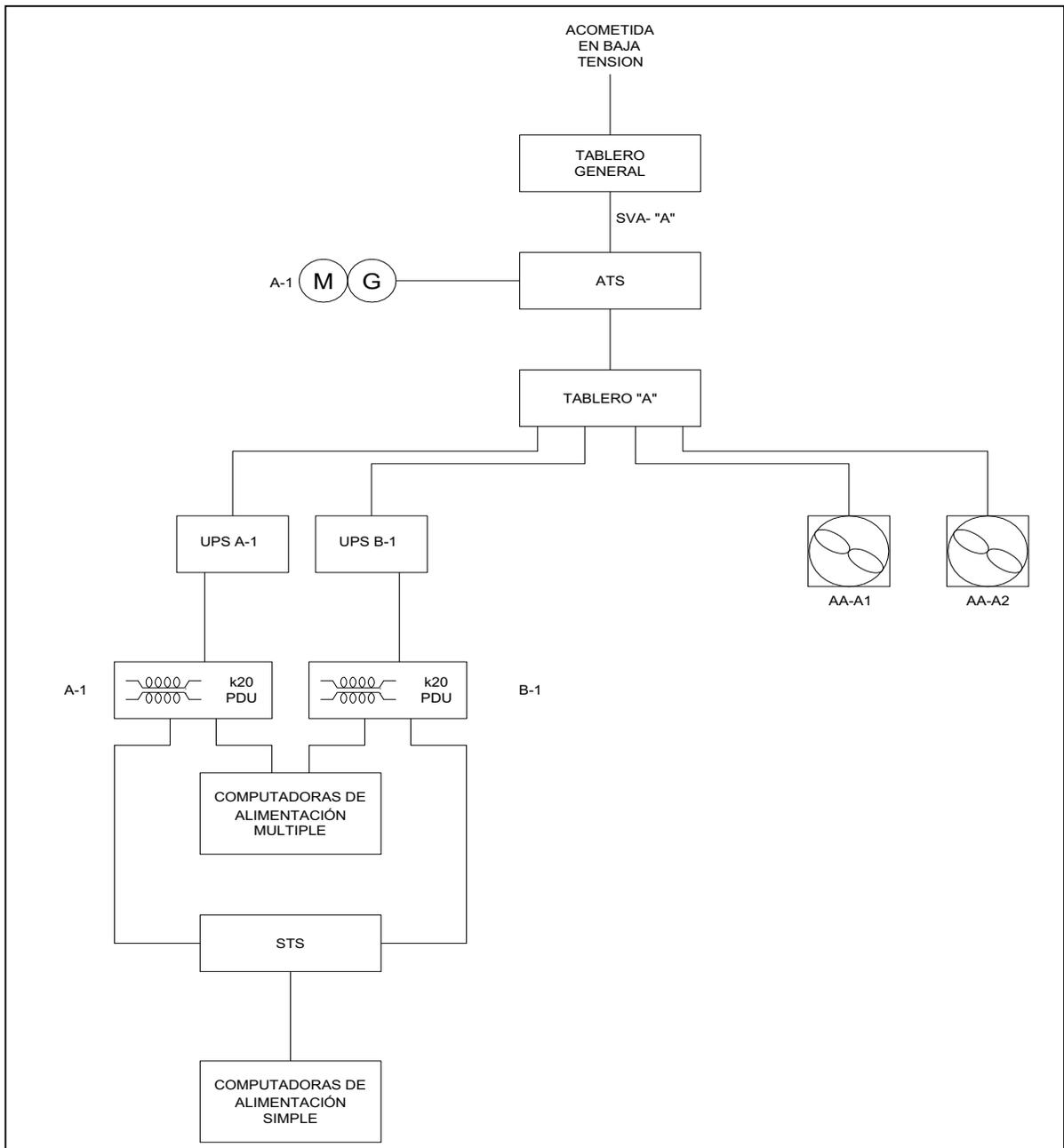


Figura 1.5 Topología para un NIVEL III

- Redundancia N+2 en UPS
- Redundancia N+2 en Climatización
- Redundancia N+1 en PDU o Tableros
- Redundancia N+1 en Grupo Electrógeno

Nivel IV - HS – WCQA - High Security World Class Quality Assurance

Ver figura 1.6

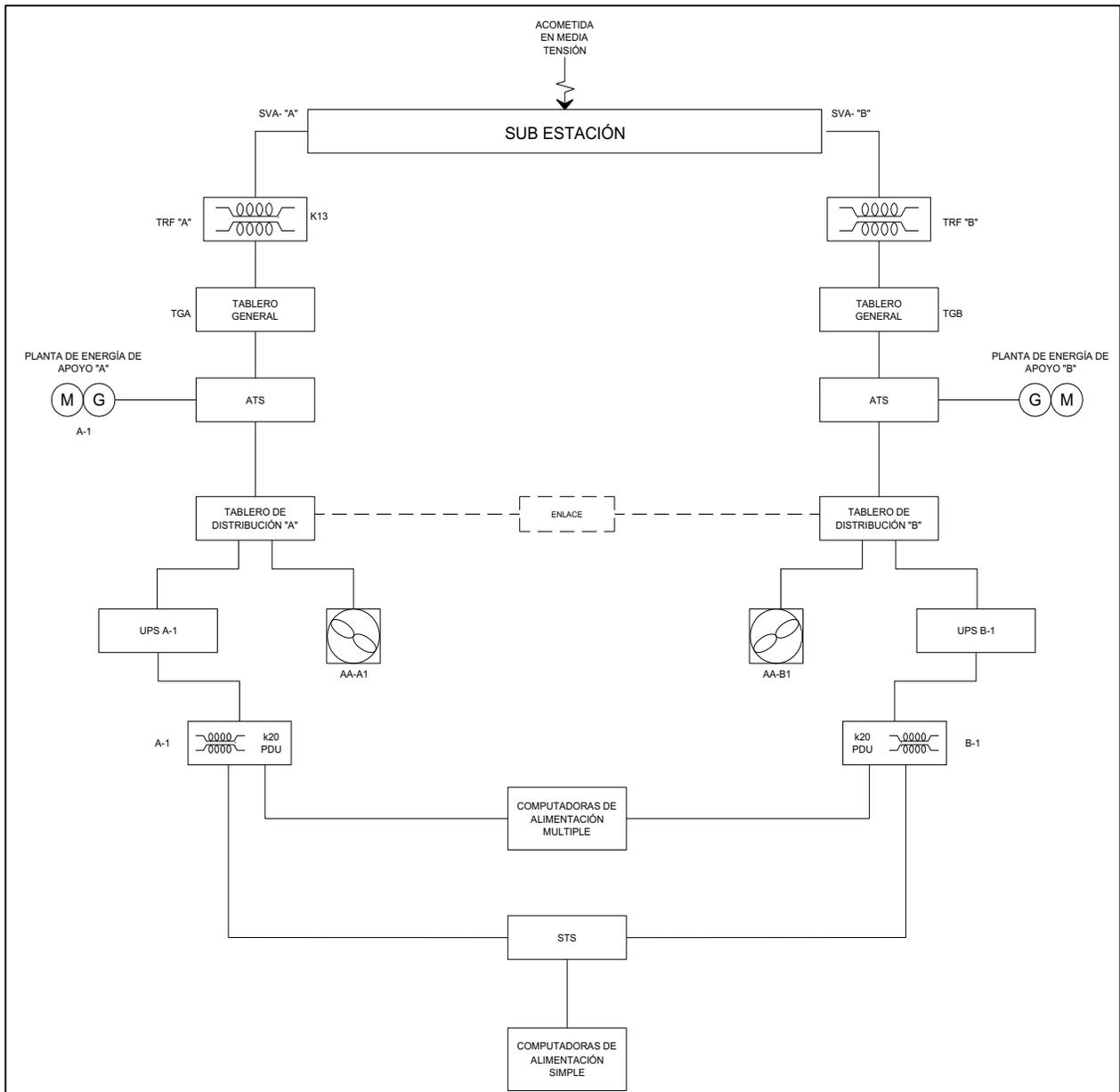


Figura 1.6 Topología para un NIVEL IV

- Redundancia en Tableros Generales 2N
- Redundancia 2N en UPS
- Redundancia 2N en Climatización
- Redundancia 2N en PDU o Tableros
- Redundancia 2N en Grupo Electrónico
- Acometida en Alta/Mediana/Baja Tensión
- Transformadores 2

CAPÍTULO 2. NORMATIVIDADES PARA LA CONSTRUCCIÓN BÁSICA DE UN CPD

Una simple compra en un supermercado, todas las actividades bancarias, las elecciones presidenciales, las actividades de la policía y los juzgamientos en los tribunales, casi todas las actividades humanas pasan por un CPD.

Estos CPD son complejos y sensibles, exigen de infraestructura especial y seguridad máxima, pues no pueden parar de funcionar, bajo el riesgo de interferir seriamente en las actividades económicas y ocasionar enormes perjuicios. Por lo tanto, deben estar basados en Normas, Estándares, Mejores Prácticas, en este capítulo hablaremos de las principales Normas que actualmente son las referencias para estos.

Estándares para la construcción de un CPD, existen un gran número de organizaciones que emiten periódicamente nuevos estándares para la construcción de CPD las principales organizaciones como ANSI, UL, IEEE, NEC, BICSI, TIA, EIA, ISO, NTC, RETIE, ICREA y el NFPA, entre otras mejoran a diario sus estándares y especificaciones técnicas que rigen la implementación, el diseño del centro de cómputo debe estar basado en estándares para un óptimo funcionamiento, una buena administración y excelente mantenimiento.

2.1 Normas Nacionales

En México prevalecen dos Normas o Estándares para la construcción de un CPD

- **La norma mexicana NMX-JCI-489-ANCE-ONNCCE-NYCE-2014 centros de datos de alto desempeño**

Dichos criterios indican, establecen el balance de los riesgos y enfocan las oportunidades en el uso de la tecnología de Información.

La norma será aplicable en edificaciones especializadas, públicas o privadas, que alberguen un CPD de alto desempeño y que se ubiquen en el país, así como en conjuntos de edificios urbanos y obras exteriores, ya sean nuevos o usados parcialmente o en la totalidad de su superficie.

Así como en cualquier modalidad: operación, remodelación, reestructuración, ampliación o sean construcciones nuevas. Desempeño - sustentable y energético-requisitos y métodos de comprobación.

La presente Norma NMX-JCI-489-ANCE-ONNCCE-NYCE-2014, entró en vigor recientemente.

CLAVE O CÓDIGO	TÍTULO DE LA NORMA
NMX-JCI-489-ANCE-ONNCCE-NYCE-2014	CENTROS DE DATOS DE ALTO DESEMPEÑO SUSTENTABLE Y ENERGÉTICO-REQUISITOS Y MÉTODOS DE COMPROBACIÓN

Esta norma establece las guías mínimas que todo diseñador, constructor y operador de centros de datos debe seguir para el diseño, construcción y operación de las edificaciones sustentables y energéticamente eficientes denominadas centros de datos de alto desempeño (CDAD).

Un esquema flexible de diseño, construcción y operación, donde las modificaciones sean fáciles y económicas.

Una estructura escalable, disponible, seguro, con una relación de costo/eficiencia para soportar la expansión del CPD con interrupción mínima de la operación.

Esta norma además especifica el diseño, la construcción y operación de un CPD independiente de marcas y se relaciona con referencia a los requisitos generales para:

- . a) Las instalaciones eléctricas, como lo indica la norma NOM-001-SEDE-2012.
- . b) Las condiciones de seguridad y protección contra incendios, como lo indica la norma NOM-002-STPS-2010.
- . c) El diseño de envolventes de edificios como lo indica la norma NOM-008-ENER-2001
- . d) La eficiencia energética en acondicionadores de aire tipo central como lo indica la norma NOM-011-ENER-2006
- . e) El cableado estructurado dentro de las instalaciones como lo indica la norma NMX-I-248-NYCE-2008
- . f) Las canalizaciones y espacios dentro de las instalaciones como lo indica la norma NMX-I-279-NYCE-2009
- . g) La puesta a tierra en sistemas de telecomunicaciones como lo indica la norma NMX-I-108-NYCE-2006

Entre los requisitos de esta norma se incluyen, los criterios: de diseño, construcción y operación que aseguren la eficiencia energética y sustentabilidad. Los materiales y equipos que incluyan un estudio de análisis del ciclo de vida. Una métrica de eficiencia energética. Las mejores prácticas de instalación de los sistemas involucrados. Un sistema de clasificación de los centros de datos que integren los

temas de: sustentabilidad, eficiencia energética, gobernabilidad, riesgo y cumplimiento

Esta norma mexicana es aplicable a las edificaciones especializadas que alberguen el CPD y que se ubiquen en territorio nacional, públicas o privadas; en conjunto de edificios urbanos y sus obras exteriores, nuevas o usadas parcialmente o en la totalidad de su superficie y en cualquier modalidad: en operación, construcción nueva, remodelación, reestructuración y ampliación

- **Norma ICREA (International Computer Room Experts Association)**

Norma internacional para la construcción e instalación de equipamiento de ambientes para el equipo de manejo de tecnologías de información y similares.

El objetivo es el de proveer criterios y directrices para diseñar ambientes que soporten de manera confiable la operación de las tecnologías de la información y de las comunicaciones (TIC).

Para lograr este objetivo, los criterios de diseño deben dar prioridad a la continuidad y disponibilidad del ambiente de cómputo y su infraestructura, conforme a las demandas crecientes de confiabilidad y seguridad de los dispositivos de hardware y datos que constituyen los activos informáticos sensibles de toda organización.

De acuerdo con las necesidades del nivel del servicio que la organización pretenda de su CPD y Comunicaciones, la infraestructura tendrá niveles crecientes de confiabilidad y seguridad, a los cuales podrá escalarse para llegar al objetivo final de contar con un ambiente tolerante a fallas diseñado conforme estándares y normas que podrán integrarse en alguna de las categorías de Certificación que se mencionan más adelante.

Así mismo, se toman en consideración aspectos de ahorro de energía y se hace hincapié en adoptar prácticas de gobernabilidad. Ambas conllevan a un alto desempeño en los ambientes de cómputo, llevándolos a niveles de excelencia clase mundial.

La norma "ICREA-Std-131-2011" es un conjunto de recomendaciones y mejores prácticas consensadas entre varios países y un grupo de expertos en CPD, que define la forma de construir un CPD de acuerdo con los niveles de confiabilidad y seguridad deseados los cuales son los siguientes:

Nivel	Clasificación
I	Quality assurance data center (QADC)
II	World Class Quality Assurance Data Center (WCQA)
III	Safety World Class Quality Assurance Data Center (S-WCQA)
IV	High Security World Class Quality Assurance Data Center (HS-WCQA)
V	High Security High Available World Class Quality Assurance Data Center (HSHA-WCQA)

Incluye:

- Aspectos generales:
- Instalaciones eléctricas
- Climatización
- Comunicaciones
- Medio Ambiente (piso elevado, acabados, obra civil)
- Seguridad (videovigilancia, control de acceso, detección y supresión de incendios)
- Análisis sísmico
- Sustentabilidad
- Gobernabilidad
- Este Estándar, por su difusión y aplicación se ha convertido en una referencia Internacional que, en la actualidad, es base para auditorías de CPD en diferentes países.

Considerándose hoy una Norma/Estándar internacional.

Para diferentes regiones, las normas locales tendrán precedencia sobre esta norma.

2.2 Normas Internacionales

- ANSI/TIA/EIA Tres organizaciones de Estados Unidos que coordinan la creación y publicación conjunta de estándares.
- ANSI/TIA/EIA-568-B: Cableado de Telecomunicaciones en Edificios Comerciales.
- ANSI/TIA/EIA568-B.1-2001. "Commercial Building Telecommunications Cabling Standard Part 1: General Requirements (Cómo instalar el Cableado).
- ANSI/TIA/EIA568-B.2-2001. "Commercial Building Telecommunications Cabling Standard Part 2: Balanced Twister-Pair Cabling Components".

- ANSI/TIA/EIA568-B.3-2000. "Optical Fiber Cabling Components Standard".
- TIA/EIA 562-Bi Requerimientos generales
- TIA/EIA 56812 Componentes de cableado mediante par trenzado balanceado.
- TIA/EIA 56813 Componentes de cableado. Fibra óptica.
- EIA/TIA568-C Commercial Building Wiring Standard. -EIA/ITIA 568-C.O, EIA/JTIA 568-CI, EIA/TIA 562-C.2, EIA/TIA 568-C.3
- ANSI/TIA/EIA-569-k Normas de Recorridos y Espacios de Telecomunicaciones en edificios Comerciales (cómo enrutar el cableado) Define la infraestructura del cableado de telecomunicaciones, a través de tubería, registros, trincheras, canalizaciones, entre otros, para su buen funcionamiento y desarrollo del futuro.
- ANSI/TIA/EIA-606-A. Estándar de Administración para la Infraestructura de telecomunicaciones de Edificios Comerciales.
- ANSI/EIA 310-D: cabinets, racks, panels and equipment standards
- ANSI/TIA/EIA-758-A. Norma Cliente-Propietario de cableado de Planta Externa de Telecomunicaciones
- ANSI X3T9.5/TDDI
- ANSI/IEEE C62.11-2005 IEEE Standard for Metal-Oxide Surge Arresters for AC Power Circuits (> 1kV).

Referencias:

ANSI/IEEE C62.41.1-2002 IEEE Guide on the Surge Environment in Low Voltage (1000 V and less) AC Power Circuits

ANSI/IEEE C62.45-2002. IEEE Recommended Practice on Surge Testing for Equipment Connected to Low-Voltage (1000 V and less) AC Power Circuits.

EN-1047 part II. "Secure Storage Unit, classification method of test to resistance to FIRE, part II, DATA ROOM & DATA CONTAINERS". EN 61643-11: 2007-08.

EIA/TIA 607 Requerimientos para Telecomunicaciones de Puesta a Tierra y puentado de edificios comerciales, que describe los métodos estándares para distribuir los sistemas de tierras a través de un edificio.

EIA /TIA 942 estándar de infraestructura de telecomunicaciones para CPD, la cual especifica los requerimientos mínimos para la infraestructura de telecomunicaciones de centros de datos y cuartos de datos, incluyendo centros de datos empresariales de un solo arrendatario y centros de datos multiarrendatarios de acceso a internet. La intención de la topología propuesta en este documento es que sea aplicable para cualquier tamaño de CPD.

- NFPA Asociación Nacional de Protección contra el Fuego
- NFPA-20. "Instalación de bombas estacionarias para extinción de fuego".

- NFPA. Asociación Nacional de Protección contra el Fuego
- NFPA 70 “National Electrical Code 2011 Edition”
- NFPA 70B Práctica recomendada para mantenimiento de equipos eléctricos.
- NFPA-72, Código de Alarmas Contra Incendios, 2002
- NFPA-75, Estándar para la Protección de Equipo de Datos y NFPA CPD, 2003
- NFPA-76. “Prácticas recomendadas para protección contra fuego en instalaciones de telecomunicaciones”.
- NFPA-80 A. “Protección contra fuego expuesto”.
- NFPA-90B. “Instalación de equipos de aire acondicionado”.
- NFPA-92. “Sistemas de control de humo”.
- NFPA-99. “El cuidado de la salud”.
- NFPA 780 “Standard for the Installation of Lightning Protection Systems 2011 Edition”
- NFPA-2001. “Sistema de agentes limpios en la extinción de fuego”.
- NFPA 99 y ANSI/ESD Normas de resistencia eléctrica y Control estática.
- NFPA 255 y ASTM E84 Normas de resistencia al fuego.
- NFPA-110, Estándar para Sistemas de Emergencia y Respaldo
- NFPA-730, Guía para la Seguridad en Locales
- NFPA 731, Instalación de Sistemas de Seguridad en establecimientos.
- NFPA-780. Estándar para la Instalación de Sistemas de Protección Contra Rayos
- NFPA-13. “Instalación de sistema de rociadores”.
- NFPA-15. “Sistemas fijos de rocío de agua para extinción de fuego”.
- 3 ISO/IEC Organización Internacional de Estandarización / Comisión Electrotécnica internacional
- ISO/IEC 17799-2000. Tecnología de la información- Código de buenas prácticas para la gestión de seguridad de la información.
- ISO /IEC 27000: 2014 Tecnología de la información - Técnicas de seguridad,
Sistemas de gestión de seguridad de la información - Información general y vocabulario, Ofrece la visión general de los sistemas de seguridad de la información de gestión (SGSL), y los términos y definiciones de uso común en la familia de normas de SGSL.
- Es aplicable a todos los tipos y tamaños de organización (por ejemplo, empresas comerciales, agencias gubernamentales, organizaciones sin fines de lucro).
- IEC 61643-1:2005. Comisión Internacional Electrotécnica (International Electrotechnical Commission)
- ISO 9296 Acústica - Valores de emisión de ruido de los equipos informáticos y de negocios.
- ISO/IEC 11801 especifica sistemas de cableado para telecomunicación de multipropósito, cableado estructurado que es utilizable para un amplio rango de aplicaciones (análogas y de telefonía ISDN, varios estándares de

comunicación de datos, construcción de sistemas de control, automatización de fabricación). Cubre tanto cableado de cobre balanceado como cableado de fibra óptica.

- ISO 14001. Sistemas de gestión ambiental. Una lista de control fácil de usar para la pequeña empresa.
- ISO-13.220.01.- Protección contra Fuego.
- ISO/IEC 11801, Ed.2:2002. "Generic Cabling for Customer Premises".
- ISO/IEC 24764. "Information technology-Generic cabling for Customer Premises".
- ISO/IEC 27001. "Information technology-Security techniques-Information security management systems requirements" LS-1-1992. Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos (National Electrical Manufacturer Association - NEMA)
- IEEE: Instituto de Ingenieros Electricistas y Electrónicos
- IEEE 1100-1999: práctica recomendada para la alimentación y puesta a tierra Equipos Electrónicos
- IEEE 446-1995; práctica recomendada para IEEE Power Systems de "emergencia" y "standby" para Aplicaciones Industriales y Comerciales.
- IEEE 802: hay 22 estándares de protocolos de comunicaciones de la serie 802.xx: IEEE C2-2012: Código Nacional de Seguridad Eléctrica (NESC) ASHRAE(Sociedad Americana de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado) Guía térmica para entornos de procesamiento de datos.
- IEEE Std 1100-2005. IEEE Recommended Practice for Powering and Grounding Electronic Equipment" (IEEE Emerald Book).
- IEEE Std 242-2001. "IEEE Recommended Practice for Protection and Coordination of Industrial and Commercial Power Systems" (IEEE Buff Book)."
- IEEE Std 602-2007. "IEEE Recommended Practice for Electric Systems in Health Care Facilities" (IEEE White Book)."
- RETIE: reglamento técnico de instalaciones eléctricas.
- Norma NTC 2050: código eléctrico colombiano
- Norma Brasileña: NBR/ABNT 11.515. "Criterios de Seguridad Física relativos al Almacenamiento de Datos"
- NBR/ABNT 15.247. "Unidades de almacenamiento seguro, salas cofre y cofres para hardware, clasificación y métodos de ensayo de resistencia al fuego"
- UL-1449. "Underwriters Laboratories (3ª Edición de UL 1449)"

Para los fines de unificar vocabularios se adoptaron los siguientes:

BICSI: asociación de Telecomunicaciones que proporciona educación independiente de fabricante por medio de libros, congresos, cursos y certificaciones.

Documento principal: TDMM, Telecommunications Distribution Methods Manual.

Disponible en varios idiomas.

Principal certificación: RCDD, Registered Communications Distribution Designer

UI: Uptime Institute

Consortio de empresas que le ayuda a sus miembros a evitar tiempos caídos (downtime); optimizar la inversión de infraestructura del sitio y obtener un nivel de profesionalismo más alto en operaciones y prácticas para asegurar el funcionamiento continuo (uptime) de sus instalaciones.

El Uptime Institute ha definido un sistema de clasificación y certificación de centros de datos basados en cuatro niveles. (TIER). Conforme más alto sea el “TIER”, mayor es la confiabilidad del CPD.

La Infraestructura y el Estándar TIA-942 basado en recomendaciones del Uptime Institute, establece cuatro niveles (TIERS) en función de la redundancia necesaria para alcanzar niveles de disponibilidad de hasta el 99.995%. A su vez divide la infraestructura soporte de un CPD en cuatro subsistemas a saber:

- Telecomunicaciones
- Arquitectura
- Sistema eléctrico
- Sistema Mecánico

El concepto de TIER

El nivel de fiabilidad de un CPD viene indicado por uno de los cuatro niveles de fiabilidad llamados TIER, en función de su redundancia. A mayor número de TIER, mayor disponibilidad, y por tanto mayores costos de construcción y mantenimiento.

TIER	% Disponibilidad	% Parada	Tiempo anual de parada
TIER I	99,67%	0,33%	28,82 horas
TIER II	99,74%	0,25%	22,68 horas
TIER III	99,982 %	0,02%	1,57 horas
TIER IV	100,00%	0,01%	52,56 minutos

CAPITULO 3. PRIMEROS PASOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN CPD.

3.1 Diseño Conceptual

Antecedentes de Diseño Conceptual del CPD de este Proyecto.

Este “Proyecto Integral” consistió en la construcción, desarrollo e implementación de un nuevo CPD, con un área total aproximada de 1,283 m² para alojar equipos de infraestructura activa y de soporte como son; gabinetes, equipos de soporte eléctrico, climatización, seguridad, videovigilancia, así como adecuaciones de oficinas que administran el nuevo CPD.

La premisa y finalidad de este tipo de CPD será la virtualización, donde virtualizar es una tecnología probada de software que permite ejecutar múltiples sistemas operativos y aplicaciones simultáneamente en un mismo servidor. Está transformando el panorama de TI y modificando totalmente la manera en que las personas utilizan la tecnología.

La virtualización es la única manera eficaz de reducir los costos de TI y aumentar la eficiencia y agilidad.

Las principales ventajas de la virtualización son:

- Reducir los costos de capital y operaciones.
- Proporcionar alta disponibilidad de las aplicaciones.
- Minimizar o eliminar el tiempo fuera de servicio.
- Aumentar la capacidad de respuesta, la agilidad, la eficiencia y la productividad.
- Acelerar y simplificar el aprovisionamiento de recursos y aplicaciones.
- Respaldo la continuidad del negocio y la recuperación ante desastres.
- Permitir la administración centralizada.

Se consideraron gabinetes de virtualización con una capacidad de carga de 5 kW por gabinete productivo especificado y solicitado por el usuario.

Soluciones Integradas:

- Equipos eléctricos para infraestructura de soporte
- Alimentadores, Infraestructura de canalizaciones y distribuciones de servicios
- Equipos de sistemas de climatización principales para áreas productivas y entorno administrativo
- Gabinetes para equipo productivo
- Adecuaciones a áreas existentes para alojar equipos de respaldo de energía

- Arquitectónicas, adecuaciones y modificaciones
- Sistemas de seguridad generales de entorno y vigilancia inteligente
- Sistemas de cableado de comunicaciones de alta densidad

En este proyecto, se especificaron concretamente las características y requerimientos generales ejecutados en función al diseño, con la información de tecnología capitulada en el desarrollo del proyecto. En el presente proyecto se realizó un informe de análisis de riesgo de lo que representaría la construcción e implementación del proyecto en esta zona y, bajo conocimiento de causa y entendiendo los niveles de riesgo, el usuario autorizó la ejecución del proyecto.

Este proyecto se desarrolló en un modelo de CPD (Centro de Procesamiento de Datos) basado en la información obtenida en campo y con el conocimiento de las mejores prácticas para su construcción, con una perspectiva de operación de Nivel IV del ICREA.

La ingeniería y todos los elementos recomendados para la construcción y equipamiento del mismo conforme a las bases de diseño.

La ingeniería del proyecto integral se desarrolló de la siguiente forma:

- *Diseño eléctrico*
- *Climatización*
- *Seguridad*
- *Comunicaciones*
- *Ámbito*

Se consideraron los trámites de gestoría ante CFE requeridos para la nueva demanda eléctrica de proyectos en su conjunto final, tema que no se hablará en este documento.

La ingeniería del presente proyecto implementado está basada en los alcances para un nivel de disponibilidad conforme a la norma ICREA-**Std-131-2011**

CPD Nivel 4 – HS-WCQA (High Security World Class Quality Assurance)

Esta Topología APORTA UN 99.99% de disponibilidad al sistema en conjunto. Ver figura 3.0

El diseño e ingeniería comprendió diferentes soluciones, áreas de operación y producción las cuales se consideraron con el aprovechamiento de espacios existentes, este proceso se detalla a continuación:

Especificaciones Generales:

Sótano 4: lugar de alojamiento del sistema de puesta a tierra de seguridad y sistema de puesta a tierra aislada (comunicaciones)

Área de estacionamiento: se designó esta área como el lugar para colocación e integración de los arreglos (delta prefabricada) de los sistemas de puesta a tierra de seguridad y comunicaciones/aislada, así como también, para el sistema de protección contra descargas atmosféricas, para protección de la operación de la infraestructura del CPD.

Se presenta diagrama base de referencia para la infraestructura de operación.

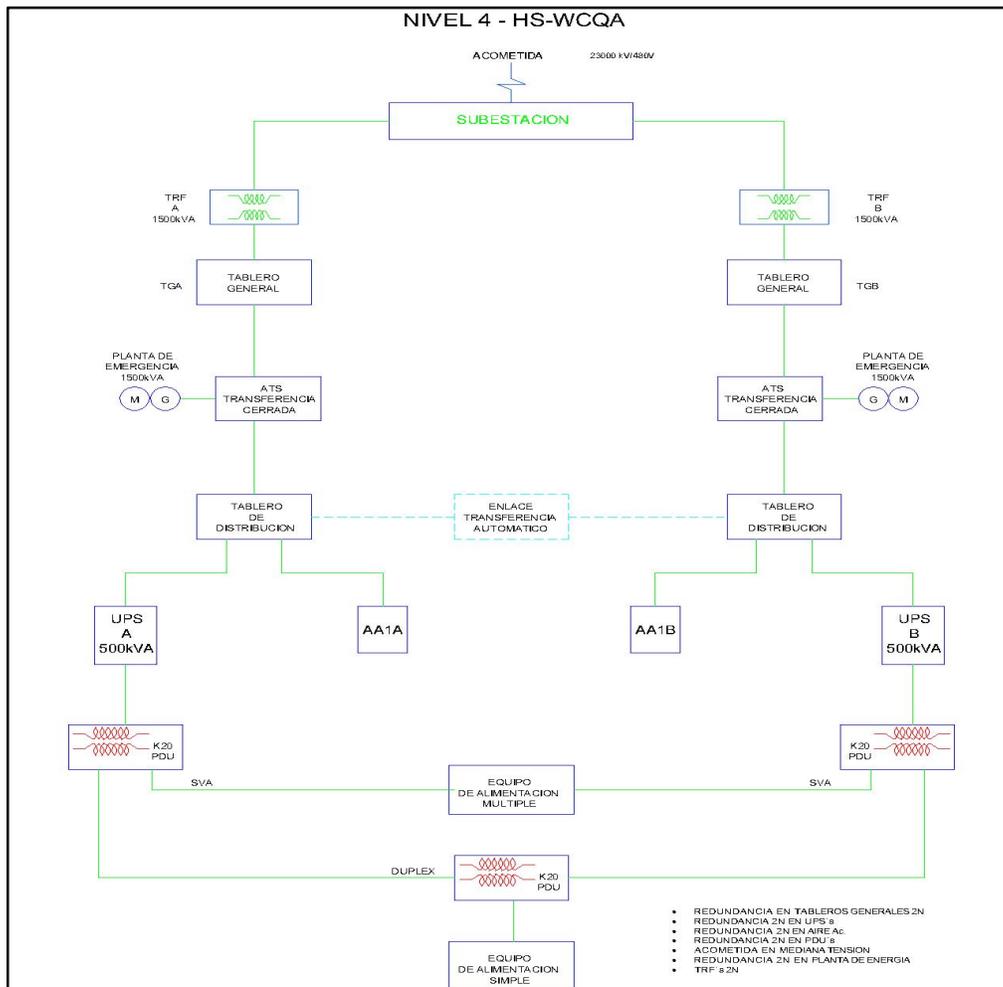


Figura. 3.0 - Esquema topológico de una infraestructura para un NIVEL IV ICREA

Se instaló un sistema de puesta a tierra de seguridad, propio e independiente, para la protección de los equipos que conforman la infraestructura de operación del nuevo CPD. El sistema implementado está constituido por electrodos prefabricados de cobre electrolítico, altamente conductor y tratado especialmente para retardar

los efectos de la corrosión, lo que garantiza una impedancia baja de acuerdo con lo que establece la norma.

De esta zona, se hace la distribución mediante tubería de PVC uso pesado para transporte de cableado desnudo y aislado a las diferentes barras de tierras de referencia ubicadas en las áreas de los equipos a proteger ver diagrama de puesta a tierra de seguridad y aislada en capítulo 4.

El sistema de puesta a tierra fue diseñado e instalado para que permita la liberación de corrientes de falla cumpliendo seguridad del personal y operación de los sistemas de protecciones. El sistema instalado asegura mediciones menores a 1 ohm, valor de impedancia adecuado para la operación de los sistemas.

La instalación de los electrodos de los sistemas de puesta a tierra de seguridad y comunicaciones se efectuó en el área del sótano 4 como se mencionó con anterioridad, haciendo un estudio previo de resistividad, con el cual obtuvimos un panorama del terreno, llevando a cabo una excavación de 1.50 m x 1.50 m x 2.50 m y otra de 1.50 m x 1.50 m x 2.30 m esto para los 2 sistemas implementados los cuales son referenciados, nivelados y orientados al norte correctamente.

Las selecciones de los conductores del electrodo de puesta a tierra, así como los conductores de puesta a tierra para equipos cumplen de acuerdo con lo establecido en el artículo 250-94 de la NOM-001-SEDE-2005.

Sótano 1B de estacionamiento

En este lugar se alojó la nueva acometida de la suministradora eléctrica, se confirma de un seccionador de 4 vías, 2 vías de entrada y 2 vías de salida, 2 transformadores tipo seco de 1250 kVA, 2 tableros de 2500 amperes que sirven de interruptores principales, alimentadores principales de distribución en dos ramales “azul” y “rojo” en diferentes trayectorias, barras de los sistemas de puesta a tierra y acometidas de 2 “Carriers” de servicios para comunicaciones.

Mezzanine. **Ver figura 3.1**

Lugar donde se alojaron los equipos unidades generadoras de agua helada UGAH (Chiller) de 170 toneladas de refrigeración en redundancia 2N (unidades manejadoras de agua helada), sistema de bombas para recirculación de agua de los UGAH, sistema de tratamiento de agua para humidificación de aires de precisión, tanque frio de agua de respaldo, los UGAH generan el suministro de agua helada para los equipos de enfriamiento InRow RP de las áreas de producción ubicadas en el primer nivel y planta baja dedicados a las áreas de UPS.

Moto generadores (Plantas Generadoras de Energía de Apoyo, PGEA), incluye redundancia para tener un respaldo 2N, con una capacidad dimensionada para cada una de 1,500 kW, con un sub-tanque integrado de diésel con una capacidad de 10,000 litros, ambos interconectados para sumar una capacidad de 20,000 litros que nos dan un tiempo de respaldo de 48 horas.

Cabe mencionar que, en esta área, debido al peso total a instalarse, considerando los UGAH y PGEA, bombas y condensadoras, se tuvo que hacer un refuerzo estructural para soportar el peso húmedo.

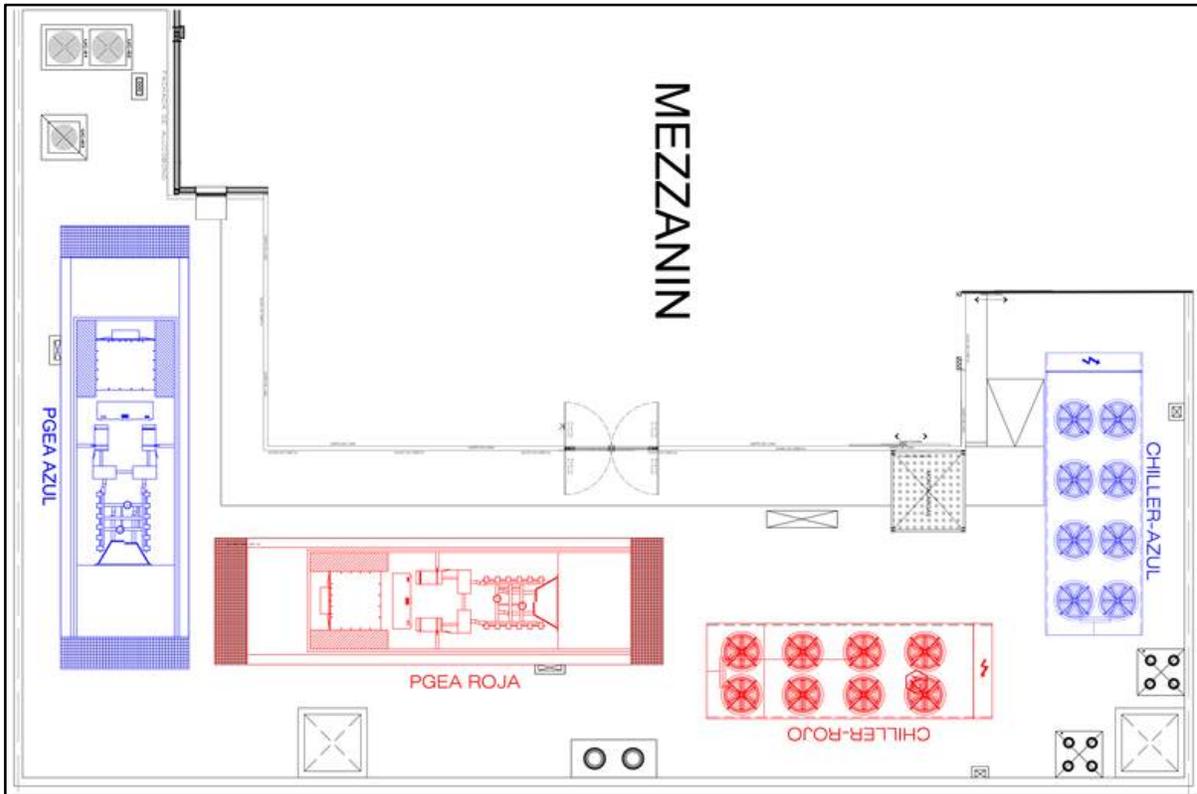


Figura 3.1. Zona de equipos en Mezzanine

Planta baja. **Ver figura 3.2.** Área para oficinas administrativas

Esclusa de vigilancia, ubicación de las áreas administrativas para control de acceso de personal y dispositivos a las áreas administrativas del CPD, sin que esto represente una autorización de acceso a las áreas productivas

Recepción, segundo reten de seguridad interno donde se le direccionará al visitante con los representantes administrativos responsables de la operación del CPD

Áreas de consulta abierta, ubicaciones para consulta de sus aplicaciones alojadas en el CPD

Áreas de consulta privada, ubicaciones privadas e independientes para consulta de sus aplicaciones alojadas en el CPD

Salas de juntas, 2 salas de juntas para reuniones de trabajos con clientes o visitantes a las áreas administrativas del CPD

Show Room, cuarto de demo de las aplicaciones administradas dedicadas al nuevo CPD.

Áreas de administración del CPD, ubicación para los responsables de la administración del nuevo CPD en infraestructura y operación de aplicaciones.

NOC, centro de vigilancia del CPD

Área de Telecom, ubicación para alojamiento de cableado de red y telefonía de las diferentes áreas del CPD

Cuarto eléctrico y cuarto de UPS

Área del UPS principal y de redundancia. Área de alojamiento de sistemas de energía ininterrumpida en alcance 2N que integra en su área un aire de precisión en configuración 2N para mantener la temperatura promedio de 24 °C para prolongar la vida útil de las baterías.

Detección temprana y sistemas contra incendio, así como tableros de control de los sistemas y punto medular de salidas de distribución de las soluciones correspondientes hacia las áreas productivas ubicadas en piso 1

Área de recepción de equipos para desembalaje, descontaminación, pre-producción y pre-climatización desde la cual se podrá ingresar a las áreas productivas por medio de un montacargas que sube al piso 1

De este cuarto se derivará la alimentación de energía hacia los tableros y se derivarán al primer piso mediante canalizaciones y soportería adecuada para dar servicio eléctrico e hidráulico a los equipos PDU de energía ininterrumpida, a los InRow RP de enfriamiento, alumbrado y contactos para servicio.

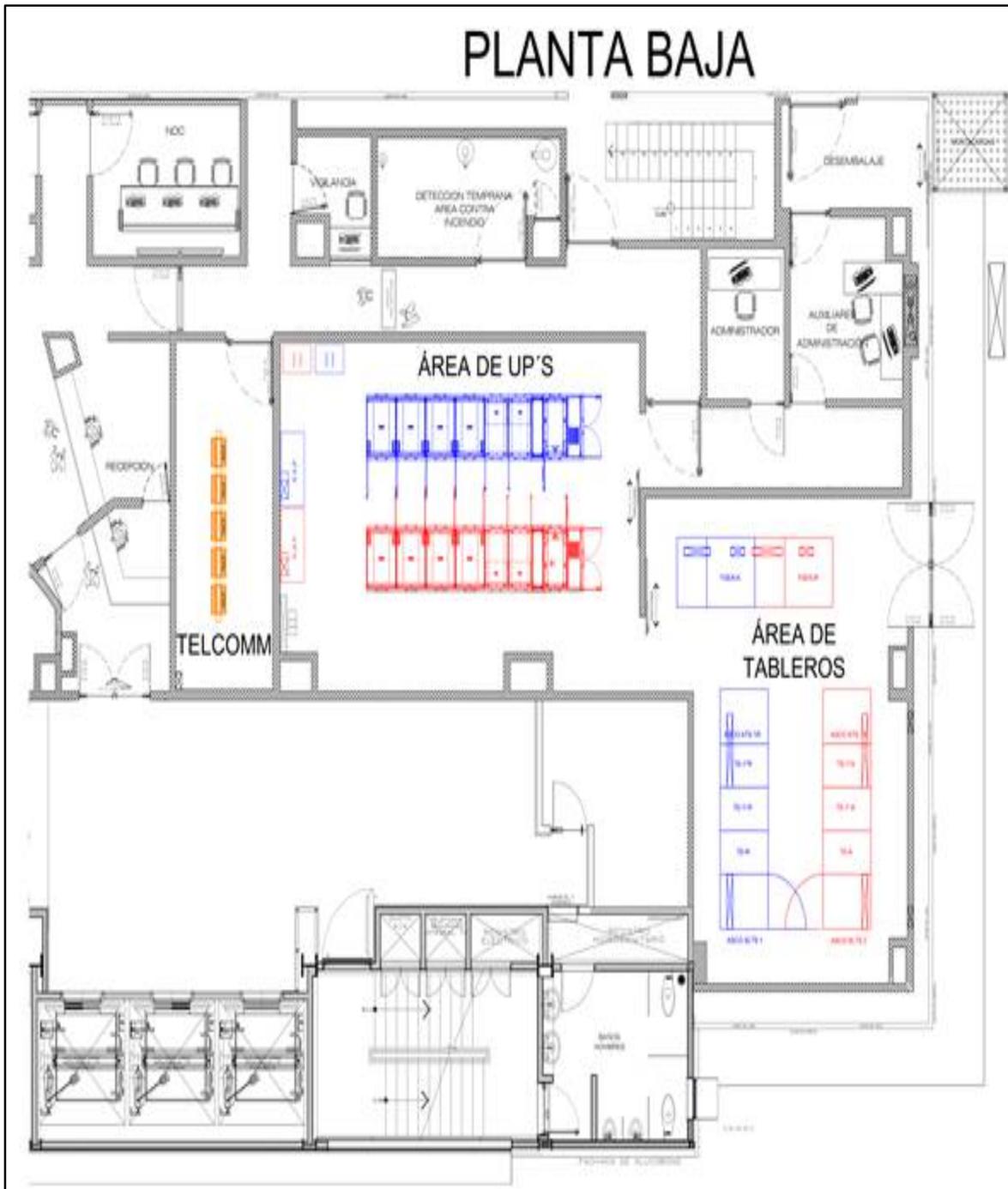


Figura 3.2 Zona de equipos en planta baja

Primer Piso. **Ver figura 3.3**

Ubicación de los POD de gabinetes productivos virtualizados que se alojaron en las áreas de producción 1 y 2, se denominó área 1 donde se aloja la primera mitad de un POD (Performance Optimized Datacenter) inicial formada por ocho gabinetes productivos con una demanda por cada gabinete dimensionada en 5 kW y soluciones de Sistemas de enfriamiento de Hilera tipo InRow RP con equipos “Azul” Principal y “Rojo” de Redundancia, en su etapa final se tendrá

Sistemas de distribución eléctrica PDU con brazos “azul” Principal y “rojo” de redundancia, con inclusión de 1 gabinete de telecom para administración de cableado de interconexión dentro del POD, y la consideración de 3 equipos InRow RP para una solución final 2N+1.

Área de recepción de equipos de Pre-Producción pasillos de trafico local y salidas de emergencia para cada Área Productiva.

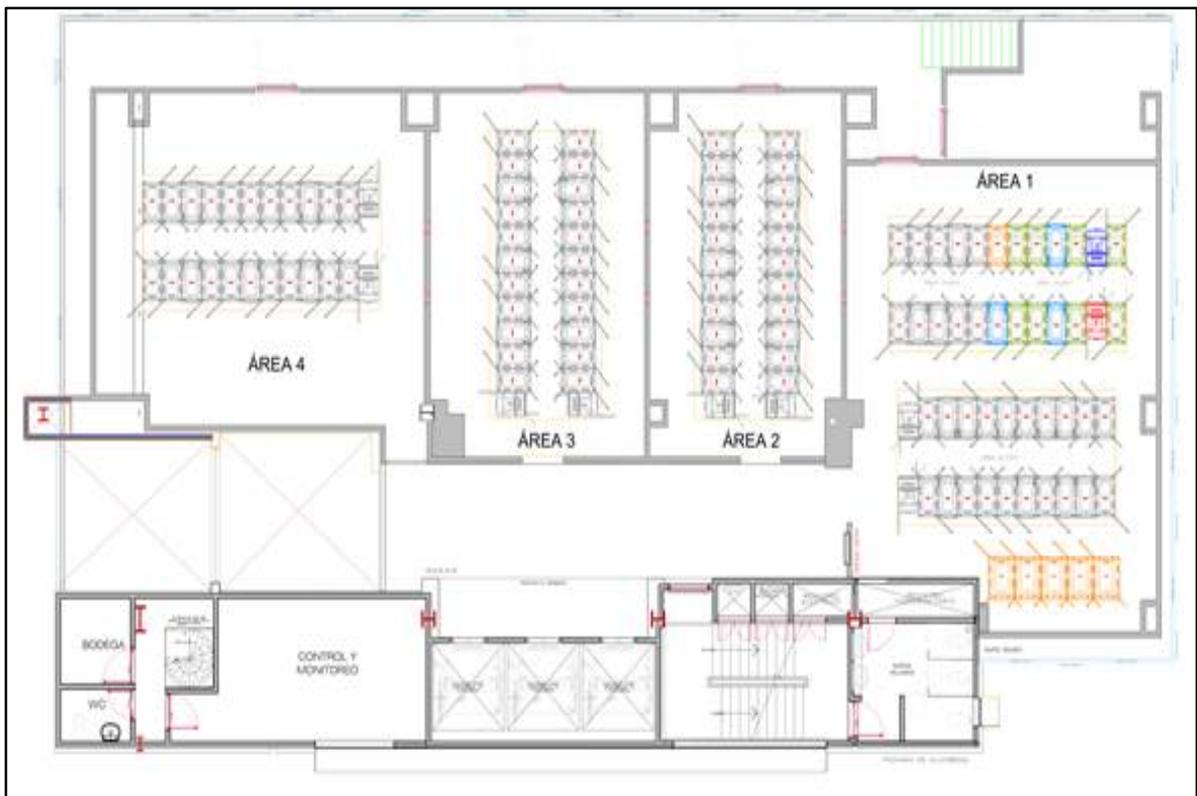


Figura 3.3 Áreas Productivas En Primer Piso

3.2 Análisis de Riesgos

Es el proceso documentado que consiste en la identificación de los peligros y evaluación de los riesgos, antes y durante la ejecución de la implementación de un nuevo CPD, para el establecimiento de medidas preventivas y de control que ayuden a evitar la ocurrencia de incidentes, accidentes, y/o daños a las instalaciones o equipos.

Antes de comenzar con este punto, es conveniente indicar que no se pretende con este punto abordar las soluciones para el tratamiento de los riesgos de los CPD, sino compartir una visión sobre el tema del “riesgo” en sí mismo. Dicho esto, a continuación, se esbozan algunos condicionantes previos al desglose de los principales peligros a los que se enfrentan los CPD en América Latina.

Cabe señalar que, en el ámbito de la seguridad tecnológica, nada hay más riesgoso que la sensación de seguridad aparente; cuando existe el convencimiento de que las medidas de control implementadas son suficientes y fiables, cuando en realidad no lo son. Otra importante consideración consiste en cómo el propio concepto de “riesgo” está evolucionando, tanto en las nuevas normas publicadas como en aquellas que están en proceso de elaboración, hacia una visión más holística e integrada, pudiendo sintetizarse dicha idea en “todo aquello que ponga en duda la capacidad de poder cumplir con los objetivos del negocio”. Podemos decir que lo que no es confiable y gobernable, constituye un riesgo. Por último, es importante establecer que el CPD se define como un espacio físico donde convergen las TIC y que, por lo tanto, es el entorno donde existe mayor concentración de valor a proteger.

Fallas, incidentes y desastres en el centro de proceso de datos, con o sin pérdida de activos sensibles de TIC, impactan de forma concurrente sobre el hardware, el software, la infraestructura y las comunicaciones, generando un colapso sistémico para la continuidad operativa de los sistemas de la información. Conforme a la experiencia adquirida en la construcción y diseño de CPD, en América Latina no es costeable replicar en espejo o duplicar de manera sincronizada el 100% de un CPD primario y, si excepcionalmente lo fuera, difícilmente sería una estrategia sostenible a largo plazo ante las fluctuaciones económico-políticas a que nuestros países nos tienen acostumbrados, sin mencionar las crisis mundiales que han globalizado la imprevisibilidad económica.

Entonces, y resumiendo el escenario descrito, podemos afirmar que el CPD primario es un activo estratégico a preservar de los riesgos presentes y futuros, dado que el impacto de su parálisis o pérdida condicionaría la continuidad del negocio y dañaría la imagen de la organización.

Cada territorio tiene su propio mapa de riesgos naturales, y cada localización sus propios riesgos físico-ambientales. Nueve de cada diez CPD en América Latina están emplazados en edificios corporativos preexistentes, y son excepcionales las compañías que construyen un edificio sólo para sus TIC. Por este motivo, es necesario adaptar las mejores prácticas como las de la norma ICREA, a nuestra realidad.

El principal riesgo de seguridad en los centros de datos mexicanos es el error humano, de acuerdo con (ICREA). Se pueden realizar las mejores prácticas desde el punto de vista de elección y gestión de los recursos TI, pero si el personal no está capacitado ni es seleccionado mediante un riguroso proceso, el CPD puede estar en graves riesgos en materia de seguridad.

Recomendaciones generales

Las recomendaciones técnicas consideran variables de desastres naturales y climatológicos tales como sismos, tormentas, huracanes, sequías, volcanes, deslaves, deslizamientos, inestabilidad de terrenos, tsunamis o inundaciones entre otros, además de la vulnerabilidad al sitio seleccionado.

La absoluta eliminación de posibilidad de ocurrencia de un evento de desastres naturales haría muy compleja y costosa la construcción del CPD, incluyendo su operación y mantenimiento. Lo que en realidad se pretende es mitigar la mayor cantidad de riesgos y aquellos con mayor probabilidad de ocurrencia e impacto. Este tipo de desastres pueden ocasionar fallas en los servicios de suministro de energía y telecomunicaciones, fallas en las vías de comunicaciones y transporte público, así como afectar a la población, a la zona y a los empleados.

Las recomendaciones técnicas también consideran desastres no naturales, tales como áreas con altos riesgos industriales, ataques terroristas, vulnerabilidades sociales, seguridad ciudadana, zonas de seguridad del país, instalaciones militares, pandemias y desastres futuros hipotéticos.

Mitigar factores que provienen de acciones provocadas por el ser humano, requiere considerar la proximidad a vías públicas para evitar colisiones o derrames de sustancias tóxicas o inflamables; la proximidad a tráfico aéreo, férreo o marítimo para reducir la posibilidad de accidentes de aterrizaje, descarrilamiento y ataques terroristas, entre otros.

Asimismo, se deben evaluar las localidades adyacentes al CPD y el uso de los terrenos y edificaciones. No se recomienda cercanía a lotes vacíos, plantas nucleares, aeropuertos, embajadas, consulados u otras edificaciones con objetivos políticos, autopistas principales o estaciones de gasolina. Por el

contrario, se recomienda la proximidad a un área metropolitana, estaciones de bomberos, policía, hospitales y vías de acceso secundarias con poco tráfico.

La calidad de servicios en la localidad seleccionada es un factor clave para garantizar su éxito, y principalmente los servicios de energía y telecomunicaciones. Los centros de datos requieren de servicios de energía y telecomunicaciones con altos niveles de confiabilidad y disponibilidad, por lo cual se recomienda descartar las localidades que no satisfagan estas premisas. Los anteriores servicios usualmente dependen o se encuentran regulados por entes gubernamentales. También hay que evaluar otros servicios como aguas blancas, red de saneamiento de aguas negras y aguas de lluvias, diésel, gas natural y otras fuentes de energía convencional y renovable.

Igualmente, importante resulta el evaluar el personal y los incentivos para el negocio, tales como personal calificado, tendencias poblacionales, políticas e incentivos gubernamentales, disponibilidad de terrenos o edificaciones, geografía de la ciudad, seguridad, análisis financieros, seguros, seguridad social, costos de operación y mantenimiento.

En el caso de que se considere un CPD alternativo, es determinante reducir la probabilidad de que el CPD principal y el alternativo se vean afectados por la ocurrencia de un mismo evento. En la selección de la localidad del CPD principal o alternativo pueden existir factores determinantes en el esquema de selección y las alternativas disponibles, como lo son el tiempo y el costo de ejecución.

De acuerdo con lo anterior y a solicitud de construcción un CPD requerido por los propietarios se tiene lo siguiente:

Se desarrolla el documento de análisis de riesgos específicamente para la zona y los factores que pueden prevalecer en sitio al momento de su construcción, así como de su vida operacional, esto les permitirá su valoración y consideración en la toma de decisiones, previo a la construcción del CPD, este análisis tiene como objetivo que los propietarios tengan una visión de los riesgos y afectaciones que pueden conllevar la construcción del CPD en el edificio existente.

Para el desarrollo y contenido de este análisis se consideró lo marcado y recomendado por los estándares de centros de datos en específico lo relacionado en construcción e implementación, así como riesgos inherentes que pueden ser:

- Geográficos
- Ambientales

- Sísmicos
- Socio-económicos

Así como cualquier otro factor que afecte operacionalmente la construcción del CPD y derivados de la situación arquitectónico-estructural del edificio del área seleccionada para su construcción en el Estado de México (Huixquilucan)

Antes de haberse tomado la decisión final de construcción se hizo una valoración en sentido estricto sobre todos estos puntos para realizar dicha inversión para la construcción de este CPD. Estos riesgos fueron enunciativos más no limitativos.

Las Normas Internacionales de CPD son de cumplimiento de marco regulatorio en materia de seguridad de la operación para estos, con la finalidad de salvaguardar sus recursos, verificar la exactitud y veracidad de la información, promover la eficiencia, economía, calidad y continuidad en sus operaciones, estimular la observancia de las políticas sugeridas y lograr el cumplimiento de su misión, objetivos y metas.

Es trascendental la ubicación del edificio y su construcción misma para la operación eficiente del CPD y como primera medida debe considerarse si se trata de un nuevo edificio o no, si está en construcción o habrá que adecuarse a lo existente.

Asegurar la capacidad de supervivencia de la organización ante eventos que pongan en peligro su existencia proteger y conservar los activos de la organización, de riesgos, de desastres naturales o actos mal intencionados, reducir la probabilidad de las pérdidas, a un mínimo nivel aceptable, a un costo razonable y asegurar la adecuada recuperación.

Asegurar que existan controles adecuados para las condiciones ambientales que reduzcan el riesgo por fallas o mal funcionamiento del equipo, del software, de los datos y de los medios de almacenamiento, controlar el acceso, de agentes de riesgo, a la organización para minimizar la vulnerabilidad potencial

Metodología para el cálculo de riesgo

El objetivo del análisis de riesgos es poder identificar todas las potenciales amenazas o vulnerabilidades, y cuantificar el riesgo que éstas involucran. La metodología es el resultado de la mezcla de dos metodologías comúnmente utilizadas, y simplificada en cuatro pasos sencillos.

El primer paso

Consiste en identificar todas las posibles amenazas y vulnerabilidades según las recomendaciones presentadas anteriormente, clasificándolas en categorías y subcategorías. Por ejemplo, una categoría es ‘riesgos naturales’, a la cual se asigna un peso del 20%, y una sub-categoría es ‘inundaciones’, a la cual se asigna un 8% del 20%, tal como se muestra en la **Tabla 3.0**

Amenazas y vulnerabilidades	Peso
Riesgos naturales	20%
Sismos	20%
Viento (huracanes, tornados...)	20%
Nieve	10%
Altitud	8%
Topografía	8%
Estabilidad del subsuelo	8%
Aguas subterráneas	8%
Inundaciones	8%
Calidad del aire	5%
Nivel de ruido	5%
Transporte y localidades adyacentes	20%
Vías públicas	20%
Transporte subterráneo	8%
Tráfico	10%
Proximidad propiedades con riesgo	20%
Seguridad	10%
Ataques terroristas	8%
Lotes vacíos. Futuros riesgos	8%
Áreas metropolitanas	8%
Servicios de emergencia	8%
Servicios	40%
Telecomunicaciones	30%
Electricidad	30%
Aguas blancas	10%
Red de saneamiento	10%
Diésel	7%
Gas natural	7%
Otras fuentes de energía	6%
Otros	20%
Incentivos al negocio	20%
Bienes y raíces	20%
Construcción	15%
Operación y mantenimiento	15%
Personal y tendencias poblacionales	15%
Seguros	15%

Tabla 3.0 – Tabla de amenazas y vulnerabilidades

El segundo paso

Consiste en cuantificar la probabilidad de ocurrencia del evento, utilizando tablas de valores desarrolladas a criterio del consultor. Para cada una de las amenazas identificadas, se procede a asignar un valor que determina su probabilidad o posibilidad de ocurrencia, como se indica en la tabla 3.1.

Cuando no es posible obtener información precisa, se aplica el principio de Varnes, que plantea que lo ocurrido en el pasado y presente sirve de guía para saber qué ocurrirá en el futuro.

Escala	Descripción	Probabilidad
1	BAJO	No existen factores que originen el evento y es casi imposible que ocurra. Nunca ha sucedido.
2	MEDIO – BAJO	Difícilmente ocurre el evento, pero existe una pequeña posibilidad de que suceda. Ha sucedido un evento en periodos superiores a 10 años.
3	MEDIO	Existen las condiciones para el evento. Se ha presentado el evento en periodos promedios de 5 a 10 años.
4	MEDIO-ALTO	Existen las condiciones para el evento. Se ha presentado el evento en periodos entre 6 meses a 5 años.
5	ALTO	Altas posibilidades para el evento. Ocurre el evento en periodos inferiores a 6 meses.

Tabla 3.1 – Tabla de probabilidades de ocurrencia

El tercer paso

Involucra determinar las consecuencias de la ocurrencia del evento, considerando las acciones o controles para mitigar el impacto del mismo. Para cuantificar el impacto se establecen niveles y se asignan valores a criterio del consultor, como se indica en la **Tabla 3.2**.

Escala	Descripción	Impacto
1	BAJO	Consecuencias que no afectan significativamente, no hay pérdidas materiales ni financieras.
2	MEDIO – BAJO	Consecuencias que afectan en forma leve, pérdidas menores.
3	MEDIO	Consecuencias que afectan en forma media, pérdidas medianas.
4	MEDIO-ALTO	Consecuencias que afectan parcialmente en forma grave; pérdidas moderadas.
5	ALTO	Consecuencias que afectan en forma total, pérdidas mayores.

Tabla 3.2 – Tabla de consecuencias de ocurrencia

En el cuarto paso

Se calcula el riesgo de cada amenaza y el riesgo ponderado total de la localidad evaluada. El nivel de riesgo es la probabilidad de que se produzca un acontecimiento que conlleve a pérdidas humanas o materiales, y resulta del

producto de la probabilidad de ocurrencia del evento por el impacto del evento, por la ponderación del mismo.

La **tabla 3.3**, muestra un ejemplo de la evaluación de riesgos naturales desde la identificación de las amenazas hasta la cuantificación de las mismas.

Amenazas y vulnerabilidades	Peso	Probabilidad de ocurrencia	Valor probabilidad	Consecuencia o impacto	Valor impacto	Riesgo (NR=POxI)	Ponderación parcial	Ponderación total
Riesgos naturales	20%							1,85
Sismos	20%	ALTO	4	ALTO	5	20	4,00	
Viento (huracanes, tornados...)	20%	MEDIO-ALTO	3	MEDIO	3	9	1,80	
Nieve	10%	BAJO	1	BAJO	1	1	0,10	
Altitud	8%	MEDIO-BAJO	2	BAJO	1	2	0,16	
Topografía	8%	MEDIO-BAJO	2	MEDIO-BAJO	2	4	0,32	
Estabilidad del subsuelo	8%	MEDIO-ALTO	3	MEDIO-BAJO	2	6	0,48	
Aguas subterráneas	8%	MEDIO-ALTO	3	MEDIO	3	9	0,72	
Inundaciones	8%	ALTO	4	MEDIO	3	12	0,96	
Calidad del aire	5%	MEDIO-ALTO	3	MEDIO-ALTO	4	12	0,60	
Nivel de ruido	5%	BAJO	1	MEDIO-BAJO	2	2	0,10	

Tabla 3.3 – Tabla de amenazas y riesgo.

De acuerdo con esta metodología, el resultado de la ponderación total de riesgos tiene un rango de 1 a 20, donde ‘1’ representa la localidad con el menor riesgo posible y ‘20’ representa la localidad con el mayor riesgo. En caso de disponer de distintas alternativas para la futura localidad del CPD, se recomienda realizar un análisis comparativo para seleccionar la localidad que presente el resultado de ponderación total más bajo o menos riesgoso.

La metodología presentada ha generado en la práctica resultados muy positivos basados en lo mencionado. Este proceso no solamente invita a tener en consideración todas las posibles amenazas y vulnerabilidades a las cuales la futura localidad del CPD estará expuesta, sino que también permite determinar el impacto de cada uno de los riesgos.

Partiendo de este análisis, nuestros clientes han tenido la oportunidad no solamente de escoger la localidad más apropiada para su CPD, sino también de preparar estrategias de mitigación y control de los riesgos, reduciendo el posible impacto con suficiente anticipación.

Adicional a todas las ventajas de esta metodología se ofrece una estandarización del proceso y cuantificación del riesgo, siempre existen retos que el consultor o especialista debe enfrentar. Se debe entender que cada cliente es diferente y tiene sus propias necesidades, por lo cual es tarea del consultor comprender y definir las distintas amenazas y vulnerabilidades, así como revisar las ponderaciones de cada categoría de amenazas según los requerimientos.

Influenciados por las experiencias y subjetividad del experto, por lo que un análisis exhaustivo resulta indispensable, basado en información real, argumentos sólidos y un análisis a profundidad por parte del equipo consultor. Adicionalmente, los valores de probabilidad de ocurrencia e impacto pudieran estar

Información general del proyecto y situaciones regionales del riesgo

Ver figura 3.4

Ubicación del CPD: SAN FERNANDO, LA HERRADURA HUIXQUILUCAN, ESTADO DE MÉXICO

Nivel Socioeconómico: ALTO

Avenidas principales colindantes

Al Norte. - Palma Criolla

Al Sur. - Blvd. Magno Centro

Al Poniente. - Paseo de La Herradura

Al Oriente. - Bosques de Las Palmas

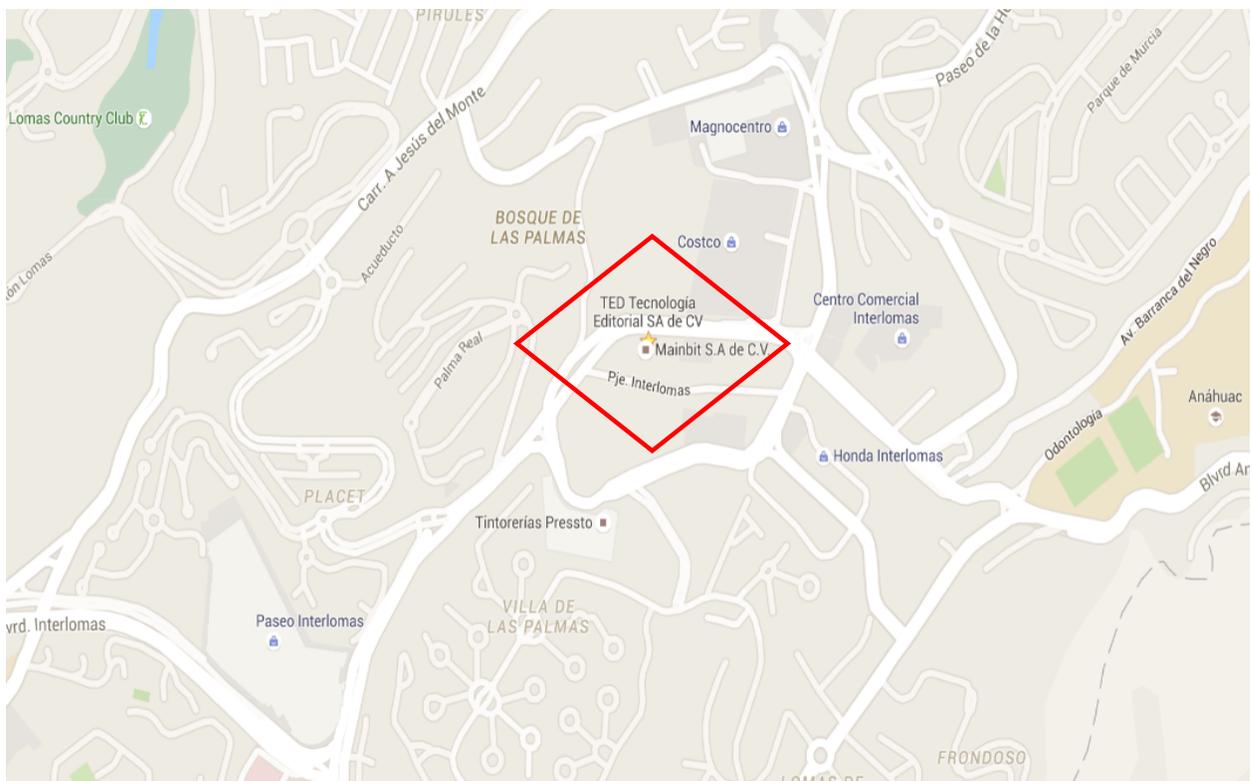


Figura 3.4 Ubicación del CPD

Posibles amenazas cercanas al CPD

El CPD deberá estar mínimo a 8 km de distancia de:

- Aeropuertos comerciales y helipuertos
- Plantas de energías procedentes de combustibles fósiles convencionales
- Plantas de productos químicos y fertilizantes
- Sitios de almacenamiento de cereales y granos
- Granjas de tanques (gas natural, gasolineras, aceite combustible)

El CPD deberá estar mínimo a 5 km de distancia de:

- Embajadas
- Laboratorios de investigación
- Instalaciones de clima (u otro) radares
- Estaciones de transmisión de radio/T.V.

El CPD deberá estar mínimo a 3.2 km de distancia de:

- Basureros
- Canteras
- Autopistas
- Puertos/canales
- Lagos, presas, embalses

El CPD deberá estar mínimo a 1.6 km de distancia de:

- Estaciones de gas (**ver tabla 3.4**)
- Líneas de alta Tensión de distribución de energía
- Subestaciones de servicios públicos
- Costeras o por vías navegables interiores

Vecinos que sí quieres

El CPD deberá de estar dentro de mínimo a 8 km de:

- Una estación de policía
- Una estación de bomberos

El CPD deberá de estar dentro de mínimo 16 km de:

- Un hospital
- Un área metropolitana mayor

Municipio: <u>HUIXQUILUCAN</u> 095 Clave Municipio	Número consecutivo (identificador en el plano) 3	PL1-4C Plano / Cuadrante	
1.- Datos Generales		2.- Datos específicos	
Fecha de la información: 12/8/2010	Número de Estación: 6312	Nombre: ADMINISTRADORA DE GASOLINERAS INTERLOMAS S.A. DE C.V.	
Localidad: SAN BARTOLOME 012 COATEPEC Clave Localidad	Estado actual: EN OPERACIÓN	Responsable: C. EDUARDO GALILIA FLORES	
Sublocalidad: LOMAS DE LA HERRADURA 013 Clave Sublocalidad	Zonificación Estatal: ZONA URBANA DEL VALLE DE MEXICO	<i>Trabajadores por turno</i>	
Categoría Administrativa: FRACCIONAMIENTO	Matutino: 15	Vespertino: 15	Nocturno: 5
Dirección: AV. MAGNOCENTRO No. 8	Superficie: 1650m ²	<i>Almacenamiento de Combustible</i>	
Teléfonos: 01(55) 52-90-72-60 Y 52-91-25-96 CP:52760		Magna	Premium
		2	2
		(2)50,000	(2)50,000
		0	0
		100000	100000
		0	0

Tabla 3.4 - Estaciones de Servicio

Calidad del Aire

Con la aparición del ahorro relativo al uso del aire como una importante fuente de refrigeración, la calidad del aire se ha convertido en una cuestión importante.

Los aspectos relativos a la calidad del aire incluyen:

- Niveles de humedad
- Partículas transportadas en el aire
- Contaminación del aire (CO₂, SO₂, NO₂, etc.)
- H₂SO₄ (lluvia ácida)

El entorno montañoso que rodea la zona constituye una barrera natural que dificulta la libre circulación del viento y la dispersión de los contaminantes. Por lo cual se considera una región propicia para la acumulación de los contaminantes atmosféricos. Además de que, por su altitud, frecuentemente ocurren inversiones térmicas en el Valle en un importante porcentaje de los días del año. Éste es un fenómeno natural que causa un estancamiento temporal de las masas de aire en la atmósfera.

Ello inhibe la capacidad de autodepuración de ésta y favorece la acumulación de los contaminantes. El estancamiento perdura hasta que, al transcurrir el día y de manera gradual, la inversión térmica se rompe debido al calentamiento de la atmósfera, entonces los contaminantes se dispersan.

Por su posición continental entre dos océanos, son frecuentes los sistemas anticiclónicos que se registran continuamente en la región centro del país, los cuales tienen la capacidad de generar grandes masas de aire inmóvil en áreas que pueden

abarcar regiones mucho mayores que el Valle de México. (Ver fotografías 3.0 y 3.1).

Adyacencias a la Propiedad



Estación de Gas a 100 metros.

Fotografía 3.0 - Colindancia con gasolinera



Cañada enfrente del edificio.

Fotografía 3.1 - Colindancias con ríos

Influencias Geográficas

Áreas propensas a terremotos y/o deslizamientos de tierra deben ser evitados cuando sea posible. Si esto no es posible, el equipo dentro del CPD deberá contar

con anclajes estructurales adicionales, con la finalidad de dar el soporte y evitar que los equipos activos (discos duros y procesadores) tengan vibraciones y estos puedan verse afectados.

Si el sitio está en una zona con una mayor probabilidad para la construcción se deberán tomar las consideraciones en el diseño, reforzamiento estructural según sea el caso. **Ver figura 3.5**

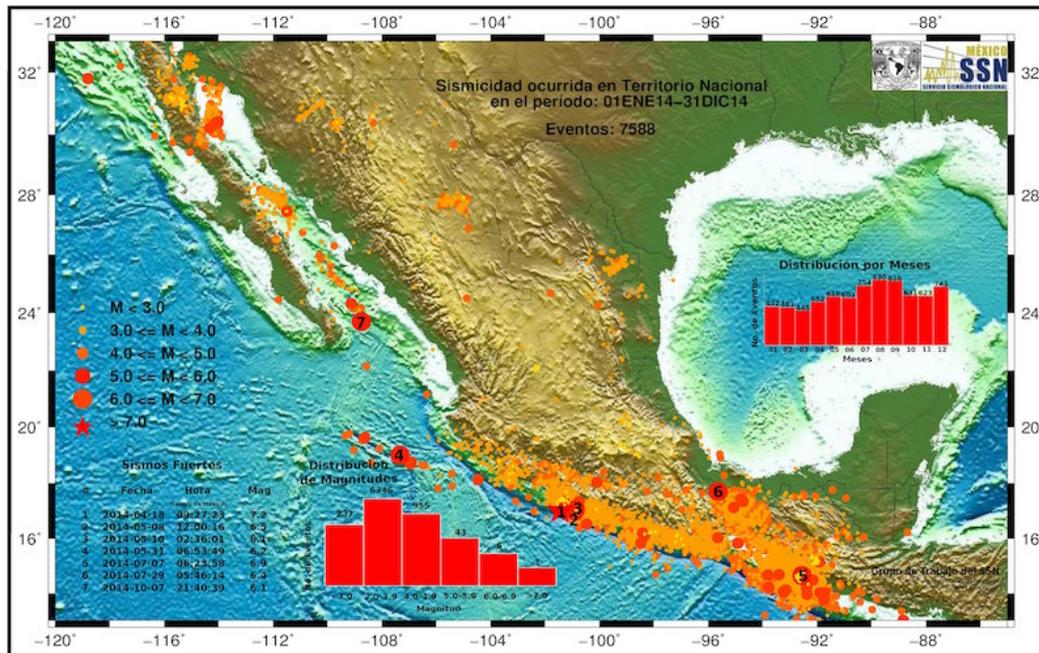


Figura 3.5 Zonas Sísmicas

El municipio de Huixquilucan se localiza en la parte centro del Estado de México en la vertiente oriental del monte de Las Cruces. En las coordenadas 19° 18' 07" y 19° 26' 27" de latitud norte y 99° 14' 10" y 99° 24' 15" de longitud oeste, a una altura variable que va de los 2,501 a los 3,500 msnm.

El territorio tiene una extensión de 143.52 kilómetros cuadrados. Ubicado en las colindancias al norte con los municipios de Naucalpan de Juárez y Jilotzingo, al sur el municipio Ocoyoacac y las delegaciones Miguel Hidalgo y Cuajimalpa del Distrito Federal al este con la Delegación Cuajimalpa del distrito federal, y al Noroeste con el Municipio de Lerma.

La intensidad sísmica en el municipio evaluada bajo el criterio de intensidad de Mercalli es de tipo VI, cuyo grado del sismo es percibido por algunos y un bajo porcentaje de la población sale de sus viviendas, las cuales son afectadas en las paredes y techos de las mismas. Un bajo porcentaje de la superficie municipal está

bajo dicho grado de intensidad sísmica (40%), la probabilidad condicional de que ocurra un terremoto grande o muy grande en esta área, municipal en un intervalo de 10 años, es menor del 10% lo que indica el bajo riesgo sísmico que hay en esta región del Estado de México.

Puntos Importantes de Atención

Las soluciones eléctricas, hidráulicas y de ámbito se tuvieron que adecuar debido a las características arquitectónicas constructivas del edificio donde se decidió alojar el CPD, como son altura entre pisos, reforzamiento estructural en el mezzanine debido al peso húmedo total a instalarse, espacio para ubicar la subestación eléctrica, servicio de alimentación eléctrica por parte de CFE, acometida de comunicaciones (Telmex, IUSACEL), el sistema hidráulico para el sistema de climatización de los equipos de aire acondicionado de precisión donde se requirió la alimentación hidráulico por sobre los equipos de aire acondicionado InRow de los POD.

Aunque el riesgo es latente ya que lo idóneo es llevar las tuberías de agua helada, retorno y humidificación por debajo de los equipos y no pasar estas por encima de los equipos productivos, se tomaron ciertas medidas complementarias para evitar escurrimiento en caso de condensación de las tuberías, por fuga, validado y garantizado por el fabricante que la operación será de alta disponibilidad, no se debe de pasar desapercibido y se debe tener el cuidado correspondiente, esto es que el personal de operación deberá apegarse a las recomendaciones de operación del CPD.

Actualmente la instalación de equipos del CPD, UGAH y PGEA, se consideran en base en los espacios externos arquitectónicos para su correcta operación, desconociendo funcionalmente si los equipos podrán tener posibles afectaciones por desarrollos arquitectónicos y de urbanización perimetrales al edificio de Vía Magna. Actualmente se está construyendo un edificio el cual aún no se tiene la certeza de cuál será el impacto cuando esté terminado y que efectos pueda ocasionar cuando estos equipos estén en operación.

Las instalaciones de suministro de proveedores (Telmex) de acometidas de fibra óptica (F.O.) u otros que llegan al edificio están expuestas, derivadas de su instalación en la planta externa (fosas, sistemas aéreos.) lo cual representan riesgos (inundación de fosas, intervención por terceros, accidentes automovilísticos etc.

En el caso de acometidas eléctricas aéreas por la empresa suministradora del servicio, estarían en el mismo riesgo. Derrumbe de poste por accidentes, aunque

también se tiene un circuito subterráneo que pasó por el inmueble que es el que dará en un futuro alimentación a la segunda vía de entrada del seccionador en media tensión en la subestación eléctrica.

SEGURIDAD (Riesgos perimetrales)

- Salón de fiestas
- Muros de cristal externos
- Acometidas eléctricas y subestaciones cercanas de vecinos
- Tienda de pinturas
- Auto lavado
- Gasolinera
- Edificios de oficinas
- Desarrollos urbanos
- Tiendas de autoservicio de vinos
- Seguridad propia del edificio
- Situaciones de accidentes por vialidades de alta velocidad
- Tomas de diésel externa por camiones de suministros varios del centro de autoservicio.
- Protecciones ambientales propias del edificio (pararrayos)
- Bajadas pluviales insuficientes
- Filtraciones en muros y cristales por fisuras
- Control de accesos en elevadores al piso productivo del CPD
- Cargas estructurales
- Certificación de las cargas estructurales para el piso nuevo de equipamiento del CPD
- Abastecimiento de agua suficiente para mantenimiento operacional de los equipos que lo requieran
- Existencia de helipuerto
- Riesgo a las instalaciones del CPD por malas maniobras y alta velocidad en el ingreso de vehículos a los diferentes niveles de estacionamiento

El análisis de riesgos reflejado, es aplicable a todas las actividades operacionales, de inspección, mantenimiento y de construcción o modificación; a realizarse por personal de contratistas, en todas las instalaciones para el proyecto.

Referencias

ICREA y normas inherentes a análisis de riesgos, mejores prácticas, así como las que se deberá de presentar en caso de ser requeridas

- Estudios arquitectónicos de sismicidad previos a la construcción del edificio

- Posibles afectaciones por movimientos sísmicos oscilatorios – trepidatorios
- Estudios estructurales por piso previos a la construcción del edificio

Se presentó este documento con la finalidad de generar las recomendaciones pertinentes que deben asumir los responsables, para optimizar y garantizar la presente y futura operación de sus instalaciones de Misión crítica.

3.3 Aspectos constructivos y consideraciones de espacios

La primera decisión en el proyecto de un CPD es si rentar un espacio para servidores a una compañía externa, o construirlo dentro de la suya.

En el primer caso, los servidores están fuera de la empresa, en un CPD propiedad de otra compañía. Esta compañía proporciona y mantiene toda la infraestructura: alimentación, conectividad, refrigeración, sistemas de prevención/extinción de incendios, control de temperatura, etc. Los costos de renta de un CPD subcontratado vienen generalmente determinados por la superficie y los gabinetes que los servidores ocupan, cuánta potencia consumen, y qué cantidad de conectividad y soporte necesitan.

En el segundo caso, el espacio y toda la infraestructura pertenecen a la propia empresa. La empresa establece el diseño, supervisa la construcción, lo gestiona y proporciona el soporte una vez que está en funcionamiento. Todo esto convierte a la empresa en responsable del CPD a la vez que le otorga completo control sobre él. La diferencia entre ambos radica en la propiedad, responsabilidad, acceso y costos.

Para crear un CPD eficiente deben seguirse cinco estrategias de diseño:

1. Robusto: sobretodo, un CPD debe ser resistente. La razón de la existencia de un CPD es salvaguardar el equipamiento más crítico de una empresa y sus aplicaciones. No importa qué catástrofes ocurran fuera, el CPD debe mantenerse operativo. La infraestructura debe estar preparada para no tener ningún punto único de vulnerabilidad.
2. Modular: el CPD debe diseñarse en segmentos intercambiables. Gabinetes de servidores con idéntica infraestructura agrupadas en filas idénticas. La modularidad aporta al CPD simplicidad y escalabilidad.

3. Flexible: cuanto mejor responda el CPD a los cambios, mayor valor tiene para los negocios. El nuevo equipamiento debe instalarse rápida y fácilmente, con el mínimo coste e interrupción de la operatividad. El CPD debe construirse empleando componentes fáciles de cambiar o mover.
4. Estándar: a pesar de que el CPD esté constituido de infraestructuras completamente diferentes unas de otras, debe diseñarse manteniendo una misma apariencia, señalización, código de colores, etiquetado, etc. Estandarizar el CPD facilita la resolución de problemas y asegura un control de calidad.
5. Buenas prácticas: los usuarios del CPD siempre van a buscar la solución más rápida a los problemas y la de menor dificultad. Por este motivo, debe proporcionárseles accesibilidad y simplicidad para que ejerciten las buenas prácticas.

El proyecto tuvo la finalidad de establecer los aspectos constructivos y consideraciones de espacios en el diseño y construcción del CPD, así como la implementación en el edificio, en este inmueble se llevan a cabo actividades de recepción, conmutación, procesamiento, transmisión y almacenamiento de datos. Sirviendo este mismo para que los constructores/Integradores de este tipo de edificios cuente con una descripción clara de los requisitos mínimos, más no limitativos, con los que debe cumplir.

El presente apartado se refiere a la descripción general de cada uno de los sistemas que intervienen en la construcción, equipamiento, administración e implementación del CPD.

Especificaciones básicas para el ambiente del CPD y cuarto de UPS:

Temperatura: 18-37 C (22 °C temperatura actual)

Variación máxima de temperatura: 3 °C/hora

Humedad relativa: 20 a 80% (50% nominal)

Variación máxima de humedad: 6%/hora

De todo lo anterior podemos resumir que el CPD no son sólo los equipos de TI en los que reside la información de la organización. El CPD es también toda la infraestructura que garantizará el correcto funcionamiento de los equipos de TI para que dicha información no se pierda.

A continuación, veremos una breve descripción de cada una de las infraestructuras que detallaremos más adelante.

- **Ámbito:** se refiere al área que ocupa el CPD y sus espacios asociados, como cuartos eléctricos y salas de almacenamiento y/o desembalaje. Suelos, techos, paredes.
- **Energía:** suministro eléctrico, sistemas de energía ininterrumpida UPS, grupo electrógeno, luminarias, Sistema de puesta a tierra, tableros eléctricos, canalizaciones. La alimentación eléctrica es suministrada generalmente por un proveedor externo.
- **Climatización:** el sistema de climatización se compone de una unidad interior que absorbe el calor, una unidad exterior que lo libera, un compresor (aumenta la presión) y válvula de sobrepresión, y su principal misión radica en extraer la energía en forma de calor del CPD.
- **Seguridad:** sistema de protección contra incendios (PCI): Incluye los sistemas de detección y los de extinción. Controles de seguridad como lectoras de tarjeta, cámaras de videovigilancia. Sistemas de monitoreo. Dichas infraestructuras son las que contribuirán a proporcionar la disponibilidad y seguridad requerida por los equipos de TI que se encuentren en su interior.
- **Comunicaciones:** se trata del sistema de cableado estructurado del CPD. Cobre y fibra óptica son los medios típicos y terminan en varios tipos de conectores estandarizados.

Ámbito (entorno)

La información se ha convertido en el primer patrimonio de las empresas. Por ese motivo, el CPD es una instalación de alto riesgo. La seguridad constituye, por consiguiente, uno de los principales problemas en todo CPD. El CPD deberá estar estructuralmente protegido contra fuego, agua e intrusiones.

Muros

Los fuegos no suelen iniciarse en el interior del CPD. Los daños en un CPD generalmente resultan del fuego (o el humo y gases) que comienza en otras partes y se extiende a la sala del CPD. Debido al valor de la información almacenada y al impacto negativo para el negocio que supondría una pérdida de la misma, todos

los materiales usados en la construcción de la sala de equipamiento TI deben ser tolerable al fuego. El CPD debe convertirse en un recinto estanco. Sus paredes deben tener un grado mínimo de resistencia al fuego y deben proporcionar barrera frente al humo. También es importante el daño que puede producir el agua, por lo que todas las entradas del suelo, de la pared y del techo deben estar selladas.

Los muros perimetrales del ambiente de tecnología de la información fueron hechos con materiales sólidos y permanentes, construidos de techo a piso de materiales resistentes con especificación F90 (resistencia al fuego por 2 horas a 1000 °C), siendo este hermético ya que garantiza la impermeabilidad y resistencia sísmica de acuerdo con la clasificación sísmica que correspondió al lugar de instalación, también impide la propagación de humos, vapores, humedad y polvo hacia el interior del CPD.

A su vez impide la transmisión de calor exterior hacia el interior del CPD., se consideró el nivel de seguridad requerido para el caso de vandalismo, sabotaje y terrorismo, así como ataques con armas de fuego, construcción tipo I 332 (NFPA 220).

Se tomaron las medidas necesarias para evitar que la interferencia electromagnética (EMI) exterior afecte los equipos de cómputo por lo que no deberá haber lecturas superiores a (intensidad del campo electromagnético) son de 40 oerstedes (40 gauss o 4 militeslas). Si se daba el caso de campos de valores mayores a esto, se buscaría otro lugar para el equipo.

El diseño arquitectónico requirió del uso de cristales para las áreas administrativas, estas cumplieron con ser de cristal templado, resistente al impacto e inastillable con un espesor mínimo de 9 mm.

Los muros que conformaron la periferia del cuarto de máquinas, son de concreto armado, mismos que presentaron condiciones estructurales adecuadas para la resistencia al fuego mínima de dos horas.

Techo o Cielo

Fueron construidos con materiales resistentes de acuerdo con las especificación F90 así como son herméticos que garantizan la impermeabilidad y resistencia sísmica. Construidos de losa de concreto armado con materiales sólidos y permanentes.

No deberán existir instalaciones hidráulicas y/o sanitarias sobre de ellos, bajo ellos o dentro del falso plafón del ambiente de TI. Respecto a los acabados se utilizaron materiales para generar una barrera de vapor, para mitigar el efecto de humedad y transmisión de calor del exterior a la sala de cómputo.

Piso técnico

Se le conoce también como piso falso. Está compuesto de baldosas de medida estándar de 60x60 cm. apoyadas sobre pedestales de acero ajustables en altura, consiguiendo un falso suelo firme sobre la solera existente. Bajo el suelo técnico se crea una cámara (plénium) que consiste en un espacio libre para el alojamiento de cableado o para ser empleado en el circuito de refrigeración de la sala. Al ser los paneles idénticos se facilita el intercambio de los mismos, garantizando tanto la accesibilidad como la flexibilidad.

El piso instalado en este proyecto por cuestión de espacios no es del tipo mencionado, se implementó un piso epóxico con propiedades disipativas a las cargas estáticas en color gris, construido por membrana auto nivelante, resina poliflex, una malla de cinta de cobre que está ligado al sistema de puesta a tierra de seguridad y una curva sanitaria con una capa epóxica de alta resistencia que no absorbe la humedad, donde el acabado presenta resistencia F90 al fuego. Los pisos que contiene el CPD, subestación eléctrica, cuarto eléctrico y de UPS tienen una resistencia a $350 \text{ Kg}_f/\text{m}^2$, las demás áreas de soporte y de oficina tienen una resistencia a $250 \text{ Kg}_f/\text{m}^2$. Esta resistencia fue validada por un ingeniero civil.

En las salas del CPD, cuarto de máquinas, cuartos y pasillos técnicos para equipos de respaldo de aire acondicionado y energía, se usó pintura epóxica industrial normal. En el patio de maniobras, carga y descarga; para este caso se consideró concreto hidráulico para tránsito de equipos pesados.

Puertas

Las puertas fueron fabricadas con las dimensiones adecuadas para el acceso de personal y equipo, el ancho de la puerta principal no fue menor a 1.2 metros, con acción apertura hacia afuera. La apertura de las puertas está controlada por un sistema electrónico de acceso y da apertura automática a las puertas en caso de falla de energía y en caso de contingencia por el sistema de detección y extinción. Las puertas de acceso principales e interiores de áreas administrativa son de cristal templado con marco metálico del tipo abatibles.

Las puertas para áreas del CPD y áreas de soporte cumplieron con especificaciones particulares, conforme al tipo de acceso y control de seguridad. Para los cuartos de procesamiento y almacenamiento de datos, así como pasillos técnicos para equipos de respaldo de aire y energía, las puertas abaten al exterior además de ser del tipo blindado con aislante térmico, marco, contramarco sellado hermético al cierre y con tratamiento retardante al fuego F90.

Las puertas de salida de emergencia cuentan con una barra de pánico hecha de material no combustible, su posición es opuesta al acceso principal, el área cuenta con la señalización correspondiente.

Las puertas construidas tienen las siguientes dimensiones;

1. Puerta de acceso de equipo y personas. (salas de conmutación, TI y pasillos técnicos)
Altura de 2.50 m, ancho de 1.90 m.
2. Puerta de salida de emergencia. Altura de 2.50 m, ancho de 0.90 m. x hoja
3. Puerta de acceso de personal (oficinas, salas de control y bodegas servicios). Altura de 2.50 m, Ancho de 0.90 m.
4. Puerta de acceso principal de zonas (zonas de trabajo, bodegas refacciones). Altura de 2.50 m, ancho de 1.90 m.

Piso técnico

Los pisos técnicos deben tener tres componentes baldosas, pedestales y rejillas, mismos que deben estar contruidos bajo las siguientes normas: NFPA 99 y ANSI/ESD Normas de resistencia eléctrica y Control de estática. NFPA 255 y ASTM E84 Normas de resistencia al fuego. NFPA 75 Normas para construcción de CPD, las placas deben ser de 610 mm x 610 mm x 36 mm de espesor, formadas por panel de concreto aligerado de alta densidad, dichas placas están rodeadas perimetralmente por una cinta de PVC adherida en los cantos. Las placas deben ser antitérmicas, cumplir con F30 y poseer insonorización lateral igual a 46 dB nivel de ruido de impactos normalizado 54/66 dB y aislamiento al ruido de impactos +9/- 3 dB.

El piso falso será del tipo modular de 61 cm x 61 cm desmontable construido con materiales anti fuego con una capacidad de carga no menor a 250 Kgf., con una deflexión máxima de 0.025 m, fabricado bajo la norma NFPA-253 y el estándar ASTM E85-61.

Los módulos están contruidos con alma de cemento ligero, materiales antifuego, antiestático y con pedestales con fijación atornillada al firme, que tengan la

capacidad que nos permitan contener la carga de los gabinetes y equipos instalados en los mismos, fabricado bajo la norma NFPA-253 y el estándar ASTM E85-61. Las alturas requeridas de NPT (nivel de piso terminado) hacia el piso falso 60 cm., libres, más 3.5 cm de espesor de placa de piso falso (espesor depende de marca), misma que servirá para trayectorias de canalizaciones y principalmente como cámara plena baja de inyección de aire de los equipos que se ubicarán al exterior de las salas, cuando aplique su instalación.

Se requieren placas de piso de alto desempeño de 61 cm x 61 cm, para la difusión y salida de aire al ambiente y hacia los equipos, con tratamiento antifuego. Las alturas serán las mismas requeridas que el piso falso.

Dentro del ambiente de tecnologías de la información, se deben poner a tierra por lo menos cada dos pedestales con cable calibre 8 AWG como mínimo. La resistencia máxima entre la superficie del piso elevado y una tierra de referencia debe ser de 2×10^{10} ohm.

La resistencia mínima debe ser de 1.5×10^5 ohm, medidos de acuerdo con el procedimiento propuesto por la norma NFPA 99.

Pasos y Sellos Pasa muros (cableados y tuberías) en muros y/o losas;

Todos los pasos en muros, techos y pisos, practicados para acceder tuberías o charolas al interior del ambiente de tecnología de la información, deberán sellarse con un material intumescente.

Se dejaron pasos para las charolas que deberán cruzar las áreas, se consideró crecimiento con más pasos listos para usarse, estos quedaron tapados. Se usaron masillas intumescentes para evitar la fuga de aire o el paso de fuego en los pasos o una tapa que se pueda remover fácilmente

Todos los pasos o perforaciones en muros y losas fueron emboquillados con material clasificado como barrera contra fuego (firestopping) o sea un sistema de sellado hermético que funcione como seccionador para proteger cables y tuberías, así como prevenir e impedir el paso y la propagación de fuego, humo, gases inflamables, vapores, penetración de polvo, agua, insectos y roedores.

Además, el sistema pasa muros; no compromete la integridad estructural del piso, pared o división en la que esté instalado y será capaz de operar en temperaturas ambiente extremas

Acondicionamiento del ambiente

El CPD y cuarto de UPS cuentan con un sistema de aire acondicionado capaz de mantener las especificaciones de temperatura y humedad constante, así como el control de contaminantes para el ambiente del CPD, este es dedicado y totalmente independiente de cualquier otro sistema de refrigeración del edificio.

Los sistemas de climatización de precisión no tiene ambientes compartidos con otras oficinas, laboratorios o cuartos, el sistema tiene capacidad de filtrar, enfriar, humidificar y deshumidificar el aire, de tal forma que sea incapaz de producir variaciones en el CPD, cuando se tengan contaminantes en el aire que se tiene dentro del CPD, ya sea en el ambiente o bajo el piso elevado, se filtran los contaminantes más comunes son: partículas metálicas, vapores de solventes, gases corrosivos, hollín, fibras, sales, polen, moho, ceniza y arena. El volumen de renovación de aire en un ambiente industrial debe ser mantenido en un valor mínimo

Sistema Eléctrico

El CPD cuenta con una alimentación eléctrica por parte de CFE y como respaldo por corte o falla de suministro se cuenta con 2 generadores de energía de apoyo para tomar la carga, con un tiempo de transferencia de 8 segundos (es recomendable que los generadores de energía no se encuentren en el mismo piso que el CPD), las cargas críticas estarán a su vez respaldadas por 2 UPS donde en condiciones de falla de CFE son los que alimentarán instantáneamente y distribuyen la carga a los equipos del CPD y áreas que convergen a este.

Acometida en media tensión de la Comisión Federal de Electricidad.

La acometida en media tensión se proyectó a la capacidad total del proyecto 1250 kVA, 3 fases, 4 hilos, 60 Hz., debido a la capacidad demandada que sobrepasa los 1000 kVA se solicitó la compra y condonación de un seccionador con características muy particulares. Se realizó una transición en media tensión de línea área a un seccionador denominado RM6 en SF6 el cual cuenta con dos vías a la entrada y dos vías de salida este tiene la opción de ser telecontrolado por parte de CFE remotamente, donde actualmente solo se tiene una entrada y una salida en operación cumpliendo con el Nivel IV que establece la norma ICREA 2011.

Subestación en media tensión.

Se proyectó una subestación en media tensión la cual consiste en el seccionador, un gabinete de medición propiedad de CFE, dos transformadores tipo seco de 1250 kVA para contar con una redundancia 2N, teniendo en consideración la contratación de la segunda acometida, así como dos tableros que fungen como interruptores principales de todo el sistema.

Sistema en baja tensión

Para el tema de la baja tensión se manejaron 2 niveles de tensión, 480/277 VCA, 220/127 VCA, el primero para la distribución de los equipos principales y de gran demanda de energía como son los UGAH y UPS, para el tema de alumbrado y contactos de servicio se logró mediante un transformador reductor de 480 VCA a 220 VCA.

Seguridad

La instalación fue diseñada de forma tal que cumpla cabalmente con las normas de seguridad vigentes, ya que es de suma importancia el preservar la integridad física de los operarios, así como evitar riesgos, daños a los equipos y sistemas que requieren de dicha instalación. Se procuró cumplir estrictamente la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2005, NEC, para el tema eléctrico, en cuestión de climatización con ASHRAE 2011, además de aplicar las recomendaciones de diseño y mejores prácticas para este fin.

Se procuró que el diseño de las instalaciones permita generar las mejores condiciones para su ejecución, de tal forma que no representen una inversión exorbitante en equipo y accesorios, ni gasto alto por el pago del consumo de energía eléctrica.

El diseño consideró que la Infraestructura que da soporte al CPD es administrado por un sistema inteligente de vigilancia en tiempo real al cual se le denomina Data Center Xpert por Schneider Electric, monitorización de variables eléctricas desde la subestación, hasta el punto de conexión de los equipos activos dentro del CPD.

Para la seguridad física se contemplaron barreras físicas (recepción, arcos detectores, torniquetes y procedimientos de control), como medidas de prevención y contramedidas ante amenazas a los recursos de información confidencial.

Implementados para proteger el hardware y medios de almacenamiento de datos, mediante, tarjetas Inteligentes, cerraduras codificadas, controles biométricos.

Se cuenta con seguridad y protección adecuada contra incendios. Por lo que existe un sistema de supresión mediante tanques de agente limpio Novec 1230, que llegan a las boquillas contra incendio, además se cuenta con equipos de apoyo puntuales como son extinguidores, localizados de acuerdo con el reglamento en cuestión. Además, se cuenta con el dictamen de operación de la Dirección general de Protección civil del estado.

Sistema inteligente de detección de incendio

Se implementó un sistema inteligente de detección de incendio, con el objetivo de proteger de forma preventiva el inmueble en caso de presentarse un siniestro de incendio, dicho sistema contará con la cantidad de dispositivos específicos y adecuados, de acuerdo a las condiciones, distribución y necesidades del inmueble, cada sala representará una partición independiente, la cual siempre reportará al Cuarto de Control de Seguridad.

Sistema de detección temprana.

Se implementó el sistema denominado detección temprana, el cual tiene como principal objetivo, la detección de humo en baja cantidad y densidad, antes de ser detectado por la detección puntual, y por consecuencia antes de que se genere cualquier descarga del sistema de extinción, este sistema reporta al panel de incendio y NO está aprobado para generar una descarga de agente extintor, por tanto, es un sistema preventivo-redundante, que nos ayuda a elevar el nivel de seguridad.

Sistema de extinción automática.

Se contempló la instalación de un sistema de extinción automática, a base de un agente extintor limpio, el cual no es nocivo para el medio ambiente, no es conductor eléctrico, no deja residuos, incoloro e inodoro, no causa daños al ser humano, y es aprobado por los organismos internacionales que rigen las normatividades en sistemas extintores de fuego, este sistema tendrá como función principal sofocar un fuego NO controlado o declarado en el interior de una sala de ordenadores, protegiendo de esta forma los recursos humanos y materiales, e igualmente contribuyendo a mantener la operación, o en su defecto a una pronta recuperación.

Sistema de videovigilancia.

Se implementó un sistema de video vigilancia, como una herramienta indispensable, para la monitorización, almacenaje, y vigilancia en accesos, áreas críticas de importancia, perímetros y áreas en general, donde se aplicó el concepto de: grabación digital, comunicación IP, domos de movimiento y video inteligente, bajo un diseño estratégico de acuerdo con las condiciones y necesidades que imperarán en el inmueble.

Sistema de control de acceso.

Se contempló la instalación de un sistema de control de acceso, para el control y registro de personal en las áreas críticas, utilizando tecnologías biométricas, y proximidad, sobre plataforma de comunicación IP, considerando tecnología compatible, con la infraestructura existente.

Sistema de alarmas.

Se implementó dispositivos de alarma, para el monitoreo de puertas, áreas críticas, y perímetros, dichos dispositivos comunicaran al cuarto de control de seguridad, y funcionaran sobre una plataforma de comunicación IP.

Sistema de control de acceso vehicular y peatonal.

Se contempló la instalación de dispositivos específicos en los accesos, para el control y registro de personas y vehículos, considerando plumas vehiculares, torniquetes, lectoras de largo alcance, entre otros, operando sobre una plataforma de comunicación IP.

3.4 Métricas PUE Y DCiE

El PUE (Power Usage Effectiveness) es una métrica para medir la eficiencia energética de los centros de datos. Se calcula de la siguiente forma: $PUE = \text{Potencia eléctrica total del centro} / \text{Potencia eléctrica total consumida por los sistemas}$. Su mejor valor teórico es 1, pero los valores habituales publicados varían entre 1.2 y 3.5. Un valor de 1 implica que toda la energía consumida por el CPD la consumirían los sistemas de información y un valor de $PUE = 2$ indica que el conjunto de las infraestructuras del CPD consume la misma energía que los sistemas.

Las dos magnitudes más extendidas para medir la eficiencia energética del CPD son:

- Power Usage Effectiveness (PUE). Fue creado por los miembros del Green Grid. Consiste en dividir la potencia total suministrada al CPD entre la potencia que consume el equipamiento TI. La máxima eficiencia es 1.
- Data Center Infrastructure Efficiency (DCiE) es el recíproco del PUE y se expresa como un porcentaje, que mejora a medida que se acerca al 100%.

Asociada a la eficiencia energética está la huella de carbono. La huella de carbono es la cantidad de gases de efecto invernadero generada por el CPD. Al igual que en otros sectores, debido en parte al encarecimiento de la energía y también cada vez mayor conciencia ecológica, reportar la huella de carbono está siendo cada vez más habitual. En los CPD se consume mucha energía eléctrica y se genera mucha energía térmica que se desperdicia. El uso de CPD supone un consumo del 1% de la energía a nivel mundial y las TI suponen ya el 2% de las emisiones globales de gases de efecto invernadero a la atmósfera.

Los valores habituales son PUE iguales a 2 o superiores y DCiE entre el 35% y el 50%

¿Qué significa?

El **PUE** da una medida de la cantidad total de energía que necesita un centro que aloja sistemas y equipos informáticos y de comunicaciones en relación con la energía que estos utilizan directamente. Las instalaciones de los CPD requieren mantener unas determinadas condiciones de humedad y temperatura para que los sistemas y equipos informáticos funcionen correctamente, así como proporcionar determinados niveles de redundancia y seguridad eléctrica. Todas estas infraestructuras consumen energía que sumada al consumo directo de los sistemas conforman la factura eléctrica de nuestro centro de proceso de datos. Existe un efecto cascada al mejorar la eficiencia a nivel de componente de servidores, amplificándose en una menor demanda de los sistemas de apoyo. El ahorro de 1 W de energía a nivel de componentes del servidor implica un ahorro total de 2.84 W.

En cuanto a la climatización, todo equipo eléctrico produce calor, que debe extraerse para evitar que la temperatura del equipo aumente hasta un nivel inaceptable. La energía transmitida por el equipamiento TI a través de las líneas

de datos es insignificante. Por tanto, toda la energía que se consume de la red de suministro de alimentación de corriente alterna se convierte principalmente en calor, de modo que la energía térmica producida por los equipos de TI en watts (W) iguala al consumo energético en watts.

La energía térmica total producida por un sistema es la suma de la energía térmica producida por cada uno de sus componentes. El sistema completo incluye los equipos de TI, además de otros elementos como UPS, unidades de aire acondicionado, iluminación y personas.

Las unidades de aire acondicionado crean una cantidad importante de calor, que se extrae al exterior y no crea una carga térmica dentro del CPD, pero que afecta de forma negativa la eficiencia del sistema de aire acondicionado y normalmente se tiene en cuenta al dimensionar el mismo

Las contribuciones de los UPS y la distribución de alimentación a la energía térmica producida se amplifican por el hecho de que el sistema está funcionando normalmente sólo a un 30% de su capacidad. Si el sistema funcionara al 100% de su capacidad, la eficiencia de los sistemas de alimentación se incrementaría y sus contribuciones a la energía térmica producida por el sistema disminuirían. El sobredimensionamiento del sistema conlleva una disminución de la eficiencia, pero no siempre es evitable.

Factores que lo afectan.

El PUE es una métrica definida por The Green Grid para medir la eficiencia energética de los centros de datos.

El gran consumo energético de estas edificaciones y el crecimiento esperado en los próximos años, requiere un esfuerzo por lograr una alta eficiencia energética.

El PUE es la principal métrica aceptada de forma generalizada por la industria, y proporciona al operador del CPD una estimación rápida de su eficiencia, comparando los resultados contra mediciones en otros proyectos similares.

Estudios demuestran que la mayoría de los centros de datos tienen valores de PUE cercanos a 3.0. Con la implementación de buenas prácticas y la optimización de la infraestructura, puede ser factible alcanzar valores de hasta 1.16, como el caso de empresas que enfatizan en la alta eficiencia energética, como Google.

El inverso del PUE es el DCiE (Datacenter Infrastructure Efficiency), es decir, la potencia eléctrica consumida por el equipamiento TI dividida por la potencia

eléctrica total del centro en porcentaje. Su valor máximo teórico es 100%, y sus valores típicos estarían entre 85% y 28%

El PUE da una medida de la cantidad total de energía que necesita un centro que aloja sistemas informáticos y de comunicaciones en relación con la energía que estos sistemas utilizan directamente. Sumado a esto, las instalaciones de los centros de datos requieren mantener ciertas condiciones de temperatura y humedad para el correcto funcionamiento de los sistemas informáticos, que constituyen el principal costo energético. Además, un CPD debe proporcionar determinados niveles de redundancia eléctrica.

Todo este equipo e infraestructura requiere energía, que sumada al consumo directo de los sistemas conforman la factura eléctrica de un CPD. El PUE y el DCiE nos indican qué parte de la factura eléctrica es debido a los sistemas de TI directamente y cual al resto de la infraestructura de soporte del CPD.

A continuación, se mencionan 5 factores que afectan el PUE

1. El aire acondicionado de precisión. El valor de PUE medido cambia según la época del año siempre. El clima afecta directamente a cualquier sistema de refrigeración que se esté utilizando en la instalación.
2. Nivel de redundancia eléctrica y de climatización de la instalación. A mayor disponibilidad de las infraestructuras y mayor redundancia de las instalaciones, mayor consumo eléctrico y menor eficiencia energética. No pueden compararse PUE de instalaciones con distinto nivel de redundancia.
3. Eficiencia del sistema de climatización. Es posiblemente el elemento que mayor impacto puede tener en el PUE, influyendo desde la tecnología utilizada en el sistema de climatización hasta la disposición de los gabinetes, retornos de aire, sellado de pasos, que tan hermética es la sala, etc.
4. La eficiencia del sistema eléctrico y UPS. Los UPS no son eficientes al 100%. La eficiencia de estos equipos es dependiente de la carga que alimenta y entre menor sea la carga que soporte con respecto a su capacidad nominal, menor será la eficiencia. La mayor parte de las instalaciones de los CPD operan a bajos niveles de carga y los UPS raramente superan cargas de un 40% por motivos de redundancia,

causando bajos niveles de eficiencia. Cuanto mayor sea la eficiencia de los UPS y a mayor carga se operen, obtendremos un mejor PUE.

5. Ocupación y capacidad del CPD La eficiencia del consumo eléctrico del centro también varía según su grado de ocupación. A menor ocupación, la eficiencia de tener el centro funcionando es menor debido tanto a la falta de carga de los UPS como al consumo en “standby” de los sistemas de climatización.

Por lo tanto, al optimizar el rendimiento operativo, reducimos simultáneamente los gastos de operación y el consumo energético. Conceptualmente mencionamos algunos factores importantes y beneficios considerados en este proyecto.

- Respeto ambiental
- Reducidas emisiones acústicas,
- Operación con alta eficiencia eléctrica
- Integración de free-cooling
- Altas capacidades de enfriamiento en agua helada
- UPS de alta eficiencia, escalable hasta 500 kW
- Definición de pasillo caliente / frío
- Power usage efficiency (PUE) de 1.4

Representando un nivel de eficiencia “eficiente” y está en la escala intermedia de poder llegar a tener nivel de eficiencia “muy eficiente” con PUE de 1.2

- Solución infraStruXure
- Sistemas de monitoreo ambiental y StruxureWare.
- Power monitoring expert
- Capacidades de monitoreo DCIM de todas las variables eléctricas, enfriamiento y seguridad.
- Distribución eléctrica en BT y MT
- Disponibilidad del 99.99%
- Certificación ICREA nivel IV (TIER III)
- Diseño 2N permitiendo con ello tener una fiabilidad y resiliencia siendo la esencia sobre el desempeño de las infraestructuras de misión crítica
- Reducción en el capex, así como en el opex.

La eficiencia energética en el CPD no pasaba de ser más que una idea remota, si es que de alguna manera se tomaba en cuenta.

“Si su CPD se sentía incómodamente frío, la gente se impresionaba. Se consideraba una señal de que usted estaba haciendo un buen trabajo evitando que los servidores se sobrecalentaran. Las densidades de gabinetes eran

menores, la energía más barata y nadie le prestaba atención a la factura del consumo eléctrico”.

Actualmente, los gerentes de los CPD necesitan seguir de cerca los costos de la energía. De acuerdo con una encuesta a CPD por el Uptime Institute en 2011, el 97% de quienes respondieron dijeron que la reducción del uso de energía podría ser “algo” o “muy” importante”, y un 87% consideró que la motivación primaria era la reducción de costos.

Otros estudios del Uptime Institute encontraron que hasta un 70% de la energía se utiliza para el enfriamiento y manejo del aire, así es que mejorar la eficiencia en el enfriamiento es vital para reducir costos.

Para este proyecto en particular se aplicaron seis de las mejores prácticas que a la postre, nos darán el beneficio de una mejor eficiencia energética traducida en un mejor “PUE”

Implemente pasillo caliente

No necesitamos mantener nuestro CPD a la temperatura de un congelador. En lugar de eso, nos concentramos en remover de la sala el aire caliente antes de que este se recircule, separamos el aire caliente del aire frío es la clave para la eficiencia en enfriamiento. Iniciamos por seleccionar la tecnología adecuada gabinetes en hileras en contención, de tal forma que los frentes estén cara a cara en pasillos fríos y que las partes traseras estén una contra la otra en los pasillos calientes. Esto evita que los servidores absorban aire caliente de los servidores en la hilera adyacente.

De acuerdo con estudios de centros de datos, las configuraciones de pasillo caliente pueden reducir el uso de la energía hasta en un 20%. La solución de este proyecto son gabinetes que han sido optimizados para pasillo caliente/pasillo frío.

Se consideró la Instalación de paneles ciegos. Bloquear los espacios vacíos de los gabinetes no utilizados no es algo meramente estético, fuerza el aire frío a través de sus servidores y evita que el aire caliente recircule por el gabinete, los paneles obturadores de 1U se insertan a presión en su sitio sin necesidad de herramientas, ahorrando tiempo valioso en su instalación.

Organizamos los cables

Los cables enmarañados bloquean el flujo de aire, evitan la distribución eficiente del aire frío y causan que se acumule el calor dentro de los gabinetes.

En ambientes de pisos técnicos, usar administradores de cableado en la parte superior. En el interior de los gabinetes, usar administradores de cableado de gran capacidad para organizar los cables de conexión.

Reemplace los sistemas UPS ineficientes

Retirar las fuentes de calor innecesarias ayuda a enfriar el CPD, si es necesario se reemplazarán los sistemas UPS tradicionales en línea por modelos ahorradores de energía para mejorar la eficiencia y reducir la salida de calor, especialmente en donde se utilizan sistemas de UPS redundantes operando por debajo de su máxima capacidad.

Use enfriamiento de acoplamiento directo

El enfriamiento por contención directa mejora la eficiencia, comparado con los sistemas tradicionales perimetrales o de pisos técnicos por inundación. El enfriamiento por contención directa le permite concentrar el aire frío/caliente en donde es más necesario, sin bajar la temperatura de toda la sala. La naturaleza modular del enfriamiento mediante acoplamiento directo también permite a los gerentes de los centros de datos reconfigurar rápidamente los dispositivos para manejar nuevos equipos o gabinetes sobrecalentados.

Las soluciones mediante contención directa son totalmente autónomas y pueden ser instaladas por el personal de TI sin costos extras, sistema hidráulico, tuberías, ductos especiales, drenaje en el piso, tanques de agua o partes adicionales.

Aísle y extraiga el aire caliente

Los gabinetes con contención de aire caliente se direccionan al sistema InRow o al flujo de retorno de aire del CRAC (Computer Room Air Conditioning Unit). Aíslan el aire caliente de forma que no puede recircular en la sala, la convección fuerza el aire caliente al gabinete como una chimenea, y la presión positiva en la sala y la presión negativa en la cámara aumentan el flujo de aire.

PUE es uno de los indicadores usados para indicar la eficiencia energética en los centros de datos convencionales, y representa el cociente entre el consumo total de potencia eléctrica del CPD dividido entre el consumo eléctrico de todos los servidores y otro equipamiento TI.

En este proyecto nos hemos preocupado por el suministro eléctrico mucho más allá de averiguar donde se enchufan las fuentes y de la disponibilidad. Así como

la eficiencia en la operación del sistema de climatización, sobre todo, porque el costo de la energía siempre ha sido para preocuparse, y habitualmente muy inferior al costo operativo de la no disponibilidad de los sistemas de información. La situación está cambiando por varios motivos.

El primero, precisamente por el incremento de los precios del suministro eléctrico, algo que creemos que no es necesario documentar. El segundo, el incremento de las necesidades de proceso de datos en general, mayor potencia y mayor capacidad de almacenamiento. Añadido a éste, el incremento de la densidad de los sistemas de información, cada vez con mayores requerimientos de consumo eléctrico, mayor disipación de calor y mayores necesidades de climatización. Pero quizás el más importante es haber constatado que el consumo energético en los centros de datos es cada vez mayor y ya representa una parte importante del consumo de energía.

Vamos, que los centros de datos van a superar el 2% del consumo energético de los países occidentales en un breve periodo de tiempo y su eficiencia energética ya es una cuestión mundial.

CAPÍTULO 4. ESPECIFICACIONES, CARACTERÍSTICAS Y SELECCIÓN DE EQUIPOS (SISTEMA ELÉCTRICO).

El objetivo es seleccionar de manera adecuada los equipos que dan soporte al CPD con fundamento en una topología eléctrica de NIVEL IV.

Normas y códigos:

Todos los trabajos del proyecto, y la ejecución de la obra eléctrica se fundamentaron en los requisitos mínimos en la observancia obligatoria y recomendaciones establecidas en los códigos y normas nacionales que nos rigen.

- NOM-001-SEDE-2005– Instalaciones eléctricas (utilización)

Consideraciones previas con las que se desarrolló el proyecto:

- Cantidad de gabinetes productivos y carga en kilowatts; 5 kW por unidad promedio, dividida por áreas y alimentada por un UPS calculando capacidad en kVA.
- Aires acondicionados de precisión InRow para el enfriamiento de los gabinetes distribuidos en áreas productivas
- Unidad generadora de agua helada (chiller) calculando capacidad de toneladas de refrigeración para proveer de agua helada a los equipos de climatización InRow y equipos perimetrales denominados Leonardos.
- Unidades UPS calculando capacidad en kVA, para dar alimentación a equipos PDU (Power Distribution Unit).
- Cargas continuas aquellas que sobrepasan las 3 horas de funcionamiento continuo.
- El arreglo de los conductores para dar la máxima capacidad de conducción de corriente (ampacidad)
- La temperatura promedio de la zona es de 22 °C a 27 °C
- Las salidas de contactos normales y de servicio serán de 180 VA, con excepción que se indique otra capacidad.
- El transformador se calcula a un factor de utilización del 90% como máximo.
- El sistema es trifásico por lo cual no se requiere el conductor puesto a tierra.

- Con base en el artículo 310-4 de la NOM el calibre mínimo para alimentadores en paralelo es de 1/0 de la misma longitud, mismo material, mismo aislamiento y en las mismas terminales.
- Las cargas continuas serán afectadas por el 25% de la corriente alterna en la línea de un conductor para los diferentes sistemas de distribución.

Alcance del Sistema Eléctrico para el CPD NIVEL IV

- Acometida en media tensión de la Comisión Federal de Electricidad. Medición CFE.
- Transformadores clase 15 kVA tipo seco MT/BT
- Seccionador RM6 en SF6 con doble acometida
- Tableros generales Sección Acometida.
- Plantas generadoras de energía de apoyo (PGEA)
- Tableros de transferencia de transición suave (SLTS).
- Tableros generales de enlace (TE)
- Tablero de transferencia de transición abierta (ATS)
- Tableros generales de energía de apoyo, (TGEA)
- Tableros de distribución.
- Sistemas de energía ininterrumpible (UPS)
- Tablero de distribución de energía. (PDU)
- Protecciones
- Sistema de puesta a tierra
- Sistema de supresión de transitorios.

Los problemas relacionados con la calidad y la disponibilidad de la alimentación eléctrica se han convertido en un factor esencial debido al papel clave de los ordenadores y los dispositivos electrónicos en el desarrollo de numerosas aplicaciones de importancia crítica. Las perturbaciones en sistemas de distribución (microcortes, interrupciones, bajadas de tensión, etc.) pueden tener como consecuencia grandes pérdidas o peligros para la seguridad en numerosas actividades, tales como:

Industrias de proceso delicadas, en las que un problema de funcionamiento en los sistemas de control o supervisión puede suponer un descenso en la producción.

Aeropuertos y hospitales en los que un fallo en el funcionamiento del equipo puede representar un peligro grave para la vida de las personas.

Tecnologías de información y comunicación en las que el nivel de confiabilidad y seguridad de funcionamiento necesario es aún superior. Centros de datos que exigen alimentación de alta calidad sin cortes 24 horas al día, 365 días al año, año tras año, sin paradas de mantenimiento.

- Procesos industriales y sus sistemas de control/supervisión: riesgo de pérdidas de producción.
- Aeropuertos y hospitales: riesgo para la seguridad de las personas.
- Tecnologías de información y comunicación: riesgo de interrupciones de operación, con un alto coste por hora.

4.1 Equipos de energía ininterrumpida UPS

Los sistemas de protección UPS son actualmente una parte integral de la cadena de valor de muchas empresas. Su nivel de disponibilidad y la calidad de la alimentación que suministran afectan directamente a la continuidad del servicio. La productividad, la calidad de los productos y servicios, la competitividad de la empresa y la seguridad de las instalaciones dependen del funcionamiento correcto de los UPS. El funcionamiento incorrecto no es una opción.

Perturbaciones en la alimentación en sistemas de distribución, la calidad de la energía que suministran las redes públicas y privadas puede verse reducida a causa de diversas perturbaciones, inevitables debido a las largas distancias y a la amplia variedad de cargas conectadas.

Entre los orígenes de las perturbaciones se encuentran:

- El propio sistema de distribución (condiciones atmosféricas, accidentes, cambio de dispositivos de protección o de control, etc.)
- Equipos de usuario (motores, dispositivos susceptibles de producir perturbaciones como hornos de arco, soldadoras, sistemas que incorporan electrónica de potencia, etc.)

Entre las perturbaciones hay microcortes, bajadas de tensión, sobretensiones, variaciones de frecuencia, armónicos, ruido de alta frecuencia, parpadeos, hasta llegar a las interrupciones de larga duración.

Requisitos de las cargas sensibles

Los equipos digitales (ordenadores, sistemas de telecomunicaciones, instrumentos, etc.) utilizan microprocesadores que funcionan a frecuencias del orden de los MHz o incluso GHz, esto es, realizan millones o miles de millones de operaciones por segundo. Una perturbación en la alimentación eléctrica que no dure más que unos milisegundos puede afectar a miles o millones de operaciones básicas, y puede tener como resultado errores de funcionamiento y pérdida de datos con

consecuencias peligrosas, por ejemplo: en el caso de bancos, aeropuertos u hospitales) o costosas en forma de pérdidas de producción. Por eso, muchas cargas, denominadas cargas sensibles o críticas, exigen un suministro protegido contra perturbaciones del sistema de distribución.

Muchos fabricantes de equipos sensibles especifican tolerancias muy estrictas mucho más que las del sistema de distribución para el suministro de sus equipos; por ejemplo, la norma CBEMA (Computer Business Equipment Manufacturer's Association, asociación de fabricantes de equipos informáticos profesionales) para equipos informáticos.

La energía suministrada por los sistemas de distribución eléctrica, tanto públicos como privados, es una tensión sinusoidal de frecuencia y amplitud fijas, pero suele existir un cierto grado de fluctuación sobre estos valores nominales. Las fluctuaciones permitidas en el suministro de baja tensión están definidas en la norma. Además de estas fluctuaciones, se pueden producir otras perturbaciones en el sistema que producen distorsiones de la onda sinusoidal de la tensión.

Todos los equipos necesitan una energía continua, libre de interrupciones y alteraciones. Por ello, las cargas críticas (equipos activos) requieren un suministro que esté protegido contra dichas perturbaciones del sistema de distribución. El CPD debe estar preparado para interrupciones prolongadas del suministro eléctrico.

Finalidad de los UPS

Los UPS (sistemas de alimentación ininterrumpida) están pensados para cubrir las necesidades mencionadas. Presentados por vez primera en la década de los 70, su importancia ha aumentado al ritmo del desarrollo de las tecnologías digitales. Los UPS son dispositivos eléctricos que se sitúan entre el sistema de distribución y las cargas sensibles.

Su función es proporcionar una alimentación mucho más fiable que la del sistema de distribución, adaptada a las necesidades de las cargas sensibles en cuanto a calidad y disponibilidad.

El término UPS abarca equipos con potencias nominales aparentes desde unos cientos de VA hasta varios MVA, que implementan diversas tecnologías.

La norma IEC 62040-3 y su equivalente europeo EN 62040-3 definen tres tipos estándar (topologías) de UPS.

Las tecnologías UPS incluyen:

- **Espera pasiva**
- **Interacción con el sistema de distribución**
- **Doble conversión**

Para las potencias nominales bajas (< 2 kVA) coexisten las tres tecnologías. Para potencias más altas, casi todos los UPS estáticos (esto es, que implementan componentes semiconductores, como módulos IGBT) implementan la tecnología de doble conversión.

Los UPS rotativos (con piezas mecánicas giratorias, como volantes de inercia) no se incluyen en las normas y constituyen una parte marginal del mercado.

UPS estáticos de doble conversión

Este es prácticamente el único tipo de UPS que se utiliza en las instalaciones de alta potencia, debido a sus ventajas únicas sobre los demás tipos:

- Regeneración total de la alimentación suministrada a la salida.
- Aislamiento total de la carga del sistema de distribución y sus perturbaciones.
- Transferencia sin cortes (si procede) a un conducto de derivación.
- El principio de funcionamiento (**ver figura 4.0**) se presenta más adelante. Durante el funcionamiento normal, un rectificador/cargador convierte la potencia de entrada en CA en potencia en CC para alimentar un inversor y proporcionar carga de flotación a una batería.
- El inversor regenera por completo una señal sinusoidal y convierte la potencia en CC de nuevo en potencia en CA, pero libre de todas las perturbaciones y dentro de unas tolerancias de amplitud y frecuencia rigurosas.
- En caso de fallo de la potencia de entrada en CA, la batería proporciona la alimentación necesaria para el inversor durante un tiempo de autonomía especificado.
- Una derivación estática puede transferir la carga sin cortes en el suministro de alimentación a un conducto de derivación para mantener la alimentación de la carga en caso necesario (fallo interno, cortocircuito aguas abajo, mantenimiento). Este diseño "con tolerancia a fallos" permite seguir suministrando alimentación a la carga en "modo degradado" (la alimentación no pasa por el inversor) durante el tiempo necesario para restablecer las condiciones normales.

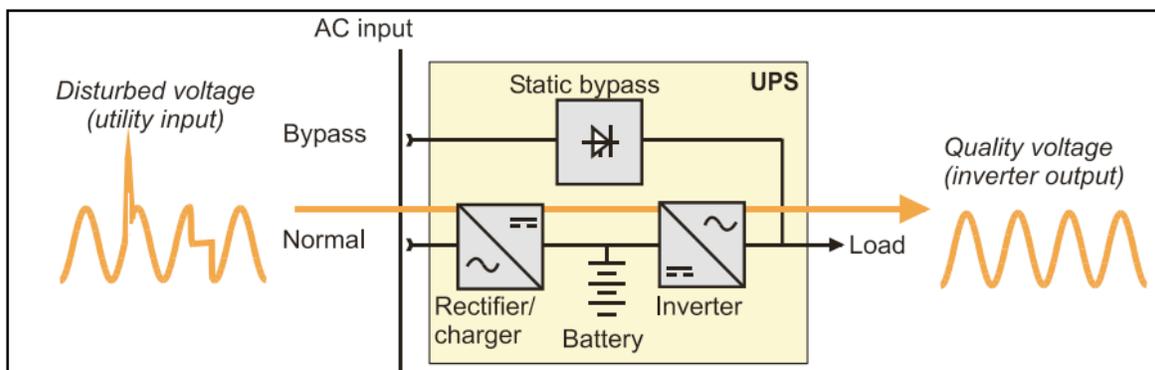


Figura 4.0 - UPS estáticos de doble conversión

Calidad de la alimentación en los UPS de doble conversión

Por diseño, los UPS de estado sólido de doble conversión suministran a las cargas conectadas una señal sinusoidal:

- De alta calidad porque se regenera y regula de forma continua (amplitud $\pm 1\%$, frecuencia $\pm 0,5\%$).
- Libre de perturbaciones del sistema de distribución (gracias a la doble conversión) y, en particular, de microcortes e interrupciones (gracias a la batería). Este nivel de calidad debe garantizarse, sea cual sea el tipo de carga.

Calidad de tensión para cargas lineales ¿Qué es una carga lineal?

Una carga lineal suministrada con una tensión sinusoidal consume una corriente sinusoidal con la misma frecuencia que la tensión. Esta corriente puede estar desplazada (ángulo ϕ) con respecto a la tensión

Ver figura 4.1

Ejemplos de cargas lineales

Muchas cargas son lineales, como las bombillas estándar, los calefactores, las cargas resistivas, los motores, los transformadores, etc. No contienen componentes electrónicos activos, sino únicamente resistencias (R), inductores (L) y condensadores (C).

UPS y cargas lineales Para este tipo de cargas, la señal de salida del UPS es de una calidad muy alta, esto es, la tensión y la corriente son perfectamente sinusoidales, de 60 o 50 Hz.

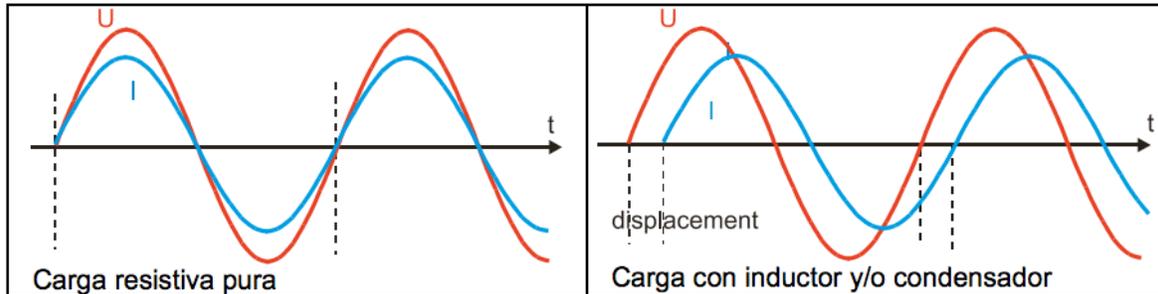


Figura 4.1 Tensión y corriente para cargas lineales.

Unificar y establecer criterios básicos a nivel técnico en el cálculo, aplicación de los sistemas, métodos y procedimientos para la solución de los diferentes aspectos de la ingeniería eléctrica, estos deberán regir durante todo el desarrollo del proyecto y la ejecución de la obra.

Calidad de la tensión para cargas no lineales

¿Qué es una carga no lineal?

Una carga no lineal (o con distorsión) suministrada con una tensión sinusoidal consume una corriente periódica con la misma frecuencia que la tensión, pero no sinusoidal. La corriente consumida por la carga es, de hecho, la combinación de:

- Una corriente sinusoidal denominada fundamental, a una frecuencia de 60 o 50 Hz
- Armónicos, que son corrientes sinusoidales de una amplitud inferior a la de la fundamental, pero cuya frecuencia es un múltiplo de la fundamental que define el orden del armónico [por ejemplo, el armónico de tercer orden tiene una frecuencia de 3×60 Hz (o 50 Hz), y el de quinto orden, de 5×60 (o 50) Hz].

Las corrientes armónicas son causadas por la presencia de componentes de electrónica de potencia [como diodos, rectificadores controlados de silicio (SCR) o módulos IGBT que conmutan la corriente de entrada.

Ejemplos de cargas no lineales

Entre las cargas no lineales se encuentran las que utilizan en su entrada fuentes de alimentación conmutadas para alimentar la electrónica (por ejemplo, ordenadores, unidades de velocidad variable, etc.). **Ver Figura 4.2.**

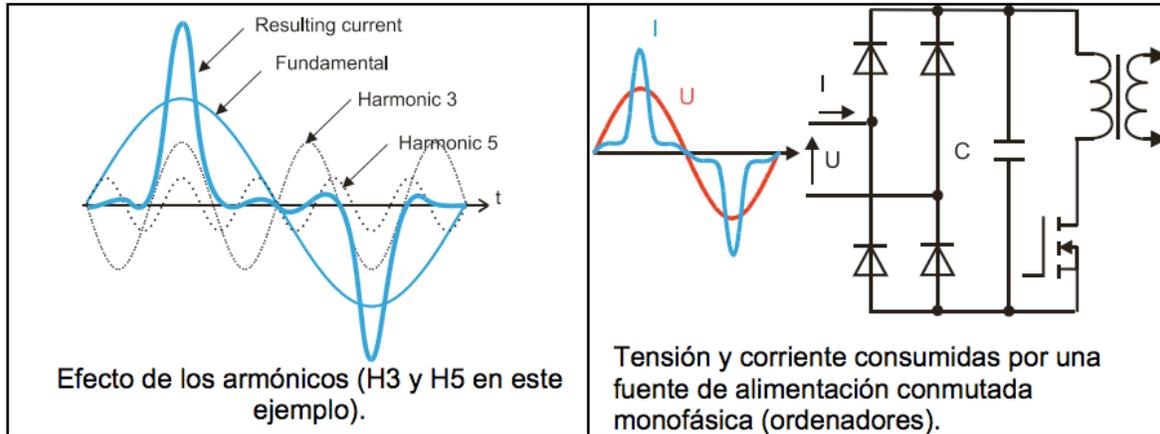


Figura. 4.2 Corriente que circula por cargas no lineales queda distorsionada debido a los armónicos.

Valor eficaz (rms)

Cuando se suman señales de voltaje o corriente de diferentes frecuencias para obtener su resultante.

Distorsión armónica de tensión y corriente

Las cargas no lineales generan armónicos tanto de tensión como de corriente, debido a que, para cada armónico de corriente, hay un armónico de tensión con la misma frecuencia. La tensión de 60 Hz (o 50 Hz) sinusoidal del UPS queda, por tanto, distorsionada por los armónicos.

La distorsión de una onda sinusoidal se presenta en forma de porcentaje:

$$THD\% = \frac{\text{rms value of all the harmonic } k}{\text{rms value of the fundamental}}$$

La distorsión armónica total, es la relación entre el contenido armónico de la señal y la primera armónica o fundamental.

Su valor se ubica entre 0% e infinito.

Distorsión armónica total (THD) Se definen los siguientes valores:

- THDU % para la tensión, basada en los armónicos de tensión.
- THDi % para la corriente, basada en los armónicos de corriente

Cuanto mayor sea el contenido de armónicos, mayor será la distorsión. A efectos prácticos, la distorsión de la corriente consumida por la carga es muy superior (THDi de aproximadamente el 30%) que la de la tensión en la entrada (THDu de aproximadamente el 5%). **Ver figura 4.3.**

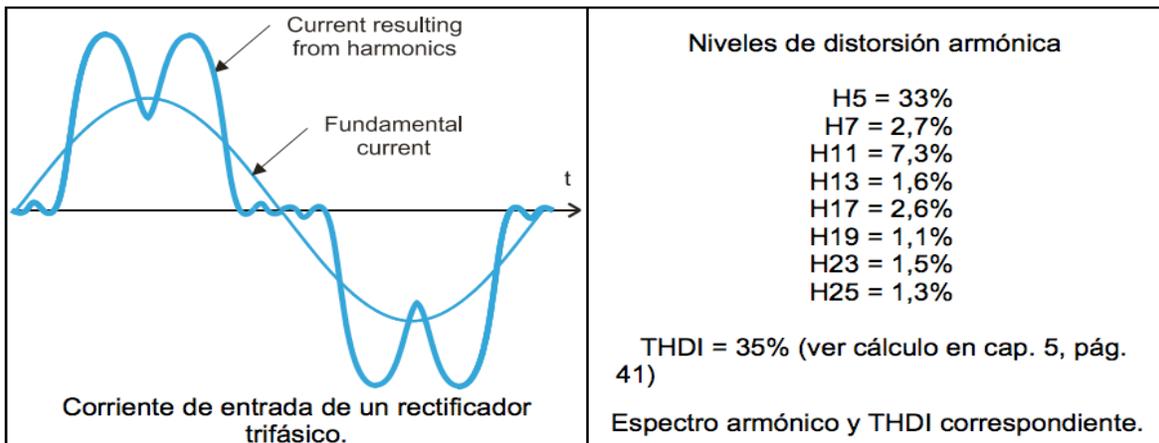


Figura. 4.3 Ejemplo del espectro armónico de la corriente circulante por una carga no lineal.

UPS y cargas no lineales

Los armónicos afectan la tensión sinusoidal en la salida del UPS. Un exceso de distorsión puede perturbar las cargas lineales conectadas en paralelo en la salida, sobre todo por el aumento de la corriente que consumen (incremento de temperatura)

Para mantener la calidad de la tensión de salida del UPS es necesario limitar su distorsión (THDu), esto es, limitar los armónicos de corriente que producen distorsión de tensión.

En particular, es necesario que la impedancia (en la salida del UPS y en los cables que suministran alimentación a la carga) se mantenga baja. Limitación de la distorsión de la tensión de salida

Debido a la técnica de recorte de frecuencia libre empleada, la impedancia en la salida de los UPS de Schneider Electric en nuestro caso el elegido fue el SYMMETRA donde es muy baja, sea cual sea la frecuencia (esto es, el orden del armónico). Esta técnica prácticamente elimina toda la distorsión de la tensión de salida al alimentar cargas no lineales. La calidad de la tensión de salida es, por tanto, constante, incluso para cargas no lineales. a efectos prácticos, los diseñadores de la instalación deben:

- Comprobar las tensiones de salida del UPS para cargas no lineales y, sobre todo, asegurarse de que el nivel declarado de distorsión, medido para cargas no lineales estandarizadas según la norma IEC 62040-3, sea muy bajo (THDu < 2 a 3%).
- Limitar la longitud (impedancia) de los cables de salida que alimentan las cargas.
- Elementos necesarios para efectuar cálculos de potencia
- Consideraciones sobre la instalación
- Tipo de carga suministrada
- Cargas lineales o no lineales (factor de potencia= $\cos \phi$).
- Estas características determinan el factor de potencia en la salida del UPS.
- La potencia máxima consumida por la carga en condiciones de estado estable para una carga, esto es el valor nominal de la potencia.
- Si hay varias cargas conectadas en paralelo a la salida del UPS, es necesario calcular la carga total cuando todas ellas están funcionando al mismo tiempo. En caso contrario, será necesario emplear diversidad para calcular el peor de los casos en cuanto a potencia consumida.
- Corrientes de energización en condiciones transitorias o para un cortocircuito aguas abajo
- La capacidad de sobrecarga de un sistema UPS depende del tiempo de duración de la sobrecarga. Si se supera este límite temporal, el UPS transfiere la carga a la entrada de CA de derivación si sus características de tensión están dentro de los valores de tolerancia. En este caso, la carga deja de estar protegida contra perturbaciones en el sistema de distribución. Según la calidad de la potencia en CA de derivación, es posible:
 - Utilizar la entrada de CA de derivación para encargarse de los picos de corriente debidos a la conmutación de dispositivos o a cortocircuitos aguas abajo. De esta forma, se evita sobredimensionar el sistema.
 - Desactivar la transferencia automática (salvo en el caso de fallos internos) y mantener la posibilidad de transferencia manual (para mantenimiento, por ejemplo).

Los UPS seleccionados en este caso “Schneider Electric” funcionan en modo de limitación de corriente. Mediante el espaciado en el tiempo de la conmutación de dispositivos, generalmente es posible administrar las corrientes de energización sin necesidad de transferir a la potencia en CA de derivación. Si la corriente de energización supera el umbral de limitación, por ejemplo, $2.33 I_n$ (corriente nominal) para los UPS, durante unos cuantos periodos, pero menos de un segundo, la corriente del UPS queda limitada durante el tiempo necesario. Este modo de

funcionamiento degradado puede ser aceptable, por ejemplo, en el caso de un arranque en frío (con alimentación de batería, en ausencia de red eléctrica).

Potencia de un UPS

Potencia nominal de un UPS, este valor nominal, indicado en los catálogos, es la potencia de salida. Se indica como potencia aparente S_n en kVA, con la correspondiente potencia activa P_n en kW, para una:

Carga lineal

Carga con $\cos \phi = 0.8$

Sin embargo, los UPS de última generación seleccionados de “Schneider Electric” pueden alimentar cargas con un $\cos \phi = 0.9$ en adelante.

Cálculo de la potencia nominal P_n [kW] = $0.8 * S_n$ [kVA] potencia activa nominal

Este cálculo depende de la tensión de salida del UPS y de la corriente que circula por la carga, donde:

$$S_n [kVA] = U_n * I_n * \sqrt{3} \quad \text{En sistemas trifásicos}$$

$$S_n [kVA] = V_n * I_n \quad \text{En sistema monofásico}$$

Para un UPS trifásico, U e I son valores eficaces de línea; para un UPS monofásico, V es una tensión de fase a neutro, donde:

U_n = Tensión de fase a fase

V_n = Tensión de fase a neutro

$$U_n = V_n \sqrt{3}$$

Por ejemplo, si $U_n = 480$ volts, $V_n = 270$ volts. Potencia y tipo de carga

Porcentaje de carga del UPS

Es el porcentaje de la carga nominal que efectivamente consume la carga.

$$Carga\% = \frac{S_{load} [kVA]}{S_n [kVA]}$$

Recomendación: tener en cuenta el crecimiento de las cargas

Se aconseja dejar un margen (exceso de potencia) al establecer la potencia nominal, en especial si se tiene prevista una ampliación de la instalación. En tal caso, asegúrese de que el porcentaje de carga en el UPS sigue siendo aceptable tras la ampliación.

Eficacia del UPS

Este factor determina la potencia consumida por el UPS en el sistema de distribución aguas arriba, esto es, el consumo. Se puede calcular como:

$$n[\%] = \frac{P_{UPSoutput} [kW]}{P_{UPSinput} [kW]}$$

Para una potencia nominal determinada, un alto nivel de eficacia:

- Reduce las facturas eléctricas
- Reduce las pérdidas térmicas y, en consecuencia, los requisitos de ventilación

Es posible calcular la eficacia a carga nominal completa, esto es, con un 100% de carga.

$$nn[\%] = \frac{P_n [kW]}{P_{UPSinput} [kW]}$$

La potencia activa nominal del UPS se obtiene multiplicando la potencia aparente nominal S_n (kVA) por 0,8 (si $\lambda > 0,8$) o por λ (si $\lambda < 0,8$). La eficacia puede variar de forma significativa en función del porcentaje de carga y del tipo de carga. El diseñador de la instalación debe, pues, prestar atención a dos aspectos de la eficacia.

Los diferentes tipos de UPS y sus atributos generalmente causan confusión en la industria de los centros de datos. Por ejemplo, la creencia generalizada es que existen solamente dos tipos de sistemas UPS, fundamentalmente la UPS Standby y la UPS online. Estos dos términos de uso común no describen correctamente muchos de los sistemas UPS disponibles.

Muchos de los malentendidos con relación a los sistemas UPS desaparecen cuando se identifican correctamente los diferentes tipos de topologías UPS. La topología UPS indica la naturaleza básica del diseño de la UPS. Por lo general, diferentes fabricantes producen modelos con diseños o topologías similares, pero con características de rendimiento muy diferentes.

Mencionaremos los enfoques más comunes de diseño, con breves explicaciones sobre la forma en la que funciona cada topología. Esto nos ayudará a identificar y comparar los sistemas en forma adecuada.

Se utiliza una variedad de enfoques de diseño para implementar sistemas UPS, cada uno de ellos con características de rendimiento diferenciadas. Los enfoques de diseño más comunes son los siguientes:

- Standby
- Línea interactiva
- Standby-ferro
- Online de doble conversión
- Online de conversión delta

Resumen de tipos de UPS. Ver figuras 4.4 y 4.5

	Productos comerciales	Beneficios	Limitaciones	Descubrimientos de APC
Standby	APC Back-UPS Tripp-Lite Internet Office	Bajo costo, alta eficiencia, compacta	Funciona a batería durante bajadas de tensión, impráctica para más de 2 kVA	El mejor valor para estaciones de trabajo personales
Línea interactiva	APC Smart-UPS Powerware 5125	Alta confiabilidad, alta eficiencia, buen acondicionamiento de tensión	Impráctica para más de 5 kVA.	El tipo de UPS más popular en existencia debido a su alta confiabilidad, ideal para servidores en rack o distribuidos y/o entornos de energía hostiles
Standby-ferro	Disponibilidad comercial limitada del producto	Excelente acondicionamiento de la tensión, alta confiabilidad	Baja eficiencia, inestable en combinación con algunas cargas y generadores	Aplicación limitada debido a que la baja eficiencia e inestabilidad son un problema, y el diseño N+1 on line ofrece aun mayor confiabilidad
On line de doble conversión	APC Symmetra Liebert NX	Excelente acondicionamiento de tensión, facilidad de conexión en paralelo	Baja eficiencia, costosa por debajo de 5 kVA	Adecuada para diseños N+1
On line de conversión delta	APC Symmetra Megawatt	Excelente acondicionamiento de la tensión, alta eficiencia	Impráctica para menos de 5 kVA.	La alta eficiencia reduce el costo de energía esencial durante el ciclo de vida en grandes instalaciones

Figura 4.4 Características de las arquitecturas de sistemas UPS

	Rango de potencia para aplicación práctica (KVA)	Acondicionamiento de la tensión	Costo por VA	Eficiencia	Inversor con funcionamiento constante
Standby	0-0,5	Bajo	Bajo	Muy alta	No
Línea interactiva	0,5-5	Según diseño	Medio	Muy Alta	Según diseño
Standby-ferro	3-15	Alto	Alto	Baja - Media	No
On line de doble conversión	5-5000	Alto	Alto	Baja - Media	Sí
On line de conversión delta	5-5000	Alto	Medio	Alto	Sí

Figura 4.5 Tabla Características de los sistemas UPS

Capacidad o sistema N

Un sistema N es un sistema formado por un solo UPS, o por un conjunto de módulos en paralelo cuya capacidad coincide con la carga crítica prevista.

Dado que no existe ningún tipo de redundancia, es apropiado dotar al sistema de un “bypass” (llamado “bypass” de mantenimiento) que permita apagar todo el sistema UPS para realizar mantenimiento cuando la situación lo requiera o que permita el suministro de energía a la carga si se produjera algún fallo en el UPS que impidiese su funcionamiento, teniendo en cuenta que en ese caso la carga no dispondría de ningún tipo de protección frente a fallos en la red eléctrica.

Varios tipos de UPS son apropiados para diferentes usos, y ninguno de ellos es ideal para todas las aplicaciones. La intención de este informe es contrastar las ventajas y desventajas de las diferentes topologías UPS que se encuentran en el mercado en la actualidad.

Las importantes diferencias entre los diseños de las UPS ofrecen ventajas teóricas y prácticas para propósitos diversos. No obstante, la cualidad básica de la implementación y la calidad de fabricación suelen ser clave para determinar el rendimiento que en última instancia se logrará en la aplicación de cada usuario.

Principales elementos del UPS

Módulo de potencia con capacidad de 25 kW, en él está contenido un rectificador, un cargador y un inversor. **Ver figura 4.6.**



Figura 4.6 Módulo de potencia

Módulo de baterías, es considerado un módulo de baterías, aunque en realidad está compuesto por 6 cartuchos de baterías y cada uno de estos contiene 8 baterías del tipo VRL libre de mantenimiento de 35 Watts y una capacidad de 9 Ah. **Ver figura 4.7**



Figura 4.7 Módulo de baterías

“Gabinete de baterías”, tiene la capacidad para alojar 8 módulos de baterías (48 cartuchos) consta con un interruptor que puede ser comandado por el UPS o ser operado de manera manual, siempre y cuando el equipo indique que puede ser manipulado. **Ver figura 4.8.**



Figura 4.8 Gabinete de baterías (banco de baterías)

“Módulo de switch estático”, se aloja en el gabinete de conexiones de entrada y salida del UPS, por este elemento circula la carga cuando el equipo opera en “bypass”, ya sea por comando por el usuario o por una falla en el equipo. **Ver figura 4.9.**



Figura 4.9 Módulo de "switch estático"

“Gabinete de conexiones” de entrada y salida, en este elemento se encuentran las barras que alimentan al UPS y las barras que alimentan la carga, dependiendo de la configuración puede tener a su costado el cuadro de bypass, tiene alojado el “switch estático”, display, tarjetas de control y comunicación. Ver figura 4.10.

“Gabinete de módulos de potencia”, en él se pueden alojar hasta 10 módulos de potencia, obteniendo una capacidad de hasta 250 kW por gabinete. **Ver figuras 4.10 y 4.11.**



Figura 4.10 Gabinete de conexiones



Figura 4.11 Gabinete de módulos de potencia

“Cuadro de bypass”, es un accesorio opcional pero muy útil que está colocado en costado del gabinete de conexiones eléctricas (Input/output), gracias a este elemento es posible aislar el UPS facilitando una reparación o un mantenimiento mayor. Consta de 4 interruptores los cuales están señalizados mediante un led verde y este encenderá cuando sea posible operar, comandado por el “display”. Ver figura 4.12

“Display”, alojado en el gabinete de conexiones de entrada y salida (Input/output), es la interfaz entre el operador y el equipo, es una pantalla LCD equipada con sensor táctil, en ella se pueden visualizar valores de voltaje, operar el equipo, ver el estado operativo del UPS, estado de los interruptores y mostrar alarmas. **Ver figura 4.13**



Figura 4.13 Cuadro de “bypass”



Figura 4.12 “Display”

Datos del proyecto eléctrico:

Se establecieron los siguientes equipos.

UPS SYMMETRA (**Ver figura 4.14**) marca APC modelo SY125K500DR-PD de 500 kVA iniciando con 125 kVA y crecerá en función de la demanda, con un tiempo de respaldo de 1 hora con 4 bancos de baterías al tener la carga final y un tiempo de respaldo de 15 minutos suficientes para que los grupos electrógenos puedan tomar la carga ante un corte de energía de CFE.

El área donde se alojará el UPS debe considerarse como un área requirente de sistema de enfriamiento de precisión donde la temperatura debe oscilar entre 20 y 22 °C.

Se requieren tener 10 toneladas de enfriamiento en el área de UPS.

Todo el equipo deberá tener las tarjetas y hardware necesarias para ser vigiladas por el sistema principal de monitorización, logrando con ello mantener la operación continua



Figura 4.14 UPS Symmetra en etapa final 500 kVA

4.2 Grupos Electr6genos (Planta Generadora De Energ3a De Apoyo - PGEA)

El CPD cuenta con dos plantas generadoras , cada una de 1250 kW calculado para que con uno de estos equipos se pueda soportar la carga el6ctrica al 100% de tanto del ramal azul y rojo y tambi6n pueda soportar la carga en modo (2N), en este caso el ATS se transfiere la carga a un solo lado ya sea al ramal azul o al ramal rojo, es importante mencionar que la carga del ramal Rojo solo es para tener la disponibilidad en todo momento de cada uno de los equipos en caso de una interrupci6n, mantenimiento o falla del ramal azul, cabe mencionar que el incremento de carga es progresivamente lo cual implica que no se tendr3 la m3xima capacidad de un arranque, por lo tanto cuando falle la alimentaci6n el6ctrica de servicio normal de la C3a. suministradora (CFE), estas alimentan a la rama "azul" y rama "roja" respectivamente en modo normal

Los grupos electr6genos son de vital importancia dentro de una industria o instituci6n donde se requiere mantener un suministro de energ3a continuo o donde el equipo o maquinaria no deba suspender su proceso. Tambi6n pueden ser utilizadas donde no haya suministro de energ3a. La funci6n primordial de los grupos electr6genos es suministrar energ3a cuando falla el sistema principal de alimentaci6n el6ctrica como el de la Comisi6n Federal de Electricidad. Por lo que es importante que por el tipo de actividad o funci6n que desempe1a no se interrumpa

el servicio, es así como la PGEA son comunes en hospitales, hoteles, cines, teatros, centros comerciales, etc.

Como experiencia personal el término planta de emergencia es solo para hospitales donde se tienen emergencias como tales, para los demás sitios se denominarán como: grupos electrógenos, motogeneradores, planta de energía de apoyo, términos comúnmente usados en infraestructuras de TI.

Cuando hay una falla en la línea comercial el equipo tarda en transferir a la carga en varios segundos. ¿Qué pasa durante ese tiempo?. Al sólo tener un grupo electrógeno, su equipo delicado e información quedan desprotegidos, sólo bastan unos cuantos mili-segundos para apagar computadoras, discos duros o parar una línea de producción. Es por esto que una solución integral se compone tanto de un grupo electrógeno que, ante la ausencia de energía eléctrica, le permita operar durante largos tiempos de respaldo a bajos costos, como de un sistema UPS, ante cualquier eventualidad que se presente en la línea comercial, le proporcione protección y seguridad para sus equipos e información.

El tamaño del generador y el motor de combustión se determinan en función del valor de la carga que se debe soportar durante una interrupción en el servicio normal. También el tipo de combustible para el motor impulsor queda determinado por la carga, y las restricciones normativas en el lugar de la instalación, la localización del equipo y algunos otros aspectos.

Características principales a especificar de una planta de emergencia

1. Potencia (HP)
2. La velocidad, que dependiendo del número de polos del generador da la frecuencia; pudiendo ser por ejemplo, de 1,200 RPM A 1,800 RPM, para generar a 60 Hz.
3. La cilindrada, que se refiere al volumen que admite cada cilindro cuando succiona aire multiplicado por el número de cilindros de la máquina.
4. El diámetro que tienen los cilindros y su desplazamiento.
5. Condiciones ambientales como (presión atmosférica, temperatura y humedad).

Clasificación de los grupos electrógenos

- a) Por el tipo de combustible (gas, diésel)
- b) Por su operación (automática o manual)
- c) Por el tipo de servicio (continuo y de emergencia)

Operación automática

Se dice que un grupo electrógeno opera por sí solo, realizando cinco funciones: arrancar, proteger, transferir carga, retransferir carga, paro, solo requiere de supervisión y mantenimiento preventivo. Son utilizadas en industrias, centros comerciales, hospitales, hoteles, aeropuertos, CPD, etc. Estos equipos se arrancan, paran y se protegen en forma totalmente automática, supervisando la corriente eléctrica de la red comercial. Dichos equipos son utilizados sólo en servicio de emergencia.

a) Los selectores del control maestro deben estar ubicados en la posición de automático. El control maestro es una tarjeta electrónica que se encarga de controlar y proteger el motor del grupo electrógeno

b) En caso de fallar la energía normal suministrada por la compañía suministradora, el equipo arrancará con un retardo mínimo de 5 segundos y como máximo 15 segundos después del corte eléctrico. Luego la energía eléctrica generada por el grupo electrógeno es conducida a los diferentes circuitos del sistema de emergencia a través del panel de transferencia, a esta operación se le conoce como transferencia de energía.

c) Después de no más de 10 minutos de normalizado el servicio de energía eléctrica de la compañía suministradora, automáticamente se realiza la retransferencia (la carga es alimentada nuevamente por la energía eléctrica del servicio normal) quedando aproximadamente otros 5 minutos encendido el equipo para el enfriamiento del motor. El apagado del equipo es automático.

Servicio continuo.

Son aquellos equipos que operan por varias horas, entre 300 y 500 horas por año. Y se utilizan en lugares alejados donde la Compañía Suministradora no tiene acceso, en otras palabras, donde no hay suministro; por ejemplo, en las estaciones receptoras de radio y televisión, etc. así mismo como en lugares donde es indispensable la continuidad de servicio

Servicio de emergencia.

Son aquellas que operan hasta 300 horas por año. Y se utilizan en lugares donde se tienen sistemas de distribución por parte de las Compañía Suministradora y donde se requiere que nunca falte la energía: hoteles, hospitales, centros comerciales, aeropuertos, etc.

Los grupos electrógenos, se utilizan en los sistemas de distribución modernos que usan frecuentemente dos o más fuentes de alimentación, debido a razones de seguridad y/o economía de las instalaciones en donde es esencial mantener el servicio eléctrico sin interrupciones, por ejemplo:

- Instalaciones de hospitales en las áreas de cirugía, recuperación, cuidado intensivo, salas de tratamiento, etc.
- Para la operación de servicios de importancia crítica como son los elevadores públicos.
- Para instalaciones de alumbrado de locales a los cuales acude un gran número de personas (estadios deportivos, aeropuertos, comercios, transportes colectivos, hoteles, cines, etc.)
- En la industria de proceso continuo.
- En instalaciones de computadoras, bancos, equipos de procesamiento de datos, radar, etc.

Los grupos electrógenos pueden suministrar energía continua “prime” o bien para emergencia “standby”.

Un grupo electrógeno está constituido fundamentalmente por seis elementos básicos que son los siguientes:

- Motor
- Alternador
- El sistema de distribución/control, está compuesto por el interruptor de transferencia automática (ATS), ya sea de 3 o 4 polos según sea la configuración del sistema
- Sistema anti-vibratorio
- Sistema de combustible
- Un sistema de gases de escape

El motor.

Es una de las dos piezas más importantes de la planta eléctrica, es el encargado de producir la potencia necesaria para mover el alternador que generará la energía eléctrica. Los motores pueden utilizar diversos combustibles según sean sus características de funcionamiento, así tenemos motores impulsados por (diésel, gas). De todos modos, los más utilizados son los motores diésel, según sea su potencia. Si la potencia necesaria es elevada, sobre todo en lo que respecta a equipos de cogeneración, los motores utilizados suelen ser de gas, biogás o diésel.

Es imprescindible un rápido arranque. Normalmente, el tiempo mínimo que necesita el generador para detectar el problema de alimentación, arrancar el motor primario, establecer una tensión y frecuencia de salida estables y conectarlas a las cargas, es de al menos 10 a 15 segundos. El elemento fundamental de los motores de arranque convencionales es claramente el sistema de batería.

El alternador

Es el componente más importante del grupo electrógeno, se encarga de transformar la energía mecánica del motor en energía eléctrica. Va unido al volante del motor a través de unos discos de fijación o a través de un acoplamiento flexible que transmite el movimiento del volante del motor al rotor del alternador.

Tablero de control

Es el elemento que nos permite controlar el equipo y su funcionamiento, a través del mismo podemos poner la planta en marcha, apagarla y controlar los parámetros de su funcionamiento.

Este componente de la planta varía según las exigencias de cada aplicación, así podemos tener diferentes formas de control.

Siendo un equipo de arranque automático aquel que para su funcionamiento no necesita de la intervención de personas, este arrancará el grupo electrógeno de manera autónoma

Por otro lado, el tablero de arranque eléctrico, es aquel en que la intervención del hombre es necesaria para el arranque y la parada de equipo. Hoy día se tiende a que casi todos los grupos electrógenos sean de control automático, empleando para ello diversos autómatas, aunque se puede realizar el control de maniobras y protecciones de manera eléctrica.

La distribución de la salida del generador a las cargas críticas es otro elemento fundamental del diseño del sistema. Los interruptores de transferencia automáticos (ATS) deben supervisar la fuente de alimentación e iniciar el arranque del motor y la transferencia de la carga al generador en cuanto ésta está disponible y es estable, así como la re-transferencia de la carga a la red eléctrica cuando se restablecen las condiciones normales. **Ver figura 4.15**

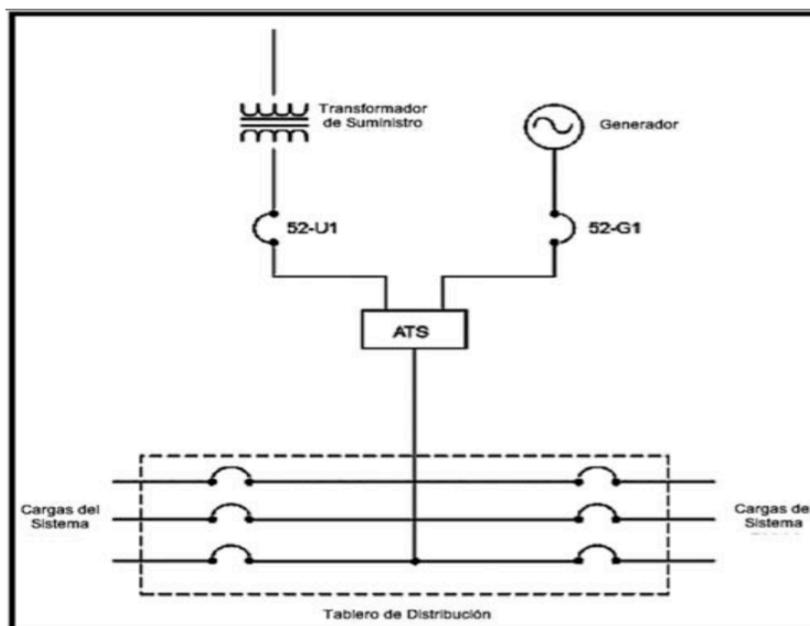


Figura 4.15 Esquema de un sistema de alimentación de emergencia con suministro de CFE.

Las PGEA deberán tener su propio control de velocidad, regulador de voltaje de tipo electrónico, compatibles para operación en paralelo y capaces de aceptar voltajes análogos externos de control de +9 a -9 VCD; NO se aceptarán plataformas de fabricantes o controles de protocolos cerrados que impidan interactuar con otros equipos y sistemas.

Ver figura 4.16

Los grupos electrógenos, deberán tener su propio control de motor de protocolo abierto con pre-alarmas, alarmas y protecciones propias del motor, así mismo, el control de motor deberá proporcionar señales discretas de contacto seco para integrarlas a los paneles de anuncio del Sistema de Control de Potencia.

(Plantas Generadora de Energía de Apoyo, PGEA). Incluirán redundancia en Plantas Generadoras de Energía de Respaldo con una capacidad dimensionada en kW según necesidades del CPD, con tanque integrado de suministro de diésel.

Los grupos electrógenos deberán estar programados para una operación automática ante la falla del suministro de energía comercial. También presentarán una configuración selectiva secundaria para el respaldo bidireccional de las cargas conectadas a emergencia.

Los equipos especificados tienen las siguientes características:

Capacidad continúa en emergencia durante el tiempo de falla de la red comercial conforme al MSNM del sitio donde se construirá el edificio tecnológico por lo que se deberá de considerar la despotenciación del grupo electrógeno:

- Generador eléctrico marca cummins power generation modelo: DFLE
- Modelo de motor: KTA50-G9
- Capacidad en emergencia: 1500 kW (1875 kVA)
- Capacidad en prime: 1250 kW (1563 kVA)
- Modelo del control: PCC 3201
- Voltaje de generación: 480/277 VCA
- Frecuencia: 60 (Hz);
- Fases:3
- Hilos:4
- Factor de potencia:0.8
- Combustible: diésel
- Capacidad efectiva hasta 915 m.s.n.m.
- Dimensión largo, ancho y alto(mm) sin caseta acústica: 5,652; 2,274; 2514 mm.
- Peso húmedo sin caseta acústica: 10,788 kg.
- Interruptor electromagnético de 3x2500 amperes a pie de generador como medio de desconexión y protección.
- Precalentador de anticongelante para sistema de enfriamiento del motor alimentado a 277 VCA.
- Baterías de plomo-ácido de 27 placas 12 VCD., marca LTH para doble marcha a 24 VCD.
- Kit de vibro aisladores de doble resorte modelo 102b-1270 (10 piezas). Gobernador electrónico.
- Filtros de aire, aceite, combustible y agua.
- Radiador para 40°C de operación normal.
- Subtanque para almacenar 10,000 litros de diésel.
- Silenciador (1) tipo hospital
- Tramo de tubo flexible bridado

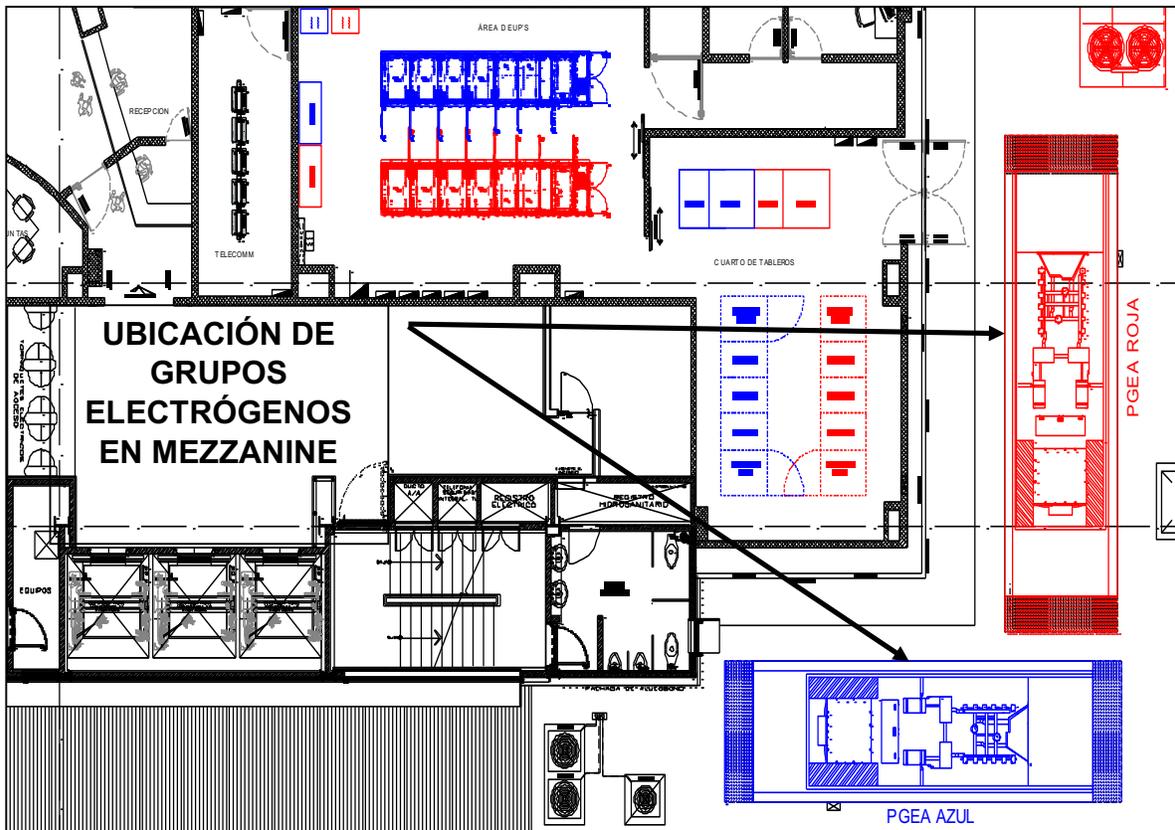


Figura 4.16 Ubicación de equipos electrógenos

Otras Funciones.

Cargador de baterías con operación por flotación e igualación, sensor del estado de baterías y preparado para comunicación remota.

El cargador de baterías deberá vigilar las condiciones correctas de las baterías y las mantendrá en flotación, listas para ser utilizadas. Además del cargador de baterías, el grupo electrógeno deberá de contar con un alternador de corriente directa, que tiene la función de cargar rápidamente las baterías después de haberseles requerido en el arranque, dejándolas así, listas si se necesita que la planta opere nuevamente.

Supervisor de voltaje del generador. Para aplicaciones especiales, cuando se requiere que la Planta opere únicamente bajo ciertos parámetros de voltaje. Protección por sobrecarga.

Cada equipo cuenta en la base de estos con un tanque al cual denominamos (subtanque) de día para el combustible diésel con una capacidad de 10,000 litros, por cada uno, hidráulicamente estos están comunicados entre ellos para tener una

capacidad máxima de 20,000 litros, suficiente para dar servicio durante 48 horas., a máxima capacidad.

Para garantizar la integridad del diésel solo se tendrán 4,000 litros., compartidos en los tanques con la finalidad de mantener el octanaje y no exista degradación, se realizarán pruebas periódicas con los equipos para tener una recirculación del diésel, se cuenta con un sistema de separador de agua a la entrada de la alimentación de la máquina que funciona de la siguiente forma al pasar por el recipiente de vidrio, si hay agua, pasará a la parte inferior del recipiente y se verá claramente.

El diésel flotará en la parte superior del agua, si se detecta agua en cualquier cantidad, como para llenar un vaso, entonces el tanque se debe drenar completamente, todo esto para evitar oxidación el interior del depósito de diésel, obstrucción de las líneas, que se ensucia el filtro de diésel, averías en la bomba eléctrica y tener problemas de inyección ocasionando variaciones en las revoluciones y afectando directamente a la frecuencia.

La acometida del combustible se encuentra fuera del edificio sobre el pretil perimetral, cuenta con los accesorios adecuados para que la suministradora llegue se instale y conecte su manguera con conectores rápidos y comenzar su llenado.

A continuación, se muestran los consumos de diésel con base en la carga. **Ver figura 4.17**

Fuel consumption	Standby				Prime				Continuous
	kW (kVA)				kW (kVA)				kW (kVA)
Ratings	1500 (1875)				1250 (1563)				
Load	1/4	1/2	3/4	Full	1/4	1/2	3/4	Full	Full
US gph	32.8	55.8	79.4	103.6	29.2	47.6	68	87.3	
L/hr	124	211	301	392	111	180	257	330	

Figura 4.17 Tabla De consumos de diésel conforme a la carga

Se construyó un CPD, dentro del cual integró un área "carriers", "telecomm", seguridad, monitorización y áreas productivas donde se hace el procesamiento de información virtualizada. El sistema de respaldo de energía eléctrica debe cumplir para una certificación ICREA NIVEL IV.

El sistema forma parte de una serie de instalaciones que operan de manera automática operada desde un PLC donde se tiene la secuencia de operación en el Tablero de Transferencia ASCO (ATS Azul), para el servicio del CPD ubicado en la planta baja del edificio.

Se muestra el arreglo de acometidas, transferencias y tableros eléctricos. **Ver figura 4.18**

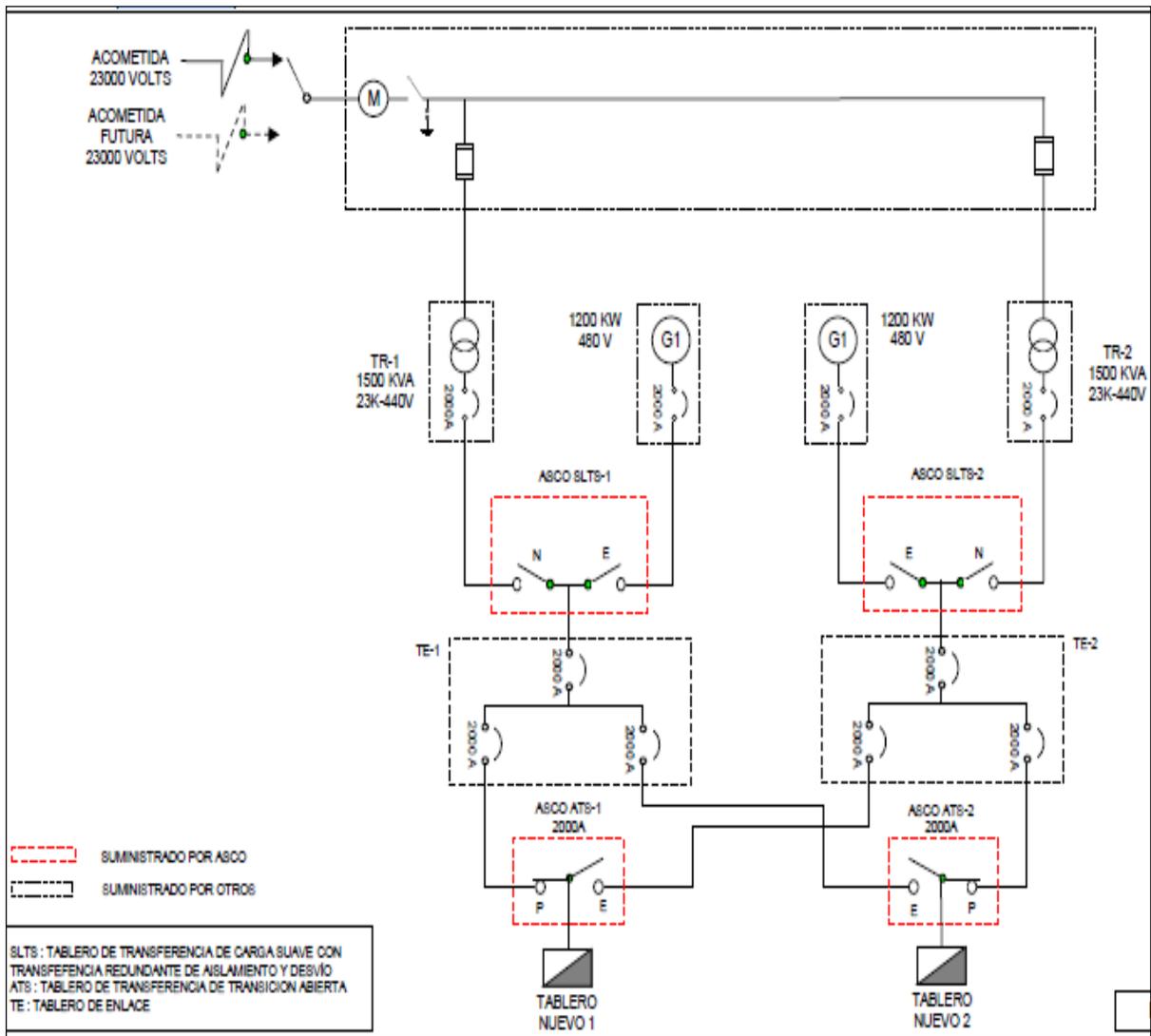


Figura 4.18 Diagrama a bloques de arreglo de acometidas, transferencias y tableros eléctricos

La secuencia de operación es la siguiente: se cuenta con un seccionador de 4 vías, dos de entrada y dos de salida, donde por el momento se cuenta con una acometida en 23 kV, el punto de enlace entre CFE y los grupos electrógenos son los equipos SLTS-1 y SLTS-2, donde los generadores son controlados por estos equipos en frecuencia, paro y arranque.

Al presentarse una falla de suministro de red en CFE después de 8 segundos el generador arranca y toma la carga, se tiene como preferente el lado azul y como respaldo el lado rojo, si por alguna circunstancia el generador no arranca en el tiempo establecido el generador rojo toma la carga. **Ver figura 4.19**

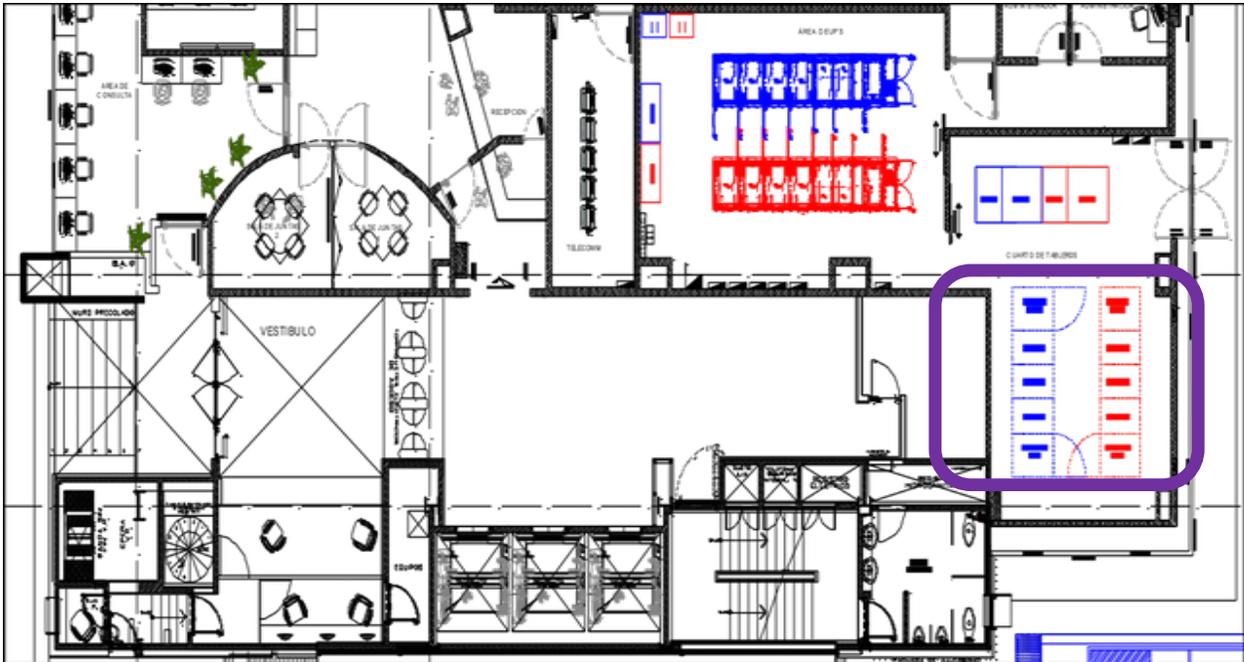


Figura 4.19 Ubicación de tableros de transferencias automáticos en edificio

4.3 Unidades de distribución de energía PDU

Para distribuir la energía a los equipos de red en rack, de forma fiable y eficiente, a través de unidades de distribución de energía. Cualquiera sea el nivel de criticidad (distribución básica, supervisión remota o control en el nivel del receptáculo), además de proporcionar monitorización remota en tiempo real de las cargas conectadas. Las alarmas definidas por el usuario advierten de posibles sobrecargas del circuito antes de que ocurran fallos críticos de TI.

Se instalaron inicialmente 2 PDU con la capacidad suficiente para que soporte 60 kVA, con transformador de aislamiento factor K3. Lo importante, a la hora de elegir un PDU, es seleccionar las unidades que no sólo ayuden a reducir los costos del consumo de energía, sino que también contribuyan a promover una mayor eficiencia y productividad. Los administradores de las redes de datos o el personal asignado para mantener estos sistemas se planteará la responsabilidad fundamental de seleccionar una fuente de energía fiable para sus equipos que cumpla con la normatividad y necesidades del CPD.

Unidades de distribución de energía ininterrumpida PDU. **Ver figura 4.20**

PDU: POWER DISTRIBUTION UNIT. **Ver figura 4.20**



Figura 4.20 PDU

Especificaciones técnicas

Entrada

Entrada de voltaje: 480 VCA 3PH+T+TA

Frecuencia de entrada: 60 Hz +/- 3 Hz

Corriente de línea máxima: 72 A

Salida

Tensión de salida nominal: 120V, 208V 3PH

Total, máximo de corriente extraída: 167 A

Físico

Peso neto: 460.00 Kgf

Dimensiones de altura máxima: 2,057mm

Dimensiones de anchura máxima: 610 mm

Dimensiones de profundidad máxima: 914mm

Altura de envío: 2,184mm

Anchura de envío: 914 mm

Profundidad de envío: 1,219 mm

Color: Negro

Ambiental

Ambiente operativo: 0 a 40 °C

Humedad relativa de operación: 0 a 95%

Elevación de operación: 0 a 999.9 metros

Temperatura de almacenamiento: -15 a 45 °C

4.4 Supresor de sobretensiones transitorias (SPD)

En las instalaciones eléctricas a menudo se presentan perturbaciones tales como las sobretensiones temporales o transitorias, originadas en los sistemas de energía por fuentes externas e internas. Entre las fuentes externas podemos mencionar las maniobras de conexión o desconexión en la red de distribución, fallas, daños de transformadores y descargas atmosféricas, siendo estas últimas, las que producen las sobretensiones transitorias más severas con resultados destructivos inmediatos en los equipos y aparatos de protección.

Estas representan cerca de un 20% de los transitorios en las instalaciones eléctricas. El 80% restante de transitorios es generado por fuentes internas siendo estos por lo regular de bajo nivel, más frecuentes y producen daños al pasar el tiempo. Como ejemplos de fuentes internas de transitorios podemos mencionar los compresores, cargas inductivas (motores y bombas), variadores de velocidad y equipos de limpieza.

Estos transitorios han ocurrido por mucho tiempo en los sistemas de energía sin ocasionar daño a las cargas convencionales, pero las cargas sensibles utilizadas en hospitales, CPD y controles industriales entre otras, son más susceptibles a estas perturbaciones.

De ahí surge la necesidad del uso de los SPD. Estos están diseñados para proteger equipos electrónicos sensibles ayudando a mitigar los efectos potencialmente perjudiciales de estos eventos aleatorios.

La instalación de dispositivos de protección es muy importante ya que podrían representar un gran ahorro en los costos de inactividad y en la reparación prematura o la sustitución de componentes electrónicos que pueden ser dañados por uno de estos eventos. Estos dispositivos se pueden clasificar en dos tipos:

- **Sujetadores de voltaje:** Drenan corriente cuando el voltaje aumenta por arriba del valor de ruptura, recuperando el estado de circuito abierto una vez el voltaje disminuye por debajo del nivel de ruptura. En esta clasificación tenemos los siguientes dispositivos: MOV (varistores de óxido metálico), celdas de selenio y diodos de avalancha, protectores zener.
- **Dispositivos de Arco.** Tienen la capacidad de manejar grandes corrientes ya que el voltaje en sus terminales (arriba del voltaje de arco) disminuye en forma importante cuando están en estado de conducción. Se utilizan frecuentemente para proteger líneas de datos y telefónicas. En esta clasificación tenemos los siguientes dispositivos: tubos de gas, puntas metálicas con separación pequeñas (entrehierros), puntas de carbón con separación pequeña y tiristores.

Dispositivo de protección contra sobretensiones (SPD - siglas en ingles). Un dispositivo de protección contra sobretensiones es un dispositivo compuesto de al menos un componente no lineal que está destinado a limitar las sobretensiones eléctricas en un equipo al desviar o limitar la corriente de choque, con la capacidad de repetir estas funciones según sus parámetros de fabricación. Los SPD se conocían anteriormente como supresores de sobretensión transitoria (TVSS) o disipadores de sobretensiones secundarias.

Al implementar la Norma UL 1449 3ra edición y según el código eléctrico nacional de 2008, el término "SPD" ha sustituido formalmente los términos "TVSS" y a los "disipadores de sobretensiones secundarias". Los SPD ahora se clasifican, para uso en sistemas de potencia nominal AC de 1000 Vrms o menores, como Tipo 1, Tipo 2, Tipo 3 o tipo 4 y son seleccionados con base en la aplicación y el lugar donde se van a utilizar. En la figura 4.20 se muestra los cambios más importantes implementados en el norma UL 1449 3ra edición respecto a la anterior. **Ver figura 4.21**

<i>2^{da} Edición</i>	<i>3^{ra} Edición</i>
Supresor de sobretensiones transitorias (TVSS)	Dispositivo de protección contra sobretensiones (SPD) - también incluye supresores de sobrevoltaje secundarios
Para dispositivos en circuitos con tensión de 600 V o menos	Para dispositivos en circuitos con tensión de 1000 V o menos
Voltaje Suprimido (SVR)	Voltaje de Protección (VPR)
Prueba de ciclo de servicio (6kV/500 A)	Corriente nominal de descarga (6kV/3kA): In
Instalación solamente en el lado de carga	Dispositivos de Tipo 1 se puede instalar en el lado de línea o el lado de carga
Dispositivos Clase A, B y C	Dispositivos Tipo 1,2,3 y 4
	Estándar ANSI

Figura 4.21 Cambios en UL 1449

Clasificación de los dispositivos de protección contra sobretensiones (SPD).

Según UL los SPD se clasifican como sigue:

- Tipo 1: es un dispositivo de protección contra sobretensiones conectados permanentemente aprobado por UL para su instalación en cualquier lugar entre el secundario del transformador de servicios públicos y el interruptor de la entrada de servicio. También se puede instalar en cualquier parte del lado de carga después del interruptor principal y en cualquier parte del sistema eléctrico de baja tensión sin que requiera el uso de fusibles o interruptor dedicado.
- Tipo 2: es un dispositivo de protección contra sobretensiones conectados permanentemente que está aprobado por UL para su instalación en el lado

de carga después del interruptor de la entrada de servicio, incluyendo circuitos ramales. Puede o no requerir el uso de fusibles o interruptor dedicado.

- Tipo 3: Es un dispositivo de protección contra sobretensiones de uso puntual, instalado con conductores a una longitud de 10 metros (30 pies) o más desde el panel eléctrico. Estos dispositivos son típicamente conectados por cables, tipo receptáculo, supresores de enchufe y los diseñados para instalados en el equipo a ser protegido. La distancia de 10 metros excluye los conductores que se proporcionan, o se utilizan para conectar el SPD.
- Tipo 4: Designado a los componentes de los SPD, incluyendo componentes discretos, así como componentes de ensamble.

Pruebas de fijación de voltaje (prueba de aumento de impulso).

Anteriormente las pruebas de impulso se realizaban con una onda de aumento de 6kV/500A para obtener Rangos de Voltaje Suprimido (SVR). Actualmente con la 3ra Edición la prueba de impulso se realiza con una onda de aumento de 6kV / 3000A para obtener un rango de protección de voltaje (VPR).

Es importante notar que hay seis veces más energía de choque en las pruebas para el nuevo estándar. Esto da lugar a tensiones más elevadas de sujeción, por lo tanto, los valores de VPR serán numéricamente mayores que los valores de SVR utilizados anteriormente.

Prueba de Corriente Nominal de Descarga (I_n).

En esta prueba el dispositivo debe permanecer plenamente operativo después de ser sometido a un total de 15 impulsos, con un minuto de diferencia entre cada uno. Esta se considera una "prueba de estrés" para el SPD y mide su durabilidad en el sistema eléctrico.

Esta prueba se lleva a cabo en combinación con la prueba de aumento de impulso. Una desviación del 10% en el VPR durante estas pruebas se traduciría en un fracaso. El valor de la corriente nominal de descarga (I_n) es seleccionado por el fabricante, para los dispositivos de tipo 1 pueden variar de 10kA a 20kA y para los dispositivos tipo 2 pueden ser de 3kA, 5kA, 10kA o 20kA.

El nivel real de la corriente nominal de descarga (I_n) alcanzados por el dispositivo debe estar marcado en la etiqueta del dispositivo.

Algunos fabricantes han decidido consolidar la mayoría de sus dispositivos tipo 1 y 2 clasificándolos con el valor I_n más alto, 20kA. Los SPD y los disipadores de sobretensión secundarios con un rango de corriente nominal de descarga de 20kA son un requisito fundamental en las normas de instalación de los sistemas de protección contra rayos.

Con estos cambios, la norma UL 1449 3ra Edición es aprobada ANSI y designada como Estándar ANSI/UL 1449-2006(3ra Edición), luego de que esta fuese revisada y aprobada por los miembros de esta organización, refuerza la conformidad de las pruebas entre los distintos fabricantes, proporcionando al consumidor mejores resultados de comparación.

Selección de los SPD. Según lo recomendado por el IEEE 1100 (Libro Esmeralda), las unidades SPD deberán estar coordinadas en un enfoque por etapas o en cascada. IEEE ofrece las siguientes recomendaciones: "Para las corrientes de gran aumento (transitorio), la desviación se realiza mejor en dos etapas: el primer desvío se debe realizar en la entrada de servicio del edificio. Entonces, cualquier tensión residual resultante de la acción (del dispositivo de supresión) puede ser desviada o drenada por un segundo dispositivo de protección en el panel de distribución (cuarto de cómputo u otra carga crítica). De esta manera, el cableado en el interior del edificio

Los SPD se pueden clasificar de acuerdo con la conexión de la carga que protegen. Esta puede ser en paralelo o en serie. En la conexión en paralelo el tamaño de los dispositivos de protección no depende del tamaño de la carga, sino de su cercanía a la acometida y de la corriente que pueden resistir, siendo esta la más común.

Una pregunta importante donde instalar los SPD, para esto **Ver figura 4.22**. Se deberán instalar SPD (Surge Protective Devices): en los tableros eléctricos de distribución desde la acometida principal y hasta el tablero final del CPD.

Se deberán formar los siguientes tres niveles de supresión como mínimo para lograr una efectiva protección tomando como referencia lo que dice la IEEE:

Alta Incidencia: Clase C, en tableros principales (único punto de conexión neutro-tierra), secundario del transformador de bajada o tablero general.

Mediana incidencia: Clase B, tableros secundarios (regulados, de UPS, acondicionadores, distribuidores de energía de calidad o contactos para cargas sensibles).

Baja incidencia: Clase A, tableros o centros de cargas sensibles directamente dónde se distribuye energía de calidad a las cargas finales a proteger (centros de cómputo, sitios de Telecomunicaciones, servidores, PLC, equipo médico, cajeros automáticos, punto de venta, conectividad de voz y datos, así como protección telefónica, etc.).

Las capacidades de protección mínimas deberán ser las siguientes:

400 kA y 300 kA de protección por fase en zona de transformadores y subestaciones.

200 kA y 140 kA de protección por fase en zona de tableros generales.

140 kA y 100 kA de protección por fase en zona de tableros de distribución y PDU.

Se deberá hacer una cascada de protección y deberán considerar la capacidad del SPD (Surge Protective Device): con base en un diagrama del lugar para detectar si es un sitio de alta, mediana o baja incidencia de sobre tensiones transitorias, es que la capacidad de los SPD (Surge Protective Device): podrá ser mayor.

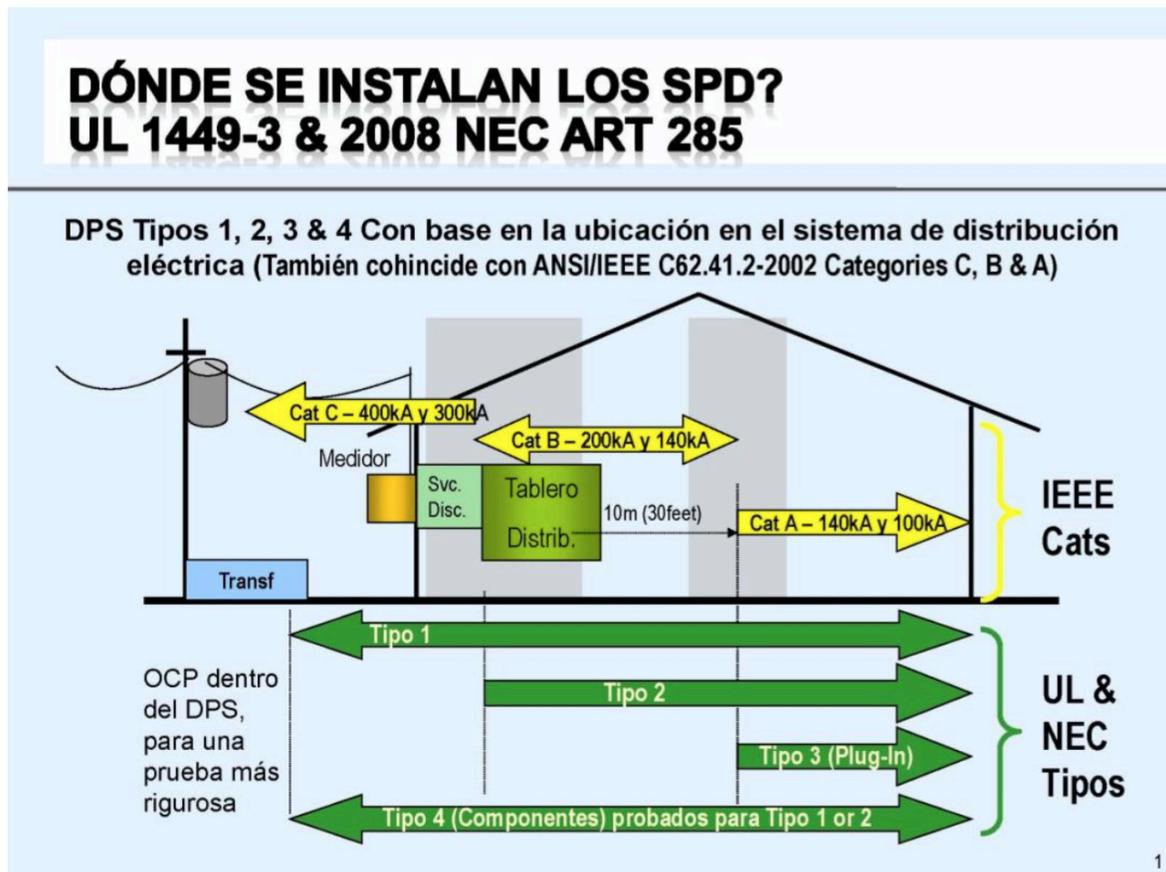


Figura 4.22 – Instalación de los SPD en sus diferentes tipos.

Los SPD son requeridos en instalaciones donde se utiliza equipo electrónico sensible (crítico). Los transientes o picos de voltaje pueden presentarse de manera repetida tales como picos debidos a la conmutación de voltaje, switcheo o conmutación de cargas inductivas, o de manera aleatoria tal como las descargas atmosféricas (rayos) o los provenientes de la red de alimentación.

Es muy importante que los supresores de picos o de transientes sean instalados apropiadamente para que éstos operen de acuerdo con las especificaciones.

Este sistema será capaz de controlar los transientes de voltaje, que pudieran presentarse por conmutación de carga en el suministro comercial de energía o por

descargas atmosféricas conducidas por los conductores activos, el puesto a tierra y de puesta a tierra.

Este sistema deberá cumplir con las mínimas condiciones de “Power Quality”, que permita en un futuro, cubrir las exigencias de un análisis de coordinación de aislamientos. Dicho sistema se instalará en el área de la subestación, conectándose al bus principal en baja tensión del transformador de distribución, así como a los buses del sistema de energía ininterrumpible y el tablero de distribución del CPD. Su diseño deberá cumplir cabalmente con el estándar NFPA-75, de 1995.

4.5 Tableros de transferencias automáticas SLST y ATS

Los tableros de transferencia de potencia seleccionados para este proyecto fueron de la marca Emerson, Serie 7000 de ASCO, debido a la alta velocidad de transferir cargas entre diferentes fuentes, independientemente del tamaño de la corriente, cuando se combina con PLC mediante un teclado y pantalla LCD, ofrecen el método más avanzado de la transferencia de todo tipo de cargas, tales como motores, UPS, equipos de climatización, etc.

Los SLTS de la serie 7000 están disponibles en gabinetes abiertos o cerrados, en ampacidades de 30 hasta 4000 amperes. Todas las configuraciones de transferencia están disponibles con un interruptor de bypass-aislamiento de montaje integral y/o clasificado para su uso en aplicaciones de entrada de servicio.

En el caso de las transiciones cerradas los beneficios que estos nos dan como son:

La serie ASCO 7000 SLTS (Soft Load Trasfer Switch) sincroniza y paralela dos fuentes de energía independientes, sin interrumpir el flujo de energía. El SLTS se puede programar o bien mantener el funcionamiento en paralelo de ambas fuentes de alimentación, o transferir la carga a la unidad de generación in situ, evitando transitorios causados por el bloque de carga.

Las transferencias transición cerrada ASCO las conforman unos contactos principales que traslapan las fuentes de alimentación eléctrica, permitiendo la transferencia de cargas eléctricas sin interrupción de potencia y virtualmente sin transitorios de voltaje y frecuencia.

La Transferencia transfiere en modo cerrar-antes-de-abrir (“make-before-break”) si ambas fuentes se encuentran dentro de unos parámetros establecidos. La lógica de control continuamente vigila las condiciones de ambas fuentes de alimentación eléctrica y automáticamente determina si la transferencia de carga debe ser abierta (modo convencional sin traslape) o en transición cerrada. Estas transferencias están disponibles desde 150 hasta 4,000 amperes.

- Elimina los transitorios resultantes de aplicar el bloque completo de carga a un generador
- Permite optimizar la capacidad del generador
- Evita los “parpadeos” en las cargas críticas
- Las compañías suministradoras prefieren la transferencia suave para re-transferir las cargas a la red comercial.
- Muchas aplicaciones de generación distribuida (autogeneración) requieren transferencias suaves, incluyendo las aplicaciones para recorte de puntas “Peak-Shaving”.
- Los costos de la energía durante los horarios punta justifican la autogeneración.

Las ventajas al usar una transición cerrada (suave) es que gradualmente incrementa la potencia a un valor pre-establecido, y se desconecta de la red comercial

- Iguala y mantiene la frecuencia, ángulo de fase, y voltaje
- Emparalela las fuentes.
- Añade carga (controla los kW y el FP)
- Transfiere la carga en rampa hasta un valor pre-establecido

Los diferentes modos de operación que se tienen para estos equipos son:

- Transferencia suave: gradualmente incrementa la potencia a un valor pre-establecido, y se desconecta de la red comercial. **Ver figuras 4.23, 4.24 y 4.25**
- Potencia base: añade carga al generador y se mantiene en ese valor. **Ver figuras 4.26**
- Importar/exportar: mantiene un valor fijo de potencia que se Importa o exporta. **Figuras 4.27 y 4.28**
- Respaldo de emergencia: funciona como una transferencia de transición cerrada cuando falla el suministro normal.

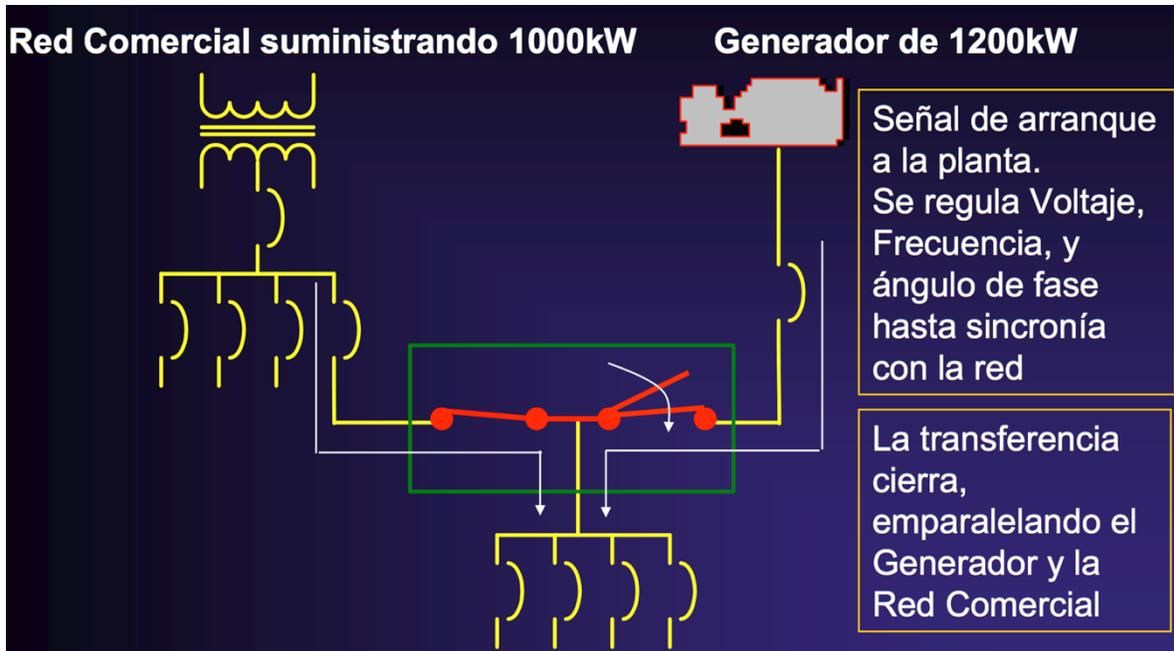


Figura 4.23 Ejemplo del modo de transferencia suave de carga

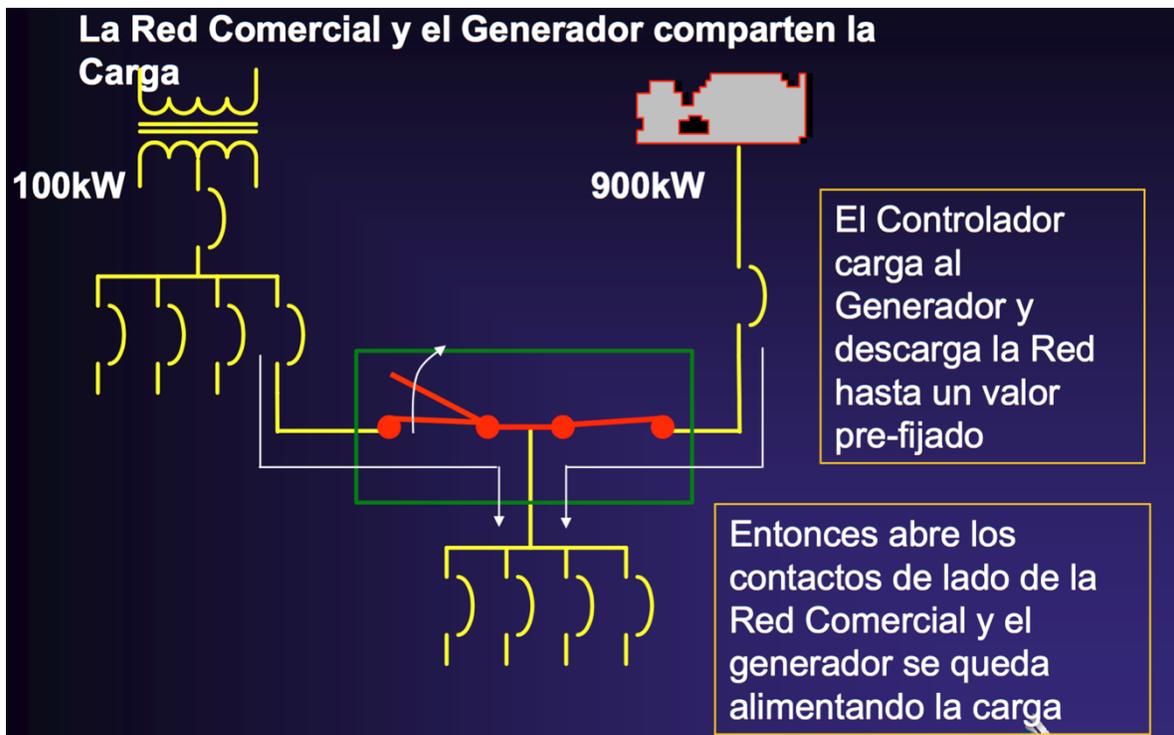


Figura 4.24 Ejemplo del modo de transferencia suave de carga

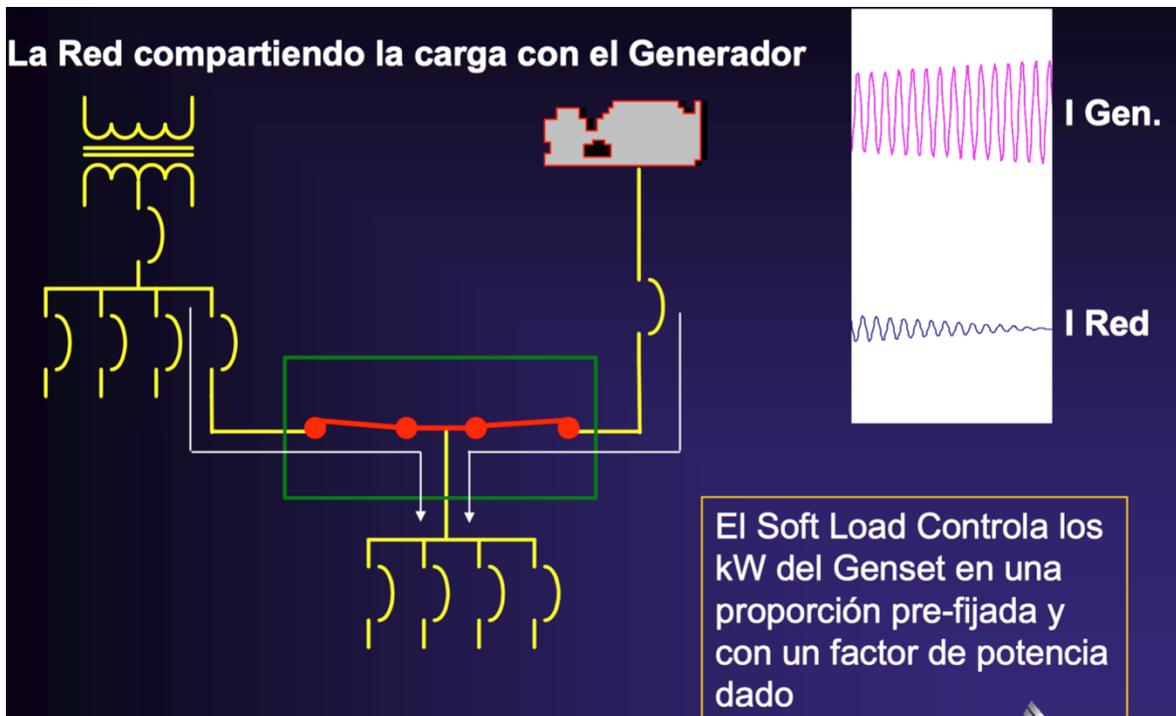


Figura 4.25 Ejemplo del modo de transferencia suave de carga

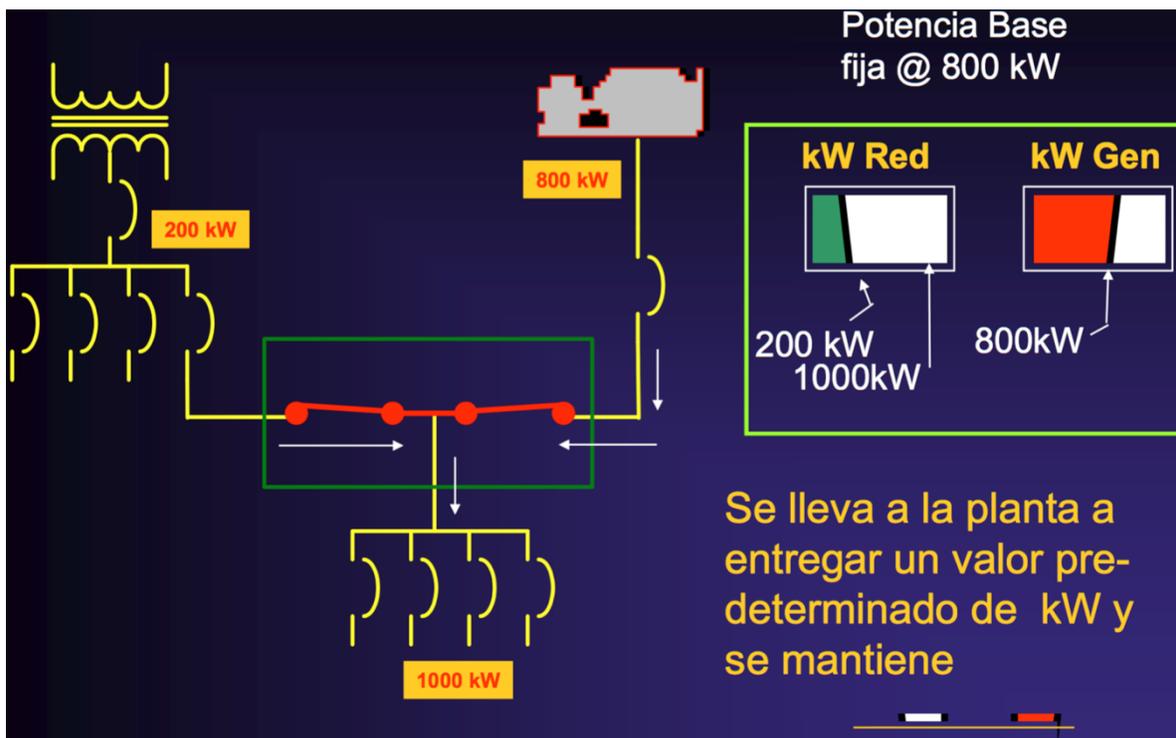


Figura 4.26 - Ejemplo modo de potencia base

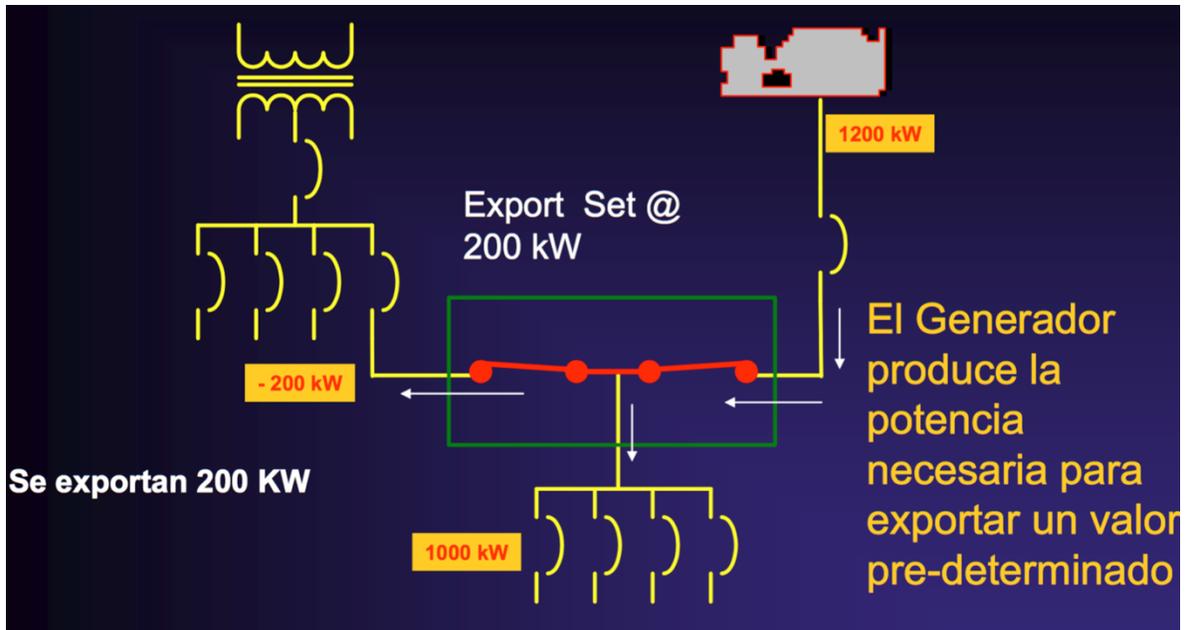


Figura 4.27 - Ejemplo modo de exportación

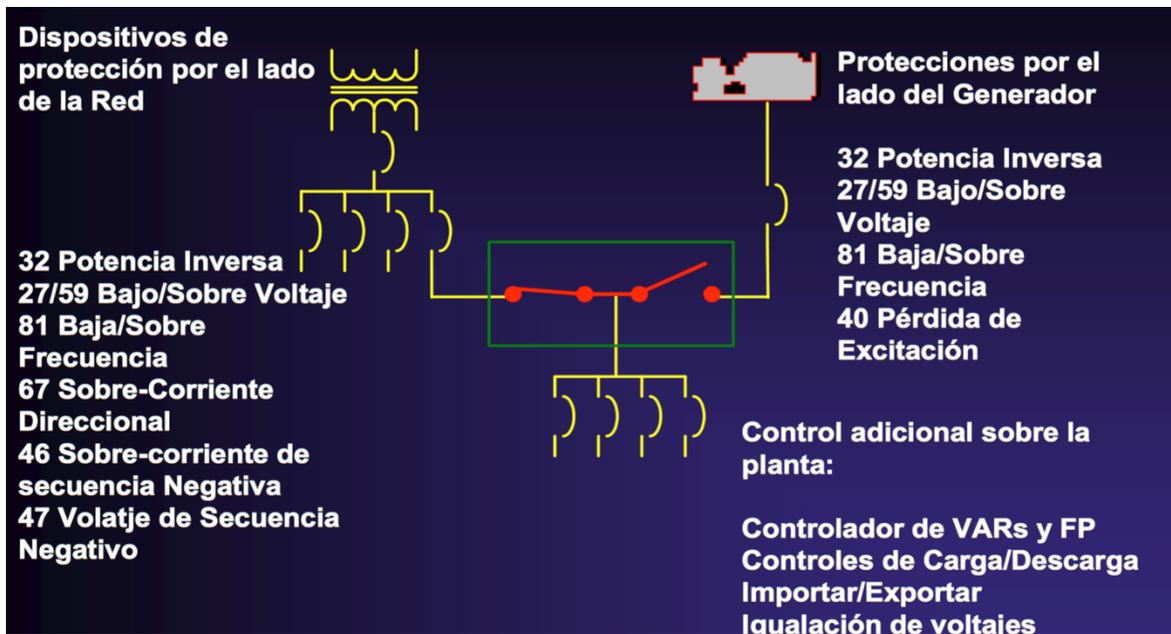


Figura 4.28 – Controles activos y protecciones del equipo

A continuación, se describe la instalación del SLTS, requerimiento para el suministro en conjunto con los demás componentes de energía en el presente proyecto. El equipo utilizado en este proyecto es el siguiente. **Ver figuras 4.29 y 4.30**

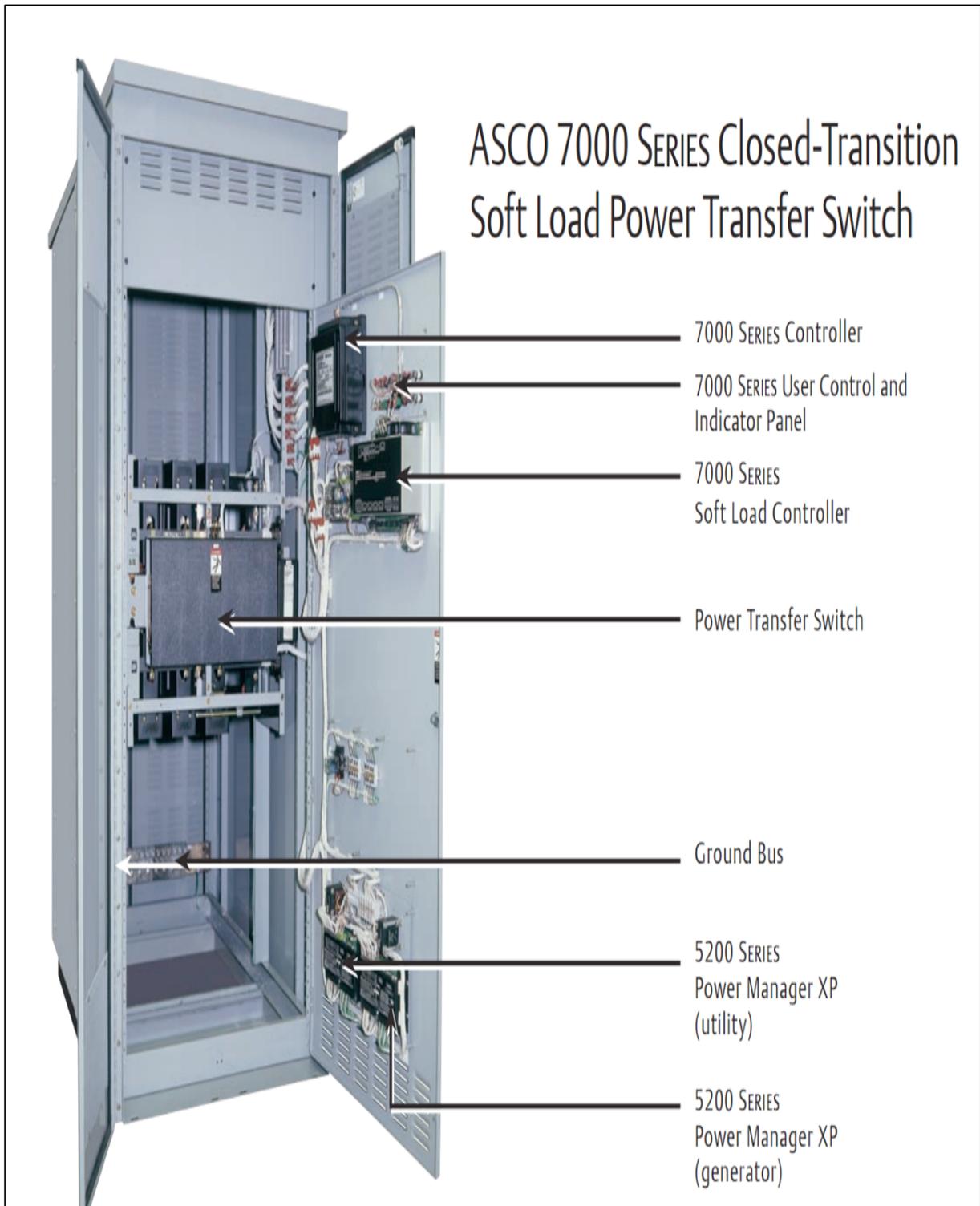
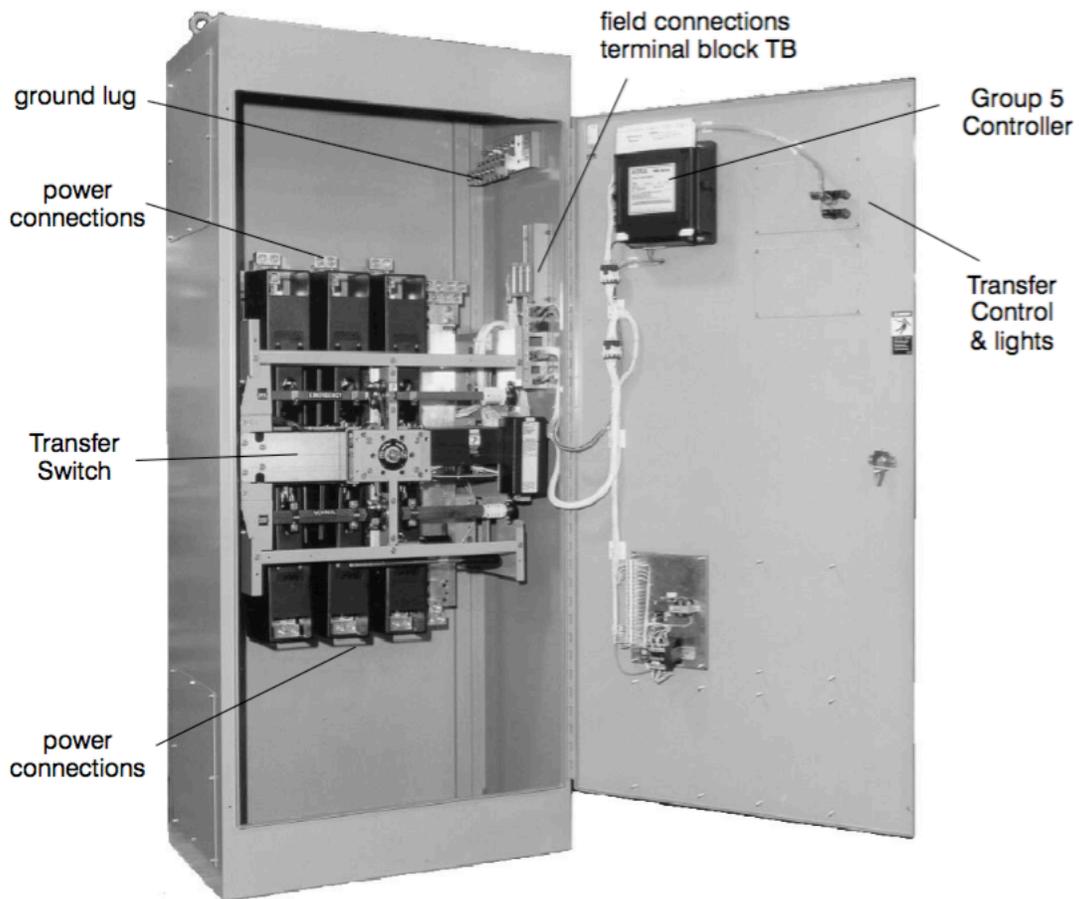


Figura 4.29 Componentes del tablero SLTS

Catalog Number Identification

Typical 7000 Series catalog no. for G-design solid neutral, 3 pole, 1200 amp, 480 V, ATS in Type 1 enclosure:

design prefix letter	G	7ATS	A	3	1200	N	5	C
	Neutral	Phase Poles	Amperes		Voltage		Controller	Enclosure
	A - solid	2 - single \emptyset	30	800	A 115	J 400	5 - standard	C - type 1
	B - switched	3 - three \emptyset	70	1000	B 120	K 415	5X - if accessories ordered	F - type 3R
	C - overlapping		100	1200	C 208	L 440		G - type 4
	blank - none		150	1600	D 220	M 460		L - type 12
			260	2000	E 230	N 480		M -type 3R secure
			400	3000	F 240	P 550		N -type 4 secure
			600	4000	G 277	Q 575		P -type 4X secure
					H 380	R 600		Q -type 12 secure
								blank - open type



G-design 1200 amp size in typical enclosure with location of customer connections

Figura 4.30 Catálogo de selección del SLTS

Tableros de Transferencia de Carga Suave (SLTS)

Transferencia automática ASCO tipo “transferencia suave de carga”, para arrancar automáticamente, sincronizar y conectar en paralelo un equipo electrógeno con la red comercial, la particularidad de esta solución es que el grupo electrógeno será controlado en todos sus parámetros por el equipo ASCO, por ejemplo, el gobernador de velocidad y el regulador de voltaje.

El equipo SLTS proporciona niveles de salida de $\pm 3V$, 1-5 VDC, 0-5 VDC, 0.5-4.5 VDC modulado de ancho de pulso (“Pulse Width Modulated”). El regulador de voltaje acepta la inyección de la señal de control en su entrada de ajuste de voltaje para controlar igualamiento de voltajes durante la sincronización y mantener un factor de potencia constante mientras esté conectado con la red comercial. El regulador de voltaje es capaz de proporcionar una precisión 99.5% desde un estado sin carga hasta con carga completa.

La entrada de ajuste de voltaje proporciona un rango de ajuste mínimo de $\pm 10\%$ del voltaje nominal. El SLTS proporciona niveles de salida de $\pm 1V$ a $\pm 9V$.

La transferencia “SLTS” ASCO es de construcción estructural, auto-soportado, con gabinete metálico tipo Nema 1, con accesos laterales y frontales. Las cubiertas del tipo atornillable y la puerta tipo batiente con tornillos donde se requieran. La puerta tendrá una manija con cerradura.

El acabado final del gabinete es ANSI 61, color gris claro para gabinetes, pintado al polvo horneado, sobre una superficie limpia, sin grasa, anticorrosivo.

El cableado interno fue de acuerdo con lo establecido con UL Estilo 1015, para 105°C y 600 volts. Se suministró un listado de la identificación de cables con las conexiones punta a punta para cada cable. Todos los cables serán numerados en ambos extremos, cumple con todos los requerimientos de UL 1008, y las Normas y Códigos estándar de NEMA, IEEE, y ANSI.

Cada Transferencia “SLTS” ASCO incluye los siguientes componentes:

- Transferencia transición cerrada (conmutador de potencia dual). **Ver figura 4.31**
- Controlador “transferencia suave de carga (Soft-Load)”, con panel gráfico de interfaz del usuario de cristal líquido a color sensible al tacto. **Ver figura 4.32**
- Comunicaciones “Site-Web” (capacidad de comunicaciones remotas)
- Controlador de la transferencia grupo 5.
- Dos (2) dispositivos “Power Manager”
- Panel de indicación y control para el usuario
- Barra para puesta a tierra

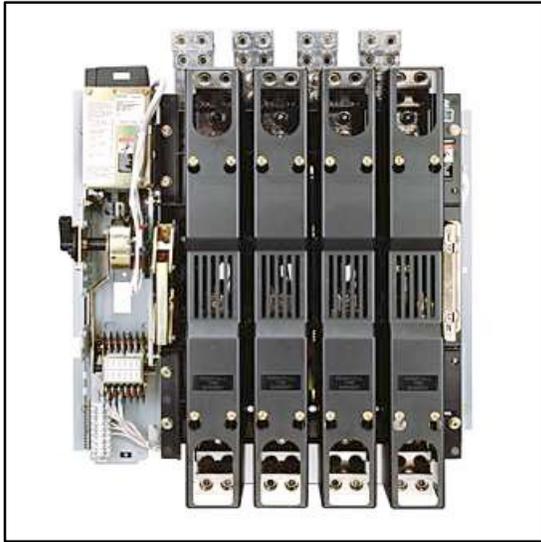


Figura 4.31 Transferencia transición cerrada

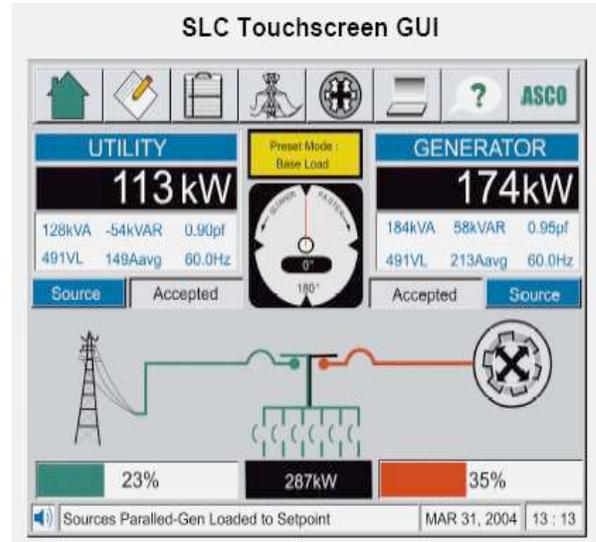


Figura 4.32 Controlador de “carga suave”

El Controlador “Carga Suave” (**ver figura 4.33**) es un conmutador industrial para controlar todas las operaciones de carga suave y paralelismo. El controlador se comunica con: La transferencia, el controlador de la transferencia grupo 5, los 2 “Power Managers” para el lado de red comercial y grupo electrógeno, los controles de la planta eléctrica, clientes remotos Siteweb™ ASCO, y los sistemas “SCADA” con protocolo abierto.



Figura 4.33 Controlador de carga suave

Este componente:

- Controla activamente la velocidad y la salida de voltaje del motor-generador para sincronizar la fuente de potencia en sitio con la red comercial (dispositivo 25).
- Salidas analógicas y PWM (“Pulse Width Modulated”) para controlar la velocidad/carga del motor, y salidas analógicas para el voltaje/factor de potencia del generador.
- Puertos de comunicaciones que proporcionan acceso a Internet e Intranet para verificaciones de estados y control remoto. **Ver figura 4.34**
- Registra y muestra todos los eventos y alarmas del sistema en tiempo real, incluyendo los causados por las funciones de disparo de las protecciones eléctricas.
- **Ver figura 4.35**
- Una unidad gráfica del usuario (GUI por las siglas en inglés) para configuración del sistema, monitorización y control.

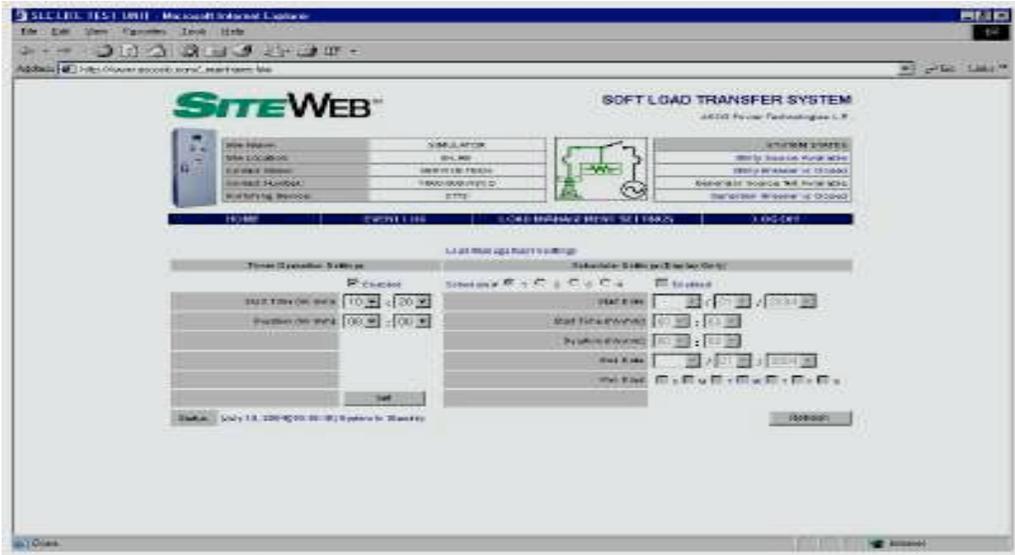


Figura 4.34 Pantalla de monitorización de eventos

Date	Time	Description	Cause	User
04/01/04	00:37:00	Transfer to Gen	Transfer Preset Mode	---
04/01/04	00:37:00	Load On Generator	---	---
04/01/04	00:36:59	Waiting for Transfer to Gen	---	---
04/01/04	00:36:29	Ramping Gen Load Up	---	---
04/01/04	00:36:28	Sources Paralleled	---	---
04/01/04	00:36:20	Paralleling to Generator	---	---
04/01/04	00:36:20	Gen Source Available	---	---
04/01/04	00:36:15	Engine Start	Transfer Preset Mode	---
03/31/04	12:19:23	System in Standby	---	---
01/31/03	17:05:30	Gen Under Frequency	Trip	---

Figura 4.35 Muestra De Log De Eventos

El panel “GUI” tipo táctil (“Touch-Screen”) muestra en una ojeada los estados operacionales y permite a los usuarios fijar, monitorizar y controlar todas las funciones fácil y rápidamente, en idioma español.

Las barras del menú simplifican y agilizan el recorrido. La pantalla muestra que la transferencia “carga suave” puede ser iniciada automáticamente a un tiempo preestablecido o a un nivel de demanda de kW integrado. Con un ajuste de tiempo-por-día, el modo de operación continuaría por una duración prescrita. Con un ajuste de demanda de kW, el modo de operación continuaría hasta que la demanda de kW caiga por debajo del nivel de kW prefijado.

Seleccionando ambos ajustes integrados de tiempo-por-día y kW permite a cualquiera de los ajustes iniciar la operación, pero ambos ajustes deben ser cumplidos antes que la operación pueda ser finalizada automáticamente. Más de 50 pantallas proporcionan a los usuarios control y acceso a la información total en cada aspecto de la operación del sistema.

Controlador de Interruptor de Transferencia Grupo 5. **Ver Figura 4.36**

Este es un controlador basado en microprocesador; el controlador digital más avanzado en la industria, automáticamente arranca la planta eléctrica y controla la transferencia de carga a la fuente de potencia en sitio en caso de falla de la red comercial. Si la fuente de potencia en sitio falla, este automáticamente transfiere la carga a la fuente de la red comercial en modo de transición abierta convencional, siempre y cuando dicha red comercial esté disponible y apta para aceptar la carga.

Incluye todas las funciones de voltaje, frecuencia, control y temporización requeridas para aplicaciones de energía eléctrica de emergencia y de respaldo.

La programación por medio de teclas de membrana en el controlador grupo 5 establece todos los ajustes y características operacionales, sin la necesidad de elementos de medición ni de fuentes de potencia variables. Los diagnósticos en el panel de control proporcionan información de estados de dicho panel de control y del interruptor de transferencia automática para analizar el desempeño del sistema; y la protección por medio de contraseña previene el uso por personal no autorizado.

Las tarjetas electrónicas de la lógica del microprocesador están separadas y aisladas de la parte de potencia en el panel de control para mejorar la inmunidad al ruido eléctrico y para asegurar el cumplimiento con los estrictos estándares para supresión de transitorios.

“Power Managers”

Dos “Power Managers”, cada uno dedicado a las fuentes de red comercial y la de generación en sitio, proporcionan funciones de protecciones eléctricas para la operación confiable de paralelismo de las fuentes. Los “Power Managers” incluyen entradas y salidas digitales, así como también, la función del relevador de bloqueo (dispositivo 86).

Además de potencia direccional, un dispositivo de sobre corriente direccional proporciona la protección más confiable contra alimentación en reversa indeseable de la planta eléctrica a la red comercial.

El “Power Manager” del lado de la red comercial contiene un relevador multifunción de estado sólido con las siguientes protecciones:

- Dispositivo 27/59: bajo y sobre voltaje
- Dispositivo 32: potencia direccional o potencia inversa
- Dispositivo 46: sobrecorriente de secuencia negativa
- Dispositivo 47: voltaje de secuencia negativa
- Dispositivo 67: sobrecorriente direccional
- Dispositivo 81: baja y sobre frecuencia
- Dispositivo 86: relevador de bloqueo

El “Power Manager” para el lado del generador incluye:

- Dispositivo 27/59
- Dispositivo 32
- Dispositivo 40: pérdida de excitación (exceso de VARs)
- Dispositivo 81
- Dispositivo 86

Panel de indicación y control para el usuario

El panel contiene un interruptor selector de tres posiciones para las operaciones “Auto”,

“Transferencia suave de carga” y “Pre ajuste de transferencia”, y también “LED” para indicación de estados.

AUTO

Es el ajuste normal para las operaciones de transferencia automática de carga suave iniciadas remotamente.

Transferencia suave de carga (modo aislado)

Manualmente selecciona el modo de operación de carga suave independientemente de los ajustes en el controlador de transferencia de carga suave. El tiempo en la posición de paralelismo es basado en el ajuste de tiempo de la rampa de carga/descarga del generador.

Transferencia en modo prefijado

Manualmente inicia una transferencia de potencia en modo carga suave basada en los ajustes del controlador de carga suave (carga base, transferencia carga suave o importar/exportar).

Los controles adicionales permiten a los usuarios fijar los retardos de tiempo de invalidación y restablecer alarmas.



Figura 4.36. Panel de control de tablero.

Características Adicionales

Capacidad de Cortocircuito

La transferencia está diseñada para soportar y cerrar con el nivel de corriente de cortocircuito RMS simétrica disponible en las terminales de la misma si se usa la protección por sobre corriente adecuada. La transferencia está probada de acuerdo con UL 1008 para 1½ y 3 ciclos, para valores de tiempo largo.

Pruebas y certificación

La transferencia se prueba como una unidad completa en fábrica para asegurar la operación adecuada de los componentes individuales, la correcta secuencia de operación y que el tiempo de transferencia, voltaje, frecuencia y retrasos de tiempo cumplan con las especificaciones. Consideraciones del cliente en sus equipos para la correcta operación de los Tableros de transferencia de carga suave ASCO:

Los interruptores del lado normal y lado generador del cliente deberán contar con un juego de contactos auxiliares 1NA / 1NC y bobina de disparo a 24 VCD cada uno.

El grupo electrógeno del cliente cuenta con gobernador de velocidad electrónico compatible para operar en paralelo y deberá ser capaz de aceptar una señal análoga externa ajustable de -9 a +9 VCD en incrementos de 0.1 V, o bien una señal PWM de 10 Vpk, 500 Hz.

Nota: La entrada análoga para el control externo de velocidad deberá ser activada por el fabricante del grupo electrógeno.

El grupo electrógeno del cliente deberá contar con regulador de voltaje electrónico compatible para operar en paralelo y deberá ser capaz de aceptar una señal análoga externa ajustable -9 a +9 VCD.

El grupo electrógeno del cliente deberá contar con su propio control de motor, incluyendo pre alarmas, alarmas y protecciones.

El fabricante del grupo electrógeno deberá indicar el punto de arranque remoto y deberá indicar si el arranque se efectúa a contactos cerrados o a contactos abiertos.

Amperes en la fase B de la caja de conexiones del generador, o bien, el fabricante deberá indicar si el regulador de voltaje suministrado incluye el CT Droop kit.

Instalar cableados de control tipo Belden 8760 del tablero ASCO hacia el gobernador y regulador en canalización independiente (1 par para cada elemento).

Instalar cableado tipo THW-LS, 2-12 AWG, para alimentación de 24 VCD del control del motor al tablero ASCO.

Instalar cableado tipo THW-LS, 2-14 AWG para la señal de arranque del tablero ASCO al control del motor.

Instalar cableados de control tipo THW-LS, 6-14 AWG, del tablero ASCO hacia los interruptores de normal y emergencia para las bobinas de disparo y los contactos auxiliares.

Para el monitoreo remoto vía Ethernet, el cliente deberá llevar un cable UTP Nivel 5 con terminal RJ-45 macho hasta el tablero de transferencia ASCO; por el otro extremo, este cable deberá ser conectado a un Hub.

El administrador del sistema deberá asignar una dirección TCP/IP para la monitorización remota de las condiciones de operación del sistema.

4.6 Tablero de transferencias automáticas ATS

La energía eléctrica necesaria para cada zona de trabajo será distribuida a través de tableros de distribución tipo multicircuitos de montaje en muro, fabricados para servicio interior, con las preparaciones necesarias para recibir un sistema de alimentación trifásico a cuatro hilos hasta 600 VCA, 60 Hz, con los soportes mecánicos y aislamientos adecuados para resistir como mínimo, los esfuerzos y temperaturas generados respectivamente. Dichos tableros contarán con interruptores derivados termomagnéticos enchufables o atornillables con capacidades y ubicaciones de acuerdo con el proyecto.

La sincronización de la energía eléctrica entre la red comercial y la energía del Sistema de generación de respaldo será enviada a través de un tablero de sincronización y control tipo switchgear auto soportado, fabricado para servicio interior, con las preparaciones necesarias para recibir los sistemas de alimentación trifásico a cuatro hilos, en 480 VCA, 60 Hz necesarios conforme a diseño.

Con bus principal con la capacidad adecuada provisto de soportes mecánicos y aislamientos adecuados para resistir como mínimo, los esfuerzos y temperaturas generados respectivamente.

Cada uno de los tableros de sincronización deberá estar dimensionados y diseñados para los módulos de distribución de 1250 kVA que es la capacidad máxima de este proyecto.

Esta especificación establece los requisitos para suministrar un sistema completo de control y distribución de potencia en un switchgear para sincronizar 2 moto generadores conforme a calculo, 480 V, en un sistema 3 fases, 4 hilos, 60 Hz, para operar en paralelo extendido con la red comercial en modo carga suave (aislado), carga base, importación / exportación. Todos los componentes, pruebas y servicios especificados para un sistema completo operable deberán ser incluidos.

El switchgear de control de potencia será compuesto de las siguientes secciones:

Switchgear de control de generadores

Switchgear de acometida principal

Switchgear de enlace normal-emergencia

A continuación, se describe la instalación del ATS, requerimiento para el suministro en conjunto con los demás componentes de energía en el presente proyecto. **Ver figura 4.37**

Tablero de transferencia ASCO de transición abierta serie 7000



Figura 4.37. Tablero ASCO Serie 7000

Descripción del equipo instalado

Suministro de tablero de transferencia automática ASCO “transición abierta” serie 7000, en gabinete NEMA 1, cada transferencia consistirá un conmutador de potencia doble tiro genuino y un control a base de microprocesador para su operación automática. Las transferencias incluirán los accesorios descritos previamente. Tanto la transferencia, como su control a base de microprocesador y sus accesorios, serán producto del mismo fabricante (ASCO Power Technologies).

Mecanismo mecánicamente sostenido

La transferencia será eléctricamente operada a base de una bobina solenoide energizada momentáneamente y mecánicamente sostenida. El mecanismo propuesto NO utiliza un par de interruptores o contactores como transferencia. El mecanismo propuesto es inherentemente interbloqueado. **Ver figura 4.38**

Todos los contactos principales serán de aleación de plata. Para las transferencias de 600 amperes y superiores los contactos serán segmentados y contarán con contactos adicionales de sacrificio para evitar la erosión de los contactos principales.

La inspección de todos los contactos se realizará desde el frente sin realizar el desmontaje de los mecanismos y/o la desconexión de los cables de fuerza. Las transferencias de 600 amperes y superiores tendrán contactos removibles y reemplazables desde el frente. Todos los contactos fijos y móviles serán reemplazables sin desconectar los cables o barras de fuerza.

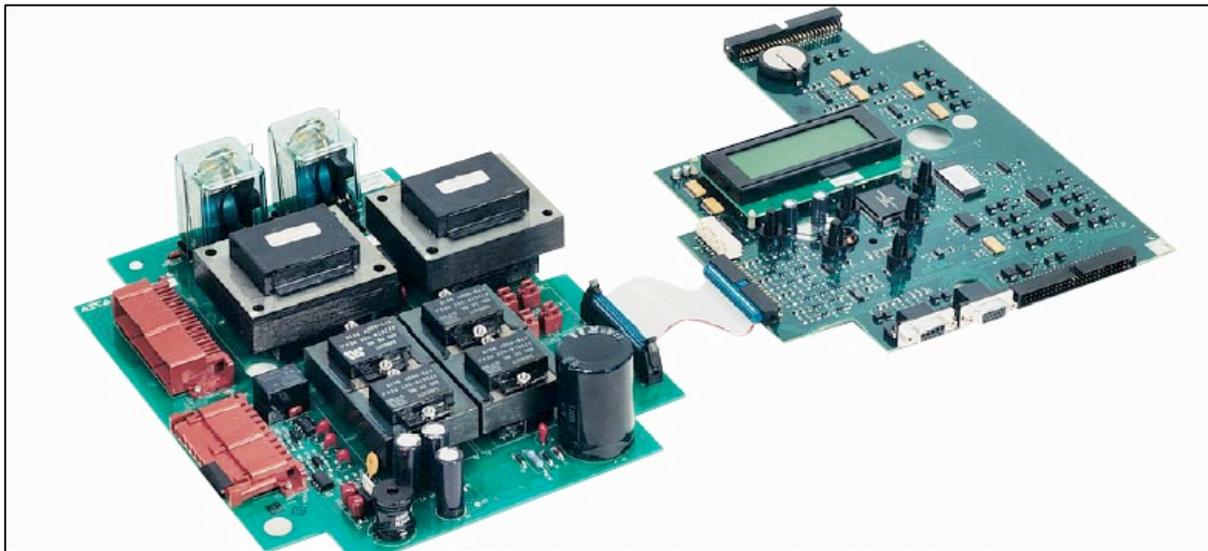


Figura 4.38. Controlador a base de microprocesador

Cada controlador sirve hasta para doce (12) voltajes de sistema diferentes. El censado de voltaje será “true RMS” con una exactitud de $\pm 1\%$ del voltaje nominal. El censado de frecuencia tendrá un error de exactitud de $\pm 0.2\%$. El panel podrá operar en temperaturas que van desde -20 hasta +60 grados C.

Todas las conexiones de usuario estarán cableadas a un bloque de terminales común para simplificar las conexiones en campo.

Pantalla y teclado del controlador GRUPO 5

Permitirá visualizar por pantalla 4 líneas, 20 caracteres y será de cristal líquido. El teclado será parte del operador.

Todas las instrucciones y valores del controlador serán fácilmente accesibles y legibles sin necesidad de códigos, cálculos, o manuales.

Censado de Voltaje, frecuencia y secuencia de fases

El voltaje y la frecuencia tanto del lado de la fuente normal como de la de emergencia será monitorizado continuamente. La tabla siguiente muestra los rangos en los cuales se podrán ajustar como porcentaje de los valores nominales:

Parámetro	Fuentes	Inaceptable/Disparo	Aceptable / Reponer
Bajo voltaje	N & E, 3φ	70 a 98%	85 a 100%
Sobre voltaje	N & E, 3φ	102 a 115%	2% por debajo del disparo
Baja frecuencia	N & E	85 a 98%	90 a 100%
Sobre frecuencia	N & E	102 a 110%	2% por debajo del disparo
Desbalanceo de voltajes	N & E	5 a 20%	1% por debajo de Inaceptable

El error de exactitud de repetición para todos los parámetros será del $\pm 0.5\%$ sobre el rango de temperaturas de operación.

Los parámetros de voltaje y frecuencia podrán ajustarse en campo en incrementos de 1%, ya sea a través del teclado del controlador o vía el puerto de comunicaciones serial.

El controlador será capaz de censar la secuencia de fases.

Retrasos de tiempo. El controlador será capaz de dar un retraso de tiempo ajustable de 0 a 6 segundos para pasar por alto fluctuaciones momentáneas en la red normal y retrasar todas las señales de arranque y transferencia. Se podrá extender este retraso de tiempo hasta 60 minutos mediante una fuente externa de 24 VDC. También se podrá lograr un retraso de tiempo para transferir a emergencia, ajustable de 0 a 60 minutos.

El controlador será capaz de suministrar dos retrasos de tiempo (ajustables independientemente) para re-transferir a normal. Un retraso de tiempo será para

las fallas en la fuente normal y el otro para la función de prueba del sistema. Los retrasos de tiempo serán ajustables de 0 a 60 minutos. Los retrasos de tiempo serán automáticamente deshabilitados si la fuente de emergencia falla y la fuente normal es aceptable.

El controlador suministrará un retraso de tiempo para el desfogue del generador ajustable de 0 a 60 minutos. Para el caso del proyecto 5 minutos es el tiempo de paro de grupo electrógeno.

El controlador podrá proporcionar también una señal externa con retraso de tiempo ajustable para desconectar bloques de carga y de esa manera prevenir la conexión súbita de todos los motores o cargas. El controlador tendrá la capacidad de activar un retraso de tiempo ajustable de 0 a 5 minutos en cualquiera de los siguientes modos:

1. Previo a la transferencia únicamente.
2. Previo a y después de la transferencia.
3. Normal a emergencia únicamente.
4. Emergencia a normal únicamente.
5. Normal a emergencia y emergencia a normal.
6. Todas las condiciones de transferencia o únicamente cuando ambas fuentes estén disponibles.

Características adicionales

Contará con un interruptor de prueba de tres posiciones **Prueba / Automático / Reponer**. La posición de prueba simulará una falla en la red normal. La posición Reponer deshabilitará los retrasos de tiempo al transferir o re-transferir.

Se suministraron contactos auxiliares 10 amperes, 250 VAC.

Ver figura 4.39

Se suministraron luces indicadoras tipo LED (16 mm, grado industrial, tipo 12); dos de color verde para indicar cuando está presente la fuente de normal y para indicar cuando el ATS está conectado a la fuente normal y dos de color rojo para indicar la presencia de la fuente de emergencia y para indicar cuando el ATS está conectado a la fuente de emergencia.

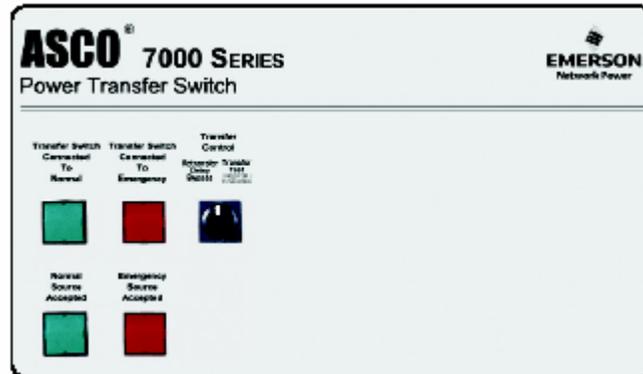


Figura 4.39 Pantalla informativa de estado mediante leds

Estado del Sistema

El controlador tendrá una pantalla para indicar el “Estado del Sistema” y será de fácil acceso desde el menú presionando la tecla “ESC” un máximo de dos veces. Esta pantalla describirá claramente la secuencia de operación y la posición de la transferencia. Por ejemplo:

- Pérdida de Normal
- Carga conectada a normal
- Retraso de tiempo de normal a emergencia = 2 min15 s

Este controlador NO requiere de múltiples pantallas para describir el estado del sistema ni despliega mensajes codificados.

Auto-diagnósticos – El controlador tendrá una pantalla para diagnosticar errores en el sistema y suministrará información del estado de las señales de entrada al controlador.

Interface de comunicaciones – El controlador tendrá un puerto de comunicaciones serial para comunicarse, vía un módulo opcional, con una red de transferencias.

Registro de datos – El controlador podrá registrar y mantener hasta 99 eventos, aun durante una pérdida total de energía. Los siguientes eventos se mantendrán con hora y fecha en una memoria no volátil:

Registro de Eventos

- Datos, fecha y razón para transferir de normal a emergencia.
- Datos, fecha y razón para transferir de emergencia a normal.
- Datos, fecha y razón para arrancar el generador.

- Datos y fecha en que se apaga el generador.
- Datos y fecha en la que la fuente de emergencia está disponible.
- Datos y fecha en la que la fuente de emergencia no está disponible.

Datos Estadísticos

- Número total de operaciones de transferencia.
- Número total de operaciones de transferencia debido a una pérdida de la fuente.
- Número total de días en los que el controlador ha estado energizado.
- Número total de horas en las que ambas fuentes normal y emergencia han estado disponibles.

4.7 Secuencia de operación de los tableros de transferencias

Se deberá contemplar la distribución para servicios generales como son alumbrado y contactos los cuales su alimentación deberá considerarse como prioritaria y no prioritaria ya que no toda la carga estará con respaldo de grupo electrógenos

El equipo debe contar con un eficiente circuito de transferencia que controle la transferencia entre las fuentes principales y de reserva del equipo ante fallas, por ejemplo: si se sale de un rango establecido o en caso de caída por debajo del nivel de CA ajustado.

El equipo debe contar con un mecanismo eficiente de control y sincronía que sincronice el desfaseamiento de la señal del inversor.

Protección y esquemas de redundancia.

El equipo debe ofrecer esquemas de protección redundante sin el uso de elemento o módulos adicionales a la solución, garantizando que dicha conmutación no ocasione periodos de indisponibilidad.

Los inversores, deben soportar las siguientes temperaturas de alimentación:

Equipos y componentes para instalación en ambientes de central, deberán operar normalmente a temperaturas de entre 0 a 45° Centígrados.

Los equipos, deben operar correctamente en ambientes con humedad relativa entre 5 y 95 % sin condensación.

4.8.- Sistema de puesta a tierra de seguridad

algunas definiciones utilizadas se derivan del inglés como son “grounding” traducido al español como “puesta a tierra” y “grounded” como “puesto a tierra”, para distinguir la función de estos en los sistemas eléctricos, ambos involucrados con “la puesta a tierra del sistema”, “puesta a tierra del equipo”.

La importancia de la puesta a tierra es importante en la protección contra descargas eléctricas y provee un camino de retorno para la corriente de falla.

La tierra y la puesta a tierra proveen:

- Una conexión de baja impedancia entre el equipo y los objetos metálicos adyacentes para minimizar las descargas eléctricas peligrosas al personal.
- Un camino de retorno de baja impedancia de la corriente de falla para el funcionamiento adecuado de las protecciones (interruptores, fusibles, etc.)
- Un camino de baja impedancia a tierra para las corrientes producidas por descargas atmosféricas.
- Un camino de baja impedancia para la descarga de cargas estáticas antes de que se produzca un arco eléctrico.

Se considera que la tierra es una capa de baja impedancia (potencial cero). La corriente fluye en cualquier lapso y esta sigue la Ley de Kirchhoff, por lo tanto, la tierra es finita y en la que la corriente fluye hacia la tierra en el mismo punto.

La corriente al fluir desarrolla una diferencia de potencial, la cual puede causar problemas para los diseñadores y usuarios de los equipos electrónicos.

El objetivo de la puesta a tierra de un sistema eléctrico o la conexión intencional del conductor de una fase o el neutro a tierra es:

- Estabilizar el voltaje a tierra.
- Proveer un camino para que circule la corriente de falla a tierra, lo cual permitirá que los dispositivos de protección contra sobrecorriente operen para liberar la falla.

El control de voltaje reduce el peligro de las descargas eléctricas en las personas que están en contacto con conductores energizados.

Hablaremos de manera breve que en un sistema eléctrico pueden ocurrir en general son: falla trifásica, falla en dos fases, falla entre dos fases y tierra, falla de 3 fases a tierra, falla de fase a tierra, falla de fase a tierra a través de una impedancia.

Se asume que el planeta tierra tiene un potencial cero, que puede ser un excelente o pésimo conductor eléctrico, esto dependerá del grado de humedad, el tipo de terreno, dando esto a un cierto nivel de resistividad eléctrica, por esta razón es que el terreno natural no deberá utilizarse como único conductor de puesta a tierra.

Al asumir que el planeta tierra tiene un potencial cero, todas las partes metálicas que normalmente no transportan energía eléctrica de los equipos eléctricos, deben igualarse al potencial del planeta tierra, para que no exista una diferencia de potencial que pudiera representar un peligro a los seres humanos. **Ver figura 4.40.**

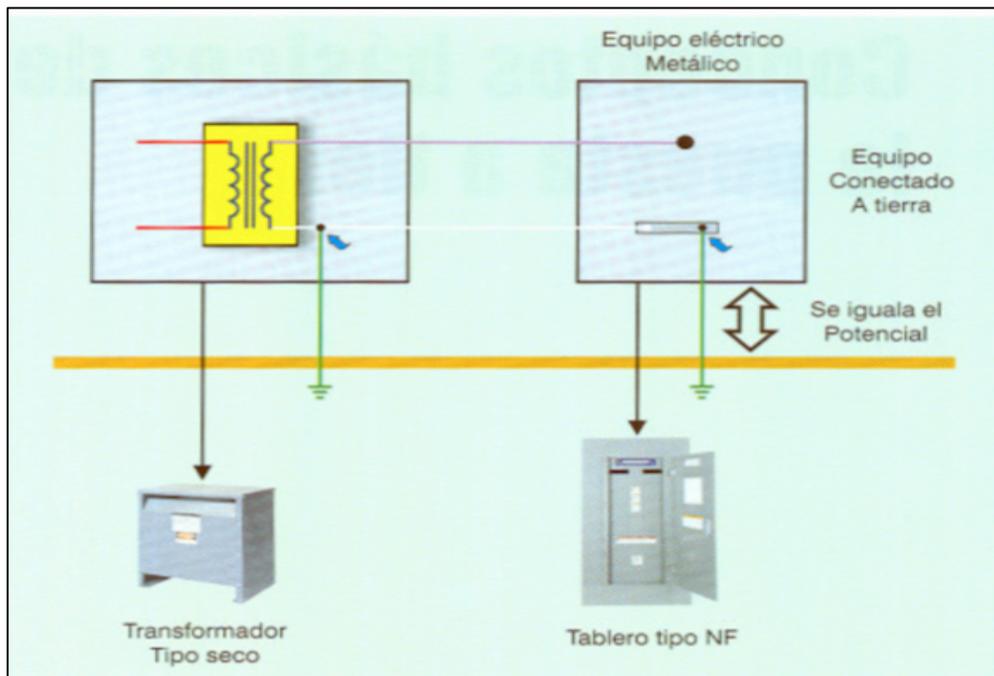


Figura 4.40 Partes metálicas de equipos eléctricos al mismo potencial que la tierra

Un transformador debe ser puesto a tierra para:

- Estabilizar el voltaje
- Protección contra descargas atmosféricas
- Protección de falla a tierra, en el lado de alta tensión.

Las instalaciones eléctricas deben ser puestas a tierra para:

- Protección contra descargas atmosféricas
- Protección contra falla a tierra a través del puente unión principal de los conductores de puesta a tierra y de la continuidad eléctrica de las canalizaciones.

Una persona normal puede soportar una corriente de 1 mA.

El umbral establecido a lo largo del tiempo mediante pruebas dice que los efectos de una descarga eléctrica son resultado de la corriente y no del voltaje.

10-25 mA Causan dolor muscular.

100 mA Causan fibrilación ventricular.

Altas corrientes pueden parar el corazón completamente o causar quemaduras eléctricas severas. Los efectos de la corriente eléctrica pasando por partes vitales del cuerpo humano dependen de la duración, magnitud y frecuencia de corriente.

Los humanos somos muy vulnerables a los efectos de la corriente eléctrica a 50 y 60 hertz. Las corrientes de 0.1 Amperes pueden ser fatales.

Las tres fuentes de muerte más importantes son por descarga eléctrica, arco de corriente, y sofocación/envenenamiento.

Las ventajas de operación de un sistema eléctrico puesto a tierra comparado con un sistema que no lo está, son:

- Reduce los costos de operación y mantenimiento.
- Reduce la magnitud de los sobre voltajes transitorios.
- Mejora la protección contra descargas atmosféricas.
- Mejora la confiabilidad del servicio.
- Mejora el sistema y el equipo de protección de fallas.
- Mayor seguridad para el personal y el equipo.

Los dispositivos de protección contra sobre corriente convencionales solamente “detectan” amperes y no distinguen las corrientes de carga de las corrientes de falla a tierra.

Por esto es necesario instalar dispositivos de detección de falla a tierra, el cual “observará” las corrientes de falla a tierra y mandará la señal al dispositivo de protección contra sobre corriente, para que libere la falla eléctrica.

La corriente de falla regresará a su lugar de origen por el conductor de puesta a tierra.

La falla puede ocurrir por un aislamiento dañado, humedad, polvo, otros contaminantes, peligro o daño del equipo, o por un error humano.

Si la corriente de falla a tierra es muy pequeña a la corriente de disparo del dispositivo de protección, el arco eléctrico en el punto de falla producido por la

corriente de falla a tierra, si no se libera la falla a tierra, puede generar altas temperaturas y daños a los equipos, además que puede ser el inicio de un incendio.

La normatividad vigente obliga tener protección contra fallas a tierra de equipos en los siguientes sistemas:

- Tensión eléctrica a tierra superior a 150 volts.
- Voltaje entre fases menores a 600 volts.
- Dispositivos de protección contra sobre corriente de 1000 amperes o más.
- El retardo máximo $t=1$ s para corrientes de falla a tierra iguales o mayores a 3000 amperes.

Las fallas a tierra pueden tener la capacidad de destruir interruptores y tableros de distribución, en sistemas eléctricos de menos de 600 volts.

Objetivo de puesta a tierra del equipo.

1. Limitar el potencial entre partes metálicas no conductoras de la energía.
2. Tener un potencial uniforme en todas las partes de la estructura y de los equipos.
3. Tener una trayectoria efectiva de baja impedancia, para que circule la corriente de falla a tierra.

Componentes de la puesta a tierra del equipo. **Ver figura 4.41**

La puesta a tierra está compuesta por:

- Electrodo de puesta a tierra
- Conductor del electrodo de puesta a tierra
- Conductor de puesta a tierra del equipo.
- Puente de unión principal.

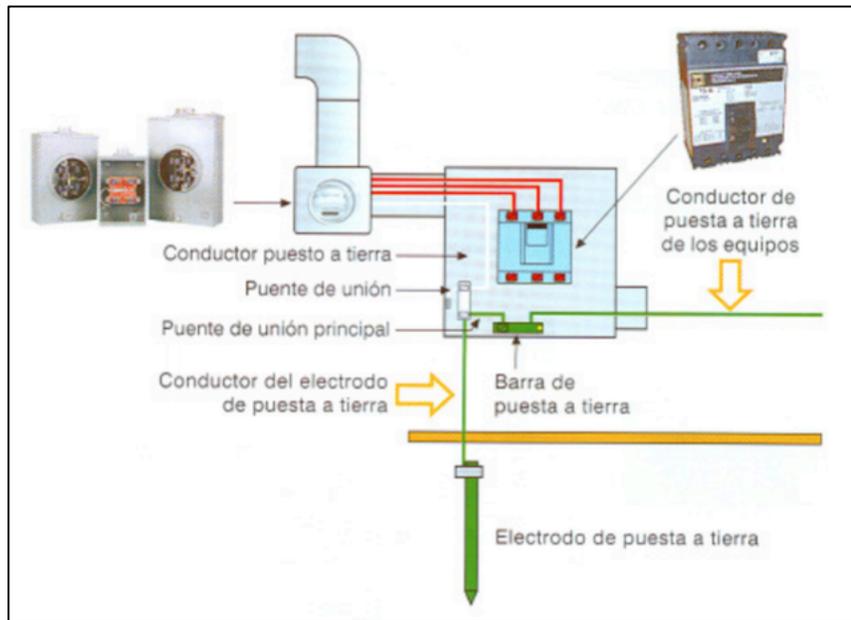


Figura 4.41 partes de un sistema de puesta a tierra.

Todos los conductores que forman un circuito

Los electrodos de puesta a tierra a implementar, deberán ser de cobre electrolítico altamente conductivo, tratado especialmente para retardar los efectos de la corrosión. Estos electrodos se presentan de manera individual y no en kit para permitir la instalación integral del sistema de puesta a tierra en un solo electrodo.

Instalado de manera eficiente, el sistema de puesta a tierra asegura los ohm de impedancia de la tierra seguros para la operación de los sistemas.

El conductor del electrodo de puesta a tierra estará seleccionado de acuerdo con lo establecido en el artículo 250-94 de la NOM-001-SEDE-1999.

Los conductores de puesta a tierra para equipos cumplirán con lo indicado en la tabla 250.95 de la NOM-001-SEDE-1999.

4.9 Sistema de puesta a tierra aislada

El sistema de conexión a tierra del CPD deberá ser intencional, visualmente verificable, calculado adecuadamente para manejar sin contratiempos corrientes esperadas, y dirigir esas corrientes potencialmente perjudiciales lejos del equipo sensible de la red. Como tal, la conexión a tierra debe tener un propósito en su diseño e instalación.

Cuatro condiciones requieren consideración especial:

1. Aunque el equipo energizado de corriente alterna típicamente tiene un cordón de energía que contiene un cable de conexión a tierra, la integridad de esta trayectoria no puede ser verificada fácilmente. Se recomienda Seguir siempre las recomendaciones de conexión a tierra de los fabricantes al instalar equipo.

2. Mientras que la construcción de la tubería de acero y la tubería hidráulica exigen que ambas se deben enlazar al sistema de conexión a tierra por razones de seguridad, ni uno ni otro puede ser sustituto del backbone de conexión a tierra para telecomunicaciones -Telecommunications Bonding Backbone (TBB).

3. Sembrar riesgos de seguridad. El hardware provisto típicamente con pernos para rack no está diseñado para propósitos de conexión a tierra. Adicionalmente la mayoría de los racks están pintados, la pintura es un aislante. A menos que los elementos del rack estén deliberadamente enlazados, la continuidad entre estos elementos es incidental y en muchos casos poco probable.

4. Cualquier componente metálico que forme parte del edificio, incluyendo equipo, racks, escalerillas, distribuidores, charolas para cable, etc., se deben conectar al sistema de tierra.

Todos los conductores que formen un circuito eléctrico para alimentar una carga deberán de instalarse juntos, es decir deberán estar juntos en la misma canalización: las fases, conductor puesto a tierra (cuando se requiera), conductor de puesta a tierra.

Es importante que el conductor de puesta a tierra se aloje en la misma canalización debido a que la separación del conductor de fase influye en la impedancia del conductor de puesta a tierra. Entre más cercano se encuentre el conductor de fase la impedancia será más baja y si se aleja el conductor de fase la impedancia aumentará y por lo tanto aumentará el voltaje de descarga eléctrica.

Canalización metálica

Si los conductores de fase y el neutro son instalados dentro de una tubería (conduit) metálica y la propia tubería se utiliza como conductor de puesta a tierra, cuando ocurriera una falla a tierra, la corriente de cortocircuito de falla a tierra, se distribuirá uniformemente. **Ver figura 4.42**



Figura 4.42 Tubería metálica usada como electrodo de puesta a tierra.

Cuando se tiene una instalación, en donde se instala un conductor de puesta a tierra únicamente dentro de una tubería conduit metálica. La función que tiene el conductor de puesta a tierra es conducir la corriente de falla a tierra a su lugar de origen. Como la canalización es metálica se incrementará el campo magnético producido por la corriente de falla a tierra. Si la tubería conduit es plástica o de PVC, no se presentará este efecto.

Puesta a tierra de pararrayos.

La función que tiene el conductor de puesta a tierra en la conexión a un apartarrayos, es proveer una trayectoria efectiva a tierra, para transportar la onda de corriente de una sobretensión que pudiese dañar a los equipos eléctricos.

Circuitos eléctricos

Todo circuito eléctrico utilizado para suministrar energía eléctrica a un equipo, deberá de instalarse con sus conductores de fase, conductor neutro o conductor puesta a tierra (si se utiliza) y el conductor de puesta a tierra, en la misma canalización o cable.

Este conductor se deberá conectar a la terminal de puesta a tierra del equipo.

La función que tiene el conductor de puesta a tierra es conducir la corriente de falla a tierra a su lugar de origen para que los dispositivos de protección operen y liberen la falla.

El conductor de puesta a tierra no deberá de conducir corriente eléctrica alguna cuando el circuito funcione en condiciones normales de operación.

El conductor de puesta a tierra mantendrá el mismo potencial de tierra, es decir, tendrá potencial cero.

La resistencia de un electrodo de puesta a tierra que sirve para que pase a través de la corriente eléctrica. Actualmente tiene tres elementos:

Ver figura 4.43

- La resistencia del electrodo de puesta a tierra y sus conectores.
- La resistencia de contacto entre el electrodo de puesta a tierra y la tierra adyacente a él.
- La resistencia de la tierra alrededor del electrodo.

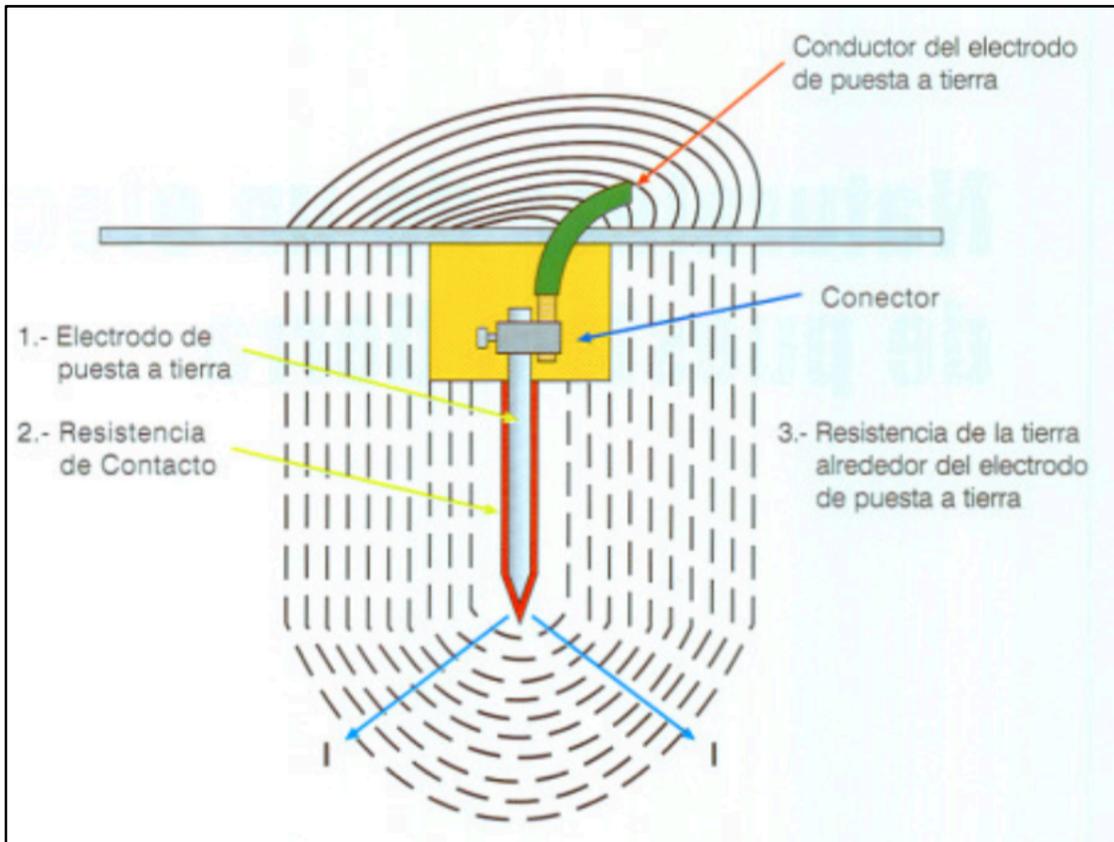


Figura 4.43 Componentes del electrodo de puesta a tierra.

Puesta a tierra de equipos electrónicos sensibles (tierra aislada)

De acuerdo con la normatividad vigente, NFPA-780-2004, los sistemas de electrodos de puesta a tierra utilizados para el sistema eléctrico, el sistema de telecomunicaciones, el sistema de protección contra descargas atmosféricas, deberán estar unidos efectivamente y permanentemente.

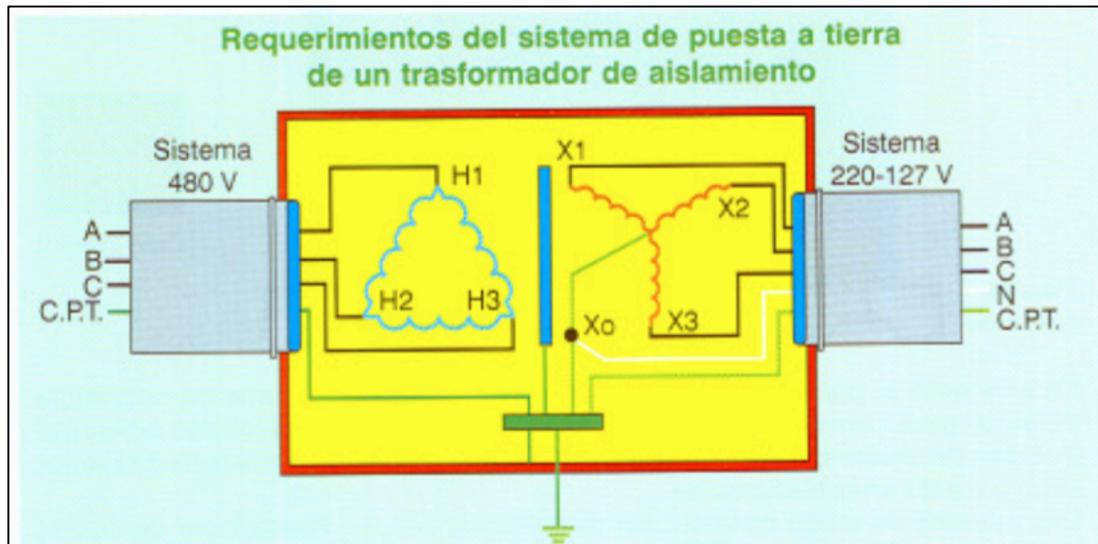


Figura 4.44 Transformador de aislamiento

La puesta a tierra de un transformador de aislamiento se ilustra en la **figura 4.44** cumpliendo con la normatividad vigente. Este tipo de instalación es requerida para minimizar los métodos erróneos de instalación de la tierra aislada, que en algunos casos no se cumple con la normatividad vigente, y puede crear peligros de descargas eléctricas a las personas.

Todas las partes metálicas de gabinetes, racks, canalizaciones, tubo (conduit) metálico, conductores de puesta a tierra, y todos los electrodos de puesta a tierra deberán unirse entre ellos para formar un sistema eléctricamente continuo.

Sistemas de protección contra descargas atmosféricas.

El objetivo principal del subsistema de protección contra descargas atmosféricas es transportar con seguridad las corrientes relacionadas con las descargas atmosféricas, a la tierra a través del subsistema de electrodos de puesta a tierra.

Este subsistema proveerá una trayectoria altamente efectiva a tierra, minimizando otras trayectorias a tierra. La norma de trabajo y la norma vigente exigen un valor máximo de 10 ohm. Un valor de baja resistencia favorece que la corriente de descarga atmosférica tenga un camino adecuado a tierra, reduciendo así los arcos que pudieran producirse.

Exposición a una descarga eléctrica.

El peligro de una descarga eléctrica en una instalación eléctrica resulta del contacto de una persona con componentes metálicos que no son intencionalmente energizados.

El deterioro o falla de aislamiento de un conductor que se encuentre energizado puede causar un contacto con la canalización en la que se aloja, provocando que la canalización energice al mismo potencial que tiene el conductor. Es por eso que la puesta a tierra del equipo se considera una parte esencial del sistema eléctrico, para nulificar los potenciales peligrosos que pudieran presentarse y poner en riesgo a las personas y los equipos.

La impedancia de la puesta a tierra del equipo deberá ser de un valor muy bajo para que la corriente de falla a tierra no provoque potenciales peligrosos.

El conductor de puesta a tierra deberá de ser capaz de conducir la corriente de falla a tierra sin deteriorarse. La instalación eléctrica puede presentar trayectorias en paralelo de retorno de falla a tierra con una capacidad de corriente adecuada.

Un adecuado diseño, instalación y mantenimiento de la puesta a tierra del equipo es vital para reducir los peligros de incendios.

El dispositivo de protección contra sobrecorriente es un elemento esencial en la puesta a tierra del equipo, el cual para operar o liberar la falla rápidamente, requiere de una trayectoria de baja impedancia para la circulación de la corriente de falla a tierra.

Todos los conductores que formen parte de un circuito para alimentar una carga deberán de instalarse juntos. Es decir, dentro de la misma canalización: las fases, neutro cuando se requiera, conductor de puesta a tierra.

Es importante que el conductor de puesta a tierra se aloje en la misma canalización debido a que la separación del conductor de fase influye en la impedancia del conductor de puesta a tierra.

Entre más cercano se encuentre el conductor de fase de la impedancia será más baja y si se aleja del conductor de fase la impedancia aumentará y por lo tanto aumentará el voltaje de descarga.

Si los conductores de fase y neutro son instalados dentro de una tubería (conduit) metálica y la propia tubería se utiliza como un conductor de puesta a tierra, cuando ocurriera una falla a tierra, la corriente de cortocircuito de falla a tierra, se distribuirá uniformemente. **Ver figura 4.45**

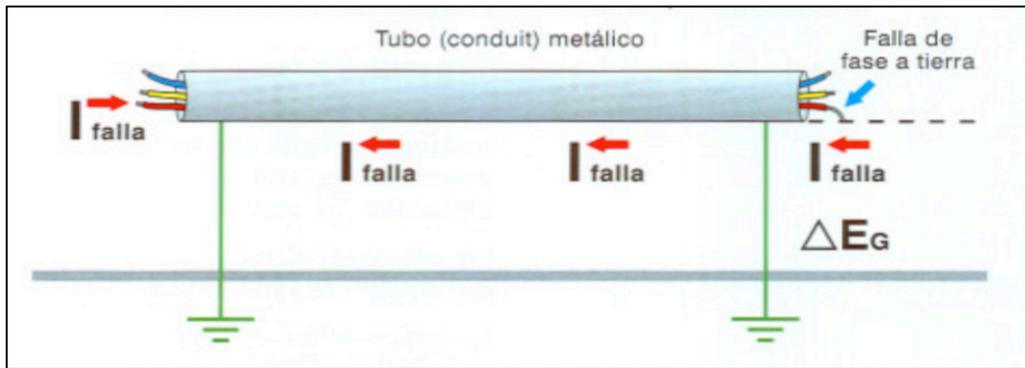


Figura 4.45 Tubería metálica utilizada como conductor de puesta a tierra.

La tubería conduit metálica es preferida para utilizarse como conductor de puesta a tierra, al ocurrir una falla a tierra se producirá una gradiente de potencial a lo largo del conductor de puesta a tierra debido a la caída de tensión que resulta por la propia impedancia.

El efecto del material magnético dentro de la pared del tubo conduit metálico confina la corriente de fase a tierra de retorno a lo largo de la pared interna, penetrando a la superficie exterior como saturación magnética dentro del acero cuando ocurren corrientes de falla a tierra de larga duración.

Si se utiliza la tubería conduit metálica como canalización de un circuito y se adiciona en su interior un conductor de puesta a tierra, se reducirá la impedancia de puesta a tierra del equipo y el voltaje de descarga eléctrica.

Tanto la tubería conduit metálica como el conductor de puesta a tierra quedarán en paralelo, por ello que la impedancia de la trayectoria de retorno de la corriente de falla de a tierra se reducirá y se permitirá que la longitud del circuito alimentador se pueda incrementar.

Cuando se tiene una instalación, en donde instala un conductor de puesta a tierra únicamente dentro del tubo conduit metálico. La función que tiene el conductor de puesta a tierra es conducir la corriente de falla a tierra a su lugar de origen. Como la canalización es metálica se incrementará el campo magnético producido por la corriente de falla a tierra.

Si la tubería conduit es plástica o de pvc, no se presentará ese efecto.

CAPÍTULO 5. ESPECIFICACIONES, CARACTERÍSTICAS Y SELECCIÓN DE EQUIPOS (SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN)

Objetivo Seleccionar de manera adecuada los equipos de climatización de soporte para el CPD basados en un NIVEL IV ICREA

Los CPD tienen determinadas especificaciones de funcionamiento. La climatización de este tipo de espacio tiene que garantizar condiciones específicas de temperatura, humedad, calidad de aire y para ello se utilizan unidades de precisión. Antes de proceder a su instalación es necesario cuantificar y estimar la carga térmica del espacio a climatizar y adecuarlos a los equipamientos informáticos.

La gestión del aire climatizado previamente acondicionado debe llegar a las zonas donde están los equipos activos en donde se produce la mayor cantidad de calor. Se colocan rejillas perforadas/pisos perforados para insuflar aire frío bajo el piso técnico, en el techo o en la cámara plena media segunda sea el caso y se seleccione, ya sea para confinar el pasillo frío o el pasillo caliente. En este apartado daremos los puntos más importantes que hay que considerar en el diseño de un sistema de climatización ya que una vez que se tiene el diseño final establecido la parte del sistema mecánico se puede hacer mediante software dedicado para este fin.

No tiene como objetivo ofrecer un conocimiento exhaustivo sobre la climatización y los sistemas de acondicionamiento de aire, sino que lo que se pretende aquí es que el técnico de informática, el personal operativo y personas iniciando en estos temas obtengan una información lo más amplia posible sobre cómo se implementa y cómo es la filosofía de funcionamiento de un sistema de acondicionamiento de aire creado especialmente para climatizar un CPD.

Cualquier consumo eléctrico en el CPD genera calor que necesita ser eliminado de alguna forma de la sala. Este es uno de los aspectos más críticos en el diseño de un CPD. Una refrigeración inadecuada afecta negativamente al rendimiento de los equipos activos y acorta su vida útil.

Los puntos calientes han aumentado de unos años a esta parte, ya que los fabricantes han disminuido el tamaño de los chasis permitiendo la instalación de más equipos en un mismo gabinete.

Las altas velocidades a las que procesan la información los equipos se traducen en un aumento del consumo eléctrico, que a su vez genera más calor. Mientras que la disminución del tamaño ha generado una reducción del espacio ocupado en el CPD, ya que pueden instalarse docenas de equipos en un espacio muy reducido, ha aumentado la concentración de calor en áreas de menor tamaño.

5.1 Principios de Refrigeración

Definición

Para cualquier proyecto de climatización se tienen que tener presentes principios básicos de:

- Termodinámica
- Transferencia de calor
- Mecánica de fluidos
- Psicrometría y ventilación

La climatización es un proceso de tratamiento del aire para establecer las condiciones ambientales apropiadas para fines domésticos, comerciales, industriales, de salud y ocio, mediante el control de la temperatura, humedad, calidad y distribución del aire en un determinado ambiente, teniendo como objetivo tanto el confort de personas en este caso de los equipos activos dentro del CPD.

Los sistemas de climatización dependen de varios factores:

- Su función (climatización de confort; industrial)
- Época del año (sistemas de invierno; verano; integrado verano/invierno)
- Tipo de equipos: sistemas centrales, individuales o combinados

La determinación de las cargas térmicas de TI y equipos dentro del CPD y áreas de soporte es necesaria para la evaluación de las necesidades de refrigeración en el CPD a climatizar, así como para la selección de los equipos de acondicionamiento. “Ganancia o pérdida de calor” es la cantidad instantánea de calor que entra o sale del espacio a acondicionar. “Carga real o efectiva” es, por definición, la cantidad instantánea de calor añadida o eliminada por el equipo. La ganancia instantánea y la carga real rara vez serán iguales debido a la inercia térmica o efecto de almacenamiento o acumulación de calor en el interior del CPD.

Un estudio riguroso de los componentes de carga de TI en el espacio que va a ser acondicionado es fundamental y por este motivo debe hacerse una estimación realista de las cargas de refrigeración. En todo caso se deben considerar los siguientes aspectos físicos:

- Orientación del edificio
- Ubicación geográfica del CPD
- Dimensiones del CPD

- Altura del techo
- Materiales, tipo de construcción
- Ventanas, puertas, cristales.
- Ocupantes
- Alumbrado

La estimación de la carga de TI sirve de base para seleccionar el equipo de acondicionamiento. Debe tenerse en cuenta tanto el calor procedente del exterior como el que se genera en el interior del CPD, así como sus cargas para evaluar la ganancia o pérdida de calor del espacio a climatizar

Como se mencionó en capítulos anteriores el nivel de disponibilidad que se pretende es un NIVEL IV 99.99% con tendencias a un NIVEL V 99.999% de disponibilidad, el cual es concurrentemente mantenible, para garantizar la continuidad del servicio, ya que para las diferentes áreas donde se requiere del uso de sistema de aire acondicionado de precisión.

El aire acondicionado de precisión es esencial para asegurar un ambiente correcto de los equipos productivos de TI. El sistema "InRow" enfriamiento de precisión en fila que fue la solución elegida para este proyecto y así como los UGAH o Unidades generadoras de agua helada (UGAH) que nombraremos de esta manera durante todo este apartado, además que estos cuentan con un sistema de free-cooling de APC by Schneider Electric está preparado para mantener a través del control micro procesado la temperatura y humedad óptimas requeridas para el funcionamiento eficaz de los sistemas electrónicos. Para poder mantener el nivel de temperatura adecuado y el grado de humedad dentro de los límites medios, se proponen dotaciones de equipos de climatización específicos para salas informáticas, controlado por microprocesador, capaz de producir frío, calor y humidificar o deshumidificar de forma automática dentro de unos márgenes de $\pm 1^{\circ}\text{C}$ y $\pm 2\%$ HR (Humedad Relativa) para valores de funcionamiento previstos de 21°C y 50 % de humedad relativa. El aire acondicionado de la sala del CPD debe ser independiente del aire general del edificio.

Aire acondicionado de precisión vs "confort"

No se debe climatizar un CPD por pequeño que sea, con un sistema de aire acondicionado de confort. Existe una gran diferencia entre climatizar equipos electrónicos y proporcionar un ambiente agradable para el confort de las personas.

Para empezar, la gente contribuye con humedad al ambiente del CPD y los equipos no. De tal manera que se debe tomar en consideración el "enfriamiento

latente” (la habilidad de remover la humedad) y el “enfriamiento sensible” (la habilidad de remover el calor seco). Los aires acondicionados del tipo ventana y los sistemas centrales en los edificios de oficinas están diseñados con una relación de enfriamiento sensible de alrededor de 0.60 a 0.70. Lo anterior significa que el 60-70% del trabajo que un sistema de confort hace es remover calor y el otro 30-40% es remover humedad. Eso es suficiente para una habitación llena de personas con un dinamismo moderado entrando y saliendo de la misma.

En cambio, el aire acondicionado de precisión tiene una relación mucho más alta de enfriamiento sensible a enfriamiento total de 0.85 a 0.95. Esto es, el 85-95% del trabajo del sistema de precisión se dedica al enfriamiento efectivo del aire y apenas el 5-15% a remover la humedad. Es decir, hay dos cosas importantes a la hora de enfriar un CPD:

- Se tendrá que instalar mayor capacidad de aire acondicionado de “confort” para obtener los mismos resultados que con un sistema de aire acondicionado de precisión.
- Un sistema de confort extraerá la humedad por debajo de los límites aceptables para la operación eficiente de sus equipos. Lo cual significa que, o se expone a los problemas ocasionados por un ambiente muy seco, o tendrá que adquirir sistemas de humidificación adicionales. Con un sistema de precisión no existen tales problemas. Por un lado, no extraerá tanta humedad de aire y por otro, viene provisto de un sistema de humidificación integral que mantendrá, pase lo que pase, la humedad relativa exigida por los fabricantes de CPD.

Otra gran diferencia entre sistemas de confort y de precisión es el volumen de aire que deberá moverse. Un sistema de precisión lo hará a través de los serpentines de enfriamiento a casi el doble de volumen que un sistema de confort para alcanzar su alta relación de enfriamiento total, manejar la densa carga térmica en los CPD y mantener, estrictamente, los niveles de temperatura y humedad relativa programados previamente. El movimiento de volúmenes mayores contribuye también a una mejor filtración de aire.

Importancia del control de la humedad

Si la humedad en el CPD sube mucho, se van a producir serios problemas en el manejo del papel y de condensación en las partes electrónicas. Si el ambiente se vuelve muy seco, la electricidad estática resultante del contacto de un simple dedo puede dañar irreparablemente los componentes y alterar la información. Además, sus medios de almacenamiento de datos pueden sufrir pérdida por oxidación, lo que aumenta la posibilidad de pérdida o alteración de la información.

Se recomienda una humedad relativa de 45%, con variantes no mayores de $\pm 5\%$ para un sistema de aire acondicionado de precisión.

Los equipos de precisión tienen la exactitud y precisión necesarias para lograr tal objetivo (humidificación, enfriamiento o calefacción y control de la calidad del aire) para mantener el ambiente dentro de los parámetros seleccionados. Los sistemas de "confort" no tienen esta capacidad.

Importancia de la filtración del aire

El polvo puede arruinar la información y los componentes del equipo de cómputo. El polvo en las cabezas lectoras de sistemas de disco y cintas magnéticas puede dañar físicamente los mismos. Las partículas se acumulan rápidamente en los componentes electrónicamente cargados y la capacidad de disipación del calor disminuye causando que las partes afectadas trabajen a una temperatura superior a las especificaciones de diseño, causando el deterioro del mismo. La aplicación de filtros en un Sistema de Precisión (eficiencia alrededor del 40%) minimiza los efectos de deterioro causado por el polvo anteriormente mencionado

Calidad en los parámetros de refrigeración los sistemas deben de estar contruidos con la mejor tecnología disponible, acogiéndose a los estándares actuales que asegure la calidad de los parámetros correctos de refrigeración para cada aplicación.

Las instalaciones de aire acondicionado de precisión y ventilación mecánica mantienen las condiciones ambientales que más adelante se especifican, controlándose simultáneamente la temperatura, humedad, limpieza y distribución del aire, independientemente de los cambios en las condiciones exteriores y de la ocupación de los lugares mencionados

- Planta baja:
- Zona de oficinas
- Cuarto de UPS
- Cuarto eléctrico
- Cuarto de máquinas
- Planta 1er nivel:
- Áreas productivas 1,2,3 y 4

Los sistemas utilizados serán flexibles y capaces de responder a los cambios climatológicos, así como la tecnología empleada deberá de proveer la redundancia y facilidad para el mantenimiento.

Normativa y Reglamentos. El ASHRAE TC 9.9 (American Society of Heating Refrigeration and Air conditioning Engineers) es una sociedad fundada en 1894 y

se centra en la eficiencia energética, la calidad del aire interior, la refrigeración, y la sostenibilidad de la industria a través de la investigación, la redacción de normas, publicaciones y educación continua.

El Comité Técnico 9.9 de la ASHRAE 2011, mediante la edición de la Guías Térmicas para Entornos de Procesamiento de Datos, especifica los rangos de temperatura y humedad adecuados para el correcto funcionamiento del CPD, que se han ido ampliando a lo largo de los años para otorgar mayor flexibilidad a las operaciones dentro de los CPD, con el objetivo de reducir el consumo energético.

Se observa en la figura 5.1 la comparación de guías térmicas entre el año 2008 y 2011, donde la clase 1 y 2 son las que se refieren a entornos de servidores, almacenamiento de información y lo relacionado con los CPD, en la figura 5.2 se pueden ver las directrices térmicas 2011. Para nuestro proyecto se usaron los rangos establecidos en la figura 5.2 para las zonas A1 y A2 tanto para la temperatura, así como para la humedad relativa.

2011 classes	2008 classes	Applications	IT Equipment	Environmental Control
A1	1	Datacenter	Enterprise servers, storage products	Tightly controlled
A2	2		Volume servers, storage products, personal computers, workstations	Some control
A3	NA		Volume servers, storage products, personal computers, workstations	Some control
A4	NA		Volume servers, storage products, personal computers, workstations	Some control
B	3	Office, home, transportable environment, etc.	Personal computers, workstations, laptops, and printers	Minimal control
C	4	Point-of-sale, industrial, factory, etc.	Point-of-sale equipment, ruggedized controllers, or computers and PDAs	No control

Figura 5.1 Comparación entre guías térmicas en el año 2008 y 2011.

Classes (a)	Equipment Environmental Specifications							
	Product Operations (b)(c)					Product Power Off (c) (d)		
	Dry-Bulb Temperature (°C) (e) (g)	Humidity Range, non-Condensing (h) (i)	Maximum Dew Point (°C)	Maximum Elevation (m)	Maximum Rate of Change(°C/hr) (f)	Dry-Bulb Temperature (°C)	Relative Humidity (%)	Maximum Dew Point (°C)
Recommended (Applies to all A classes; individual data centers can choose to expand this range based upon the analysis described in this document)								
A1 to A4	18 to 27	5.5°C DP to 60% RH and 15°C DP						
Allowable								
A1	15 to 32	20% to 80% RH	17	3050	5/20	5 to 45	8 to 80	27
A2	10 to 35	20% to 80% RH	21	3050	5/20	5 to 45	8 to 80	27
A3	5 to 40	-12°C DP & 8% RH to 85% RH	24	3050	5/20	5 to 45	8 to 85	27
A4	5 to 45	-12°C DP & 8% RH to 90% RH	24	3050	5/20	5 to 45	8 to 90	27
B	5 to 35	8% RH to 80% RH	28	3050	NA	5 to 45	8 to 80	29
C	5 to 40	8% RH to 80% RH	28	3050	NA	5 to 45	8 to 80	29

Figura 5.2 Directrices térmicas 2011.

Condiciones de Diseño

El desarrollo del análisis y proyecto está basado de acuerdo con las especificaciones para sistemas de aire acondicionado de la asociación mexicana de empresas del ramo de instalaciones para la industria de la construcción (AMERIC) y los estándares de la Sociedad Americana de Ingenieros en Calefacción, Refrigeración y aire acondicionado (ASHRAE).

Con el fin de definir y establecer las temperaturas los requerimientos de servicio se han tomado en cuenta las recomendaciones propuestas por el ASHRAE así como el acercamiento con el fabricante, en este caso Schneider Electric. Con base a su experiencia nos indica los rangos ideales en función a cada tipo de equipo ubicado en cada zona previamente establecida en capítulos anteriores, tomando como referencia la figura 5.2 tenemos lo siguiente, se define que la carga térmica por cada gabinete en promedio la carga eléctrica para fines de cálculo se considera 5 kW/Gabinete para el cuarto de UPS. **Ver figuras 5.3 y 5.4**

PISO	ÁREA	TEMPERATURA DE DISEÑO Y HUMEDAD RELATIVA		VENTILACIÓN		ILUMINACIÓN	OTRAS ELECT Watts	OBSERVACIONES
		VERANO °C % RH	INVIERNO °C % RH	m3/h/pers (cfm/pers)	m3/h/m ² (cfm/ft ²)			
Planta Baja	Cuarto UPS	24.0 °C 40-50 %RH	---	1% de toma de aire exterior del 100% de aire inyectado al lugar.		1.65	30,000	Sistema de aire de precisión ahorrador de energía, control individual de temperatura y humedad.

Figura 5.3. Requerimientos para suministro de aire planta baja Cuarto UPS

REQUERIMIENTOS DE CLIMATIZACIÓN											
PISO	ÁREA	TEMPERATURA DE DISEÑO Y HUMEDAD RELATIVA		OCUPANTES		VENTILACIÓN		LUCES	OTRAS ELECT. Watts	OBSERVACIONES	
		VERANO °C % RH	INVIERNO °C % RH	DENSIDAD m2/pers	ACTIVIDAD Personas	m3/h/pers (cfm/pers)	m3/h/m ² (cfm/ft ²)				
Planta 1er Nivel	Área 1 Productiva MIDI-POD	22.0 45-55	---	---	2	Office Work	1% de toma de aire exterior del 100% de aire		1.65	190,000	Sistema de aire de precisión, ahorrador de energía, control individual de temperatura y humedad.

						inyectado al lugar.			
Áreas Productiva 2 A FUTURO	22.0 45-55	---	---	2	Office Work	1% de toma de aire exterior del 100% de aire inyectado al lugar.	1.65	95,000	Sistema de precisión de aire, ahorrador de energía, control individual de temperatura y humedad.
Áreas Productiva 3 A FUTURO	22.0 45-55	---	---	2	Office Work	1% de toma de aire exterior del 100% de aire inyectado al lugar.	1.65	80,000	Sistema de precisión de aire, ahorrador de energía, control individual de temperatura y humedad.
Áreas Productivas 4 A FUTURO	22.0 45-55	---	---	2	Office Work	1% de toma de aire exterior del 100% de aire inyectado al lugar.	1.65	130,000	Sistema de precisión de aire, ahorrador de energía, control individual de temperatura y humedad.

Figura 5.4. Requerimientos para suministro de aire primer nivel

Equipamiento de climatización

Existen diversos equipos con diferentes modos de producción de agua helada; se pueden encontrar en el mercado los siguientes tipos:

- Expansión directa con condensador enfriado con aire
- Expansión directa con condensador enfriado con agua fría en la torre de enfriamiento.
- De doble fluido: expansión directa con condensador enfriado con aire y unidad productora de agua refrigerada.
- De doble fluido (dual coil): expansión directa con condensador enfriado con agua fría en la torre de enfriamiento y unidad generadora de agua helada.
- Sistema de free-cooling (el utilizado en este proyecto) debido a las condiciones climatológicas del lugar.

El sistema más generalizado de refrigeración, es la producción de frío por compresión de vapor, **ver figura 5.5**, que consiste en un circuito cerrado en el que se somete un fluido refrigerante, a sucesivas situaciones de cambios de estado, mediante compresión y expansión, transmitiendo y absorbiendo el calor producido con el ambiente y el medio a refrigerar.

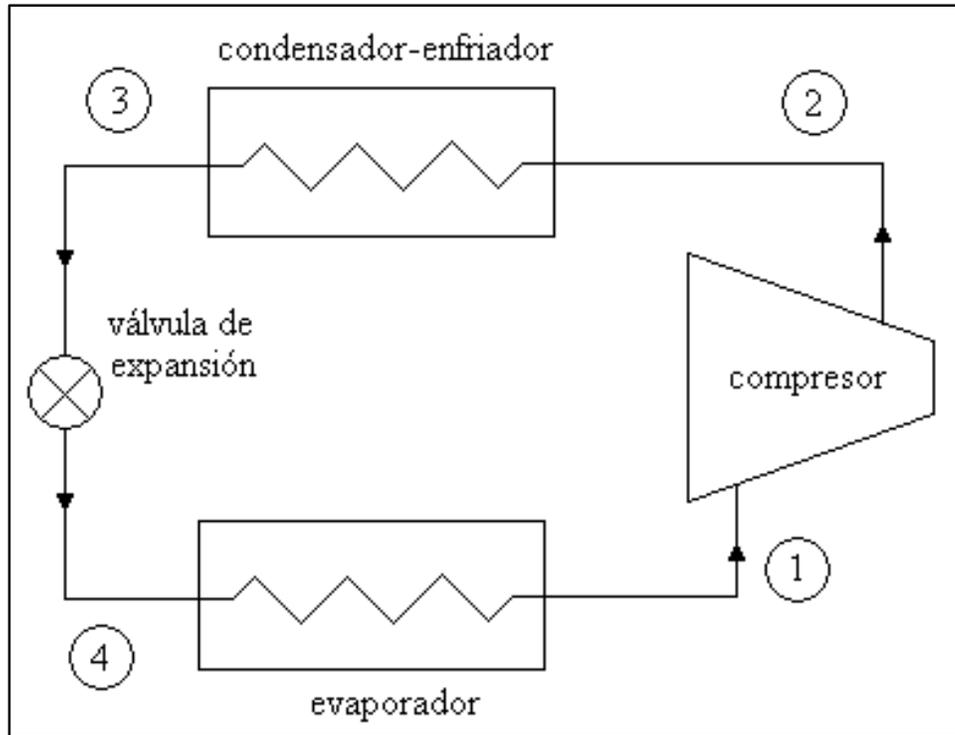


Figura 5.5 Ciclo de refrigeración

En el compresor se eleva la presión de la sustancia refrigerante, que se encuentra en su fase gaseosa y, por consiguiente, se eleva también su temperatura.

Después de salir del compresor, la sustancia refrigerante, todavía en su fase gaseosa, entra al condensador-enfriador donde expulsa calor al medio ambiente, debido a una diferencia de temperatura que guarda con éste.

Debido a esta disminución de su energía, la sustancia refrigerante baja su temperatura y después se condensa, cambiando de fase gaseosa a la fase líquida. En todo este proceso se considera que la presión permanece constante.

Una vez que el gas en la fase líquida sale del condensador, entra a la válvula de expansión, produciéndole un estrangulamiento (en el que la entalpía a la entrada es igual a la de salida) que baja la presión de la sustancia refrigerante y disminuye su temperatura a un valor menor que la temperatura ambiente, en un estado cercano al líquido saturado correspondiente a esta presión y temperatura.

El refrigerante se ha empezado a evaporar en la válvula de expansión, pero se procura que la mayor parte de la evaporación se lleve a cabo en el evaporador donde la sustancia refrigerante toma la energía necesaria para su evaporación del medio que se desea refrigerar o enfriar. Este proceso es a presión y temperatura constantes.

Una vez que la sustancia refrigerante se ha evaporado totalmente, entra en el compresor para iniciar un nuevo ciclo al comprimir el gas y llevarlo a un estado de vapor sobrecalentado con un aumento en su presión y temperatura.

5.2 Expansión Directa Dx

En los equipos de expansión directa, el refrigerante se condensa en la parte externa del recinto para rechazar este calor hacia el ambiente. Este ciclo de evaporación y condensación se lleva a cabo en tuberías de cobre. Los interiores de los equipos se equipan de superficies diseñadas para aumentar la transferencia de calor, conocidas como serpentines.

La presión juega un papel importante en cualquier proceso de evaporación y condensación. Al aumentar la presión es más fácil que el fluido se condense; al disminuirla se facilita que el fluido se evapore. Para esto, los equipos cuentan con un compresor que incrementa la presión, y una válvula de expansión que la disminuye. El compresor también se encarga de hacer circular el refrigerante a través de la red de tubería.

El aumento en la densidad de carga en el CPD implica nuevos requerimientos de enfriamiento. Los equipos de expansión directa por lo general tienen menos capacidad que equipos de agua helada del mismo modelo, por lo que su principal ventaja es la modularidad que le permite prescindir de la unidad sin afectar una red de mayor tamaño. El costo inicial de los equipos de expansión directa también es menor. Por lo anterior, se recomienda que si la carga de enfriamiento no es suficientemente grande, se utilicen equipos de expansión directa.

Los equipos de expansión directa tradicionales basan su funcionamiento en el enfriamiento directo del aire al distribuirlo por el intercambiador de calor, donde se expande el refrigerante. Dicho aire se conduce a través de ductos hasta llegar a las estancias que se desean climatizar.

El refrigerante se comprime y se expande para controlar cuánto calor soporta. Cuando el gas se expande y la presión se libera a través de la válvula de

expansión, el gas se enfría rápidamente, para volverse más frío que el aire en el sitio. Esto hace que la bobina se enfríe. Cuando el gas se calienta de nuevo, se vuelve más líquido y entra de nuevo en el sistema, se comprime y se evapora de nuevo hasta que el aire se enfría lo suficiente.

El aire se canaliza por las ventilaciones de la unidad en sí, donde pasa por las bobinas de refrigeración. El calor siempre sigue el camino de menor resistencia, de modo que cuando se expone a las bobinas frías (a través de las cuales se mueve también), deja el aire y se canaliza dentro de las bobinas hasta que las dos están igualadas, dejando el aire notablemente más fresco.

Esto funciona de acuerdo con los principios de un sistema “bomba de calor” con dos circuitos de distribución de aire ambos aislados por medios mecánicos. **Ver figura 5.6**

En el proceso de refrigeración el circuito interno de distribución de aire retira el calor de los componentes eléctricos y electrónicos para la máquina de acondicionamiento de aire. El aire se enfría y deshumidifica dentro de la unidad de refrigeración y después es insuflado hacia el interior de la sala.

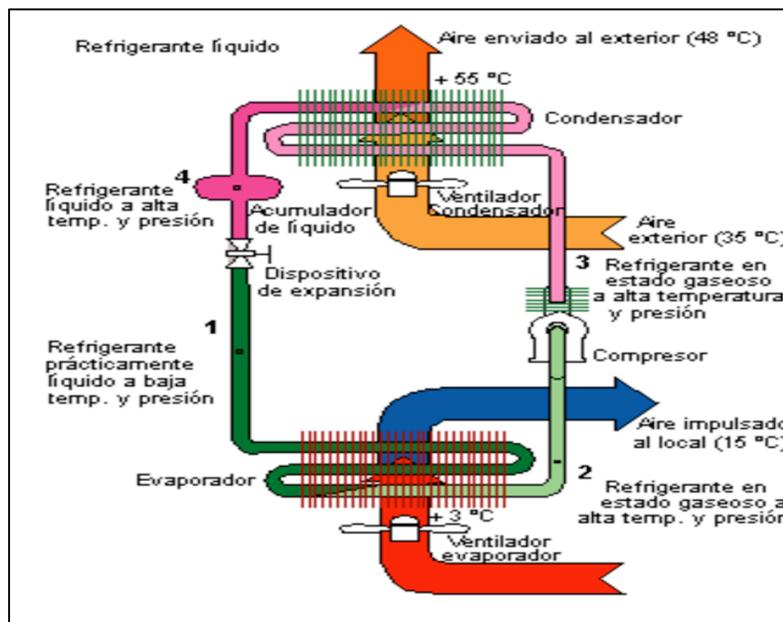


Figura 5.6 Esquema de funcionamiento del ciclo térmico.

El circuito externo de distribución de aire utiliza el aire exterior para enfriar el condensador y de esta manera enviar el calor del sistema para la atmósfera.

El ventilador del circuito interno de distribución de aire está siempre en funcionamiento desde que éste esté alimentado eléctricamente. El termostato de este circuito regula el compresor y el ventilador del circuito externo de distribución de aire.

5.3 Agua Helada CW

En el sistema chiller, las unidades manejadoras de aire se enfrían con agua. Ese sistema fracasó en el gran centro, pues producía demasiados costos en mantenimiento y en consumo de energía, como quiera que fuera un sistema general, central. Es decir, si un domingo apenas iban a operar dos o tres sublocales, tenía que prenderse la unidad grande. Y eso ocasionaba grandes gastos.

Sistema Principal de Enfriamiento por Agua Helada (UGAH).

El enfriador de agua o water chiller (CW) es una unidad enfriadora de líquidos. En modo bomba de calor también puede servir para calentar ese líquido. El evaporador tiene un tamaño menor que el de los enfriadores de aire, y la circulación del agua se proporciona desde el exterior mediante un sistema de bombeo mecánico.

En este proyecto la carga máxima final será de 500 kVA, por lo cual un sistemas de expansión directa no es una opción debido a la cantidad de condensadoras y los espacios para alojar a estas así como la gran cantidad de cobre necesarios para la instalación, por lo que se decidió instalar un sistema de refrigeración a base de agua helada en configuración 2N en su totalidad doble circuito de circulación de agua helada, doble sistema de bombeo redundante así como dos equipos UGAH todo esto de acuerdo con lo establecido por la norma ICREA std-131 3n su versión 2011.

El sistema es radial ya que proporciona la refrigeración necesaria para las áreas del CPD en sus 4 fases, cuarto de UPS, el sistema fue construido con la más alta calidad, los equipos fueron fabricados por Schneider Electric, estos instalados en el mezzanine del edificio el cual fue preparado estructuralmente para soportar el peso de estas unidades, además se realizaron las preparaciones necesarias, tanto eléctricamente, arquitectónicamente, para soportar mecánicamente los esfuerzos, vibraciones.

El sistema de control del equipo está respaldado por un sistema de UPS independiente al CPD esto con la finalidad de disminuir el tiempo de arranque de los equipos durante un corte de CFE, el tiempo de restauración del equipo por un corte eléctrico no excede los 60 segundos.

Se dejaron las preparaciones necesarias de tuberías y espacio para crecimiento de las áreas de acuerdo con el requerimiento futuro del cliente, las UGAH están diseñados para soportar la carga máxima y considerando que en un futuro se construirán más salas y requerirán capacidad de enfriamiento, siempre y cuando cumplan con los requerimientos establecidos de no sobre pasar 3 kW por gabinete productivo y teniendo como tope 500 kW.

Para asegurar el flujo de agua de las UGAH, se cuenta con un tanque de agua que tiene la función de no parar el flujo cuando haya un corte de energía, el corte permisible es de 8 segundos. En lo que el sistema de bombas toma la energía de los grupos electrógenos y los UGAH cumplan su proceso de encendido.

Este sistema alterno de flujo de agua que suministra cuando los UGAH está en proceso de reinicio se tienen una autonomía de 15 minutos para inyectar agua al sistema de enfriamiento.

Las UGAH cuenta con dos circuitos independientes de refrigeración calculado todo para una altura de 2400 metros sobre el nivel del mar, operando a la temperatura externa máxima de 45°C, el agua sale de la UGAH a 7°C y retornando a 12°C. Estas unidades usan un refrigerante ecológico R407C. Las UGAH están fabricadas bajo normas de UL. El voltaje de alimentación 480 VCA, 3 Fases +Tierra, 60 Hz.

La lógica de operación de todo el sistema es simple su redundancia es 2N, esto quiere decir que si una UGAH falla la otra puede tomar completamente la carga térmica, esto de manera automática. Ya que toda la infraestructura está centralizada en un sistema de administración denominada como data center expert (InfraStruXure Central), el cual monitoriza todos los parámetros de los equipos, como son voltaje, corriente, frecuencia, temperatura, humedad, presiones, entre otros.

Las partes que componen las UGAH son las siguientes:

Evaporador

Es del tipo coraza tubo con dos circuitos de refrigeración, cabezales y soportes internos de acero al carbón, tubos de cobre estriados internamente para mejorar la eficiencia térmica. El evaporador tiene aislamiento térmico externo cubierto por un material resistente a rayos UV y la radiación térmica por el Sol. Los circuitos de agua y refrigerante del evaporador fueron probados a presión bajo normas de ASME. El evaporador está protegido contra el congelamiento por sensores de temperatura que forman parte del circuito eléctrico y control de la UGAH.

Compresores

Del tipo semiherméticos de tornillo, para arrancar descargados en estrella delta y diseñados para óptima operación bajo condensación por aire con un separador de aceite de tres etapas. El motor trifásico asíncrono, de dos polos, es enfriado por gas refrigerante y lubricado por aceite de alta viscosidad está protegido por sensores de temperatura PTC incorporados en el embobinado y las líneas de lubricación. El motor también tendrá protección contra la inversión de fases y dirección de rotación. Cada compresor está equipado con una válvula deslizante de posición infinita que le permita trabajar al 100% o a carga parcial.

Condensador

Los serpentines del condensador fabricados con aletas de aluminio y tubos de cobre, internamente estriados, incluyen una sección de sub-enfriamiento.

Ventiladores del condensador

Los ventiladores son del tipo axial, acoplados directamente a un motor eléctricamente conmutado (EC Fan) y controlado por el controlador de la UGAH; para reducir el nivel de ruido y ahorrar energía. Los ventiladores son balanceados de acuerdo con normas G66, 3 hasta DIN ISO 1940 parte 1.

Circuitos de refrigeración

Cada circuito incluye: válvula de expansión electrónica, filtro secador, válvula solenoide, válvula de cierre manual, sensores de alta y baja presión. La válvula de expansión será controlada por el microprocesador/controlador de la UGAH.

Panel eléctrico

El panel eléctrico cumple con normas UL o ICE IP54 (EN60204-1).

Está dividido en dos secciones, para controlar a cada uno de los dos circuitos de refrigeración por separado. El panel está ventilado por un ventilador que incorpora un termostato y resistencia eléctrica para trabajo hasta -5°C . El panel incluye todos los fusibles y contactores para proteger a todos los componentes eléctricos de la UGAH.

El panel eléctrico dispone de la configuración que permite alimentar con energía ininterrumpida proveniente de un UPS, que permite a los compresores arrancar después de un corte de energía en 45 segundos el primer compresor y 60 segundos el segundo compresor. Esta configuración es para eliminar el uso de tanques de almacenamiento de agua helada y prevenir la caída de servidores por falta de suministro de aire acondicionado de precisión.

Controlador

El controlador de la UGAH está diseñado para optimizar la operación silenciosa y propiciar el ahorro de energía del equipo, así como de las unidades CRAC/InRow. El controlador permite la operación fiable de las UGAH en las modalidades de: trabajo en grupo, cascada y súper saver. El controlador permite la monitorización remota vía WEB o por medio de un sistema BMS.

SISTEMA DE PRECISIÓN CON SISTEMA DE AGUA HELADA

El sistema de agua helada para el proyecto de precisión está compuesto por:

- **Dos** unidades generadoras de agua helada (UGAH) al **100%** de la capacidad total requerida, localizadas en el exterior; ubicado en el mezzanine de planta baja del edificio, una para operación y otra de respaldo.
- Cuatro bombas horizontales al 100% de la capacidad total requerida, dos para cada UGAH estando una de operación y una de respaldo, localizadas en el exterior; mezzanine de planta baja del edificio.
- Dos circuitos de redes de tuberías para agua helada, conectadas a un solo cabezal, una activa y una pasiva.
- Diez unidades InRow/CRAC para el área de áreas productivas 01, ocho de operación y dos de respaldo, arreglo N+2.
- Cinco InRow/CRAC para el área de áreas productivas 02, cuatro de operación y una de respaldo, arreglo N+1.
- Cinco InRow/CRAC para el área de áreas productivas 03, cuatro de operación y una de respaldo, arreglo N+1.
- Cinco InRow/CRAC para el área de áreas productivas 04, cuatro de operación y una de respaldo, arreglo N+1.
- Dos CRAC para el área de cuarto de UPS, uno de operación y uno de respaldo, arreglo N+1.
- Válvulas de control de tres vías (incluidas en el equipo InRow), válvulas de seccionamiento, válvulas de control 2 vías, elementos de balanceo y purga.
- Red de tuberías de alimentación de agua para humidificadores y red de condensados.

Para el caso del sistema de generación de agua helada, sistema de bombeo y red de tuberías de distribución de agua; la redundancia es de 2N.

El sistema de agua helada para equipos de precisión está compuesto por dos circuitos independientes de distribución – producción, cada circuito consta de una

unidad generadora de agua helada con condensador enfriado por aire con capacidad nominal de 614 KW (175 T.R.), cada uno equipado con dos compresores del tipo doble tornillo, operando con refrigerante ecológico R407C, se está considerando que la capacidad de cada UGAH sea suficiente para absorber la ganancia de calor total de los espacios acondicionados con equipos de precisión contemplando un arreglo de disponibilidad Nivel IV ICREA.

La operación del sistema de producción y distribución de agua helada se realizará de la siguiente manera:

El sistema general de agua helada cuenta con dos circuitos de distribución de agua

- SISTEMA 1: de operación continua y está integrado por una Unidad generadora de agua helada con free-colín UGAH-01, y un bombeo de velocidad constante (BAH-01-02) y red de tuberías de agua helada.
- SISTEMA 2: de respaldo o redundancia N+1 integrado por una UGAH-02 N+1, BAH-03-04 N+1 y red de tuberías de agua helada.

Los sistemas se encuentran entrelazados a través de las líneas de tubería de agua de inyección y retorno de agua helada mediante un bypass entre cada tubería, así como de un juego de válvulas de seccionamiento manual, que hacen posible la flexibilidad en cada sistema, diagrama de flujo. **Ver figura 5.7**

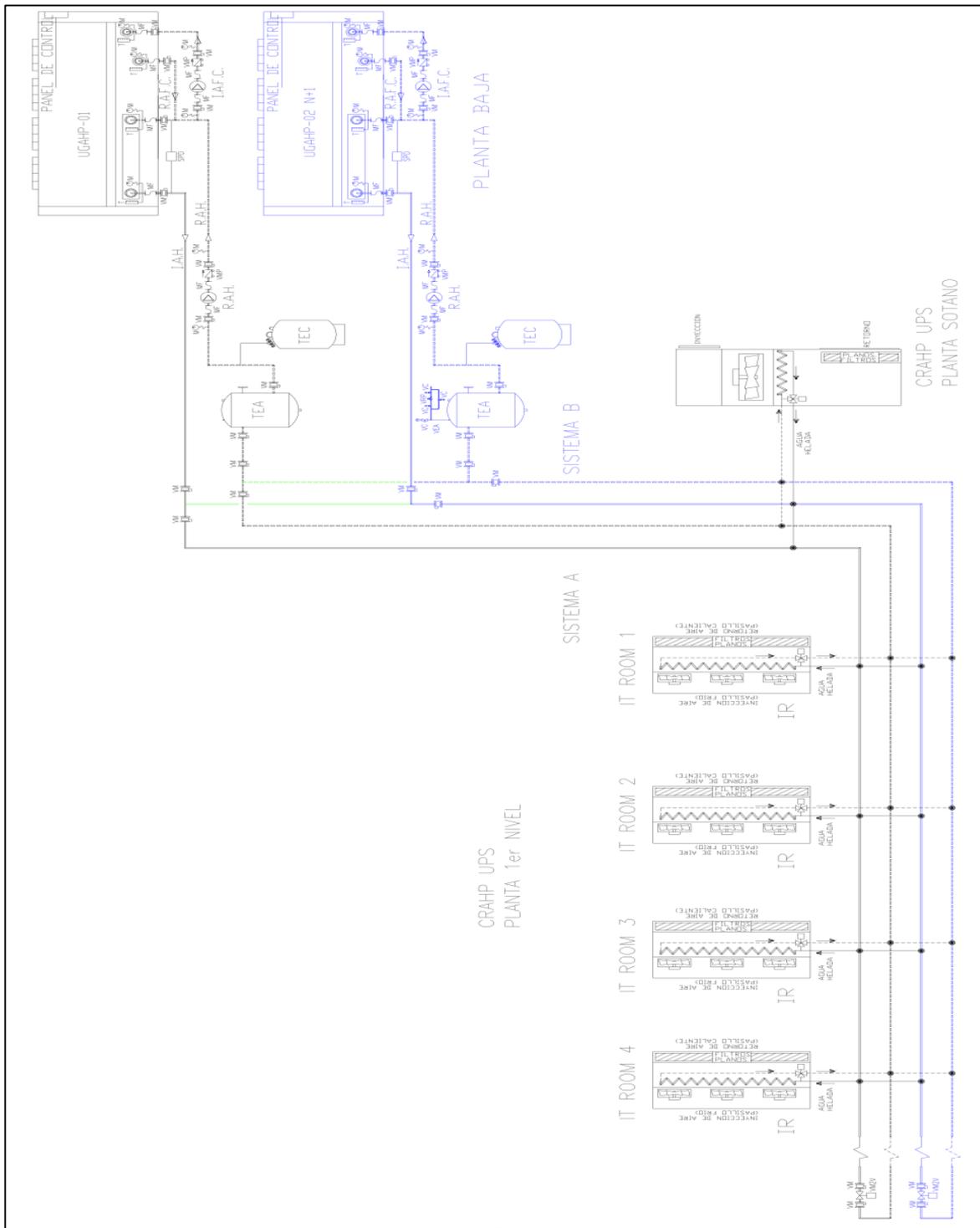


Figura 5.7. Diagrama de flujo de la UGAH

El funcionamiento del sistema 1 consiste en accionar el bombeo BAH-01, para tomar la carga de flujo de agua correspondiente según diseño. Una vez estabilizada la presión de trabajo del sistema (3 a 4 kg), la UGAH-01 entra en operación, para empezar a generar el agua helada que circula por el sistema a una temperatura de salida de 7.2°C aproximadamente, que será la que se suministrará hasta las unidades InRow que se encuentran en cada una de las áreas productivas para abatir la carga de los diferentes espacios a enfriar. El agua de retorno del sistema es succionada por la bomba y descargada a la UGAH-01 a una temperatura de 12.8 °C aproximadamente (para carga máxima simultánea).

En caso de falla en la bomba BAH-01, automáticamente deberá de entrar en operación la bomba de respaldo BAH-02, para tomar la carga del flujo de agua al 100% del sistema.

Cuando el UGAH-01 y BAH-01-02 del sistema 1 deje de operar, automáticamente la UGAH-02 N+1 y el BAH-02-03 comenzarán a operar y podrán utilizar la red de tuberías del sistema 2.

En caso de problemas en la red de tuberías del sistema 1, se podrá utilizar la red de tuberías del sistema 2 con la UGAH-01 y el sistema de bombeo BAH-01,02, realizando una operación de válvulas (Ver imagen 5.8) de la forma siguiente:

Se cerrarán las válvulas VP-021, VP-052 Y VP-003, VP-032 y se abrirán las válvulas VP-022, VBP-002, VP-051 y VP-002, VBP-001, VP-033.

En caso de operación con la red de tuberías del sistema 1 con el sistema UGAH-02 y sistema de Bombeo BAH-03,04 se realizarán las siguientes acciones:

Se cerrarán las válvulas VP-022, VP051 Y VP-002, VP-033 y se abrirán VP-021, VBP-002, VP-052 Y VP-003, VBP-001, VP-0032. **Ver figura 5.8**

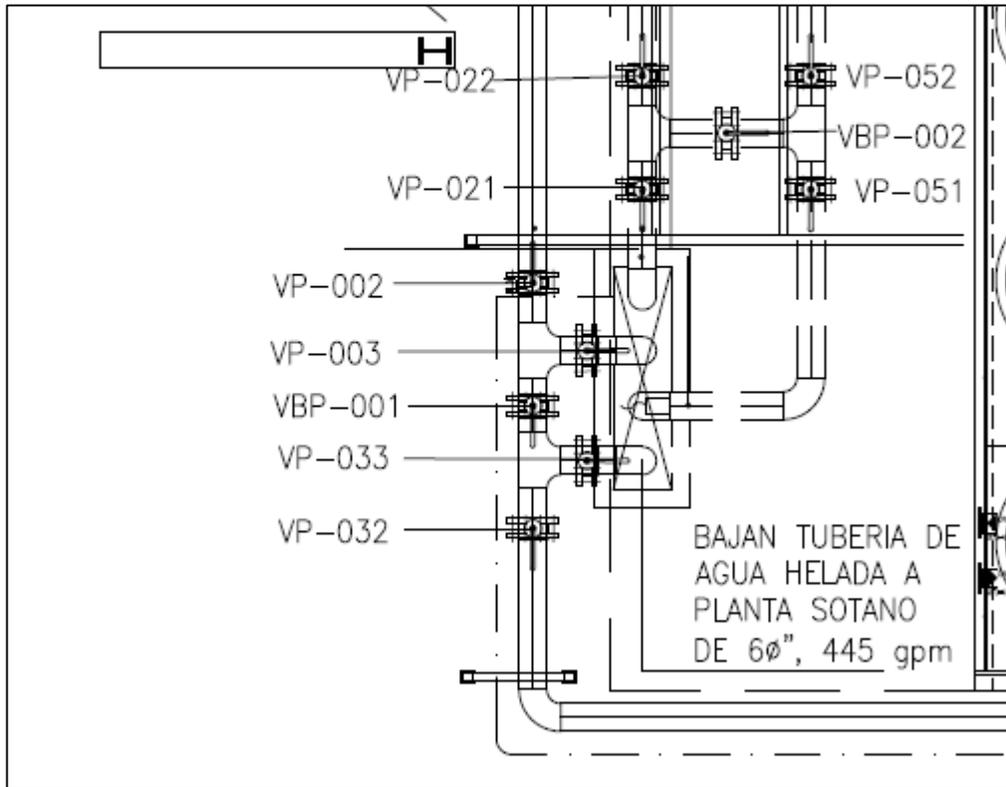


Figura 5.8. Ubicación y distribución de válvulas para suministro de agua

La válvula motorizada de dos vías modulante al final de la red de tubería opera por diferencial de presión, dicha diferencial será medida entre las líneas principales de inyección y retorno de agua helada por medio de un sensor de presión diferencial calibrado a 20 PSI de presión que simulan la carga de fricción en la red de tuberías que oponen al sistema, los equipos que se instalarán en la siguiente etapa a futuro y así mantener una presión constante en el sistema.

Cuando se tengan instaladas todos los InRow en las áreas productivas, la válvula quedará abierta al 100%; la idea de colocar estas válvulas es simular una carga de fricción en la red de tuberías para que el sistema de bombeo funcione dentro de su curva de operación y no se tengan problemas de calentamiento y amperaje elevado en los motores de las bombas.

En conclusión, el sistema diseñado es muy flexible para operación ya que cualquiera de las dos unidades generadoras de agua helada puede funcionar con los dos

circuitos “1” y “2”; únicamente realizando una secuencia de apertura y cierre de válvulas. **Ver figura 5.9**

El sistema no opera con las dos UGAH al mismo tiempo, la operación normal del sistema es utilizando una unidad generadora de agua helada y las unidades manejadoras de aire. Es posible que se operen los dos equipos alternadamente con las secuencias de operación de las bombas y válvulas de control, tomando en cuenta la capacidad mínima de operación de los equipos centrales, horas de operación, programa de mantenimiento, etcétera.

Se presenta la descripción del equipo Chiller utilizado para el funcionamiento del CPD.



Figura 5.9. Chiller (UGAH) UNIFLAIR

La nueva gama de UGAH y bombas de calor AQUAFLAIR cuenta con tecnología de última generación que garantiza la máxima fiabilidad, seguridad, funcionamiento silencioso y el respeto por el medio ambiente.

FIABILIDAD: El funcionamiento sin problemas de las UGAH de precisión Uniflair está garantizada por rigurosos controles de procesos de producción en virtud de los procedimientos de calidad ISO 9001 certificado:

- Control de calidad de los componentes

- Pruebas de presión de circuitos frigoríficos y el agua
- Las pruebas de absorción de corriente y las pruebas de seguridad IEC
- Calibración y pruebas de instrumentos y dispositivos de seguridad
- La prueba final de la unidad en condiciones de funcionamiento

Seguridad activa: sistemas de seguridad y control UNIFLAIR tienen una supervisión y función de prevención con:

- Bloqueo automático de los componentes en condiciones peligrosas
- Indicación del estado de la función; la lectura y la visualización continua de la temperatura del fluido que circula
- Gestión de compresor de la creación de empresas para reducir la conmutación excesiva
- Compresor de iniciar la sincronización para reducir unidad de corriente total puesta en marcha
- Indicación de las condiciones y / o alarmas de funcionamiento

Seguridad pasiva: las funciones esenciales de las UGAH UNIFLAIR están protegidos contra las condiciones anormales de función y daño potencial por:

- Interruptores de alta y baja presión en el circuito refrigerante (HP con manual re-set)
- Válvula de seguridad en la línea de refrigerante a alta presión
- Protección anticongelante para evitar la congelación del evaporador, bomba y tanque
- Protección eléctrica del motor compresor
- Seguridad circuito de agua (con el grupo de bomba opcional)
- Calentador del cárter del compresor

Seguridad personal: el diseño y el cableado de todos los enfriadores UNIFLAIR se ajusta a las normas electrotécnicas IEC. Cuadros eléctricos tienen circuitos auxiliares de 24VDC y están equipadas con:

- Interruptor general e interruptor de bloqueo de la puerta
- Interruptores automáticos del interruptor
- Panel de protección doble en el compartimento del ventilador

Los ventiladores están protegidos en ambos lados por una rejilla metálica externa que se ajusta a las normas de seguridad aplicables.

Esta unidad se ha construido para la instalación al aire libre y, por tanto, con un libre flujo de aire a la bobina de condensación.

El flujo de aire aspirado por los ventiladores a través de la bobina de condensación no debe ser bloqueado con el fin de no afectar la eficiencia de la unidad y evitar los dispositivos de seguridad que intervienen.

En cualquier caso, las normas de seguridad vigentes en el lugar de la instalación deben ser respetadas, así como el mínimo de las distancias indicadas, también deben ser respetadas para cualquier tipo de mantenimiento que se lleve a cabo. **Ver figura 5.10**

Evite la instalación en ambientes particularmente agresivos (en este caso, por favor póngase en contacto con Uniflair para su posible solución técnica).

Las gomas o resortes de los soportes antivibratorios (ambos opcionales) reducen la transmisión de vibraciones a la loza de apoyo.

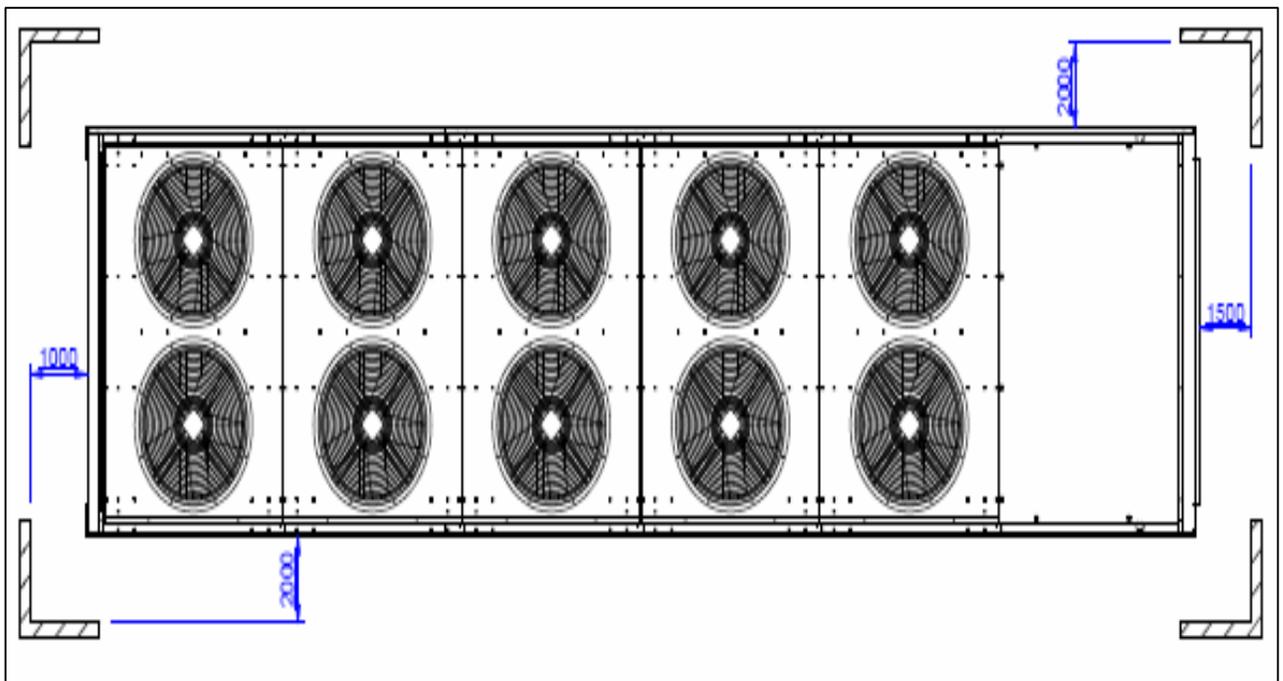


Figura 5.10. Distancias mínimas de instalación del equipo

Soportes antivibración

Para reducir las vibraciones, las unidades AQUAFLAIR bajo requerimiento del cliente se suministran con apoyo antivibratorio. Uniflair ha seleccionado soportes de resorte para sus unidades. Se componen de acero C72 pintados con epóxico, las bases están hechas de elastómero con un inserto de metal. **Ver figura 5.11.**

Estos soportes permiten rendimiento considerable sin dejar de ser muy compacto. Como resultado, son particularmente eficientes en aislante para frecuencias bajas, típico de las máquinas, tales como refrigeradores funcionando a bajas revoluciones.

Además, su diseño les permite ser utilizado en ambientes particularmente difíciles y/o ambientes agresivos. Los soportes son altamente resistentes a aceites, corrosión y altas temperaturas.

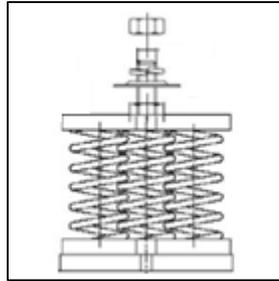


Figura 5.11. Soporte anti-vibración

Llenado del circuito de agua. Una vez que la unidad está conectada a la instalación del usuario es posible proceder con el llenado de agua (o agua+glicol), permitiendo que el aire presente en las tuberías se escape por medio de las válvulas predispuestas.

Para los modelos con free-cooling (BREF) se deben quitar los paneles en el lado derecho de la unidad y deje que el aire se escape a través de las válvulas de tornillo apropiado como se indica en los siguientes diseños. **Ver figuras 5.12 y 5.13.**

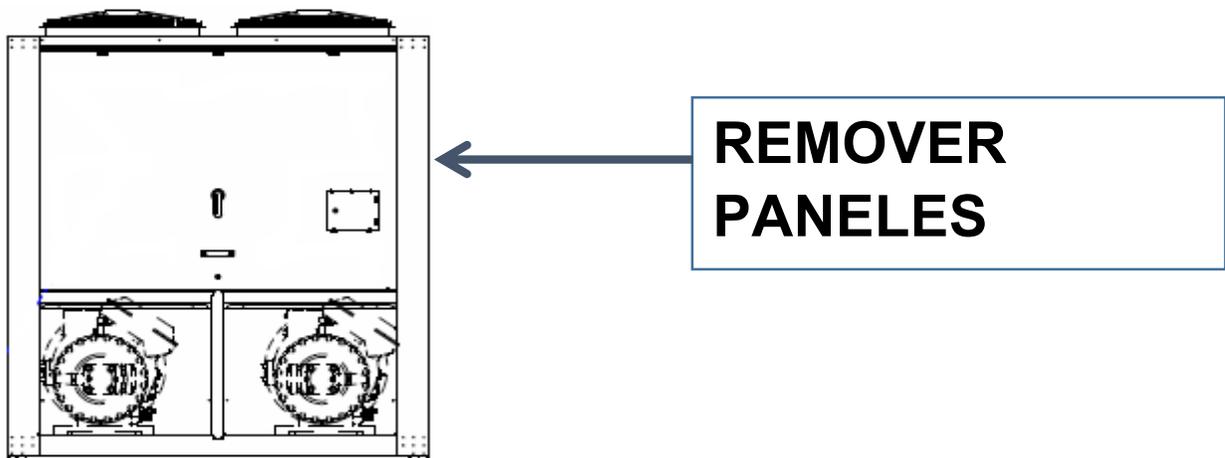


Figura 5.12. Ubicación de paneles

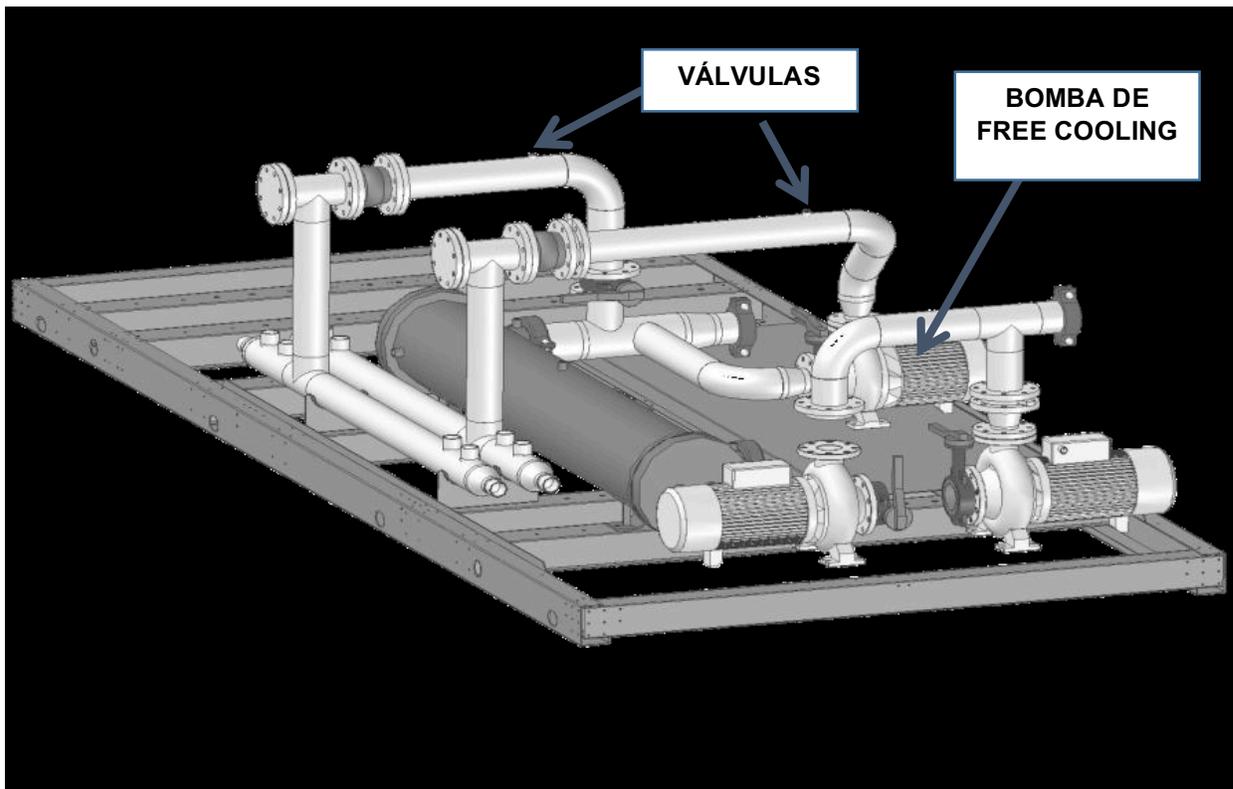


Figura 5.13. Diseño con sistema free cooling

Durante la fase de llenado del circuito sin refrigeración también es necesario para permitir que el aire escape por los tubos encima de la bomba para evitar la cavitación y cualquier daño consecuente a la bomba.

El free cooling o enfriamiento natural, consiste en aprovechar las bajas temperaturas exteriores para enfriar una estancia o lugar, o incluso enfriar un líquido para su uso en aplicaciones industriales.

Los sistemas de free cooling más habituales son un conjunto de instalaciones de climatización y ventilación que permiten la utilización del aire exterior, debidamente filtrado, para acondicionar los espacios, en vez de enfriar con el aire recirculado del interior, usando un equipo de producción de frío.

Parece claro que estos sistemas son un complemento de los sistemas de acondicionamiento de aire que consiguen utilizar el aire exterior para refrigerar las distintas zonas. Es una de las tecnologías más eficientes que se pueden utilizar en sistemas de frío.

El sistema toma el aire exterior para aprovechar su baja entalpía cuando las condiciones exteriores son favorables. En otras palabras, el *free cooling* entra en funcionamiento cuando se desea refrigerar una estancia y el aire exterior está a menos temperatura que el aire que se extrae de la misma. En esta situación se abren unas compuertas que permiten la entrada del aire exterior y una vez filtrado se impulsa hacia el local.

Como vemos es preciso que el aire exterior tenga menos temperatura, o una entalpía inferior, a la temperatura del local. Estas situaciones son muy habituales en grandes periodos del año.

En el caso de este proyecto donde se cuenta con un gran volumen de equipos activos y alta densidad de carga, las temperaturas se elevan fácilmente y es normal que la temperatura del aire exterior sea más baja. **Ver figura 5.14.**

Durante el funcionamiento del sistema **pueden darse tres situaciones distintas:**

1. La temperatura del aire exterior es menor que la temperatura del aire de inyección. En este caso el sistema modula las compuertas hasta lograr una mezcla de aire exterior y aire de retorno con la temperatura de refrigeración deseada. Así obtenemos refrigeración de forma *gratuita*.
2. La temperatura del aire exterior es mayor que la temperatura del aire de inyección, pero menor que la temperatura del aire de retorno del local. En esta situación el sistema de frío debe trabajar hasta bajar la temperatura exterior para alcanzar la temperatura de inyección.
3. La temperatura del aire exterior es mayor que la temperatura de retorno del CPD. Si se quiere refrigerar la sala se tendrá que poner en funcionamiento el sistema de aire acondicionado convencional.

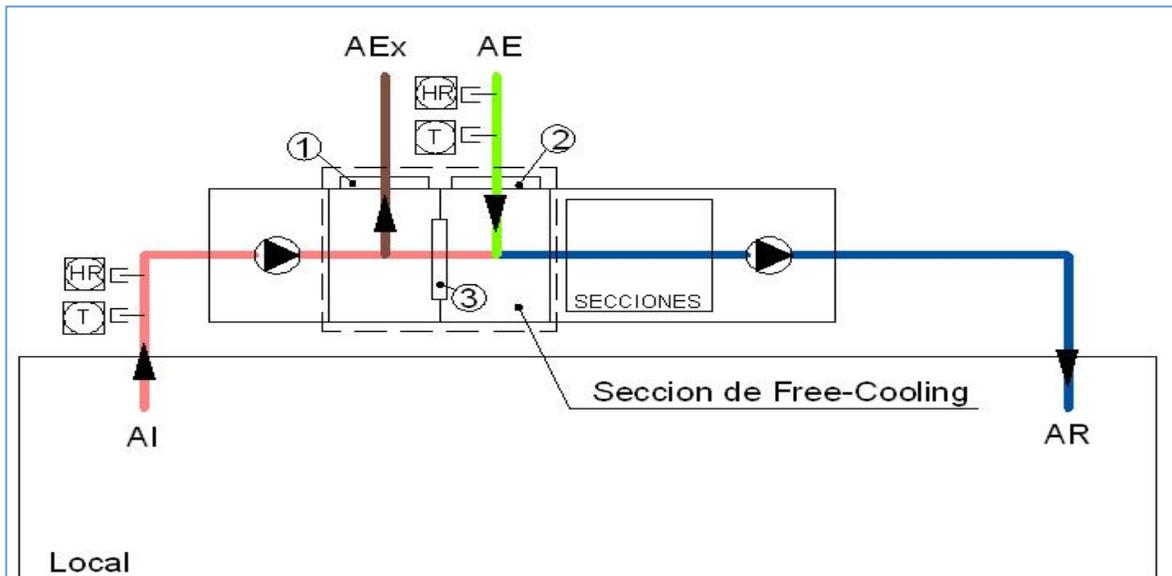


Figura 5.14 Funcionamiento de un sistema de free-cooling (economizador)

Lógica de operación

- (1) Compuerta de expulsión de aire
- (2) Compuerta de toma de aire exterior
- (3) Compuerta de by-pass

En condiciones extremas (verano), la compuerta de retorno de aire (3) permanece abierta al máximo mientras que las compuertas (1) y (2) se cierran para asegurar un mínimo caudal de aire de renovación. Hay que hacer notar que la posición mínima de las compuertas (1) y (2) será aquella que asegure el caudal mínimo de aire exterior en el edificio de acuerdo con lo establecido por la normativa.

Cuando las condiciones del aire exterior (AE) son adecuadas, se abren las compuertas (1) y (2) y se cierra la compuerta de by-pass (3). Por condiciones adecuadas, se entiende aquellas en las que la energía (sensible o total dependiendo qué si sólo tenemos opción de controlar la temperatura o temperatura y humedad) sea menor que la del local.

Las compuertas (1) y (2) están enclavadas de manera que cuando una abre también abre en la misma proporción y viceversa. Asimismo, y en esa misma medida la

compuerta (3) también ha de estar enclavada de manera que cuanto más abre la compuerta (1) y (2), la compuerta (3) se cierra.

5.4 Enfriamiento Convencional Inundación

La capacidad del equipo deberá calcularse considerando una carga térmica:

Consideraciones de carga térmica por zonas dentro del CPD contarán con aire acondicionado integrado por:

- Cuarto UPS: unidad manejadora de aire de precisión con descarga up flow de 37.20 kW (10.5 T.R.)
- Área productiva 1: 10 unidades de enfriamiento de alta densidad (InRow) de 40.8 kW (11.8 T.R.).
- Área productiva 1: 5 unidades de enfriamiento de alta densidad (InRow) de 40.8 kW (11.8 T.R.).

Área 1

En esta área se tendrá una disipación térmica promedio por unidad de 3 kW por gabinete.

- Para esta área del CPD se usaron unidades perimetrales conocidas como InRow para su enfriamiento.
- Colocadas en las áreas de servicio destinadas para ello.
- Deberán usar agua helada suministrada por los UGAH
- Se colocó un sistema de detección de derrame de líquidos en la trayectoria de esta tubería.
- Se deberán de fijar mediante sistemas antisísmicos al piso firme.
- Su alimentación será de 480 V.
- Alimentados de los tableros respaldados de los grupos electrógenos.
- Todo el equipo deberá tener las tarjetas necesarias para ser monitorizados por el sistema principal.

Área UPS

En esta área se albergarán equipos UPS la inyección del aire será al ambiente por la parte superior (up flow) del cuarto para respetar la convención natural, pero se deberá de contemplar que las rejillas de inyección este alineadas con los pasillos y el flujo del aire será paralelo a las filas, con la intención de disminuir obstrucciones y turbulencias. **Ver figura 5.15.**

La unidad manejadora para el cuarto de UPS estará formada por un módulo de filtros planos desechables con una eficiencia MERV 7, serpentín de enfriamiento

para trabajar con agua helada, una sección de manejo de aire con un ventilador ECFAN que descargan el flujo de aire por medio de una red de ductos de inyección requerido por el sistema. El retorno del aire será directamente por la parte frontal de la unidad manejadora de aire.

Se presenta ficha técnica de los equipos instalados en área de UPS



Figura 5.15. Equipos Uniflair (Leonardos)

Unidades de expansión directa enfriadas con aire con refrigerante R410A

Ventiladores curvados hacia atrás de acoplamiento directo o ventiladores curvados hacia atrás de acoplamiento directo y conmutación electrónica (ECF).

Gama: desde 5 toneladas de refrigeración hasta 30 toneladas de refrigeración

Alimentación eléctrica: 480/3F/60Hz.

Los climatizadores Leonardo de precisión por agua helada han sido diseñados para entornos en los que se usan aparatos tecnológicos: centrales telefónicas, CPD y salas de transmisión.

Precisión y fiabilidad, gran eficiencia energética, múltiples configuraciones, ahorro energético, dimensiones compactas, software inteligente, conectividad, extraordinarias prestaciones, respeto por el medio ambiente.

Características principales

Los equipos Leonardo se caracterizan por su elevada fiabilidad y ahorro energético. La gama de agua helada está disponible en versiones downflow (TDA*), con descarga del aire hacia abajo, y upflow (TUA*), con descarga del aire hacia arriba.

Dicha gama garantiza la posibilidad de controlar la temperatura y la humedad relativa del entorno gracias al sistema de control mediante microprocesador Uniguard que permite una gestión del control tanto remoto como local. La conexión de la tarjeta LAN a la red de área local de los climatizadores Leonardo es integrada y permite controlar más de 10 unidades en la misma habitación. Estos vienen integrados con un microprocesador software exclusivo Uniflair que permite el control inteligente de la dehumidificación.

Los equipos Leonardo permiten seleccionar la velocidad del ventilador de acuerdo con el ESP necesario para el sistema aerúlico gracias a las posiciones autotransformadoras de las unidades T*AR o directamente mediante el microprocesador en las unidades T*AV equipadas con ventiladores EC. Los climatizadores Leonardo ocupan poca superficie en el suelo gracias a su diseño optimizado que permite un acceso frontal total para el mantenimiento de la unidad. Los climatizadores Leonardo han sido diseñados para integrarse con los sistemas de supervisión más corrientes.

Unidades enfriadas con agua

Ventiladores curvados hacia atrás de acoplamiento directo o ventiladores curvados hacia atrás de acoplamiento directo y conmutación electrónica (EC).

Gama: Desde 5 T.R. hasta 45 T.R.

Alimentación eléctrica: 208-230 / 3 / 60 Hz.

Los climatizadores Leonardo™ de precisión, enfriados con agua, han sido diseñados para entornos en los que se usan aparatos tecnológicos: centrales telefónicas, almacenes de datos y salas de transmisión.

5.5 Enfriamiento en fila INROW

Las unidades están asociadas a un rack por motivos de diseño. Se montaron directamente al lado de los racks. Las vías de circulación de aire son muy cortas

y precisas. Se puede aprovechar toda la capacidad nominal de las unidades de CRAC y se puede alcanzar la máxima densidad de potencia

Se proyectó instalar un sistema modular, distribuido de enfriamiento de refrigeración por agua helada, cuyo caudal de aire y capacidad de enfriamiento modulen entre el 10 y el 100% de capacidad para abatir y controlar con precisión calor sensible y calor latente.

El sistema proporciona la refrigeración necesaria únicamente para el área del CPD “producción”. El sistema podrá ser usado bajo arquitectura de pasillo abierto o confinado para aprovechar al máximo su capacidad de enfriamiento.

El sistema se construyó de la más alta calidad, ingeniería y fabricación los Equipos deberán de ser fabricados para servicio de Interior, con las preparaciones necesarias para recibir un sistema de alimentación trifásico a cuatro hilos, en 480 VCA, 60 Hz, con los soportes mecánicos y aislamientos adecuados para resistir como mínimo, los esfuerzos y temperaturas generados respectivamente.

Para los áreas productivas 1 y 2 contarán con aire acondicionado integrado por unidades de enfriamiento de alta densidad (InRow) operando con agua helada, diseñada para maximizar el nivel de enfriamiento sensible y proporcionar un alto nivel de eficiencia en el funcionamiento, controlando la humedad mediante humidificadores con contenedor y recuperación eléctrica de calor, las cuales se intercalan en la hileras de racks proporcionando el enfriamiento necesario a través del suministro de aire necesario por los ventiladores integrados en la unidad en el pasillo frío de acuerdo con la demanda de disipación de calor generado por cada uno de los racks en el pasillo caliente. Estos equipos cuentan con todos los elementos necesarios para su correcta operación.

Estos equipos InRow para expansión directa están diseñados de manera de acercar el enfriamiento a la carga informática donde se origina el calor. Este diseño impide la recirculación de aire caliente al tiempo que mejora la productividad del enfriamiento y le permite al usuario invertir en el entorno en función del crecimiento del negocio. Estos equipos integran diferentes configuraciones, autónoma, con enfriamiento por fluidos, con enfriamiento por aire, con o sin control de la humedad y satisfacen los requisitos diversos de gabinetes, salas de servidores y centros de datos.

Los controles inteligentes de los productos InRow para expansión directa ajustan activamente la velocidad de ventilación y el flujo de refrigerante según la carga térmica de los equipos informáticos con el fin de maximizar la eficiencia y dar respuesta a las exigencias dinámicas de los entornos informáticos actuales.

Diseño modular. El diseño modular proporciona soluciones escalables para aumentar los niveles de refrigeración a medida que crece la demanda.

Densidades escalables. Las densidades escalables permiten ofrecer refrigeración a densidades más altas mediante la integración del Sistema de contención de pasillo caliente con una arquitectura por hilera.

Disponibilidad. Controles de respuesta activa - Monitoriza y ajusta de forma activa la capacidad de enfriamiento a fin de garantizar temperaturas adecuadas de entrada a los servidores. Mediante el controlador del microprocesador se brinda un panorama del funcionamiento e integridad de la unidad.

Patrón de refrigeración predecible - Al ubicar la unidad en la hilera de racks se acerca la fuente de refrigeración a la carga térmica. Así se elimina la mezcla de aire y se ofrece una arquitectura de refrigeración predecible.

Control de temperatura en la entrada del rack - Reduce el riesgo de generación de concentraciones de calor en cada rack.

Manejabilidad. Integración de sistemas para administración de edificios - Envíe alarmas y puntos de datos que le permitan administrar la infraestructura crítica del edificio desde un solo sistema.

Controlador de microprocesador - Incluye control inteligente, control de respuesta activa y monitoreo en tiempo real. El sistema es controlado por un microprocesador que proporciona funcionalidad de control de alto nivel e interfaz humana por medio de una pantalla alfanumérica de cuatro líneas y ochenta caracteres.

Monitoreo de capacidad en tiempo real - Visualización en tiempo real de capacidad de enfriamiento actual y disponible.

Funcionabilidad. Facilidad de acceso para el mantenimiento - Los equipos en hilera permiten reemplazar o reparar todos los componentes con aptitud para el mantenimiento en el pasillo caliente o frío.

Costo total de propiedad

Arquitectura para hileras. Capta el aire caliente extraído directamente de los equipos informáticos, y así aumenta la capacidad de enfriamiento sensible de la unidad por encima de los niveles ofrecidos por las arquitecturas de enfriamiento tradicionales.

Ventiladores con velocidad variable. Los ventiladores con velocidad variable reducen el consumo de energía durante los períodos en que baja la necesidad de refrigeración.

Este sistema propuesto es para disminuir el riesgo de calentamiento en las áreas de servidores, está basado en el sistema tradicional de UGAH, pero será revisada cualquier otra propuesta que cumpla la misma función, así como la disminución del valor del PUE. Puede desarrollar y explicar el uso de:

- Tanque de agua congelada.
- UGAH con tecnología de congelamiento.

Las características que se proponen para el tanque son:

- Material acero inoxidable.
- Aislado con mineral, acabado de fibra de vidrio, poliuretano.
- Forro adecuado para mantener la temperatura interna.
- Calculado para que contenga la suma del total de los UGAH
- El flujo de agua de todos los UGAH deberá ir directo al tanque solicitado.
- Este sistema deberá considerar Bypass para que se vaya a la tubería de inyección directa en caso de falla del tanque.

Se presenta ficha técnica de los equipos instalados en área 1. **Ver figura 5.16.**



Figura 5.16. Inrow RP ACRP501

Unidad de agua helada InRow RP, 460-480 V, 60 Hz. Enfriamiento estrechamente acoplado con agua helada para centros de datos medianos y grandes.

Funcionabilidad. Facilidad de acceso para el mantenimiento.

Los equipos en hilera permiten reemplazar o reparar todos los componentes con aptitud para el mantenimiento en el pasillo caliente o frío.

Disponibilidad. Controles de respuesta activa.

Monitorización y ajuste de forma activa la capacidad de enfriamiento a fin de garantizar temperaturas adecuadas de entrada a los servidores. Mediante el controlador del microprocesador se brinda un panorama del funcionamiento e integridad de la unidad.

Patrón de refrigeración predecible. Al ubicar la unidad en la hilera de racks se acerca la fuente de refrigeración a la carga térmica. Así se elimina la mezcla de aire y se ofrece una arquitectura de refrigeración predecible.

Conexiones para agua helada en las partes superior e inferior. Permite la conexión del agua helada desde la parte superior, si la canalización se encuentra en altura, o desde la parte inferior, cuando la canalización está en el piso elevado.

Control en la entrada del rack. El control en la entrada del rack garantiza un nivel adecuado de temperatura en la entrada de los equipos de IT.

General:

- Patrones de descarga de aire: Horizontal
- Circulación de aire: 2831.68 litros por segundo
- Capacidad de la bomba de condensado: 0.008 litros por segundo
- Valor de humidificación: 6.6 libras/hora
- Aire de toma: retorno posterior
- Temperatura mínima de entrada de agua: 7.0 °C

Entrada:

- Cantidad de cables de alimentación: 2
- Frecuencia de entrada: 60 Hz +/- 3 Hz
- Energía de entrada: 14000.0 watts
- Tipo de enchufe: hard wire 4-wire (3PH + G)

Altura del equipo: 42 unidades de rack

Panel de control: Estatus multifuncional LCD y consola con control

Físico:

- Color, negro
- Dimensiones de profundidad máxima: 1070 mm, 107.0 cm
- Dimensiones de altura máxima: 1991 mm, 199.1 cm
- Peso neto: 352.73 kg
- Unidades por tarima: 1.0
- Altura del rack: 42 U
- Profundidad del bulto: 1137 mm, 113.7 cm
- Altura del bulto: 2166 mm, 216.6 cm
- Peso de embarque: 463.18 kg
- Ancho del bulto: 850 mm, 85.0 cm
- Dimensiones de anchura máxima: 600 mm, 60.0 cm

5.6 Free-Cooling

¿Qué entendemos por “free-cooling”? Quizás una buena definición podría ser: “Sistema de reducción del consumo energético para enfriamiento gratuito del CPD a acondicionar que toma el aire exterior para aprovechar su baja entalpía cuando las condiciones exteriores son favorables. Lo cual disminuye el uso de los equipos de climatización.”

Es un método económico de la utilización de bajas temperaturas de aire exterior para ayudar en la climatización por agua, que luego se puede utilizar en este caso para procesos la climatización del CPD. El agua fría se puede utilizar inmediatamente o almacenarse para el corto o largo plazo. Cuando las temperaturas exteriores son más bajas en relación con la temperatura interior, este sistema utiliza el aire fresco al aire libre como fuente de climatización libre. De esta manera, el sistema reemplaza el enfriador en sistemas de climatización tradicionales, y lograr el mismo resultado de enfriamiento.

Cuando la temperatura del aire ambiente se reduce a una temperatura determinada, una válvula de modulación permite que toda parte del agua fría ejecute a través del sistema de free-cooling, que utiliza menos energía y utiliza la baja temperatura del aire del ambiente para enfriar el agua en el sistema.

En los meses de invierno, los grandes CPD en los interiores pueden necesitar enfriamiento, el free-cooling puede ser utilizado generalmente en el final del otoño, invierno y principios de primavera.

El free-cooling es un sistema de climatización que aprovecha la cantidad de energía que un sistema intercambia con su entorno del aire exterior, cuando las condiciones son favorables, para disminuir el uso de los equipos de climatización.

Pueden darse tres condiciones de operación de free-cooling:

- La temperatura del aire exterior es menor que la del aire de impulsión: El sistema modula las compuertas hasta lograr que la mezcla del aire exterior con el aire recirculado alcance la temperatura deseada, siendo innecesaria la producción de frío.
- La temperatura del aire exterior es mayor que la temperatura del aire de impulsión, pero menor que la del aire de retorno del local: el sistema frigorífico debe operar parcialmente para bajar la temperatura del aire exterior que se introduce en un 100% hasta alcanzar la temperatura de impulsión requerida por el local. Cuando la temperatura del aire exterior alcanza a la del local se alcanza el límite del enfriamiento gratuito.
- La temperatura del aire exterior es mayor que la temperatura del aire de retorno del CPD: la instalación funciona en forma convencional, para satisfacer las necesidades de ventilación del local.

El free cooling es aplicable en diversos casos, como, por ejemplo, climatización de grandes superficies comerciales, laboratorios de investigación, edificios de oficinas y en nuestro caso los CPD.

Los sistemas free-cooling estándar operan con temperaturas fijas del agua para el modo de operación en compresor de 35 °C a temperaturas ambiente altas y alrededor de 7 °C en el modo de free-cooling a temperaturas ambiente bajas.

El período de utilización del modo free-cooling está limitado por el número de horas por año en que la temperatura del aire ambiente es de 3 °C o más bajo y lo que puede producir la suficiente agua a 7 °C es muy poco. Se debe entender, que este sistema opera como un sistema de agua helada en modo de free-cooling. La capacidad de enfriamiento de un sistema de agua helada depende de la temperatura del agua, a una temperatura de agua elevada, se reduce la capacidad refrigerante.

Un CPD operando a carga parcial del 60% también únicamente requiere del 60 % de capacidad refrigerante. El sistema de aire acondicionado en modo de free-cooling puede producir este 60 % de capacidad refrigerante ya a una temperatura mucho mayor en el agua de 16 °C y esta temperatura del agua puede ser alcanzada con una temperatura ambiente de 14 °C. ¿Qué significa esto para un período de free-cooling por año?: en Londres, 32% = 2,800 horas por año la temperatura está debajo de 7 °C mientras que 74% = 6,500 horas por año está debajo de 14 °C. Esto

significa que hay 3,750 horas o 154 días por año disponibles para free-cooling. Sistemas tradicionales operan ya en modo mixto e incluso la operación total del compresor a estas temperaturas ambiente.

La mayoría de los CPD son diseñados con redundancia a base de los equipos en stand-by para sustituir a unidades de climatización en caso de mantenimiento o falla. Para ahorro de energía las unidades de stand-by están diseñadas para ser apagadas en secuenciamiento en tanto no sean necesarias para manejar la carga refrigerante. El uso de los ventiladores del tipo EC de alta eficiencia permite el control de la velocidad de los ventiladores. *Las leyes de los ventiladores dictan que el volumen de aire es directamente proporcional a la velocidad del ventilador y que la potencia es un cubo de la velocidad.*

Ver figura 5.17

Por lo tanto, operando las unidades de “stand-by” a una velocidad reducida (volumen de aire) la potencia total consumida se reduce drásticamente. Es más eficiente desde el punto de vista de energía operar todas las unidades incluyendo las unidades de “stand-by” a una baja velocidad que apagar o apagar por secuenciamiento las unidades. Esta técnica también provee una más uniforme y predecible distribución a través del piso blanco. En caso de que una unidad de aire acondicionado se apague, las unidades restantes acelerarán su velocidad de ventilador automáticamente para asegurar una total circulación de aire.

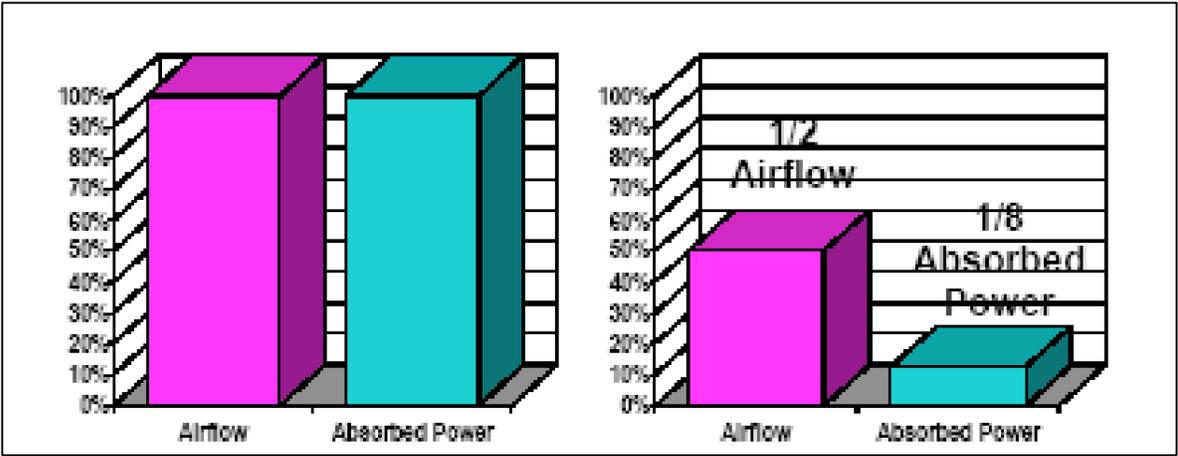


Figura 5.17 Manejo de las unidades “stand-by” y la ley del cubo

5.7 Piso Verdadero y Prácticas De Diseño

Existen diferentes tipos de pisos en los cuales se puede llegar a aplicar conforme a los requerimientos del diseño.

Un CPD concentra una gran cantidad de cables procedente de la red de datos, la red de telefonía, la red de energía eléctrica, las computadoras con servicios implementados (servidores), los cables procedentes de los servicios externos como datos y telefonía, además de los sistemas de seguridad que se implementan para asegurar su buen funcionamiento.

Todo ello requiere de un ambiente que sea flexible al mantenimiento operativo, así como el crecimiento en número de conexiones o número de servicios, que permita una temperatura de operación adecuada, regulada y controlada, manteniendo un adecuado nivel de seguridad física y lógica.

Dentro de este marco, el piso técnico comúnmente llamado piso falso, es una parte importante del CPD, porque ayuda en los temas de gestión del cableado de datos, voz y energía, también en la gestión de la distribución de la climatización, y asegura el crecimiento ordenado en la infraestructura informática, por consiguiente, contribuye al trabajo continuo inherente a todo el CPD.

Uno de los tipos de pisos de los cuales se puede llegar a implementar es el piso técnico antiestático, que suele funcionar como piso elevado, esta funcionalidad puede ser aprovechada, mismo que servirá para trayectorias de canalizaciones y principalmente como cámara plena baja de inyección de aire de los equipos que se ubicarán al exterior de las salas, cuando aplique su instalación. El interior para canalizaciones al igual que es el lugar que puede ocupar la alimentación de aire para los equipos que lo requieren.

Piso Técnico

Los pisos técnicos tienen tres componentes fundamentales baldosas, pedestales y rejillas, mismos que deben estar contruidos y cumplir bajo las siguientes normas internacionales descritas:

NFPA 99 y ANSI/ESD Normas de resistencia eléctrica y Control de estática.

NFPA 255 y ASTM E84 Normas de resistencia al Fuego.

NFPA 75 Normas para construcción de CPD, mínimamente las placas deben ser de 610mm x 610mm x 36mm de espesor, formadas por panel de concreto aligerado de alta densidad, dichas placas están rodeadas perimetralmente por una cinta de PVC adherida en los cantos. Las placas deben ser antitérmicas, poseer insonorización lateral igual a 46 dB nivel de ruido de impactos normalizado 54/66 dB y aislamiento

al ruido de impactos +9/- 3dB. el peso total de la placa debe ser 9.1Kgf, las placas deben tener una conductividad eléctrica menor a los 10 ohm.

Regularmente el piso falso será del tipo modular de 61 cm x 61 cm desmontable construido con materiales anti fuego con una capacidad de carga no menor a 450 Kgf/m²., con una deflexión máxima de 0.025 m.

Los módulos deben ser construidos con alma de concreto aligerado, materiales anti fuego, antiestático y con pedestales con fijación atornillada al firme, que tengan la capacidad que nos permitan contener la carga de los gabinetes y equipos instalados en los mismos. Las alturas requeridas son de NPT (nivel de piso terminado) hacia el piso falso 60 cm. libres, más 3.5 cm de espesor de placa de piso falso (espesor depende de marca).

Se requiere placas de piso perforado de alto desempeño de 61x 61 cm. para la difusión y salida de aire al ambiente y hacia los equipos, con tratamiento antifuego. Las alturas serán las mismas requeridas que el piso falso.

Para ello el diseñador deberá desarrollar el cálculo para el % de área abierta de las perforaciones conforme a los equipos y a la disipación de los mismos.

- Componentes del piso técnico
- Baldosas (**ver figura 5.18.**)
- Pedestal metálico (**ver figura 5.19.**)
- Travesaños (**ver figura 5.20.**)
- Rampas (si aplica)
- Escalones y remates (si aplica)

También existe otro tipo de piso que se puede utilizar para casos de diseño en los cuales no se pueda integrar el piso técnico ya antes descrito el cual fue el que se implementó en este proyecto.

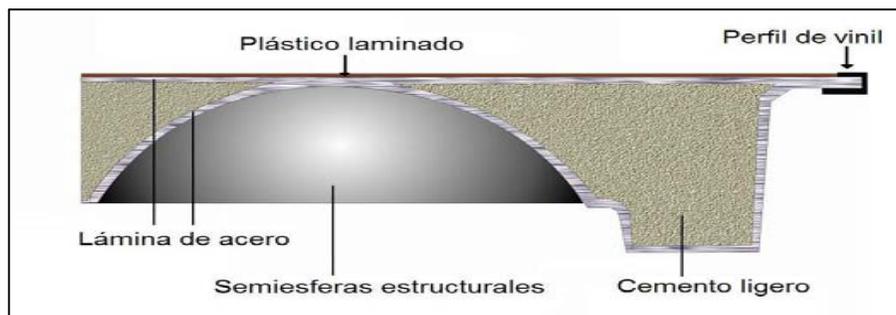


Figura 5.18 Componentes de la baldosa/piso técnico

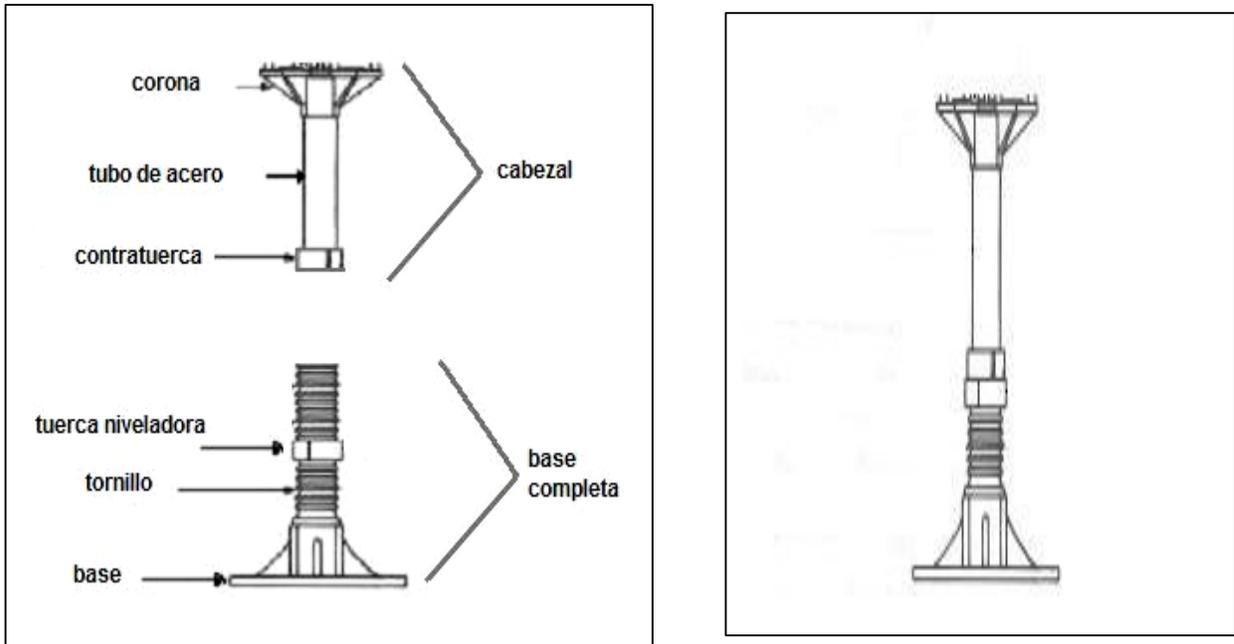


Figura 5.19 Componentes del pedestal

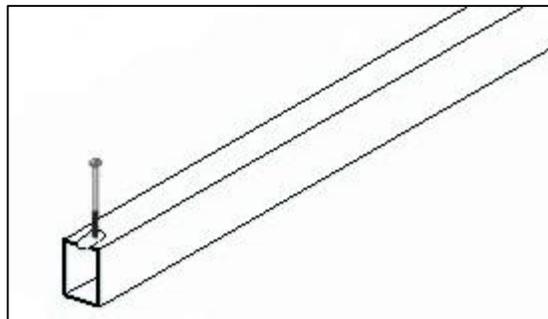


Figura 5.20. Componentes del pedestal

Piso epóxico para CPD

En este proyecto se realiza la instalación de piso epóxico ya que la altura nos impide la instalación de piso técnico y de acuerdo con el nivel IV requerido por la Norma, además del alojamiento de los equipos para el correcto funcionamiento del CPD.

El piso fue del tipo armado con una estructura de acero con firme de concreto. El conjunto piso y acabado presenta una resistencia mínima al fuego de dos horas, con terminado pulido. Los acabados fueron conforme al tipo de zona y tránsito en el inmueble internamente y externamente. El nivel de piso dentro de las áreas que convergen al CPD es el mismo para todas las áreas.

En las diferentes áreas productivas 1, 2, 3 y 4, cuarto eléctrico, cuarto de UPS se instaló pintura epóxica industrial, con aplicación de primario, membrana autonivelante, resina poliflex, malla de cinta de cobre para sistema de puesta a tierra, curva sanitaria permaflex y capa de epóxica de alta resistencia.

Con características de no absorción de humedad, una resistencia al fuego de dos horas como mínimo, además de limitar la propagación de gases, vapor, humedad y polvo al interior del CPD. El color seleccionado fue en gris.

En zonas de oficinas, salas de juntas, será con pintura epóxica, una resistencia al fuego de dos horas como mínimo.

Patios de maniobras, carga y descarga; para este caso se consideró concreto hidráulicos para tránsito de equipos pesados.

En las áreas de tableros, UPS, telecom, sistema contra incendio, área administrativa, se realizó la aplicación de pisos epóxico como se describe:

En el área de telecom se realizó la instalación de piso epóxico conductivo con las siguientes características:

Esta es una resina epóxica de color de dos componentes, autonivelante y electrostáticamente conductiva. Con una composición epóxica 100% sólidos, conforme al método "Deutsche Bauchemie".

Su aplicación se llevó a cabo de la siguiente manera:

- Se realizó la preparación mecánica de la superficie con copas diamantadas esto en la losa de concreto del piso ubicado en área de telecom con área total de $15.29 m^2$.
- Se llevó a cabo el tratamiento de grietas con primario y relleno de las mismas con mortero epóxico y carga de arena sílica.

El cual tiene las siguientes características:

Es un polímero de dos componentes, con base en resina epóxica, de bajo módulo de viscosidad

El cual tiene los siguientes usos:

- Para elaborar morteros de alta resistencia mecánica y química.
- Como capa de sello transparente de pisos antideslizantes, morteros de alta resistencia o pisos cementosos.

Con las siguientes ventajas:

- Libre de solventes.

- Baja viscosidad.
- Excelente penetración en sustratos de concreto.
- Excelente adherencia.
- Alta resistencia mecánica.
- Fácil dosificación.
- Fácil aplicación.
- Aprobado por la Canadian Food Inspection Agency (CFIA) y el United States Department of Agriculture (USDA).

Se realizó la instalación de Mortero de nivelación con pet y carga de arena sílica, dando pendientes del 1 al 2%, con un espesor promedio de 3 mm. El cual tiene las siguientes características:

Resina auto-nivelante pigmentada, base poliuretano de dos componentes, libre de solventes. Es un piso exclusivo de Sika basado en la tecnología PET (Tereftalato de Polietileno), 100% sólidos.

Sus usos son:

- Aplicación de pisos autonivelante o antideslizantes sujetos a esfuerzos químicos y mecánicos de medios a altos, sobre superficies de concreto, mortero o morteros modificados con epóxico EpoCem.
- Suministro e instalación de primario epóxico conductivo base agua.

Con las siguientes características:

Resina epóxica de dos componentes, base agua, color negro, Para una muy alta conductividad electrostática, forma parte del sistema de piso Conductivo.

Ventajas:

- Electrostáticamente conductivo.
- Bajo consumo de material (muy económico).
- Fácil de aplicar.
- Ecológicamente seguro.

Suministro e instalación de capa conductiva de acabado, a un espesor promedio de 2.5 mm. Con las siguientes características:

Resina epóxica de color de dos componentes, autonivelante y electrostáticamente conductiva. Composición epóxica 100% sólidos, conforme al método "Deutsche Bauchemie".

Sus usos:

- Para la producción de revestimientos electrostáticamente conductivos y decorativos sobre pisos de concreto.
- Para capas de desgaste en la Industria, como la automotriz, electrónica y farmacéutica, para desarrollos Industriales e instalaciones de almacenamiento con tráfico ligero a medio, así como en Centros de exhibición y Hospitales.
- Particularmente adecuado para áreas con equipos sensibles electrónicos de misión crítica, CPD, naves de mantenimiento de aeronaves, salas de recarga de baterías y áreas sometidas a alto riesgo de explosión

Ventajas:

- Electrostáticamente conductivo
- Buena resistencia química y mecánica
- Fácil colocación debido a su fluidez
- Impermeable a los líquidos
- Resistente al agua y al aceite
- Muy buena adherencia al soporte
- Acabado semi-brillante
- No ataca las armaduras, ni elementos mecánicos
- No es corrosivo ni tóxico

En las áreas de ups, tableros, sistema contra incendio, área administrativa y área de montacargas se realizó la aplicación de piso epóxico normal.

Con las siguientes características:

Resina epóxica de color de dos componentes, autonivelante y electrostáticamente conductiva. Composición epóxica 100% sólidos, conforme al método "Deutsche Bauchemie".

Sus usos:

- Para la producción de revestimientos electrostáticamente conductivos y decorativos sobre pisos de concreto.
- Para capas de desgaste en la Industria, como la automotriz, electrónica y farmacéutica, para desarrollos Industriales e instalaciones de almacenamiento con tráfico ligero a medio, así como en Centros de exhibición y Hospitales.
- Particularmente adecuado para áreas con equipos sensibles electrónicos de misión crítica, CPD, naves de mantenimiento de aeronaves, salas de recarga de baterías y áreas sometidas a alto riesgo de explosión

Durante la construcción de la obra civil, se realizó la construcción del **ÁREA PRODUCTIVA 1**. En esta área se realizó la instalación de epóxico conductor.

Ver figuras 5.21 y 5.22

Preparación de la superficie:

La superficie debe estar libre de aceite, grasa, suciedad, lechada y material suelto.

Aplicación:

Aplicación con llana, cepillo o rodillo

- Se aplicó dos capas mediante brocha, rodillo o por proyección. La primera capa debe tener una consistencia pegajosa antes de aplicar la segunda capa.
- Se llenaron todos los huecos y hendiduras, asegurándose de obtener una superficie libre de oquedades y defectos. Se cubrió toda la superficie expuesta de la cimentación y se aplicó alrededor de las juntas, hendiduras, huecos y esquinas.
- Se rellenó la cimentación 24 a 48 horas después de la aplicación, pero dentro de los primeros 7 días. Se tuvo cuidado de proteger la membrana para evitar que se dañe.



Figura 5.21. Piso epóxico área 1

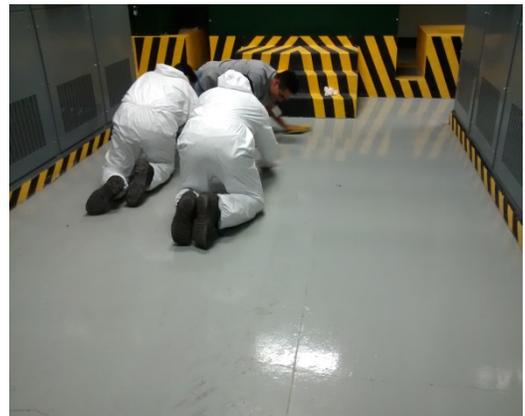


Figura 5.22 Piso epóxico subestación

CAPÍTULO 6 SISTEMAS DE SEGURIDAD

El objetivo del sistema fue implementar e instalar un sistema automático de supresión de fuego para salvaguardar las vidas humanas, información, activos del CPD y finalmente el inmueble mismo. Este sistema se instaló en las diferentes zonas del CPD como son: área 1, 2, 3 y 4, cuarto de UPS, cuarto eléctrico, cuarto de telecom, que cuenta con equipos de tecnología que son neurálgicos para la operación del cliente.

El alcance del sistema abarca detección temprana de fuego, alertamiento con sirenas estroboscópicas, notificación de incidente al cuarto contra incendio y al NOC de monitoreo a través de los paneles de control, se instaló un sistema de supresión de fuego mediante un agente limpio (NOVEC 1230) que no deja residuos y que es amigable con el medio ambiente el cual no agota la capa de ozono.

Debido a la evolución de las tecnologías, de los servicios y de los entornos empresariales en general, la información se ha convertido quizás en el primer patrimonio de las empresas. De ahí que se pueda asegurar que la seguridad en los CPD es una necesidad impuesta a toda entidad o empresa de cualquier rango.

La seguridad constituye, por consiguiente, uno de los principales problemas en todo sistema de procesamiento de datos; la expansión de los sistemas informáticos hace que sea imprescindible la implantación de nuevos elementos de seguridad que protejan de una forma adecuada estos entornos.

Se entiende por seguridad para un CPD a aquellos sistemas que resguardan la integridad física del patrimonio, la información, equipos y a la integridad física de las personas que se encuentran dentro del CPD. Para estas situaciones se requiere establecer sistemas de detección y extinción de incendios, cámaras de seguridad, controles de acceso a salas, control de acceso a nivel de gabinetes, detección por derrame de líquidos, control de temperatura y humedad son algunos de los ítems a tener en cuenta para lograr el nivel de seguridad adecuado del edificio.

El presente apartado se refiere a las consideraciones para el diseño y del sistema de seguridad, que se implementara en el CPD. Para el óptimo funcionamiento del sistema de seguridad se diseñará bajo tres criterios fundamentales:

Funcionalidad. El sistema de seguridad se proyectó para los fines y necesidades que requiere el inmueble de las características del edificio Interlomas, siendo su capacidad, dimensiones y especificaciones, las apropiadas a las necesidades que

se presentarán cotidianamente, siempre con la premisa de adquirir e implementar equipamiento con tecnología de punta, eficiente, escalable y funcional.

Como resultado de lo anterior, el proyecto de instalación reunió las siguientes características:

- Confiabilidad
- Confidencialidad
- Seguridad

Seguridad. La instalación fue proyectada, diseñada y ejecutada, respetando y apegándose, siempre a las normas y estándares de seguridad vigentes, tanto de fabricantes, como de autoridades locales y organismos internacionales relacionados con el tema de la seguridad, ya que es de vital importancia proteger y cuidar los recursos humanos y materiales de la empresa, así mismo prevenir y evitar riesgos que impacten con daños que pudieran afectar la operación y continuidad del negocio.

Economía. El diseño del proyecto de seguridad, se llevó a cabo buscando las mejores condiciones, tanto en funcionalidad como en eficiencia, considerando una inversión razonable, en la cual se obtuvo un resultado, que represente un costo-beneficio, aunado a la contribución de selección de equipos con bajos consumos de energía y diseños que nos ayudaron a la optimización de espacios.

6.1 Prevención de incendios

Todos los incidentes producidos a causa del fuego en un CPD pueden causar un daño significativo y graves pérdidas incluso cuando se trata de fuegos pequeños. Los gases corrosivos y el humo desprendido por el PVC y otros plásticos en combustión pueden dañar las placas del circuito electrónico. Además, el calor generado puede destruir la sensibilidad de los equipos.

La experiencia ha demostrado que las causas de fuego se producen principalmente por Inflamación del aislante del cableado por aumento del calor, mala operatividad de los equipos, negligencia provocada por trabajos con fuegos abiertos incontrolados, como puede ser la soldadura, defectos de los componentes eléctricos del equipo, especialmente fuentes de alimentación, cortocircuitos, incendios exteriores a las instalaciones. Sistemas contra incendios se define de este modo a las actuaciones y medios de protección contra incendios exigibles a cualquier instalación, sea cual sea su potencial de incendio.

Se instaló un sistema de detección temprana que mejore el tiempo de reacción en caso de contingencia por fuego u otro tipo de eventualidad, este sistema para la detección contra incendios fue del tipo "puntual-analógica-inteligente", en techo, y ambiente con el objetivo de proteger de forma preventiva el inmueble en caso de presentarse un siniestro causado por un incendio, en el cuál dicho sistema contara con la cantidad de dispositivos específicos y adecuados, de acuerdo a las condiciones, distribución y necesidades del inmueble, cada sala representó una partición independiente, la cual siempre reportara al cuarto de control de seguridad.

El sistema de detección activa VESDA (Very Early Smoke Detection Apparatus) tiene una sensibilidad de 99.95. Protege áreas de hasta 2,000 metros cuadrados, la tecnología utilizada es laser, filtración de polvo y monitoreo de flujo de aire.

Este sistema de detección es el encargado del disparo del agente extintor que inundara el total de las áreas mediante el llenado de las tuberías del sistema de los rociadores.

En toda instalación en la que las personas puedan estar en peligro, deben preverse salvaguardias para asegurar la rápida evacuación de la zona, para evitar que se entre en la misma después de la descarga, y para disponer de medios para el inmediato rescate de personal atrapado.

Se consideraron aspectos relacionados con la seguridad tales como formación del personal, señalización de emergencia, alarmas y dispositivos de retardo.

Además, se cumplen con los siguientes requisitos:

Se previeron rutas de evacuación las cuales se mantienen libres en todo momento y están adecuadamente señalizadas se cumple con lo establecido por protección civil.

Las puertas de ingreso se abren únicamente hacia afuera, cuentan con cierra puertas automáticas y pueden abrirse desde dentro aún en el caso de que estén cerradas desde fuera y en ausencia de energía eléctrica. Las puertas de emergencia cuentan con su respectivo cierra puertas automático y su barra de pánico para apertura libre desde el interior en caso de emergencia, esta no puede ser abierta desde el exterior.

Las alarmas audibles son diferentes en las diferentes zonas y operarán inmediatamente, una vez detectado el fuego.

Se dispone de indicaciones luminosas en las entradas y salidas de emergencia del CPD, cuarto eléctrico, cuarto eléctrico, hasta que la atmósfera se haya hecho segura.

Se dispone de medios para ventilar las zonas una vez extinguido el fuego. El sistema de Alarma, Detección y Extinción de Incendio ha sido diseñado para operar en forma automática las 24 horas de los 365 días del año.

Tiene como finalidad principal mandar una señal de alarma a el tablero de control, permitiendo la evacuación segura de las personas que se encuentran en el interior y que el cuerpo de seguridad del edificio se entere inmediatamente del conflicto y acuda al área a la brevedad posible a tratar de sofocar el conato de incendio o a inspeccionar que el sistema opere automáticamente.

Cabe mencionar que los Tableros están ubicados en un área de fácil acceso al personal de seguridad para una mejor supervisión por parte del personal responsable.

6.2 Detección y alarmas de incendios

La instalación de detección de incendios tiene como misión: avisar el inicio de un incendio al operador del CPD o responsable de seguridad y disparar el sistema de extinción automática.

Las áreas a resguardar cuentan con un sistema capaz de detectar un conato de incendio y a su vez de alertar al personal para evitar un accidente, así como alertar al personal capacitado que puede realizar la intervención a los equipos y proceder a los requerimientos.

Se crea un área específica para el cuarto de control del sistema contra incendio **ver figura. 6.1**, se cuenta en este con los tableros de control inteligentes, en ésta área se encuentran ubicados los cilindros del agente extintor destinados para el CPD (área 1) y para el cuarto de telecom.



Figura 6.1. Plano de ubicación del cuarto de sistema contra incendio

El sistema contra incendio está conformado de la siguiente forma:

Tablero De Control: El tablero de control tiene la capacidad de recibir, procesar y controlar todos los circuitos iniciadores y/o indicadores de alarma, conectados en él.
Ver figura 6.2

Los dispositivos que pueden ser controlados al tablero en cada uno de sus circuitos son: detectores de humo fotoeléctricos y de ionización, estación manual, campanas y bocinas de alarma, señales visibles, módulos de relevador y control, módulos monitor, todos éstos conformando un sistema de alarma y detección para las áreas a proteger y que son aplicables a los circuitos que se pueden proteger.

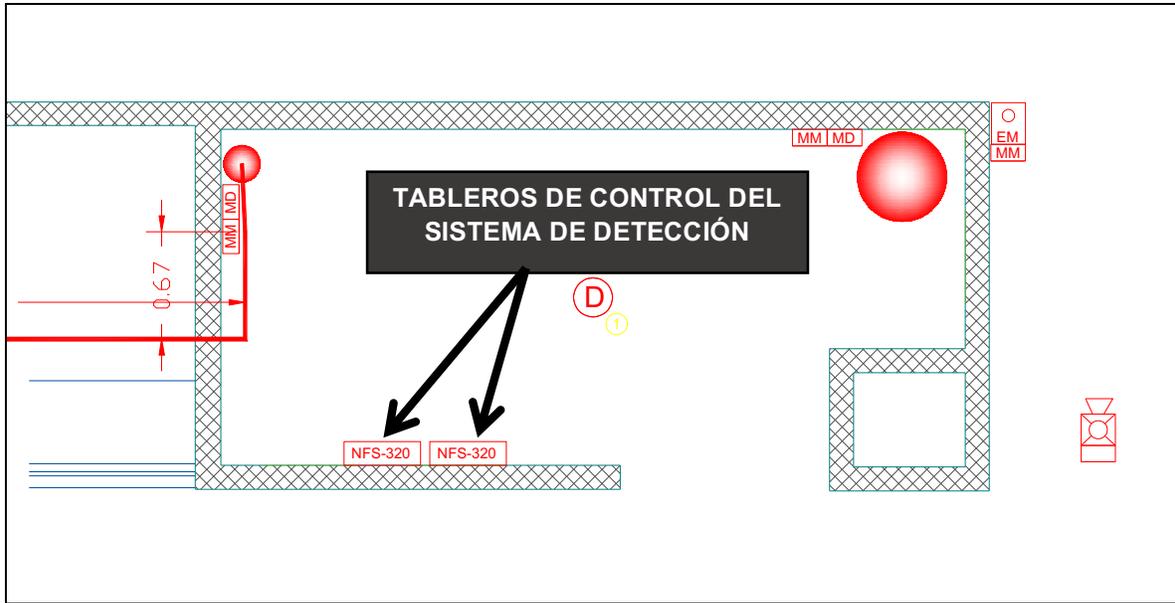


Figura 6.2. Ubicación de tableros del sistema de detección y extinción

Los circuitos independientes que pueden aplicarse al tablero de control pueden distribuirse de la siguiente forma:

1. Circuitos de detección.
2. Circuitos de estación manual.
3. Circuitos de aborto.
4. Circuitos de alarma.
5. Circuitos de extinción.
6. Circuitos de supervisión de presión de agente.

Esta aplicación de circuitos nos ayuda a tener un control sobre las diferentes áreas que se protegen, así como también la operación con la que cuenta cada circuito y monitorear la correcta función.

Para la operación del sistema debe contar con dos fuentes de energía, una de corriente alterna y la segunda de corriente directa en stand-by proveniente de un banco de baterías con capacidad de operar el sistema por 24 horas, en condiciones normales y por 5 minutos en completa alarma, cuando la alimentación principal falla.

Sistema NFS-320. El sistema en condiciones normales, únicamente estará con el led color verde encendido y en el display aparecerá el siguiente mensaje “sistema normal”, en caso que se presente algún evento, el panel central lo identificara y representara en el display. **Ver figura 6.3.**

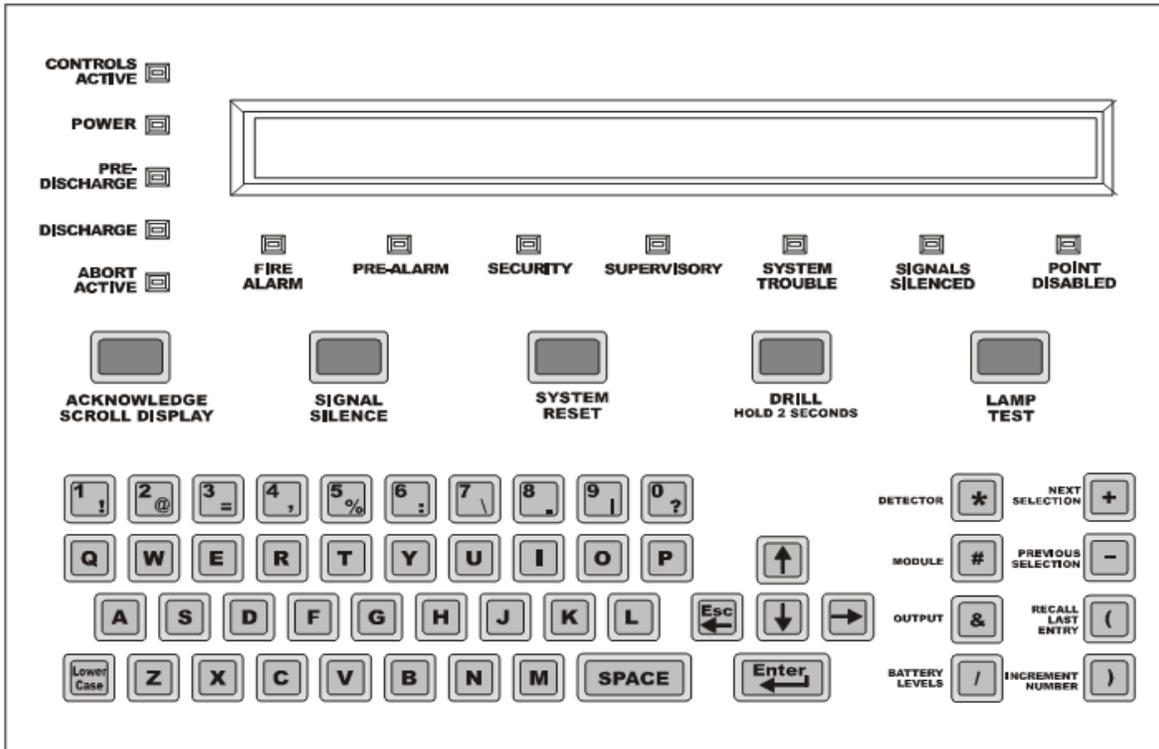


Figura 6.3. Vista del panel de control

Reconocer en display. Si existe una falla se encenderá el led del sistema en problema, en el display aparecerá el tipo de problema, se deberá presionar el botón de acknowledge scroll display y se silenciará el buzzer que suena cada vez que existen eventos de este tipo.

Silenciar alarma. Si existe una alarma se encenderá el led de alarma de incendio en el display y aparecerá el número y tipo de dispositivo activado. Se deberá presionar el botón de signal silence que realiza la función de reconocer y desactivar los circuitos silenciados (audiovisuales), el led de sirenas silenciadas se iluminará.

Nota: si se presenta una nueva alarma volverá a activarse el sistema y sonarán las alarmas.

Restablecer el sistema. Si se desea restablecer el sistema se deberá presionar el botón de system reset y el panel de control desactiva todos los circuitos conectados al sistema, se encenderán todos los leds (prueba de leds) y solo quedará encendido el led de color verde.

Evacuación. Si es requerida una evacuación manual se deberá presionar el botón drill durante 2 segundos y el panel de control activará todos los circuitos silenciadores, (audiovisuales), en el display aparece “evacuación”.

Prueba de estrobos. Si se desea realizar una prueba de estrobos, leds, se deberá presionar el botón de lamp test, los leds se encenderán por unos segundos y posteriormente se apagarán quedando únicamente el led verde encendido.

Led Indicadores

Controls active. El led verde se encenderá si el tablero se encuentra activo.

Power (corriente CA). El led verde se encenderá si tiene voltaje 120 VCA.

Pre-discharge (pre-descarga). El led se encenderá si se encuentra en el proceso de descarga.

Discharge (descarga). El led se encenderá si el sistema se encuentra descargado.

Abort active (botón de aborto activo). El led se encenderá si el botón de aborto se encuentra activado.

Fire alarm (alarma de incendio). El led rojo que enciende cuando ocurre una alarma en el sistema, se desactiva cuando se presiona system reset, en caso de no persistir la condición de alarma.

Pre-alarm (advertencia de pre-alarma). El led amarillo que parpadea cuando se alcanza el umbral de pre-alarma. El led se ilumina de manera uniforme cuando el sistema está en modo seguro se apaga al regresar el sistema a condición normal.

Supervisory (supervisor). El led amarillo parpadea al ocurrir una o más condiciones de supervisión, (switch de presión en cilindros o cualquier otra), se ilumina de manera uniforme cuando se presiona el botón de confirmar avance de display se desactiva al presionar el botón rearme sistema.

System trouble (problema de sistema). El led amarillo parpadea cuando ocurre algún problema, (falla de un detector de humo, ausencia de corriente alterna, desconexión de algún dispositivo, etc.) Se ilumina de manera uniforme cuando se presiona confirmar avance de display. Se desactiva cuando se liberan todas las condiciones de problema.

Signals silenced (alarmas silenciadas). El led amarillo se ilumina después de ocurrir una condición de alarma y ser presionado el botón sirenas silenciadas (silenciar alarma). Se desactiva cuando se presiona *rearme sistema*

Point disabled (dispositivo deshabilitado). El led se ilumina después de que algún dispositivo esta deshabilitado puede ser un detector de humo, módulo direccionable, etc. Se apaga cuando se habilita el punto.

Detectores de Humo. Es un dispositivo capaz de detectar la presencia de humo en el aire y emite una señal acústica. Estos dispositivos se encuentran estratégicamente localizados de acuerdo a normas de NFPA en el interior del CPD protegido, instalados en la cámara plena media, su función es enviar una señal eléctrica al tablero de control cuando es detectado un incendio en su fase inicial. Dependiendo el método de detección que usen los detectores podemos encontrarlos en diferentes tipos:

- Detectores ópticos: Detectan los humos visibles mediante la absorción o difusión de la luz.
- Detectores iónicos: Utilizados para la detección de gases y humos de combustión que no son visibles a simple vista.

Cuando se presenta un conato y/o incendio, el humo hará actuar al detector más cercano que se encuentre protegiendo el área en conflicto, éste se encargará de mandar una señal de alarma al tablero de control, el cual generará una señal en forma audible en dicho elemento y en forma visual, por medio de un “display”, que indica el número del detector alarmado y proporcionando la zona en conflicto. Si la concentración del humo es grande, se activará un segundo detector, confirmando la señal de incendio.

Los detectores utilizados en este proyecto fueron los siguientes: FSI-851

Detector de humo con flashscan plug-in de ionización inteligente. **Ver figura 6.4**

Generalidades. Los detectores de humo inteligentes conectable serie 851 de Notifier con comunicación integral brindan funciones que superan a los detectores convencionales. La sensibilidad del detector se puede programar en el software del panel de control. La sensibilidad se monitorea e informa continuamente al panel. La capacidad de identificación de punto especificado permite configurar la dirección de cada detector con interruptores de dirección por décadas, lo que proporciona la ubicación exacta del detector para el mantenimiento selectivo cuando la contaminación de la cámara alcanza un nivel inaceptable. La exclusiva cámara de detección óptica del detector fotoeléctrico FSP-851 está diseñada para detectar el humo producido por una amplia variedad de fuentes de combustión.

Los termistores electrónicos duales agregan una detección térmica de temperatura fija 135°F (57°C) al FSP-851T. El FSP-851R es un detector con capacidad de prueba remota para ser utilizado con recintos de detectores para ductos DNR (W). Los detectores serie FSP-851 son compatibles con todos los

paneles de control de alarma contra incendios (FACP) inteligentes serie ONYX de Notifier.

Los dispositivos inteligentes se comunican de manera grupal. Si uno de los dispositivos en el grupo tiene información nueva, el CPU del panel detiene el sondeo grupal y se concentra en puntos especificados individuales. El efecto neto es una velocidad de respuesta superior a cinco veces mayor a la de diseños anteriores.



Figura. 6.4. Detector de humo con base B710IP

Características:

1. Diseño moderno, de perfil bajo y elegante.
2. Comunicación analógica y direccionable.
3. Técnica de comunicación estable con inmunidad a los ruidos.
4. Corriente standby baja.
5. Conexión SLC de dos cables.
6. Compatible con los sistemas flashscan (NFS-320, NFS-640, NFS2-640, NFS-3030, NFS2-3030) y CLIP clásicos (AFP-100, AFP-200, AFP-300, AFP-400, FS-640, AM2020/AFP1010, NFS-3030).
7. Direccionamiento decimal rotativo.
8. Accesorio remoto opcional de luz led de una salida.
9. El diseño de luz LED dual proporciona un ángulo de visión de 360°.
10. Las luces led bicolors visibles titilan en verde cada vez que se direcciona el detector, y se iluminan en rojo de manera continua ante una condición de alarma (*Sistemas FlashScan únicamente*).
11. Función de prueba remota desde el panel.
12. Walk test (análisis de memoria) con visualización de dirección (una dirección en 121 hará titilar la luz led de detector).
13. Interruptor incorporado de prueba funcional se activa mediante imán externo.

14. Función incorporada de resistencia a interferencias.
15. Sellado contra presión trasera.
- 16.** Fabricado en Bayblend de color blanco opaco, diseñado para cumplir con estándares comerciales, y ofrece una apariencia atractiva.
17. Clasificación de flamabilidad de plásticos de 94 a 5 V.
18. Tornillos SEMS para el cableado eléctrico de la base separada.
19. Bases de sirena, relé y aislantes opcionales.

Especificaciones:

Tamaño: 2,1" (5,3 cm) de alto x 4,1" (10,4 cm) de diámetro instalado en la base B501, 6,1" (15,5 cm) de diámetro instalado en la base B710LP.

Peso de envío: 5,2 onzas (147g).

Temperatura operativa: FSP-851, 0°C a 49°C (32°F a 120°F); FSP-851T, 0°C a 38°C (32°F a 100°F). Señal de temperatura baja para FSP-851T a 45°F +/- 10°F (7,22°C +/- 5,54°C). FSP-851R instalado en un DNR (W), -20°C a 70°C (-4°F a 158°F).

Rango de velocidad listado en UL/ULC: 0-4000 pies/min. (1219,2 m/ min.), adecuado para instalación en ductos.

Humedad relativa: 10% a 93% sin condensación.

Clasificaciones térmicas: punto de ajuste de temperatura fija 135°F (57°C).

Espaciado y aplicaciones del detector. Notifier recomienda espaciar los detectores en cumplimiento con la NFPA 72. En aplicaciones con flujo de aire bajo con cielorraso liso, separe los detectores unos 30 pies (9.14 m) para alturas de cielorraso de 10 pies (3.14 m) y superiores.

Para obtener información específica acerca del espaciado, la ubicación y las aplicaciones especiales de los detectores consulte la NFPA 72. La guía de aplicaciones de detectores de humo del sistema, documento A05-1003, está disponible en systemsensor.com

Especificaciones eléctricas

- Rango de voltaje: pico CC de 15 - 32 voltios.
- Corriente standby (promedio máximo): 300µA a 24VCC (una comunicación cada cinco segundos con luz led activada).
- Corriente de luz led (máxima): 6,5 mA a 24 VCC ('ON').

Estos detectores fueron instalados en todo el CPD, de tal manera que se pudiera tener un control completo para su mayor efectividad y seguridad de los sistemas aliados para el mejor funcionamiento.

Los detectores se encuentran instalados en las siguientes áreas de planta baja, recepción, vestíbulo, área de consulta, sala de juntas, war room, show room, noc, pasillo planta baja, telecomm, vigilancia, administración, cuarto eléctrico, cuarto de UPS y montacargas. **Ver figura 6.5**

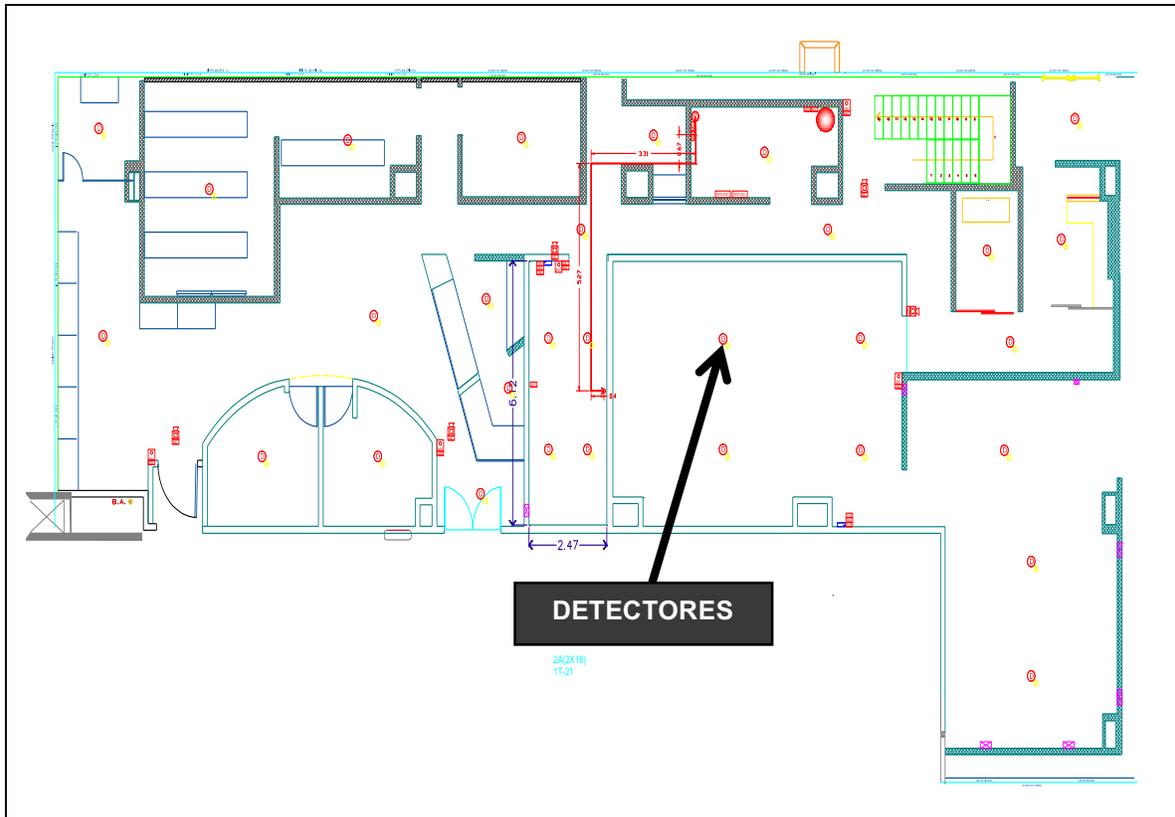


Fig. 6.5. Planta baja, muestra de ubicación de detector de humo primer nivel

Área de Área1 y Área 2 y Pre-producción. **Ver figura 6.6**

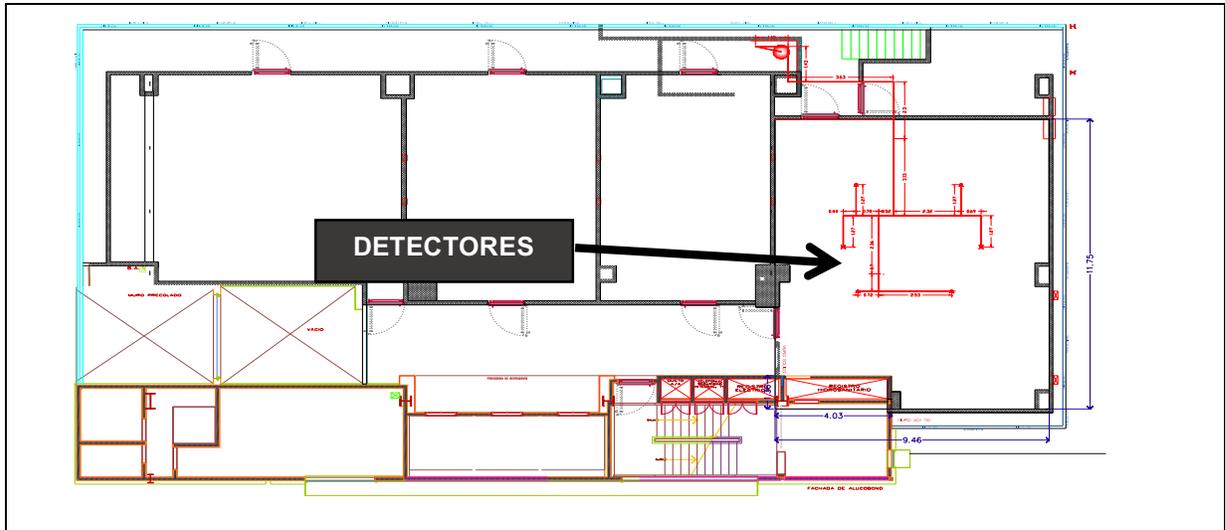


Figura. 6.6. Primer nivel, muestra de ubicación de detector de humo

Estación manual de disparo de aborto. Esta se encuentra localizada en puntos estratégicos, cerca de la salida de emergencia y en la ruta de evacuación, su función será provocar una señal eléctrica al tablero de control para accionar las alarmas de evacuación al igual que existen estaciones manuales de disparo para la descarga inmediata del agente extintor. Su operación será realizada cuando cualquier conato de incendio sea observado por alguna persona, antes de que haya activado algún detector de humo.

Para restablecerla se requiere abrir con la llave la puerta y regresar la palanca a su posición normal, posteriormente se cierra nuevamente con llave.

Se presenta información de la estación manual utilizados en el proyecto. NBG-12 SERIES. La serie NBG-12 de NOTIFIER es una serie de estaciones pulsadoras de alarma de fuego manual. **Ver figura 6.7**

Fue diseñada para llenar múltiples aplicaciones con el instalador y el usuario en mente. La serie NBG-12 viene en una variedad de modelos incluyendo versiones de acciones dobles y únicas.

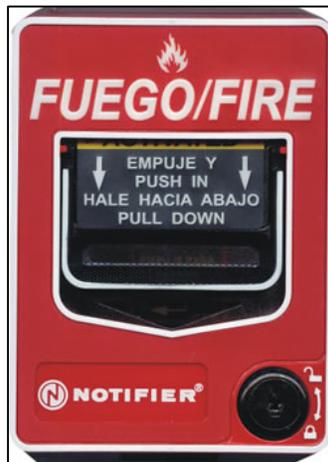


Figura. 6.7. Estación Manual

Características:

- Estéticamente agradable, color y diseño muy visible.
- Figura atractiva y terminado de textura ligera.
- Llena la fuerza de hale máxima de 5 lb.
- Fácilmente operada (acción única o doble), sin embargo, diseñada para prevenir alarmas falsas cuando son golpeadas o sacudidas.
- Manubrio de empuje/hale hacia abajo enclava la posición de abajo para indicar claramente que la estación ha sido activada.
- La palabra “activated” aparece en la parte superior del manubrio en amarillo cuando la estación ha sido activada, indicando la operación de la estación.
- El manubrio de operación se destaca por flechas en blanco mostrando el funcionamiento básico para las personas de no habla inglesa.
- Texto en braille incluido en el área de soporte de los dedos del manubrio de operación y en la parte superior del manubrio.
- Están disponibles múltiples modelos de cerradura de llave o herramienta hexagonal.
- Pendiente de patente de los E.E.U.U. de cerradura de herramienta hexagonal solamente necesita ser girada un cuarto para abrir/cerrar.
- La estación puede ser abierta para ser inspeccionada y mantenida sin iniciar una alarma.
- Etiqueta de identificación del producto puede ser vista simplemente abriendo la cubierta; la etiqueta está hecha de material de larga vida durable.

- Las palabras "normal" y "activated" están moldeadas en el plástico adjunto al interruptor de alarma (localizado adentro).
- Bloque de conexiones de cuatro posiciones moldeado en la placa posterior.
- El bloque de conexiones incluye tornillos de 8/32 cautivadores de cabeza de tipo trías para la conexión fácil a un circuito de dispositivo de iniciación (IDC).
- Tornillos de terminal son pre instalados en la fábrica y enviados listo para aceptar el alambrado de campo (hasta 12 AWG/ 3.25 mm²).
- Números de terminal son moldeados dentro de la placa posterior, eliminando la necesidad de etiquetas.
- Los contactos de interruptor son normalmente abiertos.
- Puede ser instalado en la superficie (con el SB-10) o empotrados. La instalación semi-empotrada es a una caja de un solo grupo, grupo doble, o caja eléctrica cuadrada de 4" (10.16 cm).
- La placa posterior es suficientemente grande para sobreponer un patrón de una caja de grupo singular por 1/2" (12.7 mm).
- Anillo de recorte opcional (BG-TR).
- Está disponible en versión en español (NBG-12LSP).
- Diseñada para reemplazar la Serie popular NBG-10.

Funcionamiento. Las estaciones pulsadoras manuales NBG-12 proporcionan un área de colocación de dedos con textura que incluye texto en Braille. Además del texto de empuje y jale hacia abajo, hay flechas para indicar como operar la estación, proporcionado para personas de no habla inglesa.

Empujado y jalando hacia abajo el manubrio activa el interruptor de alarma normalmente abierto. Una vez que haya sido enclavado en la posición de abajo, la palabra "activated" aparece en la parte superior en amarillo, con una porción del manubrio sobresaliente en la parte inferior como una indicación visible. Restableciendo la estación es simple: entre la llave o herramienta (dependiendo del modelo), gírela un cuarto, luego abra la cubierta de la estación, causando que el manubrio de funcionamiento de carga por resorte regrese a su posición normal (no alarma) manualmente (por mano) o cerrando la cubierta de la estación cual automáticamente rearma el interruptor.

Botón de aborto (botón de hombre muerto). El botón es fácil de operar. Es tipo interruptor momentáneo de fácil accionamiento, se encuentra ubicado cerca de la estación manual de disparo para una rápida localización. Está montado sobre una placa de acero inoxidable, con procedimientos de operación en inglés (presionar

y sostener). Su función es prolongar el tiempo para la descarga del agente extintor. Al presionar dicho botón, el conteo del tiempo de retardo se restablece a su conteo original. Una vez que se deje de oprimir el botón, nos quedan los segundos programados en el tiempo de retardo para la descarga.
Alarma audiovisual

Este dispositivo se encuentra localizado en la parte exterior o interior del riesgo, cercano a las puertas de entrada. Su función es indicar en forma audiovisual que los detectores de humo del sistema se activaron, emitiendo un sonido continuo capaz de avisar al personal para poder tomar precauciones necesarias y además la señal puede interpretarse como una señal de evacuación del área protegida.

Algunas alarmas de incendio pueden producir diversas clases de sonidos, incluyendo el patrón temporal que fue diseñado para ser un patrón distinto, y se utilizó solamente para los propósitos de la evacuación.

Las alarmas de incendio son a menudo muy ruidosas, sonando con un nivel acústico de entre 120 y 130 decibelios. **Ver figura 6.8.**

Junto con una alarma audible, las aplicaciones de notificación de incendio ahora tienen luces estroboscópicas para alertar a personas con problemas de audición.



Figura 6.8. Alarma audiovisual

Sistema de Detección Temprana. Se implementó un sistema denominado detección temprana, el cual tiene como principal objetivo la detección de humo en baja cantidad y densidad, antes de ser detectado por la detección puntual, y por consecuencia antes de que se genere cualquier descarga del sistema de extinción. Este sistema reporta al panel de control de incendio sobre el posible conato, pero no tiene aprobación para generar una descarga de agente extintor, por lo tanto, es un sistema preventivo-redundante. Dicho sistema es apto para elevar el nivel de seguridad y evitar la descarga del agente extintor de manera accidental.

Generalidades. El detector está basado en sistema de muestreo del aire del área protegida usando una red de tubería y un contador de partículas de tecnología avanzada, para detectar pequeñas cantidades de humo.

El objetivo principal es proteger con un sistema de detección temprana discriminando las partículas de polvo y así evitar falsas alarmas. Suministrando un margen extra de tiempo – minutos – no Segundos – en una emergencia de fuego para las áreas de impacto crítico donde se cuenta con dispositivos que resguardan equipos informáticos, así como dispositivos integrados para la correcta funcionalidad del CPD. Esta aplicación del sistema se integra a áreas como: área 1, cuarto de telecom, cuarto eléctrico y área de UPS.

El detector VESDA es un ejemplo de equipo que se puede integrar al sistema de detección el cual tiene un error de sensibilidad para alarmas en un rango de 0.005%– 20% de oscurecimiento/m (0.0015%–6.25% oscurecimiento /ft). Los detectores están clasificados como “Very Early Warning Smoke Detector”, lo cual significa que detecta el incendio en la etapa más temprana posible y confiablemente para concentraciones de humo muy bajas o muy altas.

El detector propuesto para proteger el Site 1, es el Xtralis VLF-500, Laser Focus, y para el área de Telecom y Cuarto Eléctrico se instalan 2 VESDA VLF-250. **Ver figura 6.9**

A continuación, se presentan los equipos instalados para el sistema VESDA.



Figura 6.9. VESDA laser focus, modelo VLF-250

El detector de VESDA laser FOCUS es un detector de humo de muy temprana, advertencia, diseñado para proteger los entornos empresariales, pequeños de menos de 250 m (2500 pies cuadrados).

El detector funciona aspirando continuamente aire dentro de los orificios de la red de tuberías. El aire es filtrado y pasa a una cámara de detección donde la tecnología de dispersión de la luz detecta la presencia de cantidades muy pequeñas de humo. La información del estado del detector es anunciada en la pantalla del detector y mediante relés o tarjetas de interfaz opcional.

Características:

- Detección ultrasónica de flujo de aire
- Detección de humo basada en tecnología láser
- Pre ingeniería de diseño de la red de tubería
- Umbrales de alarma programables
- Filtración de aire de doble etapa
- Pantalla de reconocimiento instantáneo
- Auto aprendizaje en detección de humo™
- Auto aprendizaje en flujo™
- Puerta de acceso para servicio
- Registro de eventos múltiples, en el registro de eventos
- Registros de eventos - hasta 18000
- Configuración online y offline

El detector propuesto para proteger el CPD ÁREA 1 es el Xtralis VESDA Laser Focus 500. **Ver figura 6.10.**

El cual opera bajo el mismo principio que el VLF-250 pero solo con las siguientes características:



Figura 6.10. Xtralis VESDA laser focus 500

Características

1. Instalación y puesta en servicio inmediata
2. Medidor de flujo ultrasónico
3. Detección absoluta de humo basada en tecnología láser
4. Pre ingeniería de diseño de la red de tubería
5. Umbrales de alarma programables
6. Filtración de aire de doble etapa
7. Protección de la óptica mediante barrera de aire limpio
8. Pantalla de reconocimiento instantáneo
9. Localizador instantáneo de averías
10. Auto aprendizaje en detección de humo™
11. Auto aprendizaje en flujo™
12. Puerta de acceso para servicio
13. Registro de eventos múltiples
14. Registros de eventos - hasta 18000
15. Configuración online y offline

Operación del sistema

La pantalla que se proporciona al usuario dispone de indicadores de nivel del humo, alarma y estado del detector en disposición circular. **Ver Figuras 6.11 y 6.12**

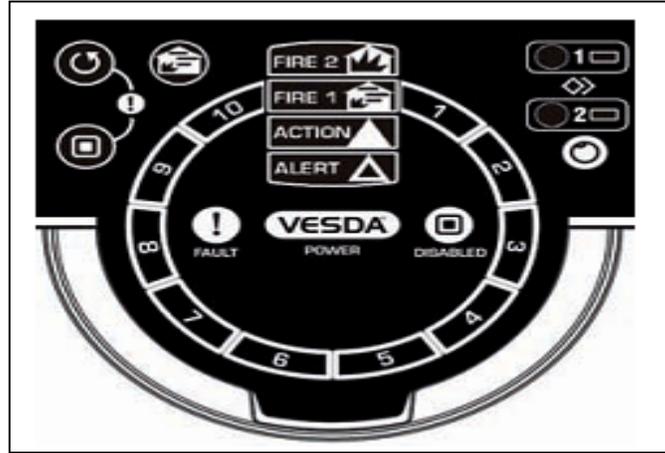


Figura 6.11. Display de muestreo del equipo VESDA

Al abrir la puerta de acceso para mantenimiento, el usuario puede activar las funciones Restaurar , Desactivar , Prueba de incendio , AutoLearn  e Instant Fault Finder (localizador instantáneo de averías). Cuando se activa la función Instant Fault Finder  la pantalla circular se transforma en un indicador averías que se enumeran a continuación. **Ver Figura 6.12.**

Leyenda de los Indicadores de Avería:	
1 Filtro	6 Dispositivo externo/PSU
2 Aspirador	7 Tarjeta de red
3 Flujo alto	8 Cableado de campo
4 Flujo bajo	9 Avería de Auto aprendizaje
5 No asignado	10 Avería del detector

Figura 6.12. Tabla de posibles problemas detectados por el equipo

Configuración del sistema. La configuración básica del sistema será la siguiente:

Red de tubería de muestreo de aire.

La tubería estaría estratégicamente ubicada con orificios de muestreo determinados por el programa de diseño del sistema aprobado por UL y FM. **Ver figura 6.13**



Figura 6.13. Accesorios para tubería de muestreo del sistema VESDA

Ventilador de alta eficiencia.

Ventilador de larga duración que aspira el aire del área protegida sin restricción de flujo y con filtración.

Cabeza del detector. **Ver Figura 6.14**

Unidad sellada que contiene el contador de partículas. El aire circula por la cabeza del detector y lo pasa a través de un rayo láser donde las partículas son contadas y dimensionadas.

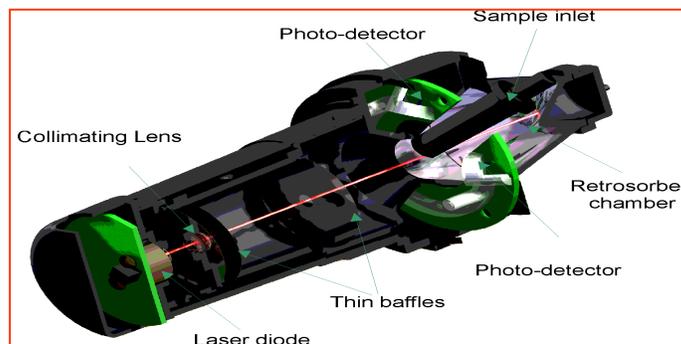


Figura 6.14. Cabeza del detector que se encuentra dentro del equipo VESDA

Tarjeta de control y display. Dispositivo basado en microprocesador que recibe y procesa información. Y que reporta cualquier alarma o problema. Se pueden programar dos niveles de alarma.

Fuente de Poder. **Ver Figura 6.15**

El sistema VESDA es alimentado por 120 o 240 VCA. Dos baterías funcionan como respaldo de 24 horas en caso de que no exista energía.



Figura 6.15. Fuente de poder

¿Cómo funciona?

El VLF recoge muestras de aire de todos los sectores en uso. Si el nivel de humo alcanza el umbral de exploración, VLF explorará rápidamente El aire del tubo para identificar si hay humo. Si existe humo se generará una alarma, que va a ser identificada en el panel de detección NFS-320, provocando que la alarma audiovisual se active dentro del área con problemas.

Se presentan los planos de la distribución de la tubería junto con el equipo VESDA.
Ver Figuras 6.16 y 6.17

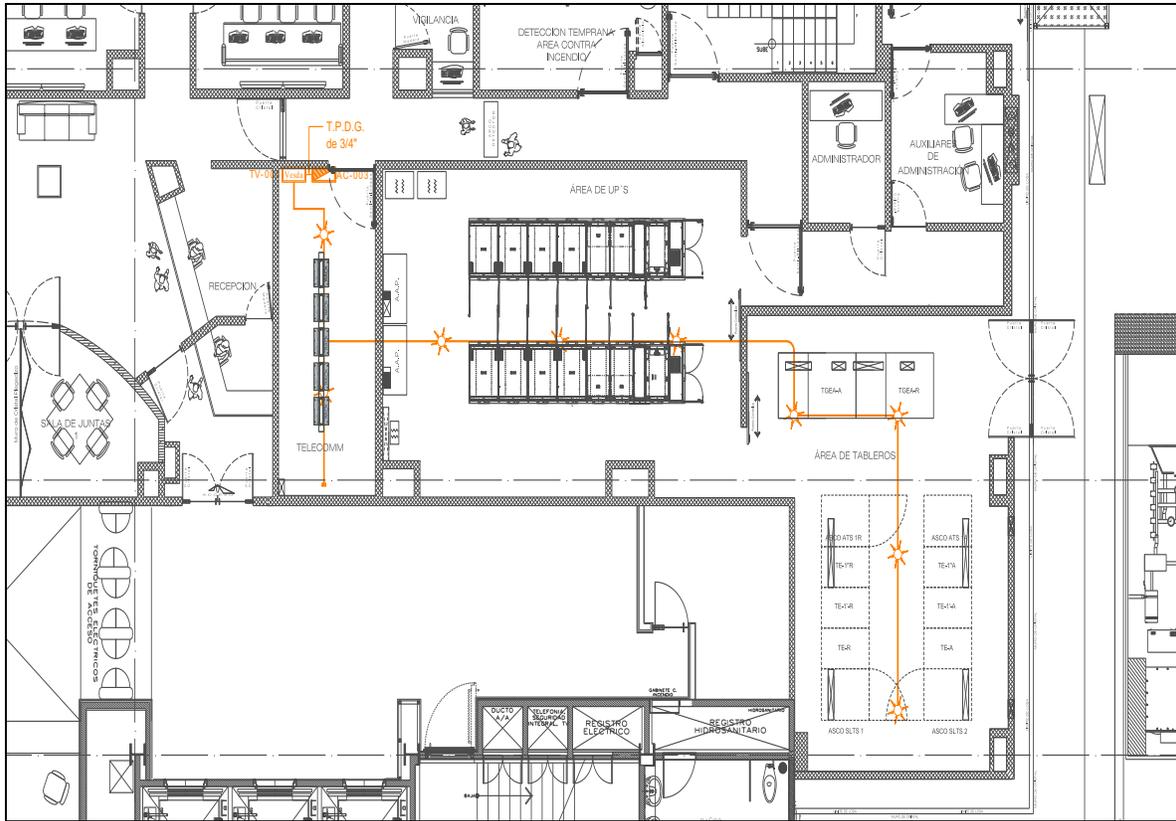


Figura 6.16. Sistema VESDA planta baja

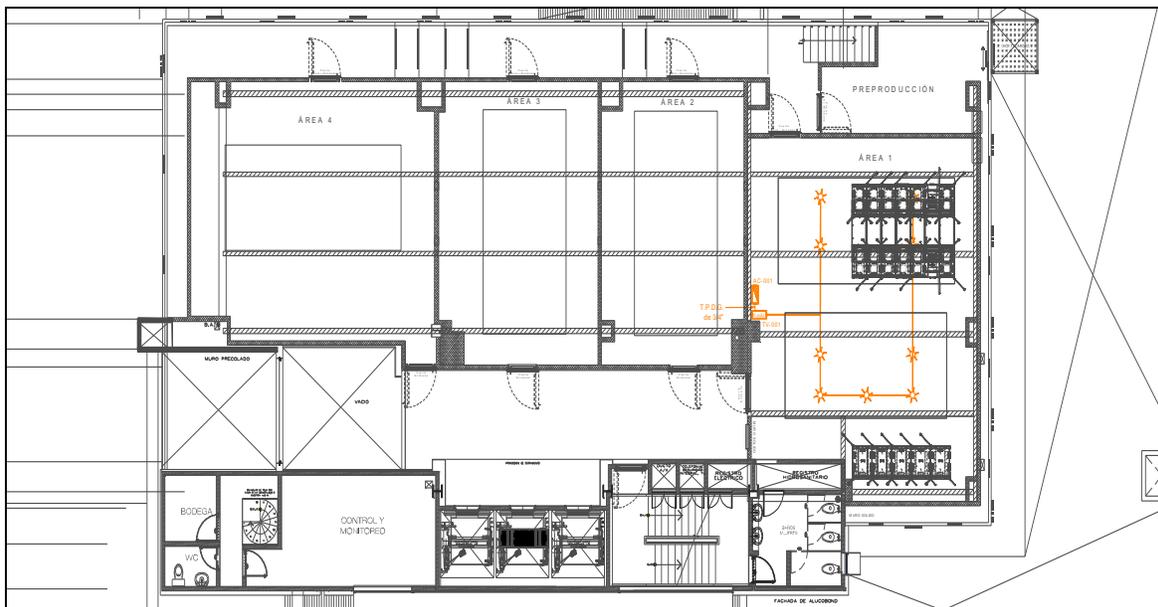


Figura 6.17. Sistema VESDA primer nivel Área 1

6.3 Supresión de fuego

Sistema de extinción automática. Se contempló la instalación de un sistema de extinción automática, a base de un agente extintor limpio que no deja residuos, ocupa poco espacio, no destruye la capa de ozono, no es conductor eléctrico, es incoloro e inodoro, no causa daños al ser humano, y es aprobado por los organismos internacionales que rigen las normatividades en sistemas extintores de fuego. Este sistema tendrá como función principal sofocar un fuego no controlado o declarado en el interior de una sala de ordenadores, protegiendo de esta forma los recursos materiales, información y seres humanos, e igualmente contribuyendo a mantener la operación, o en su defecto a una pronta recuperación.

Para este sistema se añaden los siguientes componentes:

- Cilindro contenedor de agente extintor. Estos cilindros pueden utilizarse solos o para descargas múltiples, con sistemas redundantes, para obtener la cantidad mínima necesaria a ser usada como inundación total. La válvula puede activarse eléctricamente, neumáticamente y/o manualmente con la válvula de actuación manual aprobada. Los cilindros se suministran con un capuchón para proteger la válvula. **Ver figura 6.18**
- Se instalaron 3 de 5 cilindros contenedores a base de agente **3M™ NOVEC™ 1230**



Figura 6.18. Cilindro contenedor de agente extintor 3m™ NOVEC™ 1230

Actuador eléctrico. El actuador eléctrico tiene la función de liberar el agente extintor del contenedor, al mandarle el tablero de control la señal, después de que se activaron los sensores. También cuenta con un dispositivo para activarlo de forma manual. **Ver figura 6.19.**

Para la activación manual bastará con quitar el seguro, y deslizar la palanca hacia el lado derecho para que se active el actuador y libere inmediatamente el agente extintor.

Una vez que el tablero de control ha recibido las señales de alarma, éste procesa esta señal y pone en operación el contador de la secuencia de retardo de la descarga, si después de que dicho contador ha terminado su tiempo de retardo y la alarma no ha sido reconocida y/o restablecida, el tablero manda la activación al módulo de control de la cabeza de disparo del agente que corresponde a la zona en conflicto, provocando que este elemento haga sonar las señales audibles de esa zona, además de activar el actuador eléctrico, (se gira el tomillo en la posición "descargado", "released") que a su vez libera la descarga el agente extintor en forma inmediata.

Actuador eléctrico (incluye actuador manual para contenedor de agente 3M™ NOVEC™ 1230.



Figura 6.19. Actuador eléctrico

Boquilla de descarga. Este tipo de boquilla para descarga del agente extintor, es para riesgos del tipo inundación total únicamente. Son de un diámetro variable y el orificio de cada boquilla varía, de acuerdo a la cantidad del gas a descargar y del tiempo que dure la descarga.

Están construidas en bronce y los códigos de la abertura de cada boquilla se realizan de acuerdo al cálculo efectuado. **Ver Figura 6.20**

Se encuentran ubicadas al final de la tubería por donde circula el agente extintor para poder llegar al punto destino.



Figura 6.20. Boquillas de descarga

Área reservada para resguardo de tanques de extinción. Los sistemas de detección y tanques de extinción que alojan el agente extintor para las áreas de misión crítica se encuentran en un área independiente con espacio para el crecimiento requerido. Esta área debe fue confinada, con puerta y colindando con muro de las salas a proteger.

Los cilindros contenedores del agente extintor cuentan con una abrazadera capaz de soportar la fuerza con la que el agente se dispara al momento de ser activado el actuador eléctrico.

6.4 Consideraciones en el diseño

Es importante que para el caso de la energía eléctrica con el que se alimentó nuestro sistema cuenta con la continuidad de energía eléctrica mediante baterías que aseguran automáticamente y sin interrupción del funcionamiento adecuado de la instalación al menos durante 72 horas respaldados por los grupos

electrógenos en su configuración 2N. En caso de fallo de energía se iluminan las salas con lámparas de emergencia distribuidas dentro de las áreas.

Para el caso del aire acondicionado debido a la permanente facilidad a dañarse de los equipos electrónicos cuando se exponen al calor, es conveniente su localización en salas debidamente acondicionadas en las cuales se realice un control riguroso de la temperatura y humedad ambiente con instalaciones de acondicionamiento. Las unidades del CPD suelen disponer de indicadores o sensores de las variaciones anormales de temperatura y humedad, que desconectan el equipo electrónico, evitando así posibles daños.

Los conductos de ventilación representan un riesgo importante de incendio y de humo a sectores distintos de los de origen. Por ello deben estar formados por elementos resistentes al fuego. Para evitar la propagación del incendio dentro del propio conducto cada vez que atraviesen un sector de compartimentación se deberá disponer de materiales retardantes al fuego. En caso de incendio, el aire acondicionado será rápidamente desactivado automáticamente, cuando la instalación automática de extinción entre en funcionamiento.

Para la protección estructural contra el fuego el área de CPD se forma un compartimento aislado. Por ello es conveniente tener en cuenta los materiales utilizados para los revestimientos, falsos techos que impiden también que un incendio que provenga del exterior producido en un predio o edificio cercano o en su caso del interior del edificio evite que penetre y se propague provocando daños.

Las puertas de emergencia se abren de adentro hacia afuera para que en caso de incendio la presión de las personas sobre las barras antipánico de las puertas haga que las abra. Debe de tener una resistencia al fuego entre 90 minutos F90.

Las aberturas para cables (pasos o pasa cables) deben estar cerradas herméticamente con un material que impide el paso de humedad, calor, flama, humo, y gases hacia el interior de la sala. Así mismo se impide la entrada de agua, insectos y roedores a través de las canalizaciones.

CONCLUSIONES

La necesidad de la empresa Cloud Magna de administrar un CPD el cual cuente con una alta disponibilidad y los haga competitivos en el mercado del “hosteo”, “colocation” así como en la ahora creciente cloud computing o comúnmente llamada “la nube” término general para denominar cualquier cosa que tenga que ver con la provisión de servicios de hospedaje a través de Internet.

Cabe mencionar que los aspectos más importantes que marcan la diferencia de un CPD con otro y que se vieron durante todo el documento son:

- **Contar con una alta disponibilidad en nuestro caso del 99.995**
- **Tener un nivel de certificación, NIVEL IV**
- **El diseño cumpla con la topología 2N en todos los rubros, energía, climatización, comunicaciones, seguridad y ámbito.**
- **Definición de pasillos fríos o pasillos calientes para un manejo del enfriamiento más eficiente.**
- **Contar con un PUE muy cercano a 1, en nuestro caso es del 1.4, esto quiere decir en términos sencillos que se utiliza la infraestructura al 71%.**
- **Seguridad física, perimetral y lógica.**
- **Diseño “Green”**
- **Que la ubicación del CPD esté basado en un análisis de riesgos.**
- **Un sistema de monitorización inteligente.**

Además de lo anterior el CPD debe ser muy flexible, lo que nos llevó a buscar las mejores soluciones de equipos modulares, escalables donde la huella de espacio fuese la menor.

El poder ser una de las pocas empresas que cuentan con la certificación ICREA nivel IV, la cual han mantenido ya por varios años gracias a sus bases de diseño los consolida como una empresa segura para el manejo de la información, ya que los clientes necesitan proteger sus datos y la manera en que se garantizan que la información es tratada y manejada por medio de sistemas debe ser confiable para asegurar que no habrá pérdida de información.

Cabe mencionar que esto no termina aquí ya que es solo el inicio de otros temas como son, la administración y manutención del centro de datos, esto se vuelve un tema complicado y difícil de asimilar por el cliente, ya que tienen la noción de que al estar recién construido no requiere mantenimiento y revisiones periódicas, así como

el contar con personal capacitado para poder interpretar los mil y un datos que nos proporcionan los equipos.

Cualquier tipo de falla en la instalación eléctrica del CPD, por mínima que esta sea, representa costos incalculables, ya que la falta del servicio impacta en la economía de la empresa y su prestigio; asimismo en una incorrecta instalación, puede poner en riesgo los bienes materiales, o inclusive, el de las vidas humanas.

BIBLIOGRAFÍA

LÓPEZ MONROY, Guillermo. Sistemas de tierra en redes de distribución. Ediciones UNAM.

OROPEZA Ángeles, Javier. Libro de oro de puesta a tierra universal.

ENRÍQUEZ Harper, Elementos de diseño de subestaciones eléctricas. México. Limusa, 1990.

ENRÍQUEZ Harper. Guía práctica para el cálculo de instalaciones eléctricas. México D.F. Segunda edición. Limusa Noriega editores. 1993.

Norma ANSI/IEEE std 80-1986 IEEE GUIDE FOR SAFETY IN AC SUBSTATION GROUNDING.

PORTOLANI, Mauricio; Arregoces, Mauricio. Fundamentos del data center. Primera edición. Estados unidos de América. Publicado por Cisco Press. 2003.

NOM-022-STPS-2008. Electricidad estática en los centros de trabajo.

NOM-001-Sede 20005. Instalaciones Eléctricas (Utilización)

ANSI/TIA-942-2005.

ICREA-std-131-2011.

MESOGRAFÍA

Portal de la asociación donde se puede solicitar y comprar la norma como referencia para la construcción de centro de datos

<http://www.icrea-international.org/nuevoPortal/normalCREA.asp>

Enlace de APC donde se pueden consultar diferentes notas técnicas relacionadas a diversos temas.

http://www.apc.com/mx/es/prod_docs/results.cfm?DocType=White+Paper&QueryType=10

<https://es.uptimeinstitute.com/research-publications>

<http://energy.schneideruniversities.com/index.php?ctg=2>

<https://constructorelectrico.com/reglamentacion-de-las-instalaciones-electricas/>

<https://www.ashrae.org/standards-research--technology/standards--guidelines>

Motogeneradores cummins 1250 kW.

<http://power.cummins.com/specification-and-datasheets>

Transferencias Automáticas ASCO serie 7000.

<https://www.vertivco.com/en-us/products-catalog/critical-power/power-transfer-switches/asco-7000-series-power-transfer-switch/>

Página de APC donde se realiza configuración de equipamiento eléctrico, climatización, seguridad y administración. Se requiere ser distribuidor y canal certificado para poder tener acceso a este programa.

<http://designportal.apc.com/solution/isxDownload.htm>

<http://www.teksarlabs.com/21-novedades/articulos-de-interes/127-sistema-pasillo-frio-contenido.html>

<https://revistadatacenter.wordpress.com/2014/01/18/por-que-es-recomendable-implementar-pasillos-frios-y-pasillos-calientes/>