



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

TRABAJO DE TITULACIÓN

CARRERA: Ingeniería en Electrónica Digital y Telecomunicaciones

TEMA: Estudio y Diseño de un Data Center que cumple las normas internacionales para una Institución Pública del Ecuador.

AUTORA: Katherine Roxanna García Espinoza

TUTOR: Lic. Rene Cañete Mg.PhD.

2015

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mis sinceros agradecimientos a mis padres por enseñarme a no rendirme antes las dificultades en el desarrollo de mi carrera y mi vida diaria, estar junto a mí en las buenas y en las malas, y darme la fuerza para levantarme de caídas y celebrar cada triunfo en mi carrera universitaria.

A mis amigos y profesores, y a todas las personas que colaboraron con el presente trabajo.

A mi fiel compañero de madrugadas de estudio, mi perro Toby.

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a mi hermano Cristhian García, como ejemplo de perseverancia y esfuerzo en la carrera universitaria, para que te guíe en tu camino estudiantil y concluyas tu carrera de manera exitosa, persevera y alcanza cada una de tus metas. Te amo hermano.

A mis padres pues ha sido una lucha compartida, el título obtenido también es vuestro.

A mi enamorado Felipe Reyes, porque me ha acompañado en mi carrera, apoyado, alentado y ha sido un gran amigo y compañero.

A mi prima Yadira Blacio, empezamos juntas nuestra carrera universitaria y con la bendición de Dios la hemos concluido.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I	4
1.1 NORMATIVA Y ESTÁNDARES INTERNACIONALES PARA EL DISEÑO DE UN CENTRO DE DATOS	4
1.1.1 EIA (Energy Information Administration)	4
1.1.2 NORMA EIA PARA DATA CENTER Y CABLEADO ESTRUCTURADO	4
1.1.3 NORMATIVA IEC 61000-4-2	6
1.1.4 TIA(Telecommunications Industry Association)	6
1.1.5 NORMA TIA 942	7
1.1.6 ESTANDAR ELECTRICO NFPA 70	8
1.2 CONSIDERACIONES DE DISEÑO DENTRO DEL ESPACIO FÍSICO DENTRO DEL EDIFICIO	10
1.2.1 DISTRIBUCIÓN FÍSICA	10
1.2.2 SUBSISTEMA ELÈCTRICO	11
1.2.3 SISTEMA CIVIL	19
1.2.4 SISTEMA DE COMUNICACIONES	24
1.2.5 SISTEMA MECÁNICO	24
CAPÍTULO 3	34
PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	34
3.1 DISEÑO DE LA MALLA PUESTA A TIERRA	34
3.1.1 CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS	34
3.1.2 MATERIALES RECOMENDADOS	34
3.1.3 MEDICIÓN DE LA RESISTIVIDAD EQUIVALENTE DEL TERRENO	34
3.1.4 CÁLCULOS Y DISEÑO DE LAS MALLAS PUESTA A TIERRA	34
3.2 DIMENSIONAMIENTO DE ALIMENTADORES DE ENERGÍA	36
3.2.1 ANÁLISIS DE CARGA	36
3.2.2 ALIMENTADOR PRINCIPAL	38
3.3 DIMENSIONAMIENTO DE LUMINOSIDAD DEL CUARTO DE DATOS	41
3.4 DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIOS	43
3.6 DIMENSIONAMIENTO DEL AIRE ACONDICIONADO	47
3.7 DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA DE SEGURIDAD	51
RECOMENDACIONES	55
BIBLIOGRAFÍA	56
ANEXOS	59

INTRODUCCIÓN

Un Centro de Datos es un conjunto de sistemas (Eléctrico, Electrónico, Mecánico y Civil) que permiten la óptima funcionabilidad del servicio de Telecomunicaciones en una empresa, así también se podría decir que es el corazón informático de una organización ya que con una debida infraestructura y redundancia en su energía y equipos se encarga de almacenar, distribuir y dar protección a la información que la entidad maneje, además que son ambientes que demandan la más alta disponibilidad de sus equipos 24 horas, 7 días de la semana, 365 días del año. (MAHAUAD, 2009)

El ambiente del centro de datos tiene que ser lo suficientemente amplio para que los equipos del sistema de comunicación y mecánico (aire acondicionado) ocupen el espacio necesario para el correcto funcionamiento, y mantenimiento, permitiendo accesibilidad, escalabilidad, disponibilidad, y crecimiento corporativo. El diseño del centro de datos cumplirá con la normativa ANSI/EIA/TIA 942 para integrar los sistemas del centro de datos en el espacio asignado por la Institución Pública ubicada en la ciudad de Quito. (MAHAUAD, 2009)

En la actualidad en Ecuador existen organizaciones que han invertido en infraestructuras para data center que cumplan con los requisitos de un TIER III y TIER IV en ciudades como Quito y Guayaquil, en empresas como Telconet, Level 3 y Entidades Financieras. (FIGUEROA, 2007)

Por la creciente demanda del mercado actual, se genera alto tráfico de información en empresas y organizaciones que se han visto en la obligación de construir centro de datos que protejan, almacenen y den soporte a sus redes, cumpliendo con las normativas internacionales, para de esta manera aumentar su productividad ya que se puede responder con mayor rapidez a las exigencias comerciales, reducir costos y gastos en el capital. (FIGUEROA, 2007)

ANTECEDENTES

Debido a todo el manejo de información y las funciones que desempeña la SETEC, se evidencio la necesidad del aumentar el equipamiento tecnológico entre otro rubros para sacar adelante la matriz productiva, siendo necesario la ampliación a nuevas instalaciones para brindar desconcentración de información y espacio para el personal actual. Para este efecto se accedió a las instalaciones del edificio aledaño actualmente en remodelación, el cual albergará oficinas de funcionarios y empleados de la Institución Pública. (SETEDIS, 2014)

Examinando la obra nueva que servirá para una Institución Pública, se crea la necesidad de ampliar la LAN actual a través de un nuevo centro de datos, que permitirá respaldar la información que maneja la institución. (EL AUTOR, 2015)

Por este requerimiento de espacio se ve viable el proyecto para cubrir la necesidad de la Institución de tener una desconcentración de información y conmutación al mismo tiempo, de su data center actual. Con el análisis previo realizado se evidencia la necesidad de generar un nuevo data center en el edificio aledaño a la Institución , para permitir respaldo, desconcentración, conmutación de información, uso compartido y actualizado de información existente, encriptación de información, transferencia de información y volver a un sistema de comunicación de doble vía donde permite desempeñar las funciones de la Institución tanto en su edificio actual como en el nuevo edificio. (EL AUTOR, 2015)

Con lo expuesto se procederá con el presente trabajo a realizar el Estudio, Diseño e Implementación de un Data Center para la Institución Pública cumpliendo las normas internacionales ANSI/EIA/TIA-942, satisfaciendo el requerimiento de la Institución, con una mira al cambio productivo, seguro, confiable, viable, eficaz y eficiente, pero con condiciones propias de esta tesis y del tipo de proyecto ya que por su alta confidencialidad y tratamiento de información se mantendrá en exclusivo uso de la Institución el cambio y mejora de la estructura, colocación de equipos, decisión de marcas, manejo de información y seguridad perimetral. (EL AUTOR, 2015)

PROBLEMA INVESTIGADO

Debido al manejo alto tráfico de información en el Centro de Datos de la Institución Pública se evidencia la necesidad de ampliar la LAN con la construcción de un Centro de Datos que se proyecta servirá como Backup o Centro de Respaldo de Información al Centro de Datos Actual, construido en el edificio aledaño que se encuentra en remodelación. Se proyecta que la nueva instalación permitirá aumentar las garantías de recuperación de datos ante fallos inesperados.

Por este requerimiento se ve viable el diseño e implementación del proyecto que pretende cubrir la necesidad de la Institución de tener una Centro de Datos dedicado al Respaldo de la Información.

OBJETIVOS

Objetivo general:

Diseñar e implementar la infraestructura de comunicaciones para un Centro de Datos que cumpla con las normas internacionales ANSI/EIA/TIA 942, 568 A-B e ISO que garantice solidez en las comunicaciones en la nueva infraestructura tecnológica que se implementa.

Objetivos específicos:

- Realizar un estudio de las normativas internacionales que garanticen el funcionamiento de los subsistemas que conforman el Centro de Datos (espacio requerido, eléctrico, electrónico, climatización y control de incendios).
- Aplicar la normativa ANSI/TIA/EIA 942 en los criterios de diseño del Centro de Datos de la Institución Pública para garantizar la disponibilidad del mismo.
- Diseñar una malla puesta a tierra para el Centro de Datos que cumpla con la norma ANSI/TIA/EIA 607, para proteger los equipos y las personas de fallas eléctricas.
- Dimensionar y diseñar parámetros de suministro eléctrico eficiente para permitir el óptimo funcionamiento de los subsistemas del Centro de Datos.
- Dimensionar y diseñar parámetros de tecnologías especializadas como climatización, seguridad y control de incendios para que funcionen con unanimidad y eficiencia.

CAPÍTULO I

1.1 NORMATIVA Y ESTÁNDARES INTERNACIONALES PARA EL DISEÑO DE UN CENTRO DE DATOS.

1.1.1 EIA (Energy Information Administration)

La Administración de Información Energética de los Estados Unidos es una organización de estadística y de análisis del Departamento de Energía de los Estados Unidos. (EIA, 2015)

La EIA se encarga de recoger, analizar y difundir información independiente e imparcial, para promover la creación de políticas que regulen la interacción de la energía con mercados eficientes y con la misión de cuidar el medio ambiente. (EIA, 2015)

La EIA es la principal autoridad del gobierno federal sobre estadísticas de energía y análisis que se basa en sistemas y organizaciones, ya que se encarga de recopilar datos completos que cubren el espectro de energía, flujos de energía y usos finales de la misma. (EIA, 2015)

EIA lleva a cabo un programa de recopilación de datos completo que cubre todo el espectro de fuentes de energía, usos finales y flujos de energía; genera a corto y largo plazo las previsiones energéticas nacionales e internacionales, y realiza análisis informativo sobre la energía. (EIA, 2015)

1.1.2 NORMA EIA PARA DATA CENTER Y CABLEADO ESTRUCTURADO

El cableado estructurado es un sistema de cables que interconectan equipos activos de diferente o igual tecnología permitiendo la integración de diferentes servicios (datos, telefonía, control, etc) (EIA, 2015) (CARLOS EDUARDO CABRERA OCHOA, 2011)

La norma EIA ha desarrollado normas y publicaciones sobre las principales áreas técnicas: los componentes electrónicos, electrónica del consumidor, información electrónica y telecomunicaciones. (EIA, 2013) (CARLOS EDUARDO CABRERA OCHOA, 2011)

La normativa EIA regula la cantidad de energía que es usada en un centro de datos la cual es parcialmente compensado por la ley de Moore (mayor eficiencia, mayor potencia), el aumento de potencia está directamente ligado con la necesidad de incluir equipos con tecnología más

avanzada en áreas más pequeñas, por ejemplo más núcleos de memoria en un solo servidor de datos. (EIA, 2013)

La normativa contempla el consumo de energía de los equipos activos del data center como servidores que funcionan un 100%, dinámicamente y uniformemente para promover un rendimiento rápido y eficiencia mayor al 80%, y reducir al máximo los picos de energía. (EIA, 2013)

La siguiente tabla muestra el consumo de energía de equipos activos en un centro de datos.

		2011	2015	2020	2030	2040
Installed Base	(000s)	487,000	551,000	642,000	873,000	1,190,000
Power Draw (W)	Active	3.0	2.9	2.8	2.7	2.6
	Idle/Ready	2.8	2.8	2.7	2.6	2.5
	Off/Standby	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Annual Usage (hrs)	Active	2190	2190	2190	2190	2190
	Idle/Ready	6570	6570	6570	6570	6570
	Off/Standby	0	0	0	0	0
UEC	kWh/yr	25	25	24	23	22
AEC	(TWh/yr)	12	14	15	20	26

Tabla 1. Consumo en Twh en estado de encendido, apagado y standby
Fuente. (EIA, 2013)

Esta tecnología incluye:

- Routers y redes de área local inalámbricas (WLAN), gestionar el tráfico a múltiples dispositivos de red (CARLOS EDUARDO CABRERA OCHOA, 2011)
- Interruptores - proporcionan una conexión punto a punto entre dispositivos de red. (CARLOS EDUARDO CABRERA OCHOA, 2011)
- Equipo de seguridad - incluye firewalls y bloqueadores de sitios web que filtran y proteger el tráfico a Internet. (CARLOS EDUARDO CABRERA OCHOA, 2011)
- Algunas oficinas pueden tener los servidores y el almacenamiento de datos en el edificio (no incluido aquí), pero la tendencia es a ubicar esta infraestructura en centros de datos. (CARLOS EDUARDO CABRERA OCHOA, 2011)

1.1.3 NORMATIVA IEC 61000-4-2

La Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) publica la normativa IEC 61000 4-2 con la finalidad de la normalización de los campos eléctricos y electrónicos, la cual hace referencia a la protección contra descargas electrostáticas que deben poseer los equipos sensibles a estas variaciones eléctricas, como electrodomésticos, equipos móviles y por supuesto equipos dentro un centro de datos. (INTERNATIONAL STANDARD, 2005)

La normativa busca dar lineamientos para ensayos y pruebas a los fabricantes de equipos eléctricos ante ambientes con descargas electromagnéticas, así como formular parámetros específicos que mencionados equipos deben cumplir para ser considerados inmunes. (INTERNATIONAL STANDARD, 2005)

1.1.4 TIA(Telecommunications Industry Association)

La Asociación de Industria de Telecomunicaciones (TIA) es una entidad comercial que representa a la industria mundial de tecnología, información y comunicaciones (TIC), el cual se encarga de la elaboración de normas, iniciativas políticas, oportunidades de negocios, inteligencia de mercado y eventos de networking. (TIA, ABOUT TIA, 2011)

La TIA tiene como misión mejorar el entorno de negocios para empresas que se desarrollen en el ámbito de las telecomunicaciones, banda ancha, tecnología de redes, comunicaciones unificadas, comunicaciones de emergencia, tecnología de redes y tecnología satelital. (TIA, ABOUT TIA, 2011)

Cabe recalcar que la TIA es una organización acreditada por la ANSI(American National Standards Institute). (TIA, ABOUT TIA, 2011) (ANSI, 2013)

1.1.5 NORMA TIA 942

La Telecommunication Industry Association publicó en el año 2005 el estándar TIA-942 con la intención de unificar criterios en las áreas de tecnología y comunicaciones. (TIA, TIA 942 DATA CENTER CABLING STANDARD AMENDED, 2012)

El estándar originalmente se basaba en especificaciones para comunicaciones y cableado estructurado, generando lineamientos que se deben seguir para clasificar subsistemas en función de los distintos grados de disponibilidad que pretende alcanzar cada uno. (TIA, TIA 942 DATA CENTER CABLING STANDARD AMENDED, 2012)

La norma TIA-942 describe los requerimientos que se deben considerar para implementar la infraestructura de una data center, basado en recomendaciones de Uptime Institute, el cual establece cuatro niveles (tiers) en función de la redundancia necesaria para alcanzar niveles de disponibilidad de hasta el 99.99%, y cuatro áreas y subsistemas (Mecánico, Arquitectura, Telecomunicaciones y Electricidad) en los que se describe los elementos mínimos que debe tener un data center para llegar al nivel de disponibilidad deseado. (TIA, TIA 942 DATA CENTER CABLING STANDARD AMENDED, 2012)

Los elementos de los Subsistemas de acuerdo a la normativa ANSI/TIA/EIA- 942 son:

- **Subsistema Mecánico:**

- Rack y accesorios

- Equipos de aire de precisión y complemento

- Sensores de temperatura y humedad

- **Subsistema telecomunicaciones:**

- Patch panel

- Switch

- Router

- KVM

- Software de monitoreo y control

- **Subsistema eléctrico:**

- Paneles de distribución

- PDU

- UPS

- ATS

Inversores

Reguladores de tensión

(TIA, TIA 942 DATA CENTER CABLING STANDARD AMENDED, 2012)

1.1.6 ESTANDAR ELECTRICO NFPA 70

En la actualidad las empresas han optado por proteger los equipos dentro de un centro de datos, ya que son una inversión considerable tanto en costos como en servicio, para lo cual se ha creado normas para la detección y extinción de incendios. (MARK CONROY, 2012).

El primero paso es la prevención de un incendio, para lo cual es necesario eliminar cualquier tipo de elemento combustible dentro del Centro de Datos que no pertenezca al mismo, por lo general dentro del plenum se acumula basura y cables que no son útiles para el funcionamiento de los equipos, la persona encargada del mantenimiento se debe ocupar de realizar inspecciones periódicas de esta área para prevenir futuras complicaciones. (MARK CONROY, 2012)

El segundo paso para la prevención de un incendio dentro de un centro de datos consiste en hermetizar el mismo, ya que por lo general los incendios se originan fuera del centro de datos, por lo que la norma exige que este esté protegido con elementos cortafuegos como puertas, y paredes. (MARK CONROY, 2012)

El tercer paso es la extinción de un incendio, para lo cual se debe utilizar un sistema de roseadores automáticos, en el caso de los Centros de Datos se recomienda utilizar agentes limpios de tipo gaseoso que no pueden causar daños en los equipos electrónicos por que no contienen agua. El Centro de Datos debe estar provisto de una detección automática, interrumpiendo la energía eléctrica en los equipos, hermetizando el área y activando los roseadores a través de un panel automático el cual recibe la señal de los sensores de humo para activar el sistema de extinción (MARK CONROY, 2012)

El último paso es activar el plan de control de daños y recuperación de la información. El plan de control de daños permite evaluar los daños ocasionados en los equipos por la catástrofe teniendo en consideración que los daños por calor son los más peligrosos ya que corroen la delicada estructura de los aparatos de telecomunicaciones, mientras los daños por agua son menos catastróficos al estar desconectada la energía eléctrica, caso contrario correrían riesgo de corto circuito. (MARK CONROY, 2012)

La recuperación de datos tiene dos fases importantes, la primera es reestablecer los servicios de la empresa de forma jerárquica (por ejemplo telefonía, datos, video, etc), para la recuperación de datos es necesario obtenerlos de un centro de backup remoto al centro de datos matriz. (MARK CONROY, 2012).

A través de las normas establecidas en la NFPA 70 se obtiene los pasos y reglas para la prevención y extinción de un incendio con el fin de precautelar los bienes y la vida de las personas en un área determinada en este caso el centro de datos. (ESPOL, FACULTAD DE ING. MECÁNICA, 2012)

La norma NFPA 70 clasifica el incendio a través del tipo de fuego, así se tiene:

- **Fuego Clase A:** Incendios con materiales sólidos comunes como cartón, madera, caucho y materiales plásticos. (ESPOL, FACULTAD DE ING. MECÁNICA, 2012)
- **Fuego Clase B:** Incendios producidos por líquidos inflamables (ESPOL, FACULTAD DE ING. MECÁNICA, 2012)
- **Fuego Clase C:** Incendios producidos por la conductividad eléctrica de equipos electrónicos. (ESPOL, FACULTAD DE ING. MECÁNICA, 2012)
- **Fuego Clase D:** Incendios producidos por metales combustibles. (ESPOL, FACULTAD DE ING. MECÁNICA, 2012)

Elementos que conforman el subsistema de Detección y Extinción de Incendios:

Agentes Extintores

En el mercado actual existen varios tipos de agentes extintores los cuales son utilizados de acuerdo al tipo de incendio. (ESPOL, FACULTAD DE ING. MECÁNICA, 2012)

Agua

El agua es un agente extintor que se utiliza para sofocar incendios con fuego clase A, ya que disminuye el calor al evaporarlo. (ESPOL, FACULTAD DE ING. MECÁNICA, 2012)

Anhídrido Carbónico (CO₂)

El Anhídrido Carbónico es un agente extintor que sofoca al incendio a través de la disminución de oxígeno, se usa para fuego clase B y C. (ESPOL, FACULTAD DE ING. MECÁNICA, 2012)

Polvos Químicos

Los polvos químicos es un agente extintor sofoca el incendio a través de la interposición entre el aire del ambiente y el material de combustión, son aptos para fuego A, B y C. (ESPOL, FACULTAD DE ING. MECÁNICA, 2012)

Clasificación de Ocupaciones

Las ocupaciones son desde riesgo leve hasta riesgo extra, los cuales describen el tipo de materiales y combustión de cada uno de los incendios. (ESPOL, FACULTAD DE ING. MECÁNICA, 2012)

Velocidad de Descarga

La velocidad de descarga se determina a través de la cantidad de CO₂ y el tiempo máximo que debe estar en el ambiente el agente limpio para sofocar el incendio (ESPOL, FACULTAD DE ING. MECÁNICA, 2012)

1.2 CONSIDERACIONES DE DISEÑO DENTRO DEL ESPACIO FÍSICO DENTRO DEL EDIFICIO

1.2.1 DISTRIBUCIÓN FÍSICA

La distribución del centro de datos, estará limitada por el espacio físico designado para dicho servicio, la dificultad en el diseño se basará en distribuir correctamente los espacios respetando las normas establecidas anteriormente en norma EIA/TIA- 942. (EL AUTOR, 2015)

Se pretende abarcar todos los subsistemas necesarios para el correcto funcionamiento del centro de datos dentro del espacio destinado, para que este se encuentre en constante operación. (EL AUTOR, 2015)

Dichos subsistemas son:

- Subsistema Eléctrico
- Subsistema de Comunicaciones
- Subsistema Mecánico
- Subsistema Civil

Del correcto balance de los sistemas depende la operatividad del centro de datos. (EL AUTOR, 2015)

1.2.2 SUBSISTEMA ELÈCTRICO

Se podría afirmar que es un subsistema muy importante en la operatividad del centro datos, ya que sin él sería imposible que los demás subsistemas funcionen correctamente. (MAHAUAD, 2009)

Para saber qué cantidad de energía el centro de datos se debe realizar un estudio de carga que contendrá todas las potencias de los equipos que se conectaran al sistema eléctrico del edificio, más margen de expansión de potencia por los equipos. (MAHAUAD, 2009)

Para el suministro eléctrico se proyecta instalar un UPS (Uninterruptible Power Supply) o un sistema de alimentación ininterrumpida (SAI), que soporte la capacidad del suministro eléctrico del centro de datos, dicho equipo será trifásico, con un banco de baterías de respaldo y un tablero bypass que permite hacer transferencia entre la energía que provee la empresa eléctrica local y la del UPS. (MAHAUAD, 2009)

Todos los equipos y las tomas reguladas dentro del centro de datos estarán conectados a la energía del UPS, ya que la energía es centralizada (EL AUTOR, 2015)

El estudio de carga se realizará en el apartado de diseño, capítulo tres. (EL AUTOR, 2015)

1.2.2.1 SISTEMA DE ALIMENTACION ININTERRUMPIDA

Los UPS son equipos que permiten el suministro de energía a los equipos del subsistema de comunicaciones y mecánica del centro de datos en el caso que exista un corte o daño en la infraestructura del sistema eléctrico del edificio. (IVÁN DAVID ESPITIA BERNAL, 2012)

Los UPS actuales tienen la capacidad de actuar de manera inmediata (automáticos) ante una falla eléctrica. (IVÁN DAVID ESPITIA BERNAL, 2012)

1.2.2.2 COMPONENTES DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN ININTERRUMPIDA (UPS)

- **Rectificador.-** Su función es transformar la corriente alterna que ingresa al UPS a una corriente continua con la que funciona los equipos del sistema de comunicación. (IVÁN DAVID ESPITIA BERNAL, 2012)
- **La Batería.-** Es la encargada de suministrar energía al UPS en el caso de una falla eléctrica o por mantenimiento del UPS, el tamaño de cuantas baterías necesita el UPS depende de la capacidad eléctrica del equipo. (IVÁN DAVID ESPITIA BERNAL, 2012)
- **Inversor de Corriente.-** A diferencia del rectificador, el inversor transforma la corriente continua en corriente alterna para alimentar equipos que se conecten a la salida de los UPS. (IVÁN DAVID ESPITIA BERNAL, 2012)
- **Conmutador.-** Es el encargo de decidir si la salida del UPS se conecta con la entrada del artefacto o con la salida del inversor. (IVÁN DAVID ESPITIA BERNAL, 2012)

1.2.2.3 DISEÑO DE MALLA DE TIERRA PARA DATA CENTER

1.2.2.3.1 NORMA ANSI/TIA/EIA-607

Hace referencia al diseño de la malla puesta a tierra para el Data Center usando los criterios del estándar ANSI/TIA/EIA-607 para el correcto diseño e instalación de un sistema puesta a tierra para protección eléctrica de los equipos de comunicación mencionados.

La malla puesta a tierra es considerada como un respaldo de seguridad importante tanto para los equipos que se protegen a través de ella, como para las personas que interactúan con el centro de datos. (EL AUTOR, 2015)

Como objetivos principales de la construcción de la malla puesta a tierra son:

1. Equiparar los potenciales eléctricos.
2. Crear una ruta de baja resistencia para drenar corriente de falla trifásica, bifásica y monofásica. (SANABRIA, 2012)
3. Crear una ruta para la corriente producida por los componentes metálicos de los equipos del data center producidos por la diferencia de potencial de los componentes de los mismos. (SANABRIA, 2012)
4. Garantizar la seguridad de las personas que trabajan en el centro de datos. (SANABRIA, 2012)

Para el diseño de la malla puesta a tierra se tomó en consideración la demanda eléctrica del data center, la distancia del conductor principal, al ser un edificio este conductor tendrá una distancia considerable, el tamaño de la malla y su forma dependerá del espacio físico que se

dispone en el edificio para el montaje del sistema puesta a tierra, y por ultimo del estudio de suelo (ph de la tierra, geografía, tipo de suelo) que nos permitirá saber qué tipo de tierra se tiene en el mismo ya que de esto depende directamente el ohmiaje de la malla que se pretende(menor a 5Ω). (EL AUTOR, 2015) (SANABRIA, 2012)

UTILIZADA PARA	Valor máximo de resistencia de puesta a tierra Ω
Estructuras de líneas de transmisión	20
Subestaciones de alta y extra alta tensión $V \geq 115KV$	1
Subestaciones de media tensión de uso exterior en poste	10
Subestaciones de media tensión de uso interior	10
Protección contra rayos	4
Neutro de acometida en baja tensión	25
Descargas electrostáticas	25
Equipos electrónicos sensibles	5

Tabla 2. Valores de resistencia del suelo obtenidos con una malla puesta a tierra dependiendo del sistema que protegen.

Fuente. (SANABRIA, 2012)

Los subsistemas que intervienen en un Centro de Datos (Mecánico, Telecomunicaciones y Eléctrico) necesitan ser unidos a una puesta a tierra siguiendo las normativas locales (EEQ) y nacionales (NORMAS NEC) y los estándares de la industria por cuestión de seguridad. (SIEMON, 2013)

Mientras que el sistema que corresponde a telecomunicaciones (cableado de red apantallados y blindados), se debe aterrizar para que no exista corrientes de ruido inducidas por interferencia electromagnética (EMI) protegiendo así los conductores que llevan datos del ruido externo (SIEMON, 2013)

Los objetivos principales de realizar una puesta a tierra:

1. **Seguridad de las Personas:** Es importante garantizar del personal durante fallas eléctricas. (ZAPATA, 2013)
2. **Protección de las Instalaciones:** En reposo protege a los equipos metálicos de inducción por objetos energizados y de la energía estática. (ZAPATA, 2013)
3. **Compatibilidad Electromagnética:** Cuando se producen descargas eléctricas (ambiente) proporcionan un camino seguro para que los rayos evacuen hacia la malla a tierra, más no en los equipos, manteniendo así la equipotenciabilidad del sistema. (ZAPATA, 2013)

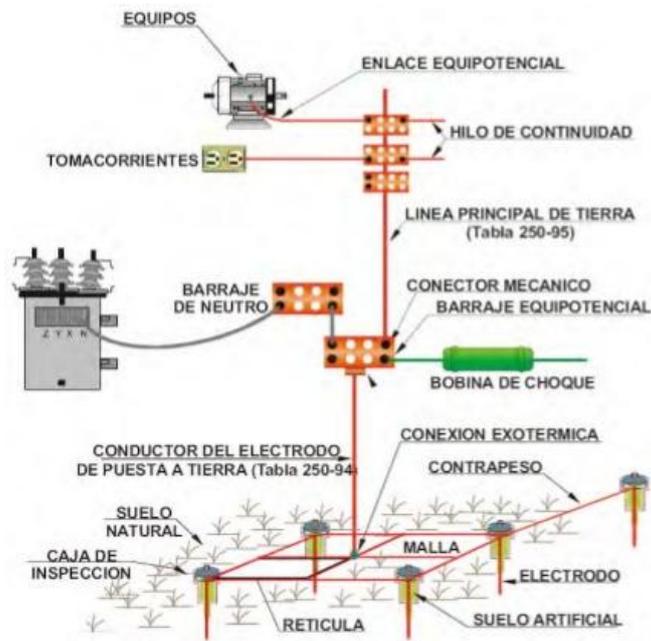


Figura 1. Puesta a Tierra General
Fuente. (ZAPATA, 2013)

Para un mismo edificio queda estipulado en la norma IEC 61000-5-2, que los sistemas de Data Center, Sistema de Energía General del Edificio y Pararrayos no deben ser aterrizados en la misma malla puesta a tierra, por el contrario cada uno tiene que tener su malla independiente, y estas a su vez deben estar interconectados y equipotenciados, ya que son el camino seguro para descargas y fallos eléctricos de los equipos y personas que protegen. (EL AUTOR, 2015)

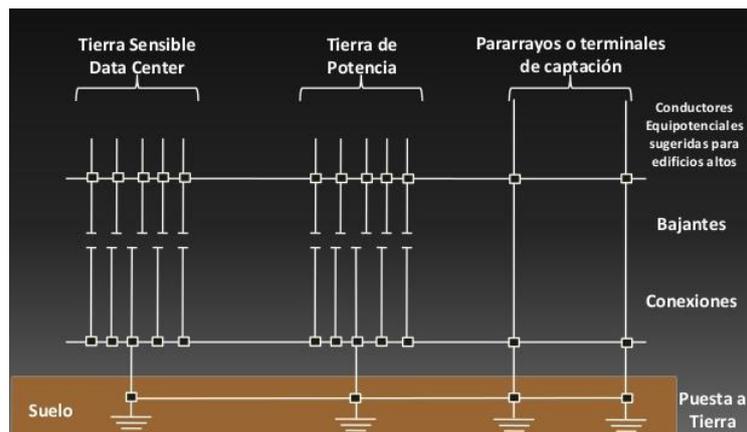


Figura 2. Conexión Correcta del SPT de un edificio
Fuente. (ZAPATA, 2013)

1.2.2.3.2 GEOMETRÍA DE LA MALLA A TIERRA

La geometría de malla está limitada por el espacio en el que va a ser construida, costos y resistividad del terreno, se debe tener en cuenta que mientras mayor es el área, menor es la resistencia de la malla y por lo tanto menor la diferencia de potencial. (CANO, 2010)

Las directrices básicas en la construcción de la malla son:

- Distancia entre conductores (varillas cooperweld, electrodos activos) (CANO, 2010)

$$15m \leq D \leq 2m$$

- Profundidad del enterrado de la malla (depende del tipo de suelo, en casos de tener restos de construcción sería recomendable, profundizar la malla hasta encontrar un suelo más limpio. (CANO, 2010)

$$1.5m \leq h \leq 0.5m$$

- Los calibres típicos de los conductores, estos dependen de la corriente a disipar y la distancia a la que se encuentre la malla del data center, se recomienda que siempre la malla se construya junto al sistema que va a proteger. (CANO, 2010)

$$500MCM \leq \text{calibre} \leq 2/0AW$$

1.2.2.3.3 RESISTIVIDAD DEL TERRENO

La resistividad del terreno depende del sector de construcción de la malla, está directamente ligada con la humedad del terreno, temperatura del ambiente y contenido químico del suelo. (HARPER, 2008)

Las mediciones de resistividad se las hace a través de un equipo telurómetro, el cual nos permite tomar medidas reales de la resistividad del terreno y proporciona un dato importante en el diseño de la malla puesta a tierra. (HARPER, 2008)

Se debe tener en cuenta que es necesario hacer varias lecturas de las diferentes capas del suelo para poder obtener una lectura real del suelo donde se va a trabajar. (HARPER, 2008)

NATURALEZA DE LOS SUELOS	RESISTIVIDAD [$\Omega \cdot m$]	
	MÍNIMA	MÁXIMA
Suelos orgánicos y pantanosos	---	30
Lodo	20	100
Húmedo	10	150
Arcillas Plásticas	---	50
Arcillas Compactas	100	200
Arena arcillosa	50	500
Arena silicosa	200	3000
Suelo con piedra	1500	3000
Suelo con piedra cubierto con hierba	300	500
Calcáreo blanco	100	400
Calcáreo compacto	100	5000
Granito y arena	100	1000

Tabla3. Valores típicos de resistividad del terreno

Fuente. (HARPER, 2008)

1.2.2.4 MALLA DE ALTA FRECUENCIA

La función de la malla de alta frecuencia es atenuar interferencias por propagación aérea, hasta una determinada frecuencia electromagnética y ruido eléctrico (ZAPATA, 2013)

La malla de alta frecuencia se instalará en el Centro de Datos, bajo el piso elevado y se debe aterrizar a la barra de tierra ubicada en el Centro de Datos. (EL AUTOR, 2015)

La construcción de la malla se la realizará de tal manera que cumpla con la norma TIA 942 en la que considera que la sección transversal mínima debe ser mayor a 13.30 mm². (FIRMESA, 2013)

La constitución de mencionada malla de cobre asegura que el aterrizaje para las señales de alta frecuencia generados por los equipos electrónicos, la cual causa interferencia en los equipos de telecomunicaciones. Se debe aterrizar cada pedestal del piso elevado y cada uno de los elementos metálicos que conforman el centro de datos. (FIRMESA, 2013)

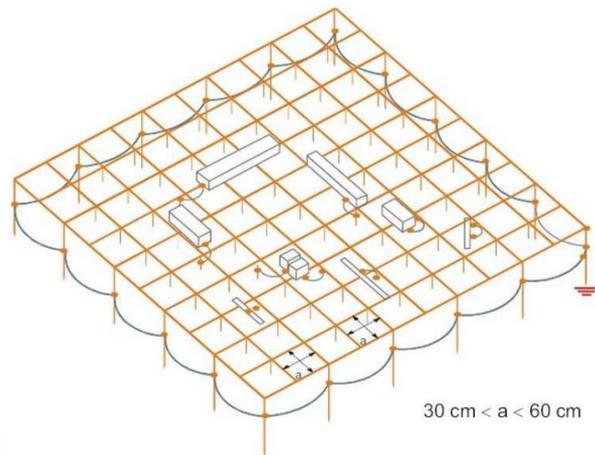


Figura 3. Malla de Alta Frecuencia Fuente. (ZAPATA, 2013)



Figura 4. Malla de Alta Frecuencia, Data Center Fuente. (EL AUTOR, 2015)

1.2.2.5 ACOMETIDA ELÉCTRICA

El sistema eléctrico debe estar dimensionado de tal manera que cumpla con los criterios definidos para un centro de datos con una nivel de disponibilidad TIER II, dichas acometidas se dimensionaran en el capítulo 3, donde se explicará cómo se realizó el estudio de carga del centro de datos. (EL AUTOR, 2015)

El cableado eléctrico debe tener la capacidad de soportar la potencia eléctrica entregada por el UPS, así como la acometida que energizará el tablero que se conecta al bypass del UPS (EL AUTOR, 2015)

Se proyecta obtener la energía de la empresa eléctrica local a través del tablero de distribución principal del edificio, el cual se conectará al tablero de distribución de energía del edificio y a

su vez al tablero de energía regulada el cual es controlado por el tablero de bypass del UPS. (EL AUTOR, 2015)

En el capítulo 3 se explicara de manera detallada la conexión de los tableros y acometidas

1.2.2.6 TABLERO DE BYPASS

El Tablero de Bypass cumple con la función de transferir la carga del UPS a energía entregada por la Empresa Eléctrica local, con la finalidad de realizar trabajos de mantenimiento, reparación y/o pruebas del UPS sin interrumpir el servicio eléctrico de los equipos protegidos por los mismos, cabe recalcar que es vital para un centro datos que la energía sea ininterrumpida. (CNE, 2014)



Figura 5. Tablero de ByPass con Acometidas
Fuente. (EL AUTOR, 2015)

ILUMINACIÓN

La normativa EIA/ TIA – 942, establece que los niveles de luminosidad mínima dentro de un centro de datos es de 500 lux en el plano horizontal y de 200 lux en el plano vertical, medidos a 1m desde el centro de los pasillos hasta el cielo falso. (GIC, 2009)



Figura 6. Niveles de Iluminación dentro de un centro de datos. (GIC, 2009)
Fuente. (CELCO, 2013)

1.2.3 SISTEMA CIVIL

Un sistema arquitectónico adecuado distribuirá el espacio físico de tal manera que permita ubicar los equipos y los espacios libres entre ellos (Ejemplo: Pasillo Frio, Pasillo Caliente). Al momento de determinar el espacio se deberá consultar con el cliente sus requerimientos con el fin de determinar futuras ampliaciones. (EL AUTOR, 2015) (BRIONES, 2010)

En el centro de datos solo se permiten equipos de comunicaciones, energización si no superan los 100KVA, aire acondicionado de presión, sistema contra incendios que funcionan con elementos químicos especiales que no contienen agua ya que esto puede provocar un corto circuito y perder la información de los equipos de comunicación, sistema de control de accesos y cámaras de seguridad. (BRIONES, 2010)

1.2.3.1 PISO ELEVADO

Para centro de datos es importante colocar un piso que permita el cambio o desplazamiento de la ubicación de los equipos dentro del centro de datos, así también la circulación de aire frío hacia el pasillo frío del Centro de Datos. (BRIONES, 2010)

Las láminas cuadrículadas consisten en una estructura metalizada, con una hoja de concreto recubiertos con plástico. Dichas láminas pueden ser perforadas en el caso que sean colocadas en el pasillo frío del centro de datos ya que permiten la circulación de aire. (BRIONES, 2010)

El nombre de piso elevado se debe a que se suspende a través de pedestales de tamaño promedio de 30 cm de alto, que permiten que las láminas queden separadas del piso de

concreto, el espacio entre las láminas y el piso se lo conoce como “plenum” y encamina el aire acondicionado a los equipos dentro de los RACK's, además esta separación permite la canalización de la red eléctrica y electrónica a los RACKs. (BRIONES, 2010)



Figura 7. Lamina cuadriculada de piso elevado con pedestales.
Fuente. (CELCO, 2013)

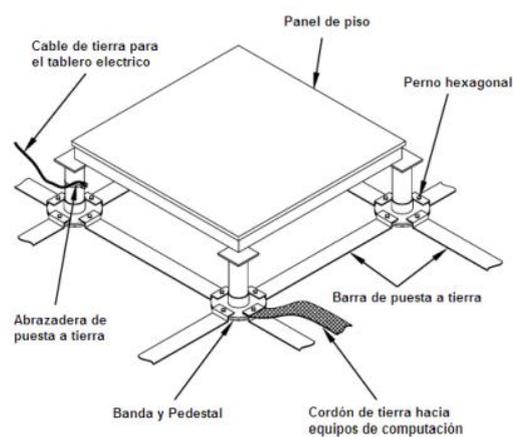


Figura 8. Detalle de piso flotante
Fuente. (PANDUIT, 2013)

1.2.3.2 ALTURA DEL CIELO RASO

La altura recomendada desde el piso elevado terminado hasta el cielo raso es de 2.60m, esta altura contempla la colocación de cámaras, iluminación, sensores de humo y de movimiento, canaleta metálica para cableado (en el caso de ser necesario, sino se deberá canalizar por el piso dentro del plenum), tubería del sistema contra incendios, entre otros. (BRIONES, 2010)

Se recomienda que el cielo falso del centro de datos sea de láminas de yeso, mas no gypsum ya que la finalidad de colocar el cielo falso es cubrir los sistemas que se ubicaran a nivel del techo del centro de datos y las láminas de amstrong permiten la reparación de cualquiera de

los sistemas mencionados en el caso de ser necesario, además de recolectar el calor del pasillo caliente hacia el equipo de aire acondicionado de precisión (EL AUTOR, 2015)



Figura 9. Cielo Falso
Fuente. (IMAGUI, 2012)

1.2.3.3 PASILLO FRÍO

El pasillo frío es un espacio provisto de un 1.2 m de ancho desde la cara frontal de los RACKs, el cual permite llevar el aire acondicionado del equipo de aire de presión a través de los paneles perforados del piso elevado a los equipos del gabinete como switch, router, banco de discos duros y servidores. (FIGUEROA, 2007)

1.2.3.4 PASILLO CALIENTE

El pasillo caliente es un espacio provisto de un 1m de ancho desde la parte posterior de los RACKs, el cual permite evacuar el aire caliente que los equipos arrojan por su funcionamiento. (FIGUEROA, 2007)

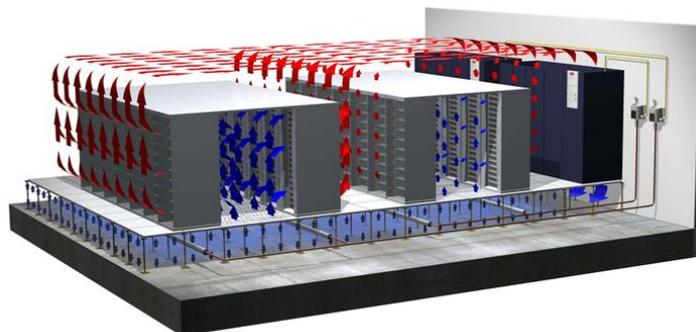


Figura 10. Sistema de Enfriamiento de un Centro de Datos
Fuente. (NSS, 2014)

1.2.3.5 PUERTAS

Se requiere que el acceso al Data Center sea restringido ya que es necesario que los equipos estén protegidos, además en caso de un incendio se requiere que este no se propague. (EL AUTOR, 2015)

Las puertas del centro de datos de seguridad, fabricadas con láminas de acero, bisagras herméticas, e internamente reforzadas de un material termo aislante cortafuego y reforzadas con un tubo estructural en su interior, además deberá estar provista con una cerradura electromagnética y una barra anti pánico. Las medidas regulares de la puerta de seguridad 1m de ancho y 2.15 de alto sin tomar en cuenta el marco. (FIRMESA, 2013)

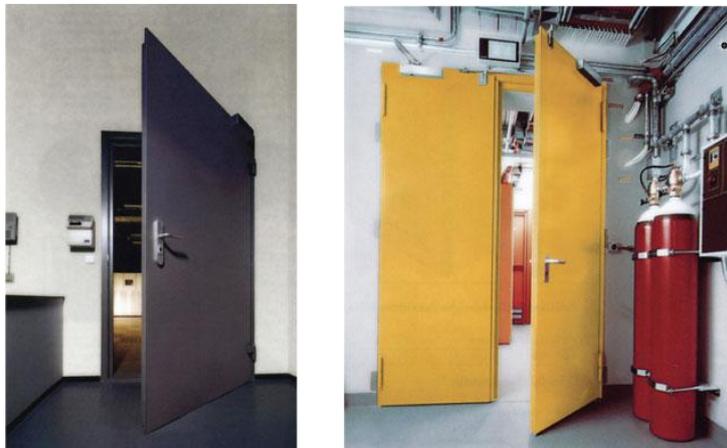


Figura 11. Puertas de Seguridad para Centro de Datos
Fuente. (FIRMESA, 2013)

1.2.3.6 PINTURA

Dentro de un centro de datos es necesario pintar las paredes de un color claro de preferencia blanco para mejorar la iluminación del sector, el piso deberá pintarse de manera inicial antes de ser colocada la malla de alta frecuencia con una pintura electrostática que minimice el polvo como lo indica la norma IEC 61000-4-2.

La pintura electrostática tiene como objetivo complementar la protección antiestática así como evitar el desprendimiento de polvo del cemento en el piso (previamente alisado), lo cual causaría daños en los equipos electrónicos instalados en el sitio, tales como servidores, bancos de discos duros, switch, entre otros. (EL AUTOR, 2015)



Figura 12. Pintura dentro un Centro de Datos
Fuente. (EL AUTOR, 2015)

1.2.3.7 SEÑALÉTICA DE EMERGENCIA

La señalética de emergencia es de vital importancia en el caso que se produzca un incendio ya que es probable que el humo limite la visibilidad dentro del centro de datos o a su vez haya un corte de energía eléctrica, por lo que para personas que se encuentren dentro del centro de datos brinda una guía hacia la salida. (EL AUTOR, 2015)

Las lámparas de emergencia y los letreros de salida tienen una batería incorporada para que al dejar de estar conectados al suministro eléctrico sigan con su funcionamiento regular. (EL AUTOR, 2015)



Figura 13. Letrero Led de Salida con Batería
Fuente. (FIRMESA, 2013)



Figura 14. Lámpara de Emergencia con Batería
Fuente. (FIRMESA, 2013)

1.2.4 SISTEMA DE COMUNICACIONES

El sistema de comunicaciones abarca todos los equipos que permiten la comunicación, el almacenamiento, protección y transferencia de datos entre la LAN. El sistema no se estudiara en el presente proyecto por ser de uso exclusivo de la Institución Pública. (EL AUTOR, 2015)

El sistema de comunicaciones abarcará el subsistema de seguridad y video vigilancia. (EL AUTOR, 2015)

1.2.5 SISTEMA MECÁNICO

El sistema mecánico abarca el Sistema de Climatización (aire acondicionado de precisión, extracción de calor del pasillo caliente del centro de datos y el aire acondicionado de confort para el cuarto eléctrico que contendrá UPS), tableros y banco de baterías. Así también abarcará el Sistema de Detección Contra Incendios.

1.2.5.1 AIRE ACONDICIONADO DE PRECISIÓN

El aire acondicionado de precisión permite mantener y controlar la temperatura dentro de parámetros adecuados para los equipos electrónicos de un centro de datos mantengan su vida útil y no sufran daños por la acumulación de calor (FIRMESA, 2013).

Es indispensable que el equipo opere 24 horas 7 días de la semana, ya que los equipos de comunicación como servidores operan ininterrumpidamente y generan grandes densidades de calor. (FIRMESA, 2013)

Es necesaria la implementación de una solución de aire acondicionado de precisión, las cargas electrónicas sensibles deberán ser mantenidas en un ambiente estable con una T° (temperatura de sala) de 22°C +/- 1°C (72 °F +/- 34°F) y Humedad Relativa 50% +/- 5% debido a que los servidores y equipos de comunicación generan grandes cantidades de calor en áreas muy pequeñas de 6 a 10 veces la densidad de calor en un espacio de oficina normal, la solución de aire acondicionado a implementar deberá ser capaz de reaccionar rápidamente a cambios drásticos en la carga térmica y así mismo prevenir altas fluctuaciones de temperatura. (FIRMESA, 2013)

Es importante que el equipamiento electrónico este protegido contra problemas de condensación interna y descargas por electricidad estática. Mantener la humedad en los parámetros de 50% +/- 5% es muy importante como el control de la temperatura en el Centro de Datos. Cuando la humedad es muy alta, se puede generar daños en el equipo electrónico por condensación en su interior. Si la humedad es demasiado baja, la electricidad estática podría afectar la operación. (CELCO, 2013)

El aire acondicionado de precisión debe tener una descarga de tipo down flow (descarga de aire por debajo del piso técnico, a través del plenum de la estructura elevada), así también se recomienda que tenga un sistema de monitorización de temperatura y humedad, para que el personal que esté encargado de revisar estos niveles puedan ajustar los niveles de trabajo del equipo. (EL AUTOR, 2015).

Para realizar el dimensionamiento del sistema de aire acondicionado de precisión, se debe comenzar por hacer un estudio de cargas térmicas, las cuales varían de acuerdo al sector y al tipo de equipos, materiales de construcción, localidad, y cargas térmicas transitorias. (UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA- COLOMBIA, 2006)

Los métodos de cálculo varían de acuerdo a su complejidad, los más conocidos son los métodos de carga instantánea y los de balance de carga térmica.

El método para el cálculo de carga térmica usado en este proyecto, será, Diferencia de Temperatura para Carga de Refrigeración (CLTD) y Factor de Carga para Refrigeración (CLF). (ING. MIGUEL COHEN ABBO, 2000)

Para aplicar el método de cálculo se requiere información detallada sobre la localización del edificio, industria o vivienda que será objeto del estudio, zona climática del sector, tipo de edificios aledaños, tipo de material de construcción y formas geométricas del área, lista de

equipos, materiales de iluminación, material de cableado eléctrico y electrónico, ocupantes del centro de datos transitorios, y fuentes externas de calor. (ING. MIGUEL COHEN ABBO, 2000)

1.2.5.1.1 CARGAS TÉRMICAS

Se define como carga térmica, a la cantidad de energía que debe disipar para mantener condiciones de temperatura y humedad estables, dentro del centro de datos, la ASHRAE (American Society of Heating Refrigerating and Air Conditioning Engineers, Inc.) publicó niveles estandarizados de temperatura y humedad. (Prado, 2010) (ASHRAE, 2009)

- Temperatura mínima 18°C
- Temperatura máxima 27°C
- Humedad relativa mínima 40%
- Humedad relativa máxima 60%

La unidad en la que se mide la cantidad de calor retirada dentro de un espacio son los BTU. (Prado, 2010)

Se consideran como cargas latentes internas, a las personas, infiltración de aire, infiltración de calor y a los equipos. Así también se considera como cargas sensibles externas al aire fresco, ventiladores de la unidad de aire acondicionado y carga térmica de los ductos de aire (retorno). (ING. MIGUEL COHEN ABBO, 2000)

- **Cálculo de Ganancia de conducción calorífica a través de techos**

$$Q = UxAx CLTD$$

Dónde:

- Q: Carga de Calor (BTU/h)
- CLTD: Carga de enfriamiento diferencial basada en condiciones de techos (°F)
- U: Coeficiente total de transferencia de calor (BTU/hxpie²x °F)

(ING. MIGUEL COHEN ABBO, 2000)

Para el cálculo de CLTD corregida se utiliza la formula

$$CLTD_{CORR} = [(CLTD + LM)x K + (78 - T_R) + (T_0 - 85)]xf$$

Dónde:

- 1 $CLTD_{CORR}$: Carga de enfriamiento diferencial corregida basada en condiciones de techos (°F)
- 2 LM : Corrección mensual de latitud de techos
- 3 K: factor de corrección o ajuste de color
- 4 $(78 - T_R)$: Corrección de temperatura para interiores
- 5 $(T_0 - 85)$: Corrección de temperatura para exteriores
- 6 f: factor de ventilación.

(ING. MIGUEL COHEN ABBO, 2000)

- **Cálculo de Cargas Térmicas por Iluminación**

$$Q_{ILU} = A \times FIL \times a_2 \times C \times FCE$$

Dónde:

- A= Área total del piso en metros cuadrados.
- FIL = Factor de iluminación en $\frac{Wattios}{m^2}$
- a_2 = Factor multiplicador dependiente de las características de las luminarias, 1 para luces incandescentes y 1,25 para luces fluorescentes.
- C= Factor de conversión es igual a 3,41
- FCE= Factor de carga de enfriamiento, basado en el tipo de mobiliario, tiempo de operación de las lámparas, sistemas de suministro y retorno de aire, características constructivas del ambiente y tipo de luminarias. Revisar la tabla. Referente al factor de enfriamiento.

(ING. MIGUEL COHEN ABBO, 2000)

- **Cálculo de la conducción calorífica para personas**

$$Q_{PS} = \text{No. Personas} \times \text{METS} \times \text{FCE}$$

$$Q_{PL} = \text{No. Personas} \times \text{METL}$$

Dónde:

- Q_{PS} : Carga de Personas Sensible
- Q_{PL} : Carga de Personas Latente
- METS: Disipación metabólica sensible
- METL: Disipación metabólica latente.
- FCE: Factor de enfriamiento, basado en el tiempo de ocupación

(ING. MIGUEL COHEN ABBO, 2000)

- **Cálculo de conducción calorífica por aire fresco**

Para la determinación de carga térmica por flujo de aire, se lo debe realizar calculando en base al área de piso y al número de personas.

Calculo de flujo de aire a base del área de piso

$$FA1 = A \times N_1$$

- FA1 = flujo de aire en $\frac{ft^3}{min}$
- A: Área del piso en ft^2
- N_1 : Flujo de aire fresco por área de piso PCM/ ft^2 .



Figura 15. Aire Acondicionado de Precisión
Fuente. (CELCO, 2013)

1.2.5.2 SISTEMA DE CONTROL DE INCENDIOS

El sistema contra incendios es el encargado de detectar y eliminar un incendio dentro de un espacio determinado, para el proyecto el centro de datos, ya que contiene equipos de comunicación, red eléctrica, piso falso, cielo falso que puede llegar a ser inflamables, para ello es importante que el mismo cuente con elementos que permitan la evaluación temprana de un brote de incendio, para evitar incidente tanto en la continuidad, disponibilidad y recuperación de información del centro de datos. (SOCORED, 2014).

Dentro del Sistema de Control de Incendio se tiene:

1.2.5.2.1 Central Automática de Detección de Incendios

Su función es evaluar las señales recibidas por los detectores de incendios, y a través de su programación activar alarmas, sirenas, enclavar puerta de seguridad e iniciar el proceso de extinción del incendio (SOCORED, 2014)



Figura 16. Central Automática de Detección de Incendios
Fuente. (CELCO, 2013)

1.2.5.2.2 Sensores o Detectores de Incendios

Mecanismos capaces de detectar partículas o humo visible que permita la temprana acción ante un incendio dentro del centro de datos. (SOCORED, 2014).

La cantidad de sensores depende del área del centro de datos, ya que dependiendo del modelo cada sensor tiene un área de acción. (EL AUTOR, 2015)



Figura 17. Esquema de Elementos Detectores de Incendios
Fuente. (COMERCIAL, 2015)

1.2.5.2.3 Elemento Químico para la Extinción de Incendio

Los equipos de comunicación son delicados a cambios bruscos de temperatura, humedad y peor aún un incendio, para ello la industria ofrece agentes de extinción con propiedades dieléctricas, que faculta su uso sin riesgo de corto circuito en los equipos. Es de baja reducción de oxígeno y no genera riesgo para las personas, por lo que el agente no puede ser contaminante. (SOCORED, 2014) (FIRMESA, 2013)

Actualmente existen agentes amigables con el medio ambiente que se recomienda sea usado para el centro de datos de este proyecto, como Novec 1230, que además de cumplir con las características ya mencionadas su tiempo de disipación es de 5 días. (SOCORED, 2014)

Los tanques del agente extintor se conectan a los aspersores dentro del centro de datos a través de una red de tuberías de cobre o aluminio galvanizado. (EL AUTOR, 2015)

1.2.5.2.4 Criterios para el Dimensionamiento del Sistema de Extinción de Incendios.

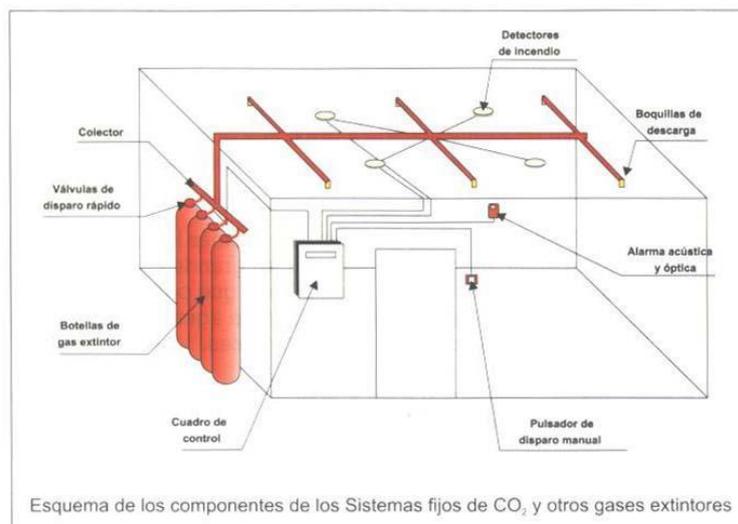


Figura 18. Componentes del Sistema Contra Incendios
Fuente. (SUINCA, 2010)

Para el Centro de Datos se optara por un gas extintor a base de CO₂, de acuerdo a la normativa NFPA70. Se considera como partes importantes de dimensionamiento son:

- Bomba de Agente Limpio
- Red de distribución de agente limpio
- Tuberías y Gabinetes
- Sistema de Detección, sensores de humo
- Sistema de Extinción, rociadores

En el capítulo 3 se revisará el dimensionamiento de cada uno de los componentes mencionados.

CAPÍTULO 2

DIAGNOSTICO DEL PROBLEMA ESTUDIADO Y BREVE DESCRIPCION DEL PROCESO INVESTIGATIVO

En la fase de diagnóstico de la situación del Centro de Datos de la Institución Gubernamental, se identificó que el principal problema es la necesidad de una estructura e infraestructura paralela balanceada debido al crecimiento institucional y al manejo de información confidencial. Por lo tanto, el nuevo centro de datos deberá ser planificado utilizando los estándares normados para redes y gestión de la información; esta nueva planificación deberá contemplar una infraestructura adecuada, normas para el buen funcionamiento, gestión de red y comunicaciones, manejo adecuado de equipos, componentes en óptimo estado, estándares para manejo de información de red, seguridades para evitar riesgo de pérdidas de información, etc. Se deberá asegurar un enrutamiento adecuado para evitar que en equipos activos exista algún nivel de saturación de procesamiento, evitando así pérdida de información y proveyendo una administración efectiva de la red de la entidad de estado.

Debido a que se requiere una ampliación de la Red LAN y que el Centro de Datos actual está llegando al tope del almacenamiento planificado, con el presente trabajo se pretende mejorar la gestión de la infraestructura tecnológica de la institución beneficiaria del proyecto, a través de la construcción e implementación del nuevo centro de datos; para lo cual se realizará un análisis exploratorio sobre las normas internacionales para la implementación y diseño de un centro de datos, estudio bibliográfico de la aplicación de la tecnología *Smartgrids*, estructuración de las conexiones, topología y demás elementos del centro de datos.

Dentro del presente estudio, en base a las hipótesis establecidas se identifica como variable dependiente servicios de TI y como variable independiente la implementación del nuevo centro de datos. La teoría en la que se basa el presente estudio, es la teoría general de sistemas, la misma que indica que:

Las técnicas de los aspectos metodológicos que se utilizarán para la ejecución y estudio de este proyecto para la institución beneficiaria son: la observación, la entrevista verbal y grupos focales. En cada una de estas técnicas podemos detallar primero que en la observación cumple el objetivo de proporcionar información que se requiere al momento del diseño y el diagnóstico de los requerimientos y necesidades de la red para en lo posterior realizar una investigación descriptiva, partiendo de un previo análisis de casos de éxitos de implementaciones de centros de datos en el Ecuador; así como determinar el modelo de gestión más acorde a la entidad que nombra en este proyecto. La segunda técnica es la

entrevista verbal la cual se realizará a los directivos y funcionarios del área de TI involucrados en el correcto funcionamiento de la gestión de la red, como es el área de Tecnología.

Las entrevistas por requerimientos de seguridad de la institución se realizarán solo de forma verbal sin ningún tipo de registro escrito o evidencia. Se utilizará la técnica del grupo focal que permite definir grupos de trabajo, coordinar reuniones con los representantes de TI permitiendo una comunicación bidireccional y una mejora continua en el proceso de este diseño e implementación y un resultado satisfactorio para ambas partes.

Como resultados de las entrevistas realizadas al personal de TI y de la administración de la infraestructura física y tecnológica; se puede concluir la necesidad de la planificación e implementación de un centro de datos que soporte crecimiento institucional.



Figura19. Estado inicial del espacio físico destinado para el nuevo Centro de Datos
Fuente: (EL AUTOR, 2015)

En la ilustración anterior se puede verificar que en el edificio denominado “El Comercio”, en su inicio no existía ningún servicio de datos o red ni tampoco infraestructura de Centro de Datos u oficinas debido a que en la infraestructura del edificio se realizaba actividades de comercio de ropa deportiva. Como el edificio luego fue desocupado y se adquirió por parte de la Institución Pública que consideró ampliar la red y tener un nuevo edificio para crecimiento

institucional y brindar servicios en este nuevo edificio se considera importante tener un Centro de Datos y una infraestructura adecuada a nivel físico como a nivel de red.

CAPÍTULO 3

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

3.1 DISEÑO DE LA MALLA PUESTA A TIERRA

3.1.1 CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

La primera etapa del proyecto contempla el diseño de la malla de puesta a tierra, la cual se ubicará en una área estratégica que facilite la optimización constructiva y de cercanía a los sistemas que protege (Data Center), para el proyecto la malla puesta a tierra será ubicada en el subsuelo ya que al ser un edificio es el único lugar disponible, se tratará de ubicar en la dirección más cercana posible para evitar alargar el conductor de cobre que conecta la malla con la barra de cobre en el centro de datos

3.1.2 MATERIALES RECOMENDADOS

- Varilla Cooperweld 3/8 x 1.80
- Cable Desnudo #1/0 AWG 19H
- Varios (Conectores, soldadura, etc.)
- GEM Quimico(mejoramiento de suelo)
- Barras de Cobre con aisladores de 100 A

3.1.3 MEDICIÓN DE LA RESISTIVIDAD EQUIVALENTE DEL TERRENO

Sector Subsuelo Bloque 4 (paralelo al Data Center, primer piso)

- Se encuentra una resistencia equivalente de 50 Ω/m , por lo que se asume que el suelo es óptimo para la malla, la distancia que se colocó cada electrodo es de 2m
- Se ha cubierto una área aproximada de 11,25 m^2 .

3.1.4 CÁLCULOS Y DISEÑO DE LAS MALLAS PUESTA A TIERRA

Cálculo de la resistencia de la malla a través de la fórmula de Sverak:

$$R_g = \rho \left[\frac{1}{L_t} + \frac{1}{\sqrt{20A}} \left(1 + \frac{1}{1+h\sqrt{\frac{20}{A}}} \right) \right]$$

Donde:

- L_t = Longitud total de los conductores enterrados en mts.
- ρ = Resistividad del terreno (ohmios/m²).
- A = Área ocupada por la malla a tierra (m²)
- h = profundidad de la malla en m

▪ **Datos del Dimensionamiento**

$D= 2\text{m}$

$LX=2,5\text{m}$

$LY=4,5\text{m}$

$A= 11,25\text{m}^2$

$h= 0,75\text{m}$

$d= 0,01\text{m}$

$L_r = 1,80\text{m}$ longitud de cada varilla

$n_r = 6$ (número de varillas a tierra)

$N = 1$ (número de conductores en el eje X)

$M = 2$ (número de conductores en el eje Y)

Calculamos la longitud total de los conductores

$L_t = L_c + L_r = NL_x + ML_y + n_r \cdot L_r$

$L_t = 1(2,5) + 2(4,5) + 6(1,80)$

$L_t = 22,30\text{m}$

▪ **Aplicación de la Fórmula de Sverak**

$$R_g = 50 \left[\frac{1}{22,30} + \frac{1}{\sqrt{20(11,25)}} \left(1 + \frac{1}{1 + 0,75 \sqrt{\frac{20}{11,25}}} \right) \right]$$

$$R_g = 50 \left[\frac{1}{22,30} + \frac{1}{\sqrt{20(11,25)}} (1 + 0,50) \right]$$

$$R_g = 50 \left[0,045 + 0,0667 \left(1 + \frac{1}{2} \right) \right]$$

$R_g = 7,25$ ohmios

Como se puede observar el valor de la resistencia de la malla es muy alto para ser considerado bueno (máximo 5Ω), en este caso usaremos GEM químico para mejoramiento de suelo en un 20% del área de la malla para bajar la resistencia, ya que la malla no puede ser más grande por el limitado espacio con el que se cuenta. (EL AUTOR, 2015)

3.2 DIMENSIONAMIENTO DE ALIMENTADORES DE ENERGÍA

Se pretende dimensionar los alimentadores de energía en base a la demanda energética de los equipos del sistema de comunicación y climatización, los cuales se ubicarán en la parte interior del centro de datos. (EL AUTOR, 2015)



Figura 20. Alimentadores de Energía en Canaleta Metálica
Fuente. (EL AUTOR, 2015)

3.2.1 ANÁLISIS DE CARGA

Para el análisis de carga se toma en cuenta todos los equipos que estarán dentro del centro de datos, más un porcentaje de ampliación de dichos equipos (30%). (EL AUTOR, 2015)

Por el análisis de carga se pretende obtener un equipo UPS de 42 KVA para uso exclusivo del centro de datos. Datos en Tabla 4. (EL AUTOR, 2015)

3.2.2 ALIMENTADOR PRINCIPAL

El alimentador principal recorre desde el tablero de distribución secundaria TDP2 del edificio hacia el tablero de regulados dentro del cuarto eléctrico junto al centro de datos, se calcula una distancia aproximada de 60 metros entre tableros. (EL AUTOR, 2015)

Por lo que se estima un alimentador, para una potencia de 42 KVA. (EL AUTOR, 2015)

3.2.2.1 Cálculo de la corriente trifásica

$$KW= KVA*fp$$

Donde

KVA : Potencia en VA

fp : Factor de potencia

(MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA, 2012)

Aplicando la fórmula se obtiene

$$KW= 42KVA*0.85$$

$$KW= 38,25KW$$

$$I= \frac{P [W]}{V \cdot fp \cdot \sqrt{3}}$$

Donde

P (W) : Potencia en W

V : Voltaje

Fp : factor de potencia

(MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA, 2012)

Aplicando la fórmula se obtiene

$$I= \frac{39850,2}{220 \times 1,73 \times 0,85}$$

$$I= 110.08 [A]$$

ALAMBRE VIKON® THHW-LS 600V					
Calibre	Área nominal de la sección transversal	Diámetro exterior aproximado	Capacidad de conducción de corriente Ampere		
AWG	mm²	mm	60°C	75°C	90°C
14	2,08	3,2	20	20	25
12	3,31	3,6	25	25	30
10	5,26	4,1	30	35	40
8	8,37	5,5	40	50	55

CABLE VIKON® THHW-LS 600V					
Calibre	Área nominal de la sección transversal	Diámetro exterior aproximado	Capacidad de conducción de corriente Ampere		
AWG/kcmil	mm²	mm	60°C	75°C	90°C
14	2,08	3,4	20	20	25
12	3,31	3,9	25	25	30
10	5,26	4,5	30	35	40
8	8,37	5,9	40	50	55
6	13,3	7,6	55	65	75
4	21,2	8,8	70	85	95
2	33,6	10,3	95	115	130
1	42,4	12,2	110	130	150
1/0	53,5	13,2	125	150	170

* Basada en la tabla 310-16 de la NOM-001-SEDE para una temperatura ambiente de 30°C.

Tabla 5. Características Físicas y Eléctricas de cables
Fuente. (FABRICABLES, 2006)

Para una corriente de 110,08 A se estima un alimentador trifásico No. 1 AWG, pero es necesario calcular la caída de tensión ya que la distancia hasta el tablero es considerable (60 metros). (EL AUTOR, 2015)

3.2.2.2 Cálculo de la caída de voltaje

Se debe considerar una caída de tensión menor a 2%, para que sea aceptable.

$$e\% = \frac{LxP}{C.S.V^2} \times 100$$

Donde:

- e% : caída de voltaje
- L : longitud del cable
- P : Potencia en W.
- C : Conductividad del material.
- S : Sección Transversal del cable.
- V : Voltaje

(MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA, 2012)

Aplicando la fórmula

$$e\% = \frac{60 \times 39850,2}{56 \times 42,4 \times 220^2} \times 100$$

$$e\% = 0,53 \%$$

El alimentador proyectado es:

3xNo. 1 + 1xNo.1+1xNo.2 TTU AWG.

Para una corriente de 125 Amperios, y una caída de tensión de 0,53%. (EL AUTOR, 2015)

3.2.2.3 Cálculo del breaker de protección

Se proyecta colocar un breaker de caja moldeada regulable de 125 A, trifásico para protección del tablero bypass del UPS de 42KVA, para el centro de datos. (EL AUTOR, 2015)



Figura 21. Breaker Regulable marca Siemens
Fuente. (SIEMENS, 2014)

3.3 DIMENSIONAMIENTO DE LUMINOSIDAD DEL CUARTO DE DATOS

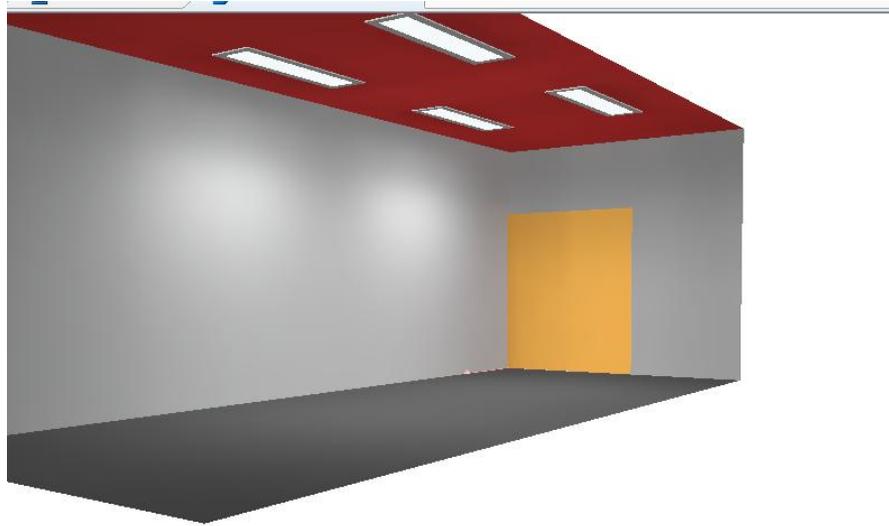


Figura 22. Imagen Tridimensional del centro de datos en DIALux 4.2
Fuente. (DIALux, 2015)

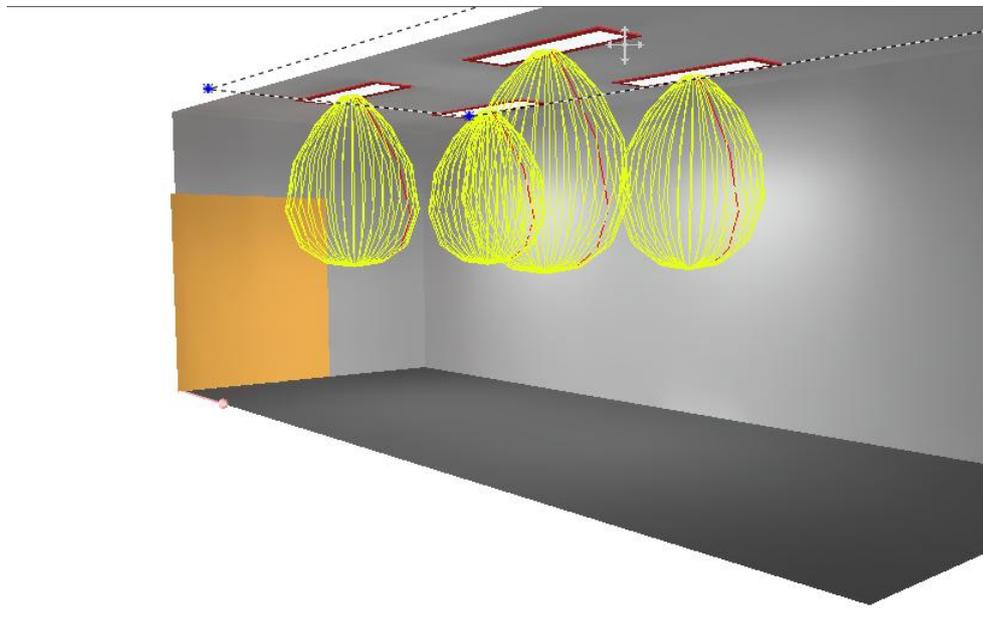


Figura 23. Representación Tridimensional de la Distribución Luminosa
Fuente. (DIALux, 2015)

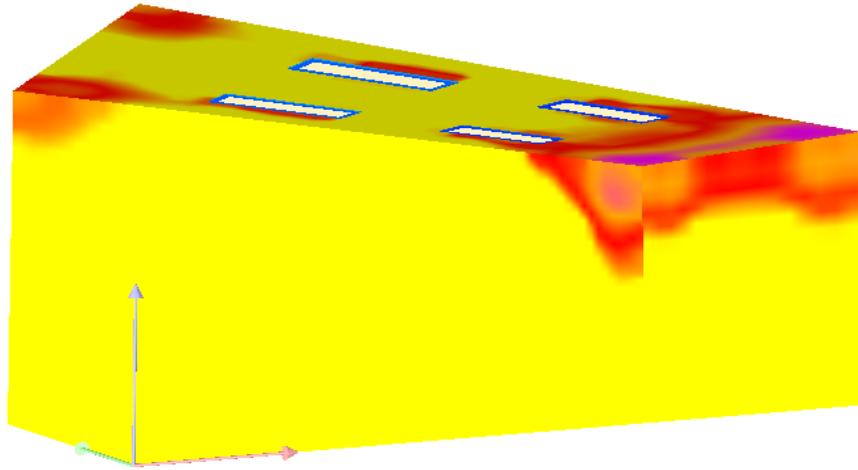
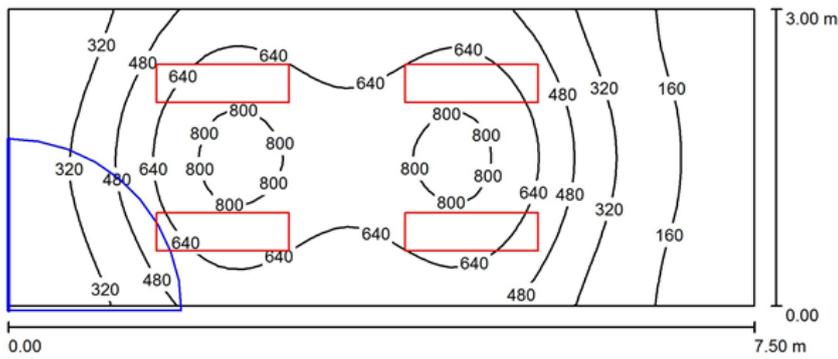


Figura 24. Representación Tridimensional de Colores Falsos de Iluminación Fuente. (DIALux, 2015)



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.910 m, Factor mantenimiento: 0.80 Valores en Lux, Escala 1:54

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	480	87	854	0.182
Suelo	20	406	126	616	0.311
Techo	70	78	47	107	0.606
Paredes (4)	50	177	53	463	/

Plano útil:
 Altura: 0.850 m
 Trama: 64 x 32 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

Figura 25. Resumen de la distribución de luminosidad y ubicación de las lámparas Fuente. (DIALux, 2015)

3.4 DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIOS

Para el dimensionamiento se ha considerado el área del Centro de Datos, así como el plenum entre el piso falso y el piso real del área. (EL AUTOR, 2015)

El diseño consiste en la distribución del agente limpio en el caso que exista un incendio, de manera uniforme de tal forma que se pueda cubrir el 100% de su área total, por lo que la ubicación de los sensores de humo y roseadores es de gran importancia. (EL AUTOR, 2015).

Se recomienda instalar tanques de agente limpio y tubería de acero negro de tipo CED 40 (CEDULA 40, tubos de alta presión, para la conducción de agua, gas petróleo y fluidos no corrosivos) para el sistema de Detección de Incendios. (EL AUTOR, 2015)

3.4.1 Sistema de Detección Data Center

- Panel de Control, con 24 horas de autonomía,
- Detectores de humo. Para el área considerada y con el fin de detectar cualquier foco de incendio se deben instalar 12, los cuales estarán distribuidos de la siguiente manera:
 - Cuatro ubicados en el techo falso, tomando en cuenta que los detectores de humo fotoeléctricos de la serie 63-124 cubren un área aproximada de 83m², pero tomando en cuenta los gabinetes, el aire de precisión, acortaría su línea de vista por lo que se recomienda ubicar 4 de ellos. (EL AUTOR, 2015)
 - Dos detectores de humo en el piso falso, con las mismas características pero esta vez considerando las canaletas eléctricas y electrónicas que acortan su línea de vista. (EL AUTOR, 2015)
- Dos luces estroboscópicas con sirena, que se ubicaran estratégicamente en el área del centro de datos. (EL AUTOR, 2015)
- Una luz que indique la descarga del agente limpio. (EL AUTOR, 2015)
- Estación de aborto (botón manual para detener la descarga del agente limpio y proceso de extinción de incendio). (EL AUTOR, 2015)
- Señalización (salida). (EL AUTOR, 2015)

3.4.2 Sistema de Extinción de Incendio

- Agente limpio, se recomienda utilizar uno que amenore su vida útil dentro del centro de datos por cuestión medio ambiental. (EL AUTOR, 2015)
- Cilindros de almacenamiento del agente limpio. (EL AUTOR, 2015)
- Manómetro de presión. (EL AUTOR, 2015)

3.5 CÁLCULO DE PARÁMETROS TÉCNICOS DEL SISTEMA CONTRA INCEDIOS

3.5.1 Bomba de Agente Limpio

Es un sistema de supresión de incendios con descarga automática que suprime fuegos clase A,B y C. (CONTROL FIRE SYSTEMS, 2012)

Para realizar el dimensionamiento de la bomba de contenedora de agente limpio, se debe tomar en cuenta factores como el volumen del área de acción, la velocidad de descarga, tipo de descarga. (CONTROL FIRE SYSTEMS, 2012)

Con fines de diseño se ha considerado una inundación del 30% del volumen total considerando existen fugas en el sector. (EL AUTOR, 2015)

De acuerdo al espacio de diseño se posee un área de 21.79 m² y una altura total de 3,09 m. De acuerdo al área y la altura se obtiene un volumen de 67,33 m³. (EL AUTOR, 2015)

La presión de diseño tiene que por lo menos ser de 325 psi, para el área mencionada. (CONTROL FIRE SYSTEMS, 2012)

La botella de almacenamiento se debe ubicar fuera del centro de datos ya que está es el área a proteger, por normativas del edificio no se puede ubicarla fuera del Cuarto de Energía que es la ubicación deseable. (EL AUTOR, 2015)

3.5.2 Dimensionamiento de Tuberías

Las tuberías serán de acero galvanizado sin costuras ASTM A53 cedula 40 y de soldadura eléctrica, grado A o B el cual posee gran resistencia a la presión mecánica 300 psi. (NFPA12, 2000)

El acero inoxidable será de tipo TP304 para conexiones roscadas y de ¾ de diámetro para soportar la presión de la descarga del agente limpio. (NFPA12, 2000)

3.5.3 Cálculo de la Caída de Presión en Tuberías

$$Q^2 = \frac{(3647)(D^{5,25}Y)}{L + 8,08(D^{1,25}Z)}$$

Donde:

- Q = velocidad de transmisión (lbs/min)
- D = diámetro interior del tubo (in)
- L = longitud equivalente de las líneas de tubería (ft)
- Y y Z = factores de presión y longitud de las tuberías.

(NFPA12, 2000)

Presión en el Orificio		Velocidad de Descarga	
psia	kPa	lb/min-in. ²	kg/min-mm ²
300	2068	4220	2.970
290	1999	2900	2.041
280	1931	2375	1.671
270	1862	2050	1.443
260	1793	1825	1.284
250	1724	1655	1.165
240	1655	1525	1.073
230	1586	1410	0.992
220	1517	1305	0.918
210	1448	1210	0.851
200	1379	1125	0.792
190	1310	1048	0.737
180	1241	977	0.688
170	1172	912	0.642
160	1103	852	0.600
150	1034	795	0.559

Tabla 6. Velocidad de descarga por pulgada cuadrada de área equivalente de almacenamiento para sistemas de baja presión.

Fuente. (NFPA12, 2000)

De acuerdo a la fuente se considera una velocidad de $4220 \frac{lb}{min.in^2}$. (EL AUTOR, 2015)

3.5.4 Roseadores Automáticos

Se proyecta que los roseadores actúen de manera automática, posean sensibilidad térmica de respuesta rápida, de acuerdo al factor K que relaciona el diámetro del orificio de descarga y el porcentaje de descarga, se puede determinar el tipo de roseador, considerando que el área es de riesgo leve pues no supera los $4831 m^2$ como lo indica las normativas de la NFPA. (NFPA12, 2000)

Diám nom orificio		Factor	% descarga	Tipo rosca
pulg	mm	K	de 1/2"	
1/4	6.40	1.3 - 1.5	25	1/2" NPT
5/16	8.00	1.8 - 2.0	33.3	1/2" NPT
3/8	9.50	2.6 - 2.9	50	1/2" NPT
7/16	11.00	4.0 - 4.4	75	1/2" NPT
1/2	12.70	5.3 - 5.8	100	1/2" NPT
17/32	13.50	7.4 - 8.2	140	1/2" - 3/4" NPT
17/32	13.50	11.0 - 11.5	140	1/2" - 3/4" NPT
5/8	15.90	11.0 - 11.5	200	1/2" - 3/4" NPT
5/8	15.90	13.5 - 14.5	200	1/2" - 3/4" NPT
3/4	19.00	13.5 - 14.5	250	3/4" NPT

Tabla 7. Características de descarga de roseadores.
Fuente. (NFPA12, 2000)

Los roseadores según las normativas de la NFPA70 protegen un área de $13,38 m^2$ hasta $18,21 m^2$ por cada roseador y por diseño de prefiere una separación entre roseadores de 3.50 m, dentro de los parámetros de la normativa. (EL AUTOR, 2015)

La distribución se presentará en el plano anexo del sistema de detección de incendios. (EL AUTOR, 2015)

3.6 DIMENSIONAMIENTO DEL AIRE ACONDICIONADO

Para realizar el dimensionamiento del aire acondicionado de precisión se debe proceder con el análisis de cargas terminas, para ello se considera todos los agentes que emiten calor dentro del área de enfriamiento, en este caso, los equipos de comunicación, luminarias, lámparas de emergencia, líneas de energía y personas que ingresen. (RENEDO, 2007)

Como el centro de datos estará anexo al cuarto de Ups se considera la carga térmica producida por los equipos UPS, su banco de baterías y los tableros de energía, como una carga térmica exterior. (EL AUTOR, 2015)

Toda la energía transmita por los equipos del centro de datos a las líneas de comunicación es insignificante, por esta razón toda la energía transmitida se convierte en calor lo que produce que la energía eléctrica (KW, KVA) de los equipos sea directamente proporcional a la energía térmica producida (BTU). (Rasmussen, 2003)

3.6.1 Cálculo de Ganancia de conducción calorífica a través de techos

$$Q = UxAx CLTD$$

Desarrollo

$$Q = (0,12) \times (234,5736) \times (7,06)$$

$$Q = 198,73 \text{ BTU/h}$$

Para Calcular U se suma la resistencia de cada material que compone el techo o losa al igual que su peso, lo que recibe el nombre de conductividad, de la siguiente manera

	$R = \frac{hrxft^2 \times ^\circ F}{BTU}$	$P = \frac{lb}{ft^2}$
Bloque hueco de concreto (8 pulg)	5,68	20
Arena o grava (1/2 pulg)	0,555	40
Escoria metálica (3/8 pulg)	0,01875	2,3
Película de aire exterior	0,25	
Película de aire interior	0,92	
	7,42375	62,3

Tabla 8. Resistencia y Peso de materiales que componen el techo del Centro de Datos
Fuente. (EL AUTOR, 2015)

Obtenemos el coeficiente de transferencia de calor $U = 1/R$

$$U = 0,13 \frac{BTU}{h \cdot ft^2 \cdot x \cdot ^\circ F}$$

Para calcular el valor de la diferencia de temperatura

$$CLTD = TE - TR - 5^\circ F$$

Donde:

TE= Temperatura de Exterior en grados Fahrenheit

TR = Temperatura de Interior en grados Fahrenheit

$$CLTD = 89,06 - 77 - 5$$

$$CLTD = 7,06 \text{ } ^\circ F$$

3.6.2 Cálculo de la Ganancia de conducción calorífica a través de paredes

De acuerdo al análisis de planos se conoce que se tiene una pared sin ventanas pero radiada en la dirección noreste.

$$Q = U \cdot A \cdot CLTD$$

Cálculo de U a través de la resistencia de los materiales

	$R = \frac{hr \cdot ft^2 \cdot x \cdot ^\circ F}{BTU}$	$P = \frac{lb}{ft^2}$
Ladrillo común (4pulg)	0,79	40
Friso de cemento y arena (0,5 pulg)	0,208	9,6
Película de aire exterior	0,33	
Película de aire interior (aire quieto)	0,61	
	1,938	49,6

Tabla 9. Resistencia y Peso de materiales que componen las paredes del Centro de Datos
Fuente. (EL AUTOR, 2015)

$$U = 0,51 \frac{BTU}{h \cdot ft^2 \cdot x \cdot ^\circ F}$$

$$CLTD = TE - TR - 5$$

$$CLTD = 89,08 - 77 - 5$$

$$CLTD = 7,06 \text{ } ^\circ F$$

$$Q_{PE} = U \cdot A \cdot CLTD$$

$$Q_{PE} = (0,51) \cdot (98,70) \cdot (7,06)$$

$$Q_{PE} = 355,38 \text{ BTU/h}$$

Paredes interiores no radiadas

$$Q = 0 \text{ BTU/h}$$

3.6.3 Cálculo de la conducción calorífica por puertas y ventanas

El Centro de Datos no posee ventanas por lo que el análisis se lo realizará para la puerta de ingreso

$$Q_{PU} = U \times A \times CLTD$$

Análisis de conductividad para encontrar el coeficiente de conducción térmica U

	$R = \frac{hrxft^2x^\circ F}{BTU}$
Acero (2 laminas de 2mm de espesor)	0,0062
Película de aire	0,61
Ventanilla de vidrio	0,18
	0,7962

Tabla 10. Resistencia y Peso de materiales que componen la puerta del Centro de Datos
Fuente. (EL AUTOR, 2015)

$$U = 1,25 \frac{BTU}{hxf t^2 x^\circ F}$$

$$CLTD = 95 - 71,60 - 5$$

$$CLTD = 18,40^\circ F$$

$$Q_{PU} = 1,25 \times 28,42 \times 18,40$$

$$Q_{PU} = 653,66 \text{ BTU/h}$$

$$\text{Conducción Total} = Q_{TE} + Q_{PE} + Q_{PU}$$

$$\text{Conducción total} = 1207,78 \text{ BTU/h}$$

3.6.4 Cálculo de la conducción calorífica por luminarias

$$Q_{ILU} = A \times FIL \times a_2 \times C \times FCE$$

$$Q_{ILU} = 21,79 \times 15,29 \times 1,25 \times 3,41 \times 1$$

$$Q_{ILU} = 1420 \text{ BTU/h}$$

3.6.5 Cálculo de la conducción calorífica para personas

$$Q_{PS} = \text{No. Personas} \times \text{METS} \times \text{FCE}$$

$$Q_{PL} = \text{No. Personas} \times \text{METL}$$

$$Q_{PS} = 6 \times 245 \times 0,95$$

$$Q_{PS} = 1396,50 \text{ BTU/h}$$

$$Q_{PL} = 6 \times 205$$

$$Q_{PL} = 1230 \text{ BTU/h}$$

3.6.6 Cálculo de conducción calorífica por aire fresco

$$FA1 = A \times N_1$$

$$FA_1 = 234,54 \times 30$$

$$FA_1 = 7036,20 \frac{ft^3}{min}$$

- Cálculo de flujo de aire basado en el número de personas

$$FA2 = \text{No.personas} \times N_2$$

$$FA2 = 6 \times 15$$

$$FA2 = 90 \frac{ft^3}{min}$$

- Cálculo de la carga térmica sensible

$$Q_{AS} = 1.1 \times PCMaf \times (TE-TR)$$

$$Q_{AS} = 1,1 \times 375 \times (95-75)$$

$$Q_{AS} = 8250 \text{ BTU/h}$$

Cálculo de la carga térmica latente

$$Q_{Al} = 0,68 \times PCMaf \times (WE-TR)$$

$$Q_{Al} = 0,68 \times PCMaf \times (160-65)$$

$$Q_{Al} = 24225 \text{ BTU/h}$$

3.6.7 Cálculo de conducción calorífica en equipos del Centro de Datos

$$Q_{EQ} = \sum \text{carga calorica de equipos} \times FCE$$

$$Q_{EQ} = 27295,14 \times 0,50$$

$$Q_{EQ} = 13647,57 \text{ BTU/h}$$

3.6.8 Total de Carga en BTU/h

TIPO DE CARGA	CARGAS LATENTES	CARGAS SENSIBLES
Carga en Techos		198,73
Carga en Paredes		355,38
Carga en Puertas		653,66
Carga por Iluminación	1230	1396,5
Carga por Aire Fresco	24225	8250
Carga por Equipos		13647,57
	25455	24501,84

Tabla 11. Resumen Final de Cargas Térmicas
Fuente. (EL AUTOR, 2015)

$$Q_T = 49956,84 \text{ BTU/h}$$

- A través del análisis se determina que se necesita una unidad de aire acondicionado de climatización de 50.000-60.000 BTU/h (valor comercial), 3Φ 200 a 230 V, 50/60 Hz. (EL AUTOR, 2015)

Características Generales del Equipo

- Descarga Down Flow.
- Operación 27horas/7 días
- Ventilador Centrífugo AC (sin sistema de banda y polea)
- Sistema de control por microprocesador
- Protecciones eléctricas independientes para compresor, ventilador, humificador y motor.
- Refrigerante ecológico
- Operación 3000msnm
- Estructura y aletas de aluminio
- Compresor de tipo scroll hermético, silenciador de escape y protector eléctrico

(PRESICION COOLING, 2015)

3.7 DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA DE SEGURIDAD

La seguridad física en el Centro de Datos es clave para mantener la seguridad informática, por lo que el diseño se ha orientado a satisfacer los criterios de diseño de la norma ANSI/TIA/EIA- 942, así como las necesidades del cliente.

3.7.1 Puertas de Seguridad

Se necesita que el acceso al Data Center sea restringido y que los equipos en su interior estén seguros, además en caso de incendio es vital mantener la hermeticidad del lugar, por lo que su estructura lleva material termo aislante cortafuego, así como una estructura anclada al piso y sellada a su alrededor. (EL AUTOR, 2015)

3.7.1.1 Características Técnicas

- Protegida contra robo con planchas de tol de acero, con 2mm de espesor, refuerzos de tubo estructural en su interior.
- Resistencia a 1000 °F /h
- Cerradura electromagnética
- Brazo cierra puerta
- Barra anti pánico
- Ventanilla de vidrio de seguridad (0,30mx0,30m)

3.7.2 Control de Accesos

El Centro de Datos es un sitio de acceso restringido en el cual existen equipos cuyo valor comercial importancia dentro de la infraestructura de datos de la empresa es muy elevado, por este motivo se colocó el sistema de control de acceso. (EL AUTOR, 2015)

Se requiere sea instalado un control de acceso junto a la puerta de seguridad del centro de datos, el control de acceso cuentan con una fuente individual para su alimentación, además con una batería de respaldo. (EL AUTOR, 2015)

Se requiere que la administración del equipo sea TCP/IP para un monitoreo remoto, el cliente asignara las direcciones IP para cada equipo. (EL AUTOR, 2015)

3.7.3 Acceso Biométrico

Se proyecta sea instalado en la entrada del centro de datos para restringir al acceso solo a personas autorizadas, ya que la seguridad física es el primer escalón dentro de niveles de seguridad. (EL AUTOR, 2015)

- El equipo se encarga de autenticar una huella digital convirtiéndola en un ID designado a través de la tecnología multi- dimensional biométrica. (FIRMESA, 2013)
- Se requiere que el equipo posea alta confiabilidad y precisión mediante la reflexión total de la huella dactilar asegurando una fotografía de alta calidad. (FIRMESA, 2013)
- Para el Centro de Datos se sugiere tenga una capacidad de almacenamiento de 500 huellas digitales. (FIRMESA, 2013)
- Comunicación RS232 o TCP/IP. (FIRMESA, 2013)
- El equipo debe estar provisto de un interruptor de reinicio, protección de sobre voltajes, y protección de sobre corriente. (FIRMESA, 2013)

3.7.4 Cámaras de Seguridad

Las cámaras de seguridad son un elemento clave para monitorear interiormente el personal que ingrese al centro de datos, dependiendo del modelo y el área de cobertura se recomienda colocar:

- Funcionamiento diurno y nocturno
- Zoom óptico, y movimiento vertical de 220°.
- Cámara de domo de red.
- Resolución HDTV
- Alimentación tipo POE

Se ubicaran 2 cámaras tipo domo de red, ubicadas en la esquina posterior derecha, y la esquina superior izquierda respectivamente, tal como el plano de cámaras de seguridad anexo.

CONCLUSIONES

- El estudio de las normativas internacionales permite tener conocimiento sobre parámetros para el correcto dimensionamiento de cada uno de los subsistemas que conforman el Centro de Datos.
- Se ha diseñado una infraestructura tecnológica en el Centro de Datos de la Entidad Gubernamental, que cumple con las necesidades del cliente y con la normativa internacional ANSI/TIA/EIA 942 en términos de disponibilidad, escalabilidad y optimización de recursos.
- La malla puesta tierra cumple con los parámetros de la normativa ANSI/TIA/EIA 607 por lo que permite proteger los equipos de comunicación y almacenamiento, así también la vida de las personas en el caso de una falla eléctrica.
- El correcto dimensionamiento de la distribución eléctrica permite el ahorro es costes del proyecto, así también el aumento de eficiencia y consumo eléctrico
- Los subsistemas se encuentran relacionados entre sí, el dimensionamiento de carga térmica responde al número de equipos que se instalará y las condiciones climáticas, el dimensionamiento del sistema de control y extinción de incendios responde al tipo de fuego por los materiales y equipos que se albergan en el Centro de Datos, el dimensionamiento del sistema de seguridad y control de personal permite tener seguridad física y por ende seguridad lógica; y todos los subsistemas mencionados dependen directamente del dimensionamiento de suministro eléctrico, así también de la distribución de espacios físicos.

RECOMENDACIONES

- Se sugiere que se haga una evaluación anual de la resistencia de la malla a tierra, puesto que los cambios químicos y de humedad del terreno pueden influir en el cambio de esta medida.
- Se sugiere que se coloque electrodos activos en el caso que al realizar la excavación para enterrar las varillas cooperweld el terreno se encuentre contaminado con materiales diferentes (arena, roca, vigas de cemento, etc) al suelo propio del sector (tierra negra o cultivable)
- Se sugiere aterrizar elementos metálicos (pedestales, rampa de acceso, canaletas, etc) que se encuentran dentro del Centro de Datos, a la malla de alta frecuencia.
- Se sugiere colocar canaletas separadas para los subsistemas de electricidad y cableado de datos, las cuales deberán estar separadas como mínimo 30 cm.
- Se sugiere ubicar y conectar la condensadora del aire acondicionado de precisión lo más cercano posible al centro de datos y respetando la fachada del edificio por lo que se recomienda que sea instalada en el patio interior del mismo.

BIBLIOGRAFÍA

- ADC. (2004). *COMO DISEÑAR UN CENTRO DE DATOS OPTIMO*.
- ADMINISTRATION, U. E. (s.f.).
- ANSI. (2013). *AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE*. Obtenido de INTRODUCTION TO ANSI: http://www.ansi.org/about_ansi/introduction/introduction.aspx?menuid=1
- ASHRAE. (2009). *Diferencias entre las condiciones ambientales ASHRAE 2004 y 2008 para equipamiento informático*. Obtenido de <http://centrodedatos.blogspot.com/2009/08/diferencias-entre-las-condiciones.html>
- BRIONES, C. (2010). *DISEÑO DE UN CENTRO DE DATOS PARA EL BANCO CENTRAL DEL ECUADOR*. CUENCA.
- CANO, R. Y. (2010). *SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA*. MANIZALES, COLOMBIA: BLANECOLOR LTDA.
- CARLOS EDUARDO CABRERA OCHOA. (2011). *CABLEADO ESTRUCTURADO*.
- CELCO. (2013). *FUNCTIONAL & AESTHETICAL FINISHES*.
- CNE. (2014). *DIRECCIÓN NACIONAL DE INFORMATICA*. Obtenido de www.compraspublicas.gob.ec
- COMERCIAL, I. (2015). *DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD*. Obtenido de ALARMAS CONTRA INCENDIOS: <http://www.informaticacomercial.com/seguridad/alarmas.php>
- CONTROL FIRE SYSTEMS. (2012). *NOVEC 1230 FIRE CONTROL*. Obtenido de <http://www.controlfiresystems.com/products/fire-suppression/fenwal-novec-1230/>
- DIALux. (2015). *CALCULO DE LUMINOSIDAD DEL CENTRO DE DATOS*. QUITO.
- EIA. (2013). En EIA, *ANALYSIS AND REPRESENTATION OF MISCELLANEOUS ELECTRIC LOADS IN NEMS* (pág. 34). WASHINGTON.
- EIA. (2015). *ENERGY CONSUMPTION BY US GOVERNMENT AT LOWEST LEVEL SINCE AT LEAST 1975*.
- EL AUTOR. (2015). QUITO.
- ESPINOZA, I. P. (29 de MARZO de 2012). *ESTANDAR TIA 942*. Obtenido de <http://es.slideshare.net/PatrickEsp/estndar-tia-942>
- ESPOL, FACULTAD DE ING. MECÁNICA. (2012). *DISEÑO DE UN SISTEMA CONTRA INCENDIOS PARA EL ÁREA DE PRODUCTO TERMINADO*.
- FABRES, I. H. (2007). *CAÍDAS DE VOLTAJE EN CONDUCTORES DE CORRIENTE ALTERNA*. Obtenido de http://circuitocinco.com/Tabla_dv_14-2.html
- FABRICABLES. (2006). *CONDUCTORES DE COBRE TIPO TTU*. Obtenido de <http://www.fabricables.com/ttu.html>
- FIGUEROA, I. M. (2007). *DISEÑO Y CABLEADO DE UN CENTRO DE DATOS*.

FIRMESA. (2013). ¿POR QUÉ SU EMPRESA NECESITA NUESTRO DATA CENTER?

FIRMESA. (2013). *PUERTAS DE SEGURIDAD*. Obtenido de <http://www.firmesa.com/web/seguridad/puerta-de-seguridad>

GARCÍA, K. (20 de 02 de 2015). DIALUX CENTRO DE DATOS. *CENTRO DE DATOS*. QUITO, PICHINCHA.

GIC. (2009). *GRUPO INTEGRADOR CONECTIVA*. Obtenido de NIVELES DE ILUMINACIÓN: <http://www.grupoconectiva.com/niveles.html>

HARPER. (2008). Resistividad del Terreno. En H. Gilberto, *Manual del Técnico en Subestaciones Eléctricas*.

IMAGUI. (2012). *CIELO FALSO* . Obtenido de <http://www.imagui.com/a/baldosa-cielo-raso-cdKbG9y87>

ING. MIGUEL COHEN ABBO. (2000). *GUIA DE DISEÑO DE AIRE ACONDICIONADO*. Obtenido de <http://es.slideshare.net/luisbermudez37201/aire-acondicionado-miguel-cohen-curso-basico>

INTERNATIONAL STANDARD. (2005). *IEC 61000-6-1*. Obtenido de http://webstore.iec.ch/preview/info_iec61000-6-1%7Bed2.0%7Den_d.pdf

IVÁN DAVID ESPITIA BERNAL. (2012). DEFINICIÓN DE UPS Y SU FUNCIÓN. *ADMINISTRACION INFORMATICA*, 1.

MAHAUAD, J. J. (2009). *DISEÑO DE UN CENTRO DE DATOS BASADO EN ESTANDARES*. CUENCA: UNIVESIDAD DE CUENCA.

MARK CONROY. (2012). *PROTEGIENDO EL TI- NFPA 75*. JOURNAL NFPA LATINOAMERICANO.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA. (2012). *CÁLCULOS DE CAÍDA DE TENSIÓN*. Obtenido de http://www.f2i2.net/documentos/lisi/rbt/guias/guia_bt_anexo_2_sep03r1.pdf

NFPA12. (2000). *SISTEMAS EXTINTORES DE DIÓXIDO DE CARBONO*. Obtenido de <http://es.slideshare.net/HARVIK/nfpa-12-2000-espaol>

NOGUERA, V. (2015).

NSS. (2014). *SISTEMA DE ENFRIAMIENTO*. Obtenido de <http://nss.com.mx/sistemas-de-enfriamiento/>

PANDUIT. (2013). *PISO ELEVADO*. Obtenido de www.panduit.com

Prado, G. J. (2010). *Cálculo de Cargas Térmicas*. Obtenido de <http://www.monografias.com/trabajos4/cargasterm/cargasterm.shtml>

PRECISION COOLING. (2015). *PRECISION COOLING*. Obtenido de AIRE ACONDICIONADO DE PRECISION: http://www.precision-cooling.com/web_es/index.php/acerca-de-nosotros

- Rasmussen, N. (2003). *Cálculo de los requisitos totales para la refrigeración en un centro de datos*. Obtenido de http://www.fasor.com.sv/whitepapers/whitepapers/Whitepapers%20del%202010/Calculo_de_requisitos_totales_de_refrigeracion_para_centros_de_datos.pdf
- RENEDO, C. J. (2007). *Frío Industrial y Aire Acondicionado (I.T.I.)*.
- SANABRIA, E. A. (2012). *SISTEMA DE MALLAS A TIERRA DE UN DATA CENTER*. .
- SETEDIS. (2014). Obtenido de <http://www.setedis.gob.ec/>
- SIEMENS. (2014). *LISTA DE ELEMENTOS Y PRECIOS*. Obtenido de <https://www.industry.siemens.com/home/aan/es/ecuador/Documents/Lista%20de%20Pecios%20Final%20Siemens%20Industry%20Ecuador.pdf>
- SIEMON. (2013). *PUESTA A TIERRA PARA CABLEADO DE REDES APANTALLADO Y BLINDADO*. Obtenido de http://www.siemon.com/la/white_papers/07-10-15-grounding.asp
- SOCORED. (2014). *DATA CENTER SOLUTIONS*. Obtenido de DETECCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS: <http://www.socored.es/data-center-deteccion-extincion.php>
- SUINCA. (2010). *TÉCNICAS CONTRA INCENDIO*. Obtenido de http://www.suinca.com/?page_id=15
- TIA. (2011). *ABOUT TIA*. Obtenido de TIA ADVANCING GLOBAL COMMUNICATIONS: <http://www.tiaonline.org/about/>
- TIA. (2012). *TIA 942 DATA CENTER CABLING STANDARD AMENDED*. Obtenido de <http://www.tiaonline.org/news-media/news-articles/tia-942-data-center-cabling-standard-amended>
- UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA- COLOMBIA. (2006). *Método de Cálculo Computarizado para la Determinación de Cargas Térmicas*. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84911639023>
- ZAPATA, C. I. (2013). *MALLA A TIERRA PARA DATA CENTER*. Obtenido de (<http://es.slideshare.net/cesaringazapata/presentacin-data-center-telecomunicaciones>)

ANEXOS

- Lamina 1: Obra Civil
- Lamina 2: Pedestales y Ejes de Piso
- Lamina 3: Piso de Acceso Elevado
- Lamina 4: Cortes Laterales
- Lamina 5: Bandeja de Condensado
- Lamina 6: Malla Puesta a Tierra
- Lamina 7: Malla de Alta Frecuencia
- Lamina 8: Escalerillas
- Lamina 9: Luminarias
- Lamina10: Tomas Eléctricas Normales
- Lamina11: Tomas Eléctricas Normales y Reguladas
- Lamina 12: Cámaras de Video Vigilancia
- Lamina 13: Puerta de Seguridad
- Lamina 14: Sistema de Extinción de Incendios en Piso Falso
- Lamina 15: Sistema de Extinción de Incendios en Techo Falso
- Lamina 16: Sistema de Extinción de Incendios. Tuberías
- Lamina 17: Actuadores y Controladores del Sistema de Extinción de Incendios