

**CONSULTORIA PARA LA DISPONIBILIDAD Y CONFIABILIDAD DE LOS
SISTEMAS DE POTENCIA EN EL CENTRO DE PROCESAMIENTO DE DATOS
DE LA INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO**

**HENRY ALONSO GALLEGO MUÑOZ
OSCAR ANÍBAL MORALES LONDOÑO
LUIS FERNANDO VILLEGAS ESCOBAR**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERIA ELÈCTRICA
MEDELLÌN
2014**

**CONSULTORIA PARA LA DISPONIBILIDAD Y CONFIABILIDAD DE LOS
SISTEMAS DE POTENCIA EN EL CENTRO DE PROCESAMIENTO DE DATOS
DE LA INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO**

**HENRY ALONSO GALLEGO MUÑOZ
OSCAR ANÍBAL MORALES LONDOÑO
LUIS FERNANDO VILLEGAS ESCOBAR**

Trabajo Presentado Para Optar Al Título de Ingeniero Electricista

Asesor

**RODRIGO RUEDA GARCIA
Ingeniero Electromecánico**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERIA ELÉCTRICA
MEDELLÍN
2014**

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	19
1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	21
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	21
2. JUSTIFICACIÓN	22
3. OBJETIVOS	23
3.1 OBJETIVO GENERAL	23
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	23
4. REFERENTES TEÓRICOS	24
4.1 CONSULTORIA	24
4.1.1 En el área de la ingeniería.	24
4.1.2 Las consultoras especializadas en logística.	25
4.1.3 Las consultorías en comunicación.	25
4.2 NORMA TECNICA	25
4.2.1 ICREA-Std-131-2013.	26
4.2.2 Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE)	27
4.2.3 Código Eléctrico Colombiano (NTC 2050)	28
4.3 CENTRO DE PROCESAMIENTO DE DATOS (CPD)	28
4.4 LUGAR PARA LA INSTALACIÓN	29
4.5 PROYECTOS A CONSIDERAR	30

4.6 CLASIFICACIÓN	31
4.7 INSTALACIÓN ELÉCTRICA	36
4.7.1 Sistema de puesta a tierra (SPT)	37
4.7.2 Conductores en la puesta a tierra	38
4.7.3 Interconexión entre diferentes sistemas de puesta a tierra	40
4.7.4 Malla de Referencia de Seguridad	40
4.7.5 Malla de Referencia de Alta Frecuencia	41
4.7.6 Protección contra descargas atmosféricas	41
4.7.7 Registros o pozos de visita	42
4.7.8 Acometidas y Alimentadores Eléctricos	42
4.7.9 Problemas de inducción	45
4.7.10 Identificación y terminación	45
4.7.11 Cables de energía sin canalizaciones	46
4.7.12 Acometidas externas	46
4.7.13 Distribución de alimentadores principales	46
4.7.14 Circuitos Derivados	47
4.7.15 Protecciones	49
4.7.16 Canalizaciones	51
4.7.17 Tableros Eléctricos	53
4.7.18 Sistemas de medición	55
4.7.19 Planta Generadora de Energía de Respaldo	56
4.8 CALIDAD DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA	57

4.9 AIRE ACONDICIONADO	57
4.9.1 Aire acondicionado en los centros de procesamiento de datos	58
4.9.2 Cargas térmicas	58
4.9.3 Fuentes de carga térmica	59
4.9.4 Climatización de un centro de procesamiento de datos CPD	59
4.9.5 Aire acondicionado de precisión vs “confort”	60
4.9.6 Importancia del control de la humedad	62
4.9.7 Importancia de la filtración del aire	63
4.9.8 Instalación	63
4.9.9 Equipamiento de aire acondicionado.	64
4.9.10 Distribución del aire	65
4.9.11 Filtros	68
4.9.12 Mantenimiento	69
4.9.13 Sugerencias	70
4.9.14 Temperatura y humedad relativa	70
4.10 AMBITO	72
4.10.1 Muros	72
4.10.2 Techo o cielo	73
4.10.3 Cielo falso o falso plafón	74
4.10.4 Piso verdadero	74
4.10.5 Puertas de acceso al personal	75
4.10.6 Puertas de emergencia	75
4.10.7 Puerta de acceso a equipos dentro del centro de procesamiento de datos CPD	76

4.10.8 Alarma audible	76
4.10.9 Montacargas	76
4.10.10 Acabados en interiores	76
4.10.11 Barreras de vapor	77
4.10.12 Sellos	77
4.10.13 Piso técnico	77
4.10.14 Altura Libre entre Plafón y Piso técnico	78
4.10.15 Dren para Agua	78
4.10.16 Acabado	79
4.10.17 Cortes	79
4.10.18 Resistencia Mecánica	79
4.10.19 Puesta a Tierra	79
4.10.20 Iluminación	80
5. METODOLOGÍA	83
5.1 TIPO DE PROYECTO	83
5.2 MÉTODO	83
5.2.1 Método deductivo	83
5.2.2 Método inductivo	83
5.3 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	84
5.3.1 Fuentes Primarias	84
5.3.2 Fuentes secundarias	84
5.4. ACTIVIDADES PARA DESARROLLAR LOS OBJETIVOS	84
5.4.1 Objetivo 1	84

5.4.2 Objetivo 2	84
5.4.3 Objetivo 3	85
5.4.4 Objetivo 4	85
5.4.5 Objetivo 5	85
6 DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL PROYECTO	86
6.1 INFORMACION RECOLECTADA	92
6.1.1 Infraestructura física	92
6.1.2 Tablero de Distribución	97
6.1.3 Racks de comunicaciones	99
6.1.4 Iluminación	102
6.1.5 Tomacorrientes.	104
6.1.6 Mallas de tierra	106
6.1.7 Aire acondicionado	107
6.2 ANALISIS Y RECOMENDACIONES	112
6.3 AUDITORÍA ENERGÉTICA Y URE	131
6.3.1 Reporte circuito alimentador	131
6.3.2 Modelo de Cálculo de Compensaciones Colombiano	137
6.4 ANALISIS DE LOS SISTEMAS DE POTENCIA	141
6.4.1 Perturbación eléctrica	141
6.5 ARMONICOS	152
6.6 TERMOGRAFIA	158
7 CONCLUSIONES	164
BIBLIOGRAFIA	166

LISTA DE FIGURAS

	pag
Figura 1. Centro de procesamiento de datos	30
Figura 2. Imagen de un esquema de centro de procesamiento de datos tier1	33
Figura 3. Imagen de un esquema de centro de procesamiento de datos tier2	34
Figura4. Imagen de un esquema de centro de procesamiento de datos tier3	35
Figura 5. Imagen de un esquema de centro de procesamiento de datos tier 4	36
Figura 6. Esquema de funcionamiento de un ciclo térmico	60
Figura 7. Configuración de sistemas de refrigeración	62
Figura 8. Tipos de distribución de aire	67
Figura 9. Esquema de climatización de un CP	68
Figura 10. Diagrama unifilar tablero de distribución eléctrica	88
Figura 11. Conexión del AR5.	90
Figura 12: Centro de procesamiento de datos IUPB	92
Figura 13: Piso técnico con corredores fríos y calientes	93
Figura 14: Estructura pedestales piso técnico	93
Figura 15: Techos con ducto A.A expuesto	94
Figura 16: Puerta blindada con barra antipánico	95
Figura 17: Paredes en vinilo blanco	96
Figura 18: Tablero distribución general sala de datos	97
Figura 19: Equipos activos racks centro de procesamiento de dato IUPB	99

Figura 20: Equipos activos racks centro de procesamiento de datos IUPB	100
Figura 21: Iluminación general del centro de procesamiento de datos IUPB	103
Figura 22: Luminaria fluorescente 60x60	104
Figura 23: Disposición de tomacorrientes respaldados.	105
Figura 24: Tomacorrientes respaldados por ups	105
Figura 25: Bandejas portacables aterrizadas	107
Figura 26. Plano de distribución del aire acondicionado	108
Figura 27: Equipo central de aire acondicionado	109
Figura 28: Conductos de A.A con rejilla difusora	111
Figura 29: evaporador tipo minisplit	111
Figura 30: Topología para sala de datos nivel I	112
Figura 31: Topología para sala de datos nivel II	113
Figura 32: Analizador de redes AR5-L Circutor	141
Figura 33: Conexión del AR5-L	142
Figura 34: Medida AR5 03/04/2014 12:09:57.	146
Figura 35: Medida AR5 05/04/2014 17:15:00	147
Figura 36: Medida ar5 05/04/2014 19:45:00	147
Figura 37: Medida ar5 06/04/2014 14:00:00	148
Figura 38: Medida ar5 07/04/2014 07:15:00	148
Figura 39: Medida AR5 07/04/2014 15:45:00	149
Figura 40: Tensión promedio en el periodo de medición	150
Figura 41: Corriente promedio en el periodo de medición	150
Figura 42: Potencia activa promedio en el periodo de medición	151

Figura 43: Armónicos el 03/04/2014 12:09:57.	153
Figura 44: Armónicos el 05/04/2014 17:15:00	153
Figura 45: Armónicos el 05/04/2014 19:45:00.	154
Figura 46: Armónicos el 06/04/2014 14:00:00	154
Figura 47: Armónicos el 07/04/2014 07:15:00.	155
Figura 48: Armónicos el 07/04/2014 15:45:00.	155
Figura 49: Tasa de distorsión armónica	156
Figura 50: Protección y conmutación ups 1	159
Figura 51: Termografía a tablero distribución	160
Figura52: barras de tierra (superior) y neutro (inferior)	161
Figura 53: Termografía a barra de neutros.	161
Figura 54: Punto conexión ups 1	162
Figura 55: Termografía punto conexión ups 1	163

LISTAS DE TABLAS

	pg
Tabla 1 . Tolerancia de temperatura y humedad para máquinas sin operar	71
Tabla 2. Tolerancia de temperatura y humedad para maquinas operando	71
Tabla 3: Equipos de medición	91
Tabla 4: Equipos activos sala de datos	101
Tabla 5. Temperaturas y humedades en el CPD	110
Tabla 6. Cuadro comparativo requerimientos ICREA vs CPD IUPB.	114
Tabla 7. Historial de fallas del circuito eléctrico alimentador R31-06	132
Tabla 8. Grupos de calidad de servicio de la CREG	140
Tabla 9. Cuadro de resultados del AR5.	143
Tabla 10. Niveles de distorsión de voltaje permitidos por	157

GLOSARIO DE TÉRMINOS:

ALIMENTADOR: todos los conductores de un circuito entre el equipo de acometida, la fuente de un sistema derivado independiente u otra fuente de suministro de energía eléctrica y el dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito ramal final.

ARMÓNICOS: son frecuencias múltiplos de la frecuencia fundamental de trabajo del sistema y cuya amplitud va decreciendo conforme aumenta el múltiplo.

BANDEJA PORTACABLES: unidad o conjunto de unidades, con sus accesorios, que forman una estructura rígida utilizada para soportar cables y canalizaciones.

BARRAJES: Conductor de baja impedancia al cual se conecta separadamente varios circuitos eléctricos. Es aquel punto del sistema eléctrico preparado para entregar y/o retirar energía eléctrica.

CAPACIDAD DE CORRIENTE: corriente máxima en amperios que puede transportar continuamente un conductor en condiciones de uso sin superar su temperatura nominal de servicio.

CIRCUITO RAMAL: conductores de un circuito entre el dispositivo final de protección contra sobrecorriente y la salida o salidas.

CLAVIJA, ENCHUFE: dispositivo introducido o retirado manualmente de un tomacorriente, el cual posee patas (contactos machos) que entran en contacto con los contactos hembra del tomacorriente.

CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA (GROUNDING CONDUCTOR): conductor utilizado para conectar los equipos o el circuito puesto a tierra de una instalación, al electrodo o electrodos de tierra de la instalación.

CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA DE LOS EQUIPOS: conductor utilizado para conectar las partes metálicas que no transportan corriente de los equipos, canalizaciones y otros encerramientos, al conductor puesto a tierra, al conductor del electrodo de

tierra de la instalación o a ambos, en los equipos de acometida o en el punto de origen de un sistema derivado independiente.

CONDUCTOR DEL ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA: conductor utilizado para conectar el electrodo de puesta a tierra al conductor de puesta a tierra de los equipos, al conductor puesto a tierra o a ambos, del circuito en los equipos de acometida o en punto de origen de un sistema derivado independiente.

CONDUCTOR PUESTO A TIERRA (GROUNDED CONDUCTOR): conductor de una instalación o circuito conectado intencionalmente a tierra. Generalmente es el neutro de un sistema monofásico o de un sistema trifásico en estrella.

CONDUIT: tubo rígido metálico o no metálico, destinado para alojar conductores eléctricos.

CPD: acrónimo de un centro de procesamiento de datos

CREG: acrónimo de la comisión reguladora de energía y gas de Colombia

INFRAESTRUCTURA: una infraestructura es el conjunto de elementos o servicios que están considerados como necesarios para que una organización pueda funcionar o bien para que una actividad se desarrolle efectivamente.

IT: información tecnológica

ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA: elemento o conjunto metálico conductor que se pone en contacto con la tierra física o suelo, ubicado lo más cerca posible del área de conexión del conductor de puesta a tierra al sistema. Puede ser una varilla destinada específicamente para ese uso o el elemento metálico de la estructura, la tubería metálica de agua en contacto directo con la tierra, un anillo o

una malla formados por uno o más conductores desnudos destinados para este uso.

NORMA TECNICA: documento aprobado por una institución reconocida, que prevé, para uso común y repetido, reglas, directrices o características para los productos o los procesos y métodos de producción conexos, servicios o procesos cuya observancia no es obligatoria.

POTENCIA: la potencia eléctrica es la relación de paso de energía de un flujo por unidad de tiempo; es decir, la cantidad de energía entregada o absorbida por un elemento en un tiempo determinado.

RACKS: es un soporte metálico destinado a alojar equipamiento electrónico, informático y de comunicaciones.

REGLAMENTO TECNICO: documento en el que se establecen las características de un producto, servicio o los procesos o métodos de producción, con inclusión de las disposiciones administrativas aplicables y cuya observación es obligatoria.

RETIE: acrónimo del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas adoptado por Colombia

TABLERO DE DISTRIBUCIÓN O PANEL DE DISTRIBUCIÓN: un solo panel o grupo de paneles diseñados para ensamblarse en forma de un solo panel, que incluye elementos de conexión, dispositivos automáticos de protección contra sobrecorriente y puede estar equipado con interruptores para accionamiento de circuitos de alumbrado, calefacción o fuerza; está diseñado para ser instalado en un armario o caja colocado en o sobre una pared o tabique y es accesible sólo por su frente.

PUENTE DE CONEXIÓN EQUIPOTENCIAL: conductor confiable que asegura la conductividad eléctrica necesaria entre las partes metálicas que deben estar eléctricamente conectadas entre sí.

TENSIÓN: es una magnitud física que cuantifica la diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos

TIERRA: conexión conductora, intencionada o accidental, entre un circuito o equipo eléctrico y el suelo tierra o con algún cuerpo conductor que pueda servir en lugar del suelo.

TOMACORRIENTE: dispositivo que tiene contactos hembra para la conexión de una clavija y terminales para la conexión a los circuitos de salida. Un tomacorriente sencillo es un dispositivo sencillo sin más dispositivos de contacto en el mismo molde. Un tomacorriente múltiple es un dispositivo que contiene dos o más tomacorrientes.

UNIFILAR: Un esquema o diagrama unifilar es una representación gráfica de una instalación eléctrica o de parte de ella. El esquema unifilar se distingue de otros tipos de esquemas eléctricos en que el conjunto de conductores de un circuito se representa mediante una única línea, independientemente de la cantidad de dichos conductores.

RESUMEN

Un Centro de Procesamiento de Datos (CPD) es aquel espacio o área donde se concentran los recursos necesarios para el procesamiento de la información de una organización. Por lo general se ubica en un edificio o sala de gran tamaño usada para mantener en él una gran cantidad de equipamiento electrónico. Suelen ser creados y mantenidos por grandes y pequeñas organizaciones con objeto de tener acceso a la información necesaria para sus operaciones.

Entre los factores más importantes que motivan el diseño construcción y operación de un CPD se puede destacar el garantizar la continuidad del servicio a clientes, empleados, ciudadanos, proveedores y empresas colaboradoras, en estos ámbitos es muy importante la protección física de los equipos informáticos o de comunicaciones, así como servidores, bases de datos que contenga información crítica.

Existen organizaciones dedicadas a la creación y mejoramiento de normas para CPD como la ICREA Std-131-2013 y la ANSI/TIA-942-2005 que define las normas que se deben seguir en el diseño, construcción y operación de un Centro de Procesamiento de Datos de acuerdo con los niveles de confiabilidad y seguridad deseados.

Siempre que se cuente con un tipo de infraestructura de alta complejidad como estos Centros de Procesamiento de Datos se hace necesario estar verificando disponibilidad y funcionamiento óptimo tanto a los equipos electrónicos como a los equipos electromecánicos que intervienen en el buen desempeño del CPD.

Para esto se puede recurrir a múltiples estrategias entre las cuales tenemos planes de mantenimiento preventivos, predictivos, proactivos, consultorías técnicas, esta última busca en general proveer un servicio que proporciona conocimientos y capacidades profesionales para resolver problemas o presentar nuevas estrategias para mejorar un proceso.

Dentro estos procesos de verificación, y propuestas de mejoras siempre será necesario contar con los reglamentos y normatividades locales como el RETIE, la NTC 2050, el RETILAP para todo lo relacionado con la parte eléctrica de los Centros de Procesamiento de Datos

Teniendo en cuenta estos reglamentos y normas se realizó la evaluación de un Centro de Procesamiento de Datos de pequeña escala de la Institución Universitaria Pascual Bravo, a la cual se le realizó verificaciones y mediciones de los sistemas de potencia eléctrica, aires acondicionados e infraestructura para enmarcarlo en las normas antes mencionadas y generar un listado de recomendaciones que mejoren la confiabilidad y continuidad de este CP

INTRODUCCIÓN

Siempre que se tiene una infraestructura instalada de vital importancia para el desempeño de una organización, empresa o comunidad se debe tener en cuenta el desempeño óptimo de esta, por ende se debe implementar un buen plan de mantenimiento, que garantice la confiabilidad de los equipos, además con el avance de la tecnología es necesario revisar en qué estado estamos frente a los nuevos requerimientos, en aras del crecimiento y el mejoramiento continuo para mantener siempre un equilibrio constante con los retos que el mercado nos impone.

Para estas infraestructuras tan importantes tanto en el ámbito nacional como internacional por su procesamiento de información relevantes para nuestras vidas, siempre será necesario estar verificando el estado en que se encuentran los equipos, que normativas nos acogen y como estamos frente a estas, es por eso que un grupo de estudiantes, dividido en dos frentes de trabajo, decidimos realizar un proyecto de consultoría en el centro de procesamiento de datos de la Institución Universitaria Pascuas Bravo para detectar posibles fallas y elaborar un informe de recomendaciones para futuras adecuaciones de los sistemas electromecánicos, enfocados en un marco de reglamentación y normatividad establecido a nivel local e internacional y buscando la optimización de los mismos.

La consultoría pretende confrontar el sistema de potencia, mallas de tierra, apantallamiento y respaldo existentes en el Centro de Procesamiento de Datos de la Institución Universitaria Pascual Bravo, contra las normas internacionales y nacionales que aplican a los CPD para detectar fallencias, potencialidades y sugerir futuras mejoras.

Durante el proceso de diagnóstico y reconocimiento en sitio, se evaluarán los sistemas de infraestructura, como son, Aire Acondicionado, Iluminación, Ubicación de Racks, entre otros y se enmarcaran en la normatividad y reglamentación para este tipo de centros de datos con el fin de generar un informe que de luces a futuras adecuaciones.

Por último se realizará un manual de criterios para el diseño de una sala de procesamiento de datos basado en la norma Internacional para la Construcción e Instalación de Equipamiento de Ambientes para el Equipo de Manejo de Tecnologías de Información y Similares (ICREA Std -131-2013) y la norma de infraestructura de telecomunicaciones para centros de procesamiento de datos, (ANSI /TIA- 942-2005) que sirva como guía para futuros proyectos

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Los Centros de Procesamiento de Datos por su altos niveles de complejidad en su infraestructura física y equipos electrónicos para el procesamiento de información de vital importancia para las empresas, instituciones o comunidades, se ven expuestos a posibles interrupciones no programadas por situaciones que se dan por malas adecuaciones del cableado, almacenaje de material combustible, humedades, intrusión y falla de equipos electrónicos por recalentamiento y sobre tensiones, falta de mantenimiento en sistemas ininterrumpidos de potencia (UPS) aires acondicionados entre otros.

Ya que la Institución Universitaria Pascual Bravo viene afrontando un crecimiento relevante tanto a nivel de infraestructura como en su comunidad estudiantil y se plantean nuevos retos desde la parte administrativa tanto en el campus universitario, como posibles alianzas estratégicas con otras entidades del sector que ayuden al fortalecimiento común de estas, se hace necesario realizar una consultoría que verifique en qué estado se encuentra la parte eléctrica y los sistemas anterior mente citados que ayudan a la disponibilidad y confiabilidad del centro de procesamiento de datos para afrontar los nuevos retos.

2. JUSTIFICACIÓN

El proyecto pretende dar conocimiento sobre el estado de disponibilidad y confiabilidad del sistema de potencia eléctrico y de la infraestructura de Centro de Procesamiento de Datos de la Institución Universitaria Pascual Bravo para garantizar las necesidades de crecimiento de este campus.

Con este proyecto se brindara a la Institución Universitaria Pascual Bravo la posibilidad de confrontar contra las normas internacionales y nacionales que aplican a los CPD, el estado actual del Centro de Procesamiento de Datos.

La principal necesidad que se busca resolver con este trabajo es la verificación del estado del sistema de potencia eléctrica, mallas de tierra y respaldo existentes en el Centro de Procesamiento de Datos de la Institución Universitaria Pascual Bravo.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar una consultoria de los sistemas de potencia electrica, electromecanicos y de infraestructura del Centro de Procesamiento de Datos de la Institución Universitaria Pascual Bravo para diagnosticar falencias y fortalezas en pro de la confiabilidad y continuidad de este campus. Al igual que construir un manual de criterios de diseño de centro de procesamiento de datos basado en las normas ICREA Std-131-2013 y ANSI/TIA-942-2005

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Verificar que el sistema de potencia eléctrica cumpla con el Reglamento Técnico de instalaciones Eléctricas RETIE, y que los niveles de iluminación sean acorde con el RETILAP
- Comprobar que el aire acondicionado, la instalaciones locativas y de infraestructura existente funcione de acuerdo a lo establecido por la norma ICREA Std-131-2013
- Generar un manual de criterios de diseño para salas de procesamiento de datos como documento de consulta académica

4. REFERENTES TEÓRICOS

4.1 CONSULTORIA¹

La consultoría se puede definir como “la actividad profesional relativa a los servicios especializados prestados a una compañía o institución para asesorarla y ayudarla en la mejora de su gestión, operaciones y/o resultados financieros”.

Según el ideador de negocios Jaime Ospina Blog, la consultoría es “Servicio prestado por una persona o personas independientes y calificadas en la identificación e investigación de problemas relacionados con políticas, organización, procedimientos y métodos; recomendación de medidas apropiadas y prestación de asistencia en la aplicación de dichas recomendaciones”.

En general la consultoría es un servicio que proporciona conocimientos y capacidades profesionales para resolver problemas o presentar nuevas estrategias para mejorar las organizaciones.

Existen múltiples empresas dedicadas a prestar servicio de consultorías, entre las más sobresalientes tenemos:

4.1.1 En el área de la ingeniería. En el área de la ingeniería, las empresas de consultoría son de dimensiones y organizaciones muy variadas, van desde micro-empresas de carácter personal, con pocos profesionales que se dedican a temas muy específicos, hasta empresas que tienen una historia de varias décadas, y que cuentan con equipos multidisciplinares conformados por varias centenas de

¹ LIBRO BLANCO DE BUENAS PRÁCTICAS EN EL MERCADO DE LA CONSULTORÍA
Autores: AEC(Asociación Española de Empresas de Consultoría)

profesionales no solo en las diversas disciplinas de la ingeniería sino que se complementan con profesionales de otras áreas, como sociólogos, economistas, arquitectos, médicos entre otros

4.1.2 Las consultoras especializadas en logística. Son empresas que se especializan en productos y servicios ligados a la cadena de suministro y a la logística. En muchos casos realizan proyectos de cadena de suministro, operaciones de centro de distribución y almacén, automatización de almacenes, de trazabilidad de materiales

4.1.3 Las consultorías en comunicación. Una consultoría en comunicación es un proceso que permite describir y analizar las comunicaciones de una institución.

La consultoría en comunicación tiene generalmente dos fases; La primera fase consta de un reconocimiento a la organización objeto de estudio, de un diagnóstico que permitirá al consultor analizar, evaluar y determinar las posibles falencias que ha desarrollado la organización. La segunda fase se le conoce como plan de acción o plan estratégico de comunicación, que propone alternativas de acción y mejora para dar solución a estos problemas en comunicación.

4.2 NORMA TECNICA²

Una norma técnica es un documento aprobado por un organismo reconocido que establece especificaciones técnicas basadas en los resultados de la experiencia y del desarrollo tecnológico, que hay que cumplir en determinados productos, procesos o servicios.

Las normas resultan fundamentales para programar los procesos de producción.

Se crean con el consenso de todas las partes interesadas e involucradas en una actividad (fabricantes, administración, consumidores, laboratorios, centros de investigación).

² BIBLIOTECA DE LA UNIVERSIDAD DE ALCALÁ

Deben aprobarse por un Organismo de Normalización reconocido. Se identifican por siglas según el Organismo que lo apruebe:

- ISO: International Organization for Standardization
- EN: Norma europea aprobada por algún Organismo de Normalización europeo: CEN, CENELEC, ETSI
- UNE: Una norma española de AENOR

Entre las normas y reglamentos utilizados para el desarrollo de esta consultoría tenemos:

4.2.1 ICREA-Std-131-2013. La Norma “ICREA-Std-131-2013” es un conjunto de recomendaciones y mejores prácticas acordadas entre varios países y un grupo de expertos en CPD’s, que define la forma de construir un Centro de Procesamiento de Datos de acuerdo con los niveles de confiabilidad y seguridad deseados siendo así los siguientes:

Nivel	Descripción	Disponibilidad
I	Sala de cómputo en ambiente Certificado QADC (Quality assurance data center)	95%
II	Sala de cómputo en ambiente Certificado de clase mundial WCQA (World Class Quality Assurance Data Center)	99%
III	Sala de cómputo confiable con Ambiente Certificado de clase mundial S-WCQA (Safety World Class Quality Assurance Data Center)	99.9%
IV	Sala de cómputo de alta seguridad con certificación HS-WCQA (High Security World Class Quality Assurance Data Center)	99.99%

V Sala de cómputo de alta seguridad y alta disponibilidad con certificación de clase mundial HSHA-WCQA (High Security High 99.998% Available World Class Quality Assurance Data Center)

Incluye:

- Aspectos generales.
- Instalaciones eléctricas.
- Aire acondicionado.
- Comunicaciones Environment (Piso tecnico, acabados, obra civil).
- Seguridad (CCTV, control de acceso, detección y supresión de incendios).
- Anexos para certificación de CPD's

4.2.2 Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE)³. El objeto fundamental de este Reglamento es establecer las medidas tendientes a garantizar la seguridad de las personas, de la vida animal y vegetal y la preservación del medio ambiente; previniendo, minimizando o eliminando los riesgos de origen eléctrico. Estas prescripciones parten de que se cumplan los requisitos civiles, mecánicos y de fabricación de equipos.

Adicionalmente señala, las exigencias y especificaciones que garanticen la seguridad de las instalaciones eléctricas con base en su buen funcionamiento, la confiabilidad, calidad y adecuada utilización de los productos, es decir, fija los parámetros mínimos de seguridad para las instalaciones eléctricas, un reglamento a diferencia de una norma es de carácter obligatorio.

³ RETIE. Capítulo I, Artículo 1

4.2.3 Código Eléctrico Colombiano (NTC 2050)⁴. Tiene como objetivo:

a) Salvaguardia. El objetivo de este código es la salvaguardia de las personas y de los bienes contra los riesgos que pueden surgir por el uso de la electricidad.

b) Provisión y suficiencia. Este código contiene disposiciones que se consideran necesarias para la seguridad. El cumplimiento de las mismas y el mantenimiento adecuado darán lugar a una instalación prácticamente libre de riesgos, pero no necesariamente eficiente, conveniente o adecuada para el buen servicio o para ampliaciones futuras en el uso de la electricidad.

Nota. Dentro de los riesgos, se pueden resaltar los causados por sobrecarga en instalaciones eléctricas, debido a que no se utilizan de acuerdo con las disposiciones de este código. Esto sucede porque la instalación inicial no prevé los posibles aumentos del consumo de electricidad. Una instalación inicial adecuada y una previsión razonable de cambios en el sistema, permitirá futuros aumentos del consumo eléctrico.

c) Intención. Este código no tiene la intención de marcar especificaciones de diseño ni de ser un manual de instrucciones para personal no calificado.

4.3 CENTRO DE PROCESAMIENTO DE DATOS (CPD)

Un centro de procesamiento de datos (CPD), es una instalación empleada para albergar los sistemas de información y sus componentes asociados, como las telecomunicaciones y los sistemas de almacenamiento. Generalmente incluye fuentes de alimentación redundantes o de respaldo, conexiones redundantes de comunicaciones, controles de ambiente (por ejemplo, aire acondicionado) y otros dispositivos de seguridad.

⁴ NTC 2050,90-1

4.4 LUGAR PARA LA INSTALACIÓN⁵

Para la selección del lugar más adecuado en el que se instale el Ambiente de Tecnologías de la Información, se deberá solicitar el apoyo de un perito en la construcción de salas de cómputo. Se deberá evaluar el lugar desde el punto de vista seguridad, alimentación eléctrica, posibles problemas estructurales, EMC (compatibilidad electromagnética), vibraciones e inundaciones. El Ambiente de Tecnologías de la Información, deberá alojarse en un edificio construido con materiales no combustibles; tomando en cuenta los riesgos relacionados como terremotos, sismos, perimetral, colindancias, aspectos hidrológicos, estabilidad política, problemas sociales potenciales; zonas cercanas con centros recreativos, escuelas y universidades; supermercados, grandes almacenes, fábricas, gasolineras, aeropuertos, rutas de aterrizaje de aviones, y cualquier otro que pudiera aportar una carga de combustible o un problema político-social.

Esto es: se deberán utilizar materiales que faciliten la administración de riesgos del entorno de la localización y de sus accesos, deberán tomarse en consideración los límites de supervivencia indicados en la Norma NFPA 75 para datos y hardware, proporcionando ambientes que garanticen que los límites de temperatura y humedad externa e interna no pongan en riesgo la integridad de los activos informáticos.

⁵ ICREA Std-131-2013. p.20

4.5 PROYECTOS A CONSIDERAR ⁶

Los proyectos que deberán integrarse en la planeación de una sala de cómputo son:

Arquitectónico, Obra civil, Eléctrico, Aire Acondicionado, Ámbito, Comunicaciones, Seguridad, Gobernabilidad y Sustentabilidad.

El Ambiente de Tecnologías de la Información deberá colocarse en un lugar en donde se tenga una exposición mínima al fuego, a gases corrosivos, al calor, a humos, al agua y a la intervención humana ajena a estas instalaciones. Se deberá construir una barrera antifuego en el perímetro de colindancia de la sala con otros departamentos, que incluya paredes, pasos de ductos, techo y pisos.



Figura 1. Centro de procesamiento de datos⁷.

⁶ Ibid.p21

⁷ <http://orbitum.frm.utn.edu.ar/>

El Ambiente de Tecnologías de la Información deberá diseñarse en base a los resultados del análisis de riesgos físico-ambientales que deben ser anexados a los proyectos, de los cuales surgen los niveles de protección acordes a los niveles de servicios a proveer a los clientes internos y externos de la organización. Así mismo, el proyecto y su documentación conforme a obra, determinará su contribución al diseño del Plan de Continuidad de las Operaciones; en particular para minimizar el plazo de Retorno a la Normalidad en caso de Contingencias.

Los criterios de diseño del proyecto deberán basarse en las recomendaciones de la Norma NFPA-75 y en los criterios de las Normas ISO/IEC 17799 e ISO/IEC 27001; además de regulaciones específicas de la industria de cada organización.

4.6 CLASIFICACIÓN ⁸

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

➤ **Nivel I.** Sala de cómputo en ambiente Certificado QADC (Quality Assurance Data Center). Esta topología aporta un 95% de disponibilidad.

Nivel II. Sala de cómputo en ambiente Certificado de clase mundial WCQA (World Class Quality Assurance). Esta topología aporta un 99% de disponibilidad.

Nivel III. Sala de cómputo confiable con Ambiente Certificado de clase mundial S-WCQA (Safety World Class Quality Assurance). Esta topología aporta un 99.9% de disponibilidad.

Nivel IV: Sala de cómputo de alta seguridad con certificación HS-WCQA (High Security World Class Quality Assurance). Esta topología aporta un 99.99% de disponibilidad.

⁸ Ibid.P22

- **Nivel V:** Sala de cómputo de alta seguridad y alta disponibilidad con certificación de clase mundial HSHA-WCQA (High Security, High Available World Class Quality Assurance). Esta topología aporta un 99.999% de disponibilidad.

El Uptime Instituto (organización encargada de crear y promover los conocimientos y lineamientos necesarios que debe cumplir un Data Center para garantizar su disponibilidad y continuidad) creó el sistema de clasificación de nivel estándar (Tier) a mediados de la década de 1990 como un medio para evaluar de manera efectiva la infraestructura del centro de datos en lo que respecta a los requisitos de negocios para la disponibilidad del sistema.⁹

Según Uptime Institute los tier se clasifican en:

- **Tier I¹⁰:** Infraestructura básica. Los centros de nivel I corren el riesgo de interrupciones a partir de acontecimientos planificados e imprevistos. Si tienen un UPS o un generador de energía, estos son sistemas modulares únicos con muchos puntos individuales de falla. Se deberá apagar los equipos para su mantenimiento y las fallas espontáneas provocarán interrupciones en el centro de datos. Aplicable para negocios pequeños, con infraestructura de TI solo para procesos internos, solo aplicable a compañías que hacen uso de la Web como una herramienta de mercadeo y compañías que basan su negocio en Internet pero que no requieren calidad en sus servicios

⁹ www.uptimeinstitute.org

¹⁰ <http://orbitum.frm.utn.edu.ar/>

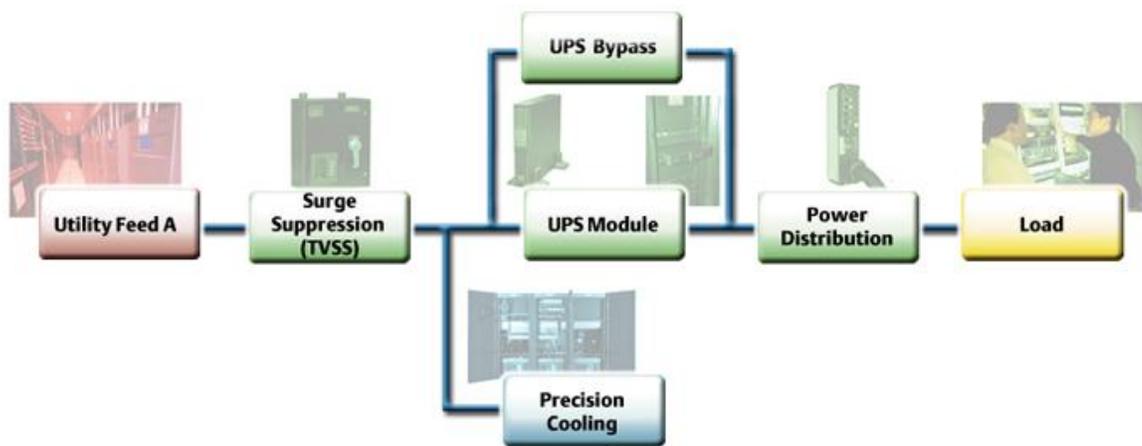


Figura 2. Imagen de un esquema de centro de procesamiento de datos tier1¹¹.

➤ **Tier II:** Infraestructura con componentes redundantes. Los centros del nivel II son un poco menos propensos a las interrupciones que los centros del nivel I porque tienen elementos redundantes. Sin embargo, tienen una trayectoria de distribución de filamento simple (sola ruta para la alimentación de potencia), lo que implica que se deberá apagar los equipos para realizar el mantenimiento en la trayectoria de energía crítica y otras piezas de la infraestructura dejando fuera de servicio el centro de procesamiento de datos.

Aplicable a negocios pequeños, uso de TI limitado a las horas normales de trabajo, para compañías de software que no ofrecen servicios “online” o “real-time” y compañías que basan su negocio en Internet pero que no requieren calidad en sus servicios.

¹¹ http://www.emersonnetworkpower-partner.com/NG_Power10/default.aspx

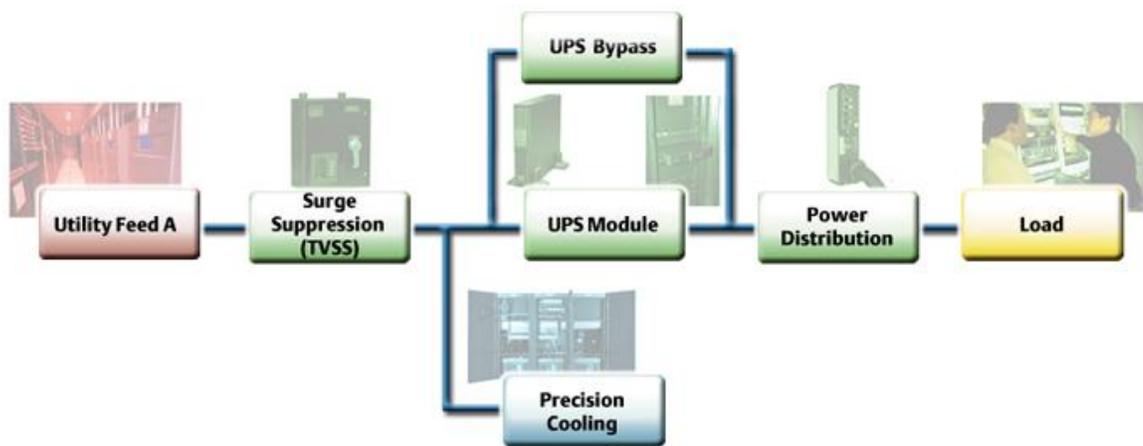


Figura 3. Imagen de un esquema de centro de procesamiento de datos tier2¹².

- **Tier III:** Infraestructura con Mantenimiento simultáneo. Se pueden realizar tareas de mantenimiento programadas sin interrupciones en los centros del nivel III. Tiene la capacidad y la distribución suficientes para transportar la carga de un trayecto en forma simultánea mientras se repara el otro trayecto. Sin embargo, actividades imprevistas, como errores en la operación o fallas espontáneas de elementos, causarán interrupciones.
- Aplicable a compañías que dan soporte 7/24 como centros de servicio y información, negocios donde los recursos de TI dan soporte a procesos, automatizados y a compañías que manejan múltiples zonas horarias.

¹² http://www.emersonnetworkpower-partner.com/NG_Power10/default.aspx

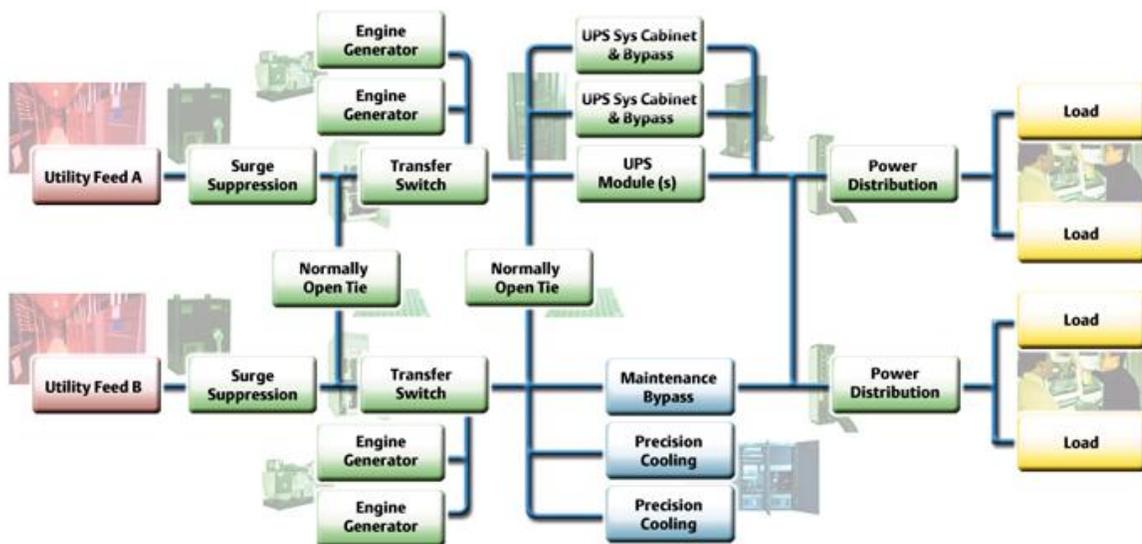


Figura4. Imagen de un esquema de centro de procesamiento de datos tier3¹³.

➤ **Tier IV:** Infraestructura Tolerante a Fallas. Los centros del nivel IV pueden realizar cualquier actividad programada sin interrupciones en la carga crítica y admitir al menos una de las peores fallas imprevistas sin impacto en la carga crítica. Esto exige trayectos de distribución activos en forma simultánea. En términos eléctricos, implica dos sistemas de UPS separados en los que cada sistema tenga redundancia N+1. El nivel IV exige que el hardware de todas las computadoras tenga entradas de potencia doble. Sin embargo, debido a los códigos de seguridad de incendio y electricidad, habrá un tiempo de interrupción del servicio por las alarmas de incendio o personas que hagan una interrupción de energía de emergencia (EPO, por sus siglas en inglés: Emergency Power Off).

Aplicable a compañías con presencia en el mercado internacional que ofrecen servicios 24x365 en un mercado altamente competitivo, compañías basadas en el comercio electrónico, acceso a procesos y transacciones Online y a entidades financieras.

¹³ http://www.emersonnetworkpower-partner.com/NG_Power10/default.aspx

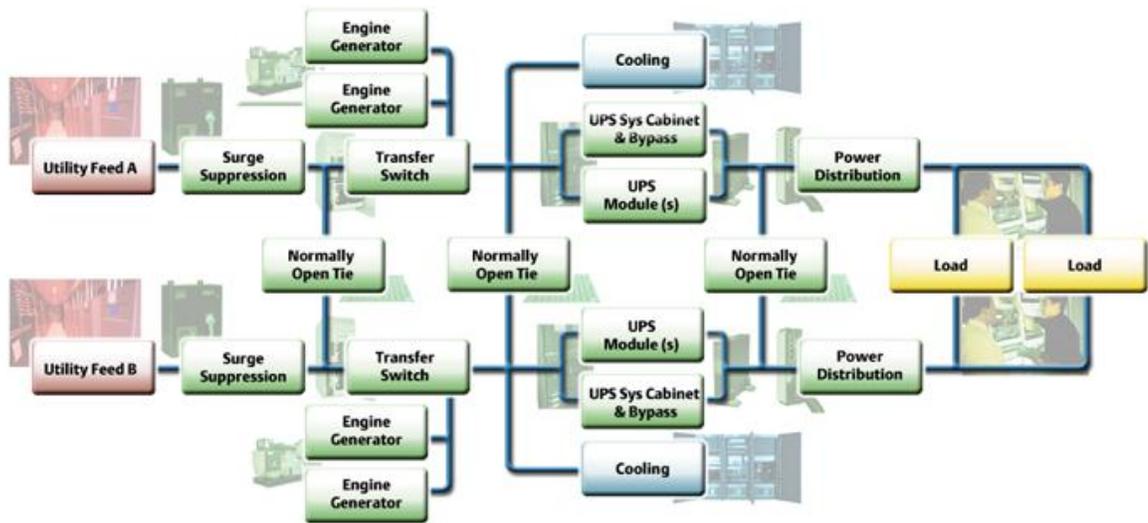


Figura 5. Imagen de un esquema de centro de procesamiento de datos tier 4¹⁴..

4.7 INSTALACIÓN ELÉCTRICA¹⁵

Se entiende por instalación eléctrica de un Ambiente de “Tecnologías de la Información” (TI), a aquella instalación eléctrica que sirva para proporcionar energía eléctrica (independiente a otras cargas) a equipos de cómputo y comunicaciones y sus correspondientes equipos de soporte incluyendo todos sus accesorios.

Se entiende también que una instalación eléctrica de un ambiente TI proporciona una energía de calidad según lo requieren los equipos y lo exigen los fabricantes de los mismos y basados en las recomendaciones de ITI (Information Technology Industry Council)¹⁶.

¹⁴ http://www.emersonnetworkpower-partner.com/NG_Power10/default.aspx

¹⁵ ICREA Std-131-2013 p.36-57

¹⁶ Anteriormente conocido como CBEMA (Computer and Business Equipment Manufacturers Association)

Así mismo se establece que el alimentador eléctrico para un ambiente TI deberá ser independiente de cualquier otra carga y partirá desde la subestación eléctrica más próxima o desde la acometida en baja tensión.

Se deberán evitar puntos únicos de falla y para el caso de los niveles II, IV y V las instalaciones deberán ser mantenibles sin necesidad de suspender la operación de los equipos de procesamiento de datos.

En los niveles IV y V las instalaciones eléctricas deberán ser tolerantes a fallas, para esto se debe implementar una instalación eléctrica que contemple circuitos independientes en todas sus alimentaciones; más un circuito adicional de la misma capacidad de reserva para el caso de falla de cualquiera de los otros circuitos, también se debe considerara dos sistemas de UPS separados en los que cada sistema tenga redundancia N+1).

4.7.1 Sistema de puesta a tierra (SPT) ¹⁷. 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 la red equipotencial de cables que Normalmente no conducen corriente

Según la NTC 2050 existen varios sistemas de puesta a tierra entre los más comunes tenemos:

➤ **El sistema de puesta a tierra aislada.** Su objetivo es proporcionar una referencia de potencial a toda la electrónica incorporada en los equipos de cómputo y comunicaciones, así como reducir el ruido electromagnético, corrientes errantes y voltajes a la electrónica de los equipos de cómputo. Consiste de un conductor forrado, el cual se instala junto con los conductores de fase; conductor Neutro y el conductor de puesta a tierra de seguridad de los equipos, en la misma canalización, inicia en la barra principal de puesta a tierra de los equipos de

¹⁷ NTC 2050 P8

acometida ó de la fuente de un sistema “derivado separadamente” que energice la carga. De este punto en forma radial, parte un conductor de puesta a tierra aislada para cada circuito alimentador, a su vez, llega a la barra aislada IGB (Insulated Grounding Busbar) en tableros principales o secundarios.

El conductor de puesta a tierra aislada, después de su punto de origen, no deberá volver a conectarse con el conductor de puesta a tierra de seguridad así como tampoco con elementos metálicos como canalizaciones o gabinetes metálicos de tableros o elementos estructurales del inmueble. El punto final de conexión será el borne de tierra aislada en el (los) contacto(s) o receptáculo(s).

➤ **Sistema de la puesta a tierra de seguridad.** Su objetivo es proporcionar seguridad al usuario, evitando tensiones excesivas entre los puntos de contacto de dos partes del cuerpo ya sean manos y pies o pie y cabeza o mano y pie, proveer una trayectoria de baja impedancia para el retorno de la corriente de falla de fase a tierra, lo cual permitirá que los dispositivos de protección contra sobre corriente operen para liberar la falla, Evitar que canalizaciones o cualquier estructura metálica alcance potenciales peligrosos para el ser humano¹⁸.

Generalmente este conductor es desnudo, pero puede ser con conductor forrado

4.7.2 Conductores en la puesta a tierra. En los equipos de acometida o a la salida de un sistema derivado separadamente, se tendrán los siguientes conductores:

➤ **El conductor puesto a tierra o neutro.** Conductor de un sistema o circuito intencionadamente puesto a tierra, para dar referencia a un sistema trifásico conexión estrella.

¹⁸ NEC 2011, IEEE Std 1100-2005

➤ **Puente de Unión Principal.** La conexión en la acometida entre el conductor del circuito puesto a tierra o neutro y el conductor de puesta a tierra del equipo, deberá estar dimensionado conforme al artículo 250-79 (Puentes de conexión equipotencial principal y de equipos.) en conjunto con la tabla 250-94 (Conductor del electrodo de puesta a tierra para sistemas de c.a.) de la NTC 2050

➤ **Conductor de Puesta a Tierra de los equipos.** Es el conductor utilizado para conectar las partes metálicas no conductoras de corriente eléctrica de los equipos, canalizaciones y otras envolventes al conductor del sistema puesto a tierra o neutro, al conductor del electrodo de puesta a tierra o ambos, en los equipos de acometida o en el punto de origen de un sistema derivado separadamente. Este conductor une la barra principal de puesta a tierra de los equipos de acometida BPT (MGB) con las barras secundarias de puesta a tierra BST (SGB)¹⁹ de los tableros de distribución y deberá estar dimensionado conforme al Artículo 250-95 (Calibre de los conductores de puesta a tierra de los equipos) en conjunto con la Tabla 250-95. (Calibre mínimo de los conductores de puesta a tierra de equipos para puesta a tierra de canalizaciones y equipos). De la NTC 2050. En ningún caso podrá ser menor que Cal #4 AWG.

➤ **Conductor del electrodo de puesta a tierra.** Conductor utilizado para conectar el(los) electrodo(s) de puesta a tierra al conductor de puesta a tierra del equipo, al conductor puesto a tierra o a ambos a la acometida en cada edificio o a la estructura donde esté alimentado desde una acometida común o a la fuente de un sistema derivado separadamente.

Este conductor de puesta de tierra une la BPT con los electrodos de puesta a tierra, deberá estar dimensionado conforme al Artículo 250-94 (Calibre del conductor del electrodo de puesta a tierra en instalaciones de corriente alterna.) en

¹⁹ BST Barra secundaria de puesta a tierra o SGB Secondary Ground Busbar

conjunto con la tabla 250-94 (Conductor del electrodo de puesta a tierra para sistemas de ca.) de la NTC 2050

En cada tablero de distribución de circuitos, se deberá proveer de una barra de puesta a tierra aislada totalmente independiente de la barra de neutro y deberá estar aislada del gabinete metálico montándola sobre aisladores.

4.7.3 Interconexión entre diferentes sistemas de puesta a tierra. Con miras a lograr una referencia “CERO” entre todos los sistemas de puesta a tierra, se deberán unir físicamente todos los sistemas de puesta tierra. Esto incluye los sistemas de puesta a tierra para comunicaciones, equipos de cómputo, puesta a tierra de gabinetes y estructuras metálicas y sistema de protección contra descargas atmosféricas.

4.7.4 Malla de Referencia de Seguridad.

- **Caso 1.** Un piso elevado o piso técnico con travesaños que aseguren la continuidad eléctrica de toda la estructura, podrá fungir como plano de referencia a tierra, sí y sólo sí la estructura presenta en forma permanente, una trayectoria de baja impedancia a tierra.
- **Caso 2.** Si la continuidad eléctrica permanente en la estructura no se puede garantizar, entonces se deberá instalar una malla independiente de 1,22 m x 1,22 m de cobre construida a base de cable calibre AWG 8 y sin tocar la estructura del piso elevado. La malla deberá abarcar toda la sala.

4.7.5 Malla de Referencia de Alta Frecuencia:²⁰ El objeto de los planos de referencia, es evitar la interferencia electromagnética de alta frecuencia o ruido eléctrico en las líneas de energía eléctrica. HFNI (High Frequency Noise Interference). Para evitar este tipo de interferencia, se deberán colocar algunos de los arreglos propuestos si sobre el piso elevado se instala cualquiera de los siguientes equipos:

- Tableros eléctricos.
- Tableros eléctricos autosoportados PDUs (Unidades de Distribución de Energía).
- Plantas generadoras de energía eléctrica.
- Fuentes de energía ininterrumpibles.
- Transformadores.

Las conexiones a la malla de HF deberán tener una longitud máxima²¹ de $1/20$ de λ (λ = Longitud de onda)

4.7.6 Protección contra descargas atmosféricas. Se deberá proveer de un sistema de protección contra descargas atmosféricas que deberá estar diseñado en base a la norma de protección contra rayos NTC 4552 y debe contar como mínimo con un sistema que proteja la totalidad del Data Center y las zonas de equipos de soporte (Plantas generadoras, subestaciones eléctricas, UPS's, Equipos de aire acondicionado y sistemas de control de acceso y combate al fuego). En caso de no existir alguna Normatividad local, el diseño y la instalación deberá basarse a lo indicado por alguna Norma internacional²².

²⁰ IEEE 1100, Rev 2005

²¹ IEEE 1100, Rev 2005

²² NFPA 780 Standard for the installation of Lightning Protection Systems 2008 Edition.

El sistema deberá estar puesto a tierra en forma independiente. Deberán utilizarse dos o más conductores de bajada. De utilizarse sólo dos, estos deberán ser diametralmente opuestos. De utilizarse más de dos conductores de bajada, estos deberán estar distribuidos en el perímetro del inmueble que se está protegiendo a una distancia no mayor a 30 metros.

Cuando se utilicen arreglos de múltiples electrodos, la separación entre ellos no será mayor a 6 metros ni menor a la longitud de un electrodo. La impedancia del sistema de puesta a tierra del sistema de protección contra descargas atmosféricas deberá mantenerse en niveles no mayores a 10 ohms.

Los conductores de bajada del sistema de protección contra descargas atmosféricas no deberán ser utilizados para la puesta a tierra de equipos.

El sistema de puesta a tierra deberá estar unido a los sistemas de puesta a tierra existentes dentro de la instalación, ver artículo 420.2.13 Norma ICREA-Std-131-2013

4.7.7 Registros o pozos de visita. Por cada electrodo, deberá instalarse un registro para mediciones e inspecciones, de las siguientes dimensiones: 0.40 x 0.40 x 0.40 metros debiendo quedar perfectamente identificados mediante un símbolo de puesta a tierra.

4.7.8 Acometidas y Alimentadores Eléctricos. Derivación de la red local del servicio respectivo, que llega hasta el registro de corte del inmueble. En edificios de propiedad horizontal o condominios, la acometida llega hasta el registro de corte general²³.

➤ **Calibre del alimentador.** Se deberán satisfacer todos los lineamientos establecidos por NTC 2050 en tabla 310-16.

²³ NTC 2050 P5

La caída de voltaje que se deberá considerar para su cálculo será del 2% en condiciones de plena carga.

➤ **Calibre del Neutro.** Como consecuencia de las cargas no lineales y sus consecuentes corrientes de secuencia “cero” por el neutro, se deberán tomar consideraciones particulares para este tipo de instalaciones.

Se deberá sobredimensionar el neutro a 1,73 veces el calibre de las fases de acuerdo con el Capítulo 2 artículo 15 numeral 15.1 literal e del RETIE y las recomendaciones de ITIC²⁴ (Information Technology Industry Council).

➤ **Consideraciones de crecimiento.** Se deberá considerar un factor de crecimiento entre el 30% y el 40% teniendo en cuenta una expectativa de crecimiento a 5 años. Por lo que una vez dimensionados los conductores y protecciones para manejar el 100% de la carga instalada de acuerdo con lo establecido en NEC 2011.

➤ **Protecciones.** Debido a la naturaleza no lineal de las cargas y la consecuente presencia de armónicos, las protecciones deberán calcularse para el total de la carga de acuerdo a lo mencionado en la sección 420.5 de Norma ICREA Std-131-2013, pero se deberá prestar particular atención a las corrientes de excitación del transformador (Inrush Current). Así mismo se deberán considerar interruptores tipo RMS.²⁵

➤ **Arreglos para mejorar la disponibilidad.** En forma genérica, se deberá tener lo siguiente como un mínimo:

➤ La acometida eléctrica deberá llegar directamente a un tablero general TG.

²⁴ Anteriormente conocido como CBEMA (Computer and Business Equipment Manufacturers Association)

²⁵ ICREA Sección 420.5

- Del tablero General (TG) se derivarán todas las cargas pero una de ellas será directamente para alimentar un tablero de transferencia automática TTA (ATS)²⁶ de una planta generadora de energía de apoyo PGEA.
- La salida del tablero de transferencia automática TTA (ATS)²⁷ alimentará a un tablero General de Energía de Apoyo, TGEA.
- Del tablero General de Energía de Apoyo TGEA se alimentarán las cargas que requieran esta energía de apoyo pero dos circuitos al menos estarán destinados a las cargas críticas.
- Un circuito del tablero General de Energía de Apoyo TGEA alimentará a un sistema de energía ininterrumpible UPS (uninterruptible power supply) y otro circuito alimentará al sistema de ventilación, calefacción y aire acondicionado HVAC (Heating, Ventilating and Air Conditioning).
- Del lado de la carga del sistema de energía ininterrumpible UPS (uninterruptible power supply) se deberá colocar un tablero general de energía ininterrumpida (TGEI) del cual podrán partir todas las cargas a los equipos de cómputo y telecomunicaciones. Este tablero debe ser del tipo Unidad de Distribución de Energía PDU (Power Distribution Unit), tal como se define en el anexo 1la Norma ICREA Std-131-2013.
- En forma similar se podrán poner varios sistemas ininterrumpidos de potencia UPS's cada uno de ellos partiendo del tablero General de Energía de Apoyo TGEA pero cada uno deberá quedar en un circuito independiente.
- Cuando varios sistemas ininterrumpidos de potencia UPS's están sincronizados y conectados en paralelo, se considerarán como un solo equipo con redundancia. En este caso cada sistemas ininterrumpidos de potencia UPS se

²⁶ En Inglés "Automatic Transfer Switch" ATS

alimentará de un circuito independiente del tablero General de Energía de Apoyo TGEA y la carga de ellos podrá ser compartida en un solo tablero de distribución o Unidad de Distribución de Energía (PDU).

- Cuando más de un sistema ininterrumpido de potencia UPS está conectado en redundancia serie, en este caso cada UPS se alimentará de un circuito independiente del tablero General de Energía de Apoyo TGEA y la carga será conectada en el UPS que se encuentra en el otro extremo de la serie formada.
- El o los circuitos del tablero General de Energía de Apoyo TGEA destinados al sistema de ventilación, calefacción y aire acondicionado (HVAC) deberán ser independientes (uno para cada equipo de aire).

4.7.9 Problemas de inducción:

Los cables de comunicaciones, se deberán mantener a una distancia de los cables de fuerza de acuerdo con lo indicado en el artículo 450.4.9 y 450.4.10 de la Norma ICREA-Std-131-2013.

4.7.10 Identificación y terminación:

- Todos los conductores deberán estar identificados en ambos extremos con un mismo número que indique el origen y destino del conductor así como un número que lo haga único y diferente a cualquier otro.
- Todas las canalizaciones, deberán quedar identificadas como se establece en 420.6.7. ICREA-Std-131-2013
- Todos los interruptores deberán quedar identificados indicando el número de circuito; al que sirve y qué equipo se encuentra conectado a este.
- Todos los tableros deberán quedar identificados claramente con el número de tablero que le corresponda pero además deberán incluir el tipo de energía que distribuyen.

4.7.11 Cables de energía sin canalizaciones. No se permiten cables de energía sin canalizaciones.

4.7.12 Acometidas externas. Para nivel 5 adicionalmente se requiere doble acometida de la compañía suministradora de energía eléctrica, comúnmente llamadas "Preferente" y "Emergente" Ambas acometidas deberán viajar por trayectorias diferentes. Deberán conectarse a un equipo seccionador de operación automática.

Por confiabilidad y seguridad las acometidas se recomienda de preferencia sea subterránea si así lo permite la Normatividad local o de la empresa suministradora.

4.7.13 Distribución de alimentadores principales. Para niveles I, II y III. La energía eléctrica deberá ser con alimentadores independientes de otras cargas en sistema SVA (simple vía de alimentación).

Para niveles III, IV y V la energía eléctrica deberá ser con alimentadores independientes de otras cargas, diseñado en sistema DVA (doble vía de alimentación). Instalar por trayectorias diferentes, no paralelas, ni adosadas entre ellas. Estas deberán ubicarse en áreas de fácil acceso para su revisión y mantenimiento. Debiendo contar con protección física en el caso canalizaciones abiertas o expuestas a accidentes.

4.7.14 Circuitos Derivados.

➤ **Calibre de conductores.** En ningún caso se podrá usar un calibre menor al Cal. 12 AWG y se apegará a lo mencionado tabla 310-16 NEC, para circuitos derivados asociados a equipos de cómputo o comunicaciones.

La carga instalada en un circuito no podrá ser superior al 80% de la capacidad del circuito.

➤ **Código de colores e identificación:**

Para la puesta a tierra aislada color verde

Para la puesta a tierra de seguridad: desnudo o verde con amarillo

Se deberá utilizar un código de colores de acuerdo a la tensión de operación teniendo como referencia el RETIE, Capítulo II, Artículo 11, literal 11.4.

El neutro de energía ininterrumpible se deberá instalar en color gris con el fin de diferenciarlos del neutro blanco "Normal" de uso general y no regulado.

➤ **Tipos de aislamientos permitidos.** 75°C o mejor en todos los casos y del tipo de baja emisión de humos y cero emisión de halógenos (LS0H).

➤ **Longitud del circuito.** La longitud del circuito no debe exceder los 50 m.

➤ **Contactos y Clavijas:**

Todos los contactos, deberán ser con sistema de tierra aislada de acuerdo a la carga por servir y al ambiente en que se utilice según la clase que sea en la clasificación establecida en la NTC 2050, 250-74 excepción 4.

No se deberán de usar contactos menores a 20 A NEMA-5-20R-IG (Isolated Ground Premium Grade Industrial receptáculos) en circuitos monofásicos.

En todos los casos los contactos y clavijas deberán satisfacer lo establecido en las Normas NEMA²⁸ y los requisitos del fabricante del equipo de cómputo.

Deberá existir una red de circuitos no regulados con toma corrientes para uso en mantenimientos claramente identificados.

➤ **Identificación de circuitos derivados.** Los circuitos derivados deberán quedar identificados en ambos extremos, tanto a la salida del tablero eléctrico derivado como en el tomacorriente dedicado; en forma claramente visible.

➤ **Número de servicios por circuito:** Cada multitoma (barra de conexión) tendrá su propio circuito dedicado y coordinado con su requerimiento eléctrico.

Se deberá utilizar un circuito independiente, como mínimo, por Rack. Para cargas superiores a 20 A, se deberán proveer circuitos independientes.

➤ **Redundancia de circuitos derivados.** Para ambientes TI a partir del nivel 2 y superiores se deberán proveer circuitos adicionales de la misma capacidad para garantizar la redundancia, de tal forma, que por cada circuito necesario deberá existir al menos uno más previsto para el caso de falla del circuito. En caso de equipos de alimentación sencilla, se deberán alimentar mediante STS's²⁹ o ATS que garanticen la curva ITIC para que cualquiera de los circuitos destinados a ese equipo, lo energice.

Para Ambientes de Nivel IV o Superior los equipos con alimentación múltiple, deberán ser alimentados con circuitos independientes en todas sus alimentaciones; más un circuito adicional de la misma capacidad de reserva para el caso de falla de cualquiera de los otros circuitos.

²⁸ National Electrical Manufacturers Association

²⁹ STS significa "Static Transfer Switch"

- **Canalizaciones para los circuitos derivados.** Todos los circuitos derivados deberán viajar en toda su longitud en tuberías o charolas, guardas o bandejas apropiadas y aprobadas para su uso en instalaciones eléctricas.

4.7.15 Protecciones:

- **Cálculo de las protecciones.** Se calcularán de acuerdo con lo establecido en la NTC 2050, Sección 240.

La identificación deberá ser hecha a base de etiquetas de material no inflamable y permanente.

- **Coordinación de protecciones.** Se deberá realizar una coordinación de protecciones de acuerdo a las recomendaciones de IEEE-Std-242-2001 y IEEE-Std-C62.41.

- **Localización de las protecciones.** No está permitida la instalación de protecciones dentro del plénum del piso elevado o dentro del plénum del falso plafón.

- **Estudio de corto circuito.** Se deberá realizar un estudio de corto circuito acorde a lo establecido en IEEE-Std-242-2001.

- **Estudio de coordinación de aislamientos.** En caso de que el usuario utilice niveles de tensión mayores a 1 KV para la distribución de energía eléctrica y que de esta dependa el suministro de energía al centro de cómputo, se deberá realizar un estudio de coordinación de aislamientos.

De cumplir con los requisitos de la 3ª Edición de UL 1449 y de la 2ª Edición de IEC 61643-1/EN 61643-11 para supresores de sobre voltajes de Clase I y Clase II³⁰. El sistema de SPD (Surge Protection Device) debe de conectarse en paralelo al sistema a proteger. No se puede usar ningún SPD conectado en serie que pueda limitar la corriente de carga.

Se deberán instalar supresores de sobre tensiones transitorias (SPD) en todos los tableros eléctricos de distribución desde la acometida principal y hasta el tablero final del centro de cómputo. Tal y como indican las recomendaciones de IEEE Std C62.41, IEC 61643-1:2005, UL 1449 3ª edición, NEMA LS-1.

➤ **Capacidades mínimas de los sistemas de supresión:**

Capacidad³¹ de 200 KA en zona de Transformadores y subestaciones (Clase C). Este dispositivo de protección contra sobre corrientes SPD, Esta aprobado por la UL para su instalación en cualquier lugar entre el secundario del transformador de servicios públicos y el interruptor de la entrada de servicio. También se puede instalar en cualquier parte del lado de carga después del interruptor principal y en cualquier parte del sistema eléctrico de baja tensión sin que requiera el uso de fusibles o interruptor dedicado³².

³⁰ **Clase 1:** Se refiere a la robustez del SPD sujeto a pruebas con impulsos de 10x350µs a corriente de impulso máximo (Iimp) @ 1.2/50 µs en la onda de voltaje.

Clase 2: Se refiere a la robustez del SPD sujeto a pruebas con impulsos de 8x20µs a corriente de descarga máximo (Imax) @ 1.2/50 µs en la onda de voltaje.

Clase 3: Se refiere a la robustez del SPD sujeto a pruebas con una combinación de impulsos de 8x20µs @ 1.2/50 µs en la onda de voltaje.

³¹ De acuerdo con NFPA 70-1990 Art.230-70

³² <http://www.geelectrical.com>

140 KA en zona de tableros Generales. (Clase B). Es un Dispositivo de Protección contra Sobretensiones conectados permanentemente que está aprobado por UL para su instalación en el lado de carga después del interruptor de la entrada de servicio, incluyendo circuitos ramales. Puede o no requerir el uso de fusibles o interruptor dedicado.

60 KA en zona de Tableros de Distribución y PDU's. (Clase A). Es un Dispositivo de Protección contra Sobretensiones de uso puntual, instalado con conductores a una longitud de 10 metros (30 pies) o más desde el panel eléctrico, estos dispositivos son típicamente conectados por cables, tipo receptáculo, supresores de enchufe y los diseñados para instalados en el equipo a ser protegido, la distancia de 10 metros excluye los conductores que se proporciona, o se utiliza para conectar el SPD.

4.7.16 Canalizaciones:

- **En interiores.** Todas las canalizaciones deberán ser metálicas debiendo utilizarse Canalizaciones Eléctricas apropiadas, cuidando la continuidad eléctrica en toda su trayectoria; para lo cual se deberán utilizar accesorios específicamente fabricados a este fin.
- **En exteriores.** Todas las canalizaciones deberán ser metálicas resistentes a la oxidación y a la corrosión y garantizar la protección mecánica de los cables, cuidando en todos los casos la continuidad eléctrica en toda su trayectoria; para lo cual se deberán utilizar accesorios específicamente fabricados a este fin.
- **Canalizaciones Metálicas (escalerillas, charolas o bandejas).** Las cuales estarán construidas de aluminio o acero con travesaños a no más de 6" de distancia entre ellos, cuidando la continuidad eléctrica en toda lo largo de su trayectoria para lo cual se deberán utilizar accesorios específicamente fabricados a este fin, aun en canalizaciones pintadas.

➤ **Continuidad eléctrica de las canalizaciones.** Todas las canalizaciones, deberán mantener una continuidad eléctrica en toda su trayectoria, procurando mantener la impedancia lo más baja posible incluyendo el remate a tableros, cajas de registro y equipos, para garantizar que cualquier corriente que circule no genere una diferencia de potencial sensible entre ambos puntos(garantizar la equipotencialidad)

➤ **Soportería.** Todas las canalizaciones deberán quedar perfectamente soportadas a techo, muros, pisos o estructura del edificio.

La Soportería deberá ser metálica con acabado anticorrosivo de manera que evite la corrosión debido al efecto galvánico producido por el contacto de dos materiales diferentes.

No se permite soportar canalizaciones sobre módulos del piso elevado pero si en su estructura como se establece en la sección 420.6.5 del ICREA-Std-131-2013.

Se deberá mantener, una separación entre las superficies constructivas del edificio y las canalizaciones para lo cual se usarán soportes unicanal con accesorios adecuados, colocando soportes a no más de 120 cm de distancia entre soportes.

En los cambios de dirección, se deberá colocar un soporte antes y otro después del cambio de dirección.

➤ **Excepción:** en el caso de bayonetas podrá colocarse un soporte antes y otro después de la bayoneta.

- **Identificación de canalizaciones.** Todas las canalizaciones, deberán quedar identificadas según el RETIE con una franja anaranjada y según la sección 420.6.7 de la norma ICREA Std-131-2013, como:

“CÓMPUTO-Normal/apoyo”

“CÓMPUTO-Regulada”

“CÓMPUTO-Interrumpible ”

Estableciendo en ellas el tipo de energía que éstas contienen. Esta identificación se deberá repetir cada 6 m y será en fondo amarillo y letras negras no menores a 1 cm en tuberías de hasta 25 mm, no menores a 2 cm para diámetros mayores de 25 mm pero menores 63 mm y no menores de 3 cm para canalizaciones mayores de 63 mm y charolas.

Todas las cajas mayores a 51 mm deberán tener una identificación claramente visible indicando el tipo de servicio que proporcionan.

Nota: Deberán adecuarse según RETIE.

- **Conexión a Tierra de las Canalizaciones.** Todas las canalizaciones metálicas deberán estar puestas a tierra.

Deberán cumplir con lo establecido en la sección 420.6.4 de la Norma ICREA-Std-131-2013 y además deberán estar puestas a tierra en ambos extremos de acuerdo con lo establecido en la NTC 2050, 250.

4.7.17 Tableros Eléctricos. Aplicable a cualquier sistema de distribución de energía de circuitos derivados en un Ambiente de Tecnologías de la Información incluyendo centros de comunicaciones de voz o datos de cualquier tipo.

Se deberá de mencionar algo sobre redundancias requeridas según el nivel

- **Sistema modular de distribución de energía (PDU's)**³³. Deberá contar con equipo de medición, transformador de aislamiento (OPCIONAL)³⁴, sistema de monitoreo y alarma del sistema eléctrico incluyendo el sistema de tierra física. Deberá contar con tablero(s) para la colocación de interruptores termo-magnéticos del tipo atornillable a barras. El acceso del alimentador deberá ser independiente al acceso de circuitos derivados. El PDU deberá estar certificado mediante un organismo de certificación acreditado por el RETIE.
- **Tableros comerciales distintos a los PDU.** Serán construidos de acuerdo a las Normas NEMA y certificados de acuerdo a las Normas nacionales.
- **Identificación de tableros.** Todos los tableros deberán quedar identificados claramente con el número o nombre de tablero que le corresponda pero además deberán incluir el tipo de energía que distribuyen:

“CÓMPUTO-Normal”

“CÓMPUTO-Regulada”

“CÓMPUTO-Ininterrumpible”

En letras negras, no menores a 2 cm con fondo amarillo. Las letras quedarán sobre fondos amarillos y centradas. El fondo amarillo deberá ser del doble en relación al tamaño de la letra.

Nota: Deberán adecuarse según códigos o reglamentos locales.

³³ Del ingles “Power Distribution Unit”

³⁴ Solo en caso de contar con medios complementarios de control de armónicos.

➤ **Ubicación de los tableros:**

- Dentro del centro de cómputo.
- De acuerdo con el artículo 420.3.5 de la Norma ICREA-Std-131-2013
- Los tableros TGEI deberán quedar dentro de la zona de operación.
- Los tableros TGEA deberán estar en una zona de acceso controlado.
- Deberán estar en un lugar visible y accesible. Nunca dentro del plénum del piso elevado o del plénum del falso plafón.
- Los circuitos derivados instalados debajo del plénum del piso falso, no deberán de exceder de 30 metros.

4.7.18 Sistemas de medición.

➤ **Medición en sitio.** Es recomendable contar con un sistema de medición de todas las variables eléctricas que pueda estar instalado en un lugar visible o bien contar con un sistema que permita La distribución eléctrica modular y reduzca la necesidad de predecir las necesidades y configuraciones que el centro de datos va a requerir en el futuro. Este sistema de distribución eléctrica debe de ser lo suficientemente ágil como para cubrir las necesidades del centro de datos y permitir una expansión rápida o reconfiguración en el futuro, debe de permitir que la gestión eléctrica se simplifique con la medición de salida, la supervisión de la corriente o del circuito de derivación. Cuando aumente la demanda y la expansión se haga necesaria, bastará con conectar los nuevos módulos de distribución eléctrica (Sistema Modular de Distribución de Energía)

➤ **Medición Remota.** En todos los casos mediante un sistema de comunicación TCP/IP para que sea accesible por Internet y por la red de área local (LAN). Esto permitirá que en corto o mediano plazo los usuarios y los proveedores de servicios puedan monitorear los parámetros eléctricos y oportunamente realizar maniobras correctivas antes de que se presente una falla.

Deberán soportar un protocolo SMPT y/o un protocolo abierto.

➤ **Monitoreo térmico en uniones de barras y conexiones de conductores.** Se debe monitorear en tiempo real y permanentemente las variaciones de temperatura de las uniones de las barras y las conexiones de los conductores en los tableros eléctricos como se recomienda en la sección 420.9.3 de la norma ICREA Std-131-2013. El sistema debe soportar un protocolo de comunicación modbus 485 o cualquier protocolo abierto.

Excepciones: nivel I, II, III y IV

4.7.19 Planta Generadora de Energía de Respaldo. Los grupos electrógenos pueden ser “Stand by”, “Emergency”, “Prime”, “Continuos”. Un centro de procesamiento de datos puede tener un grupo Prime o Stand by de acuerdo a lo que requiera el nivel de contingencia

➤ **Capacidad.** Deberá estar dimensionada para satisfacer el 125% de la carga proyectada. Esta carga proyectada deberá incluir los equipos de cómputo, equipos de comunicaciones, equipos de aire acondicionado para el centro de cómputo, los controles de acceso, los sistemas de CCTV, los sistemas de monitoreo y alarmas del inmueble y desde luego los sistemas contra incendio e iluminación.

El dimensionamiento del sistema de generación de emergencia deberá realizarse de acuerdo ISO 3046- .

La planta generadora deberá ser de alta disponibilidad y alta seguridad, de operación continua, con doble marcha y doble juego de baterías de arranque, con gobernador electrónico que garantice la sincronización con las UPS y regulador de voltaje de precisión, una planta tipo (PRIME).

4.8 CALIDAD DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA³⁵

Se debe monitorear permanentemente la calidad de la energía manteniéndola dentro de los siguientes parámetros como mínimos aceptables:

La distorsión total por armónicas (THD) en la onda de voltaje deberá ser menor o igual al 5%. La regulación de voltaje no deberá exceder del 3%, el desbalanceo en voltaje entre fases, no deberá exceder del 3%, el desbalanceo en corriente entre fases, no deberá exceder el 5%. No se permitirán transitorios que salgan de la curva de tolerancia ITIC (Information Technology Industry Council)³⁶.

La frecuencia se deberá de mantener dentro de +/- 0.5 Hz del valor nominal. No se permite ruido eléctrico montado sobre la onda de voltaje.

4.9 AIRE ACONDICIONADO³⁷

Proceso o tratamiento que permite controlar y mantener las condiciones de confort en el interior de una estancia o recinto cerrado, por lo que se pretende controlar las condiciones de temperatura, humedad, circulación y pureza del aire conveniente para la salud y el confort. Los sistemas de aire acondicionado también pueden aplicarse en espacios en donde se requieren condiciones específicas de temperatura y humedad, como: salas de cómputo, equipos de medición, laboratorios de metrología salas de cirugía.

La expresión aire acondicionado suele referirse a la refrigeración, pero no es correcto, puesto que también debe referirse a la calefacción, siempre que se traten (acondicionen) todos o algunos de los parámetros del aire de la atmósfera. Lo que ocurre es que el más importante que trata el aire acondicionado, la humedad del aire, no ha tenido importancia en la calefacción, puesto que casi toda la humedad

³⁵ ICREA Std-131-2013, sección 410.7.4

³⁶ Anteriormente conocido como CBEMA (Computer and Business Equipment Manufacturers Association)

³⁷ Climatización en CPDs, P. Nuno, J. L. Rivas y J. E. Ares

necesaria cuando se calienta el aire, se añade de modo natural por los procesos de respiración y transpiración de las personas. De ahí que cuando se inventaron máquinas capaces de refrigerar, hubo necesidad de crear sistemas que redujesen también la humedad ambiente.

4.9.1 Aire acondicionado en los centros de procesamiento de datos. Los Centros de Procesos de Datos (CPD) tienen determinadas especificaciones de funcionamiento. La climatización de este tipo de espacio tiene que garantizar condiciones específicas de temperatura y humedad y para ello se utilizan unidades de alta precisión tipo Close Control. Antes de proceder a su instalación es necesario cuantificar y estimar la carga térmica del espacio a climatizar y adecuarlos a los equipamientos informáticos.

La conducción del aire climatizado previamente filtrado debe llegar a los locales del equipamiento informático donde se produce la mayor cantidad de calor. Las rejillas de aire se ubican para insuflar aire frío en el suelo o en el techo, por medio de conductos de aire al compartimiento que debe estar en sobrepresión evitando la entrada de polvo del exterior.

En este trabajo se describen las condiciones de instalación de un sistema mecánico para la climatización de un espacio CPD, así como sus características técnicas operativas y de mantenimiento.

4.9.2 Cargas térmicas. La determinación de las cargas térmicas es necesaria para la evaluación de las necesidades de calefacción y refrigeración en el local a climatizar, así como para la selección de los equipos de acondicionamiento.

“Ganancia o pérdida de calor” es la cantidad instantánea de calor que entra o sale del espacio a acondicionar. “Carga real o efectiva” es, por definición, la cantidad instantánea de calor añadida o eliminada por el equipo. La ganancia instantánea y la carga real rara vez serán iguales debido a la inercia térmica o efecto de

almacenamiento o acumulación de calor en las estructuras del edificio que rodean el espacio acondicionado.

4.9.3 Fuentes de carga térmica. El estudio riguroso de los componentes de carga en el espacio que va a ser acondicionado es fundamental y por este motivo debe hacerse una estimación realista de las cargas de refrigeración y de calefacción. Forman parte de este estudio los planos de detalles mecánicos y arquitectónicos y en todo caso deben considerarse los siguientes aspectos físicos:

- Orientación del edificio
- Destino del local
- Dimensiones del espacio
- Altura del techo
- Materiales de construcción
- Condiciones de ambiente
- Ventanas
- Puertas
- Ocupantes
- Alumbrado
- Motores
- Utensilios, maquinaria comercial, equipo electrónico
- Ventilación
- Almacenamiento

4.9.4 Climatización de un centro de procesamiento de datos CPD. El mantenimiento preciso de las condiciones ambientales es muy importante en los espacios CPD porque garantizan la integridad de su información y la confiabilidad de la operación de los equipos electrónicos por mucho tiempo; esto garantiza óptimas condiciones de funcionamiento de los equipos.

El aire acondicionado de precisión es esencial para asegurar un ambiente correcto de los equipos electrónicos. El sistema "Close Control" está preparado para mantener a través del control microprocesado la temperatura y humedad óptimas requeridas para el funcionamiento eficaz de los sistemas electrónicos. Para poder mantener el nivel de temperatura adecuado y el grado de humedad dentro de los límites medios, se proponen dotaciones de equipos de climatización específicos

para salas informáticas, controlado por microprocesador, capaz de producir frío, calor y humidificar o deshumidificar de forma automática dentro de unos márgenes de $\pm 1^{\circ}\text{C}$ y $\pm 2\%$ HR (Humedad Relativa) para valores de funcionamiento previstos de 21°C y 60% HR. El aire acondicionado de la sala del CPD debe ser independiente del aire general del edificio.

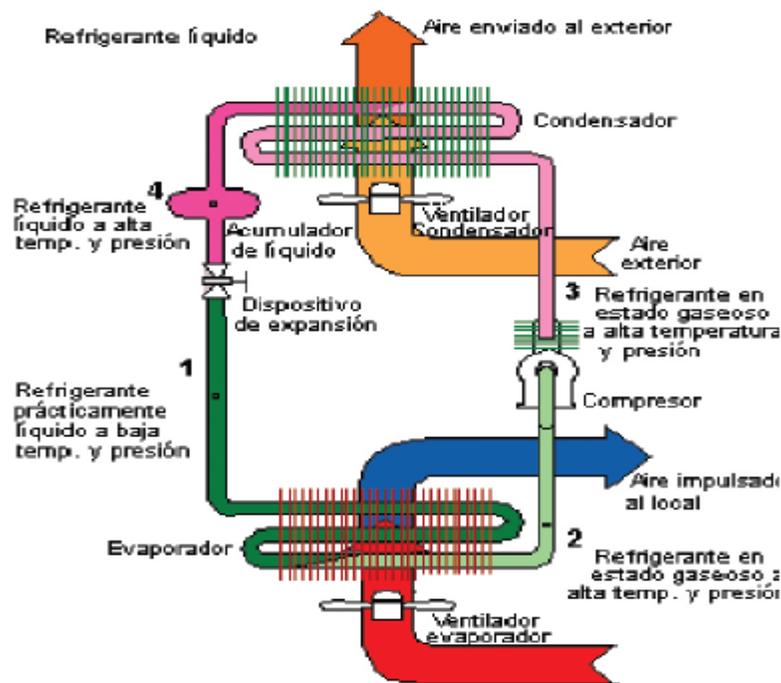


Figura 6³⁸. Esquema de funcionamiento de un ciclo térmico.

4.9.5 Aire acondicionado de precisión vs “confort”. No se debe climatizar un CPD por pequeño que sea, con un sistema de aire acondicionado de confort. Existe una gran diferencia entre climatizar equipos electrónicos y proporcionar un ambiente agradable para el confort de las personas. Para empezar, la gente agrega humedad al ambiente de una habitación y los equipos no. De tal manera que se debe tomar en consideración el “enfriamiento latente” (la habilidad de remover la humedad) y el “enfriamiento sensible” (la habilidad de remover el calor

³⁸ Climatización en CPDs, P. Nuno, J. L. Rivas y J. E. Ares

seco). Los aires acondicionados de ventana y los sistemas centrales en los edificios de oficinas están diseñados con una relación de enfriamiento sensible de alrededor de 0.60 a 0.70. Lo anterior significa que el 60-70% del trabajo que un sistema de confort hace es remover calor y el otro 30-40% es remover humedad. Eso es suficiente para una habitación llena de gente con un tráfico moderado entrando y saliendo de la misma. En cambio, el Aire Acondicionado de Precisión tiene una relación mucho más alta de enfriamiento sensible a enfriamiento total de 0.85 a 0.95. Esto es, el 85-95% del trabajo del Sistema de Precisión se dedica al enfriamiento efectivo del aire y apenas el 5-15% a remover la humedad. Es decir, que hay dos cosas importantes a la hora de enfriar un CPD:

- Se tendrá que instalar mayor capacidad de aire acondicionado de confort para obtener los mismos resultados que con un Sistema de Aire Acondicionado de Precisión.
- Un sistema de confort extraerá la humedad por debajo de los límites aceptables para la operación eficiente de sus equipos. Lo cual significa que, o se expone a los problemas ocasionados por un ambiente muy seco, o tendrá que adquirir sistemas de humidificación adicionales. Con un Sistema de Precisión no existen tales problemas. Por un lado, no extraerá tanta humedad de aire y por otro, viene provisto de un sistema de humidificación integral que mantendrá, pase lo que pase, la humedad relativa exigida por los fabricantes de CPDs.

Otra gran diferencia entre sistemas de confort y de precisión es el volumen de aire que deberá moverse. Un sistema de precisión lo hará a través de los serpentines de enfriamiento a casi el doble de volumen que un sistema de confort para alcanzar su alta relación de enfriamiento total, manejar la densa carga térmica en los CPD y mantener, estrictamente, los niveles de temperatura y humedad relativa programados previamente. El movimiento de volúmenes mayores contribuye también a una mejor filtración de aire.



a) Sistema central



b) Sistema individual



c) Sistema combinado

Figura 7³⁹. Configuración de sistemas de refrigeración.

4.9.6 Importancia del control de la humedad. Si la humedad en el CPD sube mucho, se van a producir serios problemas en el manejo del papel y de condensación en las partes electrónicas. Si el ambiente se vuelve muy seco, la electricidad estática resultante del contacto de un simple dedo puede dañar irreparablemente los componentes y alterar la información. Además, sus medios de almacenamiento de datos pueden sufrir pérdida de oxidación, lo que aumenta la posibilidad de pérdida o alteración de la información.

Se recomienda una humedad relativa de 40 a 60% para maquinas operando según la Tabla 430.4.a de la sección 430.5 de la norma ICREA Std-131-2013, con variantes no mayores de $\pm 5\%$ para un Sistema de Aire Acondicionado de Precisión. Tiene la exactitud y precisión necesarias para lograr tal objetivo y puede operar en el “modo” requerido (humidificación, enfriamiento o calefacción) para mantener el ambiente dentro de los parámetros seleccionados. Los sistemas de confort no tienen esta capacidad.

³⁹ Climatización en CPDs, P. Nuno, J. L. Rivas y J. E. Ares

4.9.7 Importancia de la filtración del aire. El polvo puede arruinar la información y los componentes del equipo de cómputo. El polvo en las cabezas lectoras de sistemas de disco y cintas magnéticas puede dañar físicamente los mismos. Las partículas se acumulan rápidamente en los componentes electrónicamente cargados y la capacidad de disipación del calor disminuye causando que las partes afectadas trabajen a una temperatura superior a las especificaciones de diseño, causando el deterioro del mismo.

Según la sección 430.4.3 de la norma ICRE Std-131-2013 La máxima concentración de contaminantes permitida en una superficie, como el piso elevado o bajo el piso elevado, será: Por peso: No mayor a $2,78 \times 10^{-3}$ Kg/m² o 0,027 N/m² (250,000 microgramos por pie².) Por diámetro de partículas metálicas entre 4 micrómetros (J.m) y 120 micrómetros (J.m): No más de 300 partículas/m² (25 por pie²).

La aplicación de filtros en un Sistema de Precisión (eficiencia alrededor del 40%) minimiza los efectos de deterioro causado por el polvo anteriormente mencionado.

4.9.8 Instalación. En el proyecto de climatización de un CPD están siempre presentes los aspectos más importantes descritos en el apartado 3.1 de la NORMA ICREA Std-131-2013 y a partir de esos elementos, se establece una solución que pasa por instalar:

- Unidad acondicionadora de aire
- Ventiladores para renovación de aire
- Sistema de tubos de cobre aislados de interconexión de las unidades evaporadora/condensadora
- Sistema de tubos de drenaje de condensados
- Alimentación eléctrica al sistema
- Sistema de conducción del aire de recirculación de aire nuevo
- Sistema de control

Existen en el mercado diversas soluciones de aire acondicionado para CPDs. Básicamente los equipamientos utilizados son sistemas de aire acondicionado de precisión que controlan la temperatura y humedad dentro de los parámetros preestablecidos.

4.9.9 Equipamiento de aire acondicionado. Existen diversos tipos de equipamientos con diferentes modos de producción de agua refrigerada; se pueden encontrar en el mercado los siguientes tipos:

- De expansión directa con condensador enfriado con aire
- De expansión directa con condensador enfriado con agua fría en la torre de enfriamiento
- De doble fluido: expansión directa con condensador enfriado con aire y unidad productora de agua refrigerada
- De doble fluido: expansión directa con condensador enfriado con agua fría en la torre de enfriamiento y unidad productora de agua refrigerada
- Con sistema de free-cooling

Los equipos pueden tener rejillas frontales o no, mediante el sistema de distribución del aire que se desea para el CPD y que se explica en el siguiente apartado.

Las unidades más utilizadas son de expansión directa y funcionan de acuerdo con los principios de un sistema “bomba de calor” con dos circuitos de distribución de aire ambos aislados por medios mecánicos.

En el proceso de refrigeración el circuito interno de distribución de aire retira el calor de los componentes eléctricos y electrónicos para la máquina de acondicionamiento de aire. El aire se enfría y deshumidifica dentro de la unidad de refrigeración y después es insuflado hacia el interior de la sala.

Existen diversos tipos de equipamientos con diferentes modos de producción de agua refrigerada

El circuito externo de distribución de aire utiliza el aire exterior para enfriar el condensador y de esta manera enviar el calor del sistema para la atmósfera.

El ventilador del circuito interno de distribución de aire está siempre en funcionamiento desde que éste esté alimentado eléctricamente. El termostato de este circuito regula el compresor y el ventilador del circuito externo de distribución de aire.

4.9.10 Distribución del aire. La distribución del aire climatizado se puede llevar a cabo de varias formas de acuerdo con la configuración de la máquina y las características de la propia sala. El sistema de refrigeración para centro de procesamiento de datos (CPD) consta de una unidad de aire acondicionado para salas de cómputos (CRAC) y su correspondiente sistema de distribución de aire. En grandes centros de datos, en lugar de un CRAC, puede utilizarse una unidad de manejo de aire para salas de cómputos (CRAH). Todos los sistemas de refrigeración utilizan algún tipo de unidad CRAC o CRAH, que se fabrican con varias capacidades y extraen la energía térmica de la sala. Sin embargo, las diferencias principales que afectan la capacidad de los sistemas de refrigeración tienen origen en el sistema de distribución. La configuración del sistema de distribución será el factor que marcará las diferencias fundamentales entre los distintos tipos de sistemas de refrigeración para centros de datos. Existen cuatro formas de circulación del aire: insuflación en la región del suelo, insuflación por encima de la máquina, utilizando el sistema displacement⁴⁰ e insuflación mediante rejillas frontales, de acuerdo con la esquema de un sistema de climatización compuesto por dos unidades de insuflación mediante suelo técnico y retorno por la parte superior de la máquina. El aire refrigerado es conducido a través del suelo

⁴⁰ . Sistema displacement: Define un método de distribución de aire en el que el aire refrigerado es insuflado a baja velocidad al nivel del suelo.

técnico donde se insufla mediante rejillas de suelo instaladas en la parte delantera de los equipamientos informáticos. Este aire pasa por los compartimientos, recibe el calor de los equipamientos y regresa al ambiente por la parte trasera de los mismos, el aire caliente entra por la parte superior de la máquina de climatización para efectuar un nuevo ciclo.

Otra alternativa es crear un sistema de conductos independientes de aire en el techo para hacer una distribución del aire. Con él se impulsa el aire frío por el techo y se hace el retorno también a través del techo, mediante rejillas colocadas estratégicamente por encima de las salidas de aire caliente procedente de la disipación de los equipos.

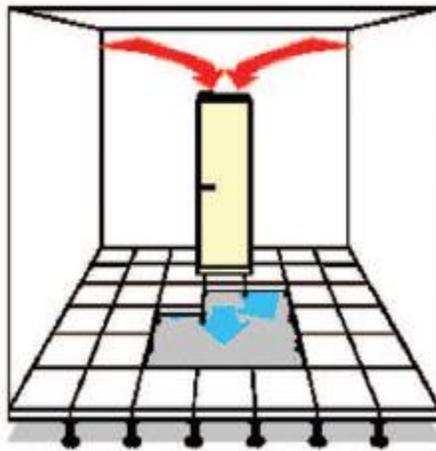
La distribución del aire climatizado se puede llevar a cabo de varias formas de acuerdo con la configuración de la máquina y las características de la propia sala

Otra alternativa es crear un sistema de conductos independientes de aire en el techo para hacer una distribución del aire

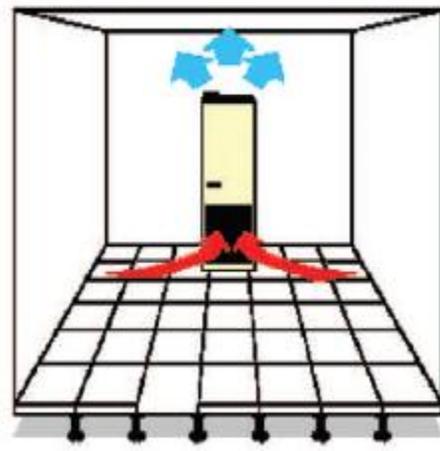
El movimiento del aire se hace por convección como resultado de la carga térmica existente en la sala.

Este sistema tiene como desventaja la poca flexibilidad para cambios de posición de unidades y que la cantidad de aire tratado es menor.

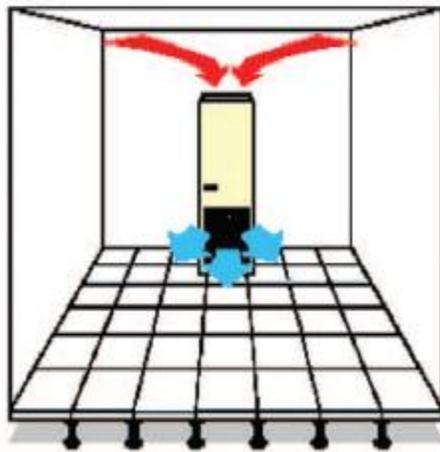
En ambos sistemas es necesario hacer la renovación del aire recurriendo a ventiladores de insuflación y extracción de aire nuevo exterior. Se toman como referencia para el proyecto valores de 1,5 a 2,0 de renovaciones por hora de acuerdo con el volumen del compartimiento. Se debe crear una sobre presión para evitar la entrada de polvo y suciedad de las áreas exteriores por las puertas.



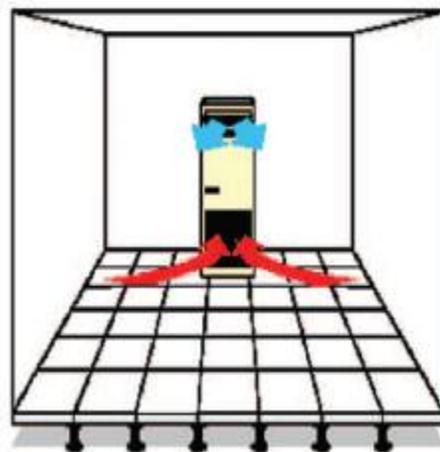
a) Insuflación mediante
suelo falso



b) Insuflación por encima
de la máquina



c) Sistema *Displacement*



d) Insuflación mediante
rejillas frontales

Figura 8⁴¹. Tipos de distribución de aire.

⁴¹ Climatización en CPDs, P. Nuno, J. L. Rivas y J. E. Ares

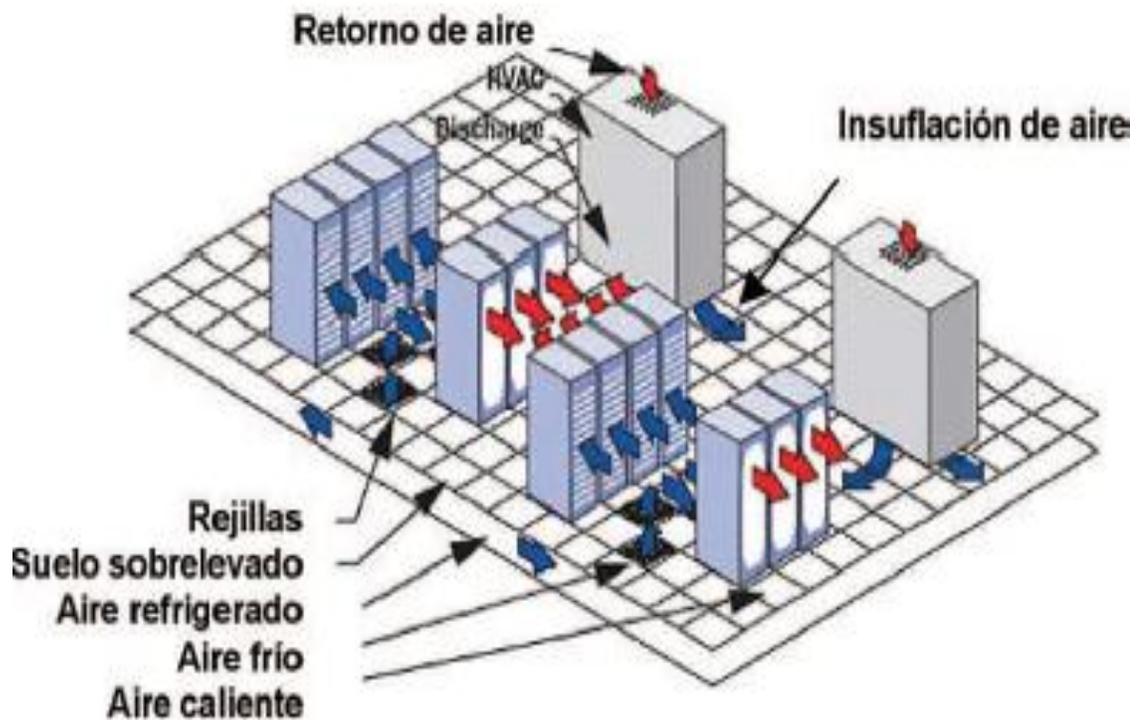


Figura 9⁴². Esquema de climatización de un CP.

4.9.11 Filtros. El control de la pureza del aire consiste en reducir o eliminar el contenido de partículas sólidas o de gases indeseables contenidos en el aire suministrado a un espacio acondicionado. Para ello se utilizan filtros con determinada especificidad en términos de eficacia de retención de las partículas sólidas en suspensión. Son filtros reutilizables o desechables que pueden ser estándar o de elevada eficacia de acuerdo con los requisitos de los equipamientos informáticos.

Los filtros estándar corresponden a la clase EU4 y EU5 de acuerdo con las Normas Europeas Eurovent, con una eficacia situada entre el 90-98% según los resultados del estudio gravimétrico utilizado por la ASHRAE (American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc.) Standard 52.1, y los de

⁴² Climatización en CPDs, P. Nuno, J. L. Rivas y J. E. Ares

elevada eficacia (99%) corresponden a la clase EU6-EU9 según las Normas ASHRAE. Los filtros se instalan Normalmente en el retorno del equipo y en el caso del aire de renovación o ventilación los ventiladores deberán estar equipados con filtros.

4.9.12 Mantenimiento. El mantenimiento es un factor muy importante para el buen funcionamiento de los equipos de aire acondicionado y en este caso particular de equipos de “Close Control”. Se debe tener en cuenta las recomendaciones del fabricante relativas al mantenimiento. No solamente se debe cuidar de los equipos, sino también de la instalación en general, en el caso de que se trate de equipos que utilizan agua fría y caliente procedente de un sistema centralizado productor de frío o calor.

El instalador debe presentar un programa de mantenimiento preventivo detallado con todas las operaciones que se deben llevar a cabo con la periodicidad recomendada y que tendrá que ser ejecutado por técnicos especializados.

En el programa de mantenimiento preventivo, y de forma solamente ilustrativa, deberán constar las revisiones y limpieza de los filtros de los circuitos de agua, baterías, bandejas, pulverizadores y ventiladores, comprobación de alineaciones de poleas, consumos, caudales de aire, transmisiones y funcionamiento de compuertas, válvulas de tres vías, engrase de cojinetes y funcionamiento de los propios equipos.

Como los controles de operación y de seguridad son el corazón del equipo, deben ser revisados para asegurar que están bien calibrados y funcionando correctamente. Al igual que ocurre con todo equipo mecánico y eléctrico, estos controles se desgastan y deben ser reemplazados; el mantenimiento correctivo consistirá en la reparación de las averías subsanables, bien mediante la propia reparación de la máquina o elementos de la misma, o mediante la sustitución de las piezas o los componentes del equipo averiado.

4.9.13 Sugerencias. Para la climatización de un CPD son necesarios los siguientes puntos:

- En la fase inicial de construcción es muy importante que sistema de ventilación, calefacción y aire acondicionado HVAC sea parte integrante del proyecto de CPD.
- El proyecto de HVAC debe ser específico para CPDS.
- No caer en el engaño de utilizar splits para climatizar un CPD.
- La instalación mecánica debe hacerla un instalador con personas adecuadamente formadas en aire acondicionado y específicamente en equipos “Close Control”.
- Se debe tener un control estricto sobre las temperaturas y porcentaje de humedad en el espacio.
- No obstruir las salidas o entradas de aire en los compartimientos para no crear desequilibrio en el sistema.
- No intentar instalar más equipos de los que estaban propuestos en el proyecto.
- Cumplir el plan de mantenimiento del equipo del fabricante.

4.9.14 Temperatura y humedad relativa⁴³. Los equipos de cómputo demandan un ajuste de temperatura y humedad estable para mantener sus componentes dentro de los rangos de operación recomendados por los fabricantes de equipo electrónico. Por lo tanto, el objetivo del diseño es poder estabilizar la sala dentro de los rangos admisibles, evitando los aumentos de temperatura y humedad relativa en las diferentes zonas de los cuartos de IT.

En caso que se opte por sistemas de inyección directa de aire externo al centro de cómputo, mediante economizadores de aire (free cooling air economizer), se

⁴³ ICREA Std-131-2013, sección 430.5

debe considerar los límites de punto de rocío, humedad relativa y bulbo seco definidos por la Norma ASHRAE TC 9.9.

Se deberán usar los lineamientos de operación de centros de cómputo definidos bajo la Norma ASHRAE TC 9.9 para controlar temperatura y humedad a fin de minimizar el uso de energía sin comprometer la disponibilidad y continuidad del CPD

En caso de enfriamiento en gabinetes cerrados se deberá mantener la temperatura del aire de entrada al Rack por arriba del punto de rocío de las condiciones internas del Rack y la humedad relativa máxima de inyección será del 80%.

Tabla 1 . Tolerancia de temperatura y humedad para máquinas sin operar.

	Temperatura en °C	Humedad Relativa en %	Máxima Temperatura
Rango	10° - 43°	8% - 80%	40° a 60°
Ideal	26,5°	40%	27°

Tabla 2. Tolerancia de temperatura y humedad para maquinas operando.

	Temperatura en °C	Humedad Relativa en %
Rango	18° -27°C	40% -60%
Ideal	23°	50%

Excepción. Aquellas salas que estén diseñadas con la colocación de equipos formando pasillos calientes mismos en los que la temperatura podrá ser hasta 40°C máximo.

4.10 AMBITO⁴⁴

Los Requisitos para las instalaciones de obra civil en una sala de cómputo son:

4.10.1 Muros. Los muros perimetrales del Ambiente de Tecnología de la Información deberán ser hechos con materiales sólidos y permanentes, deberán ser contruidos de techo a piso.

Deberá ser hecho de materiales resistentes con especificación F60 para los niveles I y II y F90 para los niveles III, IV y V

Deberá ser hermético que garantice la impermeabilidad y resistencia sísmica de la clasificación sísmica que corresponda al lugar de instalación

Deberán impedir la propagación de humos, vapores, humedad y polvo hacia el interior del centro de cómputo.

Deberán impedir la transmisión de calor exterior hacia el interior del centro de cómputo.

Se deberá considerar el nivel de seguridad requerido para el caso de vandalismo, sabotaje y terrorismo así como ataques con armas de fuego según el anexo I de la Norma ICREA Std-131-2013

Deberán tomarse las medidas necesarias para evitar que la interferencia electromagnética (EMI) exterior afecte los equipos de cómputo por lo que no deberá haber lecturas superiores a las establecidas en 460.3.1 de la Norma ICREA Std-131-2013

En caso que el diseño arquitectónico requiera de la utilización de cristales, estos deberán ser templados, resistentes al impacto e inastillables con un espesor mínimo de 9 mm.

⁴⁴ ICREA Std-131-2013, artículo 460

Pero nunca podrán formar parte del perímetro exterior del centro de cómputo⁴⁵.

Excepción 1: Los cristales no serán aceptados hacia el exterior de la sala de procesamiento de datos aunque ellos den a pasillos interiores dentro del inmueble para los casos de los niveles III, IV y V.

Los muros no podrán ser materiales con relleno que sea inflamable y/o produzca humos tóxicos.

4.10.2 Techo o cielo. Deberán ser hecho de materiales resistentes con especificación F60 para los niveles I y II y F90 para los niveles III, IV y V.

Deberá ser hermético que garantice la impermeabilidad y resistencia sísmica de la clasificación sísmica que corresponda.

Excepción: Cuando se utilicen salas modulares TI.

En caso de losas reticulares, se deberá quitar el poliuretano expandido utilizado en el proceso constructivo.

No deberán existir instalaciones hidráulicas y/o sanitarias sobre de ellos, bajo ellos o dentro del falso plafón del ambiente de TI.

Deberá ser hecho con materiales sólidos y permanentes.

Deberán cumplir con lo establecido en el artículo 440.2.8 de la Norma ICREA Std-131-2013 relativo a la resistencia al fuego, transmisión de calor.

Deberán cumplir con lo establecido en el artículo 440.12 de la Norma ICREA Std-131-2013 relativa a la protección perimetral del inmueble.

⁴⁵ Criterio inaceptable en ambientes de isión crítica ver NFPA75, EN1047 -2 , NBR-11515, NBR 15247, BS 1047-2

Deberán tomarse las medidas necesarias para evitar que la interferencia electromagnética (EMI) exterior afecte los equipos de cómputo por lo que no deberá haber lecturas superiores a las establecidas en el artículo 460.3.1 del ICREA Std-131-2013.

Los techos no podrán ser de materiales con relleno que sea inflamable y/o produzca humos tóxicos.

4.10.3 Cielo falso o falso plafón. De existir cielo falso suspendido, este deberá ser del tipo “Clean Room” el cual tiene “cero” emisión de partículas, no es combustible, es acústico y no se deforma con la humedad o el diferencial de temperatura.

4.10.4 Piso verdadero. Deberá ser una losa de concreto armado, acabado fino y pintado con resinas epóxicas color ladrillo (pantone 167) o similar. Esta pintura deberá cubrir los muros perimetrales hasta la altura del piso elevado.

El Piso o losa del inmueble que contendrá el centro de cómputo no podrá ser de menor resistencia a 250 Kg/m². Esta resistencia deberá estar validada por un ingeniero civil.

Deberá ser hecho con materiales sólidos y permanentes. Deberá ser resistente al fuego directo como mínimo de 90 minutos.

Deberá impedir la propagación de humos, vapores, humedad y polvo hacia el interior del centro de cómputo.

Deberá impedir la transmisión de calor exterior hacia el interior del centro de cómputo

Se deberá considerar el nivel de seguridad requerido para el caso de vandalismo, sabotaje y terrorismo así como ataques con armas de fuego según el anexo I de la Norma ICREA Std-131-2013.

Deberán tomarse las medidas necesarias para evitar que la interferencia electromagnética (EMI) exterior afecte los equipos de cómputo por lo que no deberá haber lecturas superiores a las establecidas en 460.3.1 de la Norma ICREA Std-131-2013.

4.10.5 Puertas de acceso al personal. La dimensión del claro de acceso principal deberá ser 0.90 m como mínimo y deberá ser de material no combustible. Deberá ser mínimo clase F90 y tener una altura mínima de 2.30 m. Ver artículo 440.4.3 de la Norma ICREA Std 131-2013

Deberá contar con un mecanismo de cerrado automático y abatir hacia afuera del ambiente de tecnologías de la información. Ver también artículo 440.6.1 de la Norma ICREA Std 131-2013

4.10.6 Puertas de emergencia. La puerta de salida para emergencia deberá tener una barra antipánico hecha de material no combustible, su posición deberá ser opuesta al acceso principal, deberá contar con la señalización correspondiente, se deberá marcar claramente la ruta de evacuación, deberá abatir hacia afuera del ambiente de Tecnologías de la Información, no deberán dar hacia el exterior del inmueble ni hacia pasillos de evacuación del inmueble. No deberán tener cerraduras ni candados, deberá ser de un ancho mínimo de 1.10 m y una altura de 2.30 m, deberá estar construida con material clase F90, deberá contar con un dispositivo sonoro que indique que la puerta ha sido abierta y se restablezca manualmente.

4.10.7 Puerta de acceso a equipos dentro del centro de procesamiento de datos CPD. La dimensión de la puerta de acceso para equipos deberá ser 1.10 m de ancho como mínimo y 2.30 m de altura si es de una sola hoja y de 1.80 m de ancho y 2.30 de altura si es de doble hoja, deberá ser de material no combustible clasificado F90. Ver artículo 440.4.3 de la Norma ICREA Std 131-2013, deberá contar con un mecanismo de cerrado automático y abatir hacia afuera del ambiente de tecnologías de la información. La puerta de acceso al CPD deberá tener contramarco con tope inferior para contar con sello en los 4 lados⁴⁶.

Las puertas corredizas no serán permitidas para accesos al interior del data center, exceptuando las construidas con la robustez necesaria y acorde a los diferentes niveles de disponibilidad mencionados en el anexo I de la Norma ICREA Std-131-2013, que cumpla con lo establecido en el artículo 440.13 y que aporte la hermeticidad requerida como se menciona en el artículo 460.1.4.3 de la Norma ICREA Std-131-2013

4.10.8 Alarma audible. Todas las puertas que den hacia el interior del data center deberán contar con una alarma audible que se active cuando la puerta permanezca abierta más de un minuto, exceptuando los niveles I y II

4.10.9 Montacargas. En caso de que el ambiente TI se encuentre en pisos superiores de un inmueble, deberá contarse con un montacargas que permita meter y sacar los equipos. (Aplicable a niveles III, IV y V).Exceptuando los locales menores a 100m2. Las ventanas se deben evitar

4.10.10 Acabados en interiores. Los acabados en el interior del ambiente de tecnología de la información, deberán ser lisos para evitar la acumulación de polvos. Pintados con material lavable, debiéndose utilizar recubrimientos sin textura. Las Pinturas se deberán utilizar intumescentes en los muros exteriores del data center que permitan protegerlos del fuego en caso de incendio en el

⁴⁶ Aplicable a niveles III, IV y V

exterior. No se permitirá el uso de acabados combustibles en los muros del Data Center ni en el interior ni en el exterior.

4.10.11 Barreras de vapor. Se deberá formar una barrera de vapor en techos muros y pisos para evitar que vapores, humos y humedad penetren en el interior del Data Center en caso de un incendio en el exterior de la sala de cómputo. Las instalaciones hidráulicas y sanitarias no deberán existir dentro de la sala de cómputo exceptuando las Tuberías relacionadas con la infraestructura dedicada al centro de datos.

4.10.12 Sellos. Todos los pasos en muros, techos y pisos, practicados para acceder tuberías o charolas al interior del ambiente de tecnología de la información, deberán sellarse con un material intumescente de acuerdo con lo establecido en el artículo 440.6.5 de la Norma ICREA Std-131-2013

Queda prohibido el uso de espuma de poliuretano para sellar juntas constructivas, ranuras, huecos y pasos para canalizaciones hacia el interior del centro de cómputo.

4.10.13 Piso técnico. En el Ambiente de Tecnologías de la Información se debe instalar un piso elevado modular y removible, que deberá estar construido de materiales no combustibles, soportar 450 Kg (4400 N) colocado al centro del módulo, con una deflexión máxima de 0.0025 m. La altura libre entre piso real y piso elevado (plénium de piso), debe ser de 30 cm como mínimo. En construcciones nuevas se deben contemplar 60 cm libres como mínimo para salas mayores de 99 m² cuando el plénium de piso se pretenda utilizar como medio de inyección de aire a los equipos de cómputo, no deberá estar fabricado de laminas “electro-plateadas” que producen el efecto “Zinc whiskers” (emisión de partículas metálicas). En la unión entre piso y pared se deberá colocar la cinta de sellado de 4” (zócalo, soclo o rodapié) para evitar la fuga de aire perimetral.

Excepción: Para CPDS que por su tecnologías no requieran piso técnico deberán de cumplir con las características de piso antiestático de acuerdo con lo establecido en el artículo 460.2.10, Norma ICREA Std-131-2013, será indispensable el uso de pulseras para descarga antiestática por gabinete y garantizar una referencia común a tierra de todos los gabinetes y canalizaciones de acuerdo con lo establecido en el artículo 450.4.1 de la Norma ICREA Std-131-2013

Se debe proveer un medio de acceso al piso elevado. Este acceso no debe tener una inclinación mayor a 12 grados equivalentes a una pendiente de 21% y deberá estar cubierto por material antiderrapante y estar provisto de pasamanos.

Se debe proveer la herramienta adecuada para remover los paneles del piso elevado sin dañarlos, marcando claramente el lugar en donde se encuentre.

4.10.14 Altura Libre entre Plafón y Piso tecnico. La altura libre desde la cara del módulo de falso plafón que da hacia el ambiente TI hasta de la cara superior del piso elevado, deberá ser de 2.60 m como mínimo.

4.10.15 Dren para Agua. Se deberá cumplir con lo establecido en el artículo 440.5.8 de la Norma ICREA Std-131-2013. Se deberá dejar un drenaje por gravedad de una sola vía para efectos de desagüe de agua en casos de derrames accidentales. Este desagüe deberá tener un céspol para formar un sello de agua para evitar que por ahí, entren insectos al interior de la sala y deberá formarse el sello con aceite mineral en vez de agua para evitar la evaporación del agua con su consecuente pérdida del sello. Este desagüe no deberá conectarse al drenaje.

4.10.16 Acabado. La superficie del piso deberá estar cubierta con plástico laminado antiestático, no debe tener partes metálicas expuestas.

4.10.17 Cortes. Todos los cortes que se hagan en el piso elevado deberán quedar sellados con un material no combustible, para evitar daño en cables y personas, contaminación y pérdidas de presión de aire en la cámara plena.

4.10.18 Resistencia Mecánica. Los travesaños de unión entre pedestales del piso elevado deberán soportar como mínimo una carga concentrada al centro del claro de 75 Kg (735 N) con una deflexión máxima de 0.02 cm. La resistencia mecánica de los módulos o Baldosas, deberán tener una resistencia mecánica mínima acorde al nivel que le corresponda y no deberá ser menor a:

- Nivel 1: 450 Kg
- Nivel 2: 450 Kg
- Nivel 3: 450 Kg
- Nivel 4: 500 Kg
- Nivel 5: 600 Kg

La medición de esta resistencia mecánica deberá realizarse aplicando una fuerza equivalente en una superficie de 5 cm² y la deflexión del módulo o baldosa deberá ser menor a 2.5 mm.

410.19 Puesta a Tierra. Dentro del Ambiente de Tecnologías de la Información, se deben poner a tierra por lo menos cada dos pedestales con cable calibre 8 AWG como mínimo.

No es recomendable el uso de alfombras en el ambiente de tecnologías de la información, en caso de que se utilice una, deberá ser tratada con un material que limite la acumulación de cargas estáticas⁴⁷

⁴⁷ CISCA

4.10.20 Iluminación. Es la acción o efecto de iluminar. En la técnica se refiere al conjunto de dispositivos que se instalan para producir ciertos efectos luminosos, tanto prácticos como decorativos. Con la iluminación se pretende, en primer lugar, conseguir un nivel de iluminación interior o exterior, o iluminancia, adecuado al uso que se quiere dar al espacio iluminado, nivel que dependerá de la tarea que los usuarios vayan a realizar.

Antes de proceder con un proyecto de iluminación se deben conocer las condiciones físicas y arquitectónicas del sitio o espacio a iluminar, sus condiciones ambientales y su entorno, dependiendo de tales condiciones se deben tomar decisiones que conduzcan a tener resultados deseados⁴⁸.

En un proyecto de iluminación se deben conocer los requerimientos de luz para los usos que se pretendan, para lo cual se debe tener en cuenta los niveles óptimos de iluminación requeridos en la tarea a desarrollar, las condiciones visuales de quien las desarrolla, el tiempo de permanencia y los fines específicos que se pretendan con la iluminación. Igualmente, el proyecto debe considerar el tipo de luz y los aportes de luz de otras fuentes distintas a las que se pretenden instalar y el menor uso de energía sin deteriorar los requerimientos de iluminación.

En todo proyecto de iluminación o alumbrado público se debe estructurar un plan de mantenimiento del sistema que garantice atender los requerimientos de iluminación durante la vida útil del proyecto, garantizando los flujos luminosos dentro de los niveles permitidos, lo cual se denominará el flujo luminoso mantenido.

En todos los proyectos de iluminación, se deben elegir las luminarias y fuentes luminosas teniendo en cuenta, la eficacia lumínica, flujo luminoso, características fotométricas, reproducción cromática, temperatura del color de la fuente, duración y vida útil de la fuente, tipo y características de la luminaria, todo esto acorde con

⁴⁸ RETILAP, resolución no. 180540 de marzo 30 de 2010, p.28

las actividades y objetivos de uso de los espacios a iluminar; así como de consideraciones arquitectónicas, ambientales y económicas. Para cumplir estos criterios los fabricantes y/o comercializadores de fuentes luminosas, luminarias, balastos y en general los productos usados en iluminación deben suministrar la información exigida en los requisitos de productos de la sección 300 del RETILAP y complementada con información de catálogos o fichas técnicas de público conocimiento, tal información debe ser la utilizada por los diseñadores y referenciada en las memorias de cálculo.

El diseñador debe tener en cuenta que las luminarias se diseñan para funcionar con determinados tipos de fuentes lumínicas existentes en el mercado; esto implica que una vez definido el tipo de fuente, el universo de luminarias disponibles se reduce. Lo mismo ocurre con las fuentes si primero se define el tipo de luminaria. De manera que la elección debe hacerse en forma que siempre se use la fuente lumínica con una luminaria diseñada para ella o viceversa.

Los criterios que se deben usar para identificar los tipos de luminarias son:

- Su fotometría
- Su uso
- El tipo de fuente de luz o bombilla
- Las dimensiones y forma de la luminaria
- El tipo de montaje o instalación requerido
- Su cerramiento o índice de protección IP
- El tipo de superficie reflectora de su conjunto óptico

Según la TIA/EIA-942 (Telecommunications Infrastructure Standard for Data Centers) indica en la sección 5.3.4.5 - Lighting- que la iluminación mínima en un Data Center medida en el centro de los pasillos entre los gabinetes, a un metro del piso, debe de ser de: 500lx (50 candelas) en el plano horizontal y 200lx (20 candelas) en el plano vertical.⁴⁹

⁴⁹ ESTÁNDAR TIA-942.2005.p 28

El lux (símbolo lx) es la unidad derivada del Sistema Internacional de Unidades para la iluminancia o nivel de iluminación. Equivale a un lumen /m². Se usa en fotometría como medida de la intensidad luminosa, tomando en cuenta las diferentes longitudes de onda según la función de luminosidad, un modelo estándar de la sensibilidad a la luz del ojo humano.

La candela (símbolo cd) es la unidad básica del Sistema Internacional de Unidades de intensidad luminosa en una dirección dada, de una fuente que emite una radiación monocromática de frecuencia 540×10¹² hercios y de la cual la intensidad radiada en esa dirección es 1/683 vatios por estereorradián. Esta cantidad es equivalente a la que en 1948, en la conferencia general de pesos y medidas, se definió como una sexagésima parte de la luz emitida por un centímetro cuadrado de platino puro en estado sólido a la temperatura de su punto de fusión (2046 K).

El lumen (*lm*): Unidad de medida del flujo luminoso en el Sistema Internacional (SI). Radiométricamente, se determina de la potencia radiante; fotométricamente, es el flujo luminoso emitido dentro de una unidad de ángulo sólido (un estereorradián) por una fuente puntual que tiene una intensidad luminosa uniforme de una candela.⁵⁰

⁵⁰ RETILAP, resolución no. 180540 de marzo 30 de 2010.p20

5. METODOLOGÍA

5.1 TIPO DE PROYECTO

El tipo de proyecto será Teórico-Práctico, con este se pretende generar informe de recomendaciones para corregir las fallas que se presentan en los sistemas electromecánicos del centro de cómputo del Institución Universitaria Pascual bravo, con el fin de que no se sigan presentando daños frecuentes en los equipos activos de las redes de datos y telecomunicaciones, que afecten el suministro oportuno y continuo de la información cuando ésta sea requerida.

5.2 MÉTODO

El método a utilizar será el deductivo e inductivo.

5.2.1 Método deductivo. A modo general con la visita inicial se planteó una hipótesis aplicando un método deductivo basado en las experiencias de cada uno de los integrantes del grupo, esta, consiste en plantear un problema en los sistemas electromecánicos que generan los inconvenientes en los sistemas de comunicaciones y datos. Partiendo de esta hipótesis se plantea un proyecto que mediante método inductivo nos sustente el método planteado inicialmente

5.2.2 Método inductivo. Se aplicara en las etapas de medición de los sistemas, verificación de los resultados y comparación con la norma, donde se observarán los resultados de las mediciones obtenidas, se identificas las posibles falencias, se plantean las posibles soluciones para realizar a futuro las corrosiones necesarias con sus respectivas verificaciones.

5.3 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

5.3.1 Fuentes Primarias. Como fuentes primarias se contara con la asesoría de las siguientes personas:

Decano de ingeniería: Ingeniero Magíster Byron Álvarez

Asesor: Ingeniero Rodrigo Rueda García

Encargado del centro de cómputo: Jorge Acevedo

Asesor: Ingeniero electricista Daniel Betancur

5.3.2 Fuentes secundarias. Libros de electricidad, Internet, normas vigentes y software de diseño de mallas de tierra y apantallamiento.

5.4. ACTIVIDADES PARA DESARROLLAR LOS OBJETIVOS

5.4.1 Objetivo 1

- Recolección de información técnica que se tenga de los sistemas electromecánicos del centro de cómputo en la Institución Universitaria Pascual Bravo.
- Clasificar los instrumentos de medida a utilizar.
- Definir número de lecturas a recopilar.
- Seleccionar los principales puntos donde se extraerán las lecturas.
- Medición del sistema de potencia.

5.4.2 Objetivo 2

- Análisis de resultados de la medición.
- Verificación del funcionamiento del sistema de potencia eléctrica existente.
- Verificación de funcionamiento óptimo de la UPS.

5.4.3 Objetivo 3

- Definir normas vigentes que se van a aplicar
- Comparación de los resultados obtenidos con las normas.
- Plantear las correcciones que se le harán al sistema.

5.4.4 Objetivo 4

- Análisis de tecnología de los elementos a instalar para realizar las correcciones al sistema.
- Observación de los sistemas de aire acondicionado, iluminación y distribución de área entre otros.
- Análisis de puntos relevantes susceptibles a mejoras.
- Generación de informe con sugerencias de adecuaciones a los diferentes sistemas periféricos que incidan en el buen desempeño del centro de cómputo.

5.4.5 Objetivo 5

- Elaboración del manual de criterios de diseño de salas de procesamiento de datos

6 DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL PROYECTO

Como preámbulo al proyecto nuestro grupo de trabajo se dedicó a la recolección de la información técnica de los sistemas de potencia y SIPRA como: memorias de cálculo, planos y otras documentaciones que nos ilustraron sobre el diseño original, el montaje y los alcances contemplados por los constructores. Además se hizo acopio de la información existente sobre adecuaciones posteriores a la ejecución inicial del centro de cómputo. Los códigos, estándares y manuales de referencia para la ejecución del estudio son:

ICREA Std-131-2013. Norma Internacional para la Construcción e Instalación de Equipamiento de Ambientes para el Equipo de Manejo de Tecnologías de Información y Similares.

- Norma ANSI/TIA 942 – 2005. Norma de Infraestructura de Telecomunicaciones Para Centros de Procesamiento de datos.
- Manual de Métodos de Distribución de Telecomunicaciones (TDMM) de Bicsi. Capítulo 8, “Equipment Room”.
- NFPA 75 Standard for the Protection of Electronic Computer / Data Processing Equipment, 1999 Edition.
- NFPA 70 - 2005 National Electrical Code (NEC).
- Manual de Inspección Eléctrica NFPA.
- Norma NTC 2050, Código Eléctrico Colombiano.
- Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE Resolución xxxx
- IEEE 1100 - 1999, Recommended Practices for Powering and Grounding Sensitive Electronic Equipment.

- ANSI/TIA/EIA 568 B2.1 Commercial Building Telecommunications Wiring Standards.
- ANSI/TIA/EIA 569A Commercial Building Standard for Telecommunications Pathways and Spaces. Thermal Guide for Data Processing Environments. ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, Inc)
- Norma Técnica Colombiana 4552.

Las primeras informaciones suministradas por los señores Bayron Alvarez Arboleda y Jorge Acevedo nos indicaron que la institución no posee planos ni físicos, ni digitalizados de la sala de datos. Tampoco se pudieron recolectar memorias de cálculo o listados de equipos activos que nos suministraran un aforo real de cargas instaladas. Lo mismo ocurrió con los diseños de sistemas de protección contra rayos y los diseños de mallas de tierra de la sala.

El fabricante del tablero de distribución dejó en el interior de este, como es norma RETIE, un diagrama unifilar (Figura 10), el cual presentamos a continuación y que nos guía en nuestro trabajo de identificación de circuitos regulados al interior del centro de datos.

También se solicitó información sobre el alimentador desde la subestación hasta la sala de datos lo mismo que diagramas o planos de subestación, pero esta tampoco fue posible tenerla.

Cuando se preguntó al técnico en sistemas, operador de la sala, sobre modificaciones a la infraestructura de la sala después de la construcción inicial, este manifestó no tener ninguna información al respecto.

- Tres conmutadores para las UPSs.
- Un tablero mini pragma 6 circuito con barras para 6 protecciones enchufables para iluminación.
- Tres tableros tipo enchufables con protecciones para circuitos de potencia.

Los preliminares del proyecto consistieron en la recopilación de la mayor cantidad de información, sobre el estado funcional de los sistemas de potencia y Sistema de protección al rayo (SIPRA). Dicha información se generó mediante la medición de las diferentes variables como son: voltajes, corrientes, resistencias, frecuencia entre otros y por la constatación visual de los estados de los sistemas mencionados, sobre todo en lo concerniente a conectividad. Para la recolección de los datos de análisis, se utilizaron instrumentos debidamente certificados (Tabla 3). Entre otros se optó por aparatos de medición como: analizador de redes AR5, multímetro digital, pinza amperimétrica, termógrafo, luxómetro, higrómetro, anemómetro y otros que se requirieron en su momento para la adecuada recolección de información. Las mediciones se hicieron siguiendo las indicaciones de los fabricantes de los equipos de medida, por ejemplo el AR5 se conectó de la siguiente manera:

La figura 11 muestra la conexión típica de un AR5 conectado a un sistema eléctrico trifásico para realizar mediciones de calidad de la energía.

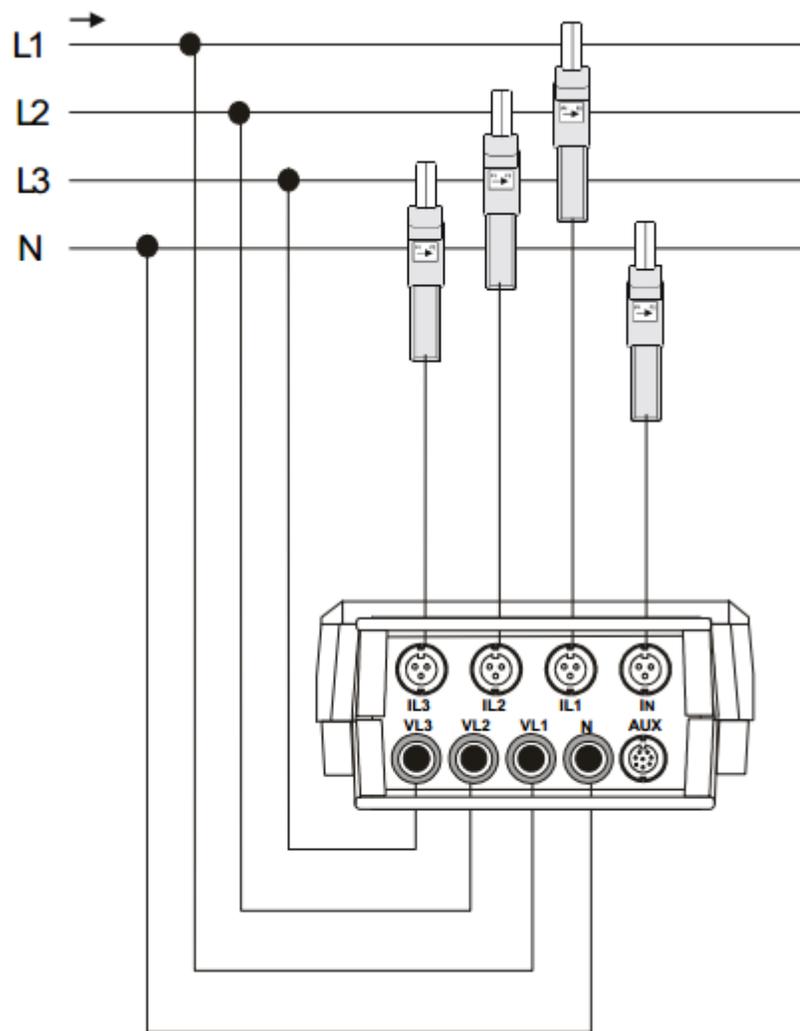


Figura 11. Conexión del AR5⁵¹.

⁵¹ <http://circuitor.com>

Tabla 3: Equipos de medición.

ITEM	DESCRIPCION	MARCA	REFERENCIA
1	Analizador de RedeS AR5	CIRCUTOR	AR5-L
2	Cámara Termográfica	FLUKE	Fluke Ti100_9Hz Thermal Imager
3	Luxómetro Digital	KOBANO	KL1330
4	Pinza Amperimétrica Digital	KYORITSU	2040
5	Anemómetro Digital	Mca. Extech	HD300
6	Megómetro Digital	KYORITSU	Modelo 3005A
7	Higrómetro Digital	Uni-t	Ut332

Con la información recogida, se procede a verificar que estas medidas sean indicativas del buen funcionamiento que nos presenta el estándar ICREA (Norma Internacional para la Construcción e Instalación de Equipamiento de Ambientes para el Equipo de Manejo de Tecnologías de Información y Similares.) y las buenas prácticas de instalación ya que en algunas ocasiones se pueden detectar anomalías a simple vista pero en la mayoría de los casos es necesarios detectar esos rangos de medida de las diferentes variables, altos o bajos, que nos alertan sobre la presencia de puntos sensibles a fallas.

6.1 INFORMACION RECOLECTADA

6.1.1 Infraestructura física. De la infraestructura física se tiene lo siguiente:

➤ **Pisos técnicos:** El centro de procesamiento de datos de la institución (Figura 12), está hecha sobre un piso técnico (Figura 13) conformado por placas de 60x60 cms, sobre una estructura metálica de soportes de pedestal (Figura 14) y las placas construidas con madera aglomerada con alto nivel de resistividad al tráfico de personas, configurada en una disposición de corredores calientes y fríos mediante perforaciones que permiten el flujo del aire acondicionado para la refrigeración de los equipos activos. La disposición de las rejillas en el piso no cumple la función para la cual fue diseñada, se tiene un sistema de aire acondicionado por medio de conductos que suministran aire a la sala lateralmente.



Figura 12: Centro de procesamiento de datos IUPB⁵².

⁵² Imagen recolectada por el grupo de trabajo



Figura 13: Piso técnico con corredores fríos y calientes⁵³.



Figura 14: Estructura pedestales piso técnico.

⁵³ Imágenes recolectadas por el grupo de trabajo

- Durante la inspección al piso falso, se detecto problemas de humedad que es generada por el minisplit de aire acondicionado, el cual en su proceso de condensación, tiene una fuga de agua y este goteo cae al piso de madera aglomerada produciendo un acelerado deterioro y adicionalmente se está perdiendo su forma y los residuos están contaminando todo el piso falso.
- **Techos:** El techo está construido en cielo falso de placas de drywall con retículas de 60X60 centímetros y con luminarias de 60X60 centímetros y un registro de inspección en un extremo de la sala. Al interior del cielo se detectan canalizaciones abiertas de potencia y datos, lo mismo que tuberías de refrigeración. No se aprecian tuberías de aguas potables y aguas negras. Figura 15).



Figura 15: Techos con ducto A.A expuesto⁵⁴.

⁵⁴ Imágenes recolectadas por el grupo de trabajo

- En la foto se evidencia otro hallazgo como es de una reducción en el conducto de aire y que el espacio del gabinete eléctrico fue reducido. También se tiene un riesgo de humedad debida a una posible condensación del conducto aire acondicionado.
- **Puertas:** Se tiene una puerta cortafuegos con un registro en vidrio de 6mm. La puerta tiene una chapa anti-pánico de barra de 1.20 metros de ancho por 2.20 metros de altura. Su apertura es hacia la parte exterior de la sala de datos. No se tiene otra puerta de salida de emergencia (Figura 16).



Figura 16: Puerta blindada con barra antipánico⁵⁵.

⁵⁵ Imágenes recolectadas por el grupo de trabajo

➤ **Paredes:** En toda el área de la sala de datos (24,60 M²), se aprecian paredes en concreto con revestimiento de estuco y vinilo. La textura de la pintura es plana y de un color blanco hueso. No hay evidencia de que cumplan con la especificación de ser muros cortafuegos o por lo menos retardante de dos horas al fuego. No hay ventanas ni otra clase de registro hacia el exterior (Figura 17).



Figura 17: Paredes en vinilo blanco⁵⁶.

⁵⁶ Imágenes recolectadas por el grupo de trabajo

6.1.2 Tablero de Distribución. Del tablero de distribución se tiene:

- Tablero de distribución, construido por UMI, Voltaje AC 240V, Trifásico, 5H, lcc.:25kA, tipo autoportado de 1 metro de ancho por 2 metros de alto con marcación exterior de riesgo eléctrico (Figura 17), incluye fijaciones, anclajes, puesta a tierra según sección 250 NTC 2050, marcación según RETIE, pruebas y chequeos, cumple con lo especificado en el artículo 17 numeral 9 del RETIE, Norma NTC 2050, IEC 60439-3.



Figura 18: Tablero distribución general sala de datos⁵⁷.

⁵⁷ Imágenes recolectadas por el grupo de trabajo

➤ En la foto anterior, podemos identificar otro hallazgo y es que los espacios libres de trabajo se encuentran ocupados. Más adelante detallaremos esta observación.

Al interior del tablero encontramos la siguiente disposición de equipos:

a. Barrajes en cobre electro-plateado y cableado de interconexión; barras de neutro y tierra aisladas del chasis, no está provisto de panel de frente muerto con una cubierta frontal que brinde una grado de protección al menos de IP2X desde el frente. No se ve un Dispositivo de protección contra sobretensiones eléctricas DPS.

b. Totalizador marca DACO 3X100A, en caja moldeada, Icc.:5kA, 600V

c. Peine trifásico con 8 protecciones:

➤ Interruptor termomagnético 1X40A, 10kA, 240V, marca LS, tipo Riel DIN, para protección de un tablero minipragma de 4 circuitos para iluminación.

➤ Interruptor termomagnético 2X20A, 6kA, 400V, marca LS, tipo Riel DIN, para protección de un alimentador normal de un tablero interior respaldado de 18 circuitos.

➤ Interruptor termomagnético 2X20A, 6kA, 400V, marca LS, tipo Riel DIN, para protección de un alimentador normal de un tablero interior respaldado de 18 circuitos.

➤ Interruptor termomagnético 2X40A, 6kA, 400V, marca LS, tipo Riel DIN, para protección de un alimentador normal de un tablero interior respaldado de 30 circuitos.

➤ Interruptor termomagnético 2X20A, 6kA, 400V, marca LS, tipo Riel DIN, para protección de un Sistema Ininterrumpido de Potencia UPS marcada como No. 2 de 6kVA, suichado con un conmutador tripolar previamente protegido con un interruptor termomagnético 2X20A, 6kA, 400V, marca LS, tipo Riel DIN.

➤ Interruptor termomagnético 2X20A, 6kA, 400V, marca LS, tipo Riel DIN, para protección de un Sistema Ininterrumpido de Potencia UPS, el cual no está en funcionamiento en la actualidad, controlado con un conmutador tripolar

previamente protegido con un interruptor termomagnético 2X20A, 6kA, 400V, marca LS, tipo Riel DIN. La posición del conmutador esta en No. 1, lo que significa, que hay alimentación normal de la red.

➤ Interruptor termomagnético 2X40A, 6kA, 400V, marca LS, tipo Riel DIN, para protección de un Sistema Ininterrumpido de Potencia UPS marcada como No. 1 de 6kVA, suichado con un conmutador tripolar previamente protegido con un interruptor termomagnético 2X40A, 6kA, 400V, marca LS, tipo Riel DIN.

➤ Interruptor termomagnético 1X20A, 10kA, 240V, marca Schneider, tipo Riel DIN, para protección de un tablero que administra la cámara ubicada en la rotonda de la edificación.

6.1.3 Racks de comunicaciones. En los rack de comunicaciones se tiene lo siguiente:

➤ La sala de datos, está conformada por 4 racks cerrados que albergan la gran mayoría de equipos activos de sistemas y comunicaciones, como son los switches, servidores, planta telefónica, etc (Imágenes 18 y 19).

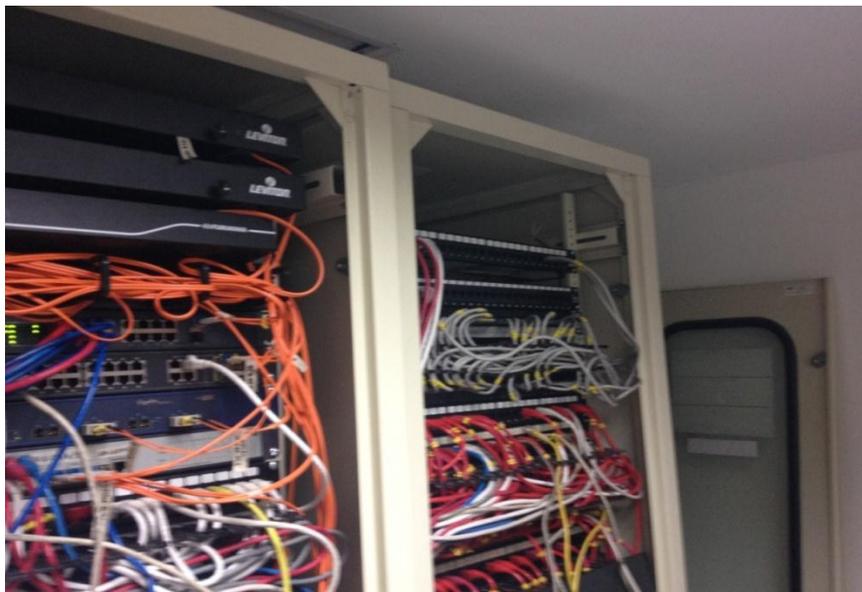


Figura 19: Equipos activos racks centro de procesamiento de dato IUPB⁵⁸.



Figura 20: Equipos activos racks centro de procesamiento de datos IUPB⁵⁹.

Tres racks son de 2.20 metros de altura por 48,26 centímetros de ancho y el cuarto rack tiene 2.00 metros de altura por 40 centímetros de ancho. Los racks no tienen una dedicación específica y todos los equipos activos se encuentran entremezclados. Las PDU de alimentación eléctrica en los RACKS se hace con multitomas en cada uno de los gabinetes.

En la tabla 4 se muestra el listado de equipos activos de la sala de datos de la institución:

⁵⁸ Imágenes recolectadas por el grupo de trabajo

⁵⁹ Imágenes recolectadas por el grupo de trabajo

Tabla 4: Equipos activos sala de datos.

Cantidad	Equipo	Marca Modelo	POTENCIA W	POTENCIA BTU/h
8	Monitores LCD	LG	1280	4367
12	PC's Genericas	GENERICO	492	1679
2	UPS	ENERGEX	12000	40945
1	Storage Area Network		112	382
2	HP DL360p	HP	920	3139
2	IBM x3650	IBM	1500	5118
3	HP Proliant DL380	HP	2400	8189
1	Switch L2	TPLink TLSG 3216	400	1365
1	Switch L2	Planet SGSW 2840	30	102
1	Switch L2	Netgear GS504	25	85
5	Switch L2	HP V1910 24 puertos	850	2900
2	Switch L2	Planet FGSW 2620cs	40	136
1	Switch L2	Trendnet TEG-424	20	68
1	Switch L2	Cisco Catalyst 2960	25	85
1	Router UNE	Alcatel Lucent 1642 EML	40	136
1	Planta Telefonica	Panasonic KX TDE 600	325	1109
		POTENCIA TOTAL	20459	69808

6.1.4 Iluminación. En la iluminación se observa lo siguiente:

➤ La iluminación para Salas de Cómputo, está clasificada en el RETILAP como oficinas de tipo general, mecanografía y computación, con un mínimo de 300 luxes, medio de 500 luxes y máximo de 750 luxes, con un factor de deslumbramiento de 1.5, y por lo general con lámparas fluorescentes con una temperatura de color de 6000°K. Las luminarias deben tener rejillas especulares con el fin de evitar el reflejo directo en las pantallas. La iluminación no debe estar alimentada de los mismos circuitos de los equipos de cómputo. Se debe considerar unas luminarias de emergencia que constituyan por lo menos el 25% de la iluminación total. El lux (símbolo lx) es la unidad derivada del Sistema Internacional de Unidades para la iluminancia o nivel de iluminación. Equivale a un lumen /m². Se usa en la fotometría como medida de la luminancia, tomando en cuenta las diferentes longitudes de onda según la función de luminosidad, un modelo estándar de la sensibilidad a la luz del ojo humano. La diferencia entre el lux y el lumen consiste en que el lux toma en cuenta la superficie sobre la que el flujo luminoso se distribuye. 1000 lúmenes, concentrados sobre un metro cuadrado, iluminan esa superficie con 1000 lux. Los mismos mil lúmenes, distribuidos sobre 10 metros cuadrados, producen una iluminancia de sólo 100 lux. Una iluminancia de 500 lux es posible en una cocina con un simple tubo fluorescente. Pero para iluminar una fábrica al mismo nivel, se pueden requerir decenas de tubos. En otras palabras, iluminar un área mayor al mismo nivel de lux requiere un número mayor de lúmenes. Las medidas de iluminancia que se tomaron con el luxómetro, se hicieron a una altura de plano útil de 0,85 metros. Nótese en la imagen con la medición de iluminancia, que sobre el rack hay una luminaria y esta medida se tomo a 2,20 metros de altura por lo que da un nivel tan alto de luxes. A continuación presentamos un esquema del plano de iluminación existente con su acotamiento (Figura 21):

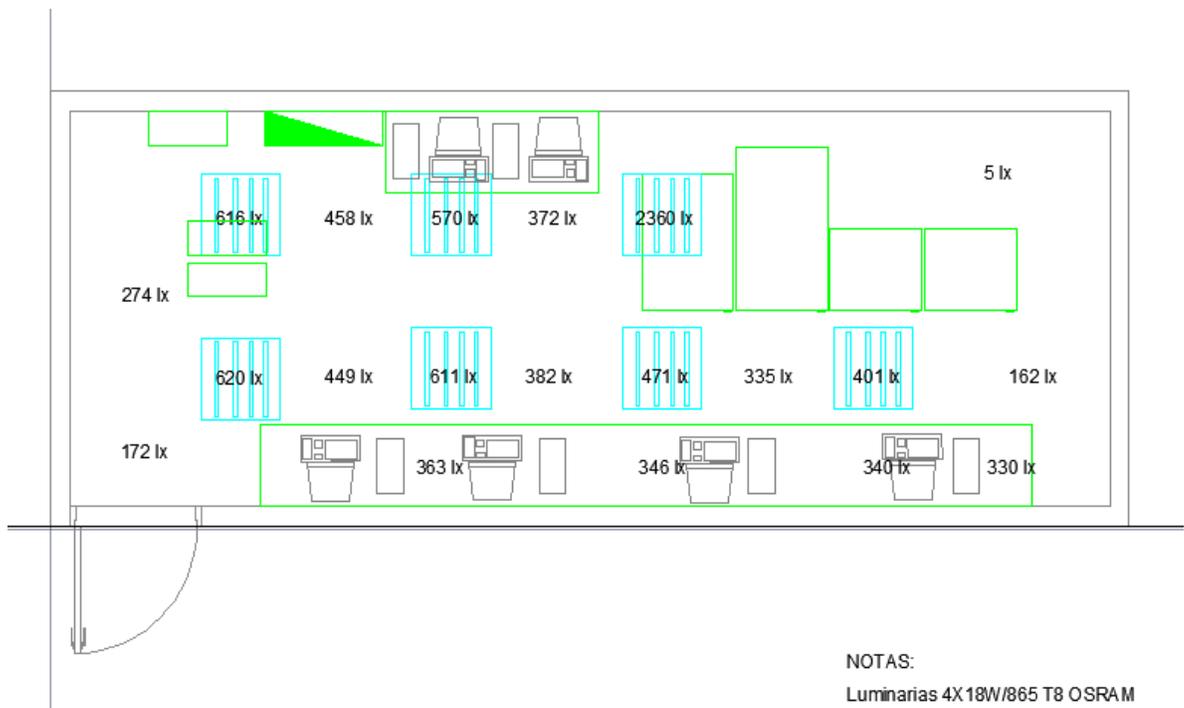


Figura 21: Iluminación general del centro de procesamiento de datos IUPB⁶⁰.

Como podemos apreciar en la figura anterior, hay 7 luminarias fluorescentes 60X60 con rejilla especular de 4X18W, T8, 4100°K con lámparas marca OSRAM en una disposición simétrica. En la siguiente Figura (Figura 22) se puede ver la luminaria antes mencionada:

⁶⁰ Esquema generado por software DIALux



Figura 22: Luminaria fluorescente 60x60⁶¹.

6.1.5 Tomacorrientes. De los tomacorrientes se tiene lo siguiente:

- Todos los tomacorrientes de la sala de datos son regulados a una tensión de 120V con polo a tierra, Norma NEMA 14-20R, en canaleta superficial, a una altura de 1,10 metros y a su vez respaldados por UPS. A continuación se muestra una disposición en plano de estos tomacorrientes que alimentan los equipos de cargas sensibles en la sala.

⁶¹ Imágenes recolectadas por el grupo de trabajo

6.1.6 Mallas de tierra. Se tiene lo siguiente:

➤ El deber ser de un sistema de puesta a tierra consiste en la conexión de equipos eléctricos y electrónicos a tierra, para evitar que se dañen los equipos en caso de una sobretensión. El objetivo de un sistema de puesta a tierra es:

1. Brindar seguridad a las personas.
2. Proteger las instalaciones, equipos y bienes en general.
3. Establecer la permanencia de un potencial de referencia al estabilizar la tensión eléctrica a tierra bajo condiciones normales de operación.

➤ En la observación realizada a la sala de datos, no pudimos notar la existencia de una malla de tierra bajo el piso técnico, solo algunos conductores de tierra en cobre No. 4 AWG desnudo por la bandeja porta-cables tanto en piso técnico como en el plenum del cielo raso y que están directamente unidos al sistema de tierra de toda la edificación. El conductor de tierra viene desde la subestación en un calibre No. 6 desnudo.

En el tablero de distribución hay una barra dedicada exclusivamente para tierras. Todos los circuitos tienen su debido conductor de tierra el cual va llegando a cada salida y sigue hacia la siguiente salida después de una derivación con conector de empalme tipo resorte. En la siguiente Figura (Figura 25) podemos ver lo enunciado:



Figura 25: Bandejas portacables aterrizadas⁶³.

6.1.7 Aire acondicionado. Los centros de cómputo tienen determinadas especificaciones de funcionamiento. La climatización de este tipo de espacios tiene que garantizar condiciones específicas de temperatura y humedad. Los rangos permisibles según la ICREA son entre 18°C Y 27°C y una humedad relativa entre el 40% y el 60%. Los rangos de operación ideales o recomendables son 23°C y una humedad relativa del 50% (Tabla ICREA 430.4.b)

⁶³ Imágenes recolectadas por el grupo de trabajo

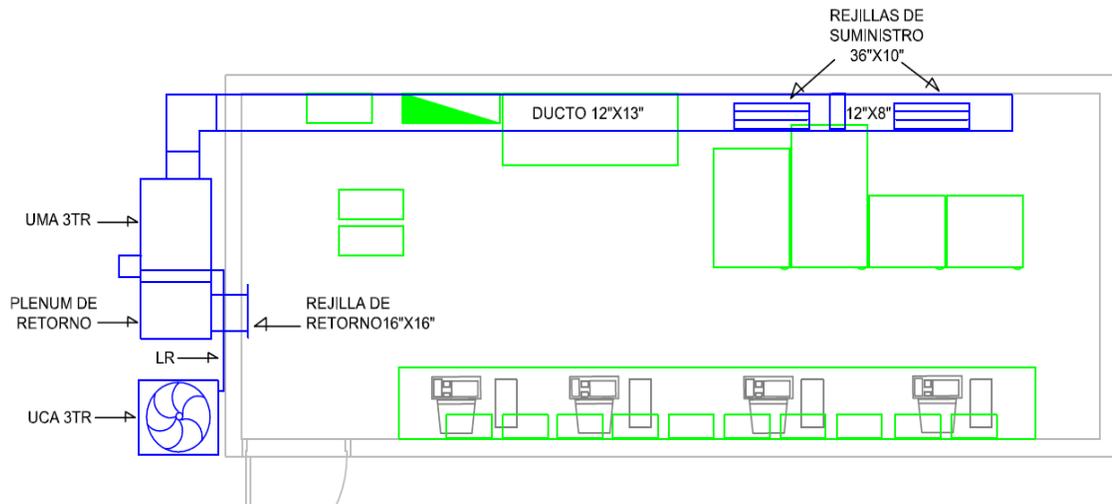


Figura 26. Plano de distribución del aire acondicionado.

La conducción del aire climatizado previamente filtrado debe llegar a los racks del equipamiento informático, donde se produce la mayor cantidad de calor. Las rejillas de aire se ubican para suministrar aire frío en el suelo o en el techo, por medio de conductos de aire al compartimiento que debe estar en presión positiva evitando la entrada de polvo del exterior. “En caso de que el diseño conceptual contemple el mantener una presión positiva dentro del centro de computo, únicamente se debe inyectar un máximo del 1% del volumen de aire que se mueve en la sala” (ICREA 430.3.1)

El sistema de acondicionamiento de aire consta de un equipo de aire acondicionado Tipo partido (Splitter). Conformado por una UCA (Unidad Condensadora de Aire) marca CONFORT FRESH modelo ARUF353616CA, 1.3HP, de 36000BTU, y una UMA(Unidad Manejadora de Aire), ubicada en el exterior de la edificación (Figura 25) y la cual insufla aire frío al interior de la sala de datos por medio de unos conductos en fibra de vidrio y con un recubrimiento en papel aluminio (Figura 26) terminando en una rejillas tipo difusor de 24X90cms., también hay una rejilla de 40X40 ubicada cerca a la puerta y que trabaja como retorno del sistema. El control se hace por medio de un dispositivo sensor o termostato que monitorea constantemente la temperatura y prende o apaga el

sistema según un setpoint establecido que suele estar en los 18°C. Como respaldo y redundancia del equipo principal antes mencionado, encontramos otro sistema que consta de dos maquinas instaladas así:

Al interior de la sala de datos se encuentra una evaporadora tipo mini-Split marca HACEB modelo AAHACEBS24-220BL, 24000BTU, Refrigerante R22 y una Corriente nominal de 17A (Figura 27). En el exterior está instalada un condensador modelo AAHACEBS24-220BL, 24000BTU, Refrigerante R22.



Figura 27: Equipo central de aire acondicionado⁶⁴.

A continuación se presenta un cuadro con medidas puntuales de temperatura y humedad en el Centro de Procesamiento de Datos:

⁶⁴ Imágenes recolectadas por el grupo de trabajo

Tabla 5. Temperaturas y humedades en el CPD.

Equipo de aire acondicionado					
Rejilla 1	Cfm	Rejilla 2	Cfm	Retorno	Cfm
Dato 1	172	Dato 1	1063	Dato 1	874
Dato 2	178	Dato 2	1157	Dato 2	1087
Dato 3	0	Dato 3	705	Dato 3	907
Dato 4	205	Dato 4	1186	Dato 4	1255
Dato 5	359	Dato 5	965	Dato 5	1383
Dato 6	1071	Dato 6	1464	Dato 6	1076
Dato 7	960	Dato 7	1067	Dato 7	1475
Dato 8	1083	Dato 8	1597	Dato 8	1547
Dato 9	1200	Dato 9	1100	Dato 9	1580
Dato 10	1097	Dato 10	1050	Dato 10	1500
Promedio	632,5	Promedio	1135,4	Promedio	1268,4
Cfm totales de suministro			1767,9		
Capacidad aire acondicionado cfm			1800		
Humedad relativa			57%		
Temperatura de zona			20°C		
Temperatura de suministro			14°C		



Figura 28: Conductos de A.A con rejilla difusora.⁶⁵



Figura 29: evaporador tipo minisplit.

⁶⁵ Imágenes recolectadas por el grupo de trabajo

6.2 ANALISIS Y RECOMENDACIONES:

La sala de datos, según lo expuesto en base a las observaciones realizadas, No alcanzaría el mínimo nivel de disponibilidad que está enmarcado en ICREA Std-131-2013 según podemos observar en el cuadro de análisis comparativo de lo normalizado en ICREA contra las observaciones hechas por el grupo de trabajo.

Antes se muestran topologías establecidas, para una sala poder alcanzar un Nivel I ó un Nivel II.

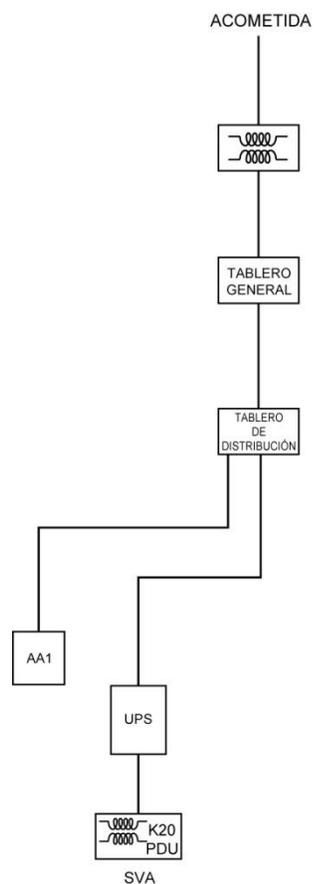


Figura 30: Topología para sala de datos nivel I⁶⁶.

⁶⁶ <http://www.amperonline.com>

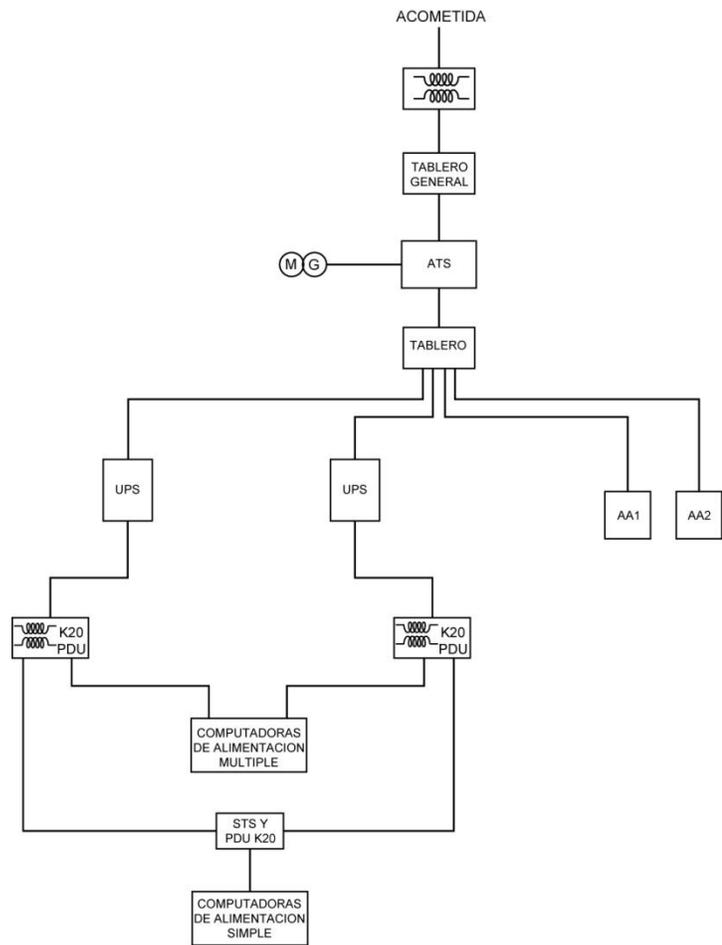


Figura 31: Topología para sala de datos nivel II⁶⁷.

A continuación presentamos unos cuadros comparativos por especialidad con la finalidad de estandarizar lo anteriormente expuesto y sugerir posibles mejoras para alcanzar la norma ICREA Std-131-2013 (Norma Internacional para la Construcción e Instalación de Equipamiento de Ambientes para el Equipo de Manejo de Tecnologías de Información y Similares) que es la que nos guía en las salas se datos.

⁶⁷ <http://www.amperonline.com>

Tabla 6. Cuadro comparativo requerimientos ICREA vs CPD IUPB.

INSTALACIONES ELÉCTRICAS				
Acometida y Alimentadores Principales:				
	Requerimiento ICREA para Nivel I	Requerimiento ICREA para Nivel II	CPD IUPB	Propuesta Mejoramiento
Energía eléctrica con alimentadores independientes de otras cargas en sistema SVA (simple vía de alimentación).	X	X	Cumple	
Sistema de Puesta a Tierra:				
	Requerimiento ICREA para Nivel I	Requerimiento ICREA para Nivel II	CPD IUPB	Propuesta Mejoramiento
Sistema de Puesta a Tierra aislada exclusiva referenciada al sistema central de puesta tierra y al neutro del último sistema derivado separado, cada electrodo debe contar con registros de supervisión identificados y la impedancia igual o menor de 2 ohms, en el conductor principal de puesta a tierra de la BPT. X	X	X	No Cumple	La medida de resistividad presenta un nivel aceptable para descarga a tierra sin embargo no se aprecia una malla de tierra, la tierra viene desde la subestación eléctrica. Según lo estipula la norma ICREA Std-131-2013, sería bueno hacer un diseño de malla de tierra y optar por un sistema de tierra aislada que no existe a la fecha.

Tabla 6. Continuación.

Supresores de Transitorios:				
	Requerimiento o ICREA para Nivel I	Requerimiento ICREA para Nivel II	CPD IUPB	Propuesta Mejoramiento
Supresión de transitorios de sobre tensiones, categoría A de 60 KA, 4 modos de protección por línea de alimentación. En zona de tableros de distribución y PDU's.	X	X	No Cumple	Montar en las salidas sensibles de los equipos electrónicos DPS Clase A, 60kA, 4 modos de protección por línea de alimentación. Se supone una sala con un consumo de 30kVA, para otra especificación en potencia, se deberá hacer un estudio de coordinación de protecciones y selectividad adecuado para las potencia de un posible crecimiento.
Supresión de transitorios de sobre tensiones, en categoría B de 140 KA, 4 modos de protección por línea de alimentación. En zona de tableros generales.	No aplica	X	No Cumple	Montar en tablero de distribución en la sala de datos un DPS Clase B, 140kA, 4 modos de protección por línea de alimentación. Se supone una sala con un consumo de 30kVA, para otra especificación en potencia, se deberá hacer un estudio de coordinación de protecciones y selectividad adecuado para las potencia de un posible crecimiento.

Tabla 6. Continuación.

Protección contra descargas atmosféricas:				
	Requerimiento o ICREA para Nivel I	Requerimiento ICREA para Nivel II	CPD IUPB	Propuesta Mejoramiento
Sistema de puesta a tierra exclusivo pero referenciado al sistema de puesta a tierra central.	X	X	No Cumple	Se debe diseñar y montar un sistema de puesta a tierra exclusivo para descargas de rayos y a su vez se debe equipotenciar con sistemas de malla de tierra de seguridad central.
Registros en piso identificados.	X	X	No Cumple	En el diseño del sistema de malla de tierra se debe involucrar este ítem.
Registros de 40 cm x 40 cm para supervisión	X	X	No Cumple	Igual que el anterior.
UPSs:				
	Requerimiento o ICREA para Nivel I	Requerimiento ICREA para Nivel II	CPD IUPB	Propuesta Mejoramiento
Sistema de energía ininterrumpible, que soporte el 120% de la carga existente, más un 30% para crecimiento.	X	X	Cumple	
Redundancia N+2	No aplica	X	No aplica	
Baterías:				
	Requerimiento o ICREA para Nivel I	Requerimiento ICREA para Nivel II	CPD IUPB	Propuesta Mejoramiento
Evaluación anual del estado de salud de las baterías	X	X	No Cumple	Se debe implementar un programa de mantenimiento preventivo y proactivo que garantice el buen estado de las baterías de las UPS's y de otros sistemas.

Tabla 6. Continuación.

Documentación:				
	Requerimiento o ICREA para Nivel I	Requerimiento ICREA para Nivel II	CPD IUPB	Propuesta Mejoramiento
Protocolos de Mantenimiento	No aplica	X	No Cumple	Como en el caso anterior se deben tener programas de mantenimiento preventivo y proactivo y no dejar todo a un correctivo ocasional.
Protocolos de Operación	No aplica	X	No Cumple	En el corto tiempo de la consultoría, no se detectaron protocolos operacionales de todos los sistemas. Se sugiere presentar un programa y su respectivo cronograma de operaciones.
Documentación:				
	Requerimiento o ICREA para Nivel I	Requerimiento ICREA para Nivel II	CPD IUPB	Propuesta Mejoramiento
Protocolos de Contingencia	No aplica	X	No Cumple	Tampoco se tuvo conocimiento de algún plan de emergencia operacional.
Diagramas	No aplica	X	No Cumple	Se tienen diagramas unifilares de potencia, sin embargo, se deben implementar una diagramación más completa, como por ejemplo diagramas de flujo para operación, etc .

Tabla 6. Continuación.

Documentación:					
Requerimiento para Nivel I	ICREA	Requerimiento o ICREA para Nivel II	CPD IUPB	Propuesta Mejoramiento	
Planos as Built		No aplica	X	No Cumple	No se detectan planos de ninguna índole, además se deben mantener los planos record con la intención de registrar cada cambio que se genere en el tiempo.
Bitácoras de mantenimiento		No aplica	X	No Cumple	Remitirse a los anteriores ítems.
Planta de emergencia:					
		Requerimiento ICREA para Nivel I	Requerimiento ICREA para Nivel II	CPD IUPB	Propuesta Mejoramiento
Planta generadora de energía eléctrica de apoyo para uso exclusivo del Data Center, que soporte mínimo el 125 % de la carga de los equipos que conforman la infraestructura durante 2 horas, en cada SVA.		No aplica	X	No Cumple	Este es el punto crítico para el cumplimiento de la norma ICREA en alcanzar el Nivel II. Se requeriría la instalación de un grupo electrógeno de respaldo con la especificación mínima que da la norma.
Reserva de combustible mínimo para 12 horas de autonomía		No aplica	X	No Cumple	Se hace consecuente con el punto anterior.

Tabla 6. Continuación.

Mantenimiento con protocolos de pruebas estáticas trimestrales de toda la infraestructura eléctrica	No aplica	X	No Cumple	Se implementarían al momento de instalar el grupo de respaldo.
Circuitos derivados:				
	Requerimiento ICREA para Nivel I	Requerimiento ICREA para Nivel II	CPD IUPB	Propuesta Mejoramiento
Circuitos derivados de energía ininterrumpible no mayores a 50 m de longitud desde el PDU o tableros.	X	X	Cumple	
Conductores con aislamiento de baja emisión de humos y cero halógenos.	X	X	No Cumple	No se hizo el montaje con cables TC (Baja emisión de humos y cero halógenos).
Contactos con sistema de tierra aislada	X	X	No Cumple	Se debe hacer un sistema de tierra aislada
No más de cinco dispositivos por circuito.	X	X	Cumple	
Aire acondicionado:				
	Requerimiento ICREA para Nivel I	Requerimiento ICREA para Nivel II	CPD IUPB	Propuesta Mejoramiento
Aire acondicionado de precisión independiente de otras cargas.	X	X	No Cumple	Para alcanzar un Nivel mínimo de disponibilidad, se requiere de la instalación de un equipo de precisión
Redundancia al N+1	No aplica	X	No Cumple	El equipo anterior debe estar respaldado por un segundo equipo.

Tabla 6. Continuación.

Filtros de aire:				
	Requerimiento ICREA para Nivel I	Requerimiento ICREA para Nivel II	CPD IUPB	Propuesta Mejoramiento
Mediana eficiencia 70%<E3<84.5%, MERV 8, arrestancia de 95% a 98% y UL900 clase II.	X	X	No Cumple	Como el equipo de Aire Acondicionado instalado no es de precisión, tampoco encontramos filtros de Mediana eficiencia y más bien detectamos filtros de baja eficiencia que se montan en equipos que no son adecuados para salas de datos.
Documentación:				
	Requerimiento ICREA para Nivel I	Requerimiento ICREA para Nivel II	CPD IUPB	Propuesta Mejoramiento
Protocolos de Mantenimiento de	No aplica	X	No Cumple	Se debería implementar, conjuntamente con la instalación del Aire de Precisión, un programa de mantenimiento al nuevo equipo. Sin embargo, también es necesario hacerlo para el equipo y sus ductos existentes.
Protocolos de Operación	No aplica	X	No Cumple	Aplica la misma sugerencia del punto anterior.

Tabla 6. Continuación.

Documentación:					
Requerimiento para Nivel I	ICREA	Requerimiento ICREA para Nivel II	CPD IUPB	Propuesta Mejoramiento	
Protocolos Contingencia	de	No aplica	X	No Cumple	Con la propuesta de instalar un equipo de precisión, se debe implementar un plan de contingencia en casos de falla, aunque el equipo a instalar requiere redundancia como lo veíamos anteriormente. Para los equipos existentes tipo mini-split, se debe como mínimo tener otro equipo de reemplazo en caso de contingencia.
Diagramas		No aplica	X	No Cumple	Se debe hacer un levantamiento y procurar estos diagramas de Aire Acondicionado en todo lo referente a potencia eléctrica, ductos, válvulas, sensores y flujos de aire.
Documentación:					
		Requerimiento ICREA para Nivel I	Requerimiento ICREA para Nivel II	CPD IUPB	Propuesta Mejoramiento
Planos as Built		X	X	No Cumple	De realizar los cambios sugeridos en los equipos, se requieren los planos record de cómo queda construido el sistema de Aire Acondicionado.

Tabla 6. Continuación.

Documentación:				
	Requerimiento ICREA para Nivel I	Requerimiento ICREA para Nivel II	CPD IUPB	Propuesta Mejoramiento
Bitácoras de mantenimiento	X	X	No Cumple	Luego de realizar un plan sistemático de mantenimiento, se debe llevar la historia de estos procesos.
Memoria de cálculos	No aplica	X	No Cumple	Todos los equipos de Aire Acondicionado deben ser calculados mediante formulación donde incluya el balance térmico, el análisis de flujos y los cuadros de cargas eléctricas con todos sus componentes además de regulación y otros.
Mantenimiento con protocolos de pruebas estáticas trimestrales de toda la infraestructura Aire acondicionado.	No aplica	X	No Cumple	Aplican las sugerencias planteadas en puntos similares anteriores.
Mantenimiento con protocolos de pruebas estáticas trimestrales de toda la infraestructura.	No aplica	X	No Cumple	Aplican las sugerencias planteadas en puntos similares anteriores.

Tabla 6. Continuación.

Seguridad y Detección:				
	Requerimiento ICREA para Nivel I	Requerimiento ICREA para Nivel II	CPD IUPB	Propuesta Mejoramiento
Sencilla	X		No Cumple	La sala no presenta ningún sistema de detección por lo tanto cualquier dispositivo que se implemente inicialmente, ayudaría a lograr el objetivo de alcanzar un nivel I de disponibilidad.
Automática	No aplica	X	No Cumple	Como la propuesta anterior, un sistema automatizado de detección, nos pondría con la sala de datos en un Nivel II de disponibilidad según ICREA.
Infrarrojo	No aplica	X	No Cumple	Sensores de este tipo se requieren para por lo menos alcanzar un Nivel II.
Botón de alarma de fuego identificado, visible y cercano a las puertas.	No aplica	X	No Cumple	Se debe instalar con la finalidad de alcanzar niveles de seguridad contra incendios adecuados a la norma ICREA.
Detección de humo en la zona del retorno del aire de precisión.	No aplica	X	No Cumple	Primero se debe instalar el equipo de precisión y luego tener en consideración el detector de humos en los retornos.
Mantenimiento con protocolos de pruebas estáticas trimestrales de toda la infraestructura seguridad.	No aplica	X	No Cumple	Después de montar el sistema de seguridad, pues se puede recurrir a los protocolos de mantenimiento.

Tabla 6. Continuación.

Extinción:				
	Requerimiento ICREA para Nivel I	Requerimiento ICREA para Nivel II	CPD IUPB	Propuesta Mejoramiento
Activación manual	No aplica	X	No Cumple	No se tienen en el momento extintores portátiles tipo C que son los que se deben montar en nuestra sala de datos.
Agentes limpios	No aplica	X	No Cumple	Un paso más arriba y con el fin de alcanzar un Nivel 2, se debe instalar extinción al fuego con agentes limpios como son: el nitrógeno, el argón, Hexafloruro propano, etc.
Inundación	No aplica	X	No Cumple	El sistema de extinción por inundación más conocido es el INERGEN y es el recomendado para ser utilizado en la sala de datos de IUPB, sin dejar atrás otros modelos de extinción por inundación como ECARO y ZAFIRO.
Documentación:				
	Requerimiento ICREA para Nivel I	Requerimiento ICREA para Nivel II	CPD IUPB	Propuesta Mejoramiento
Protocolos de Mantenimiento		X	No Cumple	Sin un sistema de Seguridad no se pueden hacer protocolos de mantenimiento.
Protocolos de Operación		X	No Cumple	Sin un sistema de Seguridad no se pueden hacer protocolos de operación.

Tabla 6. Continuación.

Documentación:				
	Requerimiento ICREA para Nivel I	Requerimiento ICREA para Nivel II	CPD IUPB	Propuesta Mejoramiento
Diagramas	X	X	No Cumple	Después de montar sistemas de seguridad adecuados se deben entregar los diagramas respectivos.
Planos as Built	X	X	No Cumple	Cualquier tipo de cambio que se realice en los temas de seguridad, deben estar acompañados de unos planos record.
Bitácoras de mantenimiento	X	X	No Cumple	Como los casos anteriores, después de montar unos sistemas de seguridad adecuados, se deben empezar a documentar históricamente los procesos de mantenimiento.
COMUNICACIONES:				
	Requerimiento ICREA para Nivel I	Requerimiento ICREA para Nivel II	CPD IUPB	Propuesta Mejoramiento
Sala para uso exclusivo de equipos de comunicaciones y/o de procesamiento de datos.	X	X	No Cumple	En observación inicial se detectaron sinnúmero de aparatos y materiales que no tienen que estar al interior de la sala de datos. Se recomienda mantener el área libre de cualquier equipo o material que no forme parte de los sistemas que componen la sala.

Tabla 6. Continuación.

COMUNICACIONES:				
	Requerimiento ICREA para Nivel I	Requerimiento ICREA para Nivel II	CPD IUPB	Propuesta Mejoramiento
Ausencia de tuberías hidráulicas y sanitarias dentro del centro de cómputo.	X	X	Cumple	
Puerta de acceso:				
	Requerimiento ICREA para Nivel I	Requerimiento ICREA para Nivel II	CPD IUPB	Propuesta Mejoramiento
Acceso controlado	X	X	Cumple	
Control de acceso electrónico	No aplica	X	No Cumple	Para alcanzar un Nivel I de disponibilidad, se debe instalar un control de acceso, bien sea por tarjeta de proximidad o bien sea por biométrica.
Puertas de Emergencia:				
	Requerimiento ICREA para Nivel I	Requerimiento ICREA para Nivel II	CPD IUPB	Propuesta Mejoramiento
Abatimiento hacia el exterior. No se aceptarán puertas corredizas.	X	X	No Cumple	No existe salida de emergencia por lo tanto no existe la puerta de la que habla la norma. Si se desea alcanzar el estándar ICREA, se debe construir una salida de emergencia.
Ubicada del lado opuesto al de la entrada principal, para Data Centers mayores a 99 m2.	X	X	No Cumple	Remitirse al sugerido anterior para ver que no existe salida de emergencia.

Tabla 6. Continuación.

Puertas de Emergencia:				
	Requerimiento ICREA para Nivel I	Requerimiento ICREA para Nivel II	CPD IUPB	Propuesta Mejoramiento
Indicación en el interior de la puerta de emergencia para Data Centers mayores a 99 m2.		X	No Cumple	Aunque nuestra sala no tiene 99 m2, podemos seguir insistiendo que debe tener una salida de emergencia por tema de seguridad.
Barra de pánico	X	X	No Cumple	No cumple ya que la barra de pánico se encuentra en la puerta de acceso y no existe puerta de emergencia. Ver recomendación arriba.
Ámbito e infraestructura:				
Piso elevado:	Requerimiento ICREA para Nivel I	Requerimiento ICREA para Nivel II	CPD IUPB	Propuesta Mejoramiento
Nivelable y antiestático con impedancia de descarga a tierra entre 1.5 x 105 y 2 x 1010 Ohms	X	X	No Cumple	Nuestro piso técnico, no cumple pues los soportes elevadores de las placas de piso, son fijos y la norma habla de piso nivelable. Con respecto a la impedancia de descarga, el fabricante debe haber suministrado esta información.
Altura mínima de 30 cm.	X		Cumple	
Altura mínima de 40 cm.	No aplica	X	Cumple	
Soportar 450 Kg. al centro del módulo en un área de 5 cm2 presentando una deflexión máxima de 2.5 mm.	X	X	No Cumple	Esta información debe ser suministrada por el fabricante de las losas de piso para poder certificar el piso en la norma ICREA.

Tabla 6. Continuación.

Ámbito e infraestructura:				
Requerimiento ICREA para Nivel I	Requerimiento ICREA para Nivel II	CPD IUPB	Propuesta Mejoramiento	
El plénum del piso elevado debe estar pintado con pintura a base de resinas epóxicas.	No aplica	X	No Cumple	Para alcanzar el nivel II de disponibilidad se debe hacer este trabajo de pintura en el plenum.
El plénum del piso elevado debe estar pintado de color rojo ladrillo (PANTONE 167 CV) con pintura a base de resinas epóxicas que permita fácilmente ver el polvo que se deposita.	No aplica	X	No Cumple	Ver anotación de recomendación anterior.
El Piso o losa del inmueble que contendrá el centro de cómputo no podrá ser de menor resistencia a 250 Kg/m ² . Esta resistencia deberá estar validada por un ingeniero civil.	No aplica X	X	No Cumple	La norma exige la certificación de resistencia por parte de un ingeniero civil.
La iluminación en el interior será de 450 lux, realizada con equipo electrónico de alta eficiencia, alto factor de potencia y baja emisión electromagnética con una distorsión total de armónicas máxima del 5% y una EMI menor o igual a 1 v/m.	X	X	No Cumple	El nivel de iluminancia está un poco degradado por la vida útil de las lámparas, se sugiere recambio de todas y aumentar la temperatura del color a 6100°K.

Tabla 6. Continuación.

Vibración:				
	Requerimiento ICREA para Nivel I	Requerimiento ICREA para Nivel II	CPD IUPB	Propuesta Mejoramiento
Mantenerse dentro de los límites marcados en la norma.	X	X	Cumple	
Muros:				
	Requerimiento ICREA para Nivel I	Requerimiento ICREA para Nivel II	CPD IUPB	Propuesta Mejoramiento
Muros perimetrales fabricados con materiales resistentes al fuego, con construcción tipo II-	No aplica	X	No Cumple	Es necesario conocer los datos de especificación que suministre el constructor de la obra civil.
Cerrar muros de techo a piso	No aplica	X	Cumple	
No deben existir cancelas o ventanas al exterior.	No aplica	X	Cumple	
No tablaroca, no lambrines o material de fácil destrucción.	X	X	Cumple	
Muros:				
Requerimiento ICREA para Nivel I	Requerimiento ICREA para Nivel II	CPD IUPB	Propuesta Mejoramiento	
Material resistente en acabados de muros, cubiertas de piso, plafón y techo, que no produzcan polvo, rebabas, escamas, hules o cualquier otro residuo. Prohibidos material es como el PVC que emitan gases corrosivos ante la presencia de temperatura elevada. X	X	X	No Cumple	La láminas de piso están fabricadas en maderas aglomeradas, lo que lo hace altamente inflamable y saca toda la sala de la norma.
Mobiliario:				
	Requerimiento ICREA para Nivel I	Requerimiento ICREA para Nivel II	CPD IUPB	Propuesta Mejoramiento
En el interior usar mobiliario fabricados con materiales ignífugos.	No aplica	X	No Cumple	Revisar muebles al interior y proyectar recambio por mobiliario que cumpla el estándar.

Tabla 6. Continuación.

EMI:				
	Requerimiento ICREA para Nivel I	Requerimiento ICREA para Nivel II	CPD IUPB	Propuesta Mejoramiento
Cableado de energía y de telecomunicaciones protegido contra intervención, daño e interferencia electromagnética.	No aplica	X	No Cumple	
Documentación:				
	Requerimiento ICREA para Nivel I	Requerimiento ICREA para Nivel II	CPD IUPB	Propuesta Mejoramiento
Protocolos de Mantenimiento	No aplica	X	No Cumple	Se debe implementar planes estratégicos de mantenimiento de infraestructura.
Protocolos de Operación	No aplica	X	No Cumple	Al igual que la recomendación anterior se deben crear protocolos de operación.
Protocolos de Contingencia	No aplica	X	No Cumple	¿Que se haría en caso de un siniestro?, ¿Dónde operaría la sala?
Diagramas	No aplica	X	No Cumple	No se tiene información por parte del constructor, se debe hacer levantamiento.
Planos as Built	No aplica	X	No Cumple	Se desarrollarán planos "como se construye" de los cambios o modificaciones a los diseños originales.
Bitácoras de mantenimiento	No aplica	X	No Cumple	No existe información al respecto.

6.3 AUDITORÍA ENERGÉTICA Y URE:

El ahorro de energía y la mejora de la eficiencia energética son desafíos importantes que se deben afrontar en los próximos años. Por ello, y para mejorar la competitividad, se deben poner en marcha las estrategias adecuadas y proporcionar las herramientas necesarias para introducir mejoras significativas en el desarrollo tecnológico y en las pautas de consumo de energía. Después de haber presentado un análisis detallado de lo observado, contra la norma y de lograr enmarcar nuestra sala de datos en la normatividad vigente, pasamos a realizar una auditoría a la calidad de la energía y enmarcarla en lo que conocemos como URE (Uso Racional de la Energía) que no es más que lograr alcanzar el máximo de la eficiencia que nos puede brindar un sistema de potencia eléctrica.

6.3.1 Reporte circuito alimentador: Con el ánimo de conocer la confiabilidad del circuito principal que alimenta a la Institución Universitaria Pascual Bravo y que a su vez es el circuito que surte a nuestra sala de datos, se procedió a gestionar ante el operador de red (EPM) un reporte con los históricos de fallos del circuito ó eventos negativos que hacen que la prestación del servicio sea más o menos confiable, factor importantísimo para evaluar la calidad de la energía que sustenta nuestra información en la sala de datos.

A continuación presentamos dicho reporte y analizaremos los resultados para tratar de enmarcarlos en la normatividad que exige la CREG a los prestadores de servicio de energía eléctrica.

Tabla 7. Historial de fallas del circuito eléctrico alimentador R31-06⁶⁸.

Ficha Técnica

Fecha Inicial	01/may/2012 12:00 a.m.	Subestación	TODOS
Fecha Final	02/may/2014 12:00 a.m.	Código de Apertura	TODOS
Circuito	R31-06	Área responsable	TODOS
Área tecnológica	TODOS	Estado Evento	TODOS

REPORTE CIRCUITOS

Fecha ejecución:
25/05/2014 11:02:51 a.m.

Circuito	Fecha de Apertura (dd/mm/aaaa)	Fecha de Cierre (dd/mm/aaaa)	Tiempo Total Fuera de Servicio (H:M:S)	Código de Apertura	Descripción Código de Apertura	Observaciones	Evento	Área de Responsabilidad	Área Tecnológica
R31-06	08/may/2012 01:40 p.m.	08/may/2012 01:42 p.m.	00:01:04	020	APERTURA POR CONDICIONES ATMOSFERICAS	descargas atmosféricas	1586771	NORTE	N_OESTE
R31-06	31/may/2012 07:21 a.m.	31/may/2012 07:21 a.m.	00:00:01	060	APERTURA POR CAUSA DESCONOCIDA - ENSAYO AUTOMATICO	RECIBERREXITO	1602348	NORTE	N_OESTE
R31-06	31/jul/2012 02:12 p.m.	31/jul/2012 02:12 p.m.	00:00:01	060	APERTURA POR CAUSA DESCONOCIDA - ENSAYO AUTOMATICO		1645910	NORTE	N_OESTE

⁶⁸ Empresa Publicas de Medellín

Tabla 7. Continuación.

Circuito	Fecha de Apertura (dd/mm/aaaa)	Fecha de Cierre (dd/mm/aaaa)	Tiempo Total Fuera de Servicio (H:M:S)	Código de Apertura	Descripción de Código de Apertura	Observaciones	Evento	Área de Responsabilidad	Área Tecnológica
R3 1-06	16/dic/2012 06:24 a.m.	16/dic/2012 06:24 a.m.	00:00:01	060	APERTURA POR CAUSA DESCONOCIDA - ENSAYO AUTOMÁTICO		1739 406	NORTE	N_OESTE
R3 1-06	26/dic/2012 08:27 a.m.	26/dic/2012 08:32 a.m.	00:04:55	071	APERTURA POR MANIOBRA INVOLUNTARIA DE PERSONAL TRABAJANDO SOBRE REDES ENERGIZADAS O CERCAS	PERS ONAL DE PROT ECCIONES COORDINANDO FUSIBLES OCASIONARON APERTURA DEL CIRCUITO .	1743 796	NORTE	N_OESTE
R3 1-06	04/feb/2013 08:55 p.m.	04/feb/2013 08:55 p.m.	00:00:01	060	APERTURA POR CAUSA DESCONOCIDA - ENSAYO AUTOMÁTICO		1762 731	NORTE	N_OESTE

Tabla 7. Continuación.

Circuito	Fecha de Apertura (dd/mm/aaa)	Fecha de Cierre (dd/mm/aaa)	Tiempo Total Fuera de Servicio (H:M:S)	Código de Apertura	Descripción Código de Apertura	Observaciones	Evento	Área de Responsabilidad	Área Tecnológica
R3 1- 06	27/ago/2013 07:48 a.m.	27/ago/2013 07:48 a.m.	00:00:01	060	APERTURA POR CAUSA DESCONOCIDA - ENSAYO AUTOMÁTICO		1901087	NORTE	N_OESTE
R3 1- 06	19/sep/2013 12:11 a.m.	19/sep/2013 12:11 a.m.	00:00:39	021	APERTURA POR CAUSA DESCONOCIDA - ENSAYO MANUAL		1916567	NORTE	N_OESTE
R3 1- 06	28/sep/2013 01:39 a.m.	28/sep/2013 01:39 a.m.	00:00:01	060	APERTURA POR CAUSA DESCONOCIDA - ENSAYO AUTOMÁTICO	ENSA YO AUTO MATI CO-- SE DESC ONOC E LA CAUS A*	1923687	NORTE	N_OESTE
R3 1- 06	22/oct/2013 11:54 p.m.	22/oct/2013 11:56 p.m.	00:01:43	071	APERTURA POR MANIOBRA INVOLUNTARIA DE PERSONAL TRABAJANDO SOBRE REDES ENERGIZADAS O CERCAS O CERCACIONES	SE OPER AN CUCH ILLAS ERRA DAS POR FALT A DE MARC ACIO N	1944032	NORTE	N_OESTE

Tabla 7. Continuación.

Circuito	Fecha de Apertura (dd/mm/aaaa)	Fecha de Cierre (dd/mm/aaaa)	Tiempo Total Fuera de Servicio (H:M:S)	Código de Apertura	Descripción Código de Apertura	Observaciones	Evento	Área de Responsabilidad	Área Tecnológica
R3 1- 06	29/oct/2013 04:48 p.m.	29/oct/ 2013 04:48 p.m.	00:00:01	060	APERTURA POR CAUSA DESCONOC IDA - ENSAYO AUTOMATIC O		1948 775	NORTE	N_OEST E
R3 1- 06	06/ene/201 4 07:11 a.m.	06/ene/ /2014 07:11 a.m.	00:00:01	060	APERTURA POR CAUSA DESCONOC IDA - ENSAYO AUTOMATIC O		1987 486	NORTE	N_OEST E
R3 1- 06	25/mar/201 4 06:57 a.m.	25/mar/ /2014 06:58 a.m.	00:00:01	060	APERTURA POR CAUSA DESCONOC IDA - ENSAYO AUTOMATIC O		2030 701	NORTE	N_OEST E

Como podemos observar, el reporte nos entrega el histórico de eventos por casi 2 años, tiempo suficiente para llegar a evaluar acertadamente la confiabilidad del circuito y para enmarcarlo en la normatividad que exige la CREG.

Queremos presentar apartes de la ley 142 de 1994 por el cual establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios:

El capítulo III: “EL CUMPLIMIENTO Y LA PRESTACION DEL SERVICIO”, nos presenta el siguiente articulado:

➤ **“Artículo 136”.** Concepto de falla en la prestación del servicio. La prestación continua de un servicio de buena calidad, es la obligación principal de la empresa en el contrato de servicios públicos.

El incumplimiento de la empresa en la prestación continua del servicio se denomina, para los efectos de esta Ley, falla en la prestación del servicio.

La empresa podrá exigir, de acuerdo con las condiciones uniformes del contrato, que se haga un pago por conexión para comenzar a cumplir el contrato; pero no podrá alegar la existencia de controversias sobre el dominio del inmueble para incumplir sus obligaciones mientras el suscriptor o usuario cumpla las suyas.

➤ **Artículo 137.** Reparaciones por falla en la prestación del servicio. La falla del servicio da derecho al suscriptor o usuario, desde el momento en el que se presente, a la resolución del contrato, o a su cumplimiento con las siguientes reparaciones:

➤ **137.1.** A que no se le haga cobro alguno por conceptos distintos del consumo, o de la adquisición de bienes o servicios efectivamente recibidos, si la falla ocurre continuamente durante un término de quince (15) días o más, dentro de un mismo período de facturación. El descuento en el cargo fijo opera de oficio por parte de la empresa.

➤ **137.2.** A que no se le cobre el servicio de recolección, transporte y disposición final de residuos sólidos, si en cualquier lapso de treinta días la frecuencia de recolección es inferior al cincuenta por ciento (50%) de lo previsto en el contrato para la zona en la que se halla el inmueble.

➤ **137.3.** A la indemnización de perjuicios, que en ningún caso se tasarán en menos del valor del consumo de un día del usuario afectado por cada día en que el servicio haya fallado totalmente o en proporción a la duración de la falla; mas el valor de las multas, sanciones o recargos que la falla le haya ocasionado al

suscriptor o usuario; mas el valor de las inversiones o gastos en que el suscriptor o usuario haya incurrido para suplir el servicio.

La indemnización de perjuicios no procede si hay fuerza mayor o caso fortuito.

No podrán acumularse, en favor del suscriptor o usuario, el valor de las indemnizaciones a las que dé lugar este numeral con el de las remuneraciones que reciba por las sanciones impuestas a la empresa por las autoridades, si tienen la misma causa.”

En relación con los indicadores de Calidad DES (Duración Equivalente de Suspensiones) y FES (Frecuencia Equivalente de Suspensiones), estipulados por la regulación vigente (CREG), el circuito R31-06 de la Subestación del área Norte ha presentado unos valores que nacen de la siguiente formulación:

6.3.2 Modelo de Cálculo de Compensaciones Colombiano. El Anexo General del Reglamento de Distribución de Energía Eléctrica (modificado por los Artículos 3 y 4 de la Resolución 096 del 2000), establecen el modo de cálculo de los Indicadores de Calidad de Servicio Prestado (DES y FES). Asimismo, establece que dichos indicadores serán calculados mensualmente. Por otra parte, define periodos de cálculo de dichos indicadores, periodo de transición y definitivo, los cuales son diferenciados de manera de permitirles a los OR's adecuarse gradualmente a la nueva normativa.

➤ **Indicador DES:** mide el tiempo total, de los últimos doce (12) meses, en que el servicio es interrumpido en un Circuito.

$$DES_c = \sum_{i=1}^{NTI} t(i)$$

donde:

DESc: Sumatoria del tiempo (en horas) de las interrupciones del servicio en un circuito c, durante los últimos doce (12) meses.

i: Interrupción i-ésima.

t(i): Tiempo (en horas) de la interrupción i-ésima.

NTI: Número total de interrupciones que ocurrieron en el circuito durante los últimos doce (12) meses.

Los usuarios tienen derecho a reclamar por los indicadores DES reales que ellos puedan calcular. Si hubiera controversia entre el OR y los usuarios, el OR estará encargado de probar lo contrario.

➤ **Indicador FES:** Mide el número de interrupciones que presenta un circuito de un Sistema de Transmisión Regional (STR) y/o de un Sistema de Distribución Local (SDL) durante los últimos doce (12) meses.

$$FES_c = NTI$$

donde:

FESc: Sumatoria del número de veces que el servicio es interrumpido en un circuito c, durante los últimos doce (12) meses.

NTI: Número total de interrupciones que ocurrieron en el circuito durante los últimos doce (12) meses.

Indicadores de Seguimiento de la Calidad del Servicio Prestado: para efectos estadísticos y de diagnóstico, los OR's realizarán un seguimiento de Calidad Media del Servicio Prestado por nivel de tensión, de acuerdo con las siguientes fórmulas:

$$DES_n = \sum_{i=1}^{NT} \left(\frac{U_a(i)}{U_n(i)} * t(i) \right) \quad FES_n = \sum_{i=1}^{NT} \left(\frac{U_a(i)}{U_n(i)} \right)$$

Donde:

DES_n: Tiempo promedio por usuario (en horas) de las interrupciones del servicio en el nivel de tensión n, durante los últimos doce (12) meses.

FES_n: Frecuencia promedio (por usuario) de las interrupciones del servicio en el nivel de tensión n, durante los últimos doce (12) meses.

i: Interrupción i-ésima

t(i): Tiempo (en horas) de la interrupción i-ésima.

NT: Número total de interrupciones que ocurrieron en el nivel de tensión n, durante los últimos doce (12) meses.

U_a (i): Número total de usuarios afectados por la interrupción i-ésima en el nivel de tensión n.

U_n (i): Número total de usuarios en el nivel de tensión n, en el momento de la interrupción i-ésima.

Además, se establecerá el cálculo de los indicadores por usuario, de manera de verificar la calidad de servicio individual:

DES_j: Duración acumulada (en horas) de las interrupciones durante los últimos doce (12) meses para el usuario j.

FES_j: Número acumulado de las interrupciones durante los últimos doce (12) meses para el usuario j.

De acuerdo a lo expresado anteriormente, los valores DES y FES reportados por EPM para el circuito R31-06 son:

DES: $148 \text{ seg.} \times 1/60 \times 1/60 = 0,041 \text{ HORAS}$

FES: 7

Los grupos de calidad de la Comisión Reguladora de Energía y Gas (CREG) están establecidos de la siguiente manera según tabla extractada del documento "Seminario Actualización jurídica y regulatoria en los sectores de Energía, Gas,

Tabla 8⁶⁹. Grupos de calidad de servicio de la CREG.



En el cuadro podemos observar los valor máximos DES y FES para los diferentes grupos. Nuestra Institución Universitaria Pascual Bravo, se encuentra dentro del grupo Cabecera Municipal con población de más de 100.000 habitantes con unos valores máximos DES: 11 y FES: 26. Estos valores comparados con los reportados por el operador de red epm, muestran claramente que nuestro circuito presenta una óptima confiabilidad de prestación del servicio, factor fundamental para la calidad de la energía que requerimos en nuestra sala de datos.

⁶⁹ www.creg.gov.co/

6.4 ANALISIS DE LOS SISTEMAS DE POTENCIA

Para una auditoria más acertada de los sistemas de potencia debemos tener en cuenta que la Calidad Eléctrica es un indicador del nivel de adecuación de la instalación para soportar y garantizar un funcionamiento fiable de sus cargas. Una perturbación eléctrica o evento puede afectar a la tensión, la corriente o la frecuencia. Las perturbaciones eléctricas pueden originarse en las instalaciones del usuario, las cargas del usuario o la compañía eléctrica.

6.4.1 Perturbación eléctrica. Las perturbaciones eléctricas se definen en términos de magnitud y duración. Las perturbaciones varían desde transitorios, que duran microsegundos, a cortes de servicio que se prolongan durante horas. Cuando se produce una perturbación eléctrica que hace que el suministro supere los límites de operación, los equipos instalados pueden funcionar de forma incorrecta o incluso pueden dañarse.

Para efectos de medición, utilizamos un analizador de redes AR5-L marca Circutor el cual fue instalado desde el día 3 de Abril de 2014 a las 12:09:57 hasta el día 7 de Abril de 2014 a las 15:45:00 momento de su desconexión (Figura 32).



Figura 32: Analizador de redes AR5-L Circutor⁷⁰.

⁷⁰ Imágenes recolectadas por el grupo de trabajo

En la Figura 33 se puede apreciar el conexionado del equipo a las barras de potencia del tablero de distribución tanto en voltaje como en corriente.



Figura 33: Conexión del AR5-L⁷¹.

Escogeremos varios puntos de medición aleatoriamente en el tiempo como muestreo y los analizaremos con criterios de calidad de la energía.

Iniciamos con los cuadros resultados por tiempo de los cuales analizaremos las variables más significativas o que presenten alteraciones que nos puedan generar problemas:

⁷¹ Imágenes recolectadas por el grupo de trabajo

Tabla 9. Cuadro de resultados del AR5.

CUADRO RESUMEN RESULTADOS AR5											
PUNTO DE MEDIDA		VL1	VL2	VL3	V Prom	IL1(A)	IL2(A)	IL3(A)	I Prom	P Prom	OBSERVACIONES
FECHA	HORA										
03/04/2014	12:09:57	122	122	121	121	10.225	5.566	12.302	9.464	3.143	Variables normales
03/04/2014	14:30:00	121	122	122	121	10.263	6.132	12.492	9.629	3.195	Variables normales, sin cambios significativos
03/04/2014	17:00:00	123	123	124	123	9.996	5.789	12.035	9.273	3.134	Variables normales, sin cambios significativos
03/04/2014	19:30:00	124	124	125	124	9.767	5.713	11.845	9.108	3.090	Variables normales, sin cambios significativos
03/04/2014	22:00:00	126	126	126	126	9.615	5.637	11.616	8.956	3.072	Variables normales, sin cambios significativos
04/04/2014	00:30:00	126	126	126	126	9.577	5.599	11.578	8.918	3.072	Variables normales, sin cambios significativos
04/04/2014	03:00:00	126	126	126	126	9.577	5.637	11.616	8.943	3.081	Variables normales, sin cambios significativos
04/04/2014	05:30:00	123	124	124	123	9.806	5.713	11.845	9.121	3.072	Variables normales, sin cambios significativos
04/04/2014	08:00:00	121	121	121	121	10.225	6.437	12.683	9.781	3.347	Variables normales, sin cambios significativos
04/04/2014	10:30:00	120	120	120	120	10.340	6.208	12.607	9.718	3.186	Variables normales, sin cambios significativos
04/04/2014	13:00:00	121	122	121	121	10.149	5.828	12.188	9.388	3.117	Variables normales, sin cambios significativos

Tabla 9. Continuación.

04/04/2014	15:30:00	122	122	122	122	10.149	6.094	12.378	9.540	3.177	Variables normales, sin cambios significativos
04/04/2014	18:00:00	124	125	125	124	9.806	5.713	11.807	9.108	3.099	Variables normales, sin cambios significativos
04/04/2014	20:30:00	123	123	124	123	9.882	5.789	11.997	9.222	3.108	Variables normales, sin cambios significativos
04/04/2014	23:00:00	126	127	127	126	9.577	5.675	11.616	8.956	3.090	Variables normales, sin cambios significativos
05/04/2014	01:30:00	126	126	126	126	9.615	5.675	11.654	8.981	3.081	Variables normales, sin cambios significativos
05/04/2014	04:00:00	126	126	126	126	9.653	5.675	11.654	8.994	3.090	Variables normales, sin cambios significativos
05/04/2014	06:30:00	123	123	124	123	9.806	5.751	11.883	9.146	3.081	Variables normales, sin cambios significativos
05/04/2014	09:00:00	122	122	123	122	9.958	5.828	12.035	9.273	3.108	Variables normales, sin cambios significativos
05/04/2014	11:30:00	122	122	122	122	10.035	5.828	12.150	9.337	3.108	Variables normales, sin cambios significativos
05/04/2014	14:00:00	124	124	124	124	9.767	5.675	11.807	9.083	3.081	Variables normales, sin cambios significativos

Tabla 9. Continuación.

05/04/2014	16:30:00	125	124	125	124	9.729	5.637	11.731	9.032	3.081	Variables normales, sin cambios significativos
05/04/2014	17:15:00	125	125	125	125	9.653	3.580	10.321	7.851	2.617	Disminuye el consumo de potencia en los equipos
05/04/2014	19:45:00	125	124	124	124	1.793	1.676	2.818	2.095	0.604	A las 5pm se ordena apagado de los equipos de la sala por trabajos de mto en subestacion, esto justifica la caída de potencia activa.
05/04/2014	22:15:00	125	125	126	125	1.755	1.676	2.818	2.083	0.604	Continúa estado anterior
06/04/2014	00:45:00	126	125	126	125	1.755	1.676	2.818	2.083	0.604	Continúa estado anterior
06/04/2014	03:15:00	126	125	126	125	1.755	1.676	2.818	2.083	0.605	Continúa estado anterior
06/04/2014	05:45:00	127	126	127	126	1.755	1.633	2.818	2.070	0.605	Continúa estado anterior
06/04/2014	08:15:00	123	123	122	122	1.793	1.676	2.818	2.095	0.604	Continúa estado anterior
06/04/2014	10:45:00	123	123	123	123	1.793	1.676	2.818	2.095	0.604	Continúa estado anterior
06/04/2014	13:15:00	122	122	122	122	1.793	1.676	2.818	2.095	0.604	Continúa estado anterior
06/04/2014	13:45:00	122	122	123	122	6.372	2.514	6.322	5.069	1.625	El operador inicia algunos equipos
06/04/2014	14:00:00	122	122	123	122	12.133	3.199	10.626	8.652	2.831	Entra en operación la gran mayoría de los equipos
06/04/2014	16:30:00	123	123	124	123	10.035	3.085	10.131	7.750	2.531	Entran en operación la gran mayoría de los equipos
06/04/2014	21:30:00	123	123	124	123	9.806	3.123	10.131	7.686	2.512	Continúa condiciones normales para equipos encendidos

07/04/2014	05:00:00	124	124	125	124	9.691	3.047	10.017	7.585	2.495	Continúa condiciones normales para equipos encendidos
07/04/2014	07:15:00	123	123	124	123	9.844	5.751	11.883	9.159	3.090	Se encienden la totalidad de los equipos y se regresa a las condiciones normales iniciales.
07/04/2014	09:45:00	120	121	120	120	10.302	5.789	12.264	9.451	3.099	Continúa estado anterior
07/04/2014	12:15:00	119	120	120	119	10.302	5.789	12.264	9.451	3.099	Continúa estado anterior
07/04/2014	14:45:00	119	119	119	119	10.531	6.208	12.759	9.832	3.213	Continúa estado anterior
07/04/2014	15:45:00	118	118	118	118	10.531	6.437	12.873	9.947	3.231	En la última medida se sostiene las condiciones normales del sistema

El cuadro muestra en tiempos aleatoriamente seleccionados de la medición de las diferentes variables que pueden llegar a generar problemas en el suministro de la energía. Como podemos observar no se presentan cambios significativos en ningún momento, solo hay un cambio grande en la potencia activa durante 7 horas aproximadamente, tiempo en el cual se ordenó un apagado de los equipos por que se iban a realizar trabajos de mantenimiento en la subestación de la Institución. Durante todo el análisis del sistema de potencia en las variables monitoreados se presentó una estabilidad que nos lleva a concluir que no hay temor de que se llegasen a presentar fallas grandes que afecten el normal funcionamiento de los equipos. Aguas abajo, podemos observar varias imágenes extractadas del programa de análisis del CIRCUTOR, que nos dan luces de lo anteriormente relatado y que muestran otras variables complementarias y con los mismos resultados óptimos.

Fecha 03/04/2014 12:09:57		Periodo: 00:15:00			
	L1	L2	L3	III	
Tensión (V)	122	122	121	121	
Tensión Máx. (V)	122	122	122		
Tensión Mín. (V)	121	121	121		
Corriente (A)	10.225	5.866	12.302	9.464	
Corriente máx. (A)	10.569	6.132	12.683		
Corriente mín. (A)	10.149	5.789	12.150		
P. Activa (kW)	1.170	0.653	1.420	3.143	
P. Inductiva (kvar)	0.399	0.000	0.000	0.399	
P. Capacitiva (kvar)	0.000	0.447	0.488	0.935	
Factor pot.	0.94	-0.78	-0.94	-0.91	
	Activa (kWh)		Inductiva (kvarh)		Capacitiva (kvarh)
Energías	2.774913		0.351749		0.820062
Frecuencia (Hz)					60.0

Figura 34: Medida AR5 03/04/2014 12:09:57.

Power Vision 1.5 - [Positivos (CEN_COMA51)]

Ficheros Gráficas Configurar Ventanas Ayuda

Fecha 05/04/2014 17:15:00 Período: 00:15:00

	L1	L2	L3	III		
Tensión [V]	125	125	125	125		
Tensión Máx. [V]	125	125	126			
Tensión Mín. [V]	125	125	125			
Corriente [A]	9.653	3.580	10.321	7.851		
Corriente máx. [A]	10.073	4.951	11.464			
Corriente mín. [A]	9.577	2.818	9.788			
P. Activa [kW]	1.143	0.324	1.150	2.617		
P. Inductiva [kvar]	0.363	0.000	0.000	0.363		
P. Capacitiva [kvar]	0.000	0.289	0.601	0.890		
Factor pot.	0.94	-0.74	-0.88	-0.88		
	Activa [kWh]		Inductiva [kvarh]		Capacitiva [kvarh]	
Energías	163.568805		20.681916		51.374003	
Frecuencia [Hz]	60.0					

12:50 p.m. 08/06/2014

Figura 35: Medida AR5 05/04/2014 17:15:00.

Power Vision 1.5 - [Positivos (CEN_COMA51)]

Ficheros Gráficas Configurar Ventanas Ayuda

Fecha 05/04/2014 19:45:00 Período: 00:15:00

	L1	L2	L3	III		
Tensión [V]	125	124	124	124		
Tensión Máx. [V]	125	124	125			
Tensión Mín. [V]	124	124	124			
Corriente [A]	1.793	1.676	2.818	2.095		
Corriente máx. [A]	1.869	1.752	2.894			
Corriente mín. [A]	1.755	1.676	2.780			
P. Activa [kW]	0.212	0.140	0.252	0.604		
P. Inductiva [kvar]	0.000	0.000	0.000	0.000		
P. Capacitiva [kvar]	0.008	0.140	0.244	0.392		
Factor pot.	-0.98	-0.70	-0.71	-0.78		
	Activa [kWh]		Inductiva [kvarh]		Capacitiva [kvarh]	
Energías	172.241258		20.894188		52.664301	
Frecuencia [Hz]	60.0					

12:52 p.m. 08/06/2014

Figura 36: Medida ar5 05/04/2014 19:45:00.

Power Vision 1.5 - [Positivos (CEN_COMAST)]

Ficheros Gráficas Configurar Ventanas Ayuda

Fecha 06/04/2014 14:00:00		Periodo: 00:15:00			
	L1	L2	L3	III	
Tensión (V)	122	122	123		122
Tensión Máx. (V)	123	123	123		
Tensión Mín. (V)	122	122	123		
Corriente (A)	12.133	3.199	10.626		8.652
Corriente máx. (A)	12.953	3.504	11.235		
Corriente mín. (A)	11.904	2.933	10.321		
P. Activa (kW)	1.401	0.289	1.141		2.831
P. Inductiva (kvar)	0.310	0.000	0.000		0.310
P. Capacitiva (kvar)	0.000	0.254	0.636		0.890
Factor pot.	0.94	-0.73	-0.87		-0.89
	Activa (kWh)		Inductiva (kvarh)		Capacitiva (kvarh)
Energías	184.366141		21.006957		60.233965
Frecuencia (Hz)					60.0

12:53 p.m. 08/06/2014

Figura 37: Medida ar5 06/04/2014 14:00:00.

Power Vision 1.5 - [Positivos (CEN_COMAST)]

Ficheros Gráficas Configurar Ventanas Ayuda

Fecha 07/04/2014 07:15:00		Periodo: 00:15:00			
	L1	L2	L3	III	
Tensión (V)	123	123	124		123
Tensión Máx. (V)	124	124	124		
Tensión Mín. (V)	123	123	123		
Corriente (A)	9.844	5.751	11.883		9.159
Corriente máx. (A)	9.996	6.094	12.188		
Corriente mín. (A)	9.806	5.637	11.769		
P. Activa (kW)	1.152	0.544	1.394		3.090
P. Inductiva (kvar)	0.372	0.000	0.000		0.372
P. Capacitiva (kvar)	0.000	0.447	0.488		0.935
Factor pot.	0.94	-0.77	-0.94		-0.91
	Activa (kWh)		Inductiva (kvarh)		Capacitiva (kvarh)
Energías	228.374242		27.293507		75.628212
Frecuencia (Hz)					60.0

12:56 p.m. 08/06/2014

Figura 38: Medida ar5 07/04/2014 07:15:00.

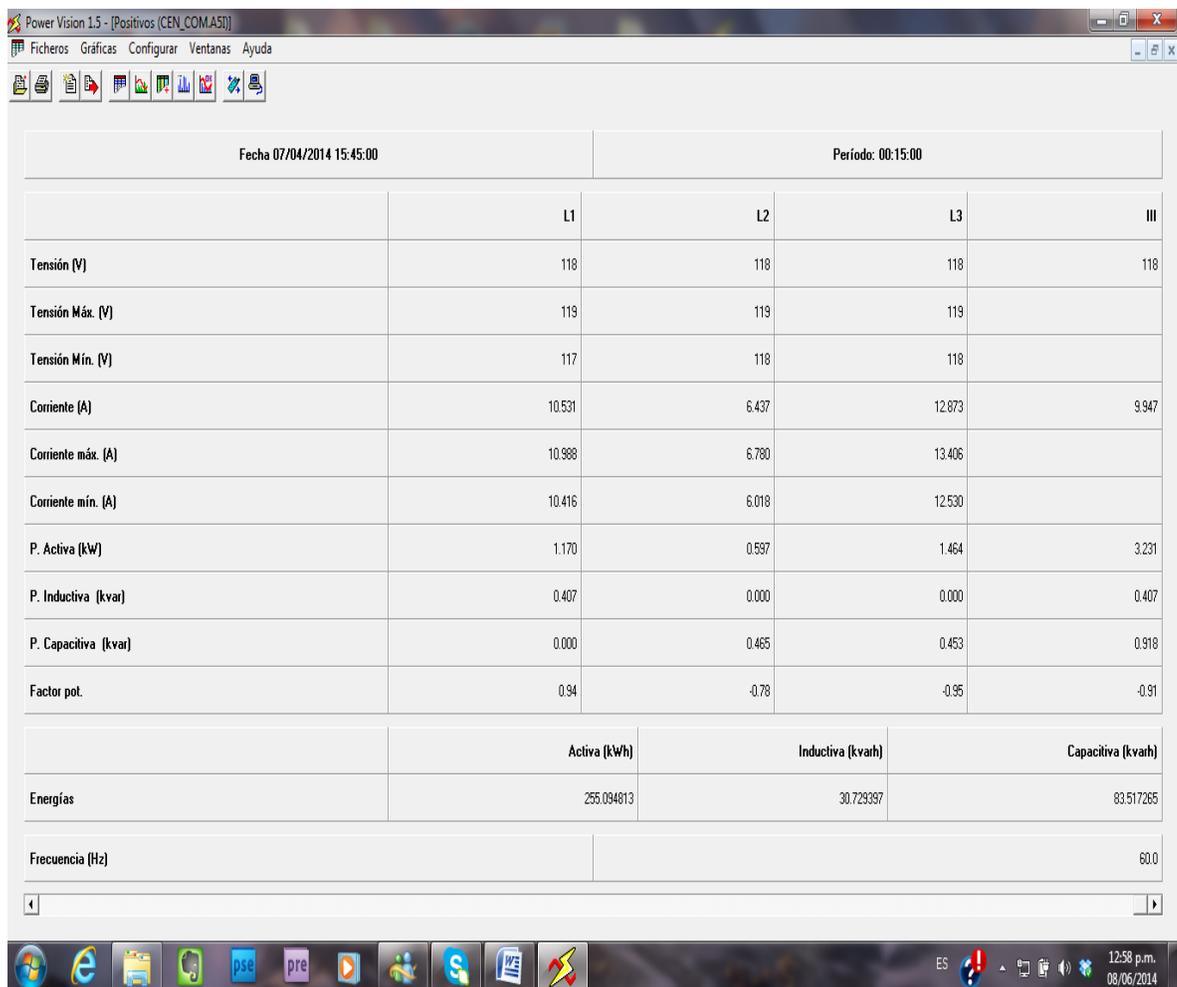


Figura 39: Medida AR5 07/04/2014 15:45:00.

También presentamos las graficas de las variables en el tiempo para ratificar lo expuesto anteriormente:

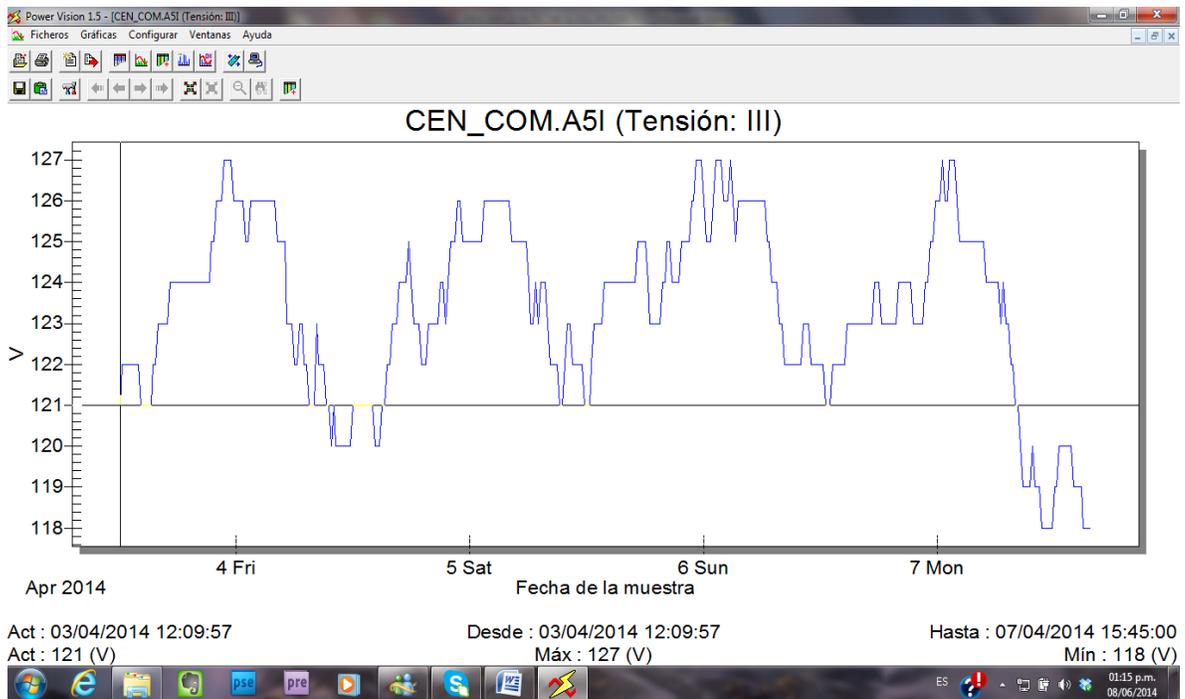


Figura 40: Tensión promedio en el periodo de medición.

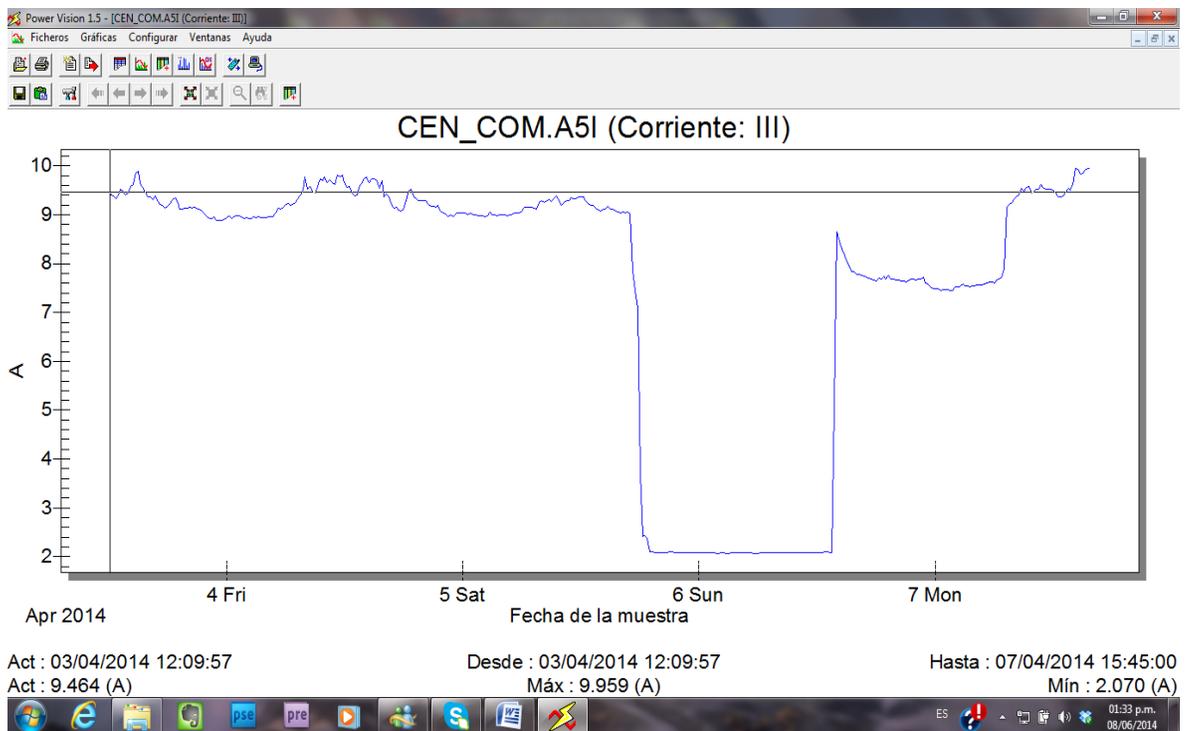


Figura 41: Corriente promedio en el periodo de medición.

En la gráfica anterior vemos como el día domingo después del apagado de equipos se presente la ausencia casi total de corriente. Por otro lado, se puede observar que los máximos niveles de corriente, no afectan en lo más mínimo las protecciones asociadas.

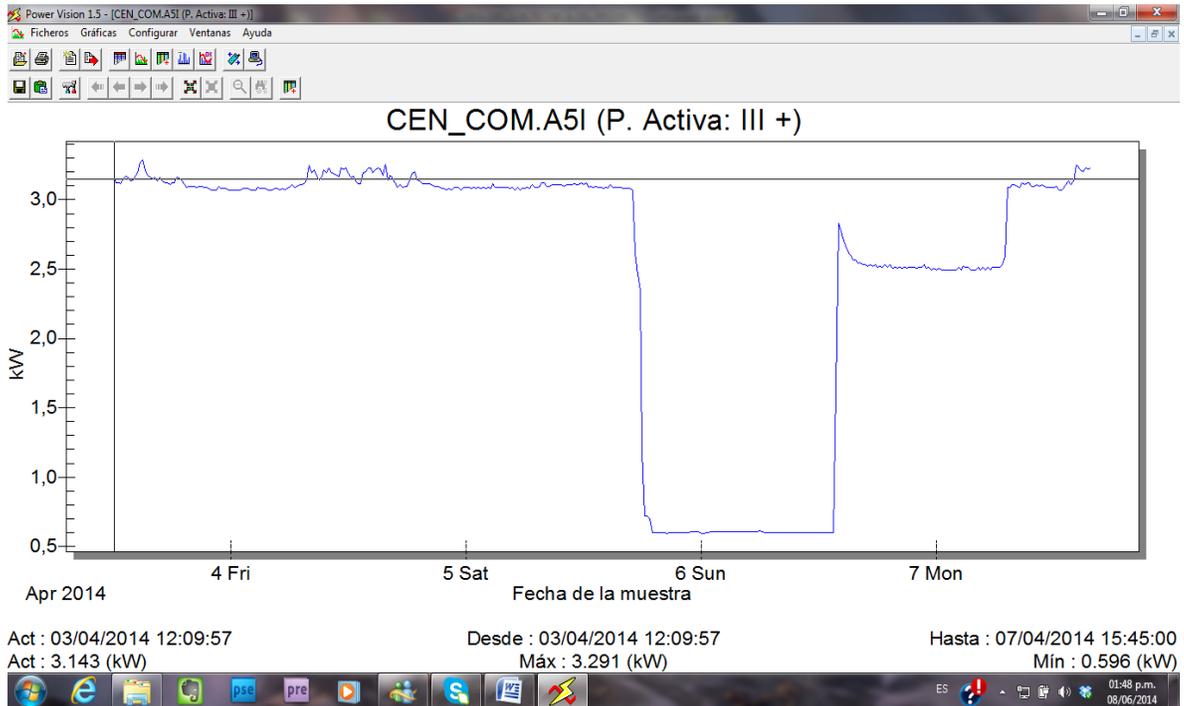


Figura 42: Potencia activa promedio en el periodo de medición.

En lo referente a la potencia activa, vemos en el gráfico el desconectado de los equipos durante la maniobra de mantenimiento ordenada. También es necesario resaltar que nuestra sala de datos tiene en promedio un consumo máximo de potencia activa del orden de 3 kW, si esto lo comparamos con la capacidad de nuestro alimentador principal y de su respectiva protección general que nos pueden llegar a suministrar una potencia del orden de los 38.10kW, aseguramos que tenemos un rango de capacidad de crecimiento muy alto y no se presentarían problemas a futuro inmediato.

6.5 ARMONICOS

Los sistemas eléctricos cuentan actualmente con una gran cantidad de elementos llamados no lineales, los cuales generan a partir de formas de onda sinusoidales y con la frecuencia de la red, otras ondas de diferentes frecuencias ocasionando el fenómeno conocido como armónicos. Los armónicos son un fenómeno que genera problemas tanto para los usuarios como para la entidad encargada de la prestación del servicio de energía eléctrica ocasionando diversos efectos nocivos en los equipos de la red. Para definir este concepto es importante definir primero la calidad de la onda de tensión la cual debe tener amplitud y frecuencia constantes al igual que una forma sinusoidal. Cuando una onda periódica no tiene esta forma sinusoidal se dice que tiene contenido armónico, lo cual puede alterar su valor pico y/o valor RMS causando alteraciones en el funcionamiento normal de los equipos que estén sometido a esta tensión. La frecuencia de la onda periódica se denomina frecuencia fundamental y los armónicos son señales cuya frecuencia es un múltiplo entero de esta frecuencia.

Con nuestro equipo de medida detectamos en los puntos escogidos en el tema anterior hasta el armónico 50, en las siguientes figuras se muestra la grafica de armónicos de la onda de voltaje y corriente por días.

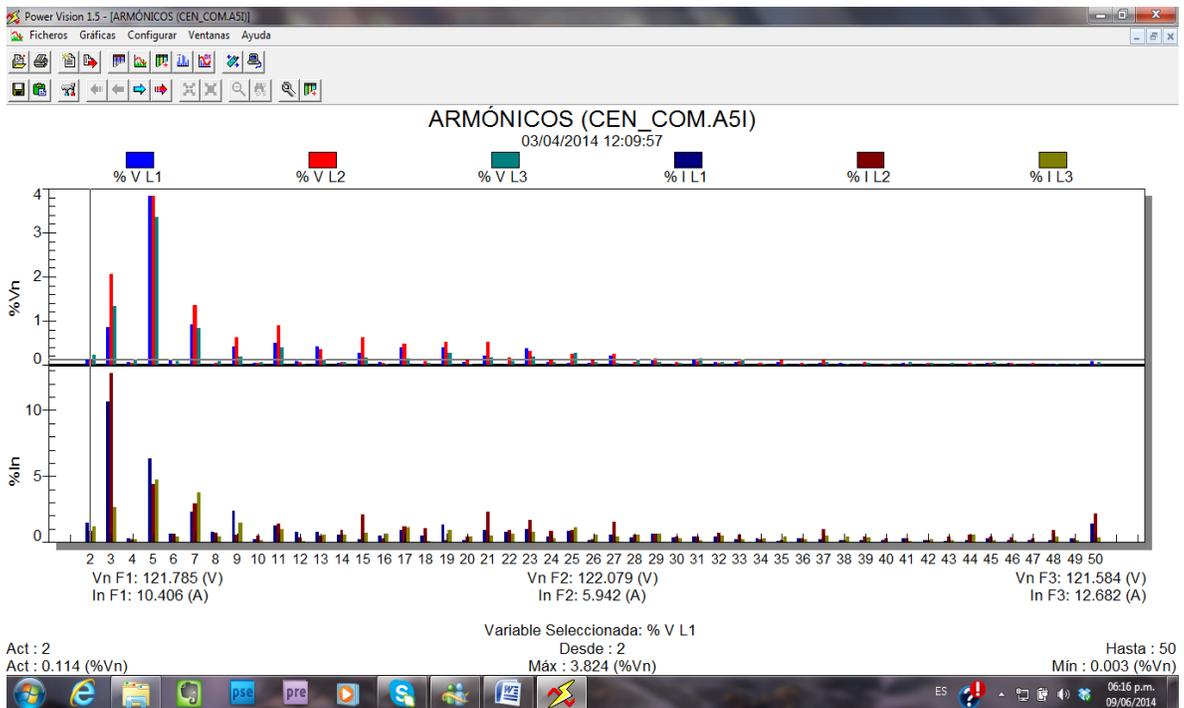


Figura 43: Armónicos el 03/04/2014 12:09:57.

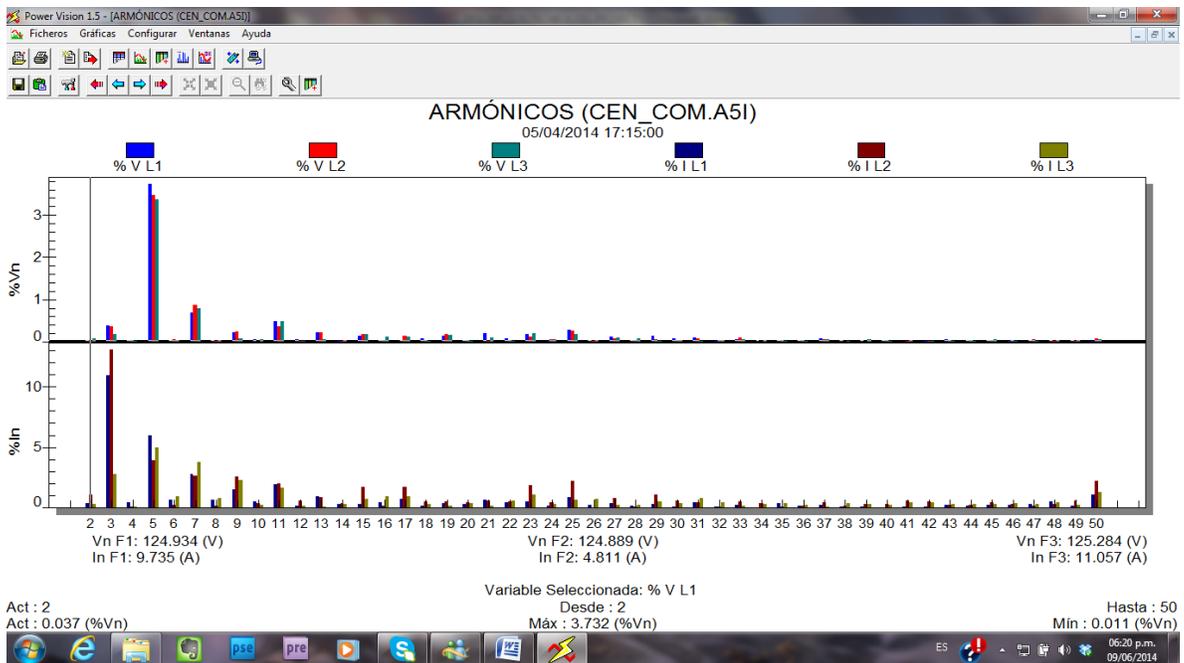


Figura 44: Armónicos el 05/04/2014 17:15:00.

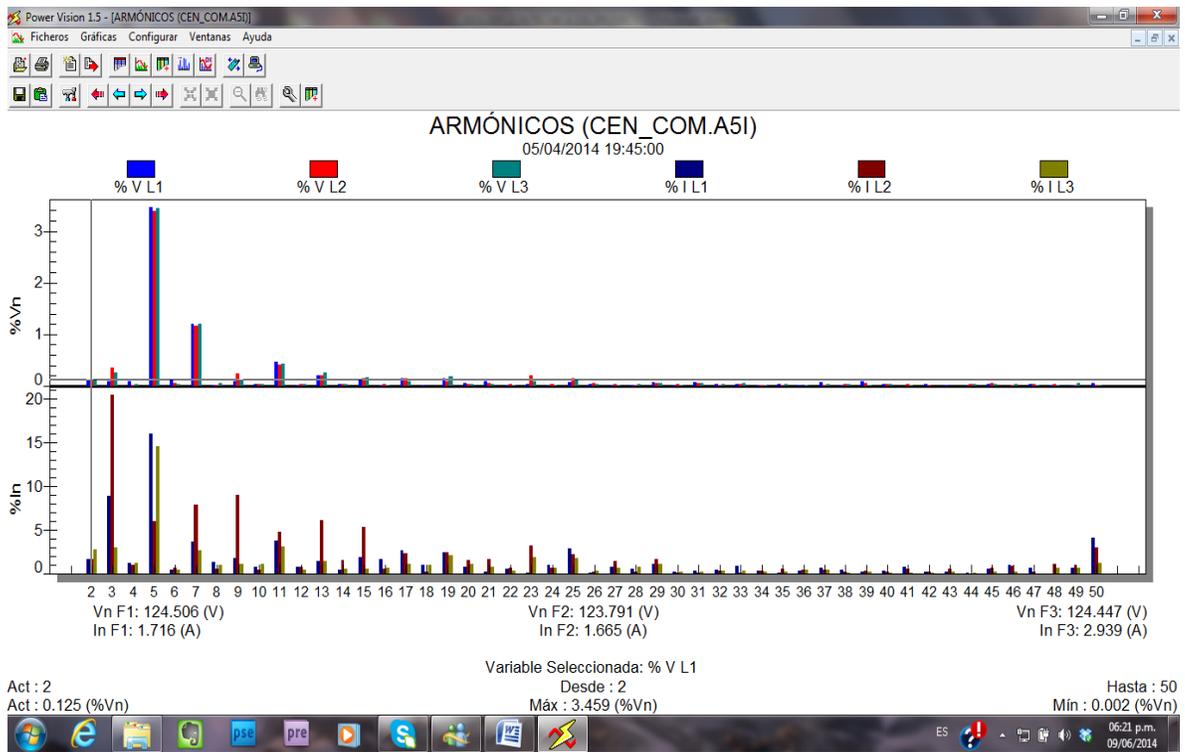


Figura 45: Armónicos el 05/04/2014 19:45:00.

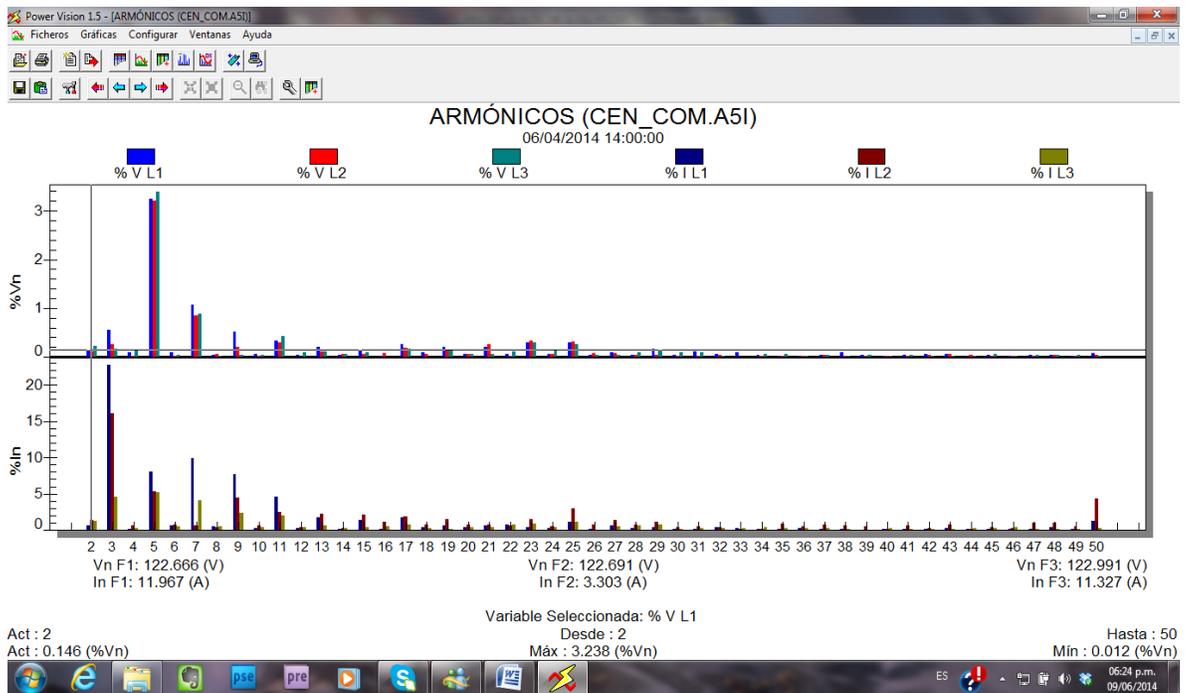


Figura 46: Armónicos el 06/04/2014 14:00:00.

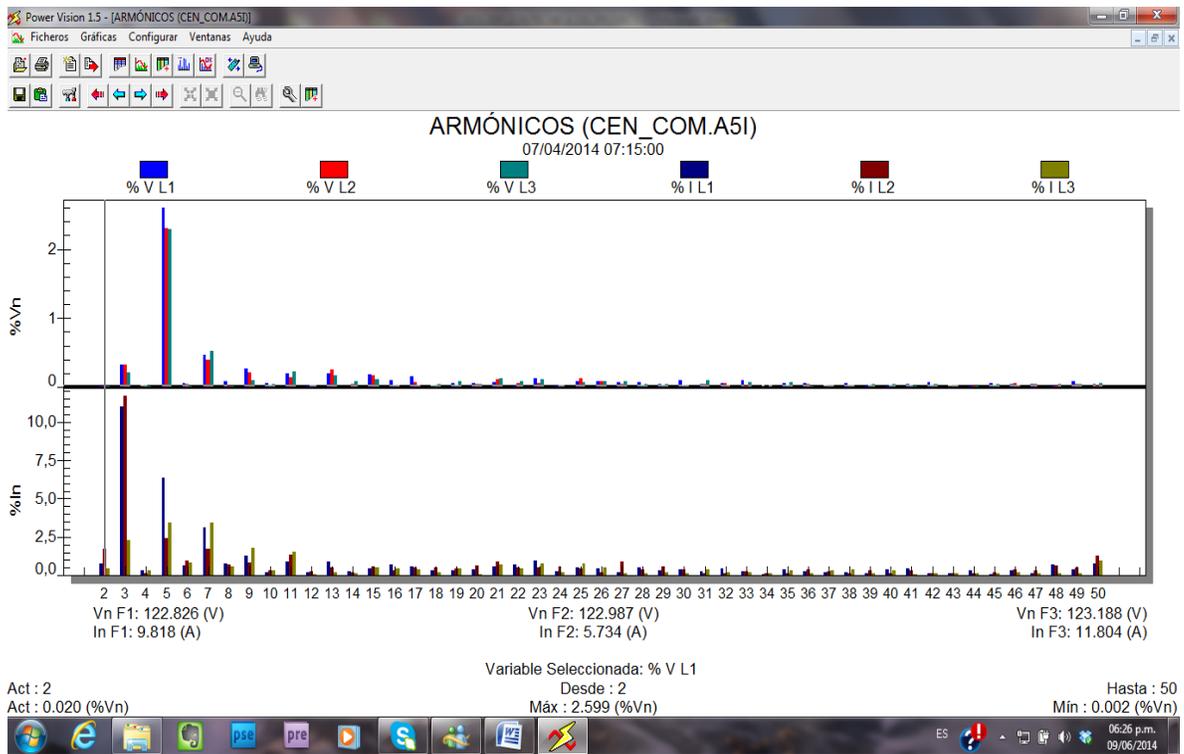


Figura 47: Armónicos el 07/04/2014 07:15:00.

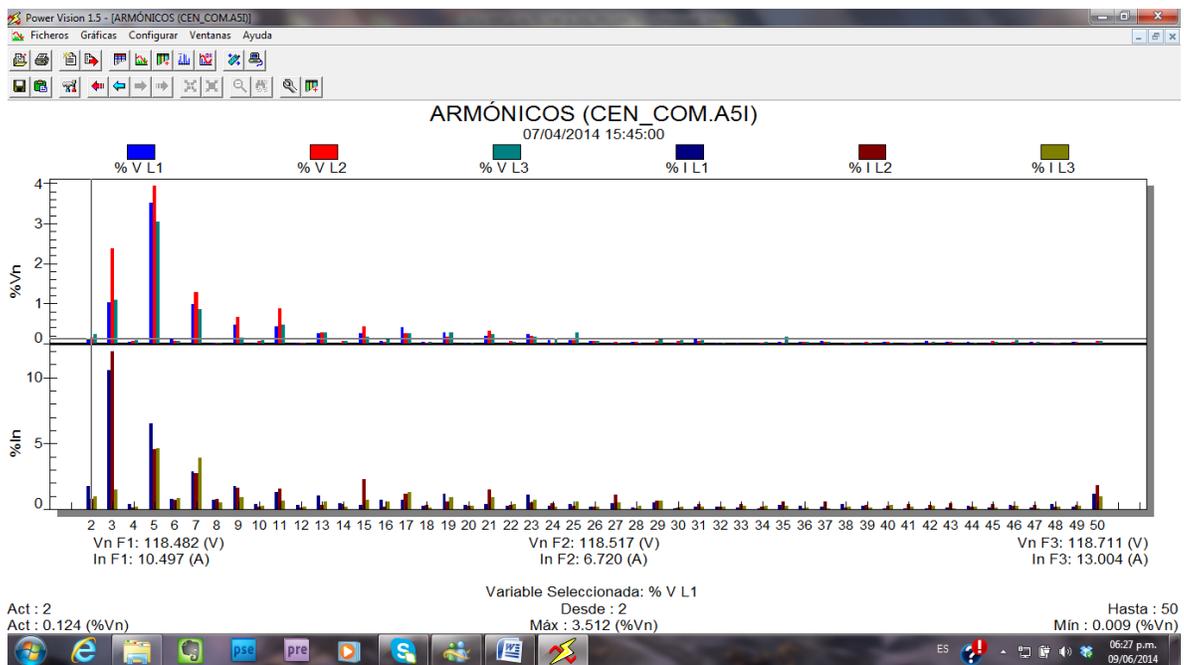


Figura 48: Armónicos el 07/04/2014 15:45:00.

Nótese que en todas las graficas de muestreo de armónicos, los 3º, 5º y 7º son los que se reflejan más en la red. Como sabemos de la teoría de armónicos, cuando afectan la onda de voltaje por encima de un 5% pueden ser nocivos para la red, lo mismo que cuando se elevan por encima de un 30% en la onda de corriente. En todas las muestras, tanto los armónicos de voltaje como de corriente no presentan valores superiores a estos límites.

Presentamos ahora la distorsión armónica total de todo el período de medición en la siguiente gráfica:

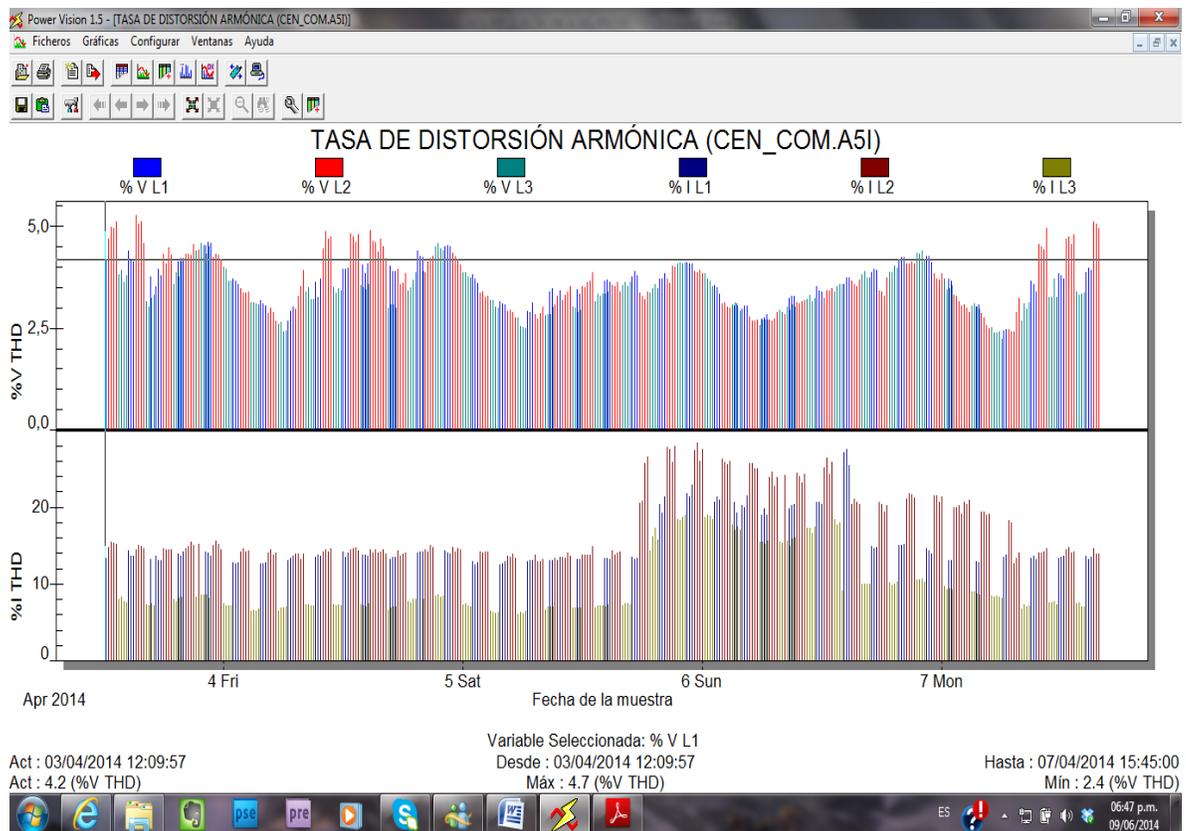


Figura 49: Tasa de distorsión armónica.

Tal como lo vimos en las anotaciones anteriores, los valores de distorsión, no presentan anomalías preocupantes. Veamos a continuación el estándar para estas distorsiones:

Máximos niveles de distorsión de acuerdo al estándar IEEE-519

El estándar IEEE-519 establece límites para los niveles de distorsión de voltaje par las compañías suministradores de energía. Estos límites están en función del nivel de voltaje de suministro tal y como lo muestra la siguiente Tabla:

Tabla 10. Niveles de distorsión de voltaje permitidos por la IEEE-519

VOLTAJE	THD(%)
V<69kV	5.0
69kV<V<161kV	2.5
V>161kV	1.5

El estándar también establece límites para los niveles de distorsión de corriente que puede ser “inyectado”: por parte de los usuarios. Estos límites se establecen para cada una de los armónicos individuales así como para la distorsión de demanda total (TDD) y están en función del nivel de corto circuito (MVAcc) en el punto de suministro (punto de acoplamiento común) y del valor RMS de la corriente fundamental correspondiente a la demanda máxima promedio.

Para nuestro caso el nivel THD no supera el 5% y por lo tanto podemos hablar de una calidad aceptable de la energía.

6.6 TERMOGRAFIA

La termografía infrarroja es una técnica que permite ver la temperatura de una superficie con precisión sin tener que tener ningún contacto con ella. Gracias a la Física podemos convertir las mediciones de la radiación infrarroja en mediciones de temperatura, esto es posible midiendo la radiación emitida en la porción infrarroja del espectro electromagnético desde la superficie del objeto, convirtiendo estas mediciones en señales eléctricas.

El ser humano no es sensible a la radiación infrarroja emitida por un objeto, pero las cámaras termográficas, o de termovisión, son capaces de medir esta energía con sus sensores infrarrojos, capacitados para "ver" en estas longitudes de onda. Esto nos permite medir la energía radiante emitida por objetos y, por consiguiente, determinar la temperatura de una superficie a distancia, en tiempo real y sin contacto alguno. La radiación infrarroja es la señal de entrada que la cámara termográfica necesita para generar una Figura de un espectro de colores, en el que cada uno de los colores, según una escala, significa una temperatura distinta, de manera que la temperatura medida más elevada aparece en color blanco.

Debido a lo general que resulta la termografía infrarroja, el campo de aplicación de esta tiene una extensión que va más lejos de la simple toma de medidas de temperatura, y abarca tanto aplicaciones industriales como de investigación y desarrollo. La localización de defectos en instalaciones eléctricas, el análisis de laminaciones de materiales compuestos, el control de procesos de fabricación, la vigilancia en condiciones nocturnas o de visibilidad reducida, la detección de pérdidas energéticas en edificación y hornos, o estudio de dispositivos mecánicos son algunos ejemplos en los que se pueden obtener importantes beneficios mediante el uso de la termografía infrarroja.

En el tablero de distribución del centro de procesamiento de datos del IUPB, se hace necesaria esta tecnología para poder detectar puntos calientes que simplemente significan un conexionado deficiente y por lo tanto se puede llegar a

presentar una falla por calentamiento tanto en los conductores, las terminales, las protecciones y las barras de conexión.

Ahora presentaremos varias termografías a diferentes sitios como barras, protecciones, cables, conexiones etc., que consideramos pueden llegar a ser puntos calientes.

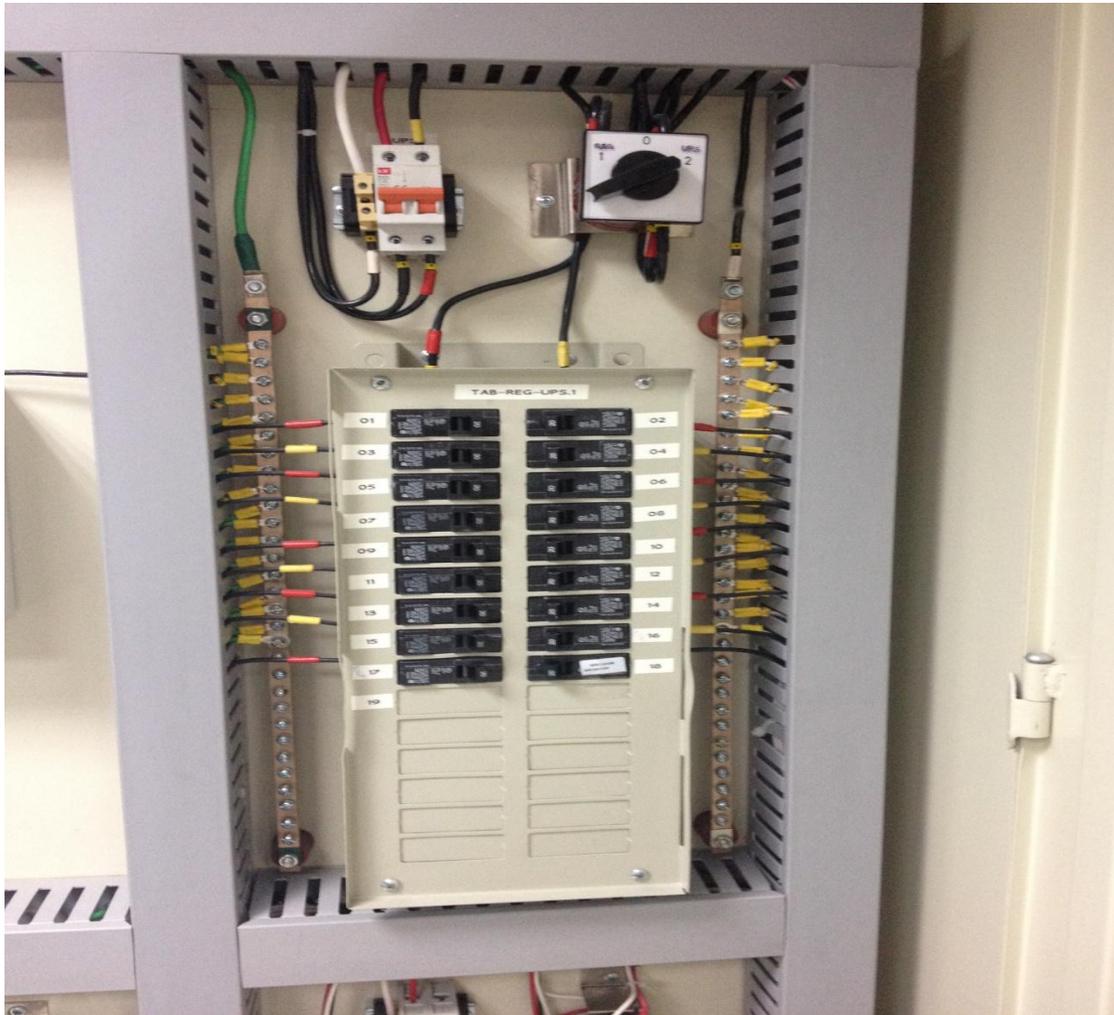


Figura 50: Protección y conmutación ups 1⁷².

⁷² Imágenes recolectadas por el grupo de trabajo

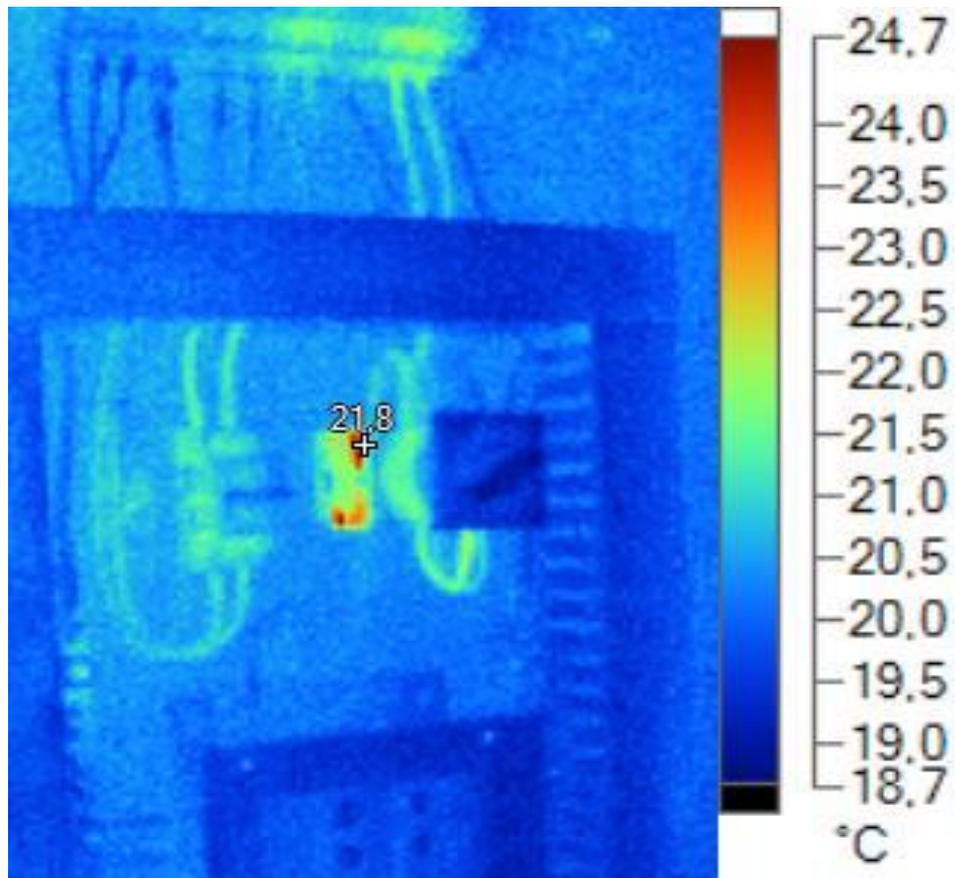


Figura 51: Termografía a tablero distribución.

- Nótese que el tablero de distribución no presenta puntos calientes críticos. Solo observamos una elevada temperatura (no crítica) en la base del conmutador tripolar de la UPS 1, la base actúa un poco como disipador de temperatura por la aglomeración de conductores que pasan por el dispositivo. Recuérdese que los conductores están fabricados para soportar temperatura entre 65°C y 90°C. La especificación de nuestros cables es THHN/THWN fabricados para soportar 90°C.

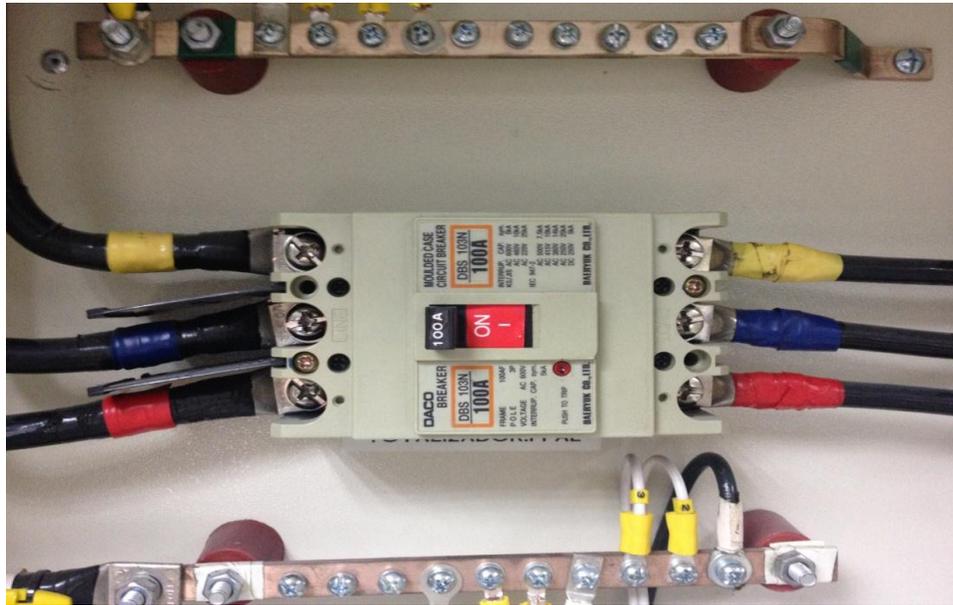


Figura52: barras de tierra (superior) y neutro (inferior)⁷³.

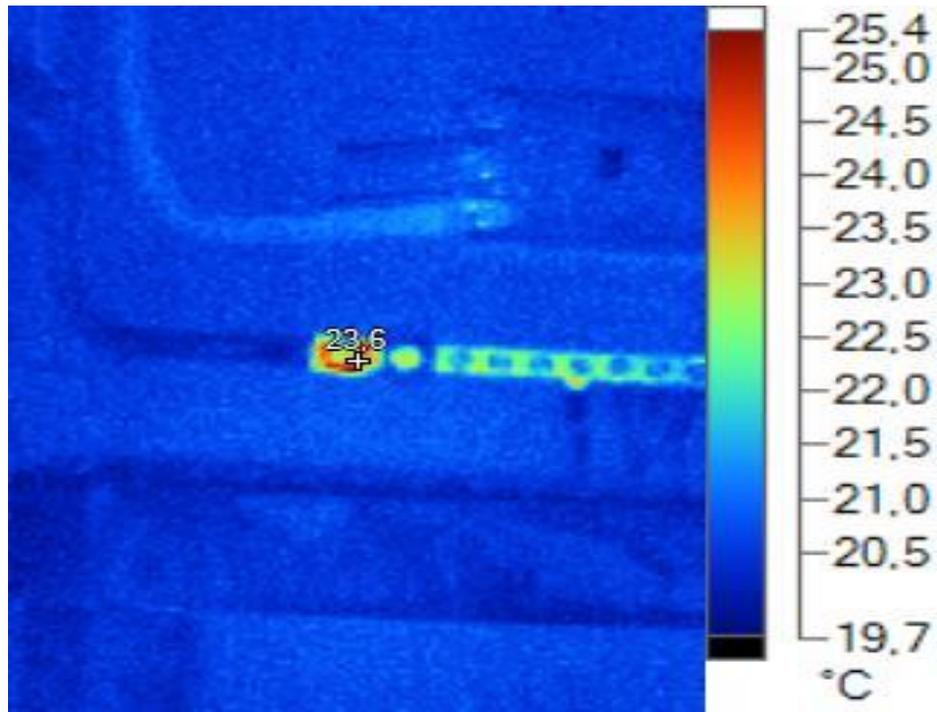


Figura 53: Termografía a barra de neutros.

⁷³ Imágenes recolectadas por el grupo de trabajo

- Se puede apreciar un punto elevado de temperatura en la conexión de la barra de neutros. Para mejorar esto se recomienda un simple ajuste mecánico.



Figura 54: Punto conexión ups 1⁷⁴.

⁷⁴ Imágenes recolectadas por el grupo de trabajo

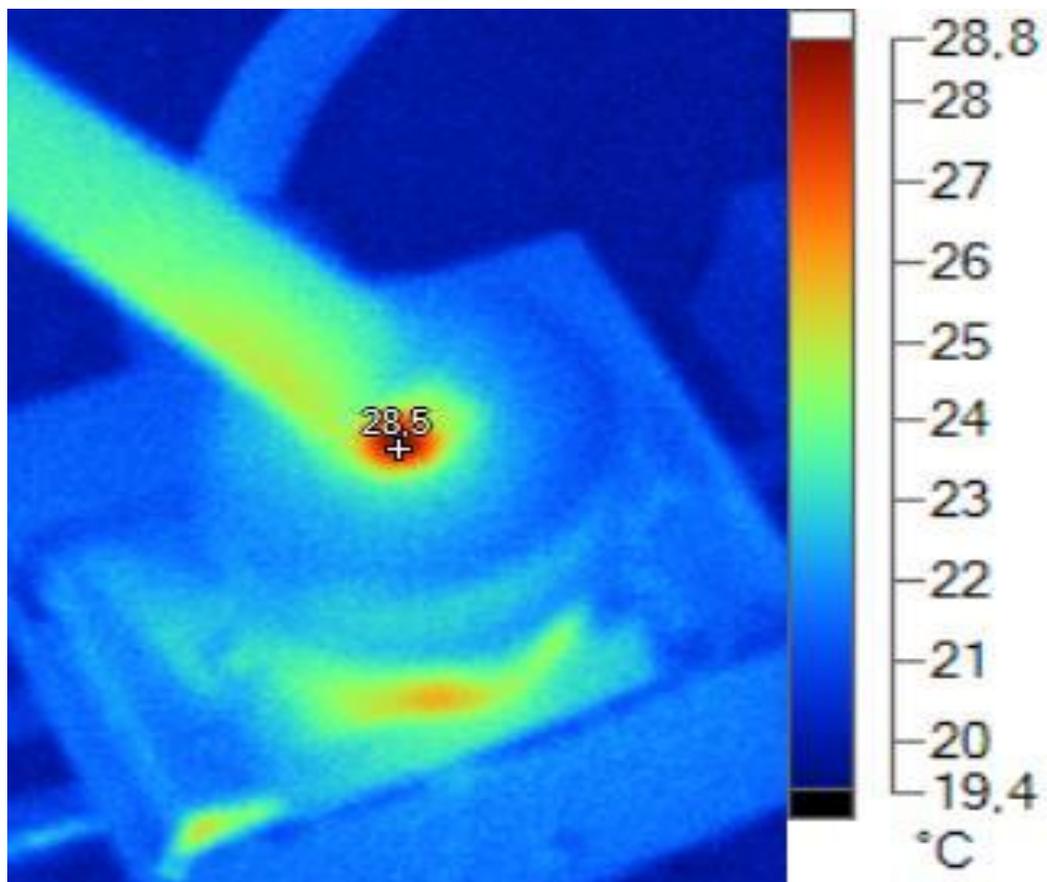


Figura 55: Termografía punto conexión ups 1.

- Las clavijas de conexión de potencia eléctrica, presentan por su función un mayor calentamiento debido a los contactos no continuos. Sin embargo nuestra clavija presenta un calentamiento dentro de los rangos tolerables para este tipo de accesorio

7 CONCLUSIONES

- Después de haber desarrollado toda la consultoría adecuada para la sala de datos de la Institución Universitaria Pascual Bravo, podemos asegurar con absoluta certeza que todos los sistemas de potencia trabajan dentro de la norma y además presentan en su construcción una clara práctica de buena Ingeniería eléctrica.
- Además podemos aseverar que un programa de expansión en la parte de adicción de nuevos equipos con miras a la unificación SINERGIA, es viable. Las recomendaciones hechas en el subtítulo “Análisis y Recomendaciones” en lo referente a potencia, se pueden ir ajustando paulatinamente sin generar problemas de operación de la sala. Si queremos recalcar enfáticamente que la protección DPS es fundamental para darle al sistema actual la debida disponibilidad necesaria.
- Con respecto a la infraestructura y remitiéndonos al mismo subtítulo anterior, si es oportuno concluir que la sala no alcanza los mínimos estándares de disponibilidad según la ICREA Std-131-2013.
- Es potestad de la Institución tratar de alcanzar los mínimos niveles de disponibilidad de la sala, recomendamos hacer las adecuaciones planteadas como recomendados paulatinamente, en base a los especificados antes expuestos y obviamente contando con la partida económica adecuada que esto requiere.
- La información documental que se debería tener de la sala de datos, tanto de la parte eléctrica como la infraestructura, no existe y es fundamental para cualquier trabajo que se vaya a realizar a futuro. Es necesario hacer un levantamiento de esta información y archivarlo de forma segura y que se pueda consultar oportunamente.

- Se debe prestar especial cuidado a los temas de aire acondicionado, ya que son fundamentales para el buen comportamiento de los equipos de la sala de datos. Poner especial cuidado en los ductos que en la actualidad presentan condensación sobre los equipos eléctricos ya que pueden generar corto circuitos, además de los daños que están generando en las placas de piso fabricadas en madera.
- Poner atención al frente muerto del tablero de distribución, el cual no lo presenta y no cumple con RETIE, para la seguridad de las personas.
- Es necesario repetir que no existe un estudio de coordinación de protecciones y selectividad, por lo tanto se aprecian equipos con niveles de corto circuito sin ningún criterio de ingeniería.
- También se debe tener muy presente la adecuación del tablero de distribución con un DPS clase B como manifestamos en su momento.
- Por último debemos recomendar que la sala de datos presta un servicio muy importante en el tema de comunicaciones y no puede ser utilizada con otro fin como se pretende utilizar haciendo bodegaje de materiales y equipos que pueden llegar a causar grandes daños.

BIBLIOGRAFIA

- COMMERCIAL BUILDING STANDARD FOR TELECOMMUNICATIONS PATHWAYS AND SPACES.ANSI/TIA/EIA 569A
- COMMERCIAL BUILDING TELECOMMUNICATIONS WIRING STANDARDS.ANSI/TIA/EIA 568 B2.1
- INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS Y CERTIFICACION.NTC 2050, MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA
- INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. NORMA TÉCNICA COLOMBIANA 4552.
- MANUAL DE INSPECCIÓN ELÉCTRICA NFPA
- MANUAL DE MÉTODOS DE DISTRIBUCIÓN DE TELECOMUNICACIONES (TDMM) DE BICSI. Capítulo 8, Salas de equipos.
- NATIONAL ELECTRICAL CODE (NEC NFPA 70 - 2005).
- NORMA DE INFRAESTRUCTURA DE TELECOMUNICACIONES PARA CENTROS DE PROCESAMIENTO DE DATOS ANSI/TIA 942. Sección 5.3 Computer room requirements, p.26-41
- NORMA INTERNACIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN DE EQUIPAMIENTO DE AMBIENTES PARA EL EQUIPO DE MANEJO DE TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y SIMILARES ICREA Std-131-2013.p. 15-93
- REGLAMENTO TECNICO DE INSTALACIONES ELECTRICAS-RETIE. MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA, RESOLUSION. 90708, Agosto 2013.

- RETILAP, resolución no. 180540 de marzo 30 de 2010.p20
- STANDARD FOR THE PROTECTION OF ELECTRONIC COMPUTER / DATA PROCESSING EQUIPMENT NFPA 75, 1999.
- RECOMMENDED PRACTICES FOR POWERING AND GROUNDING SENSITIVE ELECTRONIC EQUIPMENT.IEEE 1100 – 1999.
- THERMAL GUIDE FOR DATA PROCESSING ENVIRONMENTS. ASHRAE (AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR CONDITIONING ENGINEERS, INC)

Cibergrafia

- <http://www.amperonline.com>
- www.creg.gov.co/
- <http://www.emersonnetworkpower-partner.com>