

# **UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



## **DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA DE UN CENTRO DE PROCESAMIENTO DE DATOS CON ALTA CONFIABILIDAD**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

**INGENIERO ELECTRÓNICO**

**PRESENTADO POR:**

**PABLO MANUEL ESCATE QUIRÓZ**

**PROMOCIÓN  
2001-I**

**LIMA – PERÚ  
2010**

**DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA DE UN CENTRO DE  
PROCESAMIENTO DE DATOS CON ALTA  
CONFIABILIDAD**

## **DEDICATORIA**

A Dios, por ser nuestro creador, amparo y fortaleza,  
cuando más lo necesito y por hacer palpable su amor  
a través de cada uno de los seres que nos rodean.

A mi esposa que me brinda su amor, cariño,  
paciencia, tiempo y constante apoyo  
cada día de mi vida.

A mis padres y hermanos que siempre me  
brindan su apoyo, debido a su esfuerzo  
constante, progreso cada día.

## **SUMARIO**

El presente trabajo muestra el diseño de un Centro de Procesamiento de Datos, acorde con el avance tecnológico, el comercio electrónico y una buena calidad de servicio, mejorando la eficiencia y tiempos de comercialización, aumentando la disponibilidad, integridad y seguridad, dado que el tiempo fuera de servicio implica ingresos y clientes perdidos.

Con esta evolución tecnológica, el diseño e infraestructura del Centro de Procesamiento de Datos, debe involucrar la selección y cálculo de dimensionamientos de los componentes para que no estén sobredimensionado o subdimensionado. Se propuso equipamientos que están de acuerdo a las normas y a las funciones que van a realizar dentro la protección eléctrica. Asimismo se realiza es esquema de un correcto cableado para el sistema de puesta a tierra de equipamientos sensible y equipamiento de equipos de potencia.

También se detalla los equipamientos y ubicación para un buen acondicionamiento de climatización, esta instalación está preparada para poder tener una clasificación Tier IV el cual tiene un 99,99% de tiempo de actividad al año.

## ÍNDICE

<b>PRÓLOGO</b> .....	1
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL</b>	
1.1 Antecedentes.....	2
1.2 Definición del problema.....	4
1.2.1 Sala de monitoreo.....	5
1.2.2 Sala de comunicaciones.....	5
1.2.3 Sala de servidores.....	7
1.2.4 Sala de equipos.....	7
1.3 Objetivos.....	7
1.3.1 Objetivo general.....	7
1.3.2 Objetivos específicos.....	7
1.4 Justificación.....	7
1.5 Centro de procesamiento de datos.....	8
1.6 Características de los grupos electrógenos.....	9
1.6.1 Cargas con factor de potencia cercano a la unidad.....	9
1.6.2 Carga motrices.....	10
1.6.3 Potencia total del generador.....	12
1.7 Características de los equipos de climatización.....	12
<b>CAPÍTULO II</b>	
<b>METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL CENTRO DE PROCESAMIENTO DE DATOS</b>	
2.1 Componentes del centro de procesamiento de datos.....	17
2.2 Características de los equipos.....	18
2.2.1 SAI.....	19
2.2.2 Transformador de aislamiento.....	20
2.2.3 Aire acondicionado para sala de servidores.....	21
2.2.4 Aire acondicionado para la sala de monitoreo.....	27

## VII

2.2.5	Supresores de sobrevoltaje transitorios (SST).....	29	
2.2.6	Grupo electrógeno.....	32	
2.3	Selección de interruptores termomagnéticos y conductores.....	34	
2.3.1	Tablero de aire acondicionado A (TAA A).....	34	
2.3.2	Tablero de aire acondicionado B (TAA B).....	35	
2.3.3	Tablero de entrada de SAI A (TESAI A).....	35	
2.3.4	Tablero de entrada de SAI B (TESAI B).....	37	
2.3.5	Tablero de salida de SAI A (TSSAI A).....	37	
2.3.6	Tablero de salida de SAI B (TSSAI B).....	37	
2.3.7	Unidad de distribución de potencia A (UDP A).....	37	
2.3.8	Unidad de distribución de potencia B (UDP B).....	39	
2.3.9	Tablero de servicio general (TSG).....	39	
2.3.10	Tablero principal (TP).....	40	
2.4	Malla de alta frecuencia.....	43	
<b>CAPÍTULO III</b>			
<b>PRESENTACIÓN DE RESULTADOS</b>			
3.1	Ventajas y desventajas de los equipamientos.....	45	
3.2	Esquemas de instalación.....	47	
3.3	Tiempo de ejecución del trabajo.....	52	
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>			54
<b>ANEXO A</b>			
<b>CONSIDERACIONES DE DISEÑO DE UN CENTRO DE PROCESAMIENTO DE DATOS.....</b>			55
<b>ANEXO B</b>			
<b>NIVELES DE CLASIFICACIÓN DE UN CENTRO DE PROCESAMIENTO DE DATOS.....</b>			61
<b>ANEXO C</b>			
<b>PROBLEMAS ELÉCTRICOS.....</b>			73
<b>ANEXO D</b>			
<b>EQUIPOS DE PROTECCIÓN ELÉCTRICA.....</b>			78
<b>ANEXO E</b>			
<b>AIRE ACONDICIONADO.....</b>			92
<b>ANEXO F</b>			

## VIII

SISTEMA DE PUESTA A TIERRA.....	97
<b>ANEXO G</b>	
TABLAS CARACTERÍSTICAS DE CÁLCULOS.....	108
<b>ANEXO H</b>	
CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO ELÉCTRICO.....	117
<b>ANEXO I</b>	
CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS PROPUESTOS.....	128
<b>ANEXO J</b>	
LISTA DE ABREVIATURAS.....	142
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	145

## PRÓLOGO

El propósito de este trabajo es describir el diseño de un Centro de Procesamiento de Datos (CPD), de acuerdo con las normas y estándares internacionales, especificando el contenido, tipos, selección de los componentes y clasificación de los niveles de los CPD.

Se espera que el diseño del CPD, cuente con un nivel de alta confiabilidad, y disponibilidad siguiendo los lineamientos establecidos, por lo que se procederá a seleccionar y dimensionar los componentes que los integran.

El contenido del Capítulo I, se centra en la descripción del problema a resolver, las opiniones de las diferentes empresas e instituciones referidas a los CPD. Se realiza una descripción del edificio donde se ubicara el CPD, así como las condiciones establecidas por el cliente. En el marco teórico, se detalla los procedimientos para el dimensionamiento de los equipos de aires acondicionado y grupos electrógenos.

En el capítulo II, se planteó el diseño de la infraestructura en base a la clasificación Tier III, se seleccionaron los componentes según las características de diseño, también se determinó el cableado eléctrico y el cableado del sistema de puesta a tierra.

En el capítulo III, se propuso la ubicación de los equipamientos según las distancias que deberían de existir entre ellos, cableado para el sistema de puesta a tierra, la malla de alta frecuencia, ventajas y desventajas de la instalación.

Se hace un resumen de las principales conclusiones y recomendaciones que se deberán de tomar en cuenta para el diseño de un CPD. La clasificación Tier III con que se implemento el CPD, brinda una alta confiabilidad del sistema, el cual tiene un tiempo de 99,98% de horas productivas promedio por año, este sistema de infraestructura es mantenible de manera concurrente.

Los anexos ajuntados son las principales consideraciones de un CPD como son: el diseño, niveles de clasificación, problemas eléctricos, equipamientos de protección eléctrica y climatización, cableado del sistema de puesta a tierra y características de los equipamientos. Se asumió que el cableado estructurado, sistema de detección de incendio, administración de acceso de usuarios y sistema de seguridad están de acuerdo a las normas internacionales.

# CAPÍTULO I

## MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

### 1.1 Antecedentes

Se muestra un resumen de los requerimientos de instituciones e investigadores que han efectuado estudios relacionados con los CPD, quienes de alguna manera han contribuido a su desarrollo:

La empresa Data.ti [1], informa que: Las instalaciones donde se concentran todos los recursos tecnológicos imprescindibles para el procesamiento y la administración de la información de una compañía, reciben el nombre de Data Center o CPD. La importancia de este conjunto de servidores es enorme, porque en ellos se almacenan todos los datos sensibles de cualquier organización y de sus clientes. Por tanto, contar con un centro de datos capaz de responder a las necesidades actuales resulta crucial para una empresa.

José Antonio Fernández [1], refiere que: La crisis económica está teniendo un impacto importante en el mercado de los CPD. Se están utilizando estrategias de recorte indiscriminado de gastos y de inversión, que en muchos casos pueden ser pan para hoy y hambre para mañana. Asimismo advierte el directivo, como toda crisis, también tendrá su fin y, en ese momento, las empresas que no tengan sus CPD preparados para salir a escena, en términos de respuesta a las demandas del negocio y de calidad, tendrá un problema muy serio de competitividad en el mercado.

Miguel Ángel Portugal [1], asevera que: Varias empresas cuentan con CPD que no están preparados para hacer frente a los retos futuros. Ante esta situación, muchas compañías de Tecnologías de la Información (TI) están poniendo sobre la mesa la necesidad de redefinir el concepto de CPD. El autor, considera que es necesario evolucionar a un nuevo modelo de CPD más eficiente, orientado al servicio y que reaccione más rápidamente a las necesidades del negocio, y que en IBM se continua apostado por un CPD, que contribuya a reducir y controlar los costos tecnológicos, que pueda mejorar notablemente la eficiencia operativa y que sea capaz de adaptarse a las necesidades del entorno en que vivimos».

Para Juan A. Sánchez Cañibano [1], menciona que la forma en que se comercializan los servicios y la manera que se construyen los CPD están cambiando a una velocidad de vértigo. Es necesario, sentar nuevas bases para redefinir el modelo completo, desde la construcción hasta la comercialización de servicios.

Apple [2] se encuentra construyendo su nuevo CPD, el cual invertirá más de 1 000 millones de dólares, tiene dimensiones de 46 450 m<sup>2</sup>, cinco veces mayor que el CPD que tiene Apple en Newark, California, este CPD podría ser un componente clave en la estrategia de Apple para los servicios de computación a través de Internet. Los servicios de Apple que podría avanzar hacia la computación a través de Internet, es su suite ofimática iWork, y es que también en este caso hay que tener en cuenta que Google dispone de servicios de computación a través de Internet de este tipo, Microsoft también ha trabajado en este sentido y, lo lógico sería que Apple no se quedara fuera de este inminente mercado en el que cada año acaban entrando más compañías.

Google [3] tiene sus CPD en varios contenedores adaptados para almacenar 1 160 servidores, lo que se traduce es que cada contenedor consume hasta 250 kW y ha centrado su interés en optimizar el uso de la energía y en la refrigeración, logrando un diseño que hace que el aire frío no se mezcle con el aire caliente. Por increíble que parezca los servidores no utilizan Sistema de Alimentación Ininterrumpida (SAI) en caso de fallas en el suministro eléctrico, sino que han sido adaptados para poder utilizar una batería de 12 V, con lo que han logrado aumentar la eficiencia energética de todas sus instalaciones superando incluso a la Agencia de Protección Ambiental, quienes esperan lograr una eficiencia energética similar para el año 2011, utilizando tecnología avanzada.

Entel [4], informa que: Para competir en el mercado global, las empresas requieren infraestructura tecnológica de primer nivel. Necesitan más y mejores servicios de CPD que les proporcionen mayor capacidad transaccional y de almacenamiento, y que cuenten con altos estándares de seguridad, que cumpla con todas las normas nacionales e internacionales que rigen la construcción de este tipo de infraestructuras, además de la normativa eléctrica, telecomunicaciones, prevención de riesgos y de obras civiles. Por ende la empresa en mención ha homologado el diseño, implementación y operación de sus CPD a la clasificación de Tier III (nivel 3), la cual garantiza una disponibilidad de al menos 99,982%. Este CPD incorpora todas las capacidades técnicas y de gestión que en la actualidad tiene la empresa, permitiendo a la misma entregar una gran gama de servicios de TI de excelencia y toda una oferta de soluciones en la demanda, como programas como

un servicio, servidores dedicados virtuales, alojamiento en demanda, almacenamiento y servicios de red bajo demanda, acceso y seguridad en demanda.

En Americatel Perú [5], en la actualidad están iniciando una nueva línea de negocios: los servicios de TI, mediante ellos se promete a los clientes integrarlos a la más moderna red de CPD de la región, lo cual significa que el centro peruano es parte de una red recientemente inaugurada en Chile con 8 000 m<sup>2</sup> de CPD (dos mil ya operativos), con estándares de calidad y seguridad mundial, garantizados por certificaciones como Tier III y certificaciones de software, hardware y sistemas operativos.

## **1.2 Definición del problema**

El incremento y la alta calidad de los servicios que se ofrece a los clientes van más de un simple cambio, por lo que se optan de un CPD de alta confiabilidad, para implementar una plataforma de red eléctrica confiable, asegurando una vida útil prolongada de los equipos de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) y así reducir los tiempos muertos de operación.

Para otras compañías internacionales, los CPD almacenan datos sensibles y por tanto es crucial que su empresa esté acorde a los nuevos cambios desde la construcción hasta la comercialización de los servicios, inclusive se está desarrollando CPD que reduzcan el impacto ambiental, donde se tiene estrategias de recorte indiscriminado de gastos de inversión, para así optimizar el uso de energía y la refrigeración que logran diseños que hace que el aire frío no se mezcle con el aire caliente. Así mismo estas compañías homologan su diseño, implementación y operación de sus CPD a una clasificación Tier III, lo cual garantizan una disponibilidad de 99,982%.

Compañías en Perú, se comprometen con sus clientes de integrarlos a CPD, con estándares de calidad y seguridad mundial, garantizados por certificaciones como Tier III y certificaciones de software, hardware y sistemas operativos.

Ello justifica el diseño de un CPD, que esté acorde a las normas y estándares internacionales, por lo cual involucrará cálculos de ingeniería, a fin de cumplir con los requerimientos del sistema eléctrico y de esta forma evitar problemas que pudieran afectar el nivel óptimo de funcionamiento.

El caso escogido es el de una empresa que se dedica a la prestación de servicios de información de voz, datos, imágenes, video, dispositivos de control; de seguridad y detección de incendios, entre otros, en tiempo real las 24 horas del día de los 365 días del año, para lo cual es de vital importancia que la información esté a la disposición en el

momento que se requieran, dicha empresa opera con sub sedes a nivel nacional. Al transcurrir el tiempo esta compañía aumentó su mercado y con ellos sus ventas en nuestro país, por lo que decidió diseñar un CPD, y su ubicación es el distrito de Jesús María, Lima. La empresa construyó todas las divisiones y ahora necesita encontrar la mejor solución para proveerlos de diferentes servicios, como: protección eléctrica, sistema de climatización y cableado para el sistema de puesta a tierra.

En este contexto la empresa requirió el diseño de la infraestructura de un CPD de alta confiabilidad (Tier III). Asimismo en este diseño se debe incluir la mejor ubicación y dimensionamiento de los componentes.

Cabe recalcar que toda instalación deberá cumplir con las normas establecidas, además de usarse materiales que se encuentren certificados por los estándares.

El CPD se encuentra ubicado en el piso 3 de un edificio de 6 pisos y consta de cuatro salas; monitoreo, comunicaciones, servidores y equipos. El ambiente estará constituido con piso y techo técnico. Los lados de estos ambientes están limitados por paredes de material noble y vidrio.

En el ambiente de la sala de servidores, se instalarán los equipos de aire acondicionado y racks de servidores.

### **1.2.1 Sala de monitoreo**

Esta área tendrá la función principal de realizar la ejecución de los procesos encomendados de las diferentes aplicaciones. El ambiente tiene una altura de 3,4 metros, se encuentra separado por vidrios y material noble, según se detalla en la figura 1.1.

Adicionalmente, en esta área se realizará labores de impresión, control, respaldos y transferencias de información de los sistemas. Asimismo, se supervisarán los servicios de interconexión que se brinda a las sub sedes. Esta sala contará con una consola para el equipo de operadores, donde se realizará la ejecución de procesos y monitoreo de los servicios. Los equipos informáticos que tendrá éste ambiente se detallan a continuación: tres computadoras personales de operaciones y una impresora de alta capacidad para procesos masivos de impresión.

### **1.2.2 Sala de comunicaciones**

Esta área tendrá como función principal el monitoreo de los enlaces de las redes LAN, WAN y de brindar la información respecto a los sucesos acontecidos en los servicios. Asimismo, en esta se área realizará la transferencia de información de los sistemas, actualizaciones de las bases de datos y programas de aplicación. El ambiente tiene una

altura de 3,4 metros y se encuentra separado de los otros por vidrio, tanto interno como externo, según se detalla en la figura 1.1. El ambiente cuenta con una puerta de acceso de vidrio que permite la entrada a esta área desde la sala de monitoreo, consta con dos muros de división de ambientes, uno que lo separa con la sala de servidores y el otro que lo separa de la sala de operadores.

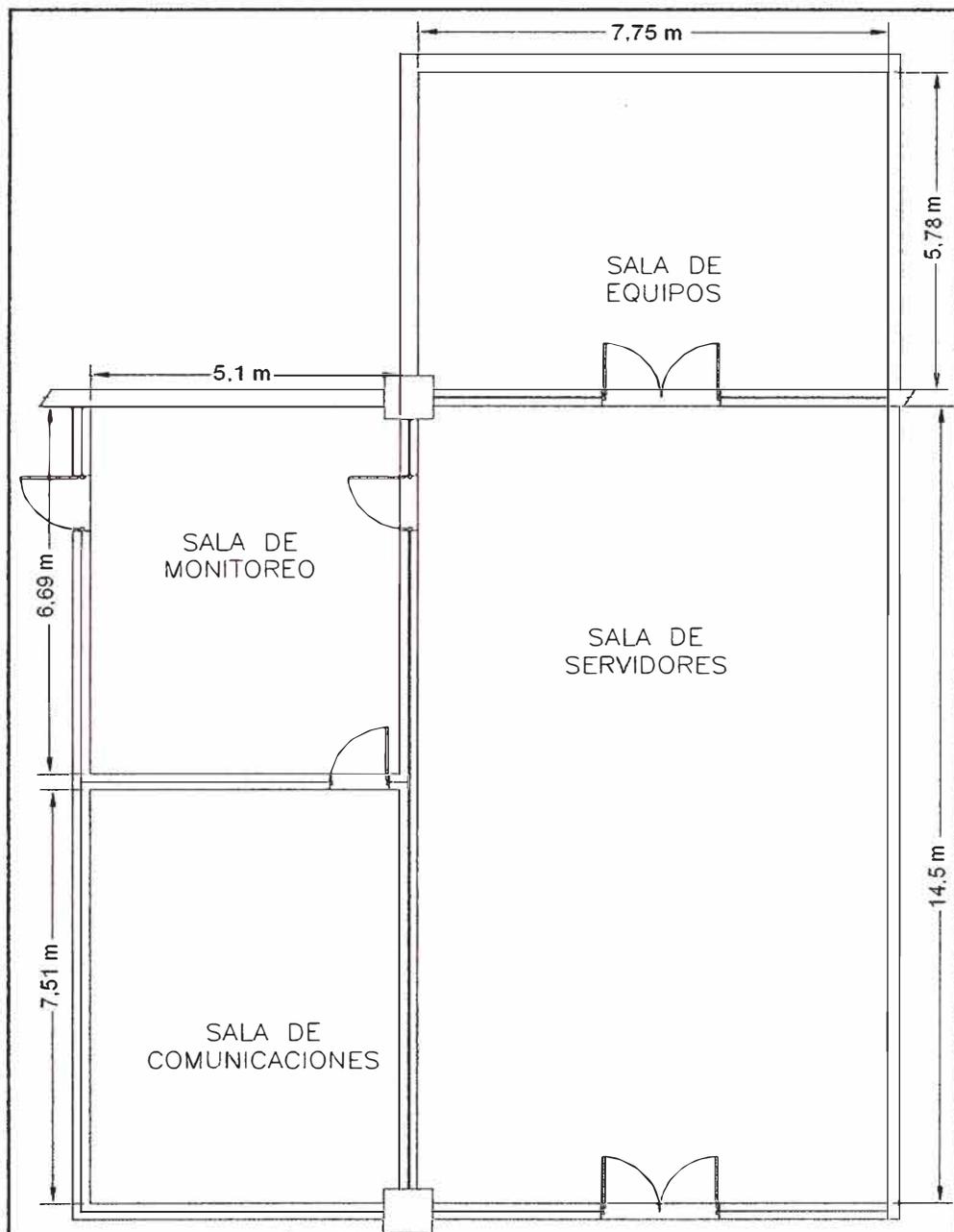


Fig. 1.1 Medidas del centro de procesamiento de datos

Esta área contará con una consola para el operador de comunicaciones, donde se realizará el monitoreo de los servicios. Los equipos informáticos que se ubicaran en este ambiente se detallan a continuación: una computadora personal de control de acceso y monitoreo, una computadora personal de trabajo, cinco servidores, dos consolas de

monitoreo de la red WAN de las sub sedes y dos unidades de control de comunicaciones (local y remota).

### **1.2.3 Sala de servidores**

En esta área se ubicarán los equipos informáticos, donde radican los sistemas y bases de datos de las aplicaciones corporativas a nivel nacional, asimismo, se encuentra almacenada la información del servicio que se brinda a nivel local.

También se encontrarán ubicados los dispositivos con los cuales se realizarán los trabajos de copia de seguridad, los equipos de aire acondicionado y equipos de comunicaciones con los cuales se brindan el acceso a nivel institucional.

El ambiente tiene una altura de 3,4 metros, se encuentra separado de los otros por vidrio y material noble, cuenta con una puerta de acceso de vidrio que permite la entrada a ésta desde la sala de monitoreo. Cuenta con una puerta de doble hoja de vidrio que permite el acceso a esta sala desde el exterior, que se utilizará para el movimiento de equipos. Desde este ambiente se permite el acceso a la sala de equipos por medio de una puerta de doble hoja de vidrio, según se detalla en la figura 1.1.

### **1.2.4 Sala de equipos**

En esta área estarán ubicados los equipos de protección eléctrica, banco de baterías y tableros. Esta área tiene una altura de 3,4 metros y se encuentra separado de los otros por vidrios y muros, tanto internas como externamente, según se detalla en la figura 1.1.

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo general**

a) Diseñar la infraestructura de un CPD de alta confiabilidad de acuerdo a la clasificación Tier III.

### **1.3.2 Objetivos específicos:**

a) Cumplir con las normas y estándares internacionales para el diseño del CPD.

b) Calcular las características de los componentes de la infraestructura del CPD.

## **1.4 Justificación**

La importancia del presente trabajo radica en que se orienta, hacia la aplicación de las normas y estándares internacionales, ya que las instituciones requieren de infraestructura tecnológica de primer nivel que garantiza mayor grado de disponibilidad y funcionalidad de sus componentes, los cuales deben ser certificados según la clasificación Tier, que enmarca, el por qué del estudio y su relación con el desarrollo y mejora continua.

Asimismo se establece la metodología y consideraciones para el cálculo de capacidad

de los componentes según los requerimientos de la entidad, las mismas que estarán conformados por el sistema de protección eléctrica, cableado para sistema de puesta a tierra y sistema de climatización.

Este trabajo pretender servir de aporte para los últimos alcances referentes a los equipos de TIC, normas y estándares que se aplica a nivel mundial, y como apoyo para la toma de decisiones en la implementación del CPD.

Finalmente, el trabajo comprende procedimientos que forman parte de todo CPD de alta disponibilidad, así como los pasos necesarios para prevenir y minimizar el tiempo de inactividad mediante componentes redundantes.

### **1.5 Centro de procesamiento de datos**

Un CPD es una instalación donde se concentran todos los recursos necesarios para el procesamiento de información de una organización. Dichos recursos consisten esencialmente en unas dependencias debidamente acondicionadas (con refrigeración, sistemas anti-incendios, SAI, etc.), computadoras y redes de comunicación. Un CPD permite a una organización, procesar datos precisos para sus operaciones. Un banco, por ejemplo, puede disponer de un centro de datos porque necesita mantener toda la información de las cuentas bancarias de sus clientes y que realice todas las transacciones necesarias. Prácticamente toda compañía de mediano tamaño para crecer deberá disponer de algún tipo de CPD. Dado que la información es un aspecto crucial para la mayoría de operaciones de una organización, esta debe ser protegida. Por eso los CPD en su desempeño garantizan la integridad y funcionalidad de sus sistemas. Esto se logra mediante una distribución física y lógica. [6]

El propósito de la Norma ANSI/TIA-942-2005 proporciona los requisitos y directrices para el diseño e instalación de un CPD o sala de ordenadores. Es destinado a ser utilizado por los diseñadores que necesitan una comprensión integral del diseño del CPD, incluida la planificación de instalaciones, los sistemas de cableados, y el diseño de red. La norma permitirá al diseño del CPD que deben considerarse tempranamente en el proceso de desarrollo de la construcción, contribuyendo a las consideraciones arquitectónicas, facilitando la información que van de los esfuerzos de diseño multidisciplinario, promoviendo la cooperación en el diseño y la construcción de las fases, la planificación adecuada durante la implementación de edificios o renovación, es significativamente menos costosa y menos perjudicial cuando está en funcionamiento. Asimismo el CPD, en particular, puede beneficiarse de la infraestructura que se planea con antelación para

apoyar el crecimiento y los cambios en los sistemas informáticos. [7]

## **1.6 Características de los grupos electrógenos**

Los grupos electrógenos se desempeñan como proveedores de energía de reserva, suplementaria o de emergencia.

Estos sistemas presentan una diversidad de exigencias en cuanto a la escala de las potencias involucradas, a la curva de carga, al retardo admisible en la incorporación del suministro, a la duración del mismo y a su confiabilidad; dando lugar a una gran cantidad de modelos que combinan múltiples tecnologías.

La selección del grupo electrógeno a instalar y su potencia nominal de generación es muy importante, a partir del cual se derivan el resto de las etapas: instalación, puesta en marcha y mantenimiento.

En caso de sobredimensionamiento el funcionamiento aparenta ser correcto y no se observan interrupciones o algún otro efecto alarmante. Los motores diesel alcanzan su mayor eficiencia cuando se desarrollan entre el 70 y el 80% de su rango de potencia que es cuando se mantiene a la temperatura necesaria para que se produzca la explosión uniforme de todo el combustible que está accediendo a la cámara. Si la máquina trabaja prolongados periodos de tiempo por debajo del 40% de su capacidad máxima, comienza el llamado sobre abastecimiento de combustible (over fueling) o acumulación de combustible no quemado en el motor (wet stacking), efecto que produce acumulación de combustible sin quemar la cámara (que puede pasar al sistema de escape), carbonizando los inyectores y rompiendo el patrón de rociado de combustible. Esto se revierte en mal aprovechamiento de la capacidad energética del combustible y la baja eficiencia del motor. La acumulación del combustible crea una resina en los asientos de las válvulas de la cámara de combustión que provoca el descenso paulatino de las mismas, llegando a golpear la cabeza del pistón y por consiguiente el deterioro del sistema mecánico. La única forma de resolver esta situación es la de cargar el generador a su máxima capacidad por espacio no menor de dos horas aproximadamente para quemar el exceso de combustible y limpiar la cámara de explosión del motor diesel.

Durante el proceso de cálculo, las cargas con factor de potencia estable y cercana a la unidad (cargas resistivas y la iluminación fluorescente e incandescente, con un factor de potencia por encima de 0,9) se separan de las cargas motrices que pueden presentar un factor de potencia variable por la inestabilidad de la potencia útil requerida en el eje.

### **1.6.1 Cargas con factor de potencia cercano a la unidad**

Se definen por la siguiente expresión:

$$S1g = \sum_{i=1}^n \frac{P_{ci}}{k\phi_i \times \cos\phi_i} \quad (1.1)$$

Donde:

- S1g** Potencia necesaria del generador para alimentar las cargas con factor de potencia cercano a la unidad, en kVA;
- Pci** Carga conectada en el circuito i, en kW;
- KΦi** Factor de corrección que depende del factor de potencia (ver tabla N° 1.1);
- cosΦi** Factor de potencia de la carga en el circuito i;
- n** Números de circuitos a considerar.

Este factor de corrección para el factor de potencia se introduce porque el factor de potencia típico de los generadores trifásicos es de 0,8 hasta 1, permitiendo cargar el generador hasta el límite de su potencia activa máxima, por lo que las desviaciones por defecto del factor de potencia de las cargas motivarán un incremento en el cálculo de la potencia del generador. La desviación por exceso dará mejores condiciones de explotación y por consiguiente el empleo de un grupo de menor capacidad.

Tabla N° 1.1 Factor de corrección según el factor de potencia

Valor del $\cos\Phi$	0,7	0,75	0,8	0,85	0,9	0,95	1
Valor de $k\Phi$	0,88	0,94	1	1,06	1,13	1,19	1,25

### 1.6.2 Cargas motrices:

Los motores se analizan para dos condiciones diferentes:

a) Funcionamiento normal o nominal.- Como funcionamiento normal se define al trabajo de las cargas motrices que operan en régimen estables y están sujetas a procesos muy poco frecuentes de arranque o parada, considerándose como una carga ya alimentada por el grupo electrógeno, por lo que se utiliza el valor de potencia realmente demandada y no el valor nominal. Se calcula por la siguiente expresión:

$$S2g = \sum_{j=1}^n \frac{P_{cj}}{k\phi_j \times R_j \times \cos\phi_j} \quad (1.2)$$

Donde:

- S2g** Potencia necesaria del generador para alimentar las cargas motrices en funcionamiento normal, en kVA;
- Pcj** Potencia del motor, en kW (se toma el valor real práctico demandado por el motor si se desconoce se toma el valor de la potencia nominal de chapa);

- $k\Phi_j$  Factor de corrección dependiente del factor de potencia (ver tabla N° 1.1);  
 $\cos\Phi_j$  Factor de potencia de la carga en el circuito j;  
 $R_j$  Rendimiento del motor;  
 n Números de circuitos a considerar.

b) Periodo de arranque.- El tratamiento a las cargas motrices con períodos de conexión o desconexión frecuentes y breves periodos de trabajo, es diferente y se determinan en forma práctica o a través de los parámetros de cada motor, la relación entre la corriente de arranque y la corriente nominal.

$$S_{am} = \frac{P_{nm}}{\cos\Phi_m \times R_m} \times \frac{I_{am}}{I_{nm}} \quad (1.3)$$

Donde:

- $S_{am}$  Potencia máxima de arranque del motor, en kVA;  
 $P_{nm}$  Potencia nominal del motor, en kW;  
 $k\Phi_j$  Factor de corrección dependiente del factor de potencia (ver tabla N° 1.1);  
 $\cos\Phi_j$  Factor de potencia nominal del motor;  
 $R_m$  Rendimiento del motor;  
 $\frac{I_{am}}{I_{nm}}$  Relación entre las corrientes de arranque y nominal del motor.

Los valores hallados en kVA, para la potencia máxima de arranque ( $S_{am}$ ) de cada motor en la expresión (1.3), no pueden sumarse algebraicamente para aquellos que puedan tener un arranque simultáneo. Durante el proceso de arranque el factor de potencia es muy diferente al factor de potencia nominal en condiciones normales, variando según la potencia y la carga del motor. Para sumar los valores de  $S_{am}$ , hay que tener en cuenta el factor de potencia de cada motor durante el arranque, por lo que la suma de las potencias de arranque ha de ser vectorial. Para esto es necesario descomponer cada valor de la ecuación  $S_{am}$  en sus componentes activo (kW) y reactivo (kVAR). La suma algebraica solo se realizará cuando los motores que estén arrancando simultáneamente tengan el mismo factor de potencia durante el proceso de arranque.

El cálculo del reactivo para cada una de estas cargas será:

$$\text{kVAR} = S_{am} \times \text{sen}\Phi_a \quad (1.4)$$

El generador tiene que ser capaz de responder ante la demanda de los motores que arrancan simultáneamente y con alta frecuencia. Esta potencia necesaria para cubrir la demanda de todas las cargas en período de arranque, se definirá como S3g.

**1.6.3 Potencia total del generador.-** La Potencia total del generador, expresada en kVA, será igual a la suma vectorial de las potencias P1g, P2g y P3g porque cada resultado obtenido tiene factores de potencia diferentes.

$$\overline{Sg} = \overline{S1g} + \overline{S2g} + \overline{S3g} \quad (1.5)$$

O sea:

$$(Sg)^2 = (\sum kW)^2 + (\sum kVAR)^2 \quad (1.6)$$

Tanto la temperatura del medio ambiente, así como la altura de instalación inciden en la potencia del generador y del motor; por lo que es necesario incluir factores de corrección a partir de las condiciones de operación: (Caterpillar, USA 2000).

Tabla N° 1.2 Factor de corrección según el aumento de temperatura y la temperatura ambiente.

t° del ambiente	Hasta 30°	40°	45°	50°	55°
Aumento de t°	110°	110°	95°	90°	85°
Valores de kt	1,05	1	0,97	0,94	0,92

Tabla N° 1.3 Factor de corrección según la altura del emplazamiento de instalación

Altura, metros	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000
Kh para t° ambiente 30° <t°a<40°	1	0,97	0,95	0,92	0,89	0,86	0,83
Kh para t° ambiente t° a < 30°	1,05	1,025	1	0,975	0,95	0,92	0,895

(Para instalaciones ubicadas a alturas menores de 1 000 m, el valor de Kh será igual a 1.)

$$Sg(final) = \frac{Sg}{kt \times kh} \quad (1.7)$$

El valor Sg de la expresión (1.6) se divide por los factores que corresponda de las tablas N° 1.2 y 1.3, obteniendo como potencia final del generador: [8]

### 1.7 Características de los equipos de climatización

Se puede establecer que la misión del aire acondicionado es la de proporcionar confort térmico y la calidad del aire interior para la vida de las personas y/o el mejoramiento de los diferentes procesos industriales. Deben efectuar los siguientes procesos básicos:

Control de temperatura y humedad.

Ventilación y calidad del aire interior.

Filtrado.

Circulación.

Estos procesos deben realizarse:

Automáticamente.

Sin ruidos molestos.

Con el menor consumo energético.

Sin producir contaminación al medio ambiente. [9]

Carga térmica total  $Q_t$ : La ecuación general para obtener la carga térmica es la siguiente:

$$Q_t = Q_c + Q_a + Q_s + Q_o \quad (1.8)$$

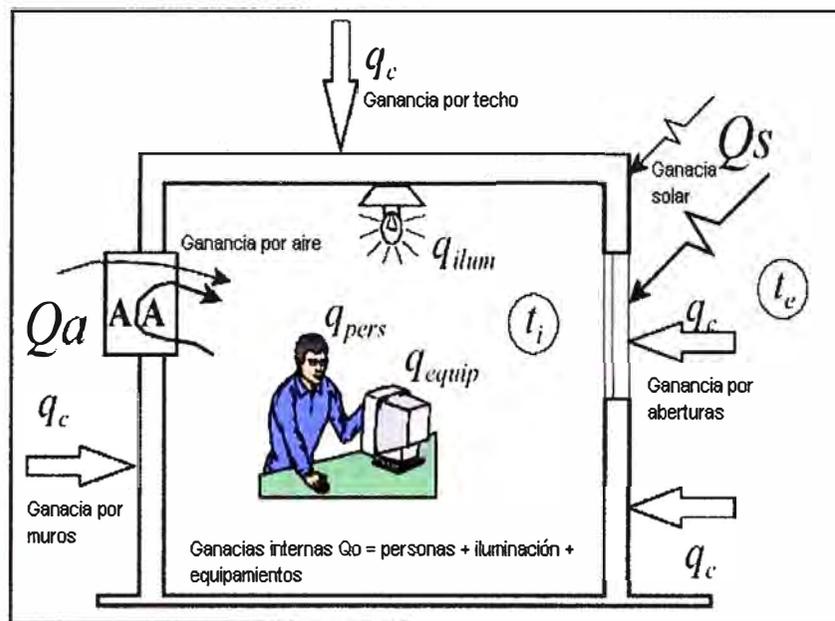


Fig. 1.2 Aportes o ganancias de calor en un local

Donde:

$Q_t$  Carga térmica total en W;

$Q_c$  Carga térmica por conducción a través de la envolvente en W;

$Q_a$  Carga térmica por ventilación aportada por el aire exterior en W;

$Q_s$  Carga térmica solar en W;

$Q_o$  Carga térmica por fuentes internas (personas + equipamientos + iluminación) en W.

a) Carga térmica por conducción  $Q_c$ : Tendremos que la ganancia de calor por conducción parcial  $Q_c$  a través de la envolvente del local será:

$$q_c = U S (t_e - t_i) \quad (1.9)$$

Donde:

$U$  Transmitancia térmica (muro, techo, piso, ventana, etc.) en  $(W/m^2.K)$ ;

$S$  Superficie del cerramiento en  $m^2$ ;

$t_e$  Temperatura exterior en  $^{\circ}C$ ;

$t_i$  Temperatura interior de diseño en °C (ver tabla N° g.1).

Tendremos así que la sumatoria de todas las pérdidas parciales  $q_c$  por conducción a través de la envolvente nos dará las pérdidas totales por conducción  $Q_c$ , según la siguiente ecuación: [10]

$$Q_c = \sum q_c \quad (1.10)$$

Para el cálculo de la constante U según la figura 1.5, se tiene:

$$U = \frac{1}{\frac{1}{h_e} + \frac{x_1}{k_1} + \frac{x_2}{k_2} + \frac{x_3}{k_3} + \frac{x_4}{k_4} + \frac{x_5}{k_5} + \frac{x_6}{k_6} + \frac{1}{h_i}} \quad (1.11)$$

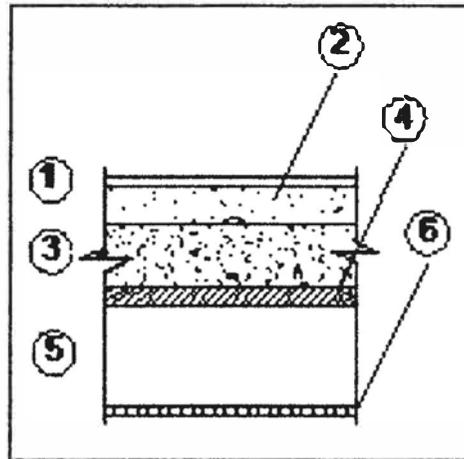


Fig. 1.3 Material compuesto

Donde:

$h_e$  Coeficiente de película "h" exterior ( $W/m^2 \text{ } ^\circ C$ ) (ver tabla N° g.2);

$h_i$  Coeficiente de película "h" interior ( $W/m^2 \text{ } ^\circ C$ ) (ver tabla N° g.2);

$x_i$  Espesor del material (m) (ver figura 1.3);

$k_i$  Coeficientes de conductividad térmica del material i ( $W/m \text{ } ^\circ C$ ) (ver tabla N° g.3). [11]

b) Carga térmica por ventilación  $Q_a$ : En la determinación de la carga térmica por ventilación se supone al edificio cerrado herméticamente donde un porcentaje del aire interior será renovado por el equipo de refrigeración para mantener una aceptable calidad del aire interior. Este porcentaje será variable en función del tipo e intensidad de actividad que se realice en su interior. Esta hermeticidad redundará en una reducción de las filtraciones y en el ahorro de energía.

El aire introducido tiende a crear una sobrepresión interior en los locales que reduce el ingreso de aire exterior por infiltración, por rendijas, paños móviles de puertas y ventanas.

Así podríamos decir que cuando un local posee un sistema de aire acondicionado el aire fluye de adentro hacia afuera y el aire ingresado para ventilación es filtrado, deshumedecido y enfriado hasta alcanzar el estándar requerido. Así la carga térmica por ventilación se calculará con la siguiente expresión:

$$Q_a = C_{AR} (0,25 \times \Delta t + 0,61 \times \Delta w) \quad (1.12)$$

Donde:

$Q_a$  Carga térmica por ventilación, aportado por el aire exterior en W;

$C_{AR}$  Cantidad de aire a renovar en  $m^3/h$ .

$$C_{AR} = N_{pers} \times C_{avp} \quad (1.13)$$

Donde:

$N_{pers}$  Cantidad de personas que ocupan la vivienda o edificio de viviendas;

$C_{avp}$  Caudal de aire de ventilación por persona en  $m^3/h.pers$  (ver tabla N° g.4).

$$\Delta t = t_e - t_i$$

$t_e$  Temperatura exterior (°C);

$t_i$  Temperatura interior de diseño de confort (°C) (ver tabla N° g.1).

$$\Delta w = w_e - w_i$$

$w_e$  Humedad específica del aire exterior (g/kg);

$w_i$  Humedad específica del aire interior (g/kg).

c) Carga térmica solar  $Q_S$ : En el local una parte de los aporte se debe a la radiación del sol que al atravesar el cristal ingresa al local calentándolo. La radiación del sol varía con cada hora del día y también a lo largo de los meses del año. Algunos autores consideran que la totalidad de la radiación del sol atraviesa el vidrio y esto no es en su totalidad. Los vidrios contienen impurezas de hierro que al verlo de lado muestra una tonalidad verdosa. Esto hace que aproximadamente solamente el 86% de la radiación lo atraviese y que llevado a un factor de transparencia es 0,86. Así el 14% de la radiación recibida o será absorbida por la masa del vidrio calentando o será reflejada. Para el factor de exposición solar  $F_{ES}$  se toma como referencia un vidrio común de 3 mm transparente como  $F_{ES} = 1,00$  y el resto de los vidrios o protecciones resultaran con valores de  $F_{ES}$  menores.

La expresión general para el cálculo de la carga debida al sol es:

$$Q_S = S \times I_S \times F_{ES} \quad (1.14)$$

Donde:

$Q_S$  Cantidad de calor por radiación solar (W);

$S$  Superficie vidriada ( $m^2$ );

$I_S$  Radiación solar a las 13 horas en ( $W/m^2$ );

$F_{ES}$  Factor de exposición solar del vidrio o la carpintería (ver tabla N° g.7).

d) Carga térmica por fuentes internas  $Q_o$  : Siendo la suma total por personas, mas el calor sensible de la iluminación artificial, el calor sensible de los equipos de oficinas (computadoras, servidores, impresoras, fotocopiadoras, etc.). En su cálculo usaremos la siguiente expresión:

$$Q_o = N_{pers} \times q_{Tpers} + \sum C_{ilum} \times P_{ilum} + \sum C_{equip} \times P_{equip} \quad (1.15)$$

Donde:

$Q_o$  Carga de calor interno por fuentes internas (W);

$N_{pers}$  Cantidad de personas en el local;

$q_{pers}$  Disipación de calor por persona según la actividad, sensible + latente (W/persona) (ver tabla N° g.5);

$C_{ilum}$  Cantidad de artefactos de iluminación;

$P_{ilum}$  Potencia del artefacto de iluminación (W) (ver tabla N° g.6);

$C_{equip}$  Cantidad de equipos o artefactos:

$P_{equip}$  Potencia de los artefactos o equipo (W) (ver tabla N° g.8). [10]

## CAPÍTULO II

### METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL CENTRO DE PROCESAMIENTO DE DATOS

#### 2.1 Componentes del centro de procesamiento de datos

El requerimiento de diseñar un CPD de alta confiabilidad en base a la clasificación Tier III, consiste en determinar los componentes con que debemos de implementarlos (según la figura b.5): grupos electrógenos, Tableros de Transferencia Automática (TTA), Tablero Principal (TP), Tableros de Entrada de SAI (TESAI), Tableros de Salida de SAI (TSSAI), SAI, aires acondicionados y Unidad de Distribución de Potencia (UDP) (ver figura 2.1).

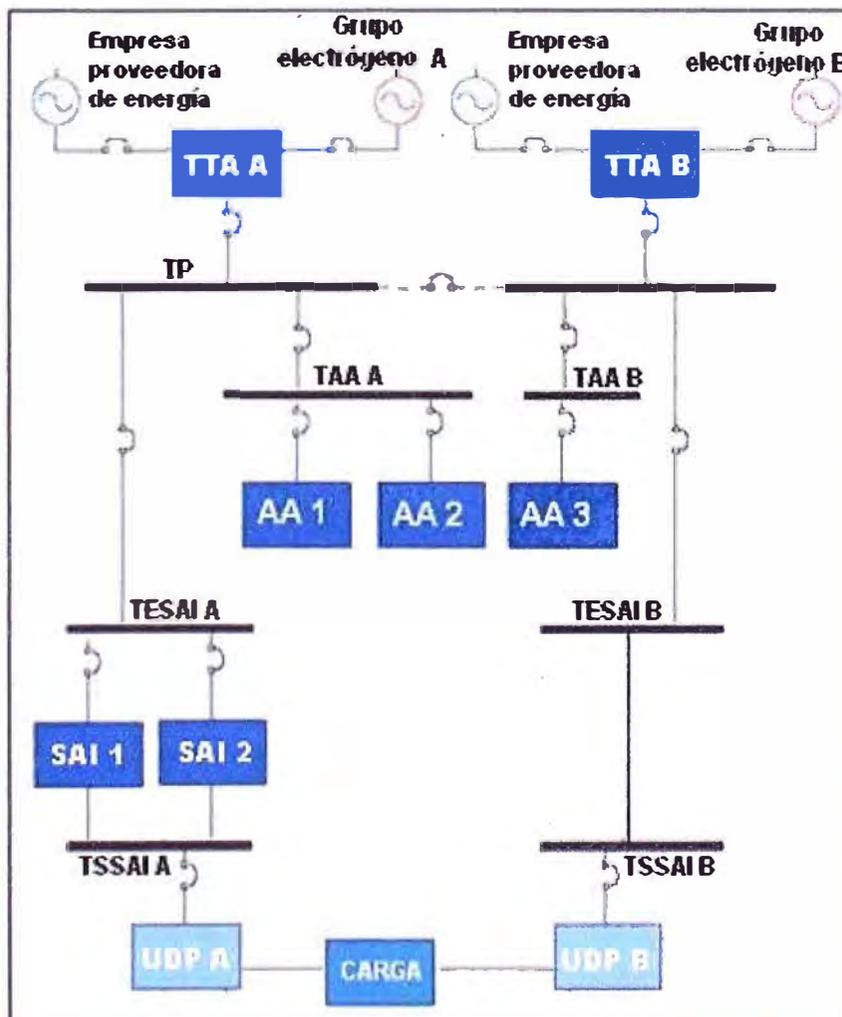


Fig. 2.1 Diagrama general del sistema eléctrico del CPD

Tabla N° 2.1 Equipos de TIC a proteger

Asignación de Gabinetes		Circuito Principal		Circuito Redundante		Potencia Asignada kVA	Sala
		Código	Capacidad (A)	Código	Capacidad (A)		
1	Servidores 01	C1.1	2x 20	C1.2	2x 20	4	Serv.
2	Servidores 02	C2.1	2x 20	C2.2	2x 20	4	Serv.
3	Servidores 03	C3.1	2x 20	C3.2	2x 20	4	Serv.
4	Servidores 04	C4.1	2x 20	C4.2	2x 20	4	Serv.
5	Servidores 05	C5.1	2x 20	C5.2	2x 20	4	Serv.
6	Servidores 06	C6.1	2x 20	C6.2	2x 20	4	Serv.
7	Servidores 07	C7.1	2x 20	C7.2	2x 20	4	Serv.
8	Servidores 08	C8.1	2x 20	C8.2	2x 20	4	Serv.
9	Servidores 09	C9.1	2x 20	C9.2	2x 20	4	Serv.
10	Servidores 10	C10.1	2x 20	C10.2	2x 20	4	Serv.
11	Servidores 11	C11.1	2x 20	C11.2	2x 20	4	Serv.
12	Servidores 12	C12.1	2x 20	C12.2	2x 20	4	Serv.
13	Servidores 13	C13.1	2x 20	C13.2	2x 20	4	Serv.
14	Librería virtual (1)	C14.1	2 x 40	C14.2	2 x 40	8	Serv.
15	Gabinete blade 2 (1)	C15.1	2 x 32	C15.2	2 x 32	6	Serv.
16	Gabinete blade 1 (1)	C16.1	2 x 32	C16.2	2 x 32	10	Serv.
		C16.3	2 x 32	C16.4	2 x 32		
17	Comunicaciones 01	C17.1	2x 20	C17.2	2x 20	4	Com.
18	Comunicaciones 02	C18.1	2x 20	C18.2	2x 20	4	Com.
19	Comunicaciones 03	C19.1	2x 20	C19.2	2x 20	4	Com.
20	Comunicaciones 04	C20.1	2x 20	C20.2	2x 20	4	Com.
21	Comunicaciones 05	C21.1	2x 20	C21.2	2x 20	4	Com.
22	Comunicaciones 06	C22.1	2x 20	C22.2	2x 20	4	Com.
23	Comunicaciones 07	C23.1	2x 20	C23.2	2x 20	4	Com.
24	Comunicaciones 08	C24.1	2x 20	C24.2	2x 20	4	Com.
25	Comunicaciones 09	C25.1	2x 20	C25.2	2x 20	4	Com.
26	Cámaras de seguridad	C26.1	2x 20	C26.2	2x 20	4	Mon.
27	Sala de monitoreo	C27.1	2x 20	C27.2	2x 20	4	Mon.
Total circuitos en la unidad de distribución de potencia		24 circuitos de 2x20 amperios		24 circuitos de 2x20 amperios		120 kVA	
		03 circuitos de 2x32 amperios		03 circuitos de 2x32 amperios			
		01 circuito de 2x50 amperios		01 circuito de 2x50 amperios			
		56 circuitos					

**Nota:** Los equipos de TIC son de alimentación de 220 V

## 2.2 Características de los equipos

Se analizará la potencia que consumen los equipos que se instalarán en el CPD, se debe considerar la potencia consumida en vatios. Esto servirá para determinar las capacidades de los equipos SAI, equipos de climatización, grupos electrógenos y otros componentes como: acometida, dispositivos de protección eléctrica y cableado de conexión del sistema de puesta a tierra.

La tabla N° 2.1 muestra el consumo de energía de los equipos de TIC (incluye el crecimiento a futuro), los cuales estarán distribuidos en las diferentes salas del CPD.

### 2.2.1 SAI

#### a) Capacidad

De acuerdo a la tabla N° 2.1 la carga total del CPD es de 120 kVA, por lo tanto cada SAI deberá de proteger esta capacidad en forma independiente, ya que los equipos estarán en redundancia, entonces se requiere que cada SAI proteja 120 kVA de potencia mínima.

#### b) Selección

Los equipos de TIC a proteger deberán ser alimentados con 220 V, por lo tanto los equipos SAI tendrán una configuración a la salida de 3x380V+N, el cual nos proporciona una tensión de 220 V entre las líneas y el neutro.

La tabla N° f.1, hace mención que el transformador de aislamiento con un neutro sólidamente a tierra proporciona factores importantes para una correcta instalación de un sistema de puesta a tierra (ver grafico fig. d.8). Asimismo los equipos de TIC requieren que exista una tensión aproximada de cero voltios entre neutro y tierra. Para cumplir con estos requerimientos la alimentación a los SAI deberán ser de 3x380V+N.

Evaluando el anexo “d” referente al tipo de SAI que deberán ser para la protección de equipos de TIC, dichos equipos tienen que ser de doble conversión, asimismo se recomienda que deben tener una mayor potencia activa a la salida, por lo que se escogerá al SAI Chloride 80 NET, el cual tiene un factor de potencia a la salida igual a 0,9, lo que proporciona 120 kVA/108 kW (ver tabla N° i.1).

#### c) Banco de baterías

Para calcular el coeficiente de descarga del banco de baterías se empleará la siguiente fórmula:

$$C_d = \frac{P_{SAI}}{N_c \times E_i} \quad (2.1)$$

Donde:

$C_d$  Coeficiente de descarga;

$P_{SAI}$  Potencia del SAI en vatios;

$N_c$  Números de celdas del banco de baterías;

$E_i$  Eficiencia del inversor.

De la tabla N° i.1, se obtiene:

Potencia nominal del SAI = 108 kW;

Números de celdas = 240 del tipo VRLA (40 baterías de 12 V);

Eficiencia del inversor  $\geq 97,5\%$ .

Reemplazando estos valores en la ecuación 2.1 se obtiene:

$$C_d = \frac{108000 \text{ Watts}}{240 \text{ Celda} \times 0,975} = 451,53 \text{ Watts/Celda}$$

Tabla N° 2.2 Cuadro de descarga de la batería Eaton 12 V 500W

## Eaton 12V 500W Battery



**Features**

- Designed for high power density applications
- Small volume, lightweight discharge efficiency
- Can be used for more than 260 cycles at 100% discharge in cycle service
- UL-recognized components under UL924 and certified by ISO 9001 and ISO 14001
- Built to comply with IEC 896-2, DIN 473534 BS 6290 OT4, Eurobat
- Exclusive three-year battery parts coverage and one-year battery labor coverage

**CONSTANT POWER DISCHARGE CHARACTERISTICS: WATTS/CELL (77°F, 25°C)**

End point volts/cell	5 min	75 min	10 min	15 min	20 min	30 min	40 min	50 min	60 min	90 min
1.85V	561	480	433	367	327	261	220	188	163	116
1.80V	638	557	492	416	356	276	232	198	171	122
1.75V	708	625	548	458	385	290	244	206	178	126
1.70V	773	685	602	489	404	305	251	210	181	127
1.67V	813	717	632	503	415	312	253	213	182	128
1.60V	879	782	695	530	432	325	260	215	185	131

Los SAI son programados para que se desconecten del banco de baterías (apagado del SAI) cuando se tiene una tensión por celda de batería de 1,67 V, observando la tabla N° 2.2 el coeficiente de descarga (451,53 Watts/Cell) se encuentra entre los valores de 15 a 20 minutos. Por lo tanto un banco de 40 baterías de 12 V de la marca Eaton 12 V 500W proporciona una autonomía aproximada de 17 minutos a plena carga por cada SAI.

### 2.2.2 Transformadores de aislamiento

Según lo mencionado en el anexo “d”, referido a los transformadores de aislamiento los cuales deberán ser de factor  $K=13$  y de potencia mayor o igual 120 kVA (potencia de los SAI), el mismo que tendrá que ser de configuración de 3x230V/3x380V+N del grupo de conexión Dyn5. De la tabla N° i.3, se seleccionará el transformador de 150 kVA el cual deberá ser de factor  $K=13$ .

Se ha considerado la tensión de 3x230 V debido a que esta es la configuración del suministro de energía. La configuración de 3x380V+N nos proporciona una tensión de

220 V entre líneas y neutro para la alimentación a los equipos del CPD.

### 2.2.3 Aire acondicionado para sala de servidores

#### a) Capacidad

Según la ecuación 1.9, se realizará el cálculo por partes:

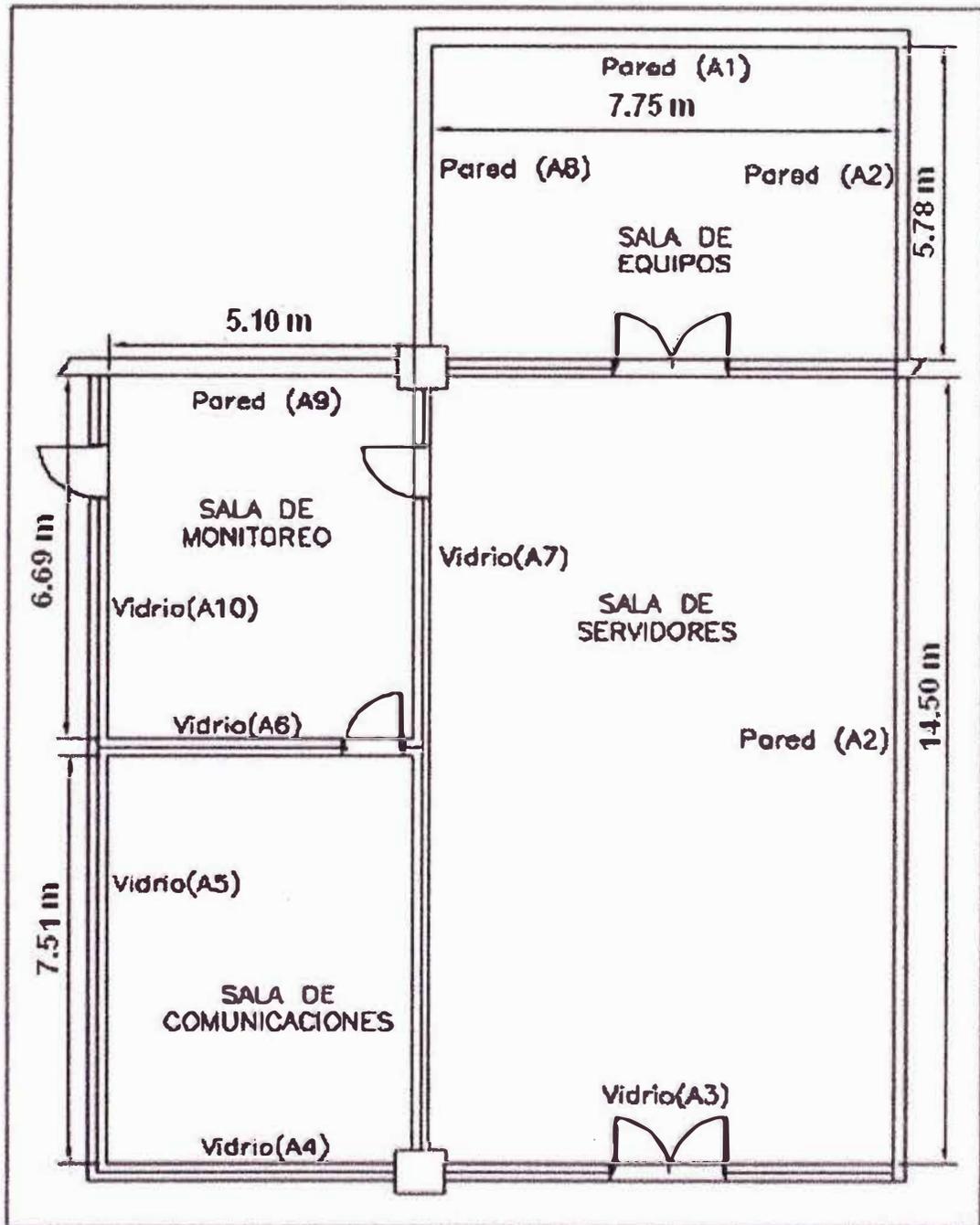


Fig. 2.2 Áreas del centro de procesamiento de datos

Cálculo de diferencias de temperaturas de las áreas

Condiciones de diseño:

$t_e = 30 \text{ }^\circ\text{C}$  (colindantes a las salas de servidores y comunicaciones);

$t_i = 22 \text{ }^\circ\text{C}$  (ideal en el diseño del centro de procesamiento de datos).

Tabla N° 2.3 Cálculo de diferencias de temperaturas

Área	Cálculos	$\Delta T$ (°C)
Techo	30 - 22	8
Piso	30 - 22	8
A1	30 - 22	8
A2	30 - 22	8
A3	30 - 22	8
A4	30 - 22	8
A5	30 - 22	8
A6	30 - 22	8
A7	30 - 22	8
A8	30 - 22	8

Cálculo de áreas de conducción de las salas de servidores y comunicaciones

La altura entre el techo técnico y piso de concreto deberá ser de 3 m.

Tabla N° 2.4 Cálculo de las áreas de conducción

Área(S)	Cálculo	$S$ (m <sup>2</sup> )
Techo	$7,75 \times (5,78 + 14,5) + 7,51 \times 5,1$	195,471
Piso	$7,75 \times (5,78 + 14,5) + 7,51 \times 5,1$	195,471
A1	$7,75 \times 3$	23,25
A2	$(5,78 + 14,5) \times 3$	60,84
A3	$7,75 \times 3$	23,25
A4	$5,1 \times 3$	15,3
A5	$7,51 \times 3$	22,53
A6	$5,1 \times 3$	15,3
A7	$6,69 \times 3$	20,07
A8	$5,78 \times 3$	17,34

Cálculo de los coeficientes de película

Usando la tabla N° g.2 se tiene:

Muy lisa  $h = 6,8 + 0,85v$ .

Lisa  $h = 7,8 + 0,90v$ .

Moderadamente áspera  $h = 9,8 + 1,20v$ .

Muy áspero  $h = 10,3 + 1,50v$ .

Tabla N° 2.5 Cálculo de los coeficientes de película "h"

Muros	$h_e = 9,8 + 1,2(0)$	$9,8 \text{ Kcal/m}^2 - h - ^\circ\text{C}$	$11,395 \text{ W/m}^2 - ^\circ\text{C}$
	$h_i = 9,8 + 1,2(0)$	$9,8 \text{ Kcal/m}^2 - h - ^\circ\text{C}$	$11,395 \text{ W/m}^2 - ^\circ\text{C}$
Techo	$h_e = 7,8 + 0,90(0)$	$7,8 \text{ Kcal/m}^2 - h - ^\circ\text{C}$	$9,07 \text{ W/m}^2 - ^\circ\text{C}$
	$h_i = 7,8 + 0,90(0)$	$7,8 \text{ Kcal/m}^2 - h - ^\circ\text{C}$	$9,07 \text{ W/m}^2 - ^\circ\text{C}$
Piso	$h_e = 10,3 + 1,50(0)$	$7,8 \text{ Kcal/m}^2 - h - ^\circ\text{C}$	$9,07 \text{ W/m}^2 - ^\circ\text{C}$
	$h_i = 7,8 + 0,90(0)$	$7,8 \text{ Kcal/m}^2 - h - ^\circ\text{C}$	$9,07 \text{ W/m}^2 - ^\circ\text{C}$
Vidrio	$h_e = 6,8 + 0,85(0)$	$6,8 \text{ Kcal/m}^2 - h - ^\circ\text{C}$	$7,907 \text{ W/m}^2 - ^\circ\text{C}$
	$h_i = 6,8 + 0,85(0)$	$6,8 \text{ Kcal/m}^2 - h - ^\circ\text{C}$	$7,907 \text{ W/m}^2 - ^\circ\text{C}$

Donde  $v$  = Velocidad del aire (Por ser ambientes cerrados no existirá movimiento de aire).

Tabla N° 2.6 Factor de conversión

$W/m^2 - ^\circ C$	$kcal/m^2 - h - ^\circ C$
1	0,860
1,163	1
5,678	4,882

Cálculo de coeficiente global de transferencia de calor en el techo o piso

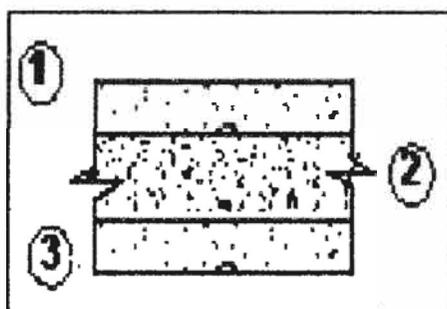


Fig. 2.3 Componentes que conforman el techo - piso

Tabla N° 2.7 Valores de los coeficientes de materiales del techo o piso

Material del Techo o piso	K ( $W/m^{\circ}C$ )	X (m)
1- Entortado de cemento-arena	1,395	0,050
2- Ladrillo	0,75	0,200
3- Entortado de cemento-arena	1,395	0,030

Nota: Los valores de K se obtuvieron de la tabla N° g.3

Reemplazando los valores de la tabla N° 2.5 y 2.7 en la ecuación 1.11 se obtiene:

$$U = \frac{1}{\frac{1}{9,07} + \frac{0,05}{1,395} + \frac{0,20}{0,75} + \frac{0,03}{1,395} + \frac{1}{9,07}}$$

$$U = 1,836 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ C \quad (2.2)$$

Cálculo de coeficiente global de transferencia de calor en muro

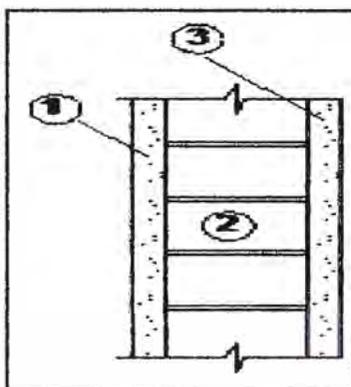


Fig. 2.4 Componentes que forman la pared

Tabla N° 2.8 Valores de los coeficientes del muro

Material del muro	K (W/m°C)	X (m)
1- Mortero de cemento	1,16	0,015
2- Hilada de block	1,00	0,200
3- Mortero de cemento	1,16	0,015

Nota: Los valores de K se obtuvieron de la tabla N° g.3

Reemplazando los valores de las tablas N° 2.5 y 2.8 en la ecuación 1.11 se obtiene:

$$U = \frac{1}{\frac{1}{11,395} + \frac{0,015}{1,16} + \frac{0,20}{1} + \frac{0,015}{1,16} + \frac{1}{11,395}}$$

$$U = 2,491 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (2.3)$$

Cálculo de coeficiente global de transferencia de calor en vidrio

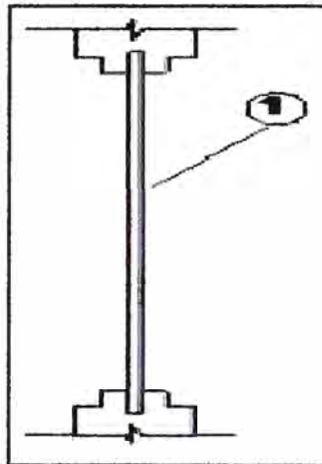


Fig. 2.5 Componentes que forman el vidrio

Tabla N° 2.9 Valores del coeficiente del vidrio

Material del muro	K (W/m°C)	X (m)
1- Vidrio	1,05	0,010

Nota: Los valores de K se obtuvieron de la tabla N° g.3

Reemplazando los valores de las tablas N° 2.5 y 2.9 en la ecuación 1.11 se obtiene:

$$U = \frac{1}{\frac{1}{7,907} + \frac{0,010}{1,05} + \frac{1}{7,907}}$$

$$U = 3,810 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (2.4)$$

Cálculo del calor térmico por conducción

Reemplazando los valores obtenidos en las tablas N° 2.3 y 2.4 , asimismo los resultados adquiridos en (2.2), (2.3) y (2.4) en la tabla N° 2.10, para hallar el  $q_c = U S (t_e - t_i)$ .

Tabla N° 2.10 Cálculo de la carga térmica por conducción

Área	S(m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> °C)	ΔT(°C)	Q(W)
Techo	195,471	1,836	8	2 871,078
Piso	195,471	1,836	8	2 871,078
A1	23,25	2,491	8	463,326
A2	60,84	2,491	8	1 212,420
A3	23,25	3,810	8	708,660
A4	15,30	3,810	8	466,344
A5	22,53	3,810	8	686,714
A6	15,30	3,810	8	466,344
A7	20,07	3,810	8	611,734
A8	17,34	2,491	8	345,552
Total				10 703,249

$$Q_c = 10\,703,249\text{ W} \quad (2.5)$$

#### Cálculo de la carga térmica por ventilación

Debido a que el CPD deberá estar herméticamente aislado y no renovará alguna cantidad de aire (según la ecuación 1.13), por lo tanto esta carga térmica será nula.

$$Q_a = 0\text{ W} \quad (2.6)$$

#### Cálculo de la carga térmica solar

El CPD no está expuesto a los rayos del sol, por lo tanto no existirá radiación solar y reemplazando en la ecuación 1.15, por lo tanto se obtiene:

$$Q_s = 0\text{ W} \quad (2.7)$$

#### Cálculo de la ganancia de calor por ocupantes

Se considerará 2 personas que estén realizando trabajo moderadamente activo en la sala de servidores y comunicaciones (usando la tabla N° g.5), se obtendrá una ganancia de calor de  $2 \times 475\text{ Btu/hr} = 950\text{ Btu/hr} = 278.42\text{ W}$  (usando la tabla N° g.9)

$$Q_{pers} = 278,42\text{ W} \quad (2.8)$$

#### Cálculo de la ganancia de calor por iluminación

Según la tabla N° 2.4 se tiene un área que tendrá que ser iluminada de  $195,471\text{ m}^2$ , en la tabla N° g.6 se tiene que para las tareas con requerimientos visuales exigentes se deberá de considerar  $9,957\text{ W/m}^2$ . Reemplazando estos valores en la ecuación 1.15 se obtiene una ganancia de calor de  $195,471\text{ m}^2 \times 9,957\text{ W/m}^2 = 1\,946,305\text{ W}$ .

$$Q_{ilum} = 1\,946,305 \text{ W} \quad (2.9)$$

### Cálculo de la ganancia de calor por equipos

La potencia de disipación de los transformadores de aislamiento no serán considerados ya que se ubicaran en el cuarto de máquina de la empresa.

En la tabla N° 2.1 se requiere proteger una carga de 120 kVA, asimismo el SAI puede proteger 108 kW (ver tabla N° i.1), por lo que se considera esta ganancia de calor de los equipos de TIC.

Observando la tabla N° i.1, la potencia de disipación del SAI a plena carga es de 7 kW.

Tabla N° 2.11 Cálculo de ganancia de calor de equipos

Equipos	Ganancia de calor (kW)
Equipos de TIC	108
Equipo SAI	7
Total	115

$$Q_{equip} = 115 \text{ kW} \quad (2.10)$$

### Cálculo de la carga térmica total

Reemplazando los valores (2.5), (2.6), (2.7), (2.8), (2.9) y (2.10) en la ecuación (1.8) se obtiene la carga térmica total para la sala de comunicaciones y servidores.

$$\begin{aligned}
 Q_t &= Q_c + Q_a + Q_s + Q_o \\
 Q_t &= 10,703 \text{ kW} + 0 + 0 + (0,278 + 1,946 + 115)\text{kW} \\
 Q_t &= 127,927 \text{ kW} \quad (2.11)
 \end{aligned}$$

### b) Selección

En la tabla N° e.1 se detalla los motivos del porque se deberían de usar equipos de aire acondicionado de precisión y no de confort, por lo que se tomará en cuenta en la selección de los mismos.

La impulsión del aire frío a las salas de comunicaciones y servidores se puede realizar usando baldosas con orificios. Para cargas menores o iguales a 5 kW se puede realizar efectivamente la instalación según el figura e.4, por lo que bastará que las baldosas se encuentren perforadas en los pasillos fríos de los equipos de TIC.

Lo obtenido en (2.11) es la potencia de refrigeración que se requiere para tener el CPD acondicionado. Se tendrá tres equipos de aire acondicionado de 70 kW de refrigeración de la marca Liebert modelo DS070ASD000, el cual dos equipos de aire acondicionado estarán operando y el tercer equipo estará de reserva en caso de que los otros fallaran. Estos equipos requieren de una tensión de alimentación de 3x230V.

## 2.2.4 Aire acondicionado para la sala de monitoreo

### a) Capacidad

Cálculo de la diferencia de temperatura de las áreas

Consideraciones de diseño:

$t_e = 22\text{ °C}$  (dentro de la salas de comunicaciones y servidores),  $t_e=30\text{ °C}$  (exteriores);

$t_i = 24\text{ °C}$  (Se considera para la sala de monitoreo).

Tabla N° 2.12 Cálculo de diferencias de temperaturas

Área	Cálculo $=t_e-t_i$	$\Delta T$ (°C)
Techo	30 - 24	6
Piso	30 - 24	6
A6	22 - 24	-2
A7	22 - 24	-2
A9	30 - 24	6
A10	30 - 24	6

Cálculo de las áreas de conducción

La altura entre el piso de concreto y el techo técnico deberá ser de 3 m (se ha considerado techo técnico de 0,4 m).

Tabla N° 2.13 Cálculo de las áreas de conducción

Área(S)	Cálculo	$S(m^2)$
Techo	5,10x6,69	34,119
Piso	5,10x6,69	34,119
A6	5,10x3,00	15,300
A7	6,69x3,00	20,070
A9	5,10x3,00	15,300
A10	6,69x3,00	20,070

Cálculo de coeficientes globales de transferencias de calor “U”

Ya que las condiciones del muro, piso, techo y vidrio son los mismos, los coeficientes de transferencia serán iguales, que lo obtenido en 2.2, 2.3 y 2.4.

Tabla N° 2.14 Coeficientes globales de transferencia de calor “U”

Área	U (W/m <sup>2</sup> °C)
Techo	1,836
Piso	1,836
A6	3,810
A7	3,810
A9	2,491
A10	3,810

Cálculo de calor de conducción

Reemplazando los valores obtenidos de la tablas N° 2.12, 2.13 y 2.14 en la tabla N° 2.15 se obtendrá el calor por conducción de la sala de monitoreo.

Tabla N° 2.15 Cálculo de la carga térmica por conducción

Área	S(m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> °C)	ΔT(°C)	Q(W)
Techo	34,119	1,836	6	375,855
Piso	34,119	1,836	6	375,855
A6	15,300	3,810	-2	-116,586
A7	20,070	3,810	-2	-152,933
A9	15,300	2,491	6	228,674
A10	20,070	3,810	6	458,800
Total				1 169,664

$$Q_c = 1\ 169,664\ W \quad (2.12)$$

#### Cálculo de la carga térmica por ventilación

La sala de monitoreo deberá estar herméticamente y no renovará alguna cantidad de aire (según la ecuación 1.13), por lo tanto ésta carga térmica será nula.

$$Q_a = 0\ W \quad (2.13)$$

#### Cálculo de la carga térmica solar

La sala de monitoreo no está expuesta a los rayos del sol, por lo tanto no existirá radiación solar y reemplazando en la ecuación 1.15, por lo tanto se obtiene:

$$Q_s = 0\ W \quad (2.14)$$

#### Cálculo de la ganancia de calor por ocupantes

Se considerará 3 personas que estén realizando trabajo moderadamente activo (usando la tabla N° g.5) se obtendrá una ganancia de calor de  $3 \times 475\ \text{Btu/hr} = 1425\ \text{Btu/hr} = 417,62\ \text{W}$  (ver tabla N° g.10)

$$Q_{pers} = 417,62\ W \quad (2.15)$$

#### Cálculo de la ganancia de calor por iluminación

Según la tabla N° 2.15 se tiene un área que tendrá que ser iluminada de  $34,119\ m^2$ , en la tabla N° g.6 se tiene que para las tareas con requerimientos visuales exigentes se deberá de considerar  $9,957\ \text{W/m}^2$ . Reemplazando estos valores en la ecuación 1.15 se obtiene una ganancia de calor de  $34,119\ m^2 \times 9,957\ \text{W/m}^2 = 339,723\ W$ .

$$Q_{itum} = 339,723 \text{ W} \quad (2.16)$$

Cálculo de la ganancia de calor de los equipos

En esta área se estará trabajando con tres computadoras personales de 3x300 W y una impresora de alta capacidad de 1 100 W (ver tabla N° g.8), por lo tanto la ganancia de calor total por los equipos será:

$$Q_{equip} = 3 \times 300 \text{ W} + 1100 \text{ W} = 2000 \text{ W}$$

$$Q_{equip} = 2000 \text{ W} \quad (2.17)$$

Cálculo de la carga térmica total

Reemplazando los valores (2.12), (2.13), (2.14), (2.15), (2.16) y (2.17) en la ecuación 1.8 se obtendrá la carga térmica total de la sala de monitoreo.

$$Q_t = 1\,169,664 + 0 + 0 + 417,62 + 339,723 + 2\,000 = 3\,927 \text{ W}$$

Convirtiendo W a kBtu/hr (ver tabla N° g.10)

$$Q_t = 13,4 \text{ kBtu/hr} \quad (2.18)$$

#### b) Selección

Para el acondicionamiento de la sala de monitoreo bastará con uno equipo del tipo confort, ya que este ambiente no es crítico. Según el valor 13,4 kBtu/hr (2.18) bastara con un equipo de aire acondicionado de 18,0 kBtu/hr. Se escogerá el aire Art Cool Modelo A182H (ver características tabla N° i.7).

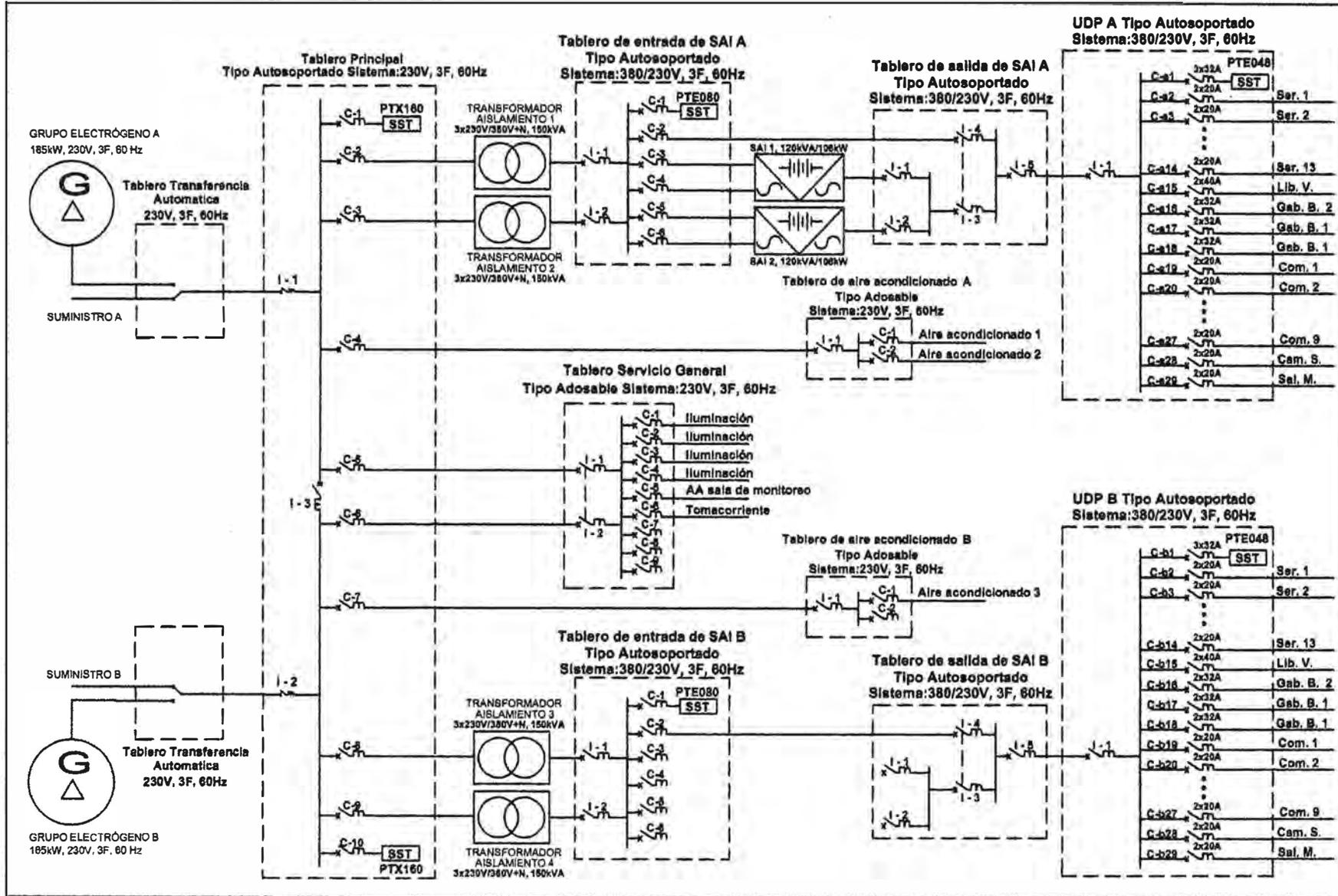
### 2.2.5 Supresores de sobrevoltaje transitorios (SST)

#### a) SST para las unidades de distribución de potencia (UDP) A y B

Los equipos que son alimentados desde estas UDP son sensibles (ver figura 2.6), por lo que son considerados como categoría I de sobretensión (ver la tabla N° d.1), donde pueden soportar como máximo 1 500 V. Asimismo la IEEE informa que para un nivel de exposición bajo en la categoría A1 (ver tabla N° d.2) los SST deberán de poder soportar transitorios de 2 kV y 70 A. Se recomienda un SST IT Protector modelo PTE048, el cual tiene voltaje residual máximo de 760 V entre fases para una prueba de 2 kV y 67 A, por lo tanto este equipo tiene voltajes residuales mucho menor a la categoría I de sobretensión (ver tabla N° i.8)

Para este SST se requiere la protección con un interruptor termomagnético de 3x32 A

Fig. 2.6 Diagrama general de instalación



(Ver tabla N° 2.16).

b) SST para los tableros de entrada de SAI A y B

Los equipos de los tableros en mención son sensibles (ver figura 2.6) y son considerados como categoría II de sobretensión, (ver tabla N° d.1) el cual deberían de soportar como máximo 2,5 kV. La IEEE lo considera como nivel de exposición alto en la categoría A3 el cual debe soportar transitorios de 6 kV con 200 A. Con estas consideraciones se recomienda un SST IT Protector modelo PTE080, el cual tiene un voltaje residual máximo de 1 730 V entre fases, para una prueba de 6 kV y 3 kA, por lo tanto este equipo tiene voltajes residuales mucho menor a la categoría II de sobretensión (ver tabla N° i.9).

Para este supresor de transitorios se requiere la protección con un interruptor termomagnético de 3x32 A (ver tabla N° 2.16).

Tabla N° 2.16 Requerimiento de instalación de los supresores de sobrevoltaje transitorios

 <b>TRANSIENT VOLTAGE SURGE SUPPRESSORS</b> MANUFACTURED BY <b>INNOVATIVE TECHNOLOGY</b> 15470 Flight Path Drive, Brooksville, Florida 34604 USA		SURGE SUPPRESSION LEADER ...BY DESIGN  INSTALLATION INSTRUCTIONS FOR: <b>3 PHASE WYE (STAR) (-3Y) MODELS</b>	
<b>PRODUCT IDENTIFICATION AND INSTALLATION REQUIREMENTS TABLE</b>			
<b>Standard Models</b> (No fuse or disconnect included - no "L" or "D" suffix)	<b>Wire Size Range</b>	<b>Circuit Interrupt Device Required for Installation</b>	
		Max. Current Rating	Type
EQX	#10 AWG (6 mm <sup>2</sup> ) Stranded <b>Wire Included</b>	30 Amps	Class RK5 fuses or One triple-pole/single-throw breaker or Three single-pole/single-throw breakers
XT-40			
PTE048 or PTX048			
PTE065 or PTX065			
PTE080 or PTX080			
PTE160 or PTX160			
PTE300 or PTX300	#14 - 1/0 AWG (2.5-50 mm <sup>2</sup> ) <b>Wire Not Included</b>	60 Amps	<b>FUSES Not Included</b>
PTE400 or PTX400		100 Amps	
PTE640 or PTX640			

c) SST para el tablero principal

Los equipos de este tablero es de categoría III de sobretensión (ver tabla N° d.1), el cual deberá de soportar como máximo 4 kV. La IEEE lo considera como nivel de exposición alto en la categoría B3 el cual debe soportar transitorios de 6 kV con 3 k A. Con estas consideraciones se recomienda un SST IT Protector modelo PTX160, el cual tiene voltajes residuales máximo de 970 V entre fases para una prueba de 6 kV y 3 kA, por lo tanto este

equipo tiene un voltaje residual mucho menor a la categoría III de sobretensión (ver tabla N° i.10).

Para este supresor de transitorios se requiere la protección con un interruptor termomagnético de 3x32 A (ver tabla N° 2.16).

### 2.2.6 Grupo electrógeno

La instalación de los equipos se realizará según la figura 2.6.

#### a) Características

Cálculo de la potencia de los equipos de aire acondicionado para la sala de servidores

De la tabla N° i.6 los equipos de aire acondicionado seleccionado es de 70 kW de refrigeración modelo 070 con motor de 7,5 hp, el cual tiene configuración None or Hot Water / None con una tensión de operación de 230 V, estos equipos tienen una corriente máxima de 104,8 A, los dos equipos de aires acondicionado se encuentran funcionando y uno estará en espera en caso de que fallara los anteriores. Se considera un factor de potencia de los equipos de aire acondicionado de 0,8.

De la ecuación 1.1 se tiene:

$$P_{ci} = 230V \times 1,732 \times 104,8A \times 0,8 = 33,398 \text{ kW};$$

$$\text{Cos}\Phi_i = 0,8;$$

$$K\Phi_i = 1 \text{ (ver tabla N° 1.1);}$$

$n = 2$  (debido a que dos aires estarán funcionando).

Reemplazando estos valores en la ecuación 1.1 se obtiene:

$$P_1 = \sum_{i=1}^2 \frac{33,398 \text{ kW}}{1 \times 0,8} = 83,495 \text{ kVA} \quad (2.19)$$

Cálculo de la potencia del equipo de aire acondicionado de la sala de comunicaciones

De la tabla N° i.7 se tiene que el equipo de aire acondicionado modelo A182H tiene una corriente de 8,5 A a 220 V y se considera un factor de potencia de 0,8.

De la ecuación 1.1 se tiene:

$$P_{ci} = 220V \times 8,5A \times 0,8 = 1\,496 \text{ W};$$

$$\text{Cos}\Phi_i = 0,8;$$

$$K\Phi_i = 1 \text{ (ver tabla N° 1.1);}$$

$n = 1$ .

Reemplazando estos valores en la ecuación 1.1, se obtiene:

$$P_2 = \sum_{i=1}^1 \frac{1\,496 \text{ W}}{1 \times 0,8} = 1\,870 \text{ VA} \quad (2.20)$$

Cálculo de la potencia de los equipos de iluminación

De las tablas N° 2.4 y 2.13 se obtiene las áreas de los ambientes que serán iluminados  $195,741 \text{ m}^2 + 34,119 \text{ m}^2 = 229,86 \text{ m}^2$  y en la tabla N° g.6 se tiene que para un requerimiento visuales exigentes se requiere de  $9,957 \text{ W/m}^2$ .

Entonces de la ecuación 1.1 se tiene:

$$P_{ci} = 229,86 \text{ m}^2 \times 9,957 \text{ W/m}^2 = 2\ 288,72 \text{ W};$$

$$\cos\Phi_i = 1;$$

$$K\Phi_i = 1,25 \text{ (ver tabla N° 1.1);}$$

$$n = 1.$$

Reemplazando en 1.1:

$$P_3 = \sum_{i=1}^1 \frac{2\ 288,72 \text{ W}}{1,25 \times 1} = 1\ 830,98 \text{ VA} \quad (2.21)$$

Cálculo de la potencia de los transformadores de aislamiento

Los dos SAI van a estar conectado en paralelo estando compartiendo la carga al 50% ( $60 \text{ kVA}/54 \text{ kW}$ ), y observando la tabla N° i.1 se tiene que estos equipos tiene una eficiencia de 97,5% al 50% de la carga conectada. Según la figura 2.6 cada transformador de aislamiento estará compartiendo la carga de  $54 \text{ kW}/0,975 = 55,38 \text{ kW}$ , así mismo se considera una eficiencia del transformador de aislamiento de 92%.

$$P_{cj} = \text{Potencia del transformador} = 55,38 \text{ kW}/0,92 = 60,19 \text{ kW};$$

$$\cos\Phi_j = 1;$$

$$K\Phi_j = 1,25 \text{ (ver tabla N° 1.1);}$$

$$n = 2.$$

$$P_4 = \sum_{j=1}^2 \frac{60,19 \text{ kW}}{1,25 \times 1} = 96,304 \text{ kVA} \quad (2.22)$$

Resumen de cálculo de cargas conectadas al grupo electrógeno

Por lo tanto reemplazando los valores de (2.19), (2.20), (2.21) y (2.22) en la ecuación (1.1).

Tabla N° 2.17 Características de las cargas

Ecuación	$\cos\Phi_j$	kVA	kW	kVAr
2.19	0,8	83,495	66,80	50,10
2.20	0,8	1,870	1,50	1,12
2.21	1	1,830	1,83	0
2.22	1	96,304	96,30	0
Total			166,43	51,22
Total (kVA)			174,13	

$$S1g = \sum_{i=1}^n \frac{P_{ci}}{k\Phi_i \times \cos\Phi_i} = 174,13 \text{ kVA} \quad (2.23)$$

Observando la tabla N° 1.2 se considera un ambiente con una temperatura menor a 40 °C se obtiene  $kt=1$  y empleando la tabla N° 1.3 se tiene que  $Kh=1$ , ya que el grupo se va instalar en Lima, donde la altura es menor a 1 000 m y reemplazando el resultado de la ecuación 2.23 en la ecuación 1.7 se obtiene:

$$Sg(\text{final}) = \frac{174,13 \text{ kVA}}{1 \times 1} = 174,13 \text{ kVA} \quad (2.24)$$

Se considerará que el grupo electrógeno trabajará al 80% de su capacidad para que opere a su máxima eficiencia, por lo tanto la potencia requerida será:

$$Sg/0,8 = 174,13 \text{ kVA}/0,8 = 217,66 \text{ kVA} \quad (2.25)$$

### b) Selección

De la tabla N° i.11 se observa el Grupo J200U el cual tiene una potencia de reserva disponible de 185 kW/231 kVA ( $fp=0,8$  del grupo electrógeno) y una potencia principal disponible en forma continua de 168 kW/210 kVA.

$$\text{Potencia de emergencia} = 231 \text{ kVA} \quad (2.26)$$

## 2.3 Selección de interruptores termomagnéticos y conductores

Todos los cálculos para los dimensionamientos de los interruptores termomagnéticos (ITM) y conductores se realizará en base a la figura 2.6. Para la realización de los cálculos se empleará las fórmulas del anexo h.

### 2.3.1 Tablero de aire acondicionado A (TAA A)

Tabla N° 2.18 Cálculo del circuito C-1 del TAA A

Circuito	C-1	Tensión (V)	230	Sistema	Trifásico	Delta	
Requerimiento de los conductores				Requerimiento del ITM			
Sección de las líneas (mm <sup>2</sup> )	Sección del neutro (mm <sup>2</sup> )	Sección del SPT (mm <sup>2</sup> )	Longitud del conductor (m)	Corriente de operación (A)	Corriente nominal del ITM (A)	Capacidad del ITM (kA)	ITM
							Riel din = 1,3
S			L	Ib	In	Icc	Fd
50	No requiere	16	27	104	128	85	1.45
Capacidad del conductor en el medio				Capacidad de sobrecarga	Resistencia del conductor		
Capacidad del conductor (A)	Factor de reducción		Capacidad en el medio (A)	Capacidad de corriente (A)	r en ohmios/metro (20 °C)	Temperatura operación (70 °C)	Temperatura de cortocircuito (160 °C)
	Temperatura	Agrupamiento					
CC	Kt	Ka	Iz = CC x Kt x Ka	I2 = Fd x In	r20	r70=1,1965xr20	r160=1,5501xr20
174	1,06	0,8	147,55	185,6	0,000391	0,000467832	0,000606089
Capacidad de cortocircuito				Variación de tensión			
Factor de resistividad (Kf)	Potencia de cortocircuito del conductor	tiempo del cortocircuito (s)	Energía pasante del ITM	Corriente de falla entre línea a línea (A)	Trifásico = √3 Monofásico = 2	Diferencia de tensión	Porcentaje de variación
Kf	Pcc = Kf x Kf x S x S	t	Pccitm=(10xIn)x(10xIn)x t	Iccmax=(Tensión)/(r160 x2xL)	Km	ΔU = Km x L x Ib x r70	% = ΔU x 100 / (Tensión)
115	33062500,00	5	8192000	7027.45	1.732050808	2,28	0,99
Condiciones que se deberían de cumplir obligatoriamente						Resumen:	
Primera verificación térmica		Segunda verificación térmica	Condición de cortocircuito		Condición de variación de tensión %	Cableado en bandejas del tipo escalerilla	
Ib ≤ In	In ≤ Iz	I2 ≤ 1.45 x Iz	Pcc > Pccitm	Iccmax < Icc	< 2,5	Líneas: 3x50 mm <sup>2</sup> PVC	
SI	SI	SI	SI	SI	SI	Neutro: No requiere	
						Tierra: 16 mm <sup>2</sup> PVC	
						ITM: NS160N TMD (128 A) 85 kA/230 V	

a) ITM C-1: De la tabla N° i.6 el equipo de aire acondicionado requiere una corriente máxima de 104 A. Los datos de los conductores e ITM se encuentra en la tabla N° 2.18. Los circuitos C-1 y C-2 alimentaran a los equipos de aire acondicionado de 70 kW de refrigeración, por lo tanto tendrán las mismas características.

b) El ITM I-1 del tablero en mención alimentara a dos equipos de aires acondicionados a la vez, por lo que su capacidad debe ser mayor a  $2 \times 104$  A, se seleccionara un ITM con capacidad de  $2 \times 104 \times 1,10 = 228,8$  A (10% de tolerancia). El ITM modelo NS250N-TM-D-250 será de calibrado el relé termomagnético TMD a  $0,9 \times I_n = 0,9 \times 250$  A = 225 A, dicho accesorio es de 85 kA a 230 V.

c) Para determinar la capacidad del conductor de protección a tierra del TAA A se empleara la tabla N° f.4, el cual se requiere de un conductor de 2 AWG ( $35 \text{ mm}^2$ ) para una corriente de fase de 225 A.

### 2.3.2 Tablero de aire acondicionado B (TAA B)

Las capacidades de los ITM y conductores serán idénticas al TAA A.

### 2.3.3 Tablero de entrada de SAI A (TESAI A)

a) ITM C-3: Alimentación del rectificador del SAI 1.

De la tabla N° i.2 el SAI tiene una corriente máxima (206 A) de operación. Los datos de los conductores e ITM C-3 se encuentran en la tabla N° 2.19. Los circuitos C-3 y C-5 alimentaran a los rectificadores de los SAI, por lo tanto tendrán las mismas características.

Tabla N° 2.19 Cálculo del circuito C-3 del TESAI A

Circuito	C-3	Tensión (V)	380	Sistema	Trifásico	Delta	
Requerimiento de los conductores				Requerimiento del ITM			
Sección de las líneas ( $\text{mm}^2$ )	Sección del neutro ( $\text{mm}^2$ )	Sección del SPT ( $\text{mm}^2$ )	Longitud del conductor (m)	Corriente de operación (A)	Corriente nominal del ITM (A)	Capacidad del ITM (kA)	ITM
			L	$I_b$	$I_n$	$I_{cc}$	Riel din = 1,3 Caja moldeada = 1,45
S	No requiere	No requiere	7,5	206	225	36	Fd
95							1,45
Capacidad del conductor en el medio			Capacidad de sobrecarga		Resistencia del conductor		
Capacidad del conductor (A)	Factor de reducción		Capacidad en el medio (A)	Capacidad de corriente (A)	r en ohmios/metro (20 °C)	Temperatura operación (70 °C)	Temperatura de cortocircuito (160 °C)
	Temperatura	Agrupamiento	$I_z = CC \times K_t \times K_a$				
CC	$K_t$	$K_a$		$I_z = F_d \times I_n$	r20	r70=1,1965x20	r160=1,5501x20
275	1,06	0,8	233,20	326,25	0,000195	0,000233318	0,00030227
Capacidad de cortocircuito				Variación de tensión			
Factor de resistividad ( $K_f$ )	Potencia de cortocircuito del conductor	tiempo del cortocircuito (s)	Energía pasante del ITM	Corriente de falla bifásica (A)	Trifásico = $\sqrt{3}$ Monofásico = 2	Diferencia de tensión	Porcentaje de variación
$K_f$	$P_{cc} = K_f \times K_f \times S \times S$	t	$P_{ccitm} = (10 \times I_n) \times (10 \times I_n) \times t$	$I_{ccmax} = (Tensión) / (r160 \times 2 \times L + 0,01)$	$K_m$	$\Delta U = K_m \times L \times I_b \times r70$	$\% = \Delta U \times 100 / (Tensión)$
115	119355625,00	5	25312500	26145,51	1,732050808	0,62	0,16
Condiciones que se deberían de cumplir obligatoriamente						Resumen:	
Primera verificación térmica		Segunda verificación térmica	Condición de cortocircuito		Condición de variación de tensión %	Cableado en bandejas del tipo escalerilla	
$I_b \leq I_n$	$I_n \leq I_z$	$I_z \leq 1,45 \times I_z$	$P_{cc} > P_{ccitm}$	$I_{ccmax} < I_{cc}$	<2,5	Lineas: 3x95 $\text{mm}^2$ PVC	
SI	SI	SI	SI	SI	SI	Neutro: No requiere	
						Tierra: No requiere	
						ITM: NS250N STR22GE-225 A 36 kA/380 V	

## b) ITM C-4: Alimentación de bypass del SAI 1

De la tabla N° i.2 el SAI tiene una corriente máxima de bypass de 174 A. Los datos de los conductores e ITM C-4 se encuentran en la tabla N° 2.20. Los circuitos C-4 y C-6 alimentaran a bypass de los SAI, por lo tanto tendrán las mismas características.

Tabla N° 2.20 Cálculo del circuito C-4 del TESAI A

Circuito	C-4	Tensión (V)	380	Sistema	Trifásico	Estrella	
Requerimiento de los conductores				Requerimiento del ITM			
Sección de las líneas (mm <sup>2</sup> )	Sección del neutro (mm <sup>2</sup> )	Sección del SPT (mm <sup>2</sup> )	Longitud del conductor (m)	Corriente de operación (A)	Corriente nominal del ITM (A)	Capacidad del ITM (kA)	ITM
							Riel din = 1,3
S			L	Ib	In	Icc	Fd
95	2x95	35	7.5	174	200	36	1.45
Capacidad del conductor en el medio				Capacidad de sobrecarga	Resistencia del conductor		
Capacidad del conductor (A)	Factor de reducción		Capacidad en el medio (A)	Capacidad de corriente (A)	r en ohmios/metro (20 °C)	Temperatura operación (70 °C)	Temperatura de cortocircuito (160 °C)
	Temperatura	Agrupamiento					
CC	Kt	Ka	Iz = CC x Kt x Ka	I2 = Fd x In	r20	r70 = 1.1965 x r20	r160 = 1.5501 x r20
275	1.06	0.8	233.20	290	0.000195	0.000233318	0.00030227
Capacidad de cortocircuito				Variación de tensión			
Factor de resistividad (Kf)	Potencia de cortocircuito del conductor	tiempo del cortocircuito (s)	Energía pasante del ITM	Corriente de falla bifásica (A)	Trifásico = $\sqrt{3}$ Monofásico = 2	Diferencia de tensión	Porcentaje de variación
Kf	Pcc = Kf x Kf x S x S	t	Pccitm = (10 x In) x (10 x In) x t	Iccmax = (Tensión) / (r160 x 2 x L + 0.01)	Km	$\Delta U = Km \times L \times Ib \times r70$	% = $\Delta U \times 100 / (\text{Tensión})$
115	119355625.00	5	20000000	26145.51	1.732050808	0.53	0.14
Condiciones que se debieran de cumplir obligatoriamente						Resumen:	
Primera verificación térmica		Segunda verificación térmica	Condición de cortocircuito		Condición de variación de tensión %	Cableado en bandejas del tipo escalerilla	
Ib ≤ In	In ≤ Iz	I2 ≤ 1.45 x Iz	Pcc > Pccitm	Iccmax < Icc	< 2,5	Lineas: 3x95 mm <sup>2</sup> PVC	
SI	SI	SI	SI	SI	SI	Neutro: Dos líneas de 95 mm <sup>2</sup> PVC	
						Tierra: 35 mm <sup>2</sup> de PVC	
						ITM: NS250N STR22GE-200 A 36 kA/380 V	

Tabla N° 2.21 Cálculo del circuito C-2 del TESAI A

Circuito	C-2	Tensión (V)	380	Sistema	Trifásico	Estrella	
Requerimiento de los conductores				Requerimiento del ITM			
Sección de las líneas (mm <sup>2</sup> )	Sección del neutro (mm <sup>2</sup> )	Sección del SPT (mm <sup>2</sup> )	Longitud del conductor (m)	Corriente de operación (A)	Corriente nominal del ITM (A)	Capacidad del ITM (kA)	ITM
							Riel din = 1,3
S			L	Ib	In	Icc	Fd
95	2x95	35	7.5	209.67	225	36	1.45
Capacidad del conductor en el medio				Capacidad de sobrecarga	Resistencia del conductor		
Capacidad del conductor (A)	Factor de reducción		Capacidad en el medio (A)	Capacidad de corriente (A)	r en ohmios/metro (20 °C)	Temperatura operación (70 °C)	Temperatura de cortocircuito (160 °C)
	Temperatura	Agrupamiento					
CC	Kt	Ka	Iz = CC x Kt x Ka	I2 = Fd x In	r20	r70 = 1.1965 x r20	r160 = 1.5501 x r20
275	1.06	0.8	233.20	326,25	0.000195	0.000233318	0.00030227
Capacidad de cortocircuito				Variación de tensión			
Factor de resistividad (Kf)	Potencia de cortocircuito del conductor	tiempo del cortocircuito (s)	Energía pasante del ITM	Corriente de falla bifásica (A)	Trifásico = $\sqrt{3}$ Monofásico = 2	Diferencia de tensión	Porcentaje de variación
Kf	Pcc = Kf x Kf x S x S	t	Pccitm = (10 x In) x (10 x In) x t	Iccmax = (Tensión) / (r160 x 2 x L + 0.01)	Km	$\Delta U = Km \times L \times Ib \times r70$	% = $\Delta U \times 100 / (\text{Tensión})$
115	119355625.00	5	25312500	26145.51	1.732050808	0.64	0.17
Condiciones que se debieran de cumplir obligatoriamente						Resumen:	
Primera verificación térmica		Segunda verificación térmica	Condición de cortocircuito		Condición de variación de tensión %	Cableado en bandejas del tipo escalerilla	
Ib ≤ In	In ≤ Iz	I2 ≤ 1.45 x Iz	Pcc > Pccitm	Iccmax < Icc	< 2,5	Lineas: 3x95 mm <sup>2</sup> PVC	
SI	SI	SI	SI	SI	SI	Neutro: Dos líneas de 95 mm <sup>2</sup> PVC	
						Tierra: 35 mm <sup>2</sup> de PVC	
						ITM: NS250N STR22GE-225 A 36 kA/380 V	

## c) ITM C-2: Alimentación del bypass de mantenimiento del sistema en paralelo.

La corriente de salida de cada SAI es 120 kVA/380 V x  $\sqrt{3}$  = 182,32 A y considerando un

margen de 15% se obtiene  $182,32 \text{ A} \times 1,15\% = 209,67 \text{ A}$  corriente de operación para el sistema de bypass de los SAI. Los cálculos de los conductores e ITM se encuentran en la tabla N° 2.21.

Por lo tanto los conductores de salida de cada SAI serán de  $95 \text{ mm}^2$  el cual tiene una capacidad mayor a  $209,67 \text{ A}$ .

### 2.3.4 Tablero de entrada de SAI B (TESAI B)

Las capacidades de los ITM y conductores serán idénticas al TESSAI A.

### 2.3.5 Tablero de salida de SAI A (TSSAI A)

a) Las capacidades de los interruptores (I-1, I-2, I-3, I-4 y I-5) de este tablero serán iguales y de la misma capacidad. Los datos de los conductores e ITM I-5 se encuentran en la tabla N° 2.22.

Tabla N° 2.22 Cálculo del circuito I-5 del TSSAI A

Circuito	I-5	Tensión (V)	380	Sistema	Trifásico	Estrella	
Requerimiento de los conductores				Requerimiento del ITM			
Sección de las líneas (mm <sup>2</sup> )	Sección del neutro (mm <sup>2</sup> )	Sección del SPT (mm <sup>2</sup> )	Longitud del conductor (m)	Corriente de operación (A)	Corriente nominal del ITM (A)	Capacidad del ITM (kA)	ITM
							Riel din = 1.3
							Caja moldeada = 1.45
S			L	Ib	In	Icc	Fd
95	2x95	35	14	209.67	225	36	1.45
Capacidad del conductor en el medio				Capacidad de sobrecarga	Resistencia del conductor		
Capacidad del conductor (A)	Factor de reducción		Capacidad en el medio (A)	Capacidad de corriente en alambres/metro (20 °C)	Temperatura operación (70 °C)	Temperatura de cortocircuito (160 °C)	
	Temperatura	Agrupamiento					Iz = CC x Kt x Ka
CC	Kt	Ka	Iz = CC x Kt x Ka	I2 = Fd x In	r20	r70=1.1965xr20	r160=1.5501xr20
275	1.06	0.8	233.20	326.25	0.000195	0.000233318	0.00030227
Capacidad de cortocircuito				Variación de tensión			
Factor de resistividad (Kf)	Potencia de cortocircuito del conductor	tiempo del cortocircuito (s)	Energía pasante del ITM	Corriente de falla línea a neutro (A)	Trifásico = √3 Monofásico = 2	Diferencia de tensión	Porcentaje de variación
Kf	Pcc = Kf x Kf x S x S	t	Pccitm=(10xIn)x(10xIn)x t	Iccmax=(Tensión)/(r160 x2xLx√3)	Km	ΔU = Km x L x Ib x r70	% = ΔU x 100 / (Tensión)
115	119355625,00	5	25312500	25922,13	1.732050808	1.19	0.31
Condiciones que se deberían de cumplir obligatoriamente				Resumen:			
Primera verificación térmica		Segunda verificación térmica	Condición de cortocircuito		Condición de variación de tensión %	Cableado en bandejas del tipo escalonilla	
Ib ≤ In	In ≤ Iz	I2 ≤ 1,45 x Iz	Pcc > Pccitm	Iccmax < Icc	≤ 2.5	Líneas: 3x95 mm <sup>2</sup> PVC Neutro: Dos ternas de 95 mm <sup>2</sup> PVC Tierra: 35 mm <sup>2</sup> PVC	
SI	SI	SI	SI	SI	SI	ITM: NS250N TM-D-225 A 36 kA/380 V	

b) Para determinar la capacidad del conductor de protección a tierra del TSSAI A se empleara la tabla N° f.4, el cual se requiere de un conductor de 2 AWG ( $35 \text{ mm}^2$ ) para una corriente de fase de  $225 \text{ A}$ .

### 2.3.6 Tablero de salida de SAI B (TSSAI B)

Las capacidades de los ITM y conductores serán idénticas al TSSAI A.

### 2.3.7 Unidad de distribución de potencia A (UDP A)

a) De la tabla N° 2.1 se tienen circuitos de  $20 \text{ A}$ , los cuales deberán alimentar cargas de  $4 \text{ kVA}$ , entonces se tendrá una corriente de operación de  $4 \text{ kVA}/220 \text{ V} = 18,18 \text{ A}$ . Los



c) De la tabla N° 2.1 se tiene un circuito de 40 A, el cual alimentara una carga de 8 kVA, entonces se tendrá una corriente de operación de  $8 \text{ kVA}/220 \text{ V} = 36,36 \text{ A}$ . Los cálculos de dimensionamiento de conductores e ITM se muestran en la tabla N° 2.24.

Tabla N° 2.24 Cálculo del circuito (40 A) de la UDP A

Circuito	40A	Tensión (V)	220	Sistema	Monofásico		
Requerimiento de los conductores				Requerimiento del ITM			
Sección de las líneas (mm <sup>2</sup> )	Sección del neutro (mm <sup>2</sup> )	Sección del SPT (mm <sup>2</sup> )	Longitud del conductor (m)	Corriente de operación (A)	Corriente nominal del ITM (A)	Capacidad del ITM (kA)	ITM
S			L	I <sub>b</sub>	I <sub>n</sub>	I <sub>cc</sub>	Riel din = 1.3 Caja moldeada=1.45 Fd
10	10	10	25	36.36	40	20	1.3
Capacidad del conductor en el medio			Capacidad de sobrecarga	Resistencia del conductor			
Capacidad del conductor (A)	Factor de reducción		Capacidad en el medio (A)	Capacidad de corriente (A)	r en ohmios metro (20 °C)	Temperatura operación (70 °C)	Temperatura de cortocircuito (160 °C)
	Temperatura	Agrupamiento	I <sub>z</sub> = CC x K <sub>t</sub> x K <sub>a</sub>				
CC	K <sub>t</sub>	K <sub>a</sub>		I <sub>z</sub> = F <sub>d</sub> x I <sub>n</sub>	r <sub>20</sub>	r <sub>70</sub> = 1.1965 x r <sub>20</sub>	r <sub>160</sub> = 1.5501 x r <sub>20</sub>
60	1,06	0,78	49.61	52	0.00195	0.002333175	0.003022695
Capacidad de cortocircuito				Variación de tensión			
Factor de resistividad (K <sub>f</sub> )	Potencia de cortocircuito del conductor	tiempo del cortocircuito (s)	Energía pasante del ITM	Corriente de falla bifásica (A)	T <sub>nfásico</sub> = √3 Monofásico = 2	Diferencia de tensión	Porcentaje de variación
K <sub>f</sub>	P <sub>cc</sub> = K <sub>f</sub> x K <sub>f</sub> x S x S	t	P <sub>ccitm</sub> = (10 x I <sub>n</sub> ) x (10 x I <sub>n</sub> ) x t	I <sub>ccmax</sub> = (Tensión) / (r <sub>160</sub> x 2 x L)	K <sub>m</sub>	ΔU = K <sub>m</sub> x L x I <sub>b</sub> x r <sub>70</sub>	% = ΔU x 100 / (Tensión)
115	1322500.00	5	800000	1455.65	2	4.24	1.93
Condiciones que se deberían de cumplir obligatoriamente				Resumen:			
Primera verificación térmica		Segunda verificación térmica	Condición de cortocircuito		Condición de variación de tensión %	Cableado en bandejas del tipo escalerilla Conductor: 3x10 mm <sup>2</sup> NPT PVC ITM: C60N-40 A 20 kA/230 V	
I <sub>b</sub> ≤ I <sub>n</sub>	I <sub>n</sub> ≤ I <sub>z</sub>	I <sub>z</sub> ≤ 1.45 x I <sub>z</sub>	P <sub>cc</sub> > P <sub>ccitm</sub>	I <sub>ccmax</sub> < I <sub>cc</sub>	< 2.5		
SI	SI	SI	SI	SI	SI		

d) La corriente de operación de la UDP A es  $120 \text{ kVA}/(380 \text{ V} \times \sqrt{3}) = 182,32 \text{ A}$  y considerando un margen de 10% se obtiene  $182,32 \text{ A} \times 1.10\% = 200,55 \text{ A}$  corriente nominal del ITM general del tablero. El ITM modelo NS250N-TM-D-250 será de calibrado el relé termomagnético TMD a  $0,8 \times I_n = 0,8 \times 250 \text{ A} = 200 \text{ A}$ , dicho accesorio es de 36 kA a 380 V.

e) Para determinar la capacidad del conductor de protección a tierra de la UDP A se empleara la tabla N° f.4, el cual se requiere de un conductor de 4 AWG (25 mm<sup>2</sup>) para una corriente de fase de 200 A.

### 2.3.8 Unidad de distribución de potencia B (UDP B)

Las capacidades de los ITM y conductores serán idénticas al UDP A.

### 2.3.9 Tablero de servicios general (TSG)

a) En este tablero estará destinado para el sistema de iluminación de las salas (monitoreo, comunicaciones, equipos, servidores), luces de emergencia, aire acondicionado de sala de monitoreo, equipos para las labores de limpieza y reservas, por lo que se consideran 9 circuitos de 2x16 A y tendrá dos interruptores principales (I-1 y I-2) de 32 A, obteniendo una máxima potencia de 12,8 kVA. La instalación de los circuitos será realizado por ductos

empotrados para el cual usaremos el método A1 de la tabla N° h.6. Los cálculos de dimensionamiento de conductores e ITM se muestran en la tabla N° 2.26.

Tabla N° 2.25 Cargas conectadas al tablero de servicios general

Circuito	ITM	Carga	Potencia (VA)
C-1	2x16 A	Iluminación	2 288,72
C-2	2x16 A	Iluminación	
C-3	2x16 A	Iluminación	
C-4	2x16 A	Iluminación	
C-5	2x16 A	AA sala de monitoreo	1 870
C-6	2x16 A	Tomacorrientes	3 000
C-7	2x16 A	Luces de emergencia	1 000
C-8	2x16 A	Reserva	4 641,48
C-9	2x16 A	Reserva	
Total			12 800

b) Para determinar la capacidad del conductor de protección a tierra del TSG se empleara la tabla N° f.4, el cual se requiere de un conductor de 8 AWG (10 mm<sup>2</sup>) para una corriente de fase de menor a 100 A.

Tabla N° 2.26 Cálculo del circuito de 16 A del TSG

Circuito	16A	Tensión (V)	230	Sistema	Monofásico		
Requerimiento de los conductores				Requerimiento del ITM			
Sección de las líneas (mm <sup>2</sup> )	Sección del neutro (mm <sup>2</sup> )	Sección del SPT (mm <sup>2</sup> )	Longitud del conductor (m)	Corriente de operación (A)	Corriente nominal del ITM (A)	Capacidad del ITM (kA)	ITM
							Riel din = 1,3
S			L	Ib	In	Icc	Fd
4	No requiere	4	38	13,64	16	20	1,3
Capacidad del conductor en el medio				Capacidad de sobrecarga	Resistencia del conductor		
Capacidad del conductor (A)	Factor de reducción		Capacidad en el medio (A)	Capacidad de corriente (A)	r en ohmios/metro (20 °C)	Temperatura operación (70 °C)	Temperatura de cortocircuito (160 °C)
	Temperatura	Agrupamiento					
CC	Kt	Ka	Iz = CC x Kt x Ka	I2 = Fd x In	r20	r70=1.1965xr20	r160=1.5501xr20
24	1,06	0,8	20,35	20,8	0,00509	0,006090185	0,007890009
Capacidad de cortocircuito				Variación de tensión			
Factor de resistividad (Kf)	Potencia de cortocircuito del conductor	tiempo del cortocircuito (s)	Energía pasante del ITM	Corriente de falla bifásica (A)	Trifásico = √3 Monofásico = 2	Diferencia de tensión	Porcentaje de variación
Kf	Pcc = Kf x Kf x S x S	t	Pccitm=(10xIn)x(10xIn)x t	Iccmax=(Tensión)/(r160 x2xL)	Km	ΔU = Km x L x Ib x r70	% = ΔU x 100 / (Tensión)
115	211600,00	5	128000	383,56	2	6,31	2,74
Condiciones que se deberían de cumplir obligatoriamente						Resumen:	
Primera verificación térmica		Segunda verificación térmica	Condición de cortocircuito		Condición de variación de tensión %	Cableado en ducto empotrado	
Ib ≤ In	In ≤ Iz	I2 ≤ 1.45xIz	Pcc > Pccitm	Iccmax < Icc	<2.5	Líneas: 2x4 mm <sup>2</sup> PVC Neutro: No requiere Tierra: 4 mm <sup>2</sup> PVC	
SI	SI	SI	SI	SI	NO	ITM: C60N 16 A 20 kA/230 V	

### 2.3.10 Tablero principal (TP)

a) ITM C-2: Para la protección del transformador de aislamiento de 150 kVA se deberá de emplear un ITM aproximado a  $150 \text{ kVA} / (230 \text{ V} \times 173) = 376,9 \text{ A}$ . El ITM modelo NS400N STR23SE 400 A calibrado a 372 A de 230 V/85 kA. Los interruptores C-2, C-3, C-8 y C-9





c) ITM I-1 = ITM I-2 = ITM I-3: La potencia de emergencia del grupo electrógeno es de 231 kVA (valor obtenido en 2.26), por lo tanto los interruptores deberán aproximados a  $231 \text{ kVA} / (230 \text{ V} \times 1,73) = 580 \text{ A}$ . Existe interruptores comerciable de 630 A y se calibrara a 586 A. El cálculo del conductor e ITM se detalla en la tabla N° 2.31.

Tabla N° 2.31 Cálculo del conductor e ITM I-1 del TP

Circuito	I-1	Tensión (V)	230	Sistema	Trifásico	Delta	
Requerimiento de los conductores				Requerimiento del ITM			
Sección de las líneas (mm <sup>2</sup> )	Sección del neutro (mm <sup>2</sup> )	Sección del SPT (mm <sup>2</sup> )	Longitud del conductor (m)	Corriente de operación (A)	Corriente nominal del ITM (A)	Capacidad del ITM (kA)	ITM
							Riel din = 1.3
S			L	Ib	In	Icc	Fd
240	No requiere	95	40	580	586	85	1.45
Capacidad del conductor en el medio				Capacidad de sobrecarga	Resistencia del conductor		
Capacidad del conductor (A)	Factor de reducción		Capacidad en el medio (A)	Capacidad de corriente (A)	r en ohmios/metro (20 °C)	Temperatura operación (70 °C)	Temperatura de cortocircuito (160 °C)
	Temperatura	Agrupamiento	Iz = CC x Kt x Ka				
CC	Kt	Ka		I2 = Fd x In	r20	r70=1.1965xr20	r160=1.5501xr20
642	1.06	0.87	592.05	849.7	0.000077	9.21305E-05	0.000119358
Capacidad de cortocircuito				Variación de tensión			
Factor de resistividad (Kf)	Potencia de cortocircuito del conductor	tiempo del cortocircuito (s)	Energía pasante del ITM	Corriente de falla bifásica (A)	Trifásico = √3 Monofásico = 2	Diferencia de tensión	Porcentaje de variación
Kf	Pcc = Kf x Kf x S x S	t	Pccitum=(10xIn)x(10xIn)xr	Iccmax=(Tensión):(r160 x2xL)	Km	$\Delta U = Km \times L \times Ib \times r70$	% = $\Delta U \times 100 / (\text{Tensión})$
115	761760000.00	5	171698000	24087.26	1.732050808	3.70	1.61
Condiciones que se deberían de cumplir obligatoriamente						Resumen:	
Primera verificación térmica		Segunda verificación térmica	Condición de cortocircuito		Condición de variación de tensión %	Cableado en bandejas del tipo escalerilla	
Ib ≤ In	In ≤ Iz	I2 ≤ 1.45xIz	Pcc > Pccitum	Iccmax < Icc	< 2.5	Líneas: Dos ternas de 120 mm <sup>2</sup> PVC	
SI	SI	SI	SI	SI	SI	Neutro: No requiere	
						Tierra: 95 mm <sup>2</sup> PVC	
						ITM: NS630N STR23SE 586 A 85 kA 230 V	

## 2.4. Malla de alta frecuencia

Para la instalación de la malla de alta frecuencia se sigue los siguientes pasos:

- Se realiza la limpieza del piso de concreto el cual debe estar libre de impureza.
- El piso debe estar seco antes de pintarlo con pintura epóxica, para el cual se debe de realizar dos pintadas y tendrá que dejar de secar 2 días como mínimo. La pintura epóxica es usada como disipadores de corriente estática para el cual es ideal en pisos de los CPD.
- Posteriormente se realiza la instalación de pletina o cintas de cobre, el cual debe estar soldada con cobre en las intercepciones, la retícula será de 60cm y la intercepción de estas deberá de quedar en el centro de las baldosas (ver figura 2.7).
- Se deberán de fijar bases antisísmicas de los equipos (SAI, Aire Acondicionado, Tableros Auto Soportado, bancos de baterías) en su ubicación final. Las bases de los equipos, estructura metálicas y rack tendrán que ser soldada con un conductor desnudo a la malla de cobre que se encuentra ya instalada (ver figura 2.8).
- La malla de cobre deberá de conectarse al barraje equipotencial que se encuentra ya instalado en la pared. El sistema de puesta a tierra de equipos electrónicos sensibles deberá de conectarse directamente a este baraje equipotencial.



Fig. 2.7 Piso acondicionado con pintura epóxica y cintas de cobre



Fig. 2.8 Aterramiento de estructuras e instalación de barraje equipotencial

**CAPITULO III**  
**PRESENTACIÓN DE RESULTADOS**

**3.1. Ventajas y desventajas de los equipamientos**

Tabla N° 3.1 Ventajas y desventajas de los equipamientos

Grupo electrógeno	
Ventajas	Desventajas
a) Equipo dimensionado para la potencia de 120 kVA de carga crítica. b) No existirán problemas por acumulación de combustible no quemado.	a) No permite un crecimiento de carga crítica a futuro.
Sistema de Alimentación Ininterrumpida	
Potencia = 108 kW/120 kVA Eficiencia = 97,5%	
Ventajas	Desventajas
a) Equipo con factor de potencia a la salida de 0,9, el cual permite que se puedan conectar mayor cantidad de equipos con factor de potencia de 0,9. b) Equipos con alta eficiencia, el cual permite que se tenga menor pérdida por calentamiento.	
Transformador de aislamiento	
Ventajas	Desventajas
El factor $k=13$ permite que el transformador no se caliente por los armónicos que generan los equipos de la TIC.	
Aire acondicionado de precisión	
Ventajas	Desventajas
La ventilación del equipo lo realiza por el piso técnico el cual permite que la impulsión de aire sea directamente a los equipos.	
Supresores de sobrevoltajes transitorios	
Ventajas	Desventajas
Los equipos están instalados en cascada, permitiendo que los sobrevoltajes sean eliminados por cada etapa de la instalación reduciendo los problemas en los equipos críticos.	

Tabla N° 3.2 Ventajas y desventajas de la instalación

Instalación	
Ventajas	Desventajas
SAI configurados en paralelos, los cuales comparten las cargas al mismo tiempo, en caso de que uno fallara el otro asumiría toda la carga.	Esta configuración no permite que se tengan dos ramas A y B estabilizados a la vez.
Con esta configuración de los SAI se obtendría la clasificación Tier IV, el cual tendría dos ramas, que permitiría que tenga se tenga redundancia en cada rama de la instalación del CPD.	Para tener una clasificación Tier IV se tendría que adquirir dos SAI de 120 kVA.
Con la instalación de 4 transformadores se tiene redundancia de uno de ellos por cada rama (A o B).	
Los tres equipos de aire acondicionado son programados para que dos equipos estén trabajando y uno de ellos esté de reserva en caso de que existiera fallara.	
Instalación preparada para tener una clasificación de Tier IV en refrigeración y equipos SAI.	
Existe suficiente espacio para poder realizar trabajos en los equipos SAI, aire acondicionado y rack.	
Cada rack de servidores y comunicaciones son alimentados con dos fuentes de energías diferentes, lo cual permite que exista la redundancia, en caso de que uno opere correctamente.	

Tabla N° 3.3 Resumen de equipamientos

Cantidad	Equipo	Marca	Modelo	Capacidad
2	Grupo electrógeno	SDMO	J200U	200 kW
2	SAI	Chloride	80-NET	108 kW
2	Banco de baterías			
4	Transformador de aislamiento	Tesla		150 kVA
3	Aire acondicionado	Liebert	DS070ASD000	70 kW
1	Aire acondicionado	Art Cool	A182H	18 kBtu/hr
2	Supresor de sobrevoltaje transitorios	Eaton	PTE048	48 kA
2	Supresor de sobrevoltaje transitorios	Eaton	PTE080	80 kA
2	Supresor de sobrevoltaje transitorios	Eaton	PTX160	160 kA

3.2 Esquemas de instalación

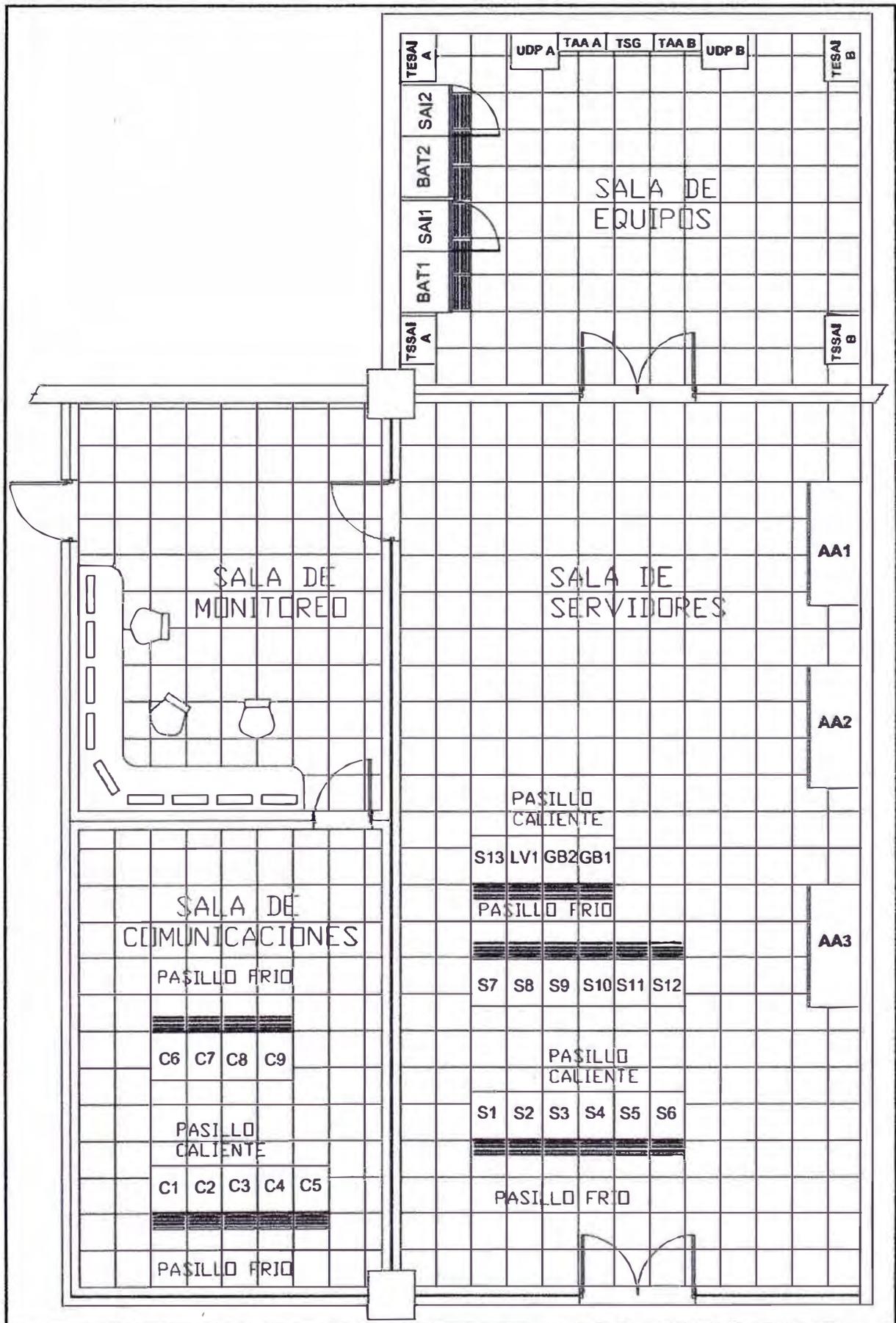


Fig. 3.1 Ubicación de componentes del CPD

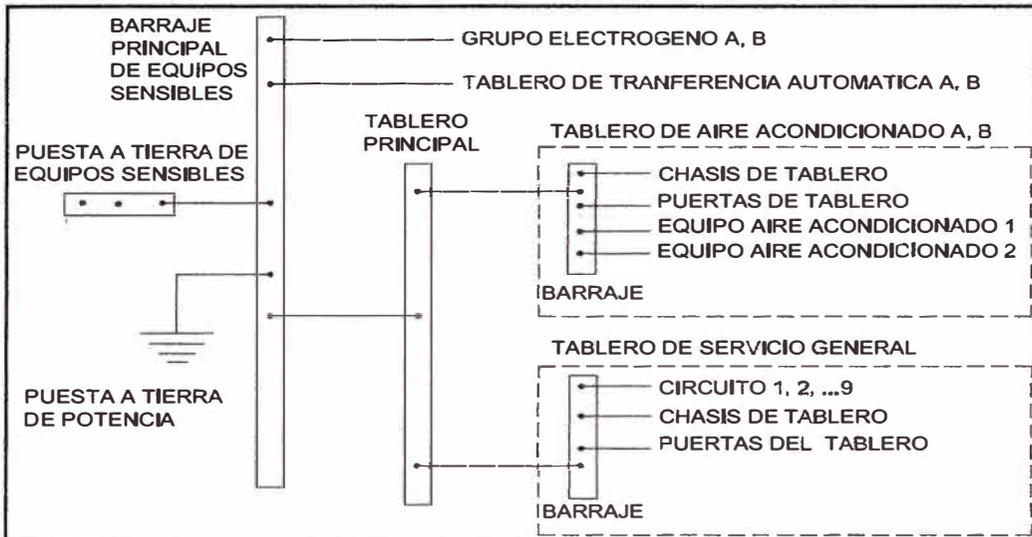


Fig. 3.2 Sistema de puesta a tierra de equipos de potencia

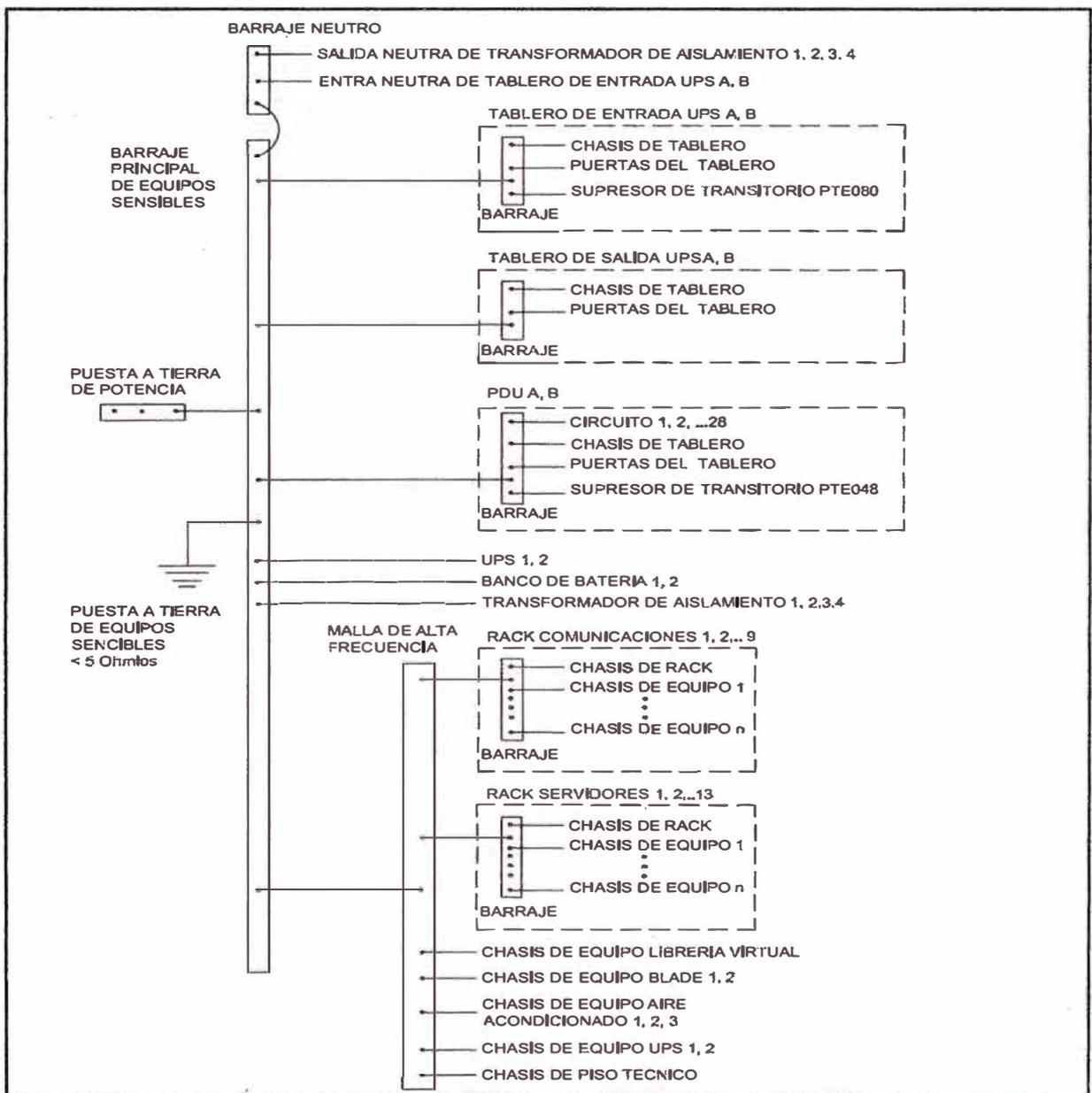


Fig. 3.3 Sistema de puesta a tierra de equipos sensibles

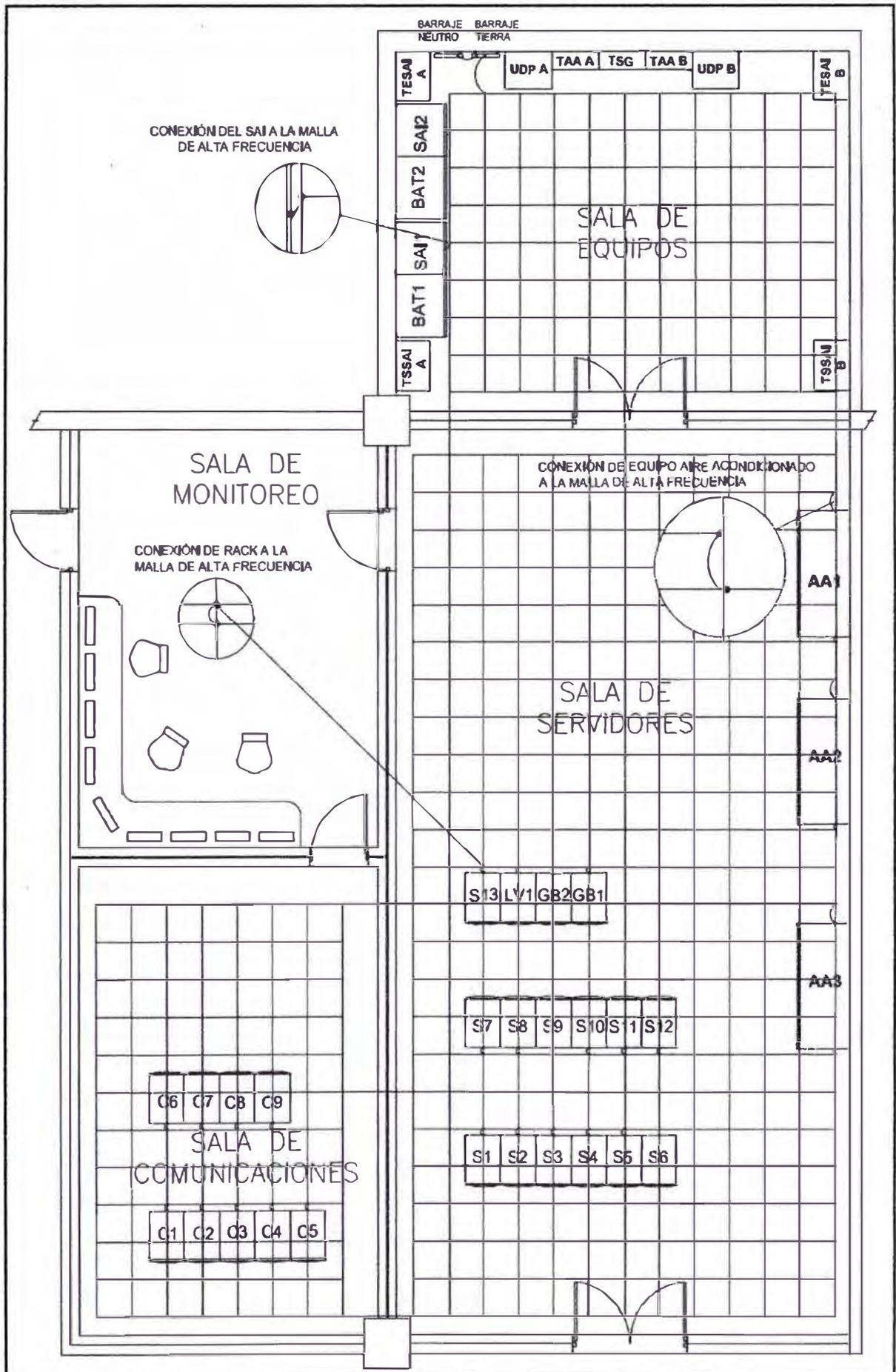


Fig. 3.4 Malla de alta frecuencia

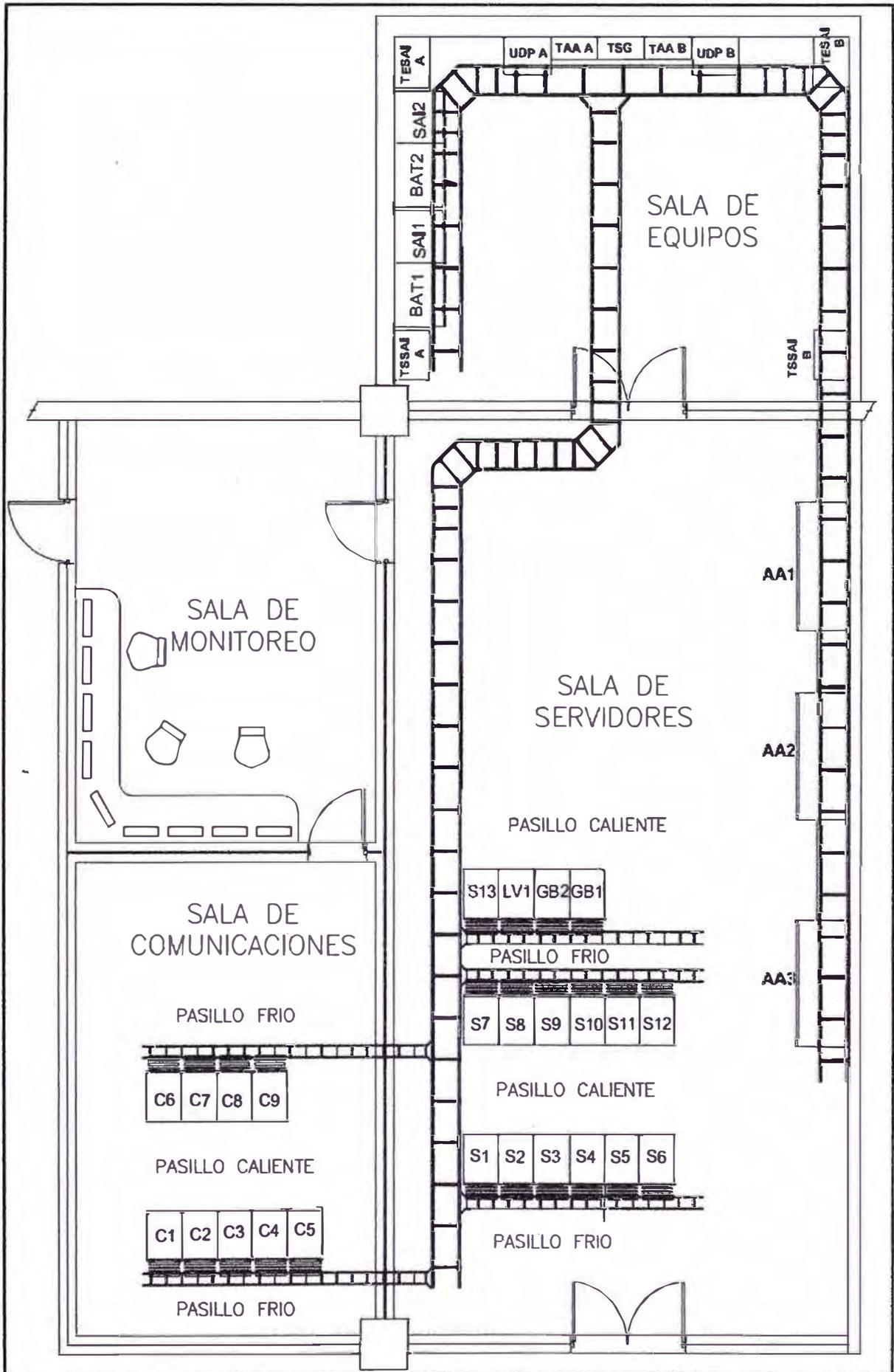


Fig. 3.5 Bandejas para la instalación de cableado eléctrico

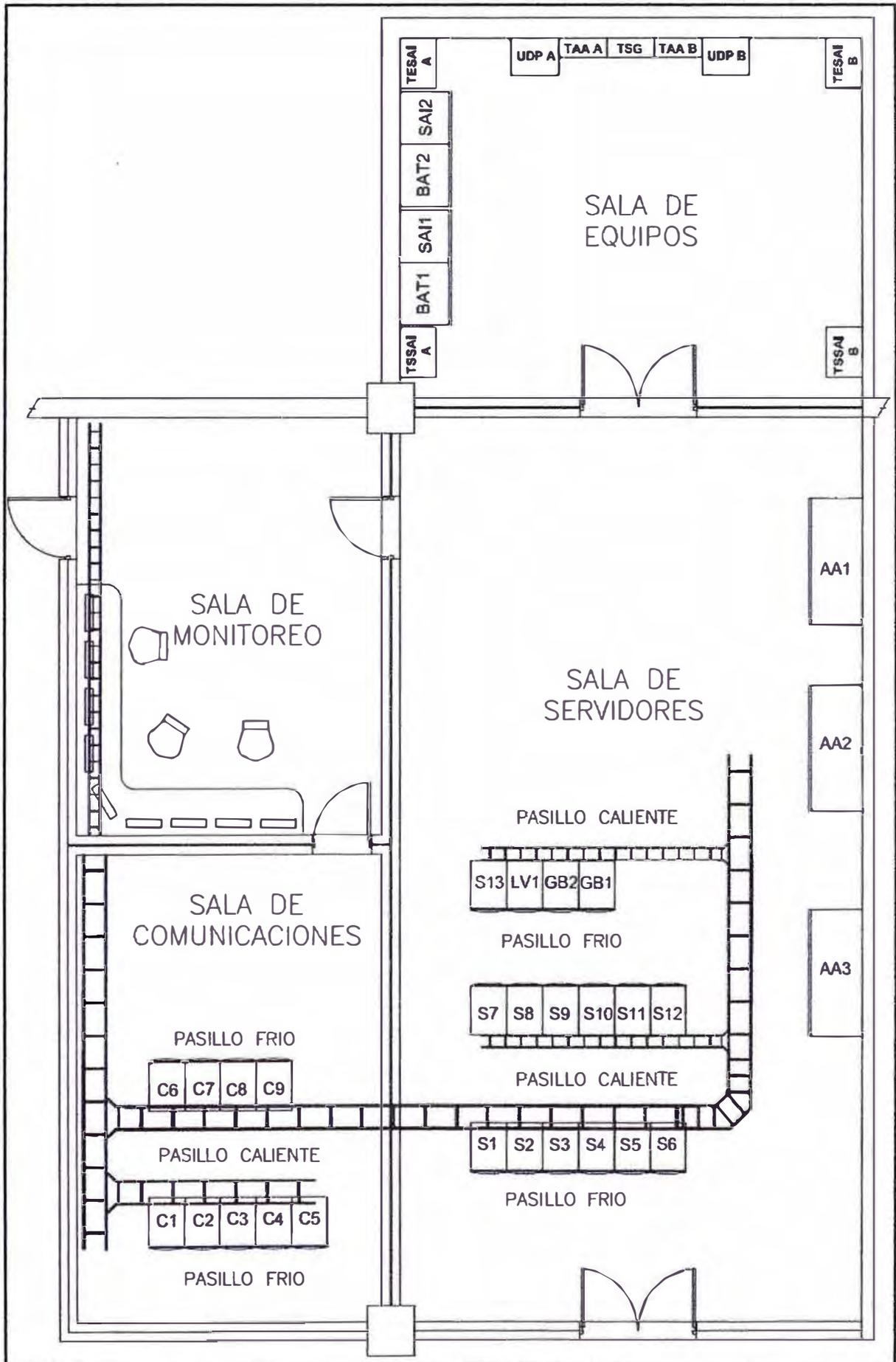


Fig. 3.6 Bandejas para instalación del cableado estructurado

### **3.3 Tiempo de ejecución del trabajo**

Para la ejecución y puesta en funcionamiento del CPD, se procede según el siguiente cronograma de actividades:

a) Reconocimiento del CPD.

Se realizará una evaluación del sitio donde se procederán a realizarse los montajes de los equipos, cableado eléctricos y coordinación del horario del trabajo con el cliente.

b) Acondicionamiento de los ambientes

Esta actividad consiste en acondicionar las salas para poder realizar la instalación de la malla de alta frecuencia, ubicación de las bases antisísmicas, fijación de los equipos (SAI, banco de batería, aire acondicionado, grupos electrógenos y transformadores de aislamiento), instalación de las tuberías para el aire acondicionado, instalación del piso técnico e instalación de las bandejas para el cableado eléctrico.

c) Instalación del cableado principal

En esta tarea se realiza el tendido de los conductores eléctricos desde el tablero principal de la empresa ubicado en el cuarto de máquina hasta el CPD. Instalación de los grupos electrógenos, tablero de transferencia automática, transformadores de aislamiento y tablero principal.

d) Instalación en el CPD.

En esta tarea se realizara la instalación del cableado eléctrico dentro del CPD. Instalación de los SAI, banco de baterías, tableros y cableado a los rack de servidores y comunicaciones.

e) Protocolo de pruebas.

Se realizaran los protocolos por componentes, pruebas pre operacionales y pruebas en funcionamiento.

Cada tarea debe de realizarse en tiempo específicos, determinados para cumplir con los objetivos planteados. Para llevar a cabo el control de cada tarea se empleará el software MS Project, con el cual se administrará el tiempo y las tareas.



## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- 1.- En la instalación se tiene redundancias por equipamientos más no redundancia por ramas, tal que se minimice que un error humano pueda afectar el funcionamiento del sistema implementado.
- 2.- La clasificación Tier III con que se implementó el CPD, brinda una alta confiabilidad del sistema, por el cual el cliente tiene un tiempo de 99,98% de horas productivas promedio por año; de este modo se reduce los costos por horas inactivas.
- 3.- La instalación está preparada para poder implementarse a una clasificación Tier IV. En un futuro, es posible obtener un 99,99% de horas productivas, aunada a la característica de este sistema de tolerancia a los errores humanos.
- 4.- Se recomienda que los grupos electrógenos cuenten con dispositivos de precalentamiento de camisas (sistema de precalentamiento), se emplea para permitir que el equipo tome carga inmediatamente después de haber arrancado, en lugar de hacerlo funcionar en vacío (sin carga) hasta que tome temperatura.
- 5.- Para un buen acondicionamiento de los centros de procesamiento de datos se debe definir la capacidad de calor que disipará cada rack y así poder implementar un sistema adecuado de inyección del aire frío.
- 6.- Se debe de promover la cultura de la buena práctica de implementación de centros de procesamiento de datos, para que todos los involucrados asuman esta responsabilidad, con la finalidad de que la información sea sumamente confiable.
- 7.- Incentivar a las instituciones que implementen sus CPD con clasificación Tier IV, ya que ello garantiza su correcto funcionamiento, con tolerancia a fallas y errores humanos.

**ANEXO A**  
**CONSIDERACIONES DE DISEÑO DE UN CENTRO DE PROCESAMIENTO DE**  
**DATOS**

La intención de este anexo es proporcionar información general sobre los factores que deben considerarse al planificar el diseño de un CPD. La información y recomendaciones están destinadas a permitir una aplicación efectiva del diseño de un CPD mediante la identificación de las acciones apropiadas que deben adoptarse en cada paso del proceso de planificación y diseño.

Es esencial para cualquier caso que el diseño del sistema de cableado de telecomunicaciones, el plan de equipamiento para el CPD, planos eléctricos, planos de arquitectura, climatización, seguridad, y sistemas de iluminación deben estar coordinados. Idealmente, el proceso debe ser:

- Estimación de los equipos de telecomunicaciones, espacios, potencia y demanda de refrigeración del CDP a plena capacidad. Anticipar el futuro de las telecomunicaciones, la energía, y las tendencias de enfriamiento durante la vida útil del CPD.
- Proporcionar el espacio, energía, refrigeración, seguridad, piso de carga, puesta a tierra, protección eléctrica, y otros requisitos de instalación a los arquitectos e ingenieros. Proporcionar los requisitos para las operaciones del CPD, muelles de carga, trastero, zonas de parada y otras áreas de apoyo.
- Coordinar los planes de los datos preliminares del centro especial de arquitecto e ingenieros. Sugerir los cambios requeridos.
- Crear un plan de equipamientos para el CPD incluyendo la colocación de las principales salas y espacios para las salas de entrada, las principales áreas de distribución, las áreas de distribución horizontales, áreas de distribución y áreas de la zona equipos de distribución. Proporcionar el poder de esperado, la refrigeración, y los requisitos de piso de carga para el equipo de ingenieros. Proporcionar los requisitos para las vías de telecomunicaciones.
- Obtener un plan actualizado de los ingenieros con las vías de telecomunicaciones, equipo eléctrico, equipo mecánico y añadir el plan de datos central sobre el piso a plena capacidad.
- Diseño del sistema de cableado de telecomunicaciones basadas en las necesidades de los equipos que se encuentran en el CPD.

#### Requerimientos del CPD

##### a) General

El CPD es un espacio medioambientalmente controlado que sirve de propósito único para alojar a los equipos y cableado directamente relacionados con los sistemas de

cómputo y otros sistemas de telecomunicaciones. El CPD deberá tener el estándar 75 de la NFPA.

El plan de suelo deberá ser consistente con los requisitos de suministradores de los equipos y facilidad, tal como:

- Requisitos de espacio libre para servicio (requisitos de espacio libre en cada lado del equipo necesario para limpieza adecuada del equipo);
- Requisito de flujo de aire;
- Organizando requerimientos;
- Requisitos de poder de DC y restricciones de longitud de circuito;
- Requisitos de longitud de conectividad de equipo (por ejemplo longitudes de canal máximas a periférico y consolas).

#### b) Localización

Al seleccionar el sitio del CPD, evite lugares que están restringidos por la construcción componentes que limitan su expansión, tales como ascensores, núcleo magnético, paredes exteriores, o la construcción de muros fijos. Accesibilidad para la entrega de los equipos grandes a la sala de equipo necesario.

El CPD deberá de encontrarse lejos de fuentes de interferencia electromagnética. Ejemplos de tales fuentes de ruido son: los transformadores eléctricos de alimentación, motores y generadores, equipos de rayos X, los transmisores de radio o de radar, y la inducción de los dispositivos de sellado.

El CPD no debe tener ventanas al exterior.

#### c) Acceso

Las puertas del CPD deberán proporcionar acceso al personal autorizado.

#### d) Diseño arquitectónico

- Tamaño.- El ambiente del CPD deberá satisfacer los requisitos conocido de los equipos específicos, incluyendo separaciones correctas, esta información puede ser obtenida del suministrador de equipo(s). El dimensionamiento deberá incluir futuro proyectado además de los requisitos presentes.
- Otro equipamiento.- Las unidades del SAI hasta 100 kVA se pueden ubicar en el CPD, mientras no sean del tipo de batería de plomo ácido inundada. SAI de más de 100 kVA y SAI cualesquiera que contengan baterías células inundadas debe estar ubicados en un habitación aparte.
- Altura del techo.- Los racks/gabinetes más altos de 2,13 m (7 pies) necesitarán un

cielorraso más elevado para mantener un espacio mínimo de 0,46 m (18 pulgadas) entre el borde superior de la cabina de los equipos y el sistema de rociadores. Los rociadores deben ser del tipo pre-acción, que no llenan las cañerías hasta que detecta el humo.

- Tratamiento.- Serán sellados, pintados o contruidos de un material para minimizar el polvo en el suelo, paredes y techo. Acabados deben ser de color claro para mejorar la iluminación del CPD. Los suelos tendrán propiedades anti-estáticas de acuerdo con IEC 61000-4-2.

- Iluminación.- Será un mínimo de 500 lux (50 lúmenes por pie cuadrado) en el plano horizontal y 200 lux (20 lúmenes por pie cuadrado) en el plano vertical, medidos desde 3,3 pies (1 m) por encima del suelo terminado en cada pasillos entre armarios. Las luces y cualquier otro obstáculo (como roscas para rociadores) deben estar al menos a 8,5 pies (2,6 m) por encima del falso piso.

- Puertas.- Tendrán un mínimo de un metro (3 pies) de ancho y 2,13 metro (7 pies) de alto, sin umbral. Las puertas serán desmontables para facilitar el acceso para equipo(s) de gran tamaño.

- Distribución de carga del suelo.- La capacidad de distribución de carga del suelo en el CPD será suficiente para soportar al mismo tiempo la distribución de carga y concentrado del equipo instalado con cableado asociado y medios de comunicación. La mínima capacidad de distribución de carga del suelo distribuido será 7,2 kPA (150 lbf/ft<sup>2</sup>). La capacidad de distribución de carga del suelo recomendada es 12 kPA (250 lbf/ft<sup>2</sup>). El suelo tendrá también un mínimo de 1,2 kPA (25 lbf/ft<sup>2</sup>) suspendido con capacidad para embarques secundarios del suelo. La capacidad recomendada pendiente del suelo es 2,4 kPA (50 lbf/ft<sup>2</sup>).

- Señalización.- Su utilización, deberá desarrollarse en el plan de seguridad del edificio.

- Consideraciones sísmicas.- Las especificaciones se acomodarán a los requisitos de zonas sísmicos aplicables. Se refiera a especificaciones de Telcordia GR-63-CORE.

#### e) Diseño ambiental

- Contaminante.- Se protegerá la habitación de contaminante de acuerdo con ANSI/ TIA 569B.

- Operación continua.- El aire acondicionado con calefacción y ventilación (HVAC) proporcionará las 24 horas por día y 365 días por año. Si el sistema de edificio no puede asegurar operación continua, se proporcionará una unidad autónoma a la entrada del CPD.

- Operación de espera.- El generador deberá sostener el sistema de aire acondicionado si

uno es instalado, para el acondicionamiento del CPD.

- **Parámetros de operación.**- La temperatura y la humedad serán controladas para proporcionar operación continua.

Temperatura de bulbo seco: 20 °C (68 °F) a 25 °C (77 °F);

Humedad relativa: 40% a 55%;

Máximo punto de condensación: 21 °C (69.8 °F);

Máximo índice de cambio: 5 °C (9 °F) por hora;

El humidificador y el equipo de deshumidificador pueden ser necesarios dependiendo sobre las condiciones ambientales locales.

La temperatura ambiental y la humedad serán medidas después de que el equipo esté en operación. Se harán mediciones a una cierta distancia de 1,5 metros (5 pies), encima del nivel de suelo que cada 3 a 6 metros (10 a 30 pies) a lo largo de la línea de centro de los pasillos fríos y, en cualquier posición del ambiente de ventilación de aire de los equipos operativos. Se deberán tomar mediciones de temperatura en varias posiciones del ambiente de ventilación de aire de cualquier equipo con problemas potenciales de enfriamiento. Refiérase a ASHRAE por directrices más detalladas para medir y evaluar temperaturas del CPD.

- **Baterías.**- Si se utilizan baterías de reserva, se proporcionará ventilación adecuada y se implementara un recipiente para el derrame necesario.

#### f) Diseño eléctrico

- **Energía.**- Se proporcionarán y terminarán suministros de circuitos separados que sirvan para el CPD en sus propios paneles eléctricos.

El CPD tendrá tomas doble de salida de conveniencia para herramientas de poder y equipos de limpieza. Las salidas de conveniencia deberán no ser en las mismas Unidad de Distribución de Potencia (UDP) o paneles eléctricos como los circuitos eléctricos utilizaron el equipo de telecomunicaciones y el CPD. Las salidas de energía serán espaciadas 3,65 metros (12 pies) aparte a lo largo de las paredes del CPD.

- **Energía de reserva.**- La sala de informática debe ser apoyada por el sistema generador de reserva, si hay uno instalado.

#### g) Protección contra incendios

Los sistemas de protección contra incendios y extintores portátiles deberán cumplir con la norma NFPA-75.

Los sistemas de rociadores en el CPD deben ser sistemas de pre-acción.

#### h) Infiltración de agua

En caso que exista riesgo de entrada de agua, se facilitará un medio de desplazamiento de agua (por ejemplo, un desagüe de piso). Al menos un drenaje u otros medios para la evacuación de agua por cada 100 m<sup>2</sup> de área. El agua y los tubos de drenaje que se ejecutan a través de la habitación debe estar situado lejos de este y no directamente por encima de la habitación. [7]

**ANEXO B**  
**NIVELES DE CLASIFICACIÓN DE UN CENTRO DE PROCESAMIENTO DE**  
**DATOS**

El Sr. Osmo Kuusisto de la empresa Datacenter Summit proporciona más detalle de la norma del Uptime Institute “Tier Classifications define Site Infrastructure Performance”, establece cuatro definiciones distintivas de la infraestructura del CPD.

## 1 Tier I: Sitio de infraestructura básico

1.1 El requisito fundamental:

a) Un CPD Tier I básico no tiene componentes de capacidad redundantes y tiene una ruta de distribución no redundante, sirviendo a los equipos de TIC.

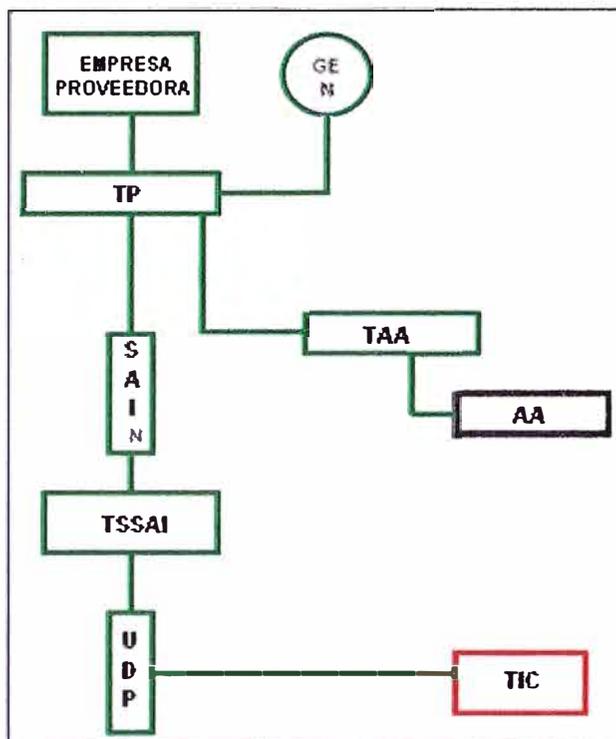


Fig. b.1 Estructura de un Tier I

1.2 Las pruebas de confirmación de rendimiento:

- a) Tiene capacidad suficiente para satisfacer las necesidades del CPD.
- b) Una interrupción imprevista o falla de cualquier sistema de capacidad, de componente de capacidad, o distribución de los elementos pueden impactar a los equipos de TIC.
- c) Trabajo planeado requiere que la mayoría o la totalidad de la infraestructura de los sistemas del sitio sean apagadas, el cual afecta a los equipos de TIC, sistemas y usuarios finales.

1.3 Los impactos operativos:

- a) El sitio es susceptible a la perturbación de actividades planificadas así como no planificadas. Errores de operación (humanos) de los componentes de la infraestructura del sitio causarán una interrupción en el CPD.
- b) La infraestructura del sitio debe estar completamente apagada cada año para realizar con

seguridad mantenimiento preventivo y reparaciones necesarias. Situaciones de urgencia pueden requerir paros más frecuentes. La falta de realizar mantenimiento aumenta significativamente el riesgo de interrupción no planificada, así como la gravedad de la falla consecuente.

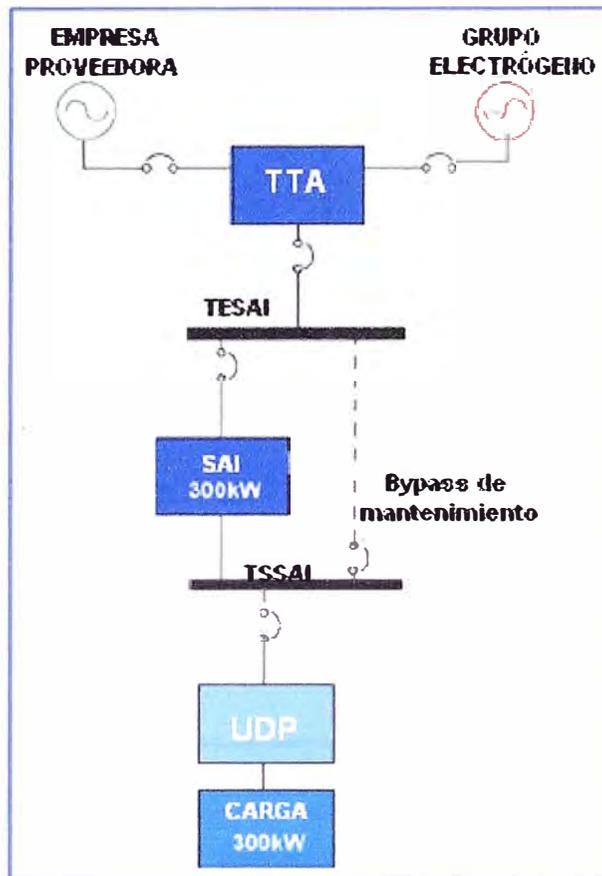


Fig. b.2 Ejemplo de un Tier I

### Resumen Tier I:

Refleja la necesidad del cliente para un sitio de infraestructura dedicado al soporte de sistemas de TIC e incluye:

Espacio dedicado para sistemas de TIC.

SAI para filtrar picos, bajos y apagones momentáneos.

Equipo(s) de enfriamiento dedicado que no sea apagado al fin de día.

Una planta de emergencia para proteger las funciones de los equipos de TIC de apagones extendidos.

## 2 Tier II: Sitio de Infraestructura con componentes de capacidad redundantes

### 2.1 El requisito fundamental:

a) Un CPD Tier II tiene componentes de capacidad redundantes y una sola ruta de distribución, no redundante, sirviendo a los equipos de TIC.

## 2.2 Las pruebas de confirmación de rendimiento:

- a) Los componentes de capacidad pueden ser retirados de servicio de forma planificada, sin causar que alguno de los equipos de TIC sean apagados.
- b) Eliminación de rutas de distribución del servicio para mantenimiento u otra actividad requiere de apagado de los equipos de TIC.

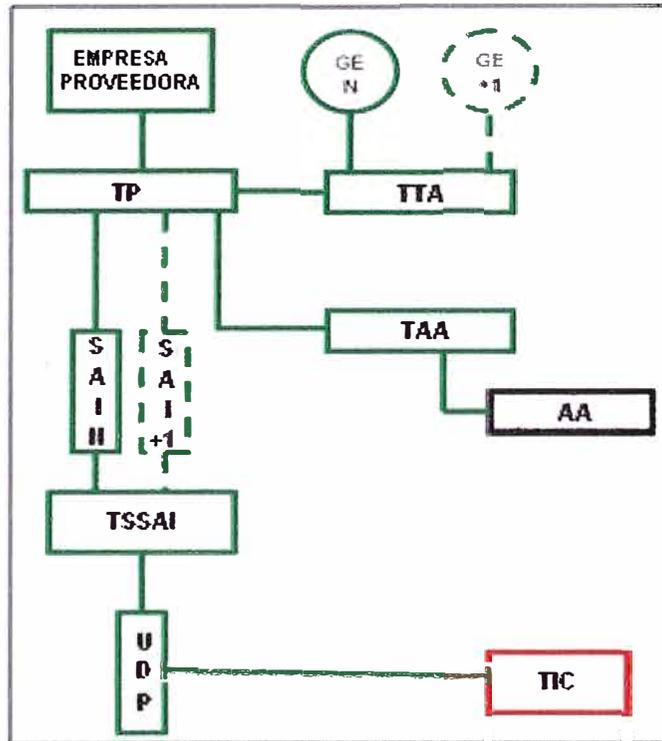


Fig. b.3 Estructura de un Tier II

## 2.3 Los impactos operativos:

- a) El sitio es susceptible a la perturbación de las actividades previstas y los eventos no planeados. Errores de operación (humanos) de los componentes de la infraestructura del sitio puedan causar una interrupción en el CPD.
- b) La falla de un componente de capacidad no planificado puede afectar a los equipos de TIC. Una interrupción imprevista o avería de cualquier sistema o elemento de la distribución de capacidad impactarán en los equipos de TIC.
- c) La infraestructura del sitio debe estar completamente apagada cada año para realizar con seguridad mantenimiento preventivo y reparaciones necesarias. Situaciones de urgencia pueden requerir paros más frecuentes. La falta de realizar mantenimiento aumenta significativamente el riesgo de interrupción no planificada, así como la gravedad de la falla consecuente.

### Resumen Tier II:

Incluye componentes de capacidad redundantes para proporcionar un margen de

seguridad contra interrupciones de procesos de los equipos de TIC debido a fallas de equipos de infraestructura:

Módulos adicionales de SAI.

Chillers, equipos de extracción de calor, bombas, unidades de enfriamiento.

Plantas de emergencia.

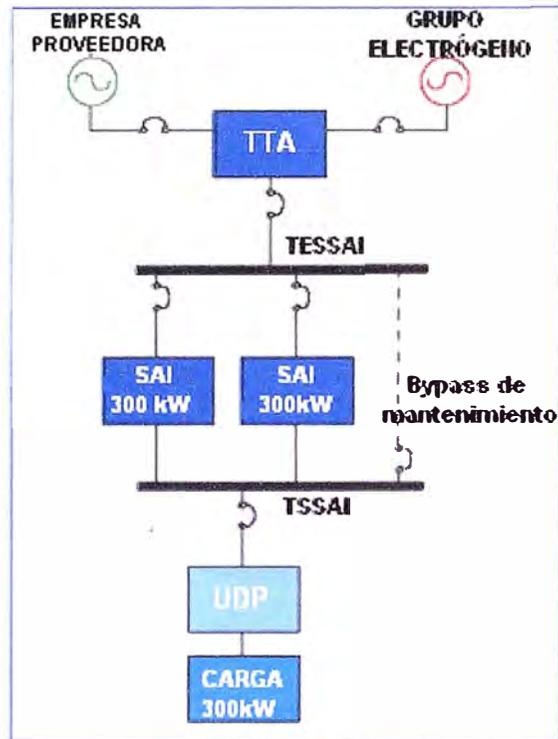


Fig. b.4: Estructura de un Tier II

### 3 Tier III: Sitio de infraestructura mantenible de manera concurrente

#### 3.1 El requisito fundamental:

a) Un CPD mantenible de manera concurrente tiene componentes de capacidad redundantes y múltiples, independientes rutas de distribución de servicio para los equipos de TIC. Sólo una ruta de distribución es necesaria para servir a los equipos de TIC en cualquier momento.

b) Todos los equipos de TIC tienen fuentes de poder dobles tal como se define en *Fault Tolerant Power Compliance Specification Version 2.0* del Instituto, instalados correctamente y que sean compatibles con la topología de la arquitectura del sitio. Dispositivos de transferencias, como switches, deben incorporarse a los equipos de TIC que no cumplan con esta especificación.

#### 3.2 Las pruebas de confirmación de rendimiento:

a) Cada componente de la capacidad y los elementos de las rutas de distribución puede ser retirado de servicio de manera planificada sin afectar a ningún de los equipos de TIC.

b) Existe la suficiente capacidad de instalación permanente para satisfacer las necesidades del lugar cuando los componentes redundantes son retirados de servicio por cualquier motivo.

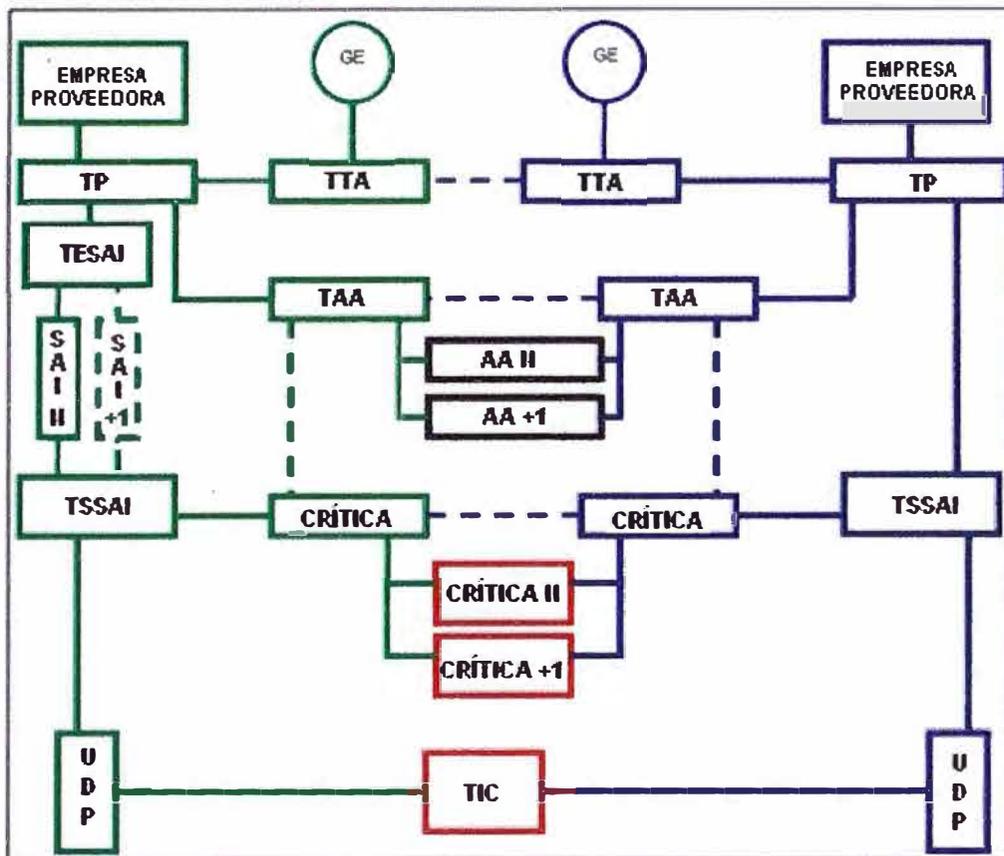


Fig. b.5 Estructura de un Tier III

### 3.3 Los impactos operativos:

- El sitio es susceptible a la interrupción de actividades no planificadas. Errores de operación de componentes de la infraestructura del sitio pueden causar una interrupción de los equipos de TIC.
- Una interrupción imprevista o falla de cualquier sistema de capacidad tendrá un impacto a los equipos de TIC.
- Una interrupción imprevista o falla de un componente o elemento de la distribución de capacidad podrían influir en los equipos de TIC.
- Mantenimiento planeado de la infraestructura del sitio se puede realizar mediante el uso de los componentes de capacidad y rutas de distribución redundantes para trabajar con seguridad el resto de los equipos de TIC.
- Durante las actividades de mantenimiento, el riesgo de interrupción puede ser elevado. (Esta condición de mantenimiento no derrota a la calificación de Tier alcanzado en las operaciones normales).

### Resumen Tier III:

Agrega el concepto de *mantenible de manera concurrente* más allá que disponen Tiers I y II. Es decir que cada componente de capacidad o de distribución necesario para soportar el ambiente de procesamiento de TIC puede ser mantenido de forma planeada sin impacto al ambiente de los equipos de TIC.

Este concepto extiende a subsistemas importantes como:

Sistemas de control para la planta mecánica.

Sistema de arranque de planta(s) de emergencia.

Controles de EPO.

Energía eléctrica para equipos de enfriamiento, bombas, válvulas y otros.

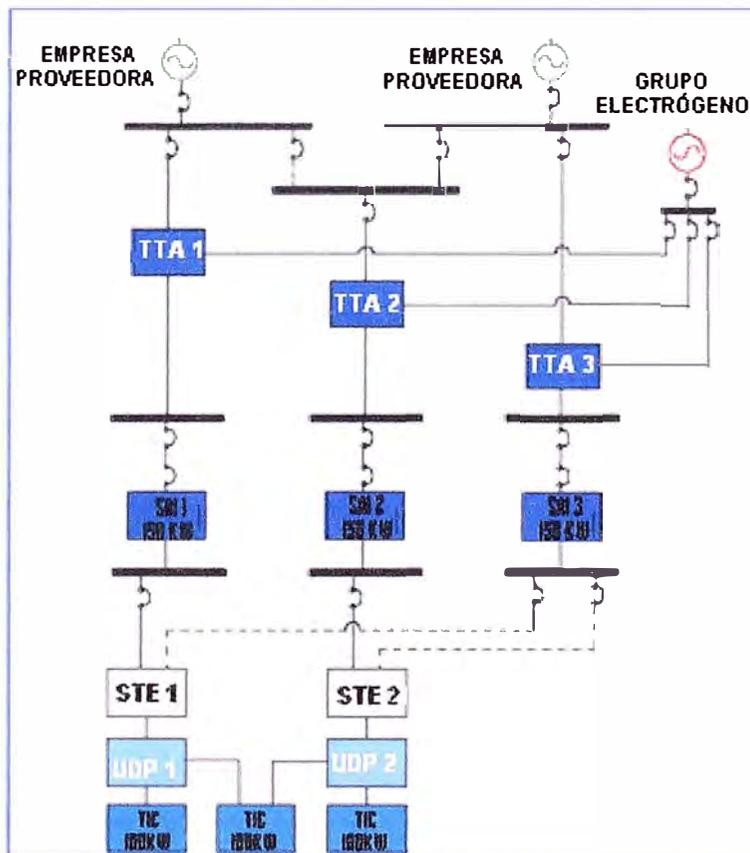


Fig. b.6 Ejemplo de un Tier III

## 4 Tier IV: Sitio de infraestructura tolerante a fallas

### 4.1 El requisito fundamental:

a) Un CPD tolerante a fallas tiene sistemas múltiples, independientes, aislados físicamente que proporcionan redundancia a componentes de capacidad múltiples, independientes, diversas rutas de distribución activos al mismo tiempo al servicio de los equipos de TIC. Los componentes redundantes y la capacidad de distribución de diversas rutas se configuran tal que "N" es la capacidad para proporcionar energía y enfriamiento a los



d) Hay capacidad suficiente para satisfacer las necesidades del lugar cuando los componentes redundantes o rutas de distribución están fuera de servicio por cualquier motivo.

#### 4.3 Los impactos operativos:

a) El sitio no es susceptible a la interrupción de un acontecimiento imprevisto único.

b) El sitio no es susceptible a la interrupción de cualquier actividad de trabajo previsto.

c) El mantenimiento de la infraestructura del sitio se puede realizar mediante el uso de los componentes redundantes y la capacidad de rutas de distribución para trabajar con seguridad con el resto del equipo.

d) Durante la actividad de mantenimiento cuando los componentes de la capacidad redundante o una ruta de distribución esté apagado, los equipos de TIC están expuesto a un mayor riesgo de interrupción en el caso de una falla en el resto de la ruta. Esta configuración de mantenimiento no se frustra la calificación de Tier alcanzado en las operaciones normales.

e) Operación de la alarma de incendios, extinción de incendios, o la energía eléctrica de emergencia (EPO) puede causar una interrupción en el CPD.

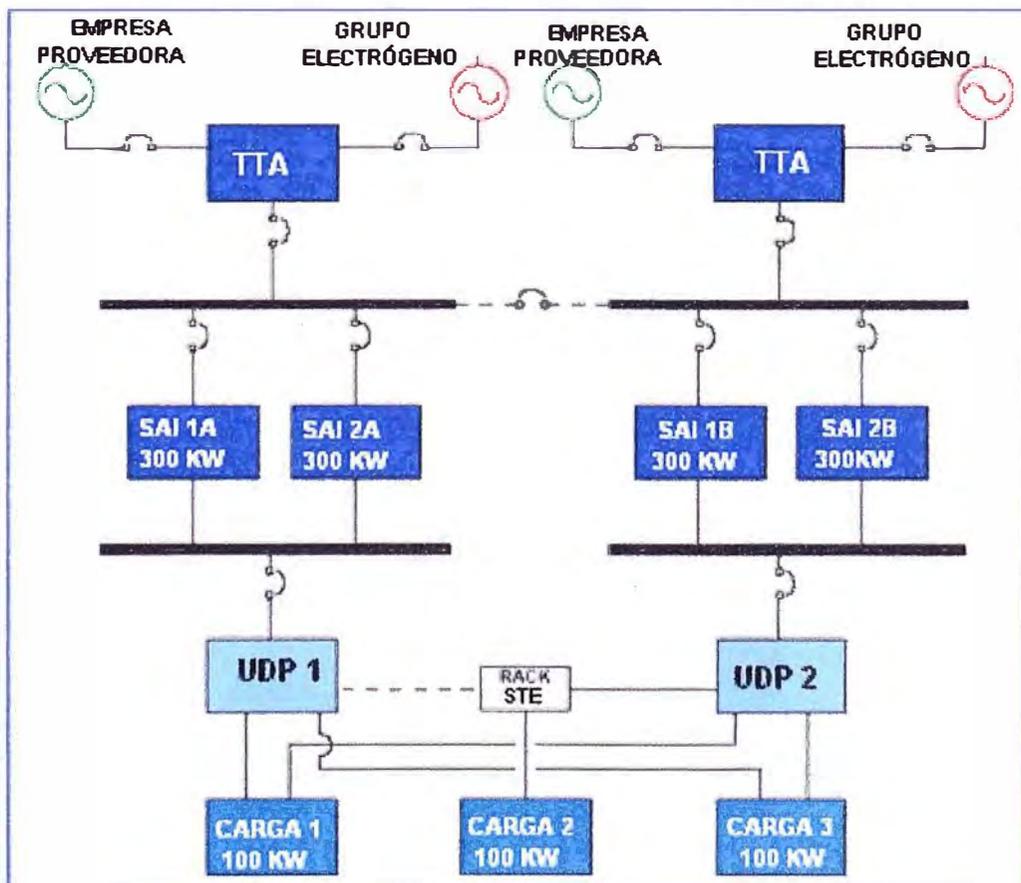


Fig. b.8 Ejemplo de un Tier IV

**Resumen Tier IV:**

Agrega el concepto de tolerante a fallas. Similar a mantenible de manera concurrente, tolerante a fallas extiende a cada componente de capacidad o de distribución que soporta operaciones de los equipos de TIC. Tier IV considera que cualquier de estos sistemas o componentes puede fallar o tener un apagón imprevisto en cualquier momento. La definición de Tier IV es basado en una falla única de componente o de ruta.

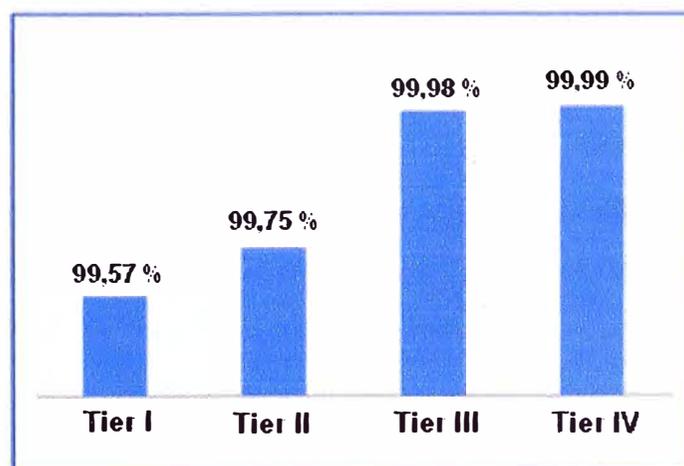
Sin embargo, el sitio debe ser diseñado y operado para tolerar el impacto acumulativo de cada componente, sistema o ruta interrumpido por la falla.

Por ejemplo, la falla de un tablero afectará cada sub-panel y componente que deriva su energía de él.

Una facilidad Tier IV tolera estos impactos acumulativos sin afectar las operaciones del CPD.

**Tabla N° b.1 Sumario de requerimientos de Tiers**

	<b>Tier I</b>	<b>Tier II</b>	<b>Tier III</b>	<b>Tier IV</b>
Componentes de capacidad activos para soportar carga de TIC	N	N+1	N+1	N después de cualquier falla
Rutas de distribución	1	1	1 activa y 1 alterna	2 activas simultáneamente
Mantenible de manera concurrente	No	No	Si	Si
Tolerante a fallas	No	No	No	Si
Compartimientos	No	No	No	Si
Enfriamiento continuo	Dependiente de densidad de carga	Dependiente de densidad de carga	Dependiente de densidad de carga	Clase A



**Fig. b.9 Tiempo de actividad promedio por año de un CPD**

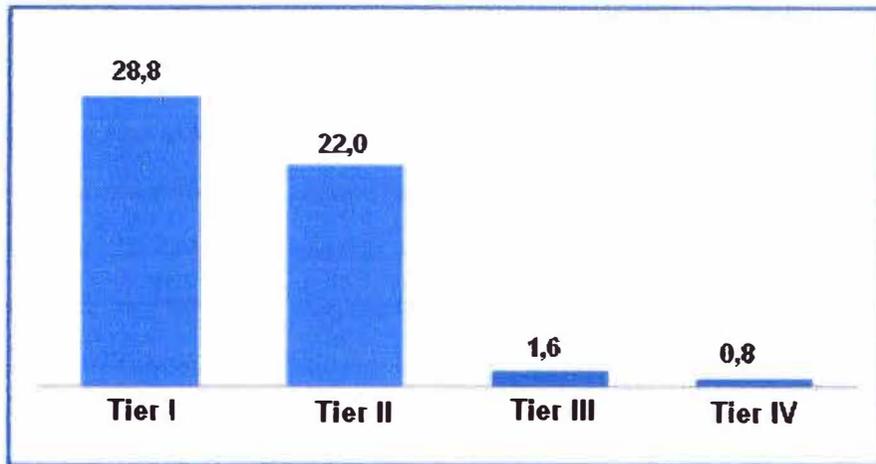


Fig. b.10 Horas de inactividad promedio por año de un CPD

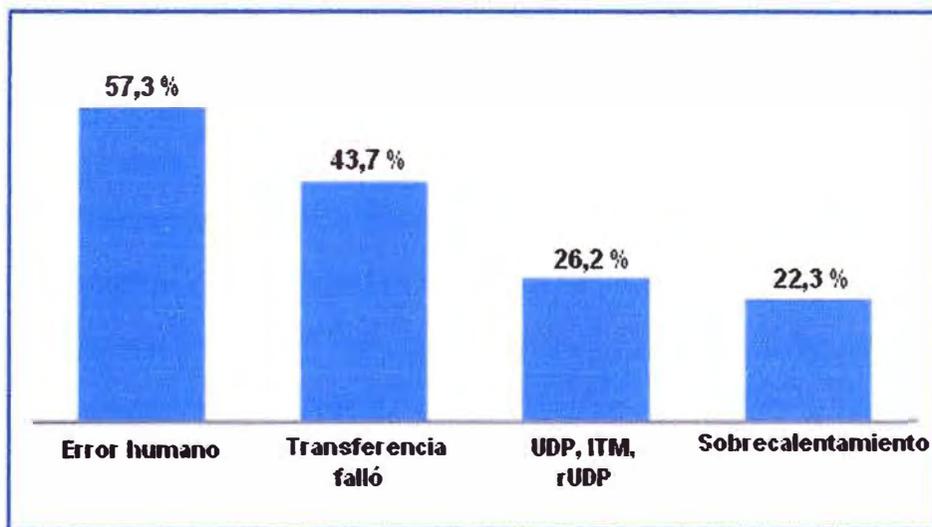


Fig. b.11 Causas de fallas de un CPD

### Tier I

Típicamente sufren de dos distintos paros de 12 horas por año para mantenimiento o reparaciones. Además, sufren de 1,2 fallas promedio de equipos o distribución.

### Tier II

Usualmente programan tres ventanas de mantenimiento cada dos años y sufren de un paro no-planificado por año.

### Tier III

Por ser mantenible de manera concurrente no requieren de paros para mantenimiento y permitan un programa de mantenimiento agresivo, mejorando el desempeño total de los equipos. Un paro promedio de 4 horas cada 2,5 años.

### Tier IV

Proviene una infraestructura robusta, tolerante a fallas cual reduce eventos a uno de 4 horas cada 5 años.

## **Progresión de funcionalidad de Tiers**

Usuarios que seleccionan soluciones de Tier I y Tier II para soportar la TIC actual típicamente buscan una solución para requerimientos de corto plazo.

Tiers I y II usualmente son soluciones tácticas, impulsados más por costo inicial y tiempos de entrega que costo de vida útil y disponibilidad (Uptime).

Requerimientos rigurosos de disponibilidad y viabilidad por largo plazo usualmente llevan a soluciones estratégicas más comúnmente encontradas en infraestructuras de Tiers III y IV.

Soluciones de infraestructura Tiers III y IV tienen una vida efectiva más allá de los requerimientos de la TIC actual.

Soluciones de infraestructura estratégicas permitan al usuario tomar decisiones de crecimiento y tecnología sin restricciones por la topología de la infraestructura.[12]

**ANEXO C**  
**PROBLEMAS ELÉCTRICOS**

La energía eléctrica es suministrada en la forma de un sistema trifásico de tensiones de naturaleza sinusoidal.

Hay cuatro parámetros que caracterizan a la onda de tensión y que permiten medir su grado de pureza: frecuencia, amplitud, forma y simetría.

Sin embargo, en el proceso de transporte y distribución de la energía desde las centrales hasta los puntos de consumo final, que tiene lugar a través de las redes eléctricas, estas magnitudes sufren alteraciones que pueden afectar a determinados usuarios.

Estas alteraciones tienen su origen en las propias instalaciones eléctricas como consecuencia de maniobras, averías, fenómenos naturales, descargas atmosféricas, funcionamiento normal de determinados receptores, puentes rectificadores, hornos de arco, etc., que las transmiten a los demás receptores a través de la red eléctrica.

El objetivo es analizar los aspectos técnicos fundamentales de las alteraciones de la onda de tensión, exponiendo las causas que las originan, los efectos que producen y las acciones que se pueden aplicar para prevenirlas y corregirlas. [13]

## **1 Transitorios**

El término transitorio es ampliamente utilizado en el análisis de las variaciones en los sistemas de potencia para denotar un evento que aparece momentáneamente.

a) Tipos de Transitorios de acuerdo a su origen:

En un sentido amplio, podemos decir que existen tres tipos básicos de transitorios:

Transitorios por conmutación.- Generalmente son debidos a la desconexión de una inductancia.

Transitorios por descargas atmosféricas.- Un rayo cercano a objetos sobre tierra o entre nubes produce campos magnéticos que pueden inducir tensiones en los conductores de circuitos primarios o secundarios.

Transitorios por descarga electrostáticas.- Son los que producen cuando un elemento está electrostáticamente más cargado que otro, y ambos se ponen en contacto. [14]

b) Efectos que producen

Los impulsos de tensión pueden afectar a todos los elementos del sistema eléctrico, tanto redes como receptores. Su consecuencia más directa es la aparición, en la mayoría de los casos, de una sobretensión cuyos efectos negativos dependerán de la magnitud de la misma. [13]

c) Protección contra transitorios

El primer paso para proteger contra transitorios a computadoras y otras cargas

sensitivas, es ejecutar una buena instalación. Se requiere una puesta a tierra cuidadosa, con tierra equipotencial para las sala de computadoras. Con tierras pobres, la acción de supresores de transitorios puede no ser efectiva.

Tanto las normas IRAM como otras normativas internacionales (ANSI/IEEE C 26.41, la IEC 664 o las Euro-Normas) definen la severidad de las exposiciones a transitorios por categorías, de acuerdo a su ubicación relativa en los edificios.

La Elección de los dispositivos supresores se realiza sobre la base de éstas categorías. [14]

## **2 Variaciones de tensión**

La más común es las variaciones de tensión de corta duración, que están causadas por condiciones de falla, por la energización de cargas que requieran corrientes de arranque importante o por pérdidas intermitentes de conexión en el cableado.

### **a) Tipos de variaciones de tensión**

Baja tensiones.- Se define como baja tensión (sag) a una disminución de entre el 10 y el 90% en los valores de tensión o corriente RMS, a la frecuencia de la red. Se pueden clasificar en instantáneas, momentáneas o temporarias.

Sobre tensiones.- Se define como sobre-tensión (swell) a incrementos de entre el 10 y el 80% en la tensión o en la corriente RMS, a la frecuencia de la red. También podemos clasificarlas en instantáneas, momentáneas o temporarias.

Interrupciones.- Una interrupción acontece cuando la tensión de suministro o las corrientes de carga disminuyen a menos de 10% de la nominal. Se clasifican en corta duración, momentáneas y larga duración o temporaria. [14]

### **b) Efectos que producen**

En el control electrónico de procesos actúa en tiempo real. Por consiguiente, los huecos de tensión y los cortes breves de corta duración pueden inducir en ellos órdenes erróneas que alteran el funcionamiento de estos sistemas.

En los ordenadores son sensibles a los huecos de tensión, que pueden ocasionar en ellas pérdidas de información o interpretaciones erróneas de órdenes.

En los motores las bajas tensiones generan un frenado. [13]

### **c) Protección contra variación de tensión**

Estos problemas suelen ser corregidos o compensados con procedimientos comunes, como los acondicionadores de línea o SAI. En los casos donde se debe garantizar la continuidad del suministro, puede ser necesario el empleo de generadores de reserva. [14]

### **3 Fluctuaciones de tensión (flicker)**

Variación del valor eficaz o amplitud de la tensión en un rango menor al 10% del valor nominal. Esta variación de la amplitud de la tensión produce fluctuación del flujo luminoso en lámparas, induciendo a su vez la impresión de inestabilidad en la sensación visual (efecto parpadeo visual).

El flicker depende fundamentalmente de la amplitud, frecuencia y duración de las variaciones de la tensión y se expresa como el cambio de la tensión RMS dividido por la tensión promedio RMS.

El factor humano complica la cuantificación de este problema, por esta razón el flicker históricamente ha sido contemplado como un problema de “percepción”.

#### **a) Generadores de flicker**

Fuentes industriales grandes.- De éstos equipos los que comúnmente provocan éste tipo de perturbación son: hornos de arco, soldadoras eléctricas, motores con cargas alternativas, generadores, turbinas de viento y arranques múltiples, etc.

Fuentes de menor tamaño.- Incluye todos los elementos de estado sólido gracias a los cuales es posible obtener SAI, inversores, rectificadores y controladores de velocidad para motores.

A éstos se le agregan: máquinas de rayos X, máquinas fotocopiadoras, conmutación de bancos de condensadores para corrección de factor de potencia, entre otros.

#### **b) Efectos que producen**

Estas fluctuaciones pueden afectar el funcionamiento de equipos sensibles (sin llegar a daños irreparables), como lo son: sistemas digitales de control, electro medicina, PLC e instrumentación.

#### **c) Medición del flicker**

El flicker es medido a través de dos índices:

- Pst (índice de severidad de fluctuaciones rápidas de tensión de corta duración).
- Plt (índice de severidad de fluctuaciones rápidas de tensión de larga duración).

Los parámetros son calculados por el método de medición “flickermeter”, según la norma IEC 61000-4-15, en intervalos de 10 min.

#### **d) Técnicas de control de fluctuaciones rápidas de tensión**

Modificación de la carga perturbadora.- Las fluctuaciones de tensión se pueden atenuar modificando el ciclo de trabajo de la carga perturbadora (ritmo de soldadura en las soldaduras), la rapidez de relleno de los hornos de arco, el modo de arranque de un

motor cuando es directo y frecuente puede ser llevado a un tipo de arranque que disminuya la sobre intensidad.

Modificación de la red.- Se consideran dos métodos:

Distanciar (aislar) la carga perturbadora de los circuitos de iluminación.

Aumentar la potencia de cortocircuito de la red disminuyendo la impedancia en el punto de acoplamiento común.

#### **4 Variación de frecuencia**

Se dice que existen variaciones de frecuencia en un sistema eléctrico de corriente alterna cuando se produce una alteración de equilibrio entre la carga y generación.

La frecuencia, en un sistema eléctrico de corriente alterna, está directamente relacionada con la velocidad de giro, es decir, con el número de revoluciones por minuto de los alternadores. Dado que la frecuencia es común a toda la red, todos los generadores conectados a ellas giran de manera síncrona, a la misma velocidad angular eléctrica.

##### **a) Causas que las originan**

La carga es superior a la generación. En este caso, la frecuencia disminuye. La recuperación del mismo se lograría mediante un deslastre rápido, selectivo y temporal de cargas.

La carga es inferior a la generación. En este caso, la frecuencia aumenta y el equilibrio se restablece mediante la regulación de los alternadores.

##### **b) Efectos que producen**

Los motores transmiten más o menos potencia.

Los relojes eléctricos sincronizados con la red, atrasan o adelantan.

Los filtros armónicos sufren un efecto distorsionador.

Los equipos electrónicos que utilizan la frecuencia como referencia de tiempo se ven alterados.

Posibles problemas en el funcionamiento de instalaciones de autogeneración.

##### **c) Acciones de prevención y corrección**

Para prevenir fuertes variaciones transitorias de frecuencia que pudieran afectar gravemente a los equipos conectados a una red eléctrica, se recomienda disponer de un sistema de deslastre por frecuencia.

En este caso, es esencial que el sistema de regulación del grupo de generación esté adecuadamente diseñado y ajustado para esta circunstancia. [13]

**ANEXO D**  
**EQUIPOS DE PROTECCIÓN ELÉCTRICA**

## 1 Transformador de aislamiento

Los transformadores de aislamiento son equipos recomendados para aislar eléctricamente y reducir los disturbios eléctricos hacia las cargas sensibles, estas recomendaciones están respaldadas por la IEEE. [15]

El contar con un transformador de aislamiento en conexión directa a una carga sensible y a un sistema compuesto por cargas no lineales generadoras de un alto contenido armónico, generan los siguientes beneficios:

Se crea un aislamiento entre la carga y el resto del sistema por ser un sistema derivado separadamente (NEC), lo cual deja fuera de disturbios eléctricos (Ruido eléctrico, transitorios de baja intensidad) generados en la red general de alimentación a la carga a la que se le generó el aislamiento.

Atenuación de ruido eléctrico de modo común de  $-126$  db y  $-40$  db de modo normal en conjunto con un supresor de sobrevoltajes transitorios.

### a) Propósitos del sistema a tierra

Sistema de puesta a tierra es la conexión intencional a tierra de una fase o neutro a efecto de:

Controlar la tensión con respecto al sistema de puesta a tierra, dentro de los límites previsibles.

La posibilidad de un flujo de corriente que permita la detección de una conexión no deseada entre los conductores del sistema y la tierra. Esta detección se puede iniciar la operación de dispositivos automáticos para eliminar la fuente de la tensión de estos conductores. [16]

El factor  $k$  es una medida de los efectos del calor sobre los transformadores, estando en la norma ANSI/IEEE C57.110-1998. Lo cual se cálculo de la siguiente formula.

$$\sum_{h=1}^{\infty} I_h(pu)^2 h^2 \quad (d.1)$$

Donde:

$I_h(pu)$  = La corriente eficaz en armónica "h"(por unidad de carga de corriente eficaz clasificado);

$h$  = El orden armónico. [17]

Los factores  $K$  de cargas típicas para las instalaciones que contienen un gran número de ordenadores parecen oscilar entre 4 y 13. En la mayoría de los casos, un transformador con una calificación del factor  $K$  de 13 puede ser suficiente para manejar el equipo no lineal

típica carga electrónica.

Se recomienda la práctica de que los cables de gran tamaño neutral sirven directamente a los equipos no lineales de carga electrónica. Como mínimo, el cableado neutro debe ser evaluado en 1,73 veces la calificación de la fase principal de cableado actual. [15]

### 1.1 Grupos de conexión

Los bobinados del primario y los del secundario pueden conectarse tanto en estrella Y como en triángulo Δ. Por tanto, en un transformador trifásico pueden realizarse diferentes conexiones, que se designan mediante el llamado grupo de conexión de un transformador.

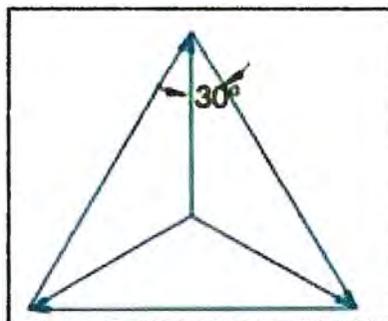


Fig. d.1 Desfases en las corrientes en estrella y en triángulo

Tabla N° d.1 Grupos de conexión más empleados para los transformadores trifásicos

Denominación		Diagrama vectorial		Esquema del circuito		Razón de transform. $n = U_1:U_2$
Índice horario	Grupo de conexión	AT	BT	AT	BT	
<b>Transformadores trifásicos de potencia</b>						
0	Yy 0					$\frac{N_1}{N_2}$
5	Dy 5					$\frac{N_1}{\sqrt{3} \cdot N_2}$
	Yd 5					$\frac{\sqrt{3} \cdot N_1}{N_2}$
	Yz 5					$\frac{2 N_1}{\sqrt{3} \cdot N_2}$

El grupo de conexión indica cómo están conectados los diferentes bobinados así como el índice horario del desfase entre vectores de tensión de dos bobinados. El tipo de conexión del primario se indica mediante letras mayúsculas (D-triángulo; Y-estrella; Z-conexión en zig-zag), mientras que el secundario se caracteriza con letras minúsculas (d; y; z). El índice horario indica el número de veces 30° en que el vector de baja tensión en estrella está retrasado respecto al vector de alta tensión en estrella con terminales homólogos. La tensión en estrella esta siempre desfasada 30° respecto a la tensión en triángulo. [18]

## 2 Supresor de sobrevoltaje transitorios (SST)

Los SST, denominados también dispositivos de Protección contra Perturbaciones (Surge Protective Device), son equipos de gran importancia teniendo en cuenta la protección que brindan. [14]

Las sobretensiones y corrientes transitorias que ocurren en circuitos de bajo voltaje de corriente alterna se originan a partir de dos fuentes principales, los rayos y de conmutación. Un tercer fenómeno que necesita el reconocimiento es la aparición de sobretensiones derivados de la interacción entre los diferentes sistemas, como el sistema de poder y un sistema de comunicaciones, durante los eventos que ocurren en un aumento de los sistemas. [19]

### a) Nivel de aislamiento de los equipos electrónicos

Todos los equipos en una planta eléctrica se asignan a una categoría de sobretensión en función de su uso y ubicación. Esta clasificación sirve como base para determinar el voltaje necesario impulso nominal.

Basados en esto, es posible deducir los parámetros de poder necesarios para los dispositivos de protección contra sobretensiones para ser utilizado.

Tabla N° d.2 Categorías de sobretensión y tensiones nominales del impulso

Rated voltage of the power supply system (line) in compliance with IEC 60038 [V]		Voltage conductor discharged to neutral conductor from the rated AC or DC voltage up to and including [V]	Rated impulse voltage [V]			
3-phase	1-phase		Overvoltage category			
			I	II	III	IV
	120-240	50	330	500	800	1,500
		100	500	800	1,500	2,500
		150	800	1,500	2,500	4,000
230/400 277/480		300	1,500	2,500	4,000	6,000
400/690		600	2,500	4,000	6,000	8,000
1,000		1,000	4,000	6,000	8,000	12,000

Categoría I de sobretensión.- Equipo especialmente protegido, por ejemplo equipo electrónico.

Categoría II de sobretensión.- Aplicaciones típicas eléctricas, electrodomesticos, herramientas eléctricas móviles, etc.

Categoría III de sobretensión.- Equipos industriales permanentemente conectados a la red principal, equipo de distribución y circuitos finales.

Categoría IV de sobretensión.- Equipos en el inicio de la instalación, medidores de energía, relés primarios, etc. [20]

#### b) Categorías de ubicación

Los SST también se pueden clasificar de acuerdo a su ubicación.

De acuerdo al “IEEE Recommended Practice on Surge Voltages in Low-Voltage AC Power Circuits”, se tienen las categorías A, B y C. La Figura d.2 ilustra la ubicación de las tres categorías.

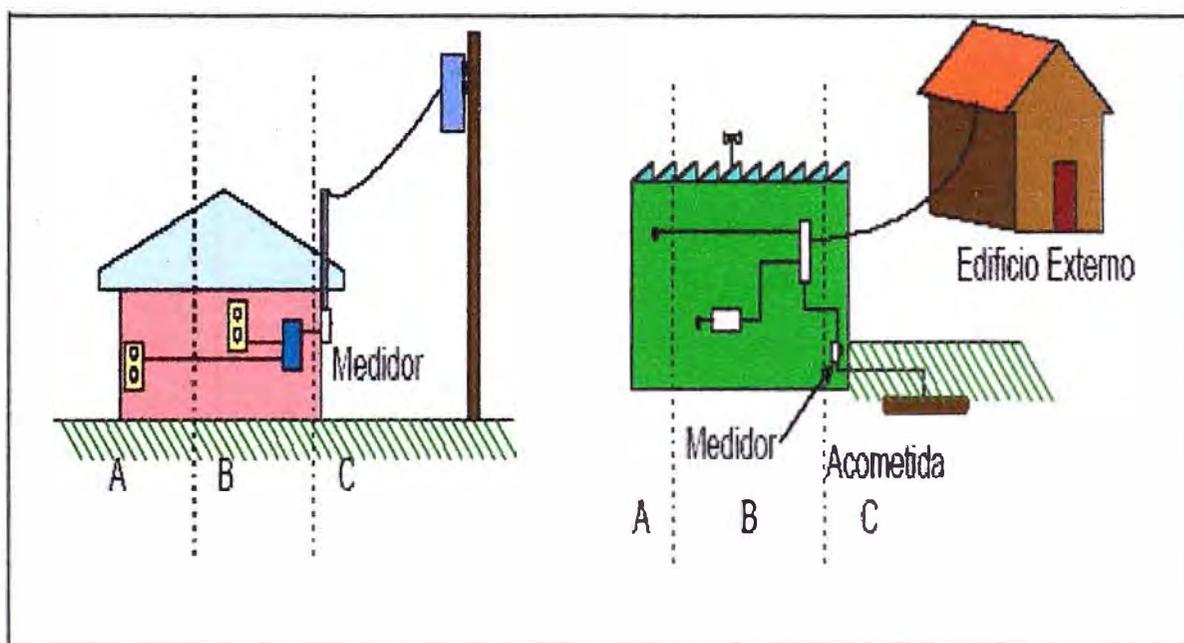


Fig. d.2 Categoría según la ubicación

La categoría C corresponde a las siguientes ubicaciones: Instalación exterior y acometida, circuitos que van del wathorímetro al medio de desconexión principal, cables del poste al medidor, líneas aéreas a edificios externos y líneas subterráneas para bombas.

La categoría B corresponde a las localidades siguientes: Alimentadores y circuitos derivados cortos, tableros de distribución, barrajes y alimentadores en plantas industriales, tomacorrientes para aparatos grandes con cableados cercanos a la acometida y sistemas de iluminación en edificios comerciales.

La categoría A corresponde a las ubicaciones siguientes: Tomacorrientes y circuitos derivados largos, todos los tomacorrientes que estén a más de 10 m de categoría B con hilos #14 - #10, todos los tomacorrientes que estén a más de 20 m de categoría C con hilos #14 - #10.

Tabla N° d.3 Categoría de onda de prueba según ANSI/IEEE C62.41

Standard 0.5 $\mu$ s-100 kHz Ring Wave Voltage and Current Surges Expected in Location Categories A and B Low, Medium and High Exposures Single-Phase Modes: L-N, L-G and [L&N]-G and Polyphase Modes: L-L, L-G, and [L's]-G				
Location Category	System Exposure	Peak Values		Effective Impedance ( $\Omega$ )
		Voltage (kV)	Current (kA)	
A1	Low	2	0.07	30
A2	Medium	4	0.13	30
A3	High	6	0.2	30
B1	Low	2	0.17	12
B2	Medium	4	0.33	12
B3	High	6	0.6	12
Standard 1.2/50 $\mu$ s- 8/20 $\mu$ s Combination Wave Voltage and Current Surges Expected in Location Categories B and C Low, Medium and High Exposures Single-Phase Modes: L-N, L-G and [L&N]-G and Polyphase Modes: L-L, L- G, and [L's]-G				
Location Category	System Exposure	Voltage (kV)	Current (kA)	Impedance ( $\Omega$ )
B1	Low	2	1	2
B2	Medium	4	2	2
B3	High	6	3	2
C1	Low	6	3	2
C2	Medium	10	5	2
C3	High	20	10	2

Esta clasificación es el resultado de un compromiso entre dos extremos:

Proteger en forma sobrada sin importar la inversión inicial y;

No proteger evitando así la inversión inicial. Entre éstos extremos, el estándar recomienda que los protectores de categoría C deben ser capaces de tolerar mayores corrientes que los de categoría A y B, mientras que el B debe soportar mayores corrientes que los de categoría A. Es por esto que, en general, los de categoría C son más robustos y más costosos. La clasificación también sugiere que los de categoría A tengan un voltaje de sujeción menor, de ésta manera los de clase B y C se encargan de manejar altas energías y los de categoría A se encargan de restringir las excursiones del sobrevoltajes transitorios para evitar disturbios en la operación del equipo sensible. [21]

### 3 SAI

Los Sistemas de Alimentación Ininterrumpida (SAI), son equipos destinados a garantizar una tensión segura y libre de perturbaciones eléctricas para distintos tipos de consumos con red eléctrica presente y durante un lapso de tiempo frente a un corte de energía.

Los sistemas de potencia ininterrumpida están diseñados para mantener energía

eléctrica de alta calidad y de alta disponibilidad a la entrada de sus equipos de trabajo asegurando el máximo rendimiento en sus operaciones y evitando la reducción en la eficiencia de las empresas por causas fuera de control, pero sobretodo, asegurar el suministro de energía por corto tiempo en eventos donde se llegara a perder el suministro de la red normal.

Debido al surgimiento de muchas tecnologías de SAI para distintos tipos de aplicaciones y niveles de protección, la IEC definió el estándar IEC 62040-3 y su equivalente europeo ENV 50091-3, tres topologías de SAI, basándose en su nivel de desempeño y protección, los cuales son:

a) SAI off line system (sistema fuera de línea)

El modo normal de operar de la SAI off line SPS (Stand-by Power System) es a través de la fuente de bypass, la cual alimenta continuamente la carga. Esta configuración utiliza un cargador (stand-by charger) y un inversor (stand-by inverter). La función del cargador es mantener en óptimas condiciones las baterías antes de una descarga, y la del inversor es alimentar la carga durante variaciones considerables o ausencia de voltaje en la fuente de bypass (red normal). Este sistema trabaja de tal forma que cuando se presenta una variación o ausencia de voltaje el inversor es el que se encarga de alimentar la carga. El cambio de fuente se realiza en un tiempo aproximado de 2 a 48 milisegundos y puede ser detectado por cargas electrónicas muy sensibles. La calidad de la forma de onda en la salida del inversor depende totalmente del diseño de este que es relacionado con el costo del equipo (figura d.3).

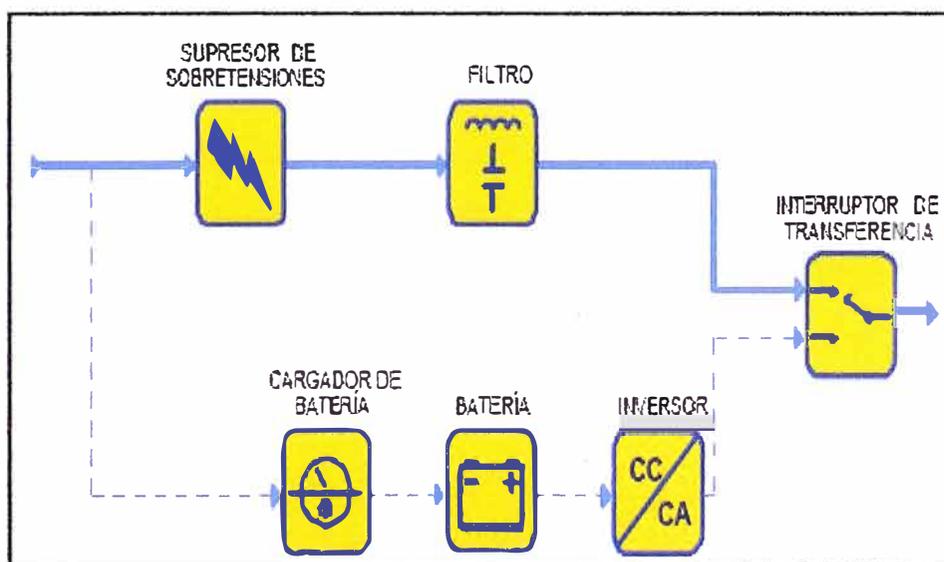


Fig. d.3 SAI fuera de línea

La figura d.4 muestra el porcentaje de los problemas de la red eléctrica que son

eliminados por los SAI fuera de línea.

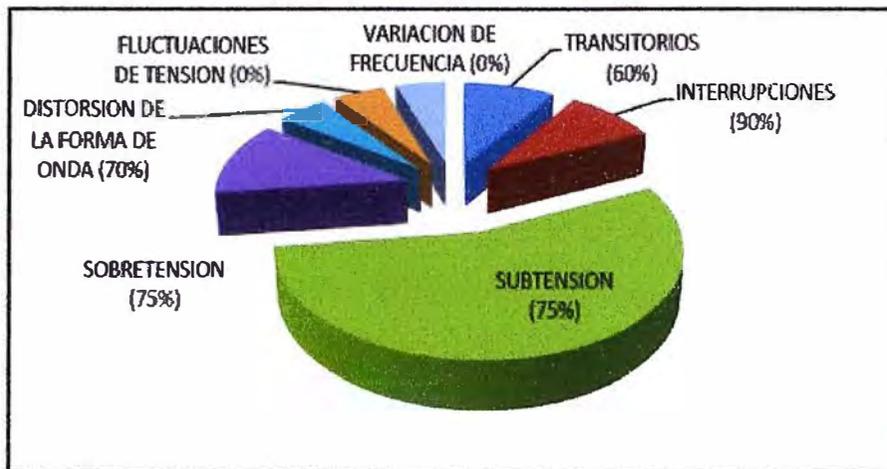


Fig. d.4 Porcentaje de efectividad para un SAI fuera de línea

Cabe mencionar que estos valores en porcentajes son un promedio, ya que la ventana de protección de esta topología contra los problemas eléctricos de la red oscila entre el 60 – 70% dependiendo del modelo y fabricante.

Ventajas:

- ✓ Bajo costo de adquisición debido a su pequeño cargador de baterías, al no contar con un sofisticado inversor, y a la exclusión del circuito de bypass estático.
- ✓ Alta eficiencia en modo normal (fuera de línea) que es del 95 al 98%. Resultando un bajo costo de operación.
- ✓ El “switchero” o cambio de fuente resulta aceptable para cargas eléctricas no tan sensibles.
- ✓ Es de dimensiones pequeñas ya que no cuenta con un gran número de componentes.

Desventajas:

- ✓ Durante la operación normal no existe forma de regular el voltaje que alimenta la carga (solo que se añadan mas componentes lo cual incrementara el costo del equipo).
- ✓ Durante un apagón o voltaje fuera de rango la carga crítica cambia de fuente de bypass a inversor. En dicho cambio se genera un transiente el cual puede afectar a las cargas electrónicas sensibles.
- ✓ El tiempo de recarga de baterías es prolongado debido al pequeño cargador con el que cuenta.
- ✓ Las fallas en el inversor no se detecta hasta que éste alimente la carga crítica.
- ✓ No brinda un aislamiento real de la red eléctrica comercial.
- ✓ No provee regulación en la frecuencia de salida.

- ✓ No provee regulación del voltaje en la línea.
- ✓ El tiempo de intercambio de la red eléctrica a baterías es considerablemente largo y para cargas altamente sensitivas, esto es suficiente para que se apaguen.

Aplicaciones:

- ✓ Computadoras para el hogar.
- ✓ Videos juegos.
- ✓ Mini-componentes
- ✓ Cualquier otra aplicación que no sea critica.

#### b) SAI de línea interactiva

Los SAI de línea interactiva tienen un modo de operación bastante similar a los Standby, la diferencia más notable es que ellos están monitoreando el voltaje de la red eléctrica comercial y la acondicionan de tal manera que la carga recibe un voltaje regulado. Este acondicionamiento tiene sus límites, ya que no protege en un 99% todos los problemas que existen en la red eléctrica, por lo tanto brinda un nivel de protección, cercano al 85%.

Cuando existe un problema de interrupción de servicio o el voltaje varia afuera de un rango de tolerancia, el SAI pasa a modo de respaldo, quiere decir que la batería y el inversor comienzan a funcionar. Típicamente el valor de transferencia o conmutación es menor a los 5 milisegundos.

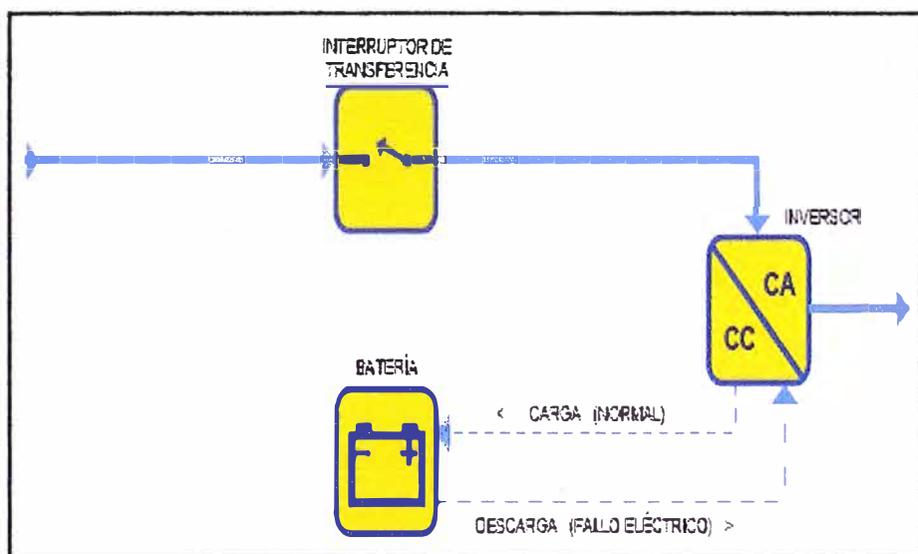


Fig. d.5 SAI con tecnología línea interactiva.

Los SAI de ésta familia tienen incorporado un regulador de voltaje, el cual puede ser una tarjeta electrónica o un transformador con unos taps, a medida que el voltaje de la red comercial va cambiando, los taps automáticamente van variando con el fin de estar regulado el voltaje de salida. Esta tecnología es sumamente importante, ya que cuando

existe una condición de bajo voltaje a la entrada, el SAI regula el voltaje y así se evita la transferencia a batería, prolongando el tiempo de vida de éstas.

Estos SAI son diseñados en un rango que comprende de 250VA hasta 5000VA. La Figura d.5 muestra el diagrama de un SAI con tecnología línea interactiva.

La figura d.6 muestra el porcentaje de los problemas de la red eléctrica que son eliminados por los SAI de línea interactiva.

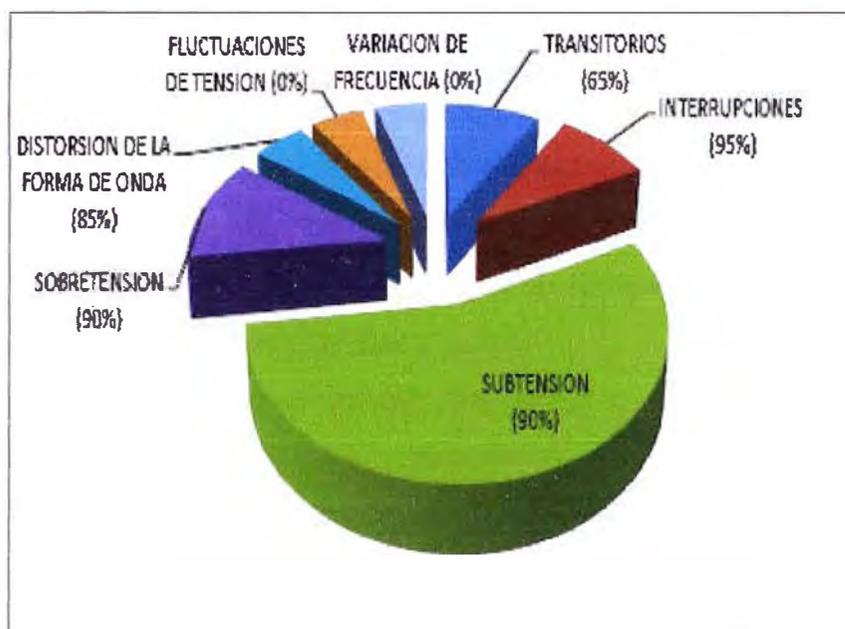


Fig. d.6 Porcentaje de efectividad para SAI línea interactiva

Cabe mencionar que estos valores en porcentajes son un promedio, ya que la ventana de protección de esta topología contra los problemas eléctricos de la red oscila entre el 80 – 85% dependiendo del modelo y fabricante.

Ventajas:

- ✓ Provee una regulación constante de voltaje a la salida.
- ✓ Excelente relación costo – beneficio.

Desventajas:

- ✓ No brinda aislamiento real de la red eléctrica comercial.
- ✓ No provee regulación en la frecuencia de salida.
- ✓ No filtra los armónicos.
- ✓ Eficiencia muy baja cuando trabaja con cargas no lineales.

Aplicaciones:

- ✓ Computadoras personales.
- ✓ Conmutadores.

- ✓ Servidores de rango medio.
- ✓ Hubs.
- ✓ Switches.

a) SAI de doble conversión.

Este tipo de equipos es llamado también en línea (On-Line) debido a que el inversor se encuentra dentro de la línea principal de energía ya que siempre se encuentra operando, siendo ésta su principal característica. Esta tecnología es la más cara de todas pero es la que ofrece el mayor nivel de protección.

Otra característica importante de estos equipos es la doble conversión, la cual consiste en convertir la energía de entrada en corriente directa y posteriormente en corriente alterna. De ésta manera no solo es posible recargar al banco de baterías sino que también se eliminan la gran mayoría de disturbios encontrados en la línea eléctrica comercial para disponer a la salida de una onda senoidal pura y limpia.

En este sistema la energía de red normal alimenta al rectificador, este convierte la corriente alterna CA a corriente directa CD. Después el convertidor o inversor realiza lo contrario, transforma la corriente directa en corriente alterna la cual alimenta la carga crítica. Cuando la energía de red normal está presente, el circuito del cargador carga las baterías para que estas se encuentren en óptimas condiciones para respaldar durante un apagón por parte de la red normal.

Cuando se presenta un apagón por parte de la red normal, las baterías alimentan al inversor. Una vez restablecida la energía de red normal automáticamente el SAI pasará a modo normal de operación. Durante este proceso la carga no experimenta variación de voltaje. Si el apagón es de un largo periodo de tiempo la energía de las baterías se agotará ocasionando el apagado inevitable de la carga, de igual forma pasará, si durante el modo de respaldo por baterías se llegara a presentar un evento de sobrecarga.

En ésta topología el banco de baterías se encuentra conectado permanentemente al inversor. Esto significa que el inversor está disponible en toda su capacidad independientemente de la presencia o ausencia de la línea eléctrica comercial. Por último y no menos importante es el hecho de que los SAI en línea no presentan caídas de voltaje o tiempos de transferencia asociada con la transferencia del inversor.

Esta tecnología es apropiada para un gran número de computadoras, grupos de servidores, sistemas automatizados y aplicaciones estratégicas e industriales. Solo en caso de falla o mantenimiento el SAI transfiera la carga a la línea comercial (Bypass).

El SAI en línea hará todo lo posible por evitar una interrupción de voltaje a la carga, si no es posible como por ejemplo un daño al equipo, transferirá la carga a Bypass. Si se fue a Bypass por sobrecarga (por pedir al inversor mas kilowatts de los que puede alimentar) el SAI intentará regresar al cabo de unos segundos, si ya puede con la carga quedará en normal, si la sobrecarga persiste regresará a bypass y se quedará en bypass para obligar a que se revise la razón de la sobrecarga.

El SAI en línea representa la mejor calidad de equipo porque la carga siempre está alimentada por el inversor y por tal razón el voltaje permanece estable a 220 volts +/- 1%. La frecuencia permanece estable en +/-1 Hz. La forma de onda del inversor en el SAI en línea es senoidal. La figura d.7 muestra el diagrama de un SAI con tecnología de doble conversión.

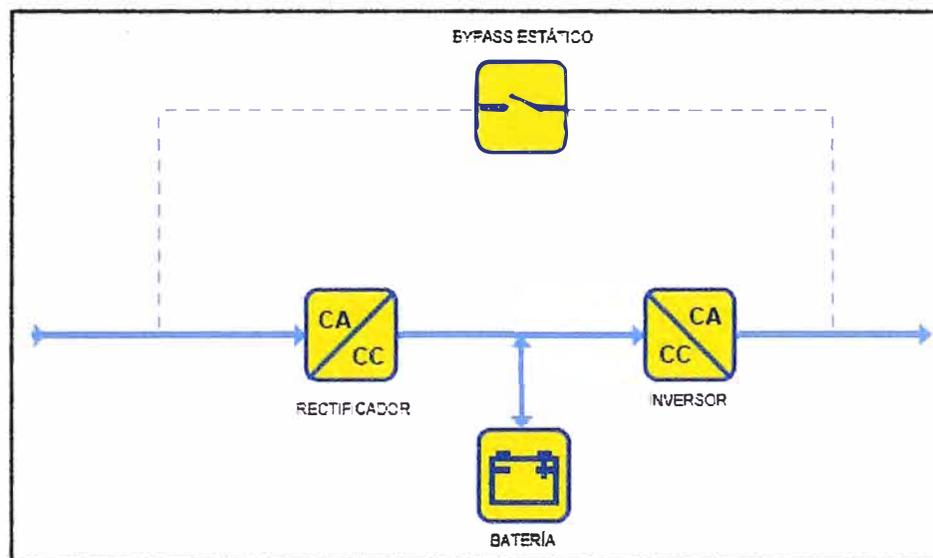


Fig. d.7 SAI de doble conversión

En el modo de operación normal la carga es alimentada por medio de la combinación rectificador/cargador e inversor, este proceso genera una doble conversión AC-DC-AC, es de aquí donde nace el nombre de ésta topología.

Cuando existe una falla en la alimentación AC, el SAI pasa a modo de respaldo y el inversor y las baterías alimentan ahora a la carga.

El modo de bypass es equipado por un switch estático, el cual es sincronizado con la alimentación AC para asegurarse de no apagar la carga en el momento de la transferencia y esto permite transferir la carga a una alimentación directa de la energía de la distribuidora; ésto se realiza cuando existe una falla interna en el SAI, cuando el tiempo de respaldo de las baterías se ha agotado, cuando se sobrecarga el SAI.

Estos SAI se diseñan en un rango de capacidades de 700VA hasta 4,5MVA. La figura

d.8 muestra el porcentaje de los problemas de la red eléctrica que son eliminados por los SAI de doble conversión.

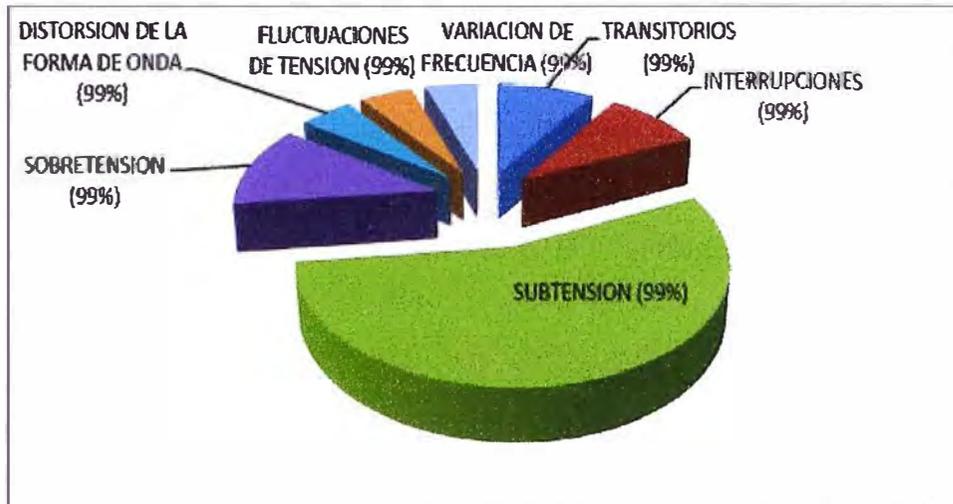


Fig. d.8 Porcentaje de efectividad para un SAI doble conversión

Ventajas:

- ✓ Provee un aislamiento total de la carga con respecto a la red eléctrica comercial, además de alimentar a la carga con una energía continua y regulada.
- ✓ No existe “switcheos” en CD ó CA durante los ciclos de carga y descarga de baterías. La carga crítica no será afectada por transientes generados durante cambio de fuentes entre el inversor y by-pass.
- ✓ El rectificador cargador tiene una alta capacidad para cargar las baterías en corto tiempo.
- ✓ El switch estático de by-pass al trabajar sincronizadamente con el inversor ofrece una alta seguridad para la alimentación continua de la carga crítica.
- ✓ Este sistema por sus características entrega una buena calidad de energía en la salida y es una excelente opción para cargas electrónicas muy sensibles.
- ✓ Por ser independiente el rectificador, el inversor y el by-pass la confiabilidad del sistema es mayor.
- ✓ Los componentes del sistema se encuentran continuamente trabajando, de esta forma, los problemas que se llegaran a presentar en estos se pueden detectar en tiempo real.
- ✓ Posee un amplio rango de voltaje a la entrada.
- ✓ Provee regulación de voltaje a la salida.
- ✓ Provee regulación de frecuencia a la salida.
- ✓ Provee una onda senoidal pura a la salida.
- ✓ Provee un tiempo de transferencia igual a cero, lo cual permite una alimentación

continua hacia la carga.

- ✓ Elimina los problemas de armónicos.
- ✓ Elimina en un 99% los problemas de la red eléctrica.
- ✓ Altamente eficiente cuando trabaja con cargas no lineales.
- ✓ Posee un bypass manual, diseñado para facilitar el mantenimiento.

Desventajas:

- ✓ Posee un precio relativamente elevado, debido a la tecnología que maneja y el número de componentes con los que cuenta.

Aplicaciones:

- ✓ Equipos de telecomunicación.
- ✓ Servidores.
- ✓ Equipos hospitalarios.
- ✓ Centro de procesamientos de datos.
- ✓ Redes de informática.
- ✓ Cargas críticas en general. [22]

### Régimen del neutro sólidamente aterrado

La salida neutro del módulo de SAI está sólidamente conectada al neutro de entrada de bypass (entrada de servicio), el módulo de SAI no se considera un sistema derivado separadamente de acuerdo con el NEC. En este sistema.

- El neutro del SAI no debe estar conectado al conductor de tierra del equipo, y
- Ningún conductor del electrodo de tierra debe estar instalado en el módulo SAI. [15]

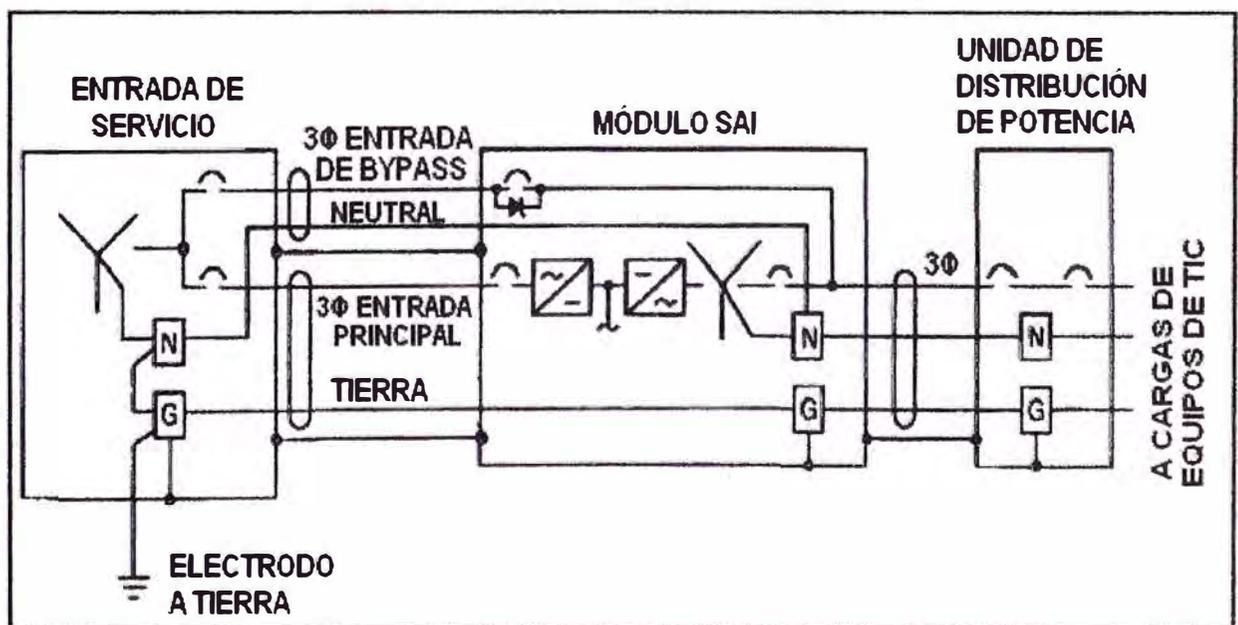


Fig. d.9 Configuración del SAI con transformador neutro sólidamente aterrado

**ANEXO E**  
**AIRE ACONDICIONADO**

Según el ASHRAE [23] la forma de configuración de los pasillos fríos y calientes es de acuerdo las figuras e.1 y e.2. En la figura e.3 se muestra un ejemplo de la distribución de aire de una sala de alta densidad. Claramente se ven los pasillos fríos y pasillos calientes.

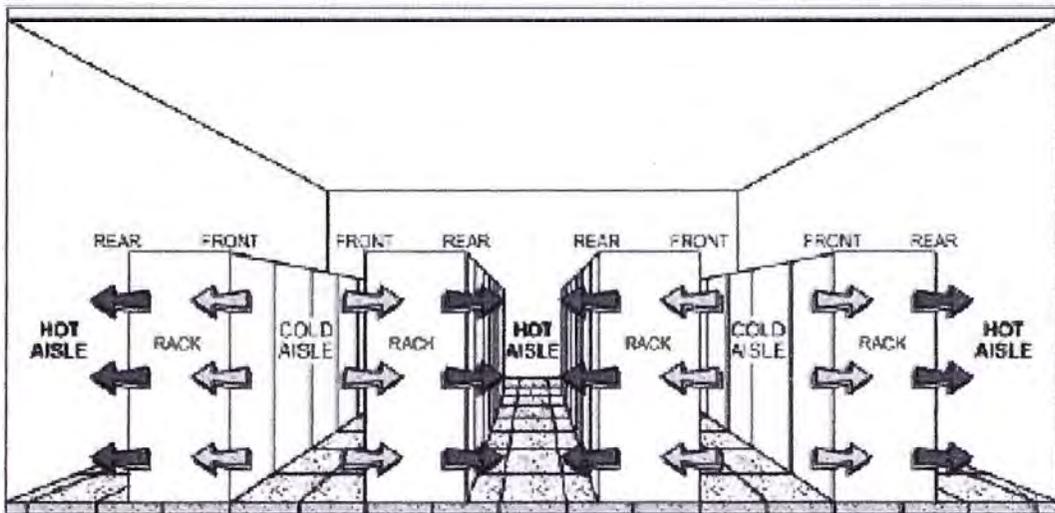


Fig. e.1 Esquema de configuración de pasillos fríos/pasillos calientes

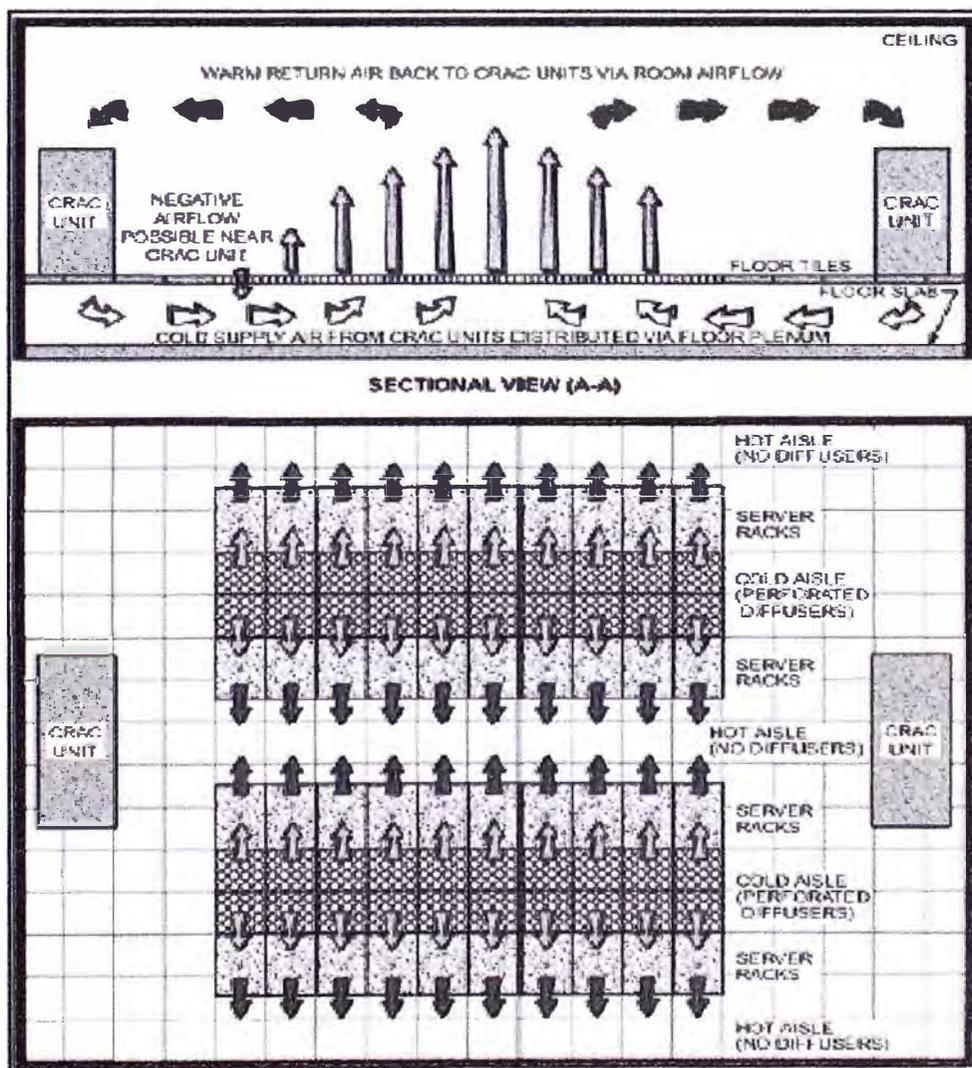


Fig. e.2 Esquema de ambiente de equipos de comunicaciones

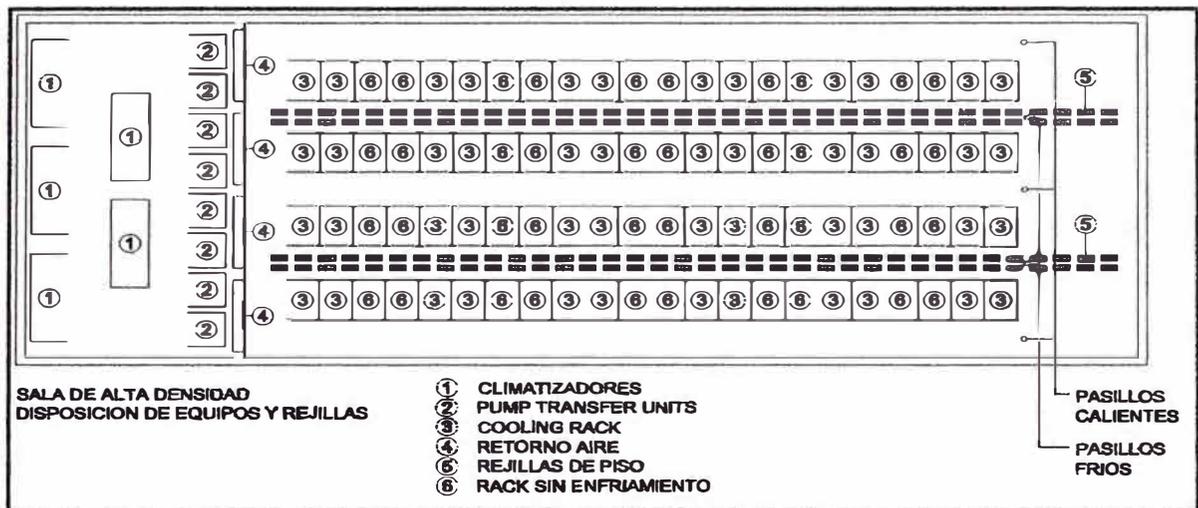


Fig. e.3 Distribución de los pasillos fríos y calientes.

a) Sala enfriada por aire, impulsión y descarga rack a la sala

- ✓ Impulsión de aire frío directo a la sala.
- ✓ Salida de aire caliente desde rack directo a la sala.
- ✓ Piso falso cerrado en los pasillos calientes.
- ✓ Aumento de la eficiencia gracias a un definido flujo de aire.
- ✓ Riesgo de corto circuito de aire encima de los rack y al final de filas de rack.
- ✓ Aplicación en combinación con servidores no rackeables (stand-alone).
- ✓ Se pueden enfriar aproximadamente 5 kW por rack.
- ✓ 1 baldosa perforada por rack, 1 000 m<sup>3</sup>/h por baldosa, 200 m<sup>3</sup>/h kW.

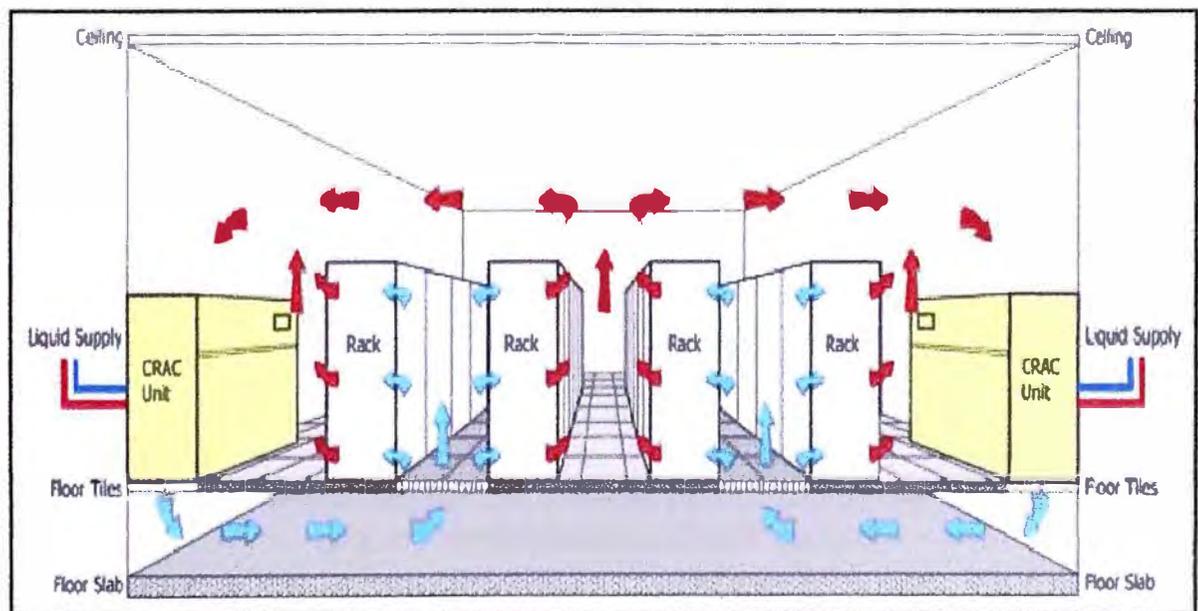


Fig. e.4 Enfriamiento de 5 kW por rack

b) Sala enfriada por aire, impulsión directa a la sala, descarga de aire rack conducida

- ✓ Impulsión de aire frío directo a la sala.

- ✓ Salida de aire caliente conducida con ductos y cielo falso.
- ✓ El piso falso entero puede tener palmetas perforadas.
- ✓ No se requieren pasillos fríos ni calientes.
- ✓ Mayor caudal de aire frío en frente de los rack.
- ✓ Aplicación en combinación con servidores no rackeables (stand-alone).
- ✓ Se pueden enfriar aproximadamente 10 kW por rack.
- ✓ Baldosa perforadas por rack, 1 000 m<sup>3</sup>/h por baldosa, 200 m<sup>3</sup>/h kW.

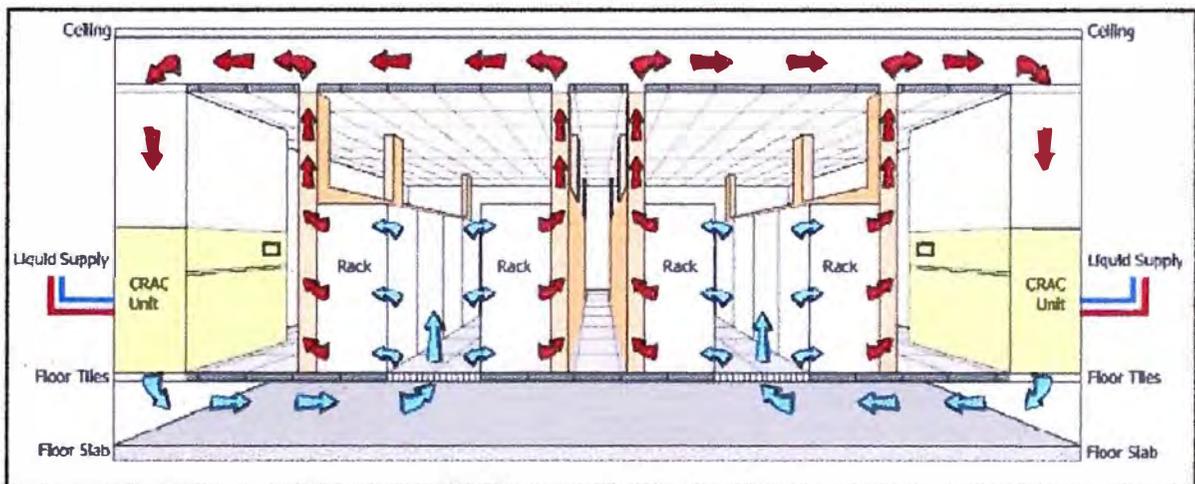


Fig. e.5 Enfriamiento de 10 kW por rack

c) Sala enfriada por aire, impulsión aire directa al rack, descarga de aire conducida.

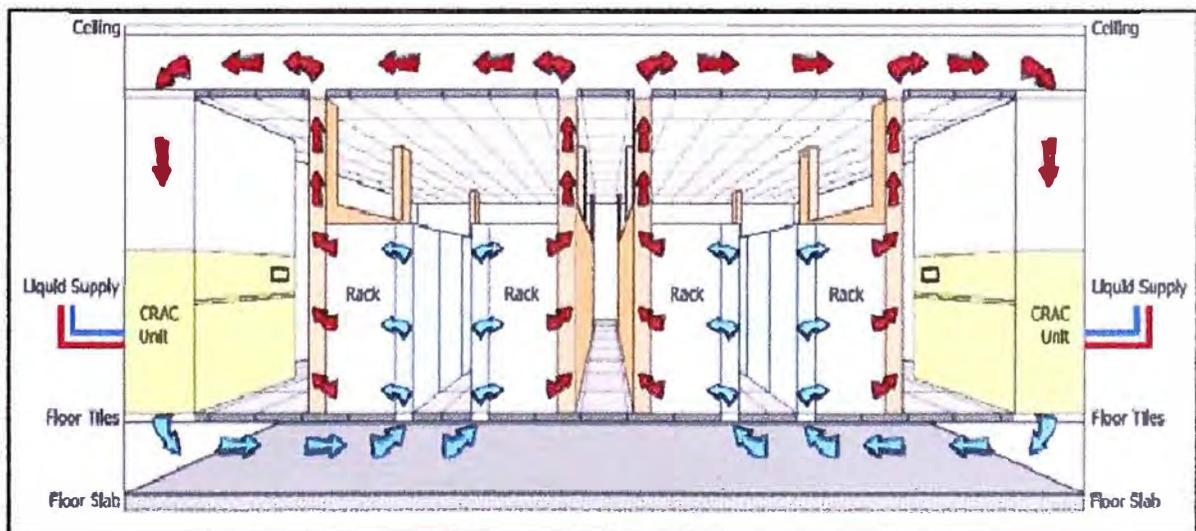


Fig. e.6 Enfriamiento de 20 kW por rack

- ✓ Impulsión de aire directo al rack.
- ✓ Salida de aire caliente conducida con ductos y cielo falso.
- ✓ No requiere palmetas perforadas.
- ✓ Aplicación en combinación con servidores stand-alone (no rackeables).

✓ Enfriamiento con alto  $\Delta t$  (20°C) para blade servers.

Ejemplo: 3 400 m<sup>3</sup>/h por rack, 170 m<sup>3</sup>/h kW.

Se pueden enfriar aproximadamente 20 kW por rack. [24]

## DIFERENCIAS ENTRE LOS EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO DE CONFORT Y PRECISIÓN.

Tabla N° e.1 Diferencias entre los equipos confort y Precisión.

Ítem	Concepto	Equipo Confort	Equipo Precisión
1	Caudal de aire	Tiene un caudal de aire pequeño y un salto de temperatura grande a través del serpentín de enfriamiento.	Tiene un caudal de aire grande y un salto de temperatura pequeño a través de Serpentin de enfriamiento.
2	Temperatura evaporación del refrigerante	Baja (rodean los 0 °C).	Alta (temperaturas positivas, 5 a 8 °C).
3	Superficie serpentín de evaporación, a igual velocidad de paso de aire	Pequeña, por motivo del bajo caudal de aire.	Grande, por motivo del gran caudal de aire.
4	Capacidad sensible	60 – 70 % de la capacidad total.	90 – 100 % de la capacidad total.
5	Capacidad latente	30 – 40 % de la capacidad total.	0 – 10 % de la capacidad total.
6	Formación de hielo en el evaporador en invierno	Se forma hielo con bajas temperaturas exteriores, no hay regulación individual en el condensador.	No se forma hielo, gracias a una regulación de presión de condensación constante en el circuito de refrigeración, la cual mantiene estable la temperatura de condensación, independiente de las temperaturas exteriores.
7	Humidificación	No tiene humidificador integrado en el climatizador. Si se requiere humidificación, se coloca un humidificador independiente.	Tiene humidificador integrado. La regulación puede ser On-Off o proporcional.
8	Deshumidificación	El proceso de deshumidificación es constante por motivo de las bajas temperaturas de evaporación y salto térmico grande.	Tiene proceso de deshumidificación controlado. Tiene post – calefacción para corregir la desestabilización de la temperatura en la sala.
9	Selección de calidad de componentes	Componentes para lograr una vida útil de 12 a 15 años con 1 200 horas de funcionamiento por año.	Componentes heavy duty para lograr una vida útil de 12 a 15 años con 8 760 horas de funcionamiento por año.
10	Nivel de ruido	Nivel de ruido bajo por tener caudales de aire pequeños.	Nivel de ruido mediano - alto por tener caudales de aire grandes.
11	Costo equipo	Reducido costo de inversión (producción masificada).	Alto costo, 3 a 4 veces el costo del equipo de confort (Series pequeñas, a medida).
12	Ubicación del compresor	En unidad condensadora.	Dentro del climatizador.
13	Desnivel entre compresor y evaporador	Compresor inferior o superior al evaporador, generalmente sin problema. Ver limitantes que indica el proveedor.	Compresor inferior al evaporador limitado por motivo del retorno de líquido.
14	Control inteligente	Controlador simple, se limita a controlar la temperatura, tolerancias grandes.	Amplia prestación: Control de temperatura y humedad relativa en estrechas tolerancias, síntesis de fallas, integra la filosofía de redundancia, rotación entre equipos, enclavamientos, etc.

Nota: Referencia [24]

**ANEXO F**  
**SISTEMA DE PUESTA A TIERRA**

Es un conjunto de elementos conductores de un sistema eléctrico específico sin interrupciones ni fusibles, que conectan los equipos eléctricos con el terreno o una masa metálica. Comprende la puesta a tierra y el cableado puesto a tierra.

a) Objetivos:

Seguridad de las personas.

Protección de las instalaciones.

Compatibilidad Electromagnética.

b) Funciones:

Garantizar condiciones de seguridad a los seres vivos.

Permitir a los equipos protección despejar rápidamente las fallas.

Servir de referencia al sistema eléctrico.

Conducir y disipar las corrientes de falla con suficiente capacidad.

Eliminar ruidos eléctricos.

Servir como conductor de retorno en algunos casos.

Transmitir señales de RF en onda media.

c) Tipos de sistemas de puesta a tierra

De protección (Para equipos)

De carcasas.

De herramientas portátiles.

De servicio (Para sistemas eléctricos)

Configuración artificialmente.

De alta frecuencia.

De corriente continua.

De equipos de comunicaciones.

De equipos de cómputo.

De estática de pararrayos.

De protección catódica.

Se subestación.

Temporales (Para trabajos de mantenimiento)

De baja tensión.

De media tensión.

De alta tensión.

De electricidad estática (en tensión).

Para cargue y descargue de combustible.

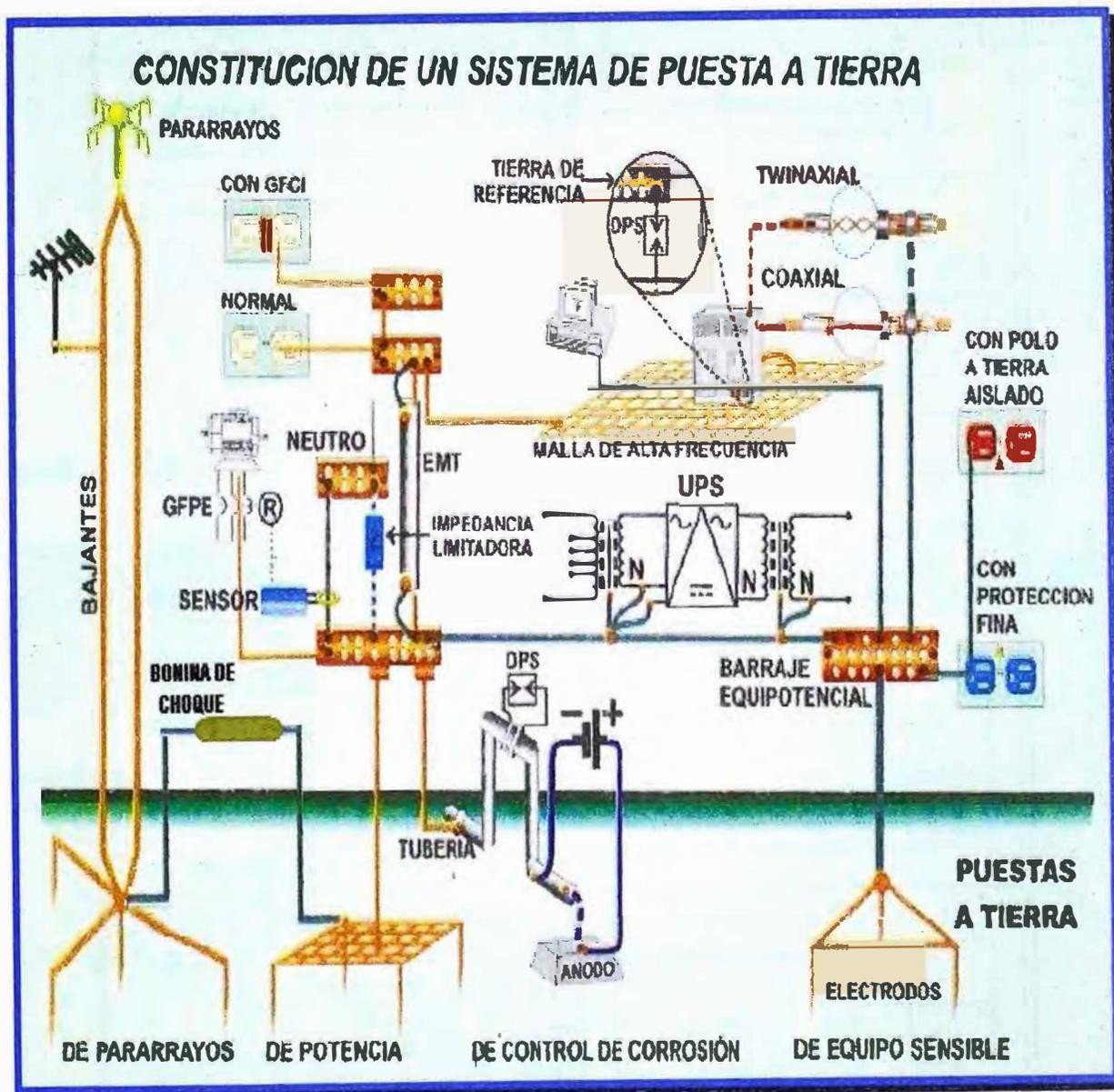


Fig. f.1 Constitución de un sistema de puesta a tierra

## 1 Consideraciones para el diseño

### a) Regímenes de conexión a tierra

Todo sistema eléctrico está puesto a tierra. Sin embargo, para que un equipo eléctrico funcione, no es requisito imprescindible que se tenga una puesta a tierra. Incluso para ciertos procesos es aconsejable que no se tenga referencia a tierra; pero los accidentes personales, la difícil detección de fallas, los incendios, el deterioro de aislamientos, así como la quema de componentes electrónicos, hicieron que cada vez se reafirmara más el concepto de la obligatoriedad de tener sistemas de puesta a tierra.

La figura f.2 representa los requerimientos aceptados tanto en la escuela norteamericana tradicional como a nivel de normalización de IEC.

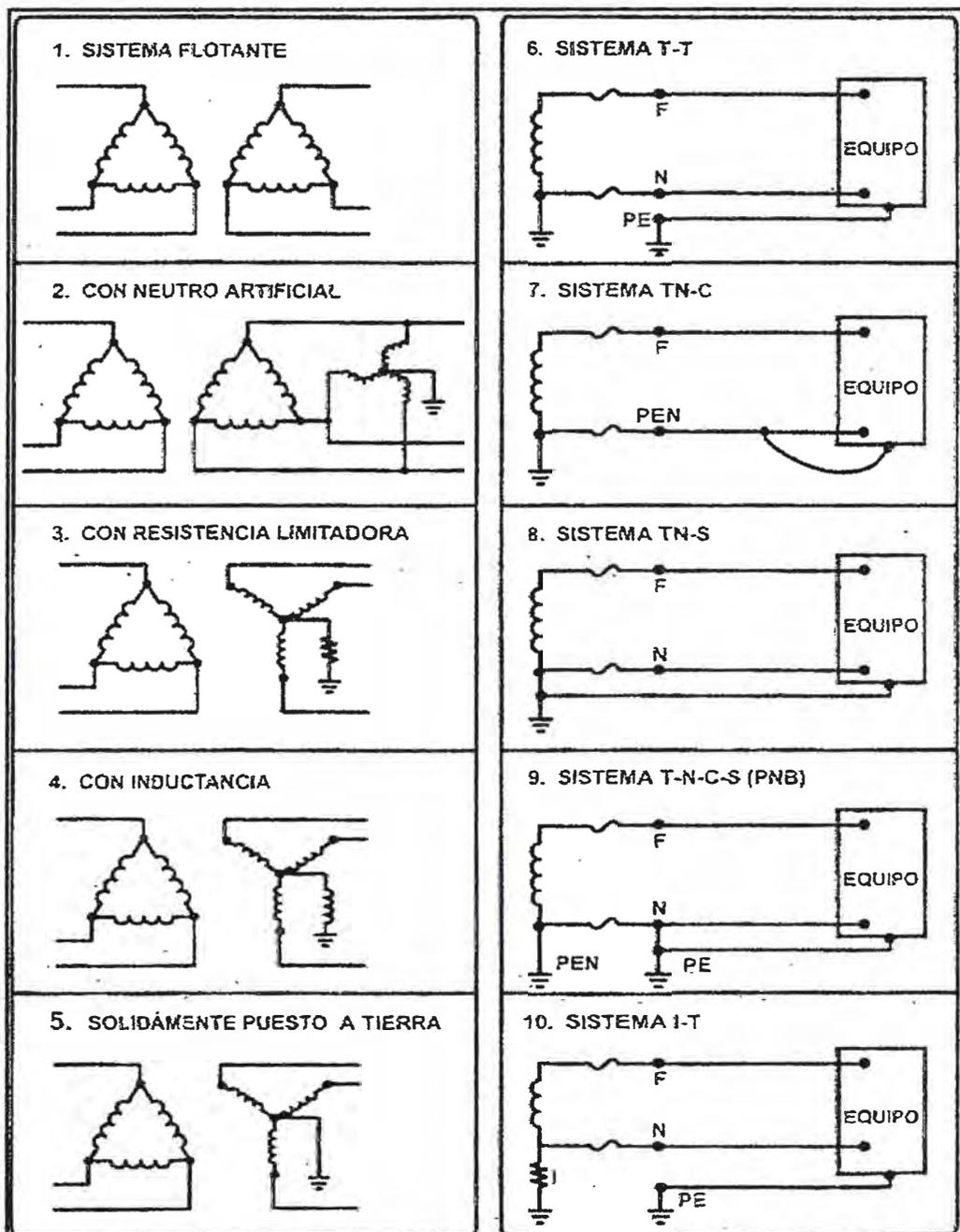


Fig. f.2 Regímenes de conexión a tierra

#### b) Interconexión de puesta a tierra

La interconexión de puesta a tierra, se puede considerar como un tema que ya no está en discusión por la ingeniería, así lo demuestra las figuras f.3 y f.4 tomadas de la IEC 61000-5-2. Cuando en una edificación o inmueble existan varias puestas a tierra, todas ellas deben estar interconectadas por conductores. Este tipo de configuración es óptima porque reduce las diferencias de potencial entre partes de la misma instalación, baja la resistencia global, es de mínimo costo, es el más simple, es más difícil de prever su comportamiento eléctrico, requiere mínimo análisis de acoplamientos y aislamientos, distribuye mejor las corrientes de falla y sobre todo es más segura y confiable.

Tabla N° f.1 Comportamiento de diferentes regímenes de conexión a tierra

Condición o Característica	REGÍMENES DE CONEXIÓN A TIERRA			
	Punto Neutro Flotante	Sólidamente a tierra	Con baja resistencia	Con alta resistencia
Inmunidad a sobretensiones transitorias	Deficiente	Excelente	Buena	Muy buena
Protección del equipo contra daño por arco.	Regular	Buena	Regular	Buena
Seguridad a personal	Deficiente	Excelente	Buena	Buena
Confiablez en el servicio	Deficiente	Buena	Buena	Excelente
Costo de mantenimiento	Elevado	Bajo	Bajo	Bajo
Facilidad para localizar la falla	Deficiente	Excelente	Buena	Muy buena
Permite coordinación de protecciones	No	Si	Si	Si
Facilidad de instalar protección contra falla a tierra	Deficiente	Excelente	Muy buena	Muy buena
Reducción de frecuencia de fallas	Deficiente	Muy buena	Buena	Muy buena
Reducción del arco a tierra en el punto de falla.	Excelente	Deficiente	Buena	Excelente

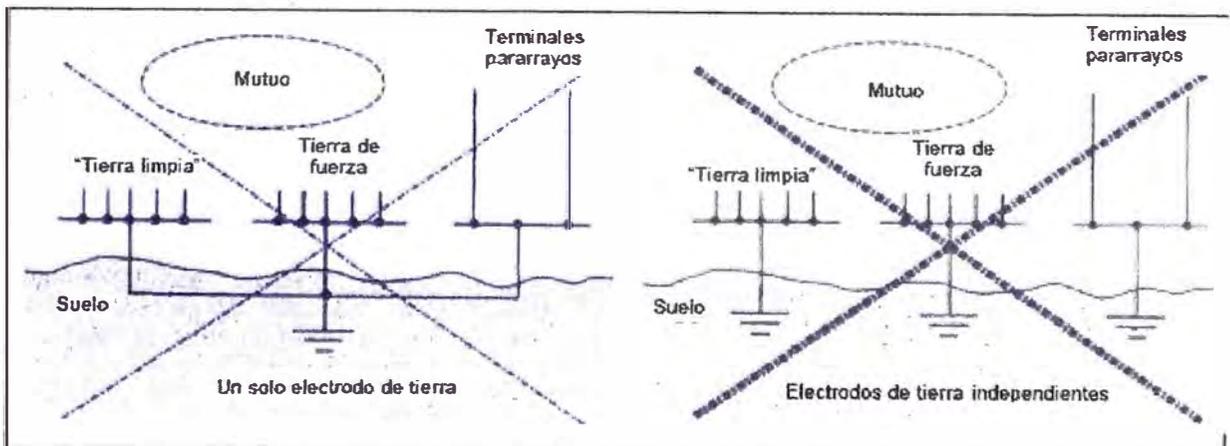


Fig. f.3 Configuraciones prohibidas (tierra única y tierras separadas)

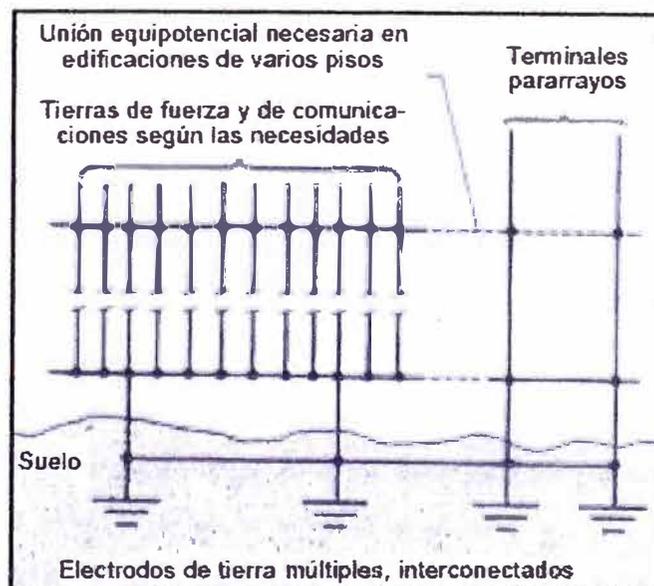


Fig. f.4 Sistemas con puestas a tierra dedicadas e interconectadas

### c) Máximos valores de resistencia

La principal función de la puesta a tierra es garantizar la seguridad de las personas, eso hace que en todo diseño, se fije una resistencia objetivo. Por tanto, los valores que recomendamos a continuación son surgidos de la experiencia cotidiana, sin que necesariamente obedezcan a una norma específica o una meta obligatoria.

Tabla N° f.2 Valores máximos de resistencia de puesta a tierra

USO PARA	VALOR MÁXIMO DE RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA
Estructuras de líneas de transmisión.	20 $\Omega$
Subestaciones de alta y extra alta tensión.	1 $\Omega$
Subestaciones de media tensión en poste.	10 $\Omega$
Subestaciones de media tensión de uso interior.	10 $\Omega$
Protección contra rayos.	4 $\Omega$
Neutro de acometida en baja tensión.	25 $\Omega$
Descargas electrostáticas	25 $\Omega$
Equipos electrónicos sensibles	5 $\Omega$

### d) Puesta a tierra para baja frecuencia

Las ecuaciones (tabla N° f.3) para el cálculo de resistencia de puesta a tierra de las configuraciones más utilizadas.

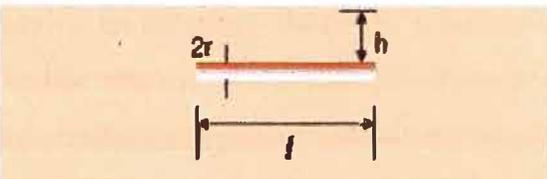
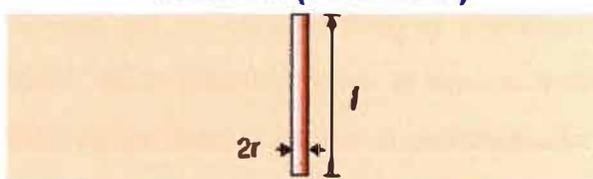
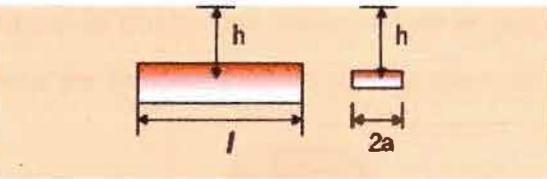
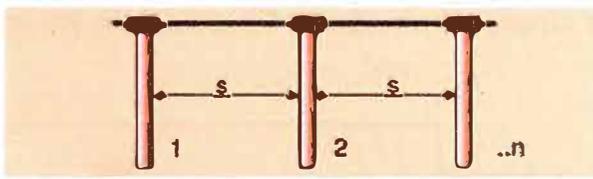
### e) Criterios de cableados de puesta a tierra para equipos sensibles

Parte de los problemas de desempeño que se presentan en una instalación son causados por fuentes de radiación de alta frecuencia o por radio-emisiones de componentes de equipos electrónicos. La perturbación puede acoplarse por los cables de conexión, los cuales funcionan como una antena efectiva. Esto es válido cuando la longitud del equipo más el cable, resulta relativamente grande comparada con la longitud de onda de la señal de perturbación. Un caso especial se presenta cuando la señal de perturbación es más fuerte que la señal de trabajo, produciendo interferencia electromagnética.

Una técnica de supresión consiste en apantallar los cables sujetos a tal exposición. La eficiencia de la pantalla se mide por la intensidad de campo, la absorción y por las características de reflexión de la pantalla. Sin embargo, es importante anotar que una

pantalla normal (de material no magnético) no protege contra campos de baja frecuencia; en estos casos el entorchado de los cables puede ser suficiente.

Tabla N° f.3 Cálculos de resistencias de puesta a tierra

<p><b>CABLE (HORIZONTAL)</b></p>  $R = \frac{\rho}{2\pi l} \left( \ln \frac{l}{r} + \ln \frac{l}{2h} \right) \quad h \geq 6r$	<p><b>VARILLA (VERTICAL)</b></p>  $R = \frac{\rho}{2\pi l} \left( \ln \frac{2l}{r} \right)$
<p><b>FLEJE</b></p>  $R = \frac{\rho}{2\pi l} \left( \ln \frac{2l}{a} + \ln \frac{l}{2h} \right) \quad h \geq 3a$	<p><b>ELECTRODOS EN LÍNEA RECTA</b></p>  $R = \frac{\rho}{n} \left( 0,404 + \frac{0,16}{s} \ln 0,655n \right)$

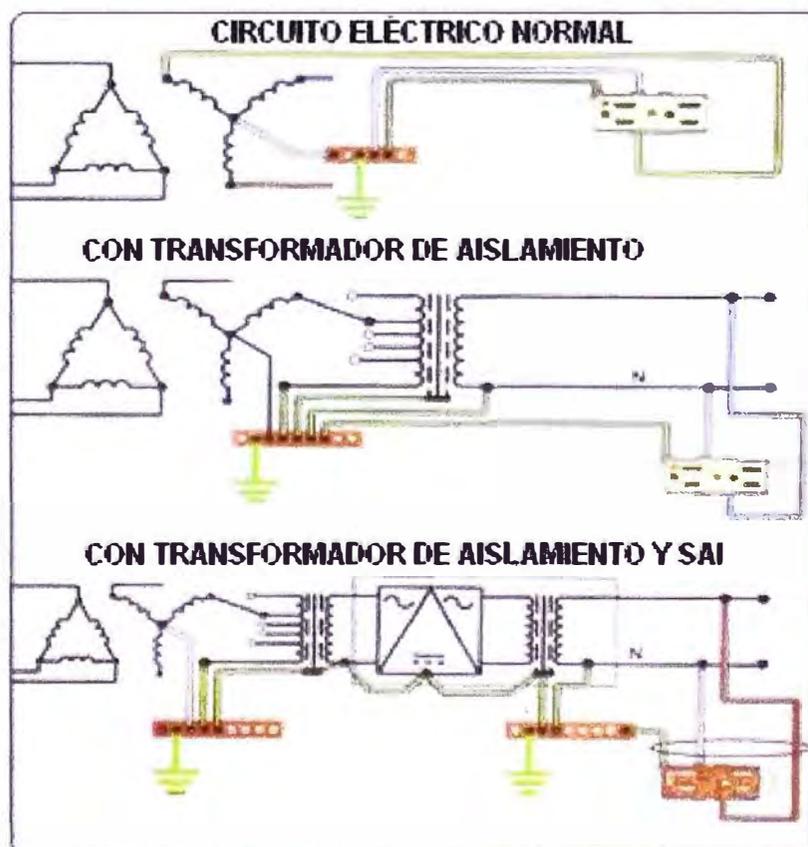


Fig. f.5 Conexiones para equipos sensibles

✓ Tensión neutro tierra

Como se ve en los circuitos presentados (figura f.5), la tensión neutro-tierra depende exclusivamente de la impedancia del conductor neutro; no tiene que ver la constitución de la puesta a tierra ni su resistencia. De allí se desprende una regla básica aplicada en forma masiva en circuitos eléctricos bifásicos o trifásicos que sirven para equipos electrónicos “instale neutros con calibre del doble de las fases”. En la práctica lo que se hace es tender dos conductores para el neutro, del mismo calibre de las fases o acercar el transformador a las cargas, para reducir la longitud. Algunas normas exigen un máximo de dos a tres voltios pico a pico o de un valor eficaz entre 0,8 y 1,0 V para la tensión neutro-tierra.

✓ Malla de alta frecuencia

Se construyen en centros de cómputo bajo el piso en una de éstas tres formas: Con cintas de cobre, con cables o con la estructura del piso falso. El tamaño de la retícula no debe ser inferior a 30 cm ni superior a 60 cm.

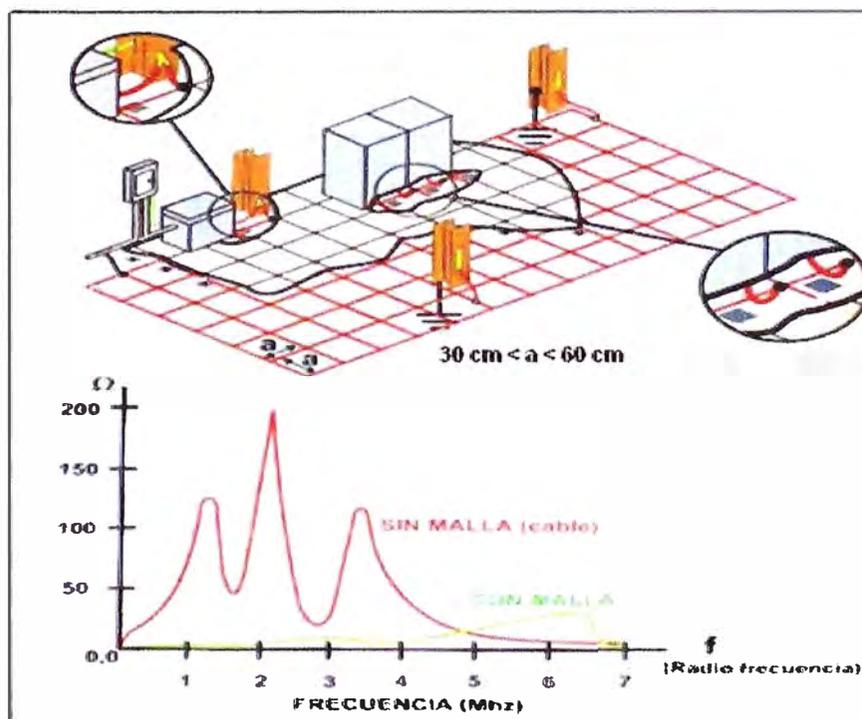


Fig. f.6 Malla de alta frecuencia

## 2 Construcción del sistema de puesta a tierra

### a) Conductores

Para el dimensionamiento de los cableados del sistema de puesta a tierra se sugiere aplicar las tablas N° f.4 y f.5 del NEC.

El puente de conexión equipotencial principal no debe ser de menor calibre que el establecido en la tabla N° f.4 para los conductores del electrodo de puesta a tierra.

Tabla N° f.4 Adaptación de la tabla NEC 250-66

TABLA 250-66 DEL NEC				
*CONDUCTOR DEL ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA (EN COBRE)				
Calibre de Fase (AWG)	Capacidad del conductor a 75°C (amperios)	Conductor del electrodo de puesta a tierra (AWG)	Capacidad (amperios)	Porcentaje de la línea a tierra respecto a las fases
2 o menos	115	8	50	43%
1 a 1/0	150	6	65	43%
2/0 a 3/0	200	4	85	43%
3/0 a 350 kcmil	310	2	115	37%
350 a 600 kcmil	420	1/0	150	36%
600 a 1100 kcmil	545	2/0	175	32%
Mayor de 1100 Kcmil	590	3/0	200	34%

\*Es el conductor que parte de la puesta a tierra hasta el barraje equipotencial de distribución de tierras para la instalación y punto de conexión al neutro.

Tabla N° f.5 Adaptación de la tabla NEC 250-122

TABLA 250-122 DEL NEC						
CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA DE EQUIPOS						
Capacidad nominal de Protección en amperios	Calibre de conductor de tierra en cobre		Capacidad de corriente en falla* (A)	Factor K**	Sobrecarga permitida	Capacidad según Tabla 310-16***
	AWG	mm²				
15	14	2.08	97	7.8	125%	20
20	12	3.31	155	7.7	125%	25
30	10	5.26	246	8.2	117%	35
40	10	5.26	246	6.1	88%	35
60	10	5.26	246	4.1	58%	35
100	8	8.37	391	3.9	50%	50
200	6	13.30	621	3.1	33%	65
300	4	21.15	994	3.1	25%	85
400	3	26.70	1.254	3.1	24%	100
500	2	33.63	1.614	3.1	23%	115
600	1	42.41	1.981	3.3	22%	130
800	1/0	53.51	2.499	3.1	19%	150
1000	2/0	67.44	3.150	3.2	18%	175
1200	3/0	85.03	3.972	3.3	17%	200
1600	4/0	107.22	5.008	3.1	14%	230
2000	250 kcmil	126.68	5.914	3.0	13%	255
2500	350 kcmil	177.35	8.285	3.3	12%	310
3000	400 kcmil	202.68	9.467	3.2	11%	335
4000	500 kcmil	253.35	11.834	3.0	19%	380
5000	700 kcmil	354.70	16.568	3.3	9%	460
6000	800 kcmil	405.37	18.935	3.2	8%	490

\* Un amperio por cada 42.25 circular mil por cinco segundos.  
 \*\* FACTOR K: Para calcular la capacidad de corriente en falla  
 \*\*\* Basada en 75°C para cable de cobre. Tabla 310-16

b) Barraje equipotencial

Un barraje es una platina de cobre pretaladrada, con dimensiones y separación de pernos y huecos. Debe ser dimensionado de acuerdo con los requisitos inmediatos de aplicación teniendo en consideración futuros crecimientos, sus dimensiones mínimas son de 5 mm de espesor x 50 mm de ancho y longitud variable.

Es preferible pero no imprescindible que sea recubierto con níquel, si no lo es, debe

limpiarse antes de unir los conectores. Deben utilizarse conectores certificados de compresión de dos huecos o soldadura exotérmica y debe ser aislada de su soporte, se recomienda una separación de 50 mm (véase figura f.7).

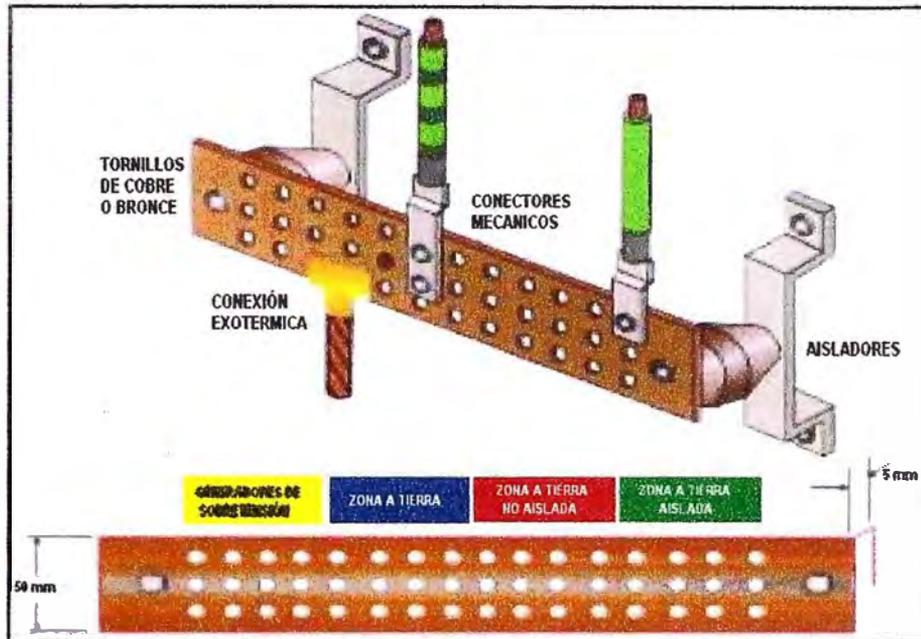


Fig. f.7 Barrajes equipotenciales y zonas de conexión

### c) Tipos de conexiones

Las conexiones son uno de los componentes más repetitivos en un SPT y normalmente no reciben mantenimiento ni son inspeccionados, por tanto deben construirse de tal manera que estén exentos de daños. Estas pueden ser mecánicas o exotérmicas.

#### ✓ Conexiones mecánicas

Algunos de los conectores que actualmente están certificados se presenta en la figura f.8, sin embargo, es importante anotar que en el mercado se consiguen muchos que no están certificados y que prácticas como el empalme manual no son adecuadas técnicamente.

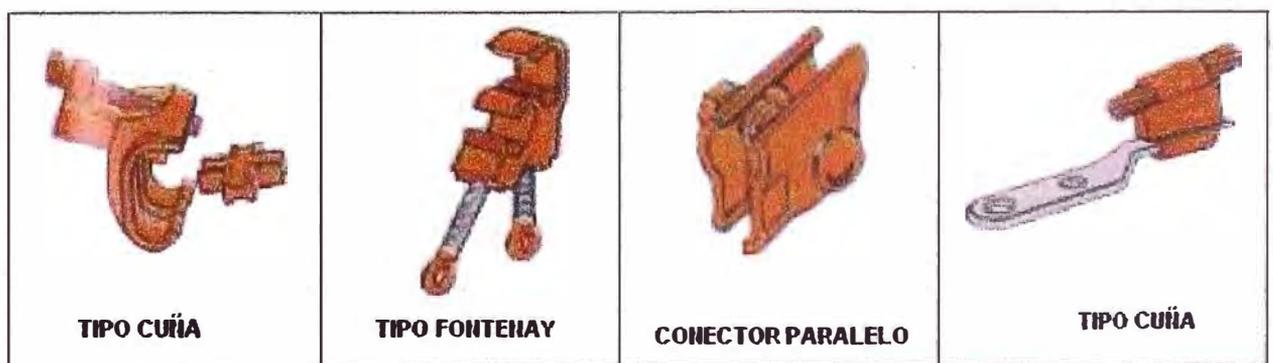


Fig. f.8 Conexiones mecánicas

#### ✓ Conexiones exotérmicas

Es quizás el sistema más fiable pues evita discontinuidades por ser una unión a nivel molecular. Consiste en una reacción química en la que se reduce óxido de cobre mediante aluminio en polvo. [25]

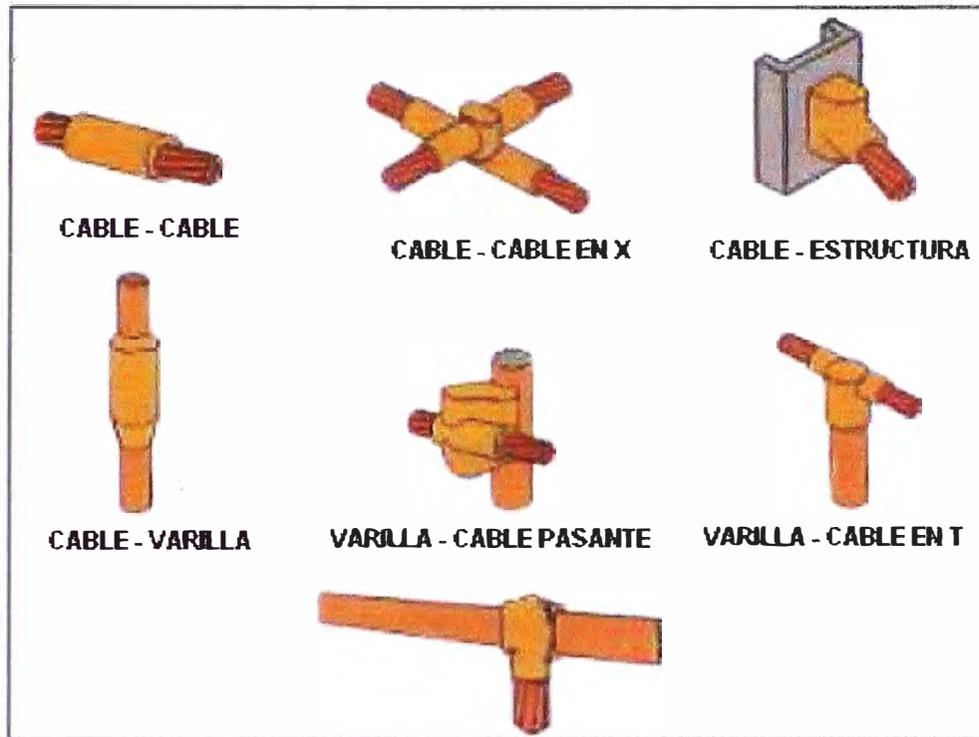


Fig. f.9 Conexiones exotérmicas

**ANEXO G**  
**TABLAS CARACTERÍSTICAS DE CÁLCULOS**

Tabla 4, Cap. 2 Manual Carrier

TIPO DE APLICACIÓN	VERANO					INVIERNO				
	DE LUJO		PRACTICA COMERCIAL			CON HUMECTACIÓN			SIN HUMECTACIÓN	
	Temp. seca °C	Humedad relativa %	Temp. seca °C	Humedad relativa %	Variación de temp. °C	Temp. seca °C	Humedad relativa %	Variación de Temp. °C	Temp. seca °C	Variación de temp. °C
CONFORT GENERAL Apartamento, chalet, hostel, oficina, colegio, hospital, etc.	23-24	50-45	25-26	50-45	1 a 2	23-24	35-30	-1.5 a -2	24-25	-2
TIENDAS COMERCIALES (Ocupación de corta duración) bancos, barbero y peluquería, grandes almacenes, supermercados, etc.	24-26	50-45	26-27	50-45	1 a 2	22-23	35-30	-1.5 a -2	23-24	-2
APLICACIONES DE BAJO FACTOR DE CALOR SENSIBLE (Carga latente elevada) auditorio, teatros, iglesia, bares, restaurante, cocina, etc.	24-26	55-50	26-27	60-50	0.5 a 1	22-23	40-35	-1 a -2	23-24	-2
CONFORT INDUSTRIAL Secciones de montaje, salas de máquinas, etc.	25-27	55-45	26-29	60-50	2 a 3	20-22	35-30	-2 a -3	21-23	-3

Tabla Nº g.1 Condiciones recomendadas para ambientes interior invierno-verano

Tabla N° g.2 Ecuaciones para determinar el coeficiente de película "h"

TIPO DE SUPERFICIE	SISTEMA MÉTRICO	SISTEMA INGLÉS
	Kcal/h.m². °C	Btu/h.ft². °F
Muy lisa: vidrio, acrílico liso, lámina de aluminio, lámina de latón, etc.	$h = 6,8 + 0,85v$	$h = 1,4 + 0,28v$
Lisa: madera lisa, aplanado de yeso, etc.	$h = 7,8 + 0,90v$	$h = 1,6 + 0,30v$
Moderadamente áspera: concreto, tabique rojo comprimido, aplanado de cemento, etc.	$h = 9,8 + 1,20v$	$h = 2,0 + 0,40v$
Muy áspera: concreto sin afinar, tabique áspero, etc.	$h = 10,3 + 1,50v$	$h = 2,1 + 0,50v$

v = Velocidad de aire en Km/h

Tabla N° g.3 Coeficientes de conductividad térmica (K) de materiales de construcción a 20 °C

MATERIAL	DENSIDAD Kg/m³	k kcal/h · m · °C	k W/m °C
Acabado texturizado		0.20	0.23
Acustome	800	0.26	0.314
Arena, por término medio	1,500 – 1,800	0.89	0.93
Arenisca Calcareá	1,800	0.70	0.814
Asfalto	2,100	0.89	0.89
Contrachapado de Madera	800	0.12	0.14
Concreto Armado	1.800 – 1,800	0.25	0.29
Mortero de cemento		0.99	1.16
Cemento - arena		1.20	1.395
Granito	2.800 – 2,800	2.50 – 3.50	2.9 – 4.0
Grava para relleno	1,500 – 1,900	0.89	0.93
Impermeabilizante		0.60	0.697
Block común		0.86	1.0
Ladrillo	1,800 – 1,900	0.33 – 0.45	0.39 – 0.52
Ladrillo	1,200	0.16	0.19
Mosalco y Azulejo		0.99	1.04
Madera, vertical a la fibra:			
Ligera, de balsa	200 - 300	0.07 – 0.09	0.08 – 0.10
Abeto rojo, Pino	400 - 600	0.10 – 0.14	0.11 – 0.16
Haya, Roble	700 - 900	0.14 – 0.18	0.16 – 0.21
Mampostería de Ladrillo, Ladrillo hueco	900	0.30 – 0.45	0.35 – 0.52
Mampostería de Ladrillo, Ladrillo hueco	1,800	0.45 – 0.65	0.52 – 0.75
Mampostería de Ladrillo, Maciza interior	1,600 – 1,800	0.60	0.69
Mampostería de Ladrillo, Maciza exterior	1,600 – 1,800	0.75	0.87
Mortero de Cemento		1.20	1.4
Pavimento de Cemento	2,200	1.20	1.4
Piedra Arenisca	2,200 – 2,500	1.40 – 1.80	1.63 – 2.09
Piedra Caliza	2,550	1.05	1.22
Poliestireno (Styropor)	15 - 30	0.033	0.038
Corcho		0.03	0.04
Recubrimiento (Plástico)	1,500	0.2	0.23
Revoque, Aplanado de Cemento, Cal, Arena	1,600 – 1,900	0.80 – 1.00	0.93 – 1.16
Tableros rígidos de Fibra de Madera	900	0.15	0.17
Terrazo (Mosalco Veneciano)	2,200	1.20	1.4
Terreno, seco	1,000 – 2,000	0.15 - 0.50	0.17 – 0.58
Moqueta		0.039	0.046
Alfombra		0.023	0.027
Viruta de caña de azúcar (Celotex)	300	0.05	0.058
Vidrio de ventana	2,400 – 3,200	0.50 – 0.90	0.58 – 1.05
Yeso (Aplanado)	500	0.19	0.21

Tabla N° g.4 Cantidad de aire recomendado para ventilación

DESTINO	ACTIVIDAD	Verano	Verano/ Invierno	Invierno- Renovaciones Horarias	
		m <sup>3</sup> / min/pers.	Caudal de aire m <sup>3</sup> /h/persona	Mínima	Recomendada
Vivienda	Min - Med - Máx	0,58 - 0,58 - 0,58	15	1,2	1,5
Oficina	Min - Med - Máx	0,50 - 0,50 - 0,50	15	1,2	1,5
Comercio	Min - Med - Máx	0,33 - 0,50 - 0,83	15 - 20 - 25	1,2 - 1,5 - 2,0	1,5 - 2,0 - 2,5
Industria	Min - Med	0,33 - 0,50	15 - 20	1,2 - 1,5	1,5 - 1,2
Bares	Med - Máx	0,50 - 1,5	30 - 90	2	3
Sala operación	Min	2	120	10	20
Cine, teatro	Min	0,6	36	2,5	3,5

Tabla N° g.5 Ganancia de calor por ocupantes en espacios acondicionados

GRADO DE ACTIVIDAD	APLICACIÓN TÍPICA	CALOR TOTAL HOMBRE ADULTO (BTU/HR)	CALOR TOTAL ADJUNTO (BTU/HR)	CALOR SENSIBLE (BTU/HR)	CALOR LATENTE (BTU/HR)
Sentado en posición de reposo	Teatro función de tarde	390	330	200	130
	Teatro función de noche	390	350	215	135
Sentado, trabajo muy ligero	Oficina, hoteles, apartamentos	450	400	215	185
Trabajo de oficina moderadamente activo	Oficina, hoteles, apartamentos	475	450	220	230
De pie, un trabajo ligero	Departamento de venta al por menor	550	450	220	230
Caminando despacio	Departamento de almacén	550	450	220	230
Caminando, sentado	Farmacia	550	500	220	280
De pie, caminando despacio	Banco	550	500	220	280
Trabajo sedentario	Restaurant	490	550	240	310
Trabajo de banco ligero	Fábrica	800	750	240	510
Baile moderado	Salón de baile	900	850	270	580
Caminando, 3 mph; Trabajo moderadamente pesado	Fábrica	1000	1000	330	670
Trabajo pesado	Fábrica	1500	1450	510	940

Tabla N° g.6 Rangos más comunes de niveles de iluminación(ISO. 8995)

RANGO DE ILUMINANCIAS (LUX)	TIPO DE AREA, TAREA O ACTIVIDAD	POTENCIA CALORIFICA APROXIMADA POR AREA (W/m <sup>2</sup> )
20 30 - 50	Areas de trabajo y circulación exterior	0.291
50 - 100 - 150	Areas de circulación, orientación sencilla o corta iluminación	0.873
100 - 150 - 200	Locales de trabajo no empleados continuamente	1.16
200 - 300 - 500	Tareas con requerimientos visuales sencillos	2.732
300 - 500 - 750	Tareas con requerimientos visuales medios	4.384
500 - 750 - 1000	Tareas con requerimientos visuales elevados	8.098
750 - 1000 - 1500	Tareas con requerimientos visuales exigentes	9.957
1000 - 1500 - 2000	Tareas con requerimientos visuales especiales	13.276
Superiores a 2000	Desempeño de tareas visuales muy exigentes o de alta precisión	16.14

TIPO DE VIDRIO●	Espesor (mm)	Sin persiana o pantalla	PERSIANA VENECIANAS INTERIORES, Listones horizontales o verticales inclinados 45° o cortinas de tela			PERSIANA VENECIANAS EXTERIORES, Listones horizontales inclinados 45°		PERSIANA EXTERIOR, Listones inclinados 17° (horizontales)		CORTINA EXTERIOR DE TELA, Circulación de aire arriba y naturalmente	
		Fes	Color claro	Color medio	Color oscuro	Color claro	Exterior claro interior oscuro	Color medio	Color oscuro	Color claro	Color medio u oscuro
Incoloro	3	1	0,56	0,65	0,75	0,15	0,13	0,22	0,15	0,2	0,25
	4	0,98	0,55	0,64	0,74	0,15	0,13	0,22	0,15	0,2	0,25
	5	0,96	0,54	0,62	0,72	0,14	0,12	0,21	0,14	0,19	0,24
	6	0,95	0,53	0,62	0,71	0,14	0,12	0,21	0,14	0,19	0,24
	10	0,89	0,5	0,58	0,67	0,13	0,12	0,2	0,13	0,18	0,22
Coloreado en su masa gris	3	0,85	0,48	0,55	0,64	0,13	0,11	0,19	0,13	0,17	0,21
	6	0,73	0,41	0,47	0,55	0,11	0,09	0,16	0,11	0,15	0,18
Coloreado en su masa bronce	3	0,85	0,48	0,55	0,64	0,13	0,11	0,19	0,13	0,17	0,21
	6	0,73	0,41	0,48	0,55	0,11	0,1	0,16	0,11	0,15	0,18
Coloreado en su masa verde	3	0,82	0,46	0,53	0,62	0,12	0,11	0,18	0,12	0,16	0,21
	6	0,68	0,38	0,44	0,51	0,1	0,09	0,15	0,1	0,14	0,17
Coloreado en su masa azul	6	0,72	0,4	0,47	0,54	0,11	0,09	0,16	0,11	0,14	0,18
Reflectivo incoloro	6	0,62	0,35	0,4	0,47	0,09	0,08	0,14	0,09	0,12	0,16
Reflectivo gris	6	0,37	0,21	0,24	0,28	0,06	0,05	0,08	0,06	0,07	0,09
Reflectivo bronce	6	0,43	0,24	0,28	0,32	0,06	0,06	0,09	0,06	0,09	0,11
Reflectivo incoloro	6	0,64	0,36	0,42	0,48	0,1	0,08	0,14	0,1	0,13	0,16
Reflectivo gris	6	0,43	0,24	0,28	0,32	0,06	0,06	0,09	0,06	0,09	0,11
Reflectivo bronce	6	0,47	0,26	0,31	0,35	0,07	0,06	0,1	0,07	0,09	0,12

Tabla Nº g.7 Factor de exposición solar de vidriados y sus protecciones F<sub>gs</sub>

Tabla Nº g. 7 Factor de exposición solar de vidriados y sus protecciones  $F_{gs}$  (continuación)

TIPO DE VIDRIO	Espesor (mm)	Sin persiana o pantalla	PERSIANA VENECIANAS INTERIORES, Listones horizontales o verticales inclinados 45º o cortinas de tela			PERSIANA VENECIANAS EXTERIORES, Listones horizontales inclinados 45º		PERSIANA EXTERIOR, Listones inclinados 17º (horizontales)		CORTINA EXTERIOR DE TELA, Circulación de aire arriba y naturalmente	
		Fes	Color claro	Color medio	Color oscuro	Color claro	Exterior claro interior oscuro	Color medio	Color oscuro	Color claro	Color medio u oscuro
<b>DVH (con cámara aire 12 mm)</b>											
Incoloro ext; incoloro interior	3+12+3	0,88	0,49	0,57	0,66	0,13	0,11	0,19	0,13	0,18	0,22
Incoloro ext; incoloro interior	6+12+6	0,81	0,45	0,53	0,61	0,12	0,11	0,18	0,12	0,16	0,2
Incoloro ext; incoloro interior	3+12+3	0,69	0,39	0,45	0,52	0,1	0,09	0,15	0,1	0,14	0,17
Incoloro ext; incoloro interior	6+12+6	0,51	0,29	0,33	0,38	0,08	0,07	0,11	0,08	0,1	0,13
Color gris ext; incoloro interior	3+12+3	0,72	0,4	0,47	0,54	0,11	0,09	0,16	0,11	0,14	0,18
Color gris ext; incoloro interior	6+12+6	0,59	0,33	0,38	0,44	0,09	0,08	0,13	0,09	0,12	0,15
Color bronce ext; incoloro interior	3+12+3	0,7	0,39	0,46	0,53	0,11	0,09	0,15	0,11	0,14	0,18
Color bronce ext; incoloro interior	6+12+6	0,54	0,3	0,35	0,41	0,08	0,07	0,12	0,08	0,11	0,14
Color verde ext; incoloro interior	3+12+3	0,7	0,39	0,46	0,53	0,11	0,09	0,15	0,11	0,14	0,18
Color verde ext; incoloro interior	6+12+6	0,54	0,3	0,35	0,41	0,08	0,07	0,12	0,08	0,11	0,14
Color azul ext; incoloro interior	6+12+6	0,58	0,32	0,38	0,44	0,09	0,08	0,13	0,09	0,12	0,15
Reflectivo incoloro ext; incoloro int	6+12+6	0,54	0,3	0,35	0,41	0,08	0,07	0,12	0,08	0,11	0,14
Reflectivo gris ext; incoloro int	6+12+6	0,35	0,2	0,23	0,26	0,05	0,05	0,08	0,05	0,07	0,09
Reflectivo bronce ext; incoloro int	6+12+6	0,38	0,21	0,25	0,29	0,06	0,05	0,08	0,06	0,08	0,1
Reflectivo blue-green ext; incoloro int	6+12+6	0,36	0,2	0,23	0,27	0,05	0,05	0,08	0,05	0,07	0,09
Reflectivo verde ext; incoloro int	6+12+6	0,28	0,16	0,18	0,21	0,04	0,04	0,06	0,04	0,06	0,07
Reflectivo azul ext; incoloro int	6+12+6	0,3	0,17	0,2	0,23	0,05	0,04	0,07	0,05	0,06	0,08
Reflectivo incoloro ext; incoloro int	6+12+6	0,55	0,31	0,36	0,41	0,08	0,07	0,12	0,08	0,11	0,14
Reflectivo gris ext; incoloro int	6+12+6	0,38	0,21	0,25	0,29	0,06	0,05	0,08	0,06	0,08	0,1
Reflectivo bronce ext; incoloro int	6+12+6	0,41	0,23	0,27	0,31	0,06	0,05	0,09	0,06	0,08	0,1
Reflectivo blue-bren ext; incoloro int	6+12+6	0,39	0,22	0,25	0,29	0,06	0,05	0,09	0,06	0,08	0,1
Reflectivo verde ext; incoloro int	6+12+6	0,31	0,17	0,2	0,23	0,05	0,04	0,07	0,05	0,06	0,08
Reflectivo azul ext; incoloro int	6+12+6	0,3	0,17	0,2	0,23	0,05	0,04	0,07	0,05	0,06	0,08

Tabla N° g.7 Factor de exposición solar de vidriados y sus protecciones  $F_{ES}$  (continuación)

TIPO DE VIDRIO	Espesor (mm)	Sin persiana o pantalla	PERSIANA VENECIANAS INTERIORES. Listones horizontales o verticales inclinados 45° o cortinas de tela			PERSIANA VENECIANAS EXTERIORES. Listones horizontales inclinados 45°		PERSIANA EXTERIOR. Listones inclinados 17° (horizontales)		CORTINA EXTERIOR DE TELA. Circulación de aire arriba y naturalmente	
		Fes	Color claro	Color medio	Color oscuro	Color claro	Exterior claro interior oscuro	Color medio	Color oscuro	Color claro	Color medio u oscuro
DVH con Low-e (emisividad = 0,2 sobre cara 3)											
Incoloro ext; Low-e interior	3+12+3	0,81	0,45	0,53	0,61	0,12	0,11	0,18	0,12	0,16	0,2
Incoloro ext; Low-e interior	6+12+6	0,75	0,42	0,49	0,56	0,11	0,1	0,17	0,11	0,15	0,19
Color gris exterior; Low-e interior	3+12+3	0,63	0,35	0,41	0,47	0,09	0,08	0,14	0,09	0,13	0,16
Color gris exterior; Low-e interior	6+12+6	0,46	0,26	0,3	0,35	0,07	0,06	0,1	0,07	0,09	0,12
Color bronce exterior; Low-e interior	3+12+3	0,66	0,37	0,43	0,5	0,1	0,09	0,15	0,1	0,13	0,17
Color bronce exterior; Low-e interior	6+12+6	0,52	0,29	0,34	0,39	0,08	0,07	0,11	0,08	0,1	0,13
Color verde exterior; Low-e interior	3+12+3	0,63	0,35	0,41	0,47	0,09	0,08	0,14	0,09	0,13	0,16
Color verde exterior; Low-e interior	6+12+6	0,48	0,27	0,31	0,36	0,07	0,06	0,11	0,07	0,1	0,12
Reflectivo incoloro ext; Low-e interior	6+12+6	0,5	0,28	0,33	0,38	0,08	0,07	0,11	0,08	0,1	0,13
Reflectivo gris exterior; Low-e interior	6+12+6	0,31	0,17	0,2	0,23	0,05	0,04	0,07	0,05	0,06	0,08
Reflectivo bronce ext; Low-e interior	6+12+6	0,34	0,19	0,22	0,26	0,05	0,04	0,07	0,05	0,07	0,09
Reflectivo verde ext; Low-e interior	6+12+6	0,23	0,13	0,15	0,17	0,03	0,03	0,05	0,03	0,05	0,06
Reflectivo incoloro ext; Low-e interior	6+12+6	0,51	0,29	0,33	0,38	0,08	0,07	0,11	0,08	0,1	0,13
Reflectivo gris ext; Low-e interior	6+12+6	0,32	0,18	0,21	0,24	0,05	0,04	0,07	0,05	0,06	0,08
Reflectivo bronce ext; Low-e interior	6+12+6	0,36	0,2	0,23	0,27	0,05	0,05	0,08	0,05	0,07	0,09
Reflectivo verde ext; Low-e interior	6+12+6	0,24	0,13	0,16	0,18	0,04	0,03	0,05	0,04	0,05	0,06

Tabla N° g.8 Valores de calor sensible, latente y total

<b>EQUIPO</b>	<b>CALOR SENSIBLE Qs. (W)</b>	<b>CALOR LATENTE Ql. (w)</b>	<b>CALOR TOTAL Qt. (W)</b>
<b>Aparatos a Gas</b>			
Horno (coc. Gas nat.) (x3m <sup>3</sup> h)	6977	3373	10350
Mechero Bunsen Grande	977	267	1244
Pequeño mechero de Bunsen	280	70	350
Alimentos por personas	8	8	16
Cafetera de 11 Lts.	849	849	1698
Calentador de agua (2 Lts.)	116	29	145
Calienta platos	2687	1419	4106
Freidora	123	820	943
Horno	1326	1326	2652
Parrilla	4216	1064	5280

Tabla N° g.8 Valores de calor sensible, latente y total (continuación)

<b>EQUIPO</b>	<b>CALOR SENSIBLE Qs. (W)</b>	<b>CALOR LATENTE Ql. (w)</b>	<b>CALOR TOTAL Qt. (W)</b>
<b>Aparatos Eléctricos</b>			
Aspiradora	500	0	500
Cafetera	230	60	290
escritorio o "desktop"	210-300	0	210-300
"notebook"	200	0	200
Equipo de audio	150	0	150
Fotocopiadora	500	0	500
Heladera común	310	0	310
Heladera c/ Freezer	360	0	360
Impresora	450-1100	0	450-1100
Lavaropas	300	0	300
Monitor	45	0	45
Motores, por HP	645	0	645
Plancha	700	0	700
diapositivas	500-1500	0	500-1500
Secado de pelo	675	0	675
Televisor	300	0	300
Tostadores	800	0	800
Ventilador	50-150		50-150

Tabla N° g.9 Tabla de conversión de energía

ENERGIA (Calor y Trabajo)					
Kilojulio	kW/hora	Horse power/hora USA 550 ft.lbf/seg	Caballo/hora 75 m.Kgf/seg	Kilocaloría (IT)	British Thermal Unit
kJ	kWh	hp. h	CV.h	Kcal(IT)	Btu (IT)
1	0.0002777	0.000372506	0.000377673	0.2388459	0.9478171
3600	1	1.3410221	1.3596216	859.84523	3412.1416
2684.5195	0.7456999	1	1.0138697	641.18648	2544.4336
2647.7955	0.7354988	0.9863201	1	632.41509	2509.6259
4.1868	0.001163	0.00155961	0.00158124	1	3.9683207
1.0550559	0.000293071	0.00039301	0.000398466	0.2519958	1

1 termia = 1000 Kca  
 1 therm = 100.000 Btu  
 1 Btu (IT) = 1055.0558 J  
 1 kilogramo fuerza.metro (m.Kgf) = 0.00980665 kJ  
 IT se refiere a las unidades definidas en International Steam Ta

Tabla N° g.10 Tabla de conversión de potencia

POTENCIA					
Kilowatio	Kilocaloría/hora	Btu (IT)/hora	Horse power (USA)	Caballo vapor métrico	Tonelada de refrigeración
kW	Kcal (IT)/h	Btu (IT)/h	hp	CV	
1	859.84523	3412.1416	1.3410221	1.3596216	0.2843494
0.001163	1	3.9683207	0.0015596	0.0015812	0.0003307
0.00029307	0.2519958	1	0.00039301	0.00039847	0.000083335
0.7456999	641.18648	2544.4336	1	1.0138697	0.2120393
0.7354988	632.41509	2509.6259	0.9863201	1	0.2091386
3.5168	3023.9037	11999.82	4.7161065	4.7815173	1

1 caballo vapor (métrico) = 75 m.kgf/seg = 735.499 W  
 1 Horse power (USA) mecánico = 550 ft.lbf/seg

**ANEXO H**  
**CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO ELÉCTRICO**

## 1 Montaje de cableado para la instalación de los equipamientos [26]

Para la selección del tipo de conductores según el método de instalación de empleara las tablas N° h.1 y h.2.

Tabla N° h.1 Selección de las canalizaciones

Conductores y Cables.		Método de instalación.							
		Sin Fijación	Grapeada Directamente	Tubería	Canal de cables (Incluidas la canal de litera a ras con el piso)	Ducto de cables	Escalera de cables, bandeja portacables	Sobre aisladores	Alambre soportante
Conductores desnudos		-	-	-	-	-	-	-	-
Conductores con aislamiento		-	-	+	+	+	-	+	-
Cables con cubierta (incluidos los aislados y los aislados con mineral)	Multiconductores	+	+	+	+	+	+	0	+
	Monoconductores	0	+	+	+	+	+	0	+
+ Permitido - No permitido 0 No aplicable, o no usada normalmente en la práctica.									

Tabla N° h.2 Montaje de las canalizaciones

Conductores y Cables.		Método de instalación.							
		Sin Fijación	Grapeada Directamente	Tubería	Canal de cables (Incluidas la canal de litera a ras con el piso)	Ducto de cables	Escalera de cables, bandeja portacables	Sobre aisladores	Alambre soportante
<b>Huecos del edificio</b>		40,46 15,16	0	15,16 41,42	-	43	30,31,32, 33,34	-	-
Canal de cables.		56	56	54,55	0	44,45	30,31,32, 33,34	-	-
Enterradas en tierra		72,73	0	70,71	-	70,71	0	-	-
Empotradas en la estructura		57,58	3	12,5 9,60	50,51,52,53	44,45	0	-	-
Montadas en superficie.		-	20,21 22,23	4,5	6,7,8,9,12, 13,14	6,7,8,9	30,31,32, 33,34	36	-
Aéreas		-	-	0	10,11	-	30,31,32, 33,34	36	35
Sumergidas.		80	80	0	-	0	0	-	-
El número en cada casilla indica el número de ítem en la tabla 52-3 - No permitido 0 No aplicable, o no usada normalmente en la práctica.									

Tabla N° h.3 Método de instalación para malla de alambre

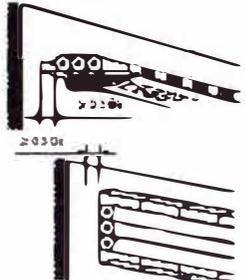
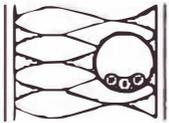
Item no.	Métodos de instalación	Descripción	Referencia del método de instalación a ser usado para obtener la capacidad de corriente nominal (véase Tabla 2)
1	2	3	4
32		- sobre soportes o sobre una malla de alambre	E o F

Tabla N° h.4 Método de instalación de conductores aislados dentro de un tubo en una pared

Item no.	Métodos de instalación	Descripción	Referencia del método de instalación a ser usado para obtener la capacidad de corriente nominal (véase Tabla 2)
1	2	3	4
1		Conductores aislados o cables unipolar en tubo en una pared <sup>1)</sup>	A1

## 2 Capacidad de corriente nominal de conductores [27]

Para el cálculo de coeficiente de reducción de la capacidad de un conductor se empleara la fórmula siguiente:

$$K_c = K_t \times K_r \times K_a \quad (h.1)$$

Donde:

$K_c$  coeficiente de reducción total;

$K_t$  coeficiente de reducción por temperatura;

$K_r$  coeficiente de reducción resistiva térmica;

$K_a$  coeficiente de reducción por agrupamiento;

La temperatura ambiente es la temperatura del medio circundante cuando el(los) cable(s) o conductor(es) bajo evaluación no esté(n) con carga.

Las capacidades de corriente para cables en el suelo, se refieren a una resistividad térmica del suelo de 2,5 K.m/W. Este valor es considerado como una precaución establecida a nivel mundial para su uso cuando no se especifiquen el tipo de suelo y la ubicación geográfica.

Los factores de corrección por agrupamiento se aplican a grupos de conductores aislados o a cables que tienen la misma temperatura máxima de operación.

Tabla N° h.5 Capacidad de corriente nominal para los métodos de instalación E, F y G  
Aislamiento PVC, conductores de cobre  
Cubierta de PVC o desnudo expuesto al contacto

Área de sección transversal nominal del conductor mm <sup>2</sup>	Método de instalación de la Tabla 2							
	Cables multipolares		Cables unipolares					
	Dos conductores de carga	Tres conductores de carga	Dos conductores de carga al contacto	Tres conductores de carga en triángulo	Tres conductoras de carga, en un plano			
					Al contacto	Espaciado		
						Horizontal	Vertical	
								
	Método E	Método E	Método F	Método F	Método F	Método G	Método G	
	1	2	3	4	5	6	7	8
1,5	22	18,5	-	-	-	-	-	-
2,5	30	25	-	-	-	-	-	-
4	40	34	-	-	-	-	-	-
6	51	43	-	-	-	-	-	-
10	70	60	-	-	-	-	-	-
16	94	80	-	-	-	-	-	-
25	119	101	131	110	114	146	130	
35	148	126	162	137	143	181	162	
50	180	153	196	167	174	219	197	
70	232	196	251	216	225	281	254	
95	282	238	304	264	275	341	311	
120	328	276	352	308	321	396	362	
150	379	319	406	356	372	456	419	
185	434	364	463	409	427	521	480	
240	514	430	546	485	507	615	569	
300	593	497	629	561	587	709	659	
400	-	-	754	656	689	852	795	
500	-	-	868	749	789	982	920	
630	-	-	1005	855	905	1138	1070	

NOTA: Se asume conductores circulares para secciones hasta e inclusive 16 mm<sup>2</sup>. Valores para dimensiones mayores están relacionados a la forma de los conductores y puede ser aplicado a conductores circulares.

Tabla N° h.6 Capacidad nominal de corriente en amperes para los métodos de instalación  
Aislamiento de PVC, tres conductores de carga, cobre Temperatura en el conducto 70 °C.

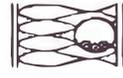
Área de sección transversal nominal del conductor mm <sup>2</sup>	Método de instalación de la tabla 2						
	A1	A2	B1	B2	C	D	
							
	1	2	3	4	5	6	7
Cobre							
1,5	13,5	13	15,5	15	17,5	18	
2,5	18	17,5	21	20	24	24	
4	24	23	28	27	32	31	
6	31	29	36	34	41	39	
10	42	39	50	46	57	52	
16	56	52	68	62	76	67	
25	73	68	89	80	96	86	
35	89	83	110	99	119	103	
50	108	99	134	118	144	122	
70	136	125	171	149	184	151	
95	164	150	207	179	223	179	
120	188	172	239	206	259	203	
150	216	196	-	-	299	230	
185	245	223	-	-	341	258	
240	286	261	-	-	403	297	
300	328	298	-	-	464	336	

Tabla N° h.7 Factores de corrección para temperatura ambiente distintas de 30 °C a ser aplicados a la capacidad de corriente nominal para cables al aire

Temperatura ambiente °C	Aislamiento			
	PVC	XLPE o EPR	Mineral *	
			Cubierta de PVC o desnudo y expuesto al contacto 70°C	Desnudo no expuesto al contacto 105°C
10	1,22	1,15	1,26	1,14
15	1,17	1,12	1,20	1,11
20	1,12	1,08	1,14	1,07
25	1,06	1,04	1,07	1,04
35	0,94	0,96	0,93	0,96
40	0,87	0,91	0,85	0,92
45	0,79	0,87	0,87	0,88
50	0,71	0,82	0,67	0,84
55	0,61	0,76	0,57	0,80
60	0,50	0,71	0,45	0,75
65	-	0,65	-	0,70
70	-	0,58	-	0,65
75	-	0,50	-	0,60
80	-	0,41	-	0,54
85	-	-	-	0,47
90	-	-	-	0,40
95	-	-	-	0,32

\* Para temperaturas ambiente mayores, consulte el fabricante.

Tabla N° h.8 Factores de reducción por grupos de más de un circuito o de más de un cable multipolar a ser usados con las capacidades de corriente nominal.

Item	Disposición (en cuanto a cables)	Número de circuitos o cables multipolar												A usarse con capacidades de corriente nominal, referencia
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20	
1	Agrupados en el aire, sobre una superficie empotrados o encerrados	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45	0,41	0,38	4 a 8 Métodos A a F
2	En una capa sobre una pared, piso o bandeja no perforada	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70	No más factores de reducción para más de once circuitos o cables multipolares	4 a 7 Método C		
3	En una capa fijado directamente bajo un techo de madera	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61				
4	En una capa sobre una bandeja perforada horizontal o vertical	1,00	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72				
5	En una capa sobre un soporte de bandeja de escaleras, o listones, etc.	1,00	0,87	0,82	0,80	0,80	0,79	0,79	0,78	0,78	8 a 9 Métodos E y F			

### 3 Protección contra corrientes de sobrecarga [28]

Las características de operación de un dispositivo que protege un cable contra la sobrecarga deben satisfacer las dos condiciones siguientes:

Primera condición:

Según IEC 60364-4-43

$$I_B \leq I_n \leq I_Z \quad (h.2)$$

Segunda condición:

Según IEC 60898 (IA Mod curva B, C, D)

$$I_2 \leq 1,45 \times I_Z \quad (h.3)$$

Según IEC 60898 (IA Mod caja moldeada)

$$I_2 \leq 1,30 \times I_Z \quad (h.4)$$

Donde:

$I_B$  es la intensidad utilizada en el circuito;

$I_Z$  es la intensidad admisible de los conductores o cables en canalizaciones;

$I_n$  es la intensidad nominal del dispositivo de protección;

$I_2$  es la intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento en el tiempo convencional del dispositivo de protección.

### 4 Protección contra corrientes de cortocircuitos [28]

El tiempo de corte de toda corriente que resulte de un cortocircuito que se produzca en un punto cualquiera del circuito no debe ser superior al tiempo que tarda en alcanzar la temperatura la temperatura de los conductores el límite admisible. Para los cortocircuitos de una duración  $t$  como máximos igual a 5 s, la duración necesaria para que una corriente de cortocircuito eleve la temperatura de los conductores desde la temperatura máxima admisible en servicio normal al valor límite, puede calcularse, en primera aproximación, con ayuda de la fórmula siguiente:

$$t \times I_{CCmax}^2 < (k_f \times S)^2 \quad (h.5)$$

Donde:

$T$  es la duración, en segundos;  $(I_{CCmax})^2 t$ ;

$S$  es la sección, en milímetros cuadrados;

$I_{CCmax}$  es la corriente de cortocircuito efectiva, en ampere, expresado en valor eficaz;

$K_f$  es un factor que toma en cuenta la resistividad, coeficiente de temperatura y capacidad de calor del material del conductor.

Tabla N° h.9 Valores de  $K_f$  para conductor de fase

	Aislamiento del conductor					
	PVC	PVC	EPR	Caucho 60 °C	Mineral	
	$\leq 300\text{mm}^2$	$> 300\text{mm}^2$	XLPE		PVC	Desnudo
Temperatura inicial °C	70	70	90	60	70	105
Temperatura final °C	160	140	250	200	160	250
Material del conductor:						
Cobre	115	103	143	141	115	135/115*
Aluminio	76	68	94	93	-	-
Cobre estañado	115	-	-	-	-	-
* Este valor se usará para cables desnudos expuestos al contacto.						
Nota 1: La corriente nominal del dispositivo de protección de cortocircuito puede ser mayor que la capacidad de corriente nominal del cable.						
Nota 2: Los factores anteriores están basados en la IEC 60724.						

## 5 Variación de voltajes [29]

Se establecen parámetros básicos para asegurar que el uso de la tensión para equipos eléctricos esté dentro de los valores prescritos. Para el diseñador, la caída de tensión es un valor calculado, por ende se ha establecido el requerimiento de que el cálculo de la caída de tensión se base en la carga de la demanda calculada. La Subregla (3) cubre un circuito derivado donde la carga conectada no se conoce y pone la demanda en 80% del valor nominal de los dispositivos de protección contra sobrecorriente del circuito.

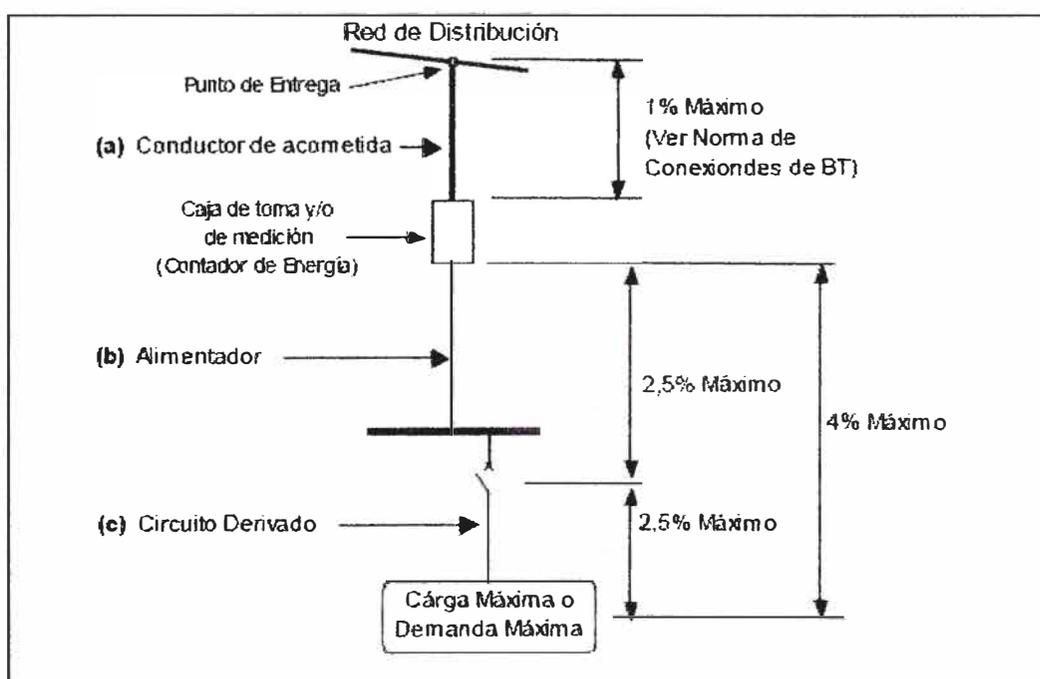


Fig. h.1 Máximas caídas de tensión permitidas en un circuito

El porcentaje permitido de la caída de tensión se basa en dos valores:

- (a) una caída de tensión total máxima de 4% para el alimentador más circuito derivado; es decir desde el punto de conexión al contador de energía hasta el último punto de utilización; y
- (b) una caída de tensión máxima de 2,5%, tanto para el alimentador y para el circuito derivado.

Considerando una instalación típica con una acometida, alimentador y un circuito derivado (Véase la Figura 050-102), se permite como máximo una caída de tensión de:

1% en la acometida (a);

4% como máximo entre el alimentador (b) + el circuito derivado (c).

Se procede a verificarla mediante la expresión: [30]

$$\Delta U = K_m \times L \times I_B \times (r \cos\phi + x \sin\phi) \quad (h.6)$$

Donde:

$\Delta U$  caída de tensión a lo largo del circuito en voltios;

$K_m$  Factor cuyo valor será 1,73 para circuitos trifásicos y 2 para circuitos monofásicos;

$L$  longitud sencilla del circuito en metros;

$I_B$  corriente demandada en amperios;

$r$  resistencia por metro del circuito en corriente alterna en ( $\Omega/m$ );

$x$  reactancia de fase por metro del circuito a la frecuencia de trabajo en ( $\Omega/m$ );

$\cos\phi$  Factor de potencia de la carga

$\sin\phi$  seno del ángulo de factor de potencia;

## 6 Resistencia de los conductores [31]

Los conductores se han dividido en cuatro clases 1, 2, 5 y 6. Los conductores de las clases 1 y 2 se destinan a la construcción de cables aislados para instalaciones fijas. Las clases 5 y 6 se utilizan en cables flexibles, pero también pueden utilizarse en instalaciones fijas.

Clase 1 : conductores de un solo alambre.

Clase 2 : conductores de varios alambres cableados.

Clase 5 : conductores flexibles.

Clase 6 : conductores flexibles que son más flexibles que la clase 5.

Si es necesario, la corrección que se debe efectuar para expresar la medida de la resistencia a 20 °C y a 1 km de longitud, se realiza aplicando la fórmula siguiente:

$$R_{20} = R_t \times k_t \times 1000/L \quad (h.7)$$

En la que:

$K_t$  es el factor de corrección de la temperatura;

$R_{20}$  es la resistencia a 20 °C, en  $\Omega/km$ ;

$R_t$  es la resistencia del conductor medida, en  $\Omega$ ;

$L$  es la longitud del cable, en m.

$$K_t = 254,5/(234,5 + t) \quad (h.8)$$

$t$  es la temperatura del conductor.

Tabla N° h.10 Conductores flexibles de cobre clase 6 para cables unipolares y multipolares

1	2	3	4
Sección nominal	Diámetro máximo de los alambres en el conductor	Resistencia máxima del conductor a 20 °C	
		Alambres desnudos	Alambres recubiertos de una capa metálica
$mm^2$	mm	$\Omega/km$	$\Omega/km$
0,5	0,16	39,0	40,1
0,75	0,16	26,0	26,7
1	0,16	19,5	20,0
1,5	0,16	13,3	13,7
2,5	0,16	7,98	8,21
4	0,16	4,95	5,09
6	0,21	3,30	3,39
10	0,21	1,91	1,95
16	0,21	1,21	1,24
25	0,21	0,780	0,795
35	0,21	0,554	0,565
50	0,31	0,386	0,393
70	0,31	0,272	0,277
95	0,31	0,206	0,210
120	0,31	0,161	0,164
150	0,31	0,129	0,132
185	0,41	0,106	0,108
240	0,41	0,080 1	0,081 7
300	0,41	0,064 1	0,065 4

Tabla N° h.11 Conductores de varios alambres cableados de clase 2 para cables unipolares y multipolares

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Sección nominal mm <sup>2</sup>	Número mínimo de alambres en el conductor						Resistencia máxima del conductor a 20 °C		
	Circular		Circular compactado		Sectorial		Conductor de cobre recocido		Conductores de aluminio o aleación de aluminio <sup>c</sup>
	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al	Alambres desnudos	Alambres recubiertos de una capa metálica	
									Ω/km
0,5	7	---	---	---	---	---	36,0	36,7	---
0,75	7	---	---	---	---	---	24,5	24,8	---
1	7	---	---	---	---	---	18,1	18,2	---
1,5	7	---	6	---	---	---	12,1	12,2	---
2,5	7	---	6	---	---	---	7,41	7,56	---
4	7	---	6	---	---	---	4,61	4,70	---
6	7	---	6	---	---	---	3,08	3,11	---
10	7	7	6	6	---	---	1,83	1,84	3,08
16	7	7	6	6	---	---	1,15	1,16	1,91
25	7	7	6	6	6	6	0,727	0,734	1,20
35	7	7	6	6	6	6	0,524	0,529	0,868
50	19	19	6	6	6	6	0,387	0,391	0,641
70	19	19	12	12	12	12	0,268	0,270	0,443
95	19	19	15	15	15	15	0,193	0,195	0,320
120	37	37	18	15	18	15	0,153	0,154	0,253
150	37	37	18	15	18	15	0,124	0,126	0,206
185	37	37	30	30	30	30	0,099 1	0,100	0,164
240	37	37	34	30	34	30	0,075 4	0,076 2	0,125
300	61	61	34	30	34	30	0,060 1	0,060 7	0,100
400	61	61	53	53	53	53	0,047 0	0,047 5	0,077 8
500	61	61	53	53	53	53	0,036 6	0,036 9	0,060 5
630	91	91	53	53	53	53	0,028 3	0,028 6	0,046 9
800	91	91	53	53	---	---	0,022 1	0,022 4	0,036 7
1 000	91	91	53	53	---	---	0,017 6	0,017 7	0,029 1
1 200							0,015 1	0,015 1	0,024 7
1 400 <sup>a</sup>							0,012 9	0,012 9	0,021 2
1 600							0,011 3	0,011 3	0,018 6
1 800 <sup>a</sup>							0,010 1	0,010 1	0,016 5
2 000							0,009 0	0,009 0	0,014 9
2 500							0,007 2	0,007 2	0,012 7

a Estas medidas no son preferentes. Esta norma no contempla otras medidas no preferentes y utilizadas en alguna aplicación especializada.

b Para estas medidas el número mínimo de alambres no está especificado. Estas medidas pueden construirse a partir de 4, 5 ó 6 segmentos idénticos (Milliken).

c Para conductores de aleación de aluminio cableados de la misma sección nominal que un conductor de aluminio, el valor de la resistencia debe acordarse entre fabricante y comprador.

Tabla N° h.12 Conductores flexibles de cobre clase 5 para cables unipolares y multipolares

1	2	3	4
Sección nominal	Diámetro máximo de los alambres en el conductor	Resistencia máxima del conductor a 20 °C	
		Alambres desnudos	Alambres recubiertos de una capa metálica
mm <sup>2</sup>	mm	Ω/km	Ω/km
0,5	0,21	39,0	40,1
0,75	0,21	26,0	26,7
1	0,21	19,5	20,0
1,5	0,26	13,3	13,7
2,5	0,26	7,98	8,21
4	0,31	4,95	5,09
6	0,31	3,30	3,39
10	0,41	1,91	1,95
16	0,41	1,21	1,24
25	0,41	0,780	0,795
35	0,41	0,554	0,565
50	0,41	0,386	0,393
70	0,51	0,272	0,277
95	0,51	0,206	0,210
120	0,51	0,161	0,164
150	0,51	0,129	0,132
185	0,51	0,106	0,108
240	0,51	0,080 1	0,081 7
300	0,51	0,064 1	0,065 4
400	0,51	0,048 6	0,049 5
500	0,61	0,038 4	0,039 1
630	0,61	0,028 7	0,029 2

**ANEXO I**  
**CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS PROPUESTOS**

a) Equipo SAI Chloride de 120kVA/108kW modelo 80-NET

Tabla N° i.1 Especificaciones técnicas del SAI

<b>CHLORIDE 80-NET</b>				
<b>UPS Systems from 60 to 120 kVA</b>				
<b>12 Technical Data (60 to 200 kVA)</b>				
<b>UPS Unit</b>	<b>60</b>	<b>80</b>	<b>100</b>	<b>120</b>
<b>12.1 Primary Input</b>				
Nominal voltage <sup>1)</sup> (V)	400 (3Ph + N)			
Nominal voltage range (V)	340 to 460			
Nominal minimum voltage without battery discharge (V)	320			
Nominal frequency (Hz)	50 (60 selectable)			
Frequency range (Hz)	±6%			
Maximum input current @ ambient temperature within the range 0°C to 40°C (A)	103	137	171	206
Power factor @ nominal load & nominal input conditions <sup>2)</sup>	≥0.99			
Input current distortion @ nominal input conditions <sup>2)</sup> & nominal output power <sup>3)</sup> (%)	<3			
Input current distortion <sup>1)</sup> (%)	≤5			
Walk In/Soft start (seconds)	10 (1 to 90 selectable)			
Rectifier Hold-Off (seconds)	1 (1 to 180 selectable)			
Inrush current / I <sub>max</sub> input <sup>4)</sup>	≤1			
Rectifier efficiency without charging current @ nominal input conditions <sup>2)</sup> with resistive load:				
Half load <sup>7)</sup> (%)	≥96.9	≥97.1	≥97.2	≥97.5
Full load <sup>8)</sup> (%)	≥97.2	≥97.2	≥97.5	≥97.5
<b>12.2 Battery</b>				
Permissible battery voltage range (V)	396 to 700			
Recommended no. of cells:				
- VRLA <sup>5)</sup>	240			
- WET	240			
- NiCd	375			
Float voltage for VRLA @ 20°C <sup>6)</sup> (V/cell)	2.27			
End cell voltage for VRLA (V/cell)	1.65			
Float voltage temperature compensation	-0.11% per °C			
DC ripple current in float mode for a 10 min autonomy as per VDE0510 <sup>9)</sup>	<0.05C <sub>10</sub>			
Float Voltage stability in steady state condition (%)	≤1			
DC ripple voltage without battery (%)	≤1			
Optimum battery temperature (°C)	15 to 25			
Battery recharge current setting range for 240 cells @ 400V input voltage & nominal load (A)	0-24	0-32	0-40	0-50
Battery recharge current setting range for 240 cells @ 340V input voltage & nominal load (A)	0-5	0-7	0-9	0-12
Battery output power in discharge mode with nominal output load (kW)	56	75	94	113
End battery voltage for 240 cells (V)	396			
End battery current for 240 cells with nominal load (A)	143	190	237	285

Tabla N° i.1 Especificaciones técnicas del SAI (continuación)

**CHLORIDE 80-NET**

**UPS Systems from 60 to 120 kVA**

**12 Technical Data (60 to 200 kVA)**

UPS Unit	60	80	100	120
<b>12.3 Inverter output</b>				
Nominal apparent power @40°C ambient (kVA)	60	80	100	120
Maximum active power (kW)	60	80	100	120
Maximum output current (A)	87	116	145	174
Nominal active power (kW)	54	72	90	108
Overload at nominal output voltage for 10 minutes (%)	125			
Overload at nominal output voltage for 1 minute (%)	150			
Short circuit current for 10ms/<6s (%)	300/150			
Nominal output voltage (V)	400 (380/415 selectable, 3Ph+N)			
Nominal output frequency (Hz)	50 (60 selectable)			
Voltage stability in steady state condition for input (AC & DC) variations and step load (0 to 100%) (%)	±1			
Voltage stability in dynamic condition for input variation (AC & DC) and step load (0 to 100% and vice versa) (%)	Complies with IEC/EN 62040-3, Class 1			
Voltage stability in steady state for 100% load imbalance (0, 0, 100) (%)	±3			
Output frequency stability: - synchronized with bypass mains (%) - synchronized with internal clock (%)	±1 (2, 3, 4 selectable) ±0.1			
Frequency slew rate (Hz/sec)	<1			
Output voltage distortion with 100% linear load (%)	<1			
Output voltage distortion @ reference non linear load as for IEC/EN 62040-3 (%)	<3			
Load crest factor handled without derating the UPS (Ipk/Irms)	3:1			
Phase angle precision with balanced loads (degrees)	1			
Phase angle precision with 100% unbalanced loads (degrees)	<3			
Inverter efficiency @ nominal input conditions <sup>2</sup> : with resistive load: Half load <sup>1</sup> (%) Full load <sup>2</sup> (%)	≥96.9 ≥97.2	≥97.1 ≥97.2	≥97.2 ≥97.5	≥97.5 ≥97.5
Neutral conductor sizing	1.7 nominal current			
Output power upgrading with ambient temperature: At 25°C (%) At 30°C (%) At 40°C (%)	110 105 100			

Tabla N° i.1 Especificaciones técnicas del SAI (continuación)

**CHLORIDE 80-NET**  
**UPS Systems from 60 to 120 kVA**

**12 Technical Data (60 to 200 kVA)**

UPS Unit	60	80	100	120
<b>12.4 Static bypass</b>				
Nominal bypass voltage <sup>1)</sup> (V)	400 (380/415 selectable, 3ph+N)			
Nominal frequency (Hz)	50/60 (selectable)			
Frequency range (%)	±1 (2, 3, 4 selectable)			
Voltage range (%)	±10			
Maximum overload capacity:	For 10 minutes (%)	125		
	For 1 minute (%)	160		
	For 600 milliseconds (%)	700		
	For 100 milliseconds (%)	1000		
SCR	$I_t @ T_{vj} = 125^{\circ}C;$ 8.3-10ms (A <sup>2</sup> s)	80000	125000	
	$I_{TSM} @ T_{vj} = 125^{\circ}C;$ 10ms (A)	4000	5000	
Transfer time with inverter synchronous to bypass: Inverter to Bypass and Bypass to Inverter		no break		
Transfer time with inverter not synchronous to Bypass (ms)		<20		

**12.5 System data**

<b>AC/AC efficiency without charging current @ nominal input conditions<sup>2)</sup> with resistive load:</b>					
	25% load <sup>3)</sup> (%)	91	92.5	93.5	94
	50% load <sup>3)</sup> (%)	93.8	94.3	94.5	95
	75% load <sup>3)</sup> (%)	94.4	94.5	95	95
	100% load <sup>3)</sup> (%)	94.5	94.5	95	95
	Digital interactive <sup>3)</sup> (%)	98	98	98	98
<b>Heat dissipation</b>					
	Float mode (kW)	3.1	4.2	4.7	5.7
	Recharge mode (kW)	3.8	5.1	5.8	7
	Digital interactive mode (kW)	1	1.3	1.6	1.9
Noise @ 1 metre as per ISO 3746 (dBA ± 2dBA)		62		65	
Protection degree with open doors		IP20			
Mechanical dimensions:		1780			
	Height (mm)				
	Width (mm)	570		845	
	Depth <sup>4)</sup> (mm)	858			
No. of cabinets		1			
Frame colour (RAL scale)		7016			
Weight (kg)		270		380	
Floor area (m <sup>2</sup> )		0.47		0.70	
Floor loading (kg/m <sup>2</sup> )		545		522	

Tabla N° i.1 Especificaciones técnicas del SAI (continuación)

<b>CHLORIDE 80-NET</b> <b>UPS Systems from 60 to 120 kVA</b>				
<b>12 Technical Data (60 to 200 kVA)</b>				
<b>UPS Unit</b>	<b>60</b>	<b>80</b>	<b>100</b>	<b>120</b>
<b>Cable entry</b>	Bottom/Side			
<b>Access</b>	Front			
<b>Cooling<sup>1)</sup></b>	Forced Ventilation with redundancy			
<b>12.6 Environmental</b>				
<b>Operating temperature<sup>2)</sup></b> (°C)	0-40			
<b>Maximum relative humidity @ 20°C (non condensing) (%)</b>	up to 95			
<b>Max altitude above sea level without derating</b> (m)	1000 (for higher altitudes complies with IEC/EN 62040-3)			

Tabla N° i.2 Especificaciones técnicas para los conductores e interruptores

<b>CHLORIDE 80-NET</b> <b>UPS Systems from 60 to 120 kVA</b>				
<b>Appendix: Planning and Installation</b>				
<b>UPS current ratings and cable cross sections</b>				
<b>UPS devices nominal power (kVA)</b>	<b>60</b>	<b>80</b>	<b>100</b>	<b>120</b>
<b>Primary Mains</b>				
<b>Max. current [A]</b>	103	137	171	206
<b>Min. conductor cross section [mm<sup>2</sup>]</b>	35	50	70	95
<b>Recommended fuse/breaker [A]</b>	130	160	200	250
<b>Screw size</b>	M8x25	M8x25	M10x30	M10x30
<b>Bypass Mains/Load</b>				
<b>Nominal current [A]<sup>3)</sup></b>	87	116	145	174
<b>Min. conductor cross section [mm<sup>2</sup>]</b>	35	50	70	95
<b>Recommended fuse/breaker for loads [A]</b>	100	130	160	200
<b>Screw size</b>	M8x25	M8x25	M10x30	M10x30
<b>Battery, external +, -</b>				
<b>Max. current (at 1.8V/cell - 240 cells) [A]</b>	128	170	213	256
<b>Min. conductor cross section [mm<sup>2</sup>]</b>	50	70	95	120
<b>Recommended fuse/breaker [A]</b>	160	200	250	315
<b>Screw size</b>	M10x25	M10x25	M10x30	M10x30
<b>Neutral (N) from mains/ to load N, N2</b>				
<b>Oversize if non-lin. load [coefficient]</b>	1.7		1.7	
<b>Screw size</b>	M8x25		M10x30	
<b>Earth</b>				
<b>Min. conductor cross section [mm<sup>2</sup>]</b>	35		70	
<b>Screw size</b>	M8x25		M10x30	
<b>Type of connector</b>	busbars			

b) Transformador de aislamiento de 150kVA Marca Tesla

Tipo Seco Abierto Clase H Serie 1.1/1.1 Kv

Tensión Serie:	1.1/1.1 KV
Voltios Primario:	Hasta 600V
Voltios Secundario:	Hasta 600V
Refrigeración:	AN
Montaje:	Interior
Grado de protección:	IP-00
Grupo de conexión:	Dyn <sub>11</sub>
Frecuencia:	60Hz
Fases:	3
Derivaciones Primarias:	(+2-2)×2.5%, o (+1-3)×2.5% Bajo pedido

Fig. i.1 Transformador de aislamiento

Tabla N° i.3 Medidas del transformador del aislamiento

Dimensiones y Pesos Aproximados				
Potencia	A (mm)	B (mm)	C (mm)	Peso (Kg)
10	480	300	400	100
15	500	300	400	130
20	520	320	400	150
25	550	350	500	160
30	600	380	550	230
45	600	400	570	250
75	750	500	700	300
112.5	800	550	750	400
150	850	550	750	550
225	950	580	1050	650
300	1000	600	1100	800
400	1050	600	1250	950
500	1100	750	1350	1200
630	1150	750	1400	1300
750	1200	800	1500	1600
800	1250	850	1550	1800
1000	1300	900	1650	2000

c) Equipo de aire acondicionado de la marca Liebert DS070ASD000 (sala de servidores, comunicaciones y equipos)

Tabla N° i.4 Modelo del Aire Acondicionado

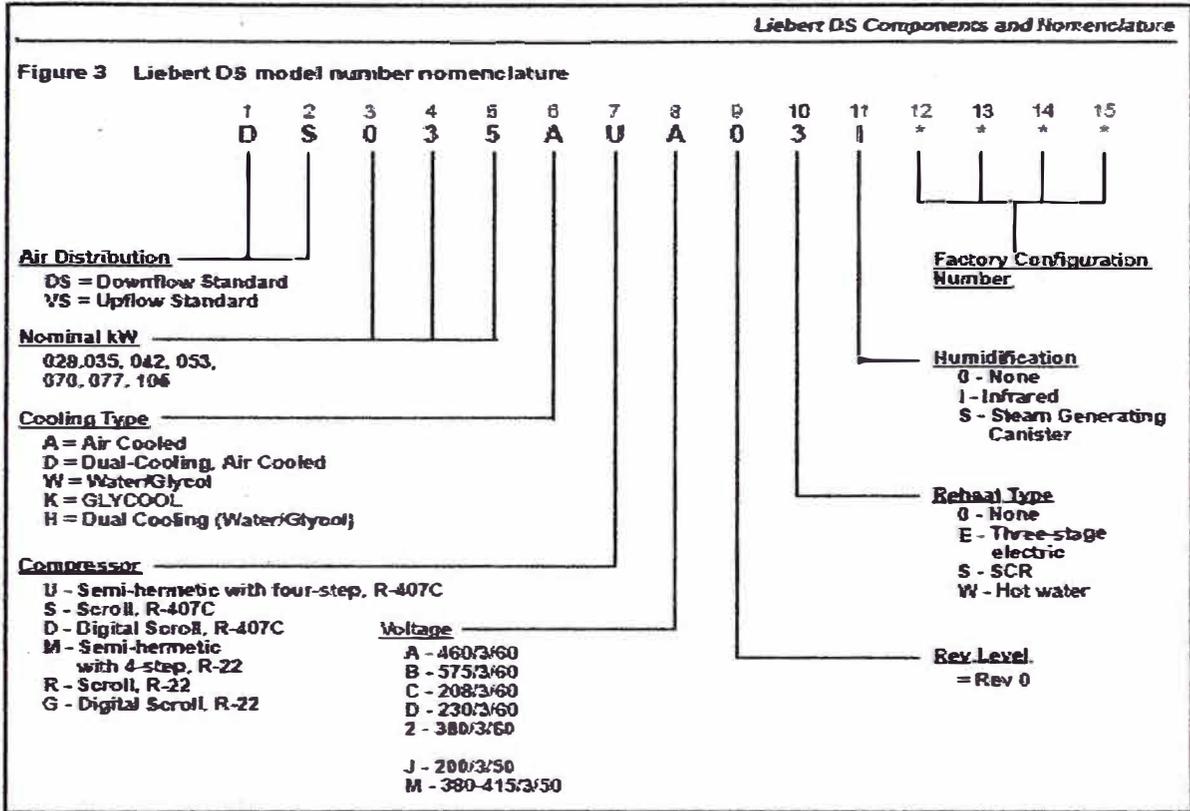


Tabla N° i.5 Características del aire acondicionado

**Table 2 Air-cooled capacity data, R-407C refrigerant**

Model Size	028	035	042	053	070	077	105
<b>SCROLL COMPRESSOR:</b>	<b>DIGITAL</b>			<b>STANDARD</b>			
<b>Net Capacity Data kW (BTUH), Standard Air Volume and Evaporator Fan Motor</b>							
75°F DB, 81.5°F WB (23.9°C DB, 18.0°C WB) 50% RH							
Total kW (BTUH)	30.7 (104,900)	35.9 (122,400)	40.0 (136,400)	52.9 (180,700)	65.8 (224,600)	71.1 (242,800)	91.9 (313,700)
Sensible kW (BTUH)	25.7 (87,900)	30.7 (104,900)	35.0 (119,300)	45.3 (154,700)	54.4 (185,600)	59.5 (203,100)	76.7 (261,800)
72°F DB, 80°F WB (22.2°C DB, 15.5°C WB) 50% RH							
Total kW (BTUH)	29.3 (99,900)	34.2 (116,600)	39.1 (130,000)	50.9 (173,900)	63.2 (215,600)	68.2 (232,800)	87.9 (300,000)
Sensible kW (BTUH)	25.1 (85,900)	30.0 (102,400)	34.1 (116,500)	44.5 (151,900)	53.4 (182,200)	58.3 (199,100)	75.1 (256,200)
72°F DB, 88.8°F WB (22.2°C DB, 14.8°C WB) 45% RH							
Total kW (BTUH)	28.5 (97,200)	33.0 (112,700)	36.9 (125,900)	49.3 (168,400)	61.7 (210,600)	66.6 (227,200)	85.7 (292,400)
Sensible kW (BTUH)	26.8 (91,600)	33.0 (112,700)	36.9 (125,900)	49.3 (168,400)	57.2 (195,100)	62.6 (213,900)	80.6 (275,100)
<b>Net Capacity Data kW (BTUH), Optional Air Volume and Evaporator Fan Motor</b>							
75°F DB, 82.5°F WB (23.9°C DB, 18.0°C WB) 50% RH							
Total kW (BTUH)	30.6 (104,500)	35.3 (120,400)	39.4 (134,600)	52.2 (178,000)	64.7 (220,800)	69.9 (238,500)	—
Sensible kW (BTUH)	28.7 (97,900)	33.1 (113,100)	36.0 (123,000)	49.0 (167,300)	57.0 (194,400)	60.9 (207,800)	—
72°F DB, 80°F WB (22.2°C DB, 15.5°C WB) 50% RH							
Total kW (BTUH)	29.0 (98,900)	33.2 (113,400)	37.5 (128,000)	49.6 (169,200)	62.0 (211,700)	67.0 (229,700)	—
Sensible kW (BTUH)	29.0 (98,900)	33.2 (113,400)	35.1 (119,900)	49.6 (169,200)	55.8 (190,300)	59.6 (203,500)	—
72°F DB, 88.8°F WB (22.2°C DB, 14.8°C WB) 45% RH							
Total kW (BTUH)	28.9 (98,800)	33.2 (113,400)	36.8 (125,600)	49.6 (169,200)	60.4 (206,100)	65.0 (221,700)	—
Sensible kW (BTUH)	28.9 (98,800)	33.2 (113,400)	36.8 (125,600)	49.6 (169,200)	60.4 (206,100)	65.0 (221,700)	—

Figure 8 Cabinet and floor planning dimensional data—downflow, air cooled, 53-77kW (15-22 tons), scroll compressor models

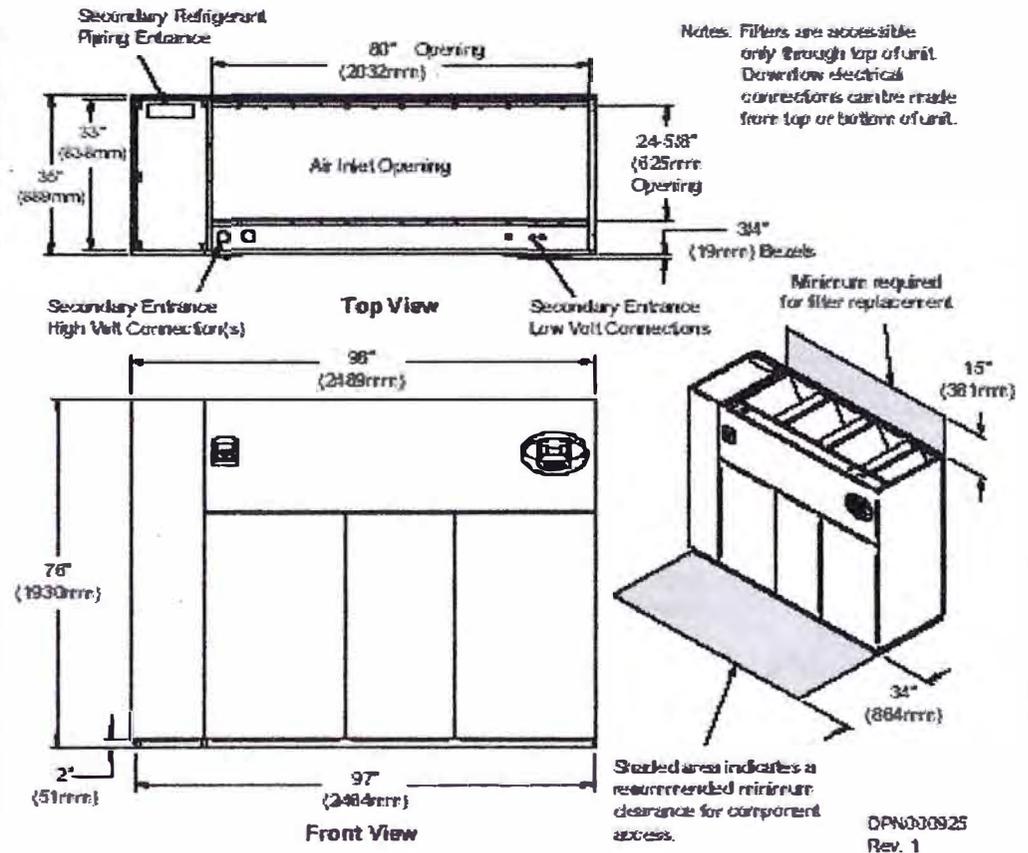


Table 7 Weights for downflow, air cooled, 53-77kW (15-22 tons), scroll compressor models

Model No.	Dry Weight lb (kg) Approximate		
	653	670	677
Air Cooled	1920 (873)	1970 (896)	2020 (919)
Dual Cool	2100 (955)	2150 (976)	2200 (1000)

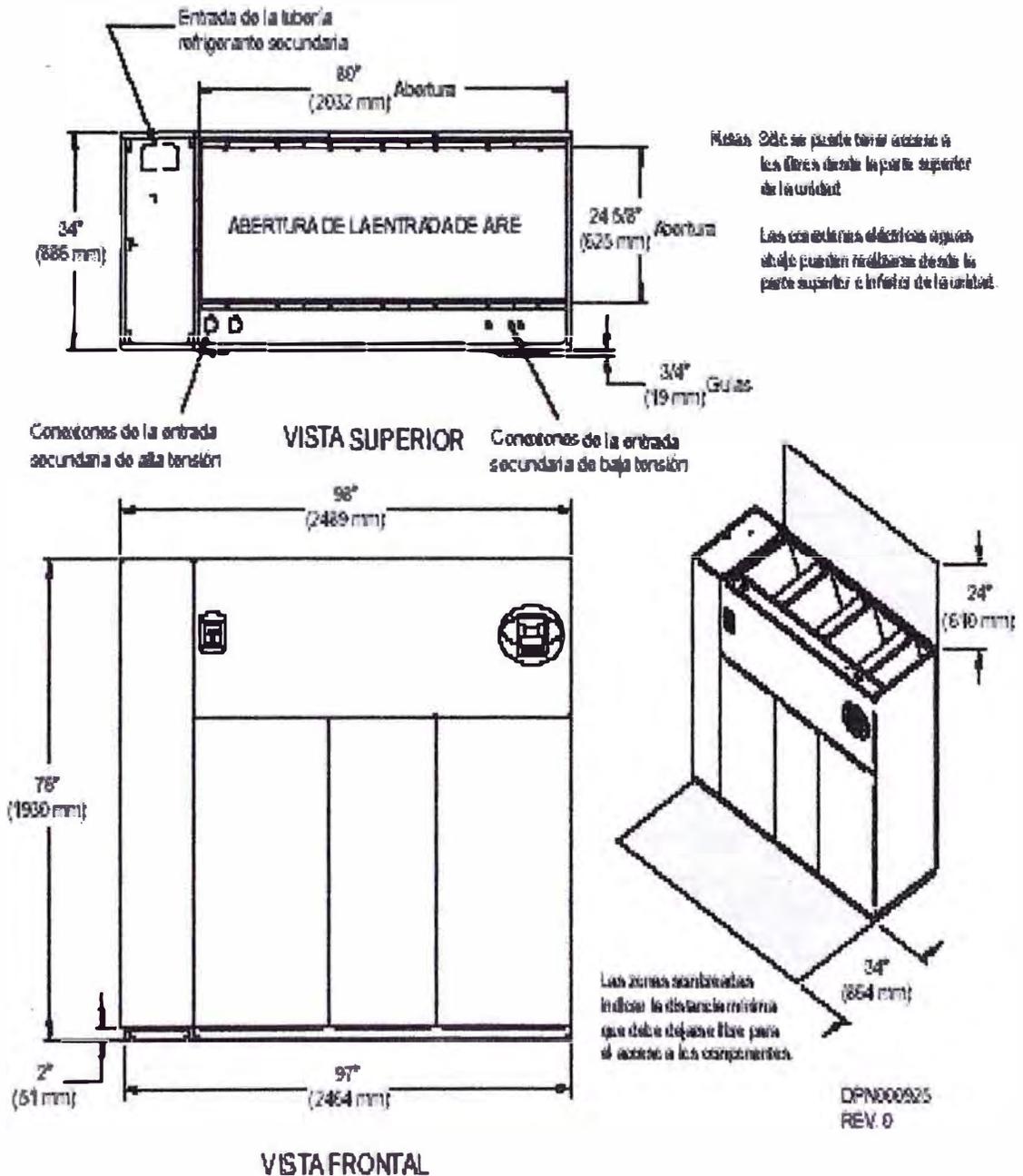
Fig. i.2 Medida y peso del aire acondicionado

Tabla N° i.6 Características eléctricas del aire acondicionado

ELECTRICAL DATA																		
Reheat Options		Electric, Std. kW				None or Hot Water				Electric, Std. kW				None or Hot Water				
Humidifier Options		Infrared or Steam Generating Canister				Infrared or Steam Generating Canister				None				None				
Model	Motor hp	Volts	208	230	460	575	208	230	460	575	208	230	460	575	208	230	460	575
070	5.0	FLA	127.5	122.1	59.5	46.1	126.1	120.2	57.6	46.1	127.5	122.1	59.5	45.4	99.5	98	46	34.5
		WSA	155.2	148.8	72.5	55.2	136.5	130.6	62.4	49.7	155.2	148.8	72.5	55.2	108.9	108.4	50.8	38.1
		OPD	175	150	80	60	175	150	80	60	175	150	80	60	150	125	70	50
070	7.5	FLA	135.0	128.9	62.9	49.0	133.6	127.0	61.0	49.0	135.0	128.9	62.9	48.3	107.0	104.8	49.4	37.4
		WSA	162.7	155.6	75.9	58.1	144.0	137.4	65.8	52.6	162.7	155.6	75.9	58.1	117.4	115.2	54.2	41.0
		OPD	175	175	80	60	175	175	80	60	175	175	80	60	150	150	70	50

FLA Full Load Amps  
 WSA Wire Size Amps (minimum supply circuit current capacity)  
 OPD Over Current Protection Device (fuse or circuit breaker)

figura 7 Datos dimensionales para disposición en piso o gabinete: modelos con compresor Scroll, distribución aguas abajo, refrigeración por aire frío, 53 a 77 kW (15 a 22 toneladas)



cuadro 9 Pesos de los modelos con compresor Scroll, distribución aguas abajo, refrigeración por aire frío, 53 a 77 kW (15 a 22 toneladas)

Modelo	Peso en vacío, valor aproximado en libras (kg)		
	053	070	077
Refrigeración por aire frío	1920 (873)	1970 (896)	2020 (919)
Dual Cool	2100 (955)	2150 (978)	2200 (1000)

Fig. i.3 Medidas del aire acondicionado

d) Equipo aire acondicionado modelo A182H (Sala de Comunicaciones)

Tabla N° i.7 Características del aire acondicionado

Especificaciones		ART COOL		
Modelo		A122C'	A182H'	C242H' LS-H2423M*1
<b>Capacidad</b>				
Frio	(Btu/hr)	11,000	18,000	24,000
Calor	(Btu/hr)	-	18,000	24,000
<b>Partes Eléctricas</b>				
Voltaje, Frecuencia, Fase	(V/Hz ø)	1,220,60	1,220,60	1,220,60
Poder de Entrada	Frio/Calor (Watt)	850 / -	1,860 / 1,730	2,400 / 2,400
Corriente	Frio/Calor (A)	4 / -	8.5 / 8.1	11 / 11
<b>Desempeño</b>				
EER	(Btu/hr/W)	12.9	9.88	10
Circulación de Aire	(In/Out) (m <sup>3</sup> /min)	7.5/28	13/34	15.5/49
Retiro De la Humedad	(l/hr)	1.2	2.0	3.0
Nivel de Ruido	(In/Out) (dB(A)±3m)	37/37	40/51	40/55
<b>Features</b>				
Filtro Nano Plasma		Si	Si	Si
Auto Limpieza		Si	Si	-
Control de temperatura		Termistor	Termistor	Termistor
CHAOS Wind		Si	Si	Si
Control de la Dirección del Aire (Arriba & Abajo)		Auto	Auto	Auto
Control de la Dirección del Aire (Derecha & Izquierda)		Auto	Auto	Auto
Tipo de Control Remoto		Wireless LCD	Wireless LCD	Wireless LCD
Configuración del Rango de Temperatura	(Frio)	18-30	18-30	18-30
	(Calor)	-	18-30	-
Auto Operación		Si	-	Si
Tempor		24Hr ON/OFF	24Hr ON/OFF	24Hr ON/OFF
Auto Restart		Si	Si	Si
Jet Cool		Si	Si	Si
Operación para Dormir		Si	Si	Si
Restart Delay	(minuto)	3	3	3
Air Deflection (4-maneras)		4-maneras	4-maneras	4-maneras
<b>Instalación</b>				
Dimensiones	Indoor WxHxD (mm)	1,030x290x153	1,170x315x170	1,170x315x170
	Outdoor WxHxD (mm)	864x824x270	801x555x262	840x577x276
Peso	In/Out (Kg)	9.5/32	13/38	13/47
Stuffing Qty	(20'40FT)	87/184	85/177	85/177

e) Equipo supresor de sobrevoltaje transitorios de la marca Eaton modelo PTE048

Tabla N° i.8 Características del equipo



**PTE048 Protector**

**Submittal Specification Sheet**  
**Eaton Innovative Technology<sup>®</sup>**  
**Model PTE048**  
**Surge Protective Device**

**Mechanical and Electrical Features**

- Enclosure — Powder Coated Steel, weatherproof; NEMA<sup>®</sup> Type 4 (IP66)
- Connection — #10 (6 mm<sup>2</sup>) stranded wire
- Weight — < 240V = 7lbs (3 kg), 240V & above = 12 lbs (5.5 kg)
- Operating Temperature — -40 to 149°F (-40 to 65° C)
- Protection Modes — All Mode L-N, L-L (normal mode), L-G, N-G (common mode)
- Input Power Frequency — 47 - 64 Hz
- Response Time — <1 nanosecond

**Note:** For applications utilizing a ground fault circuit interrupting (GFCI) main breaker, please use the PTX model.

**Introduction**

Since 1980, Eaton Innovative Technology has provided Surge Protective Devices (SPDs) to power quality equipment users around the world. Whatever your electrical surge protection need may be, Eaton Innovative Technology has a Surge Protective Device to fill it!

**General Features**

- Peak Surge Current — 48 kA per phase; 24 kA per mode
- ANSI/IEEE C62.41 Location Categories — A and B
- Application — Medium to Low Exposure Level, sensitive, mission critical load applications including: distribution panels, branch panels and critical load centers.
- Warranty — 20-Year Free Replacement
- Agency Listings — Compliant to UL<sup>®</sup> 1449 3rd Edition as Type 1<sup>®</sup> and Type 2 SPD and UL 1283
- Manufacturer Qualifications — ISO<sup>®</sup> 9001:1994 Quality System Certification BSI FM 30833
- The Protector Series products are produced in the USA and conform to ARRA requirements.

**Optional Features and Equipment**

- Audible Alarm, Surge Counter and Phase Loss Monitor (S.M.A.R.T.) — (-SD suffix)
- Stainless Steel, Type 4X enclosure — (-SS suffix) (contact factory, minimum quantities apply)
- Integrated Circuit Breaker (-C suffix)
- Integrate Circuit Breaker with External Disconnect (-CD suffix)

**Performance Data**

PTE048	System Config	Nominal System Voltage	MCOV	ANSI/IEEE C62.41-1991 Measured Limited Voltage*											
				ALL Models A1 Ring Wave 2 kV, 67 A 90° Phase Angle		ALL Models B3/CT Impulse 6 kV, 3 kA 90° Phase Angle		ALL Models C1 Impulse 28 kV, 19 kA 90° Phase Angle		UL 1449-2 Suppressed Voltage Ratings		UL 1449-3 Voltage Protection Rating			
				L-N HIL-N	L-L N-G N-L-G	L-N L-G HIL-N	L-L N-G HIL-G	L-N L-G HIL-N	L-L N-G HIL-G	L-N HIL-N	L-L N-G HIL-G	L-N HIL-N	L-L N-G HIL-G		
TP101	Single-Phase 2w+gnd	100, 110, 120, 127	150	220	240	530	510	940	1050	960	400	400	600	600	
TP201	Single-Phase 2w+gnd	200, 208, 220, 230, 240, 277	320	450	500	1000	1040	1530	1640	800	800	1000	1000		
1S101	Split-Phase 3w+gnd	100/200, 110/220, 120/240, 127/254	150/300	220	240	530	510	940	1050	960	400	400	600	600	
3Y101	3-Phase Y/Star 4w+gnd	100/175, 110/190, 120/208, 127/220	150/306	220	240	530	510	940	1050	960	400	400	600	600	
3Y201	3-Phase Y/Star 4w+gnd	220/380, 230/400, 240/415, 277/480	320/640	450	500	1000	1040	1530	1640	800	800	1000	1000		
3Y300	3-Phase Y/Star 4w+gnd	305/525, 347/600	420/840	540	600	1410	1390	1980	2210	3160	1000	1000	1200	1500	
3D101	3-Phase Δ (H-L-Lg) 4w+gnd	120/240	150/320	220	240	530	510	940	1050	960	400	400	600	600	
1N1201	3-Phase Δ 3w+gnd	200, 208, 220, 230, 240	320	—	700	—	1000	—	1750	—	800	—	1200	1000	
1N1400	3-Phase Δ 3w+gnd	380, 400, 415, 440, 480	650	—	750	—	1710	—	2420	—	1500	—	1800	1800	
1N1901	3-Phase Δ 3w+gnd	565, 600	750	—	900	—	2030	—	2780	—	2000	—	2000	2000	

\* Test environment. All tests performed with 6' lead length, positive polarity. Voltages are peak ±10%. Measurements are taken from zero resistance per NEMA LS-1.

f) Equipo supresor de sobrevoltaje transitorios de la marca Eaton modelo PTE080  
 Tabla N° i.9 Características del equipo



Submittal Specification Sheet  
 Eaton Innovative Technology<sup>®</sup>  
 Model PTE080  
 Surge Protective Device



PTE080 Protector

**Mechanical and Electrical Features**

- Enclosure — Powder Coated Steel, weatherproof; NEMA<sup>®</sup> Type 4 (IP66)
- Connection — #10 (6 mm<sup>2</sup>) stranded wire
- Weight —  
 - <240 V ≈ 7 lbs (3 kg)  
 - 240 V & above ≈ 12 lbs (5.5 kg)
- Operating Temperature — -40 to 185° F (-40 to 85°C)
- Protection Modes — All Mode L-N, L-L (normal mode), L-G, N-G (common mode)
- Input Power Frequency — 47 – 64 Hz
- Response Time — <1 nanosecond

**Note:** For applications utilizing a ground fault circuit interrupting (GFCI) main breaker, please use the PTX model.

**Introduction**

Since 1960, Eaton Innovative Technology has provided Surge Protective Devices (SPDs) to power quality equipment users around the world. Whatever your electrical surge protection need may be, Eaton Innovative Technology has a Surge Protective Device to fill it!

**General Features**

- Peak Surge Current — 80 kA per phase; 40 kA per mode
- ANSI/IEEE C62.41 Location Categories — A, B and C
- Application — Medium to Low Exposure Level, sensitive, mission critical applications including: distribution panels, branch panels and critical load centers.
- Warranty — 20-Year Free Replacement
- Agency Listings — Compliant to UL<sup>®</sup> 1449 3rd Edition as Type 1\* and Type 2 SPD and UL 1283
- Manufacturer Qualifications — ISO<sup>®</sup> 9001:1994 Quality System Certification BSI FM 30833
- The Protector Series products are produced in the USA and conform to ARRA requirements.

- Diagnostics — LED indicators, 1 per phase, normally on
- Remote Alarm Form C (Volt Free) relay, contact rating 60 W, or 125 Vac @ 0.5 Amp, or 30 Vdc @ 1 Amp
- Overcurrent Protection Device Requirement — Reference installation instructions for details
- Nominal Discharge current (I<sub>n</sub> = 10kA)
- Maximum 40dB EMI/RFI attenuation per Mil-Std-220 in range of 100 kHz to 400 kHz
- Active Tracking Network (ATN<sup>®</sup>)
- Short Circuit Current Rating (SCCR) 200kA

**Optional Features and Equipment**

- Audible Alarm, Surge Counter and Phase Loss Monitor (S.M.A.R.T.) — (-SD suffix)
- Stainless Steel, Type 4X enclosure — (-SS suffix) (contact factory, minimum quantities apply)
- Integrated Circuit Breaker (-C suffix)
- Integrate Circuit Breaker with External Disconnect (-CD suffix)

**Performance Data**

**ANSI/IEEE C62.41-1991 Measured Limited Voltage\***

PTE080	System Config	Nominal System Voltage	MCOV	ALL Models								UL 1449-2		UL 1449-3	
				A1 Ring Wave 2 kV, 67 A 90° Phase Angle		B2/C1 Impulse 6 kV, 3 kA 90° Phase Angle		C2 Impulse 20 kV, 10 kA 90° Phase Angle		Suppressed Voltage Ratings		Voltage Protection Rating		Voltage Protection Rating	
				L-N L-G HL-N	L-L N-G HL-G	L-N L-G HL-N	L-L N-G HL-G	L-N L-G HL-N	L-L N-G HL-G	L-N L-G HL-N	L-L N-G HL-G	L-N L-G HL-N	L-L N-G HL-G	L-N L-G HL-N	L-L N-G HL-G
1P101	Single-Phase 2w+gnd	100, 110, 120, 127	150	220 280	— 200	530 540	— 510	940 1080	— 980	400 400	— 400	800 800	— 600	— 600	
1P201	Single-Phase 2w+gnd	200, 208, 220, 230, 240, 277	320	450 500	— 280	1000 1040	— 940	1530 1640	— 1440	800 800	— 800	1000 1000	— 1000	— 1000	
1S101	Split-Phase 3w+gnd	100/200, 110/220, 120/240, 127/254	150/300	220 280	380 200	530 540	910 510	940 1080	1270 980	400 400	800 400	800 800	900 800	900 800	
3Y101	3-Phase Y/Ster 4w+gnd	100/175, 110/190, 120/208, 127/228	150/300	220 280	380 200	530 540	910 510	940 1080	1270 980	400 400	800 400	800 800	900 800	900 800	
3Y201	3-Phase Y/Ster 4w+gnd	220/390, 230/400, 240/415, 277/480	320/640	450 500	780 280	1000 1040	1730 940	1530 1640	2250 1400	800 800	1500 800	1000 1000	1800 1000	1800 1000	
3Y300	3-Phase Y/Ster 4w+gnd	305/525, 347/600	420/840	540 800	930 280	1410 1510	2510 1390	1980 2210	3180 2030	1000 1000	2000 1000	1200 1500	2500 1500	2500 1500	
3D101	3-Phase Δ (HI-Leg) 4w+gnd	120/240	150/320	220 280 450	380 280 500	530 540 1000	910 940 1040	940 1080 1530	1270 1440 1840	400 400 800	1500 800 800	800 800 1000	900 800 1000	900 800 1000	
NN201	3-Phase Δ 3w+gnd	200, 208, 220, 230, 240	320	— 700	380 —	— 1000	980 —	— 1780	1840 —	— 800	800 —	— 1200	— 1000	— 1000	
NN400	3-Phase Δ 3w+gnd	380, 400, 415, 440, 480	550	— 1300	750 —	— 1710	1880 —	— 2420	2380 —	— 1500	1800 —	— 1800	— 1800	— 2000	
NN501	3-Phase Δ 3w+gnd	525, 600	750	— 1500	900 —	— 2650	2030 —	— 2780	2690 —	— 2000	2000 —	— 2000	— 2000	— 2000	

\* Test environment: All tests performed with 5' lead length, positive polarity. Voltages are peak ±10%. Measurements are taken from zero reference per NEMA LS-1.

g) Equipo supresor de sobrevoltaje transitorios de la marca Eaton modelo PTX160

Tabla N° i.10 Características del equipo



**Submittal Specification Sheet**  
**Eaton Innovative Technology®**  
**Model PTX160**  
**Surge Protective Device**



PTX160 Protector

**Mechanical and Electrical Features**

- Enclosure — Powder Coated Steel, weatherproof; NEMA<sup>3</sup> Type 4 (IP66)
- Connection — #10 (6 mm<sup>2</sup>) stranded wire
- Weight — 12 lbs (5.5 kg)
- Operating Temperature — -40 to 185°F (-40 to 85°C)
- Protection Modes — All Models L-N, L-L (normal mode), L-G, N-G (common mode)
- Input Power Frequency — 47 - 420 Hz; -SD optioned units: 47 - 64 Hz
- Response Time — <1 nanosecond

**Note:** Ideal for applications utilizing a ground fault circuit interrupting (GFCI) main breaker.

- Diagnostics — LED indicators, 1 per phase, normally on
- Remote Alarm Form C (Volt Free) relay, contact rating 60 W, or 125 Vac @ 0.5 Amp, or 30 Vdc @ 1 Amp
- Overcurrent Protection Device Requirement — Reference installation instructions for details
- Nominal Discharge current ( $I_n$ ) = 20kA
- Short Circuit Current Rating (SCCR) 200kA

**Optional Features and Equipment**

- Audible Alarm/Surge Counter and Phase Loss Monitor (S.M.A.R.T.) — (-SD suffix)
- Stainless Steel, Type 4X enclosure — (-SS suffix) (contact factory, minimum quantities apply)
- Integrated Circuit Breaker (-C suffix)
- Integrate Circuit Breaker with External Disconnect (-CD suffix)

**Introduction**

Since 1960, Eaton Innovative Technology has provided Surge Protective Devices (SPDs) to power quality equipment users around the world. Whatever your electrical surge protection need may be, Eaton Innovative Technology has a Surge Protective Device to fill it!

**General Features**

- Peak Surge Current — 160 kA per phase; 80 kA per mode
- ANSI/IEEE C62.41 Location Categories — A, B and C
- Application — High to Low Exposure Level, sensitive, mission critical load applications including: distribution panels, branch panels and critical load centers.
- Warranty — 20-Year Free Replacement
- Agency Listings — Compliant to UL<sup>®</sup> 1449 3rd Edition as Type 1\* and Type 2 SPD and UL 1283
- Manufacturer Qualifications — ISO<sup>®</sup> 9001:1994 Quality System Certification BSI FM 30833
- The Protector Series products are produced in the USA and conform to ARRA requirements.

**Performance Data**

ANSI/IEEE C62.41-1991 Measured Limited Voltage\*

PTX160	System Config	Nominal System Voltage	MCOV	ANSI/IEEE C62.41-1991 Measured Limited Voltage*							
				ALL Models B3/C1 Impulse 6 kV, 3 kA 90° Phase Angle		ALL Models C3 Impulse 20 kV, 10 kA 90° Phase Angle		UL 1449-2 Suppressed Voltage Ratings		UL 1449-3 Voltage Protection Rating	
				L-N L-G HIL-N	L-L N-G HIL-G	L-N L-G HIL-N	L-L N-G HIL-G	L-N L-G HIL-N	L-L N-G HIL-G	L-N L-G HIL-N	L-L N-G HIL-G
1P101	Single-Phase 2w+gnd	100, 110, 120, 127	150	550 580	— 530	1030 1210	— 1130	400 400	— 400	600 700	— 600
1P201	Single-Phase 2w+gnd	200, 208, 220, 230, 240, 277	320	990 1060	— 960	1590 1840	— 1650	600 800	— 800	1000 1000	— 1000
1S101	Split-Phase 3w+gnd	100/200, 110/220, 120/240, 127/254	150/300	550 580	910 880	1030 1210	1340 1130	400 400	800 400	600 700	900 600
3Y101	3-Phase Y/Star 4w+gnd	100/175, 110/190, 120/208, 127/220	160/300	550 580	910 930	1030 1210	1340 1130	400 400	800 400	600 700	900 600
3Y201	3-Phase Y/Star 4w+gnd	220/380, 230/400, 240/415, 277/480	320/640	990 1060	1700 960	1590 1840	2310 1650	800 800	1500 800	1000 1000	1800 1000
3Y300	3-Phase Y/Star 4w+gnd	305/525, 347/600	420/840	1220 1290	2140 1190	1770 1880	2880 1760	1000 1000	2000 1000	1200 1500	2500 1200
3D101	3-Phase Δ (0-6 Leg) 4w+gnd	120/240	150/320	560 970 990	930 830 960	1390 1630 1840	1550 1500 1640	400 400 800	1500 400 800	600 600 1000	900 600 1000
NN201	3-Phase Δ 3w+gnd	200, 208, 220, 230, 240	320	— 970	950 —	— 1440	1490 —	— 800	800 —	— 1000	1200 —
NN400	3-Phase Δ 3w+gnd	380, 400, 415, 440, 480	560	— 1750	1730 —	— 2390	2390 —	1500 —	1500 —	1800 —	1800 —
NN501	3-Phase Δ 3w+gnd	525, 600	750	— 2130	2160 —	— 2990	2950 —	2000 —	2000 —	2000 —	2000 —

\* Test environment: All tests performed with 8" lead length, positive polarity. Voltages are peak ±10%. Measurements are taken from zero reference per NEMA LS-1.

## h) Grupo electrógeno SDMO modelo J200U

Tabla N° i.11 Datos técnicos del equipo



# J200U

Motor JOHN DEERE , 6068HF475  
 Alternador LEROY SOMER , LSA462M5

### CARACTERÍSTICAS ESTÁNDARES

- Regulación mecánica
- Chasis mecanosoldado con suspensiones antivibraciones
- Disyuntor de potencia
- Radiador para una temperatura del cableado de 50°C [122°F] máx con ventilador mecánico
- Rejilla de protección del ventilador y de las piezas giratorias
- Silenciador de 9dB(A) que se facilita por separado
- Batería cargada con electrolito
- Motor de arranque y alternador de carga 12 V
- Se suministra con aceite y liquido de refrigeración -30°C
- Manual de uso y de puesta en marcha



Tensións	Potencia ESP kWe/kVA	Potencia PRP kWe/kVA	Amperios securos	Dimensiones	Peso
480/277	200 / 250	182 / 227	301	L: 2370mm [93in] an: 1114mm [44in] alt: 1480mm [58in]	1790kg [3946 lbs] De Vacio 2130kg [4696 lbs] En Func
440/254	200 / 250	182 / 227	328		
380/220	200 / 250	182 / 227	380		
240/120	190 / 238	173 / 216	573		
230/115	185 / 231	168 / 210	580		
220/127	200 / 250	182 / 227	656		
208/120	190 / 238	173 / 216	661		
600/347	200 / 250	182 / 227	241		

### POTENCIA DE LOS GRUPOS ELECTROGENOS

**PRP** : Potencia principal disponible en continuo en carga variable durante un número ilimitado de horas al año de acuerdo con el ISO8528-1. Es posible una sobrecarga de 10% una hora cada 12 horas según ISO3046-1

**ESP** : Potencia de emergencia disponible para una utilización de emergencia en carga variable de acuerdo con el ISO8528-1. Opción sobrecarga no disponible .

### CONDICIONES DE LA UTILIZACION

Temperatura de entrada del aire 25 °C altitud, 3000 m por encima del nivel del mar. Humedad relativa 60 %. Todos los datos de las prestaciones de funcionamiento de los motores fundados en las potencias continuas máximas mencionadas más arriba.

**ANEXO J**  
**LISTA DE ABREVIATURAS**

## 1. Abreviaturas y siglas

AC	Corriente Alterna
ANSI	Instituto Nacional Estadounidense de Estándares
Apple	Empresa multinacional estadounidense que diseña y produce equipos electrónicos y software.
CPD	Centro de Procesamiento de Datos
Data Center	Centro de Datos
DC	Corriente Directa
Data.ti	Revista que se ocupa de las Tecnologías de la Información
Entel	Empresa Nacional de Telecomunicaciones
GE	Grupo Electrónico
Google	Empresa cuyo principal producto es el motor de búsqueda
IBM	International Business Machines (Empresa Internacional de Maquinas)
LAN	Local Área Network ( Red de área local)
NFPA	National Fire Protection Association (Asociación Nacional de Protección Contra Incendios)
RF	Radio Frecuencia
SAI	Sistema de Alimentación Ininterrumpida
TAA	Tablero de Aire Acondicionado
TI	Tecnologías de la Información
TIC	Tecnologías de la Información y la Comunicaciones
TIA	Asociación de la Industria de Telecomunicaciones
TP	Tablero Principal
TTA	Tablero de Transferencia Automática
SST	Supresor de Sobrevoltaje Transitorios
STE	Sistema de Transferencia Estática
UDP	Unidad de Distribución de Potencia
WAN	Wide área Network ( Red de área extensa)

## 2. Unidades métricas

A	Amperio
Btu	Unidad térmica británica
°C	Celsius
cal	Caloría

cd	Candela
ft	Pie
g	Gramo
hr	Hora
Hz	Hertz
in	Pulgada
J	Julio
k	Kilo
K	Kelvin
kg	Kilogramo
kPA	Kilopascal
kVA	Kilo Voltio-Amperios
kVAR	Kilo Voltios-Amperios Reactivos
kW	Kilo Watt
Lbf	Libra
lm	Lumen
lx	Lux
m	Metro
N	Newton
Pa	Pascal
s	Segundo
S	Siemens
t°	Temperatura
V	Voltios
W	Vatio
Ω	Ohmio

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Data.ti (febrero 2010). “Ahorro de costos, tecnología de la información verde, nube informática y vitalización don ahorra las claves sobre las que giran los data center”. [En red]. Disponible en: <http://www.datati.es/redefinir-el-centro-de-datos-del-futuro/>
- [2] Gidle Net (Febrero 2010). “Data center de Apple en Carolina del Norte, Estados Unidos”. [En red]. Disponible en: <http://www.gidle.net/datacenter-de-apple-en-carolina-del-norte-estados-unidos/>
- [3] Fayerware (Abril 2009). “Los Datacenter de Google por dentro”. [En red] Disponible en: <http://www.fayerwayer.com/2009/04/los-datacenter-de-google-por-dentro/>
- [4] Alfa - Redi (Mayo 2010). “Entel inaugura el data center más grande y moderno de Chile”. [En red]. Disponible en: <http://www.alfa-redi.org/noticia.shtml?x=16187>
- [5] Cioperu (Junio 2010). “Americatel Perú lanza su servicio de data center”. [En red]. Disponible en: <http://cioperu.pe/articulo/4511/amicatel-peru-lanza-su-servicio-de-data-center.aspx>
- [6] Inteligencia de Negocios. “Implementación de Data Center”. [En red]. Disponible en: <http://www.inteligenciadenegocios.pe/pages/ImplementacionDataCenter.html>
- [7] La Asociación de la Industria de Telecomunicaciones (TIA) y el Instituto Nacional Estadounidense de Estándares (ANSI), “Telecommunications Infrastructure Standard for Data Center ANSI/TIA-942”, Estados Unidos, 2005.
- [8] Lázaro Melo Crespo, “Calculo de la potencia de los grupos electrógenos”, Colegio de Ingenieros del Perú – Lima, 2007.
- [9] Nestor Quadri, “Sistema de Aire Acondicionado”, Librería y Editorial Alsina - Buenos Aires, 2001.
- [10] Jorge Czajkowski, ”Aire Acondicionado III: Balance Térmico de Verano”, La Plata - 2006.
- [11] Pedro Trejo García, “Cálculo y selección del equipo de un sistema de aire acondicionado para un teatro en Puerto Vallarta, Jalisco”, México, 2009.
- [12] Osmo Kuusisto, CSI y RCDD “Tiers y sustentabilidad operacional”, Congreso especializado en Data Center en DataCenter Summnit, Guatemala - mayo 2010.

- [13] UNESA, “Guía sobre la calidad de la onda en las redes eléctricas”, España 1996.
- [14] Pirelli, “Manual de Calidad de la Energía”, Argentina 2000.
- [15] IEEE Std 1100-1999 – Recommended Practice for Powering and Grounding Electronic Equipment.
- [16] IEEE Std 142– 2007 – Recommended Practice for Grounding of Industrial and Commercial Power Systems.
- [17] IEEE Std C57.110-1998 – Recommended Practice for Establishing Transformer Capability When Supplying Nonsinusoidal Load Currents.
- [18] Muller Hornemann, “Electrotecnia de potencia – Curso superior”, Editorial Reverte S.A. Barcelona 1994
- [19] IEEE Std C62.41.2-2002 Recommended Practice on Low-Voltage (1000V and Less) AC Power Circuits.
- [20] IEC 60038. IEC Standard Voltages.
- [21] IEEE Std C62.41-1991, IEEE Recommended Practice on Surge Voltages in Low-Voltage Ac Power Circuits.
- [22] Efrén Chávez Ruiz y otros, “Propuesta de un sistema de energía no interrumpida”, Instituto Politécnico Nacional – México, 2008.
- [23] ASHRAE, “Handbook-HVAC Applications”, EEUU, 2007.
- [24] Heinrich Stauffer, “Aire Acondicionado de precisión para sala de servidores de Alta Densidad”, Revista “Frio y Calor N° 89” – Chile, 2007.
- [25] Favio Casas Ospina, “Tierras Soporte de la Seguridad Eléctrica”, 2da. Edición, Editorial Linotipia Bolívar y Cia S. en C.-Colombia, 2003.
- [26] Heriberto Chiong Casañas y Eduardo Hernández Bello, “Selección y montaje del equipamiento eléctrico. Canalizaciones presentación de la NC IEC 60364-5-52”, VI Jornada Electrotécnica del CEC.
- [27] Norma Técnica Peruana NTP 370.301 - 2002, “Instalaciones eléctricas en edificios”, 1ª Edición, Lima - 2002.
- [28] Norma Técnica Peruana NTP 370.306 - 2003, “Instalaciones eléctricas en edificios”, 1ª Edición, Lima - 2003.
- [29] Manual de sustentación del Código Nacional de Electricidad Utilización 2006, Lima 2008.

- [30] José Pomares Orbea, “Verificación de la seguridad eléctrica de instalaciones de baja tensión en edificaciones”, VI Jornada Electrotécnica del CEC.
- [31] Norma Técnica Peruana NTP-IEC 60228 - 2010, “Conductores para cables aislados”, 1ª edición, Lima – 2010.