



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE UN SISTEMA DE
CLIMATIZACIÓN PARA UN CENTRO DE DATOS.**

Tesis que para la obtención de grado de Licenciatura en:

INGENIERÍA ELÉCTRICA ELECTRÓNICA

Presenta:

JOSÉ LUIS ORTEGA CRUZ

Director de Tesis:

DR. GABRIEL LEÓN DE LOS SANTOS



México D.F., Ciudad Universitaria, Febrero 2015.

JURADO ASIGNADO

PRESIDENTE: ING. AUGUSTO SÁNCHEZ CIFUENTES

VOCAL: DR. GABRIEL LEÓN DE LOS SANTOS

SECRETARIO: ING. CESAR MAXIMILIANO LÓPEZ PORTILLO ALCACÉRRECA

1er. SUPLENTE: DR. ARTURO REINKING CEJUDO

2do. SUPLENTE: MTRA. ROSALBA RODRÍGUEZ CHÁVEZ

SITIO DONDE SE DESARROLLO EL TEMA

Facultad de Ingeniería

Ciudad Universitaria, Universidad Nacional Autónoma de México

Asesor del Tema:

Dr. GABRIEL LEÓN DE LOS SANTOS

Sustentante

JOSÉ LUIS ORTEGA CRUZ

AGRADECIMIENTOS:

Quiero agradecer y dedicar esta tesis de manera muy especial a mis padres: Hermelinda Cruz Cruz y José Luis Ortega Segura, primeramente por el apoyo que siempre me dieron en toda mi carrera, también por brindarme su confianza, paciencia y consejos. Por enseñarme el valor del esfuerzo, trabajo y perseverancia.

A mi Asesor de Tesis:

Al Dr. Gabriel León De los Santos, por su valioso aporte en compartir sus amplios conocimientos, experiencia y dedicación para la realización de este trabajo. Por brindarme su amistad, fue muy grato trabajar con usted.

Al Jurado:

A cada uno de los miembros de jurado, por evaluar este trabajo mediante las observaciones, opiniones y cuestionamientos que fueron de gran ayuda para la presentación de este trabajo. Por su tiempo en revisar y ser partícipes de la culminación de la Tesis.

A mis amigos y compañeros:

A todas aquellas personas que conocí. Sería imposible nombrar a todos, pero ustedes sabrán quienes fueron los que compartimos momentos buenos y difíciles, pero que finalmente nos llevamos nuestra amistad, los recuerdos y experiencias que vivimos a lo largo de nuestra estancia por la Facultad de Ingeniería de la UNAM.

A la Universidad Nacional Autónoma de México:

Por haberme permitido ser parte de esta gran institución que me dio el privilegio de estudiar el bachillerato y la educación superior, además de proveer todas las facilidades de su infraestructura. Espero que esta Universidad siga dando educación pública, gratuita, y sobre todo de calidad a más generaciones.

A la Facultad de Ingeniería:

Por haberme abierto las puertas de sus aulas, pero sobre todo por darme la oportunidad de estudiar y pertenecer a esta valiosa comunidad.

Por brindarme todas las herramientas necesarias, que me permitieron crecer de manera personal y profesional. Siempre estaré agradecido con todos Profesores, que influyeron en mi de manera positiva con su valioso aporte de conocimientos y por su puesto con el pleno derecho de libertad de Catedra que distingue a la UNAM, a través de la Facultad de Ingeniería.

¡Gracias!.

José Luis Ortega Cruz

Resumen.

La optimización energética del CPD, se refiere mejoramiento del proceso de climatización para lograr la eficiencia energética en materia de climatización.

Este proceso consiste en principalmente en realizar un análisis de la infraestructura de tal forma de obtener un estudio de carga térmica para dimensionar el sistema de climatización adecuado.

Se describe y analiza las condiciones eléctricas del Centro de Procesamiento de datos, con la finalidad de conocer la distribución eléctrica para determinar la factibilidad de la instalación del equipo de Climatización.

La proyección de este sistema se llevó cabo con pleno apego a estándares de la ASRHAE, para condiciones de control de la calidad del aire dentro de este tipo de Centros, además de la Norma Oficial Mexicana 001 de Instalaciones Eléctricas.

El consumo de energía eléctrica, resultó de suma importancia ya que este nos permitió obtener mejoras económicas en la reducción de consumo energético, esto a su vez representó un proyecto eficiente, confiable muy necesario para cumplir nuestro cometido, en comparación al equipo de climatización que le antecedió.

Este último punto influye de manera directa en la realización de proyectos de ingeniería, ya que mediante un análisis de indicadores de rentabilidad nos permitió conocer que tan rentable resulta en invertir en equipos de esta índole.

ÍNDICE GENERAL

Resumen	iii
Índice General	iv
Objetivo.....	vii
Planteamiento del Problema	vii
Solución	vii
Beneficios	vii
Índice de Figuras	viii
Índice de Tablas	x
Glosario y Acrónimos.....	xii
Introducción	1

CAPITULO 1. LOS CENTROS DE PROCESAMIENTO DE DATOS Y CLIMATIZACIÓN.

Introducción	2
1.1 Descripción del CPD	3
1.2 Características e Instalaciones del CPD	3
1.2.1 Distribución de Energía Eléctrica	6
1.2.2 Equipamiento Electrónico	8
1.3 Necesidad de Ahorro Energético	10
1.4 Tarifas Eléctricas	11
1.5 Uso Eficiente de Energía.....	14
1.5.1 Coeficiente de Rendimiento (COP)	17
1.5.2 Relación de Eficiencia Energética	18
1.6 Normatividad	19
1.7 Importancia de la Climatización en un CPD	19
1.8 Clasificación de los Sistemas de Climatización	20
Conclusiones	23

CAPITULO 2. CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL CPD.

Introducción	24
2.1 Proceso de Optimización Energética	25
2.2 Descripción y Caracterización Energética de la Instalación	26
2.2.1 Dimensiones del Centro de Procesamiento de Datos	28
2.2.2 Características Energéticas	29
2.2.3 Alumbrado en el CPD	30
2.2.4 Personal	31
2.2.5 Equipamiento Electrónico en el CPD	32
2.2.6 Sistema Eléctrico del CPD	34
2.3 Carga Térmica a Retirar	37
2.4 Selección de Equipo de Climatización	43
2.5 Justificación de la Sustitución de los Equipos Existentes	45
2.6 Equipamiento a Instalar	47
2.6.1 Unidad Manejadora de Aire (UMA)	47
2.6.2 Unidad Condensadora.....	49
Conclusiones	50

CAPITULO 3. INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO DE PRECISIÓN.

Introducción	51
3.1 Instalación Eléctrica del Aire Acondicionado de Precisión en el CPD	52
3.1.1 Cálculo de Conductor Eléctrico	52
3.1.2 Circuitos Alimentadores	53
3.1.3 Protección contra Sobrecorriente Eléctrica	55
3.1.4 Cálculo de Conductor por Corriente Eléctrica	56
3.1.5 Cálculo de Conductor por Caída de Tensión	60
3.1.6 Canalización	67
3.2 Planos de Instalación del Aire Acondicionado de Precisión	68
3.3 Control Electrónico	72
3.4 Tuberías de la Instalación del Sistema de Climatización	72

3.5 Refrigerante 407C	73
3.6 Distribución del Aire	77
Conclusiones	79

CAPITULO 4. EVALUACIÓN DE LAS MEJORAS.

Introducción	80
4.1 Evaluación Técnica.....	81
4.1.1 Consumo de Energía	81
4.1.2 Confort para los Usuarios	89
4.1.3 Riesgos de Salud	90
4.1.4 Eficiencia de los Equipos	90
4.2 Evaluación Económica.....	91
4.2.1 Inversión	91
4.2.2 Ahorros	92
4.3 Indicadores de Rentabilidad	94
4.3.1 Retorno de la Inversión	94
4.3.2 Valor Presente Neto (VPN).....	94
4.3.3 Relación Costo Beneficio (B/C)	95
4.3.4 Tasa de Interés de Retorno (TIR)	98
4.4 Consideraciones Ambientales	99
4.5 Apoyos e Incentivos Gubernamentales	100
4.5.1 Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE)	101
Conclusiones	103
<i>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</i>	104
Anexo A: Resultados de la Simulación de Carga Térmica en el CPD	106
Anexo B: Cotización de Conceptos para la instalación del Equipo de A.A. de Precisión	112
Anexo C: Tabla de Resistencia y Reactancia de los Conductores Eléctricos	125
Anexo D: Diagrama Unifilar	127
Anexo E Facturación de Consumo de Energía Eléctrica	129
Anexo F: Análisis de Consumo y Ahorro Energético (CP) y (SP)	133
Bibliografía	136
Referencias Electrónicas	137

OBJETIVO

Evaluar técnicamente y económicamente la optimización de una instalación de aire acondicionado para un centro de datos (CPD); dado que las condiciones actuales del sitio requieren de un sistema que regule la temperatura y la humedad con el fin de obtener un ambiente adecuado en la sala que alberga al centro de datos.

Con ello ofrecer mejores condiciones ambientales para el funcionamiento de los equipos de telecomunicaciones que se encuentran en operación, y también por la ampliación e instalación de nuevos equipos de mayor certidumbre.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Al presentar este trabajo de tesis de titulación, pretende analizar los beneficios de realizar proyecto orientado a equipos de Aire Acondicionado de Precisión, dichos equipos resultan muy eficientes en su funcionamiento, debido a que se realiza la humificación de manera automática; ya que controlan los parámetros de humedad y temperatura.

SOLUCIÓN

Se propone suministrar equipos de climatización específicos, 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 a 21°C y 60% HR.

Así se obtendrá una buena regulación los parámetros ambientales en el CPD garantizando la integridad de su información y la confiabilidad de la operación de los equipos electrónicos por mucho tiempo.

BENEFICIOS

La aplicación de la instalación, pretende contribuir a evitar la interrupción de las tecnologías de la información, adecuando el entorno del Centro de Procesamiento de Datos; para que las comunicaciones no sean afectadas y los usuarios tengan disponibilidad completa de un servicio de tecnologías de la información ininterrumpida.

Con el propósito fundamental de evitar alguna falla de los sistemas de tecnología de información, por motivo de la mala calidad en la regulación de temperatura y humedad, es necesario proyectar una instalación adecuada en los centros de datos para mejorar las condiciones trabajo.

INDICE DE FIGURAS

Figura	Título	Página
1.1	Dimensiones de un CPD, en metros lineales (m).	4
1.2	Configuración de Alimentación Eléctrica.	7
1.3	Ejemplo de PDU's para alimentar los Rack's.....	8
1.4	Generación de Electricidad en México.....	10
1.5	Distribución de Ventas de Energía por Sector en 2011.	12
1.6	Precio Medio de la Energía por tipo de usuario, 1993-2011.	13
1.7	Evolución de los costos de servidores frente a su Consumo y Climatización	14
1.8	Análisis del porcentaje de Consumo de Energía en un Centro de Proceso de Datos típico.....	16
1.9	Diagrama de Flujo de Energía.	17
1.10	Sistema de Aire Acondicionado.....	21
2.1	Diagrama de Proceso de Optimización Energética.	26
2.2	Vista Exterior del Edificio.	26
2.3	Ubicación General del Centro de Procesamiento de Datos.	28
2.4	Detalle del espacio físico de los equipos de TI.....	29
2.5	Distribución de Luminaria.	30
2.6	Vista del Equipo Electrónico en el Centro de Procesamiento de Datos.....	33
2.7	Datos de Salida del Sistema de Alimentación Ininterrumpida.....	37
2.8	Elementos principales que constituyen un CPD.	38
2.9	Carta Psicrométrica que muestran los rangos de temperatura y humedad relativa para el tipo de Clase de Control	40
2.10	Carta Psicrométrica obtenida mediante la simulación en Hourly Analysis Program V 4.50.....	42
2.11	Capacidad de Enfriamiento entre equipos de Precisión y Confort.	43
2.12	Comparación de control de Temperatura de Precisión y Confort.....	44

INDICE DE FIGURAS

Figura	Título	Página
2.13	Equipo de climatización de Precisión.....	45
2.14	Evaporadora Marca Liebert.....	48
2.15	Unidad Condensadora.	49
3.1	Sección B del Tablero de Alimentación Eléctrica.	56
3.2	Lugar propuesto para equipo instalar el Sistema de Aire Acondicionado de Precisión.	69
3.3	Propuesta de la Ubicación de la unidad Evaporadora.....	70
3.4	Isométrico de la Instalación Eléctrica.	71
3.5	Diagrama del Sistema de Control en el Proceso de Climatización.	72
3.6	Isométrico de las trayectorias de las tuberías de refrigeración.	76
3.7	Distribución del airefrío por medio de piso falso.....	77
3.8	Localización de las rejillas de inyección de aire frío.	78
4.1	Gráfica de Factor de Potencia en CPD.....	84
4.2	Gráfica de Facturación Eléctrica Mensual 2013-2014.	87
4.3	Gráfica de ahorro en Consumo de kWh/mes.....	88
4.4	Gráfica de Recuperación de la Inversión.....	96
4.5	Esquema del Proceso de Otorgamiento del Financiamiento FIDE.	101

ÍNDICE DE TABLAS

Figura	Título	Página
1.1	Consumo Nacional de Energía Eléctrica (GWh) 2000-2011.	11
1.2	Índices de Ganancia de Calor en el ser Humano.....	22
2.1	Parámetros Climáticos de Nuevo Laredo, Tamaulipas 2012.	27
2.2	Hoja de Datos del equipo Cisco Mod XPS -2200.	32
2.3	Cédula de Cableado Transformador de Potencia- Control Automático de Transferencia.....	35
2.4	Cédula de Cableado Control Automático - Tablero de Distribución Seccionado.	35
2.5	Datos Técnicos de Sistema de Alimentación Ininterrumpida.	36
2.6	Clases de control de Ambiental para CPD (2008 y 2011).....	39
2.7	Carga térmica obtenida por el Software Hourly Analysis Program V 4.50.	41
2.8	Consumo energético del equipo de Climatización Existente.....	46
3.1	Datos de Placa del Sistema de Aire Acondicionado de Precisión.	53
3.2	Ampacidad para el alimentador.....	54
3.3	Valores nominales del alimentador de acuerdo al tamaño de conductor.	55
3.4	Factores de Correcciones por Temperatura.....	58
3.5	Factor de Corrección por Agrupación.	59
3.6	Ampacidad de Cables de tres conductores de cobre en tubo conduit a 40°C.....	62
3.7	Cuadro de Carga para el CCM (Centro de Control de Motores).	65
3.8	Capacidad de ajuste contra sobrecorrientes.	66
3.9	Determinación de la dimensión del Tubo Conduit.....	67
3.10	Capacidad de Conductores en Tubería tipo Conduit.....	68
3.11	Tamaños recomendados para las líneas de Refrigeración – Cobre, diámetro exterior.	73
3.12	Propiedades físicas de los Refrigerantes R-407C y R-22.	74
3.13	Unidad interior: Carga aproximada de Refrigerante R-22 o R-407C.	74

ÍNDICE DE TABLAS

Figura	Título	Página
3.14	Cargas de líneas de refrigeración según la distancia.....	75
4.1	Análisis de la Carga Eléctrica en el Centro de Procesamiento de Datos.	82
4.2	Factores de Reducción de Consumo.....	83
4.3	Horario de verano – Tarifa HM.....	84
4.4	Horario de invierno – Tarifa HM.....	85
4.5	Tarifa Eléctrica H-M Región Noreste, correspondiente al 2013.....	85
4.6	Facturación Eléctrica del CPD.....	86
4.7	Consumo Eléctrico al Mes SP y CP.....	87
4.8	Condiciones al Interior del CPD.	89
4.9	Resultado de Ahorro en Consumo Eléctrico.....	92
4.10	Prospectiva de Ahorro Energético.....	93
4.11	Resumen del VPN en un plazo de 20 años.	95
4.12	Sensibilidad de Inversión.	98
4.13	Factores de Emisión de Electricidad Promedio [tCO ₂ e/MWh].....	99
4.14	Tasa de Interés Interbancaria de Equilibrio (TIIE).....	102

Acrónimos y Variables	Significado
CPD	Centro de Procesamiento de Datos.
TI	Tecnologías de la Información.
TIA	Telecommunications Industry Association.
UPS	Uninterrumpible Power Supply.
PDU	Power Distribution Unit.
OSI	Sistema de Interconexión Abierto.
GWh	Gigawatts hora.
COP	Coeficiente de Rendimiento.
P	Potencia
Q	Calor.
T	Temperatura.
EER	Energy Efficiency Ratio.
Btu/h	British Thermal Unit per hour.
ASHRAE Engineers.	American Society of Heating Refrigeration and Air Conditioning Engineers.
Hz	Hertz.
W	Watts.
FB	Factor de Balastro.
FCE	Factor de Carga de Alumbrado.
°F	Grados Fahrenheit.
°C	Grados Centígrados.
V	Volts.

Acrónimos y Variables	Significado
A	Ampers.
VA	Volts-Ampers.
m	metros.
mm.	milímetros.
TR	Toneladas de Refrigeración.
UMA	Unidad Manejadora de Aire.
VFM	Variador de Frecuencia Modulada.
HR.	Humedad Relativa.
F.D.	Factor de Demanda.
F.P.	Factor de Potencia.
FCA	Factor de Corrección de Agrupamiento.
FCT	Factor de Corrección por Temperatura.
Ω/km	Ohm por Kilómetro.
X_L	Reactancia eléctrica.
R	Resistencia eléctrica.
Z_{eq}	Impedancia Equivalente.
CCM	Centro de Control de Motores.
AWG	American Wire Gauge.
CFE	Comisión Federal de Electricidad.
kWh/mes	Consumo de Energía Eléctrica mensual.
VPN	Valor Presente Neto.
B/C	Relación Costo Beneficio.

INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo se elabora una propuesta de la instalación de un equipo de aire acondicionado de precisión, para un centro de datos; ya que en estos sitios están constituidos principalmente por equipos electrónicos que están en constante operación, a partir de la necesidad de mantener las condiciones adecuadas de temperatura y humedad en dicho complejo.

Primero se plantean los factores térmicos con el fin de conocer la capacidad energética necesaria para remover el calor para después proponer el sistema de aire acondicionado que resulte adecuado de utilizar en este tipo de lugares, en donde el control de temperatura y humedad es vital.

De lo anterior, se realiza un análisis del sistema de climatización de precisión para fundamentar la optimización que se obtendrá en el centro de procesamiento de datos, la característica principal de dicho equipo es que corresponde a un sistema de aire, controlado por un microprocesador y un sensor instalado en un lugar del sitio.

Como se sabe, en los Centros de Procesamientos de Datos, es de suma importancia tener una buena regulación de la temperatura; ya que el flujo de información en estos sitios es muy importante para las organizaciones que disponen de la información de manera continua y confiable.

Enseguida se describe el proceso de instalación del equipo de climatización de precisión estableciendo el lugar, materiales, las conexiones necesarias y así como una explicación detallada de las funciones con las que se cuenta que se sugiere para su instalación adecuada, siguiendo las recomendaciones del fabricante.

Por último, se estiman los beneficios energéticos, económicos que nos lleven a determinar la viabilidad y factibilidad de ejecutar un proyecto de estas características que den como resultado la resolución de la problemática que se planteó en un principio.

CAPÍTULO 1

Antecedentes

Introducción.

Existe evidencia del uso de la evaporización y del hielo para propósitos de enfriamiento desde los tiempos antiguos, sin embargo no fue hasta mediados del siglo XIX; cuando se construyó la primera máquina de refrigeración práctica para ese entonces, el concepto de calefacción estaba medianamente desarrollado.

A finales del siglo XIX comenzaron a fabricarse equipos de enfriamiento del aire para propósitos de confort. Pero fue hasta que Willis Carrier quien en 1902 realizó el primer intento exitoso en reducir la humedad del aire, además de mantenerla en un nivel específico. [1]

Ese hecho marco el inicio del control del ambiente en un entorno cerrado, a partir de entonces los avances en la fabricación de equipos han sucedido rápidamente para el desarrollo de la industria de la climatización.

En la década de 1970, la mayoría de los sistemas de aire acondicionado se diseñaban dándole poca importancia a la conservación de la energía, ya que los combustibles eran abundantes y baratos, sin embargo con el incremento de los costos propicio un mayor interés en el mejoramiento de la eficiencia en los equipos. [2]

En la actualidad la tecnología, nos ha proveído de nuevas herramientas que han sentado las bases, para la elaboración de un diseño mediante un análisis de los factores que alteran el entorno del sitio que se requiere acondicionar, orientado al ahorro energético y al uso de refrigerantes más amigables con el medio ambiente.

¹ Willis Carrier, "Father of air Conditioning", Fetter Printing Company, Louisville, KY

² John Wiley & Sons, "Calefacción, Ventilación y Aire Acondicionado Análisis y Diseño", Editorial Limusa, 6ta. Edición 2008, pág. 13.

1.1 Descripción del CPD.

Los Centros de Procesamiento de Datos (CPD), son sitios en donde se recibe, almacena y distribuye información (voz y datos), mediante equipos electrónicos interconectados que conforman una red que procesa la información de una organización.

La motivación de crear un CPD es la de garantizar el manejo del activo más importante de las empresas: la información. Generalmente los Centros de Procesamiento de Datos son creados y administrados por las mismas organizaciones, para realizar sus diversas operaciones.

La necesidad de plataformas tecnológicas, han modificado la construcción de arquitecturas informáticas de mayor densidad. Estas cargas causan una disminución del espacio físico y el aumento de la temperatura que en un principio de diseño del CPD no se tenía contemplado, dando como resultado una deficiente capacidad de enfriamiento en su sistema de climatización.

Para realizar un análisis del tipo de carga instalada en el CPD, se obtiene mediante la descripción de los equipos que tienen la característica principal de emitir carga térmica al CPD, además de las propiedades estructurales que comprenden los elementos de construcción que constituyen al CPD.

1.2 Características e Instalaciones del CPD.

Las dimensiones de la sala de procesamiento de datos, toman relevancia para la distribución de los sistemas eléctricos y de las tecnologías de la información. En general el CPD dispone zonas totalmente independientes, que tienen como fin la operatividad del mismo de manera continua:

Las áreas que conforman un Centro de Datos (CPD) en general pueden ser:

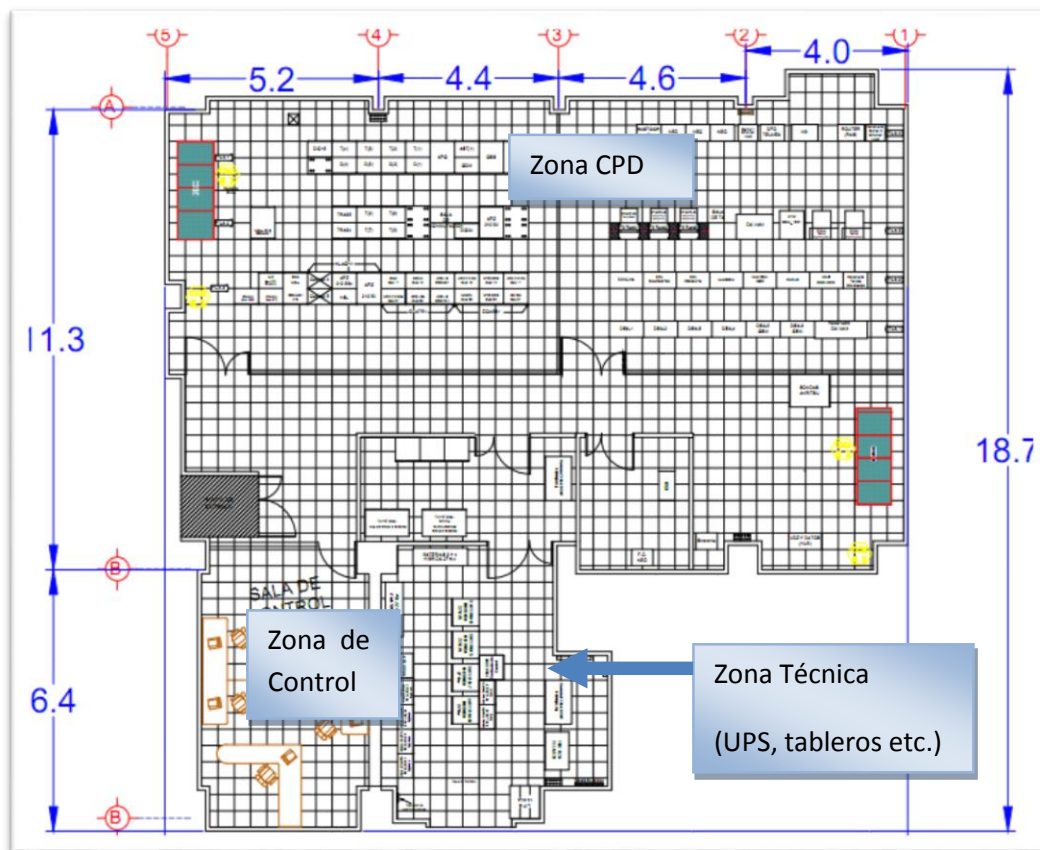
- Oficinas Generales.
- Jefatura TI.
- Sala NOC (Network Operation Center).
- Área de almacenaje (carga y descarga).
- Sala de equipos (Centro de Cómputo).
- Sala de impresión.
- Sala eléctrica-mecánica.

Sala Eléctrica-Mecánica: En esta zona se encuentran aquellos equipos que dan soporte a la infraestructura del CPD y que puedan requerir mantenimiento técnico de personal.

Sala NOC (Network Operation Center): Es la zona donde se instalarán los racks propiamente dichos del CPD y que alojarán los servidores, switches, cabinas de almacenamiento, etc.

Sala de Control: Es la zona en donde el personal supervisa y monitorea los sistemas instalados en la zona del CPD.

Figura 1.1 Dimensiones de un CPD, en metros lineales (m).



Fuente: Elaboración propia

Un elemento importante que conforma el CPD son los rack's, que son estructuras metálicas que albergan el equipamiento electrónico, informático y conmutación.

De acuerdo al estándar TIA 942[3], incluye cuatro niveles de infraestructura de instalaciones del CPD. Este concepto indica el nivel de fiabilidad de un centro de datos (Tier), asociados en cuatro niveles:

Nivel 1(Básico):

- ❖ Disponibilidad de 99.671%.
- ❖ Sensible a las interrupciones, tanto planificada como no planificada.
- ❖ Una sola ruta de corriente y la distribución aire acondicionado, sin componentes redundantes.
- ❖ Puede o no tener piso elevado.
- ❖ Generador independiente.
- ❖ Tiempo de inactividad anual de 28.8 hrs del centro de datos.
- ❖ Debe estar cerrado por completo para realizar mantenimiento.

Nivel 2(Componentes Redundantes):

- ❖ Disponibilidad de 99.741%.
- ❖ Es menor susceptible a la interrupción por actividades no planeadas o no.
- ❖ Una sola ruta para la alimentación y la distribución del aire acondicionado incluye un componente redundante.
- ❖ Incluye piso elevado UPS y generador.
- ❖ El tiempo de inactividad anual es de 22 horas.
- ❖ Mantenimiento de la trayectoria de alimentación y otras partes de la infraestructura requieren un cierre de procesamiento.

Nivel 3 (Mantenimiento concurrencio):

- ❖ Disponibilidad de 99.982%.
- ❖ Permite la actividad planeada sin alterar el funcionamiento de los equipos, pero eventos no planificados pueden causar trastornos.
- ❖ Múltiples rutas de energía y enfriamiento, pero con un solo camino activo.
- ❖ El tiempo de inactividad anual es 1.6 horas.

Nivel 4 (Tolerante a Errores):

- ❖ Disponibilidad de 99.995%.
- ❖ La actividad planificada no interrumpe el funcionamiento de los datos críticos. El centro puede sostener por lo menos un caso de interrupción no planificado sin impacto crítico.

³Estándar: Guide Lines para el diseño e instalación de infraestructuras de Data Centers, aprobada por TIA. (Telecommunications Industry Association) y ANSI (American National Standards Institute).

- ❖ Múltiples rutas de alimentación y de enfriamiento, incluye componentes redundantes ($2(N+1)$, es decir 2 UPS cada uno con redundancia $N+1$).
- ❖ Tiempo de inactividad anual es de 0.4 horas.

Cabe mencionar que un sistema redundante N es un sistema compuesto por un único módulo UPS, o un conjunto de módulos en paralelo cuya capacidad es igual a la proyección de la carga crítica [4], es recomendable tener un nivel de confiabilidad en nivel 4, sin embargo esto requiere una mayor inversión en la adquisición de nuevos equipos, mantenimiento y supervisión de la infraestructura del CPD; esto incentivará a tener una disponibilidad de flujo de información continua.

1.2.1 Distribución de Energía Eléctrica.

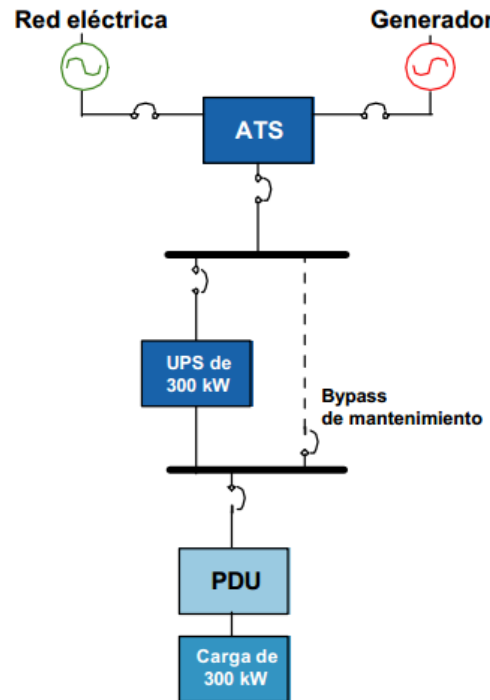
Los centros de datos suelen tener una ruta de distribución de energía eléctrica por parte de la empresa servicio público de energía eléctrica, un sistema de transferencia automática, fuentes de energía alternativas (es decir, planta de emergencia), equipos de Suministro de Alimentación Ininterrumpida (SAI) y el acondicionamiento equipos auxiliares (por ejemplo, filtros de red, el condensador banco).

En la Figura 1.2, se muestra la configuración de alimentación general, con un alimentador, por parte de red eléctrica del servicio público encargado del suministro eléctrico en México y un generador eléctrico de respaldo en caso de la suspensión de servicio eléctrico por parte de la Comisión Federal Electricidad.

El Sistema de Transferencia Automático (ATS), es el dispositivo electrónico, encargado de realizar el cambio en el suministro, según sea el caso con el propósito de no tener ningún tipo de interrupción en el suministro eléctrico.

⁴ Kevin McCarthy "Comparación de configuraciones de diseño de sistemas UPS" Informe interno N° 75 Publicada en 2005 Fecha de Consulta: 18-10-13
http://www.fasor.com.sv/whitepapers/whitepapers/Whitepapers%20del%202012/Comparacion_de_configuraciones_de_diseno_de_sistemas_UPS.pdf

Figura 1.2 Configuración de Alimentación Eléctrica.



Fuente: Kevin McCarthy, "Comparación de configuraciones de diseño de sistemas UPS [5].

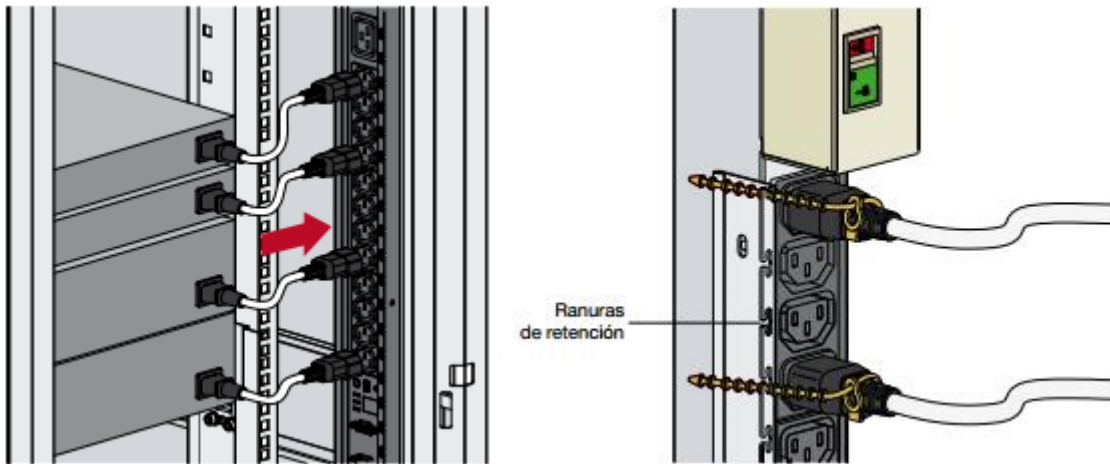
Un Sistema de Alimentación Ininterrumpida (SAI), es un dispositivo que se encarga de suministrar energía eléctrica cuando ocurre una interrupción de energía eléctrica, cuenta con un banco de baterías, las cuales proporcionan energía a la carga por algunos minutos, hasta que se restablezca el suministro eléctrico o arranque la Planta de Emergencia (Generador).

Mientras que las unidades de distribución de energía (PDU) juegan un papel esencial en la energía de servidores y recursos de red, de forma segura y con tensiones adecuadas. Un tipo de unidades de distribución de energía son las conocidas como PDU's conmutadas para rack.

⁵http://www.fasor.com.sv/whitepapers/whitepapers/Whitepapers%20del%202012/Comparacion_de_configuraciones_de_diseno_de_sistemas_UPS.pdf Fecha de Publicación: 2005.

Fecha de consulta: 28-10-13

Figura 1.3 Ejemplo de PDU's para alimentar los Rack's.



Fuente: Solución de gestión de alimentación, "Rack PDU"[6].

Todos estos componentes tienen cada uno una salida de calor que está ligada directamente a la carga en el centro de datos. Las eficiencias pueden variar ampliamente entre los fabricantes y las variaciones en la forma en que el equipo se diseña. Sin embargo, la eficiencia de funcionamiento se puede controlar y optimizar mediante la selección cuidadosa de estos componentes.

1.2.2 Equipamiento Electrónico.

Los Centros de Control de la Red o Centro de Operaciones de Red, es un lugar donde se efectúa el control de las redes de computación, transmisión de televisión o telecomunicaciones. Estos centros se encargan de dar soluciones a sus clientes, monitoreando las actividades en redes.

El estándar de la Organización de Internacional de estandarización constituye el modelo OSI (Sistema de Interconexión Abierto), que permite entre todos los niveles de arquitecturas tengan comunicación, mediante la infraestructura instalada mediante los equipos informáticos, estos niveles son 7 que a continuación se mencionan:

⁶http://www.socomec.com/webdav/site/Socomec/shared/DOCUMENTATION/UPS_hors_cata/doc_127025.pdf Fecha de consulta 23-09-13

Nivel1 Físico: Coordina las funciones físicas necesarias para transmitir el flujo de datos a través de un medio físico.

Nivel 2 Enlace de Datos: Transforma el nivel físico, a un simple medio de transmisión, en un enlace fiable y es responsable de la entrega de nodo a nodo.

Nivel 3 Red: Es el responsable de la entrega del paquete desde el origen al destino a través de múltiples enlaces.

Nivel 4 Transporte: es el que se encarga de la entrega de todo el mensaje, a diferencia de nivel de red supervisa la entrega de extremo a extremo del paquete de información individuales.

Nivel 5 Sesión: Es el controlador de dialogo de la red. Establece, mantiene y sincroniza la interacción entre sistemas de comunicación.

Nivel 6 Presentación: Este nivel se relaciona con la sintaxis y la semántica de la información intercambiada entre dos sistemas.

Nivel 7 Aplicación: Permite al usuario, acceder a la red mediante una interfaz de usuario y el soporte para servicios [7].

Con este modelo de arquitectura, están organizados todos los sistemas de redes que permiten el flujo de información, mediante los equipos como conmutadores, concentradores, enrutadores, procesadores, unidades de almacenamiento que gran medida se encuentran concentrados en los centros de procesamiento.

Estos equipos están en actividad constante debido a la demanda que el servicio de la información requiere las disponibilidad las 24 hrs de día todos los días del año.

Las funciones principales del Centro de Procesamiento son principalmente:

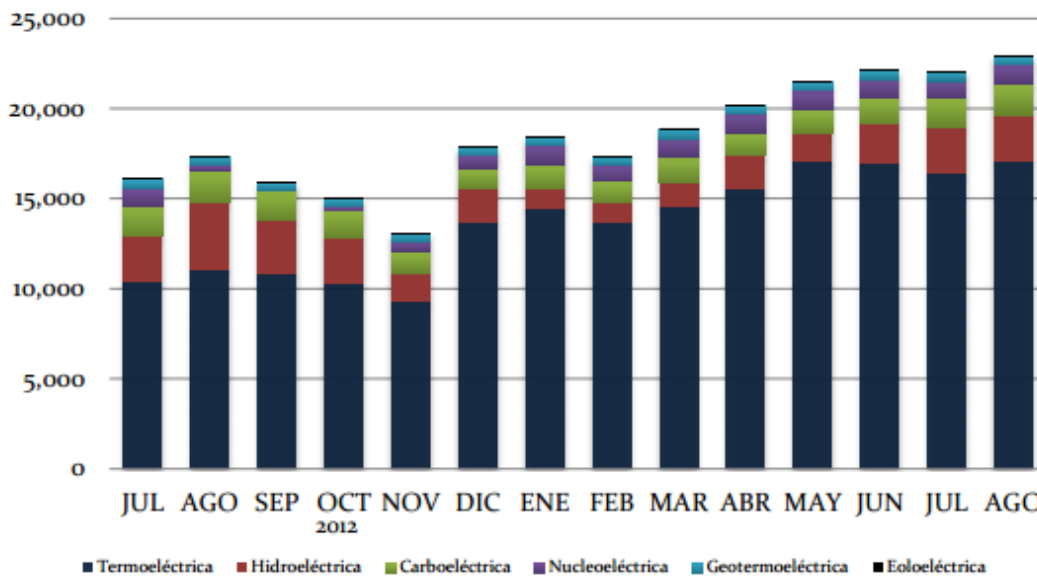
- ✓ Administrar la infraestructura tecnológica, realizando configuración, monitoreo, atención de incidentes y aplicaciones de seguridad.
- ✓ Reconocer las amenazas y vulnerabilidades de redes.
- ✓ Prevenir la saturación de los recursos de procesamiento, memoria y almacenamiento

⁷ Behrouz A. Forouzan, "Transmisión de Datos y Redes de Comunicación" Editorial: Mc Graw Hill 2da Edición 2001 Pág 41.

1.3 Necesidad de Ahorro Energético.

Para tener un panorama de la situación energética Eléctrica en México, se presenta que en agosto de 2013 se generaron 24,442.2 GWh de energía eléctrica para el servicio público. Las termoeléctricas generaron 17,094.0 GWh, lo que representa el 69.9% de aportación de electricidad en el país, de los cuales 9,577.3 GWh fueron generados por CFE y 7,516.6 GWh por los productores independientes de energía (PIE's), los cuales participaron con 30.8% de la generación eléctrica del país.

Figura 1.4 Generación de Electricidad en México



Fuente: Comisión Federal de Electricidad

Por su parte, las hidroeléctricas aportaron 10.5%, las carboeléctricas 7.0%, la central nuclear de Laguna Verde 4.2 %, las centrales geotérmicas 2.1%, y las centrales eólicas el 0.1%. La generación hidroeléctrica presentó una disminución de 30.5% con respecto a agosto de 2012.

El consumo de energía eléctrica del país, se integran conceptos que difieren entre sí por el origen de la energía generada y el destino de la misma.

- ✓ Las ventas internas de energía eléctrica constituyen la energía suministrada a los usuarios a partir de recursos de generación del servicio público, donde se incluye la energía generada por los productores independientes de energía.
- ✓ El autoabastecimiento. Éste comprende la energía generada por los permisionarios de autoabastecimiento en las modalidades de cogeneración, usos propios continuos, pequeña producción e importación y exportación.

Ambas actividades conforman el consumo de energía total del país, en la Tabla 1.1 se muestra el Consumo Nacional de Energía eléctrica del periodo 2000-2011, en donde se desglosa las ventas internas y el Autoabastecimiento, así como su porcentaje de variación anual.

Tabla 1.1 Consumo Nacional de Energía Eléctrica (GWh) 2000-2011

Concepto	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	tmc
Consumo nacional	166,376	169,270	172,566	176,992	183,972	191,339	197,435	203,638	207,859	206,263	213,970	229,318	3.0
variación anual (%)	6.7	1.7	1.9	2.6	3.9	4.0	3.2	3.1	2.1	-0.8	3.7	7.2	
Ventas internas ¹	155,349	157,204	160,203	160,384	163,509	169,757	175,371	180,469	183,913	182,518	187,814	202,226	2.4
variación anual (%)	7.1	1.2	1.9	0.1	1.9	3.8	3.3	2.9	1.9	-0.8	2.9	7.7	
Autoabastecimiento	11,027	12,066	12,363	16,608	20,463	21,582	22,064	23,169	23,946	23,745	26,155	27,092	8.5
variación anual (%)	1.5	9.4	2.5	34.3	23.2	5.5	2.2	5.0	3.4	-0.8	10.1	3.6	

¹ Se incluye el concepto de energía vendida a costo cero a los empleados de CFE.

Fuente: Comisión Federal de Electricidad

De la Tabla 1.1 se aprecia que el consumo de energía eléctrica a nivel nacional en 2011 se alcanzó 229,318GWh, si bien este consumo representó un aumento del 7.2% con respecto al año 2010, esto difiere considerablemente con el crecimiento anual 3.7% registrado en 2010.

En lo que respecta al incremento de ventas internas fue debido a la incorporación y regulación, por la conexión de nuevos usuarios, de más de medio millón de nuevos clientes en el área central del país al servicio de energía eléctrica.

Por otra parte, el consumo por concepto de autoabastecimiento refleja un caso, el consumo autoabastecido registró un incremento de 3.6% en el año 2011, con lo que alcanzó 27,092 GWh, es decir, 937 GWh por encima de lo registrado en 2010. Durante el periodo 2000-2011, éste creció en 8.5% promedio anual.

1.4 Tarifas Eléctricas.

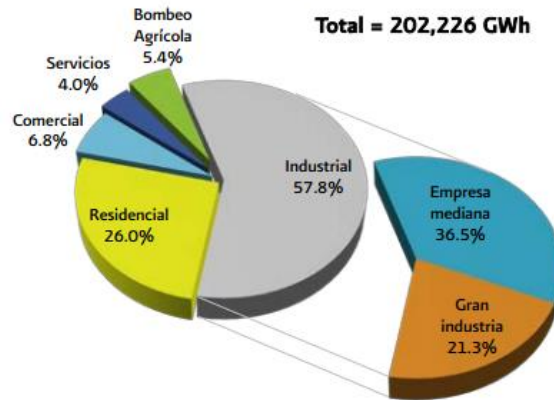
En México las ventas de energía eléctrica, se agrupan de acuerdo a los siguientes sectores: industrial, comercial, residencial, servicios y bombeo agrícola.

En la Figura 1.5, de acuerdo con la Secretaría de Energía los sectores con mayor consumo es el industrial con 57.8% con un total de 116984 GWh, de los cuales 63.1% corresponden a la mediana empresa y el 36.9% referente a la gran industria. .

En el sector comercial las ventas registradas alcanzaron 13,675 GWh, mientras que el sector servicios se ubicó en 8,089 GWh. Ambos sectores integraron 10.8% del total de las ventas internas. El sector de bombeo agrícola, con una participación de 5.4% sobre el total, reportó ventas por 10,973 GWh.

Figura 1.5 Distribución de Ventas de Energía por Sector en 2011

**Ventas internas de energía eléctrica por sector, 2011
(Distribución porcentual)**



Fuente: Prospectiva del Sector Eléctrico 2012-2026[8]

Las tarifas para el suministro y venta de energía eléctrica se clasifican de acuerdo con su uso y nivel de tensión en:

- ✓ Domésticas: 1, 1A, 1B, 1C, 1D, 1E, 1F y Doméstica de Alto Consumo (DAC).
- ✓ Servicios públicos: 5, 5-A y 6.
- ✓ Agrícola: 9, 9M, 9-CU y 9-N.
- ✓ Temporal (comercial): 7.
- ✓ Generales en baja tensión (comercial): 2 y 3.
- ✓ Generales en media tensión (industrial): O-M, H-M y H-MC.
- ✓ Media tensión con cargos fijos: OMF, H-MF y H-MCF.
- ✓ Generales en alta tensión: HS, HS-L, HT y HT-L.
- ✓ Alta tensión con cargos fijos: HSF, HS-LF, HTF y HT-LF.
- ✓ Respaldo en media tensión: HM-R, HM-RF y HM-RM.
- ✓ Respaldo en alta tensión: HS-R, HS-RF, HS-RM, HT-R, HT-RF y HT-RM.
- ✓ Servicio interrumpible: I-15 e I-30.

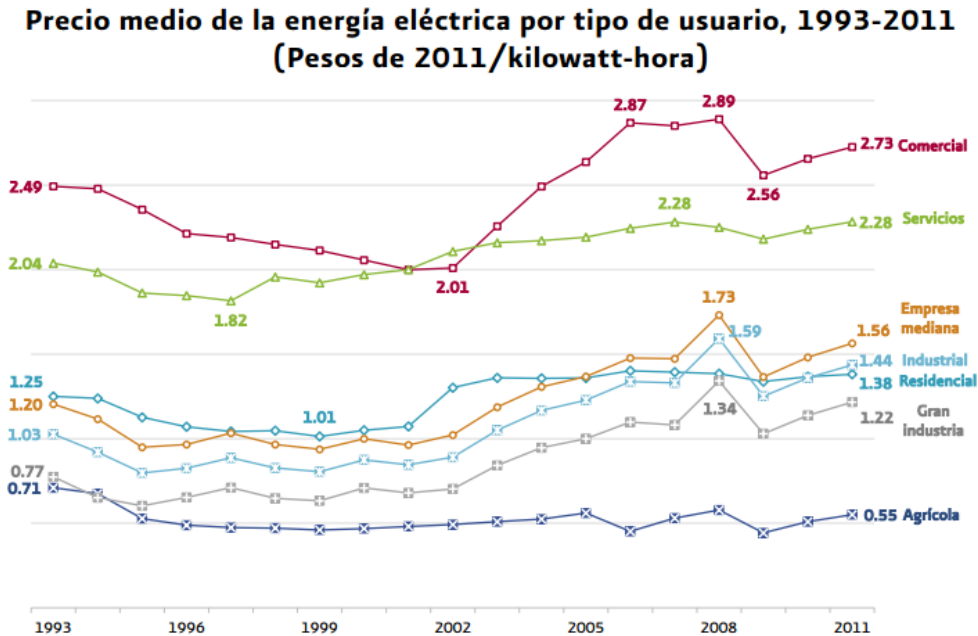
Todas las tarifas están sujetas a ajustes mensuales, excepto las tarifas agrícolas de estímulo 9-CU y 9.N las cuales se ajustan anualmente. Mientras que las tarifas de

⁸ Secretaría de Energía 2012. Fecha de consulta: 12-10-13 Publicación: 2012
http://www.energia.gob.mx/res/PE_y_DT/pub/2012/PSE_2012_2026.pdf

media tensión (MT) y alta tensión (AT) tienen diferentes metodologías de respecto a las tarifas específicas.

Para el caso de las tarifas generales tienen cargos por consumo y demanda con diferencias regionales, horarias y estacionales; la tarifa se actualiza por medio de un ajuste automático mensual esto de acuerdo a las variaciones en los precios de los combustibles y la inflación.

Figura 1.6 Precio Medio de la Energía por tipo de usuario, 1993-2011



Fuente: Prospectiva del Sector Eléctrico 2012-2026 [9].

De la gráfica anterior, se observa que las tarifas más altas son las destinadas al sector comercial y de servicios, posteriormente las tarifas de empresas medianas se ubican en un rango intermedio siendo la industrial más baja en comparación de esta última.

Destaca la tarifa residencial que, a partir de 2002, se separa de la tendencia, con mínimas variaciones hasta el final del periodo. Por último, el sector agrícola recibió la tarifa más baja y casi sin variación en los últimos 15 años.

⁹Secretaría de Energía 2012

http://www.energia.gob.mx/res/PE_y_DT/pub/2012/PSE_2012_2026.pdf Publicación: 2012 Fecha de Consulta: 12-10-13

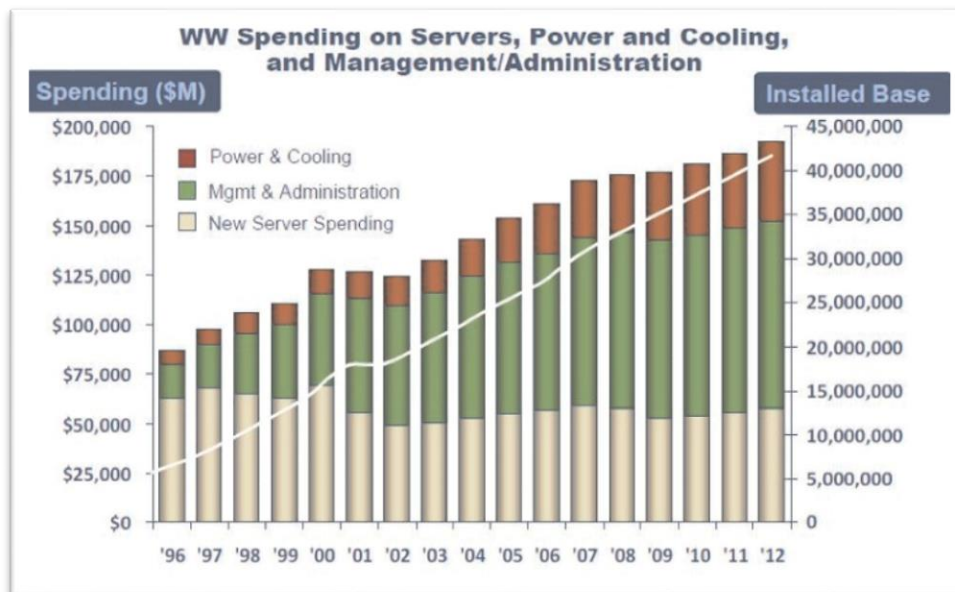
Es evidente que en los últimos años, el consumo energético de electricidad ha pasado a representar una parte importante del costo en nuestro país; depende de la quema de combustibles fósiles, esto origina que para un país en vías de desarrollo sea prescindible la creación de nuevas alternativas de generación de electricidad con energías limpias e incentivar el ahorro energético con un consumo de la energía responsable orientado al uso de equipos más eficientes.

1.5 Uso Eficiente de Energía

En el caso particular de los Centros de Procesamiento Datos (CPD), el aumento de la demanda de servicios de la información, ha propiciado un incremento considerable en obtener una mayor capacidad de cómputo y además el crecimiento centralizado de la tecnología de la información.

El uso de las infraestructuras tecnológicas, han provocado el aumento de los costos asociados al consumo eléctrico y las necesidades de refrigeración de estos, contrario a los precios de adquirir un nuevo servidor, como se ilustra en la Figura 1.7.

Figura 1.7 Evolución de los costos de servidores frente a su consumo y climatización.



Fuente: Jordi Guijarro, Caterina Parals” Sustainable growth of data centres” [10]

¹⁰ Jordi Guijarro, Caterina Parals,” Sustainable growth of data centres”, Boletín de RedIRIS, Nº 90, Abril de 2011, Pág 21. Fecha de Consulta 13-10-13.

De tal manera que la concentración de mayor equipo, propiciará un aumento significativo de la temperatura el interior del centro donde se albergan dichos equipos, siendo necesario optimizar el sistema de aire para regular la temperatura de manera eficiente.

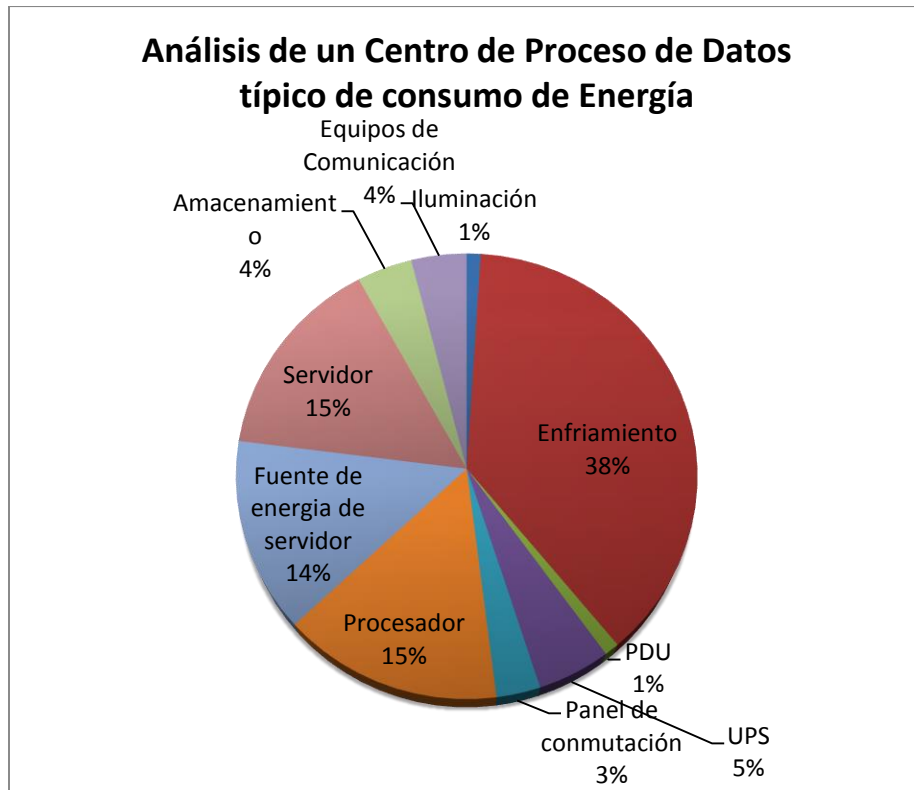
Para esto es necesario conocer las características de operación de los equipos que emiten carga térmica al entorno cerrado, para contabilizar de manera más precisa la cantidad de energía para remover el aire caliente.

Este impacto del consumo de energía y el elevado costo de la energía ha incrementado la importancia del consumo eficiente del centro del proceso de datos adoptando estrategias para reducir costos, gestionar la capacidad y promover la responsabilidad ambiental.

La tecnología en equipos de aire acondicionado, son cada vez más eficientes con el fin de satisfacer las necesidades del ser humano, orientados de manera específica al uso eficiente de la energía eléctrica y con refrigerantes menos contaminantes haciéndolos más amigables con el medio ambiente.

Sin embargo, los sistemas actuales de refrigeración por aire son grandes consumidores de energía de tal forma que por cada unidad de potencia de energía que se suministra a los equipos de tecnologías de la Información del CPD requiere otra cantidad similar para alimentar a los equipos de refrigeración.

Figura 1.8 Análisis del porcentaje de consumo de Energía en un Centro de Proceso de Datos típico.



Fuente: Emerson Network. [11]

En la Figura 1.8, se muestra que el equipo de cómputo orientado a la demanda representa el 52% de consumo de energía y los sistemas orientados a la oferta representan el 48% .

De modo que los equipos electrónicos que operan de manera continua en estos sitios, sumado a su concentración en un espacio cerrado, se requiere de la instalación de aire acondicionado de precisión, independiente a cualquier otro sistema de climatización con el que cuente el edificio, para sus centros de trabajo.

¹¹Publicación: <http://www.emersonnetworkpower.com/documents/en-us/brands/liebert/documents>, Fecha de consulta: 08-09-13.

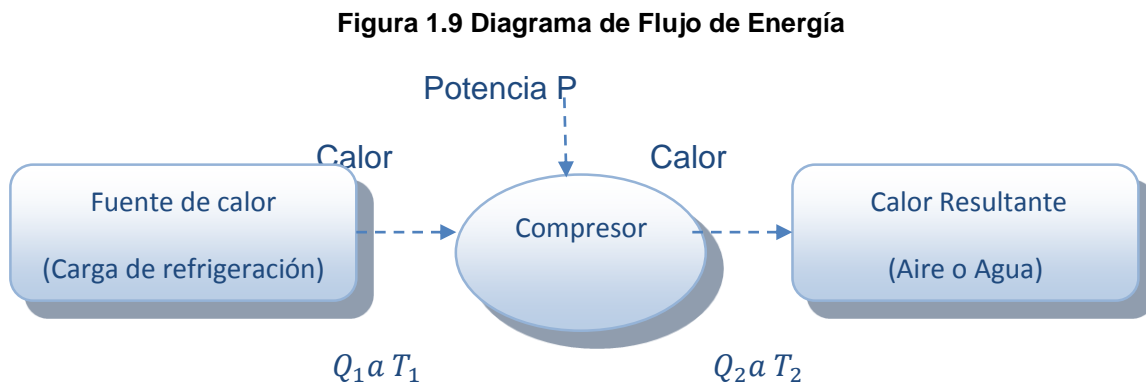
Dicho lo anterior; es importante para un buen diseño, tomar en cuenta los datos del fabricante del equipo seleccionado a instalar, para realizar la propuesta de acuerdo a las especificaciones requeridas y asegurar su buen funcionamiento en la instalación, además de seguir normas establecidas en el caso de la instalación eléctrica y mantenimiento del equipo a instalar.

El sistema de climatización que en estos lugares operan, será capaz de regular los parámetros de temperatura y humedad de manera automática, que en algunas ocasiones existen variaciones en el medio ambiente en ese sitio, debido a factores propiciados por la interacción de las personas que laboran en el edificio y tienen acceso al CPD.

1.5.1 Coeficiente de Rendimiento (COP).

El equipo de refrigeración y acondicionamiento del aire consume potencia no la produce, es lo contrario de los motores de combustión. El Coeficiente de Rendimiento (COP) es una medida útil de tal forma que mida y compare el funcionamiento del equipo de aire acondicionado, ya que siempre se desea obtener un mayor enfriamiento con un valor mínimo de consumo de potencia. [12]

En la Figura 1.9, muestra el esquema de flujo de energía en un sistema de refrigeración, la cual se suministra algún tipo de energía y se obtiene una energía resultante mediante el proceso de transferencia de calor.



¹² Edward G. Pita, "Acondicionamiento del Aire ", 2da.Edicion 1994, Editorial CECSA, pág. 420.

Fuente: Elaboración propia.

El COP se define como:

$$COP = \frac{\text{capacidad útil de enfriamiento } Q_1}{\text{consumo equivalente de energía } P} \quad \text{Ecuación 1.1}$$

Dicho en otras palabras, se define como la relación entre la potencia (kW) que sale de la bomba de calor como refrigeración o calor, y la potencia (kW) que se suministra al compresor en un sistema de aire acondicionado.

La expresión anterior nos ayuda a comprender el nivel de rendimiento de los compresores que se instalaran en el CPD, para realizar el análisis energético, dicha expresión debe estar dada por las mismas unidades de energía ya que se trata de un valor adimensional.

1.3.2 Relación de Eficiencia Energética.

Para determinar las posibilidades de ahorro de energía de un equipo de aire acondicionado; se obtiene mediante la Relación de Eficiencia Energética, que indica la potencia requerida por un equipo para producir su capacidad de enfriamiento.

La relación de eficiencia energética (Energy Efficiency Ratio, ERR) es otra medida de conservación energética y se expresa de la siguiente manera:

$$EER = \frac{\text{capacidad de enfriamiento } \text{Btu/h}}{\text{consumo de potencia } W} \quad \text{Ecuación 1.2}$$

Es el cociente de la potencia térmica removida del ambiente entre la potencia eléctrica consumida por el equipo. La relación de Eficiencia Energética (EER), mínimo lo establece una norma de eficiencia energética y el valor depende de las capacidades de los equipos de A.A.

1.6 Normatividad.

Actualmente existen una gran cantidad de normas para instalaciones informáticas, pero para nuestro caso de estudio solo mencionaremos las que hacen referencia al sistema de climatización.

- ✓ La ASHRAE (American Society of Heating Refrigeration and Air Conditioning Engineers) es una sociedad fundada en 1894 y se centra en la eficiencia energética, la calidad del aire interior, la refrigeración, y la sostenibilidad de la industria a través de la investigación, la redacción de normas, publicaciones y educación continua.
- ✓ El Comité Técnico 9.9 de la ASHRAE, mediante la edición de la guías térmicas para entornos de Procesamiento de Datos, especifica los rangos de temperatura y humedad adecuados para el correcto funcionamiento del CPD, que se han ido ampliando a lo largo de los años para otorgar mayor flexibilidad a las operaciones dentro de los Centros de Procesamiento Datos, con el objetivo de reducir el consumo energético.
- ✓ La NOM SEDE 2012 responde a las necesidades técnicas que se requieren para la utilización de la Energía en las instalaciones eléctricas a nivel nacional. Su objetivo primordial es la de establecer las especificaciones y lineamientos de carácter técnico que deben satisfacer las instalaciones eléctricas.
- ✓ El estándar TIA 942 provee una serie de recomendaciones para el diseño de instalación de infraestructura de Centro de Datos, el cual está aprobada por Telecommunications Industry Association (TIA) y American National Standards Institute (ANSI).

1.7 Importancia de la Climatización en un CPD.

Las consecuencias de no tener un control en el sistema de climatización pueden ocasionar severos daños en la confiabilidad y operación de los equipos de las tecnologías de la información. Esto debido a la integración de grandes concentraciones de equipos que a su vez provocan una disipación de energía en forma de calor de manera notable.

Un control en el sistema de climatización inadecuado, podría presentar una alteración en la calidad del aire para este tipo de sitios, propiciando los siguientes casos:

- a) Un aumento en el factor de humedad provocaría condensación en las partes electrónicas.
- b) Un ambiente excesivamente seco, aumentaría la carga estática en el ambiente, un simple contacto dañaría componentes electrónicos.
- c) Las unidades de almacenamiento podrían sufrir pérdida de oxidación, esto aumenta la probabilidad de pérdida de información o la alteración del mismo.
- d) La falta de filtración del aire, ocasiona la acumulación de polvo 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.

Dicho lo anterior es importante acondicionar de acuerdo a los parámetros por la ASRHAE, que indica los parámetros adecuados para centro de datos.

1.8 Clasificación de los Sistemas de Climatización.

El calor es una forma de energía que se transmite de un cuerpo a otro debido a una diferencia de temperatura, el calor fluye del cuerpo de mayor temperatura al cuerpo de menor temperatura. [13]

El proceso de remover el calor de un área donde es indeseable, se compone de un sistema cerrado que controla la presión y la temperatura de un refrigerante. El sistema de aire acondicionado, funciona de la siguiente manera:

Un compresor ejerce una presión sobre un refrigerante en forma de gas ocasionando que este último eleve su temperatura, generando un lado de alta presión. El refrigerante es un fluido, que se caracteriza por transferir calor ya que tiene la particularidad de tener un bajo punto de ebullición.

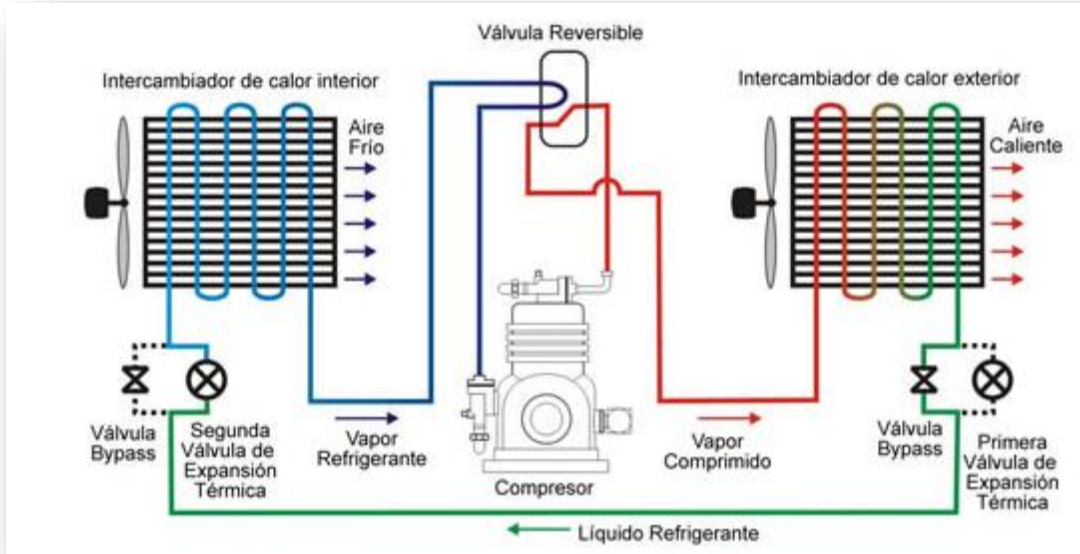
El condensador intercambia calor, ya que el gas fluye por el condensador y mediante un medio condensador (agua o aire) cuya temperatura es menor que la del refrigerante ocasiona que cambie a estado líquido.

Posteriormente el refrigerante pasa por medio de un dispositivo de expansión que tiene la función de regular el paso del refrigerante disminuyendo la presión sobre el líquido refrigerante, haciendo que se expanda por la evaporadora donde el calor fluye

¹³Edward G. Pita, "Acondicionamiento del Aire", Editorial CECSA, 2da. Edición 1994. Pág. 28

a través de un medio evaporante; que pasa por el exterior de la evaporadora al refrigerante frío, realizando un intercambio de calor.

Figura 1.10 Sistema de Aire Acondicionado.



Fuente: Thermocold. [14]

La Figura 1.10, describe mediante un diagrama el principio de funcionamiento de un sistema de acondicionamiento de aire convencional. El sistema de aire acondicionado se constituye por el proceso de dos transferencias de calor en alta y baja presión aplicado al refrigerante, dando como resultado un cambio de estado de líquido a gaseoso y viceversa.

La clasificación de los sistemas de aire acondicionado se debe a la necesidad de enfriamiento que se presentan en un recinto, que es variable por factores de cambios en las temperaturas externas, la radiación solar, la ocupación y otras tantas propiedades físicas del aire.

Un sistema debe satisfacer el suministro de climatización, ajustándose a los cambios que presenten cargas térmicas dentro de un espacio cerrado como pueden ser el caso: [15]

¹⁴ Figura 1.8 Elaborado por: <http://www.thermocold.cl/web2/aire.htm> Fecha de consulta: 28-08-13

¹⁵ Faber &Kell's, "Heating and Air-Conditioning of Builds", Editorial Butterworth-Hinemann, 10ma. Edición 2008, pág. 55.

- Donde el tipo de construcción y el uso del mismo implica altas ganancias de calor a partir de fuentes tales como los efectos solares, equipamiento electrónico, ordenadores, iluminación y los ocupantes.

- Donde hay una alta densidad de ocupación, como en teatros, cines, restaurantes, salas de conferencias etc.

Las instalaciones de aire acondicionado se pueden clasificar según los siguientes criterios:

a) Para confort: se instalan con el objeto de lograr el bienestar de las personas. El cuerpo humano libera calor sensible y latente dependiendo del grado de la actividad de este mismo. Aprovechando las investigaciones de la ASRHAE, se muestran las ganancias de calor para aplicaciones típicas que se obtuvieron de manera experimental con anterioridad, de tal manera que se resume en la siguiente tabla.

Tabla 1.2 Índices de Ganancia de Calor en el ser Humano

Actividad	Calor Sensible (Btu-h)	Calor Latente (Btu-h)	Ganancia Total (Btu-h)
Trabajo ligero- Sentado	215	185	400
Trabajo Moderadamente activo	220	230	450
Trabajo moderadamente pesado	330	670	1000
Trabajo pesado	510	940	1450

Fuente: Recurso ASHRAE- Guide & Data Book. [16]

b) Para procesos industriales: Están destinadas a conseguir determinadas condiciones ambientales que hacen posible o mejoran la elaboración de productos influyendo sobre sus características y calidad, de manera que independientemente del clima interior para lograr confort de las personas el proceso de fabricación pueda llevarse a cabo con normalidad durante todo el año. [17]

¹⁶ Tabla de elaboración propia con datos de: Albert Thumann & D Paul, "Handbook of Energy Engineering" Mehta, 6ta. Edición 2008, Editorial CRC Press, pág. 208.

¹⁷ Nestor Pedro Quadri, "Instalaciones de aire acondicionado y calefacción", 6ta. Edición 2002, Editorial Alsina.

CONCLUSIONES

Ante el inevitable crecimiento de las organizaciones que gestionan el manejo de información y comunicaciones, identificamos que el manejo de la información ha tenido auge debido, a que representa un negocio de la que dependen muchas empresas que necesitan enviar recibir y almacenar información de sus operaciones.

Por lo que dichas organizaciones requieren tener una infraestructura no solo segura y confiable, sino que cumplan con los estándares necesarios para operar estos grandes centros de manejo de la información.

La incorporación de nuevas tecnologías de la información y del acondicionamiento del aire, necesitan equipos con un alta eficiencia energética que representaría para la organización mayor competitividad, además de incluir proyectos de infraestructura que resulten sustentables, es decir que obtengamos un beneficio energético en reducir el consumo de energía que nos permita elevar la competitividad, calidad y la concientización del uso responsable de la energía.

En lo que respeta al ahorro energético se demostró el alza en los costos de la energía eléctrica en México, para cada una de las tarifas de la Comisión Federal de Electricidad, cabe señalar la necesidad de realizar un análisis de un equipo que resulte eficiente para evaluar el ahorro energético.

De tal forma que el CPD debe de tener un nivel de confiabilidad alto en cuestión de climatización, ya que los equipos operan continuamente, la forma de distribución es importante identificando las zonas de operación de la cual nos centraremos en la zona CPD, donde se albergan los equipos electrónicos.

CAPÍTULO 2

Optimización del Aire Acondicionado de Precisión

Introducción

En este capítulo se da por iniciado el análisis del diseño, para nuestro caso de estudio, debemos de tener en cuenta que para acondicionar los espacios especiales, resulta muy complejo debido a las variables físicas que intervienen, por los elementos que integran el espacio a acondicionar y las condiciones climáticas del lugar geográfico.

La forma de estimar la energía térmica producida de los equipos de TI y otros dispositivos instalados en un centro de datos, tales como las UPS, luminarias, equipo de cómputo, causa una serie de efectos al momento de dimensionar los sistemas de aire acondicionado orientativos para el diseño de la instalación de un sistema de climatización.

La energía térmica producida por los equipos de TI en un Centro de Procesamiento de Datos, contribuye de manera significativa en la distribución de energía. Si los equipos electrónicos operan al 100% de su capacidad, se incrementaría la eficiencia de los sistemas de energía y disminuirían sus contribuciones relativas a la energía térmica producida del sistema de TI. [18]

La dificultad para el análisis de la eficiencia energética en lo que respecta a los sistemas de aire acondicionado aplicado a un CPD, es que la energía consumida por dicho sistema depende en gran número por los diferentes aspectos del diseño de construcción, así como también los requerimientos establecidos que podrían ser la inclusión del costo-beneficio del ahorro de energía, como el caso del control automático, que minimicé el uso de la energía.

Para satisfacer con los requerimientos necesarios para optimizar la climatización del CPD, es imprescindible identificar y calcular la carga térmica, para poder

¹⁸ Neil Rasmussen, "Cálculo de los requisitos totales de refrigeración para centros de datos", 2003 American Power Conversion. Publicación: http://www.apcmedia.com/salestools/NRAN-5TE6HE/NRAN_5TE6HE_R1_ES.pdf, Fecha de Consulta: 27-11-13.

proponer un equipo que resulte adecuado en operación y capacidad de enfriamiento.

2.1 Proceso de Optimización Energética.

La estrategia que se propone para optimizar un sistema de climatización, pretende cumplir con los parámetros ambientales acorde a estándares actualmente vigentes por la ASHRAE, priorizando en el uso eficiente de la energía para reducir los gastos, gestionar la capacidad eléctrica requerida y promoviendo la responsabilidad ambiental, mediante el uso de refrigerantes más amigables con la capa de ozono.

Todo esto, claro con implicaciones técnicas y financieras que contribuyan al disminuir el consumo eléctrico y obtener una reducción de consumo por concepto de climatización.

La determinación del proceso optimización analizará los siguientes factores:

Datos climatológicos: El sitio geográfico donde se ubica el CPD, así como la descripción del de dicho centro. Mediante la simulación se obtendrán parámetros de temperatura y humedad ilustrados en la carta psicrométrica del sitio.

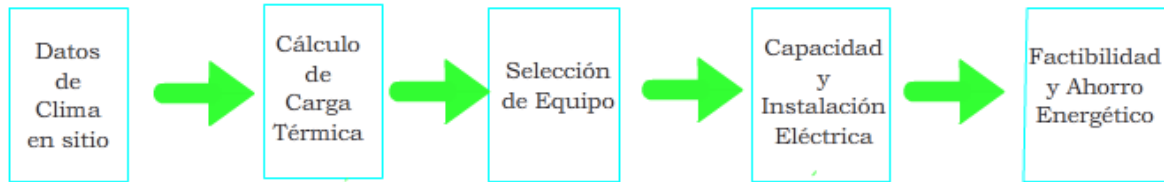
Cálculo de Carga térmica : Conocer los elementos que constituyen el CPD y describir la capacidad térmica de los elementos que transmiten calor y humedad en el interior del sitio.,

Selección de Equipo de Climatización La propuesta de un equipo cuyas características y funcionamiento logre regular temperatura y humedad acorde a norma.

Instalación eléctrica para el equipo: El diseño de una instalación adecuada para el equipo propuesto, para evitar interrupciones o pérdidas eléctricas por calentamiento del conductor eléctrico y protecciones eléctricas.

Factibilidad Técnica y Económica: En el análisis que fijará los resultados obtenidos mediante ahorro en consumo eléctrico y la implementación de instalación acorde a las normas correspondientes.

Figura 2.1 Diagrama de Proceso de Optimización Energética



Fuente: Elaboración propia.

2.2 Descripción y Caracterización Energética de la Instalación.

La información y recomendaciones contenidas en TIA promueven la implantación y diseño efectivo de CPD identifican los procesos adecuados tomando en cuenta en cada paso de la planeación y diseño.

Dichos pasos son aplicados para el diseño o la expansión de un Centro de Control de Redes, como principales pasos son los de estimar los equipos de telecomunicaciones, espacio, potencia y requerimientos de enfriamiento.

El Centro de Procesamiento de Datos se ubica en la ciudad de Nuevo Laredo, Tamaulipas; en el primer piso dentro de un edificio de 8 pisos, dado que en esta parte del norte de la República Mexicana, tiene la característica particular que las condiciones climatológicas son muy extremas.

Figura 2.2 Vista exterior del Edificio.




Fuente: www.googlemaps.com.mx. Fecha de Consulta: 03-12-13

De tal forma que es necesario determinar las condiciones climatológicas en todo el año en este lugar, de modo de obtener los parámetros que nos permitan un análisis del clima que se obtuvo mediante el historial climático del municipio de dicha entidad.

En Tabla 2.1, se observa que durante el año 2012, la temperatura máxima anual se tuvo en el mes de Junio que fue de 43.5°C, mientras que en el mes de Enero registra la temperatura más baja que fue de -7.9 °C de ese mismo año. Otra característica importante, es que la temperatura diaria promedio fue de 22.6°C.

Tabla 2.1 Parámetros Climáticos de Nuevo Laredo, Tamaulipas 2012.

Parámetros climáticos promedio de Nuevo Laredo (171 m)  [ocultar]													
Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Temperatura máxima registrada (°C)	32.8	36.6	39.7	41.5	41.8	43.5	43.3	42.0	42.2	38.0	34.0	32.0	43.5
Temperatura diaria máxima (°C)	18.1	21.2	25.9	29.7	32.6	35.2	36.3	36.1	33.0	28.7	22.7	19.0	28.2
Temperatura diaria promedio (°C)	12.3	15.0	19.7	24.0	27.1	29.7	30.7	30.6	27.9	23.4	17.4	13.5	22.6
Temperatura diaria mínima (°C)	6.5	8.9	13.6	18.3	21.7	24.3	25.1	25.1	23.0	18.1	12.1	8.0	17.1
Temperatura mínima registrada (°C)	-7.9	-4.0	-2.0	4.5	10.0	16.4	18.5	18.5	11.3	5.0	-1.0	-5.5	-7.9
Precipitación total (mm)	17.5	24.8	10.1	37.4	67.4	61.0	32.1	58.0	82.0	50.3	26.4	17.8	484.8
Días de lluvias (≥ 1 mm)	4.26	3.9	2.34	3.1	4.21	2.7	2.25	3.51	5.31	3.34	3.34	3.96	42.2
Días de nevadas (≥ 1 mm)	0.03	0.06	0	0	0	0	0	0	0	0	0.03	0	0.1

Fuente: Colegio de Postgraduados: Normales climatológicas para el Estado de Tamaulipas.

La temperatura ambiente influye directamente con la temperatura que se pretende controlar al interior de las instalaciones, sin embargo no suele ser la temperatura definitiva; ya que es necesario tener un estudio al interior de las instalaciones, que nos proporcione el comportamiento de la temperatura en diferentes horarios, debido a la carga térmica que es emitida por todos los elementos que integran centro de operaciones de la red capaces de emitir carga térmica.

Como sabemos, la temperatura varía durante todo el día, mientras al interior del recinto que se requiere climatizar puede suceder lo mismo, pero la concentración de calor es mayor lo que hace más crítico un control del ambiente adecuado.

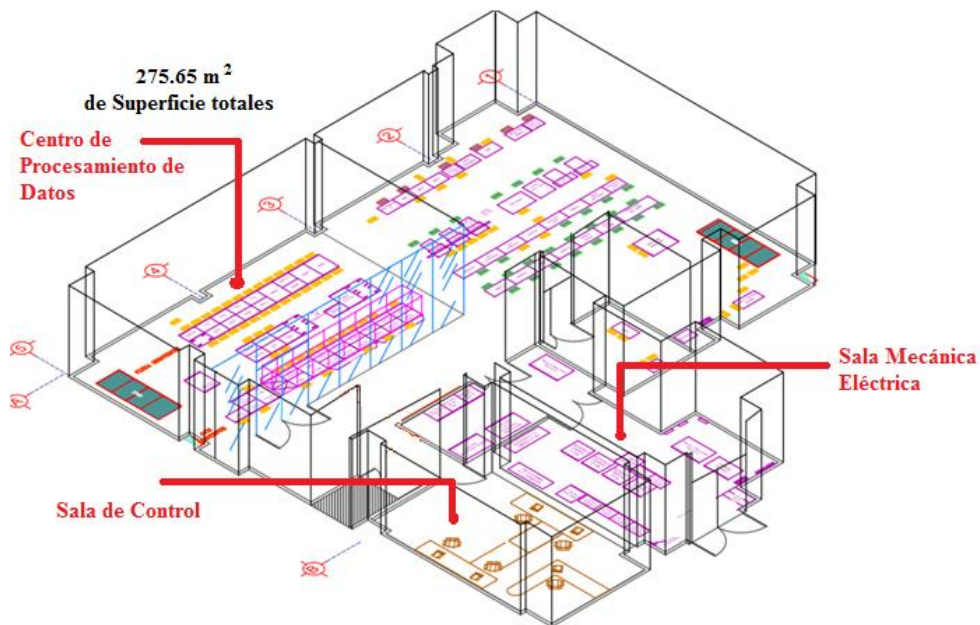
Es evidente conocer los factores que involucran las características energéticas térmicas que emiten todos los elementos, a continuación se enlistan algunos:

- ✓ Personas
- ✓ Luminarias
- ✓ Equipos Electrónicos
- ✓ Sistemas de Potencia
- ✓ Radiación Solar

2.2.1 Dimensiones del Centro de Procesamiento de Datos.

En Centro de Procesamiento de Datos de nuestro objeto de estudio consta de 275.65 m² de superficie, distribuidos en tres áreas fundamentales, las cuales son la sala de control en donde se encuentra personal que administra el Centro de procesamiento de Datos, la Sala Mecánica Eléctrica se sitúan los equipos de sistema eléctrico de distribución eléctrica y por último el centro de Procesamiento de Datos, donde los equipos de tecnología de comunicación se encuentran en operación.

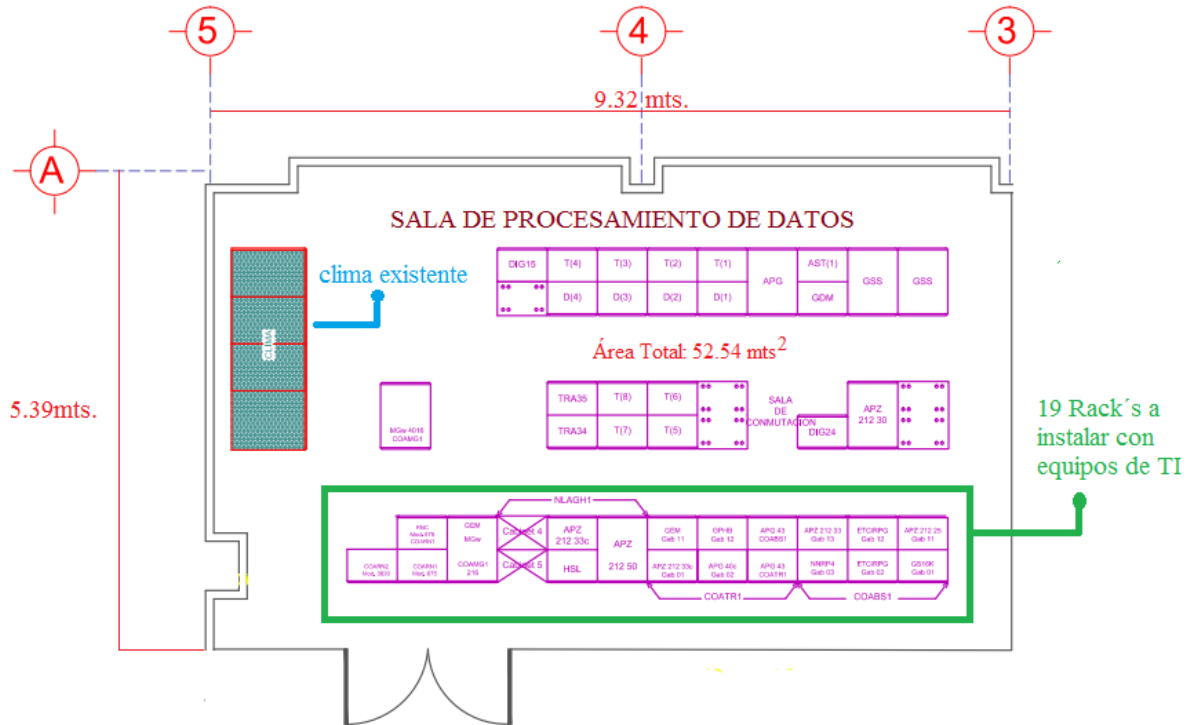
Figura 2.3 Ubicación General del Centro de Procesamiento de Datos.



Fuente: Elaboración propia.

En el Centro de datos se pretende instalar equipos de TI de bajo consumo energético que reducirá significativamente las cargas térmicas en el Centro de Control de Datos comparada con equipos existentes, de aproximadamente 5 años de antigüedad.

Figura 2.4 Detalle del espacio físico de los equipos de TI.



Fuente: Elaboración propia.

Como se aprecia en la Figura 2.4, se indica el espacio físico por el cual se instalarán los equipos, donde se prevé que los racks de alta densidad de aproximadamente 25 KW, aunque las densidades en el rack no son iguales; sin embargo para ser más precisos se realizará una evaluación energética, de tal forma de obtener datos que implique la medición con mayor certeza de calor.

2.2.2 Características Energéticas.

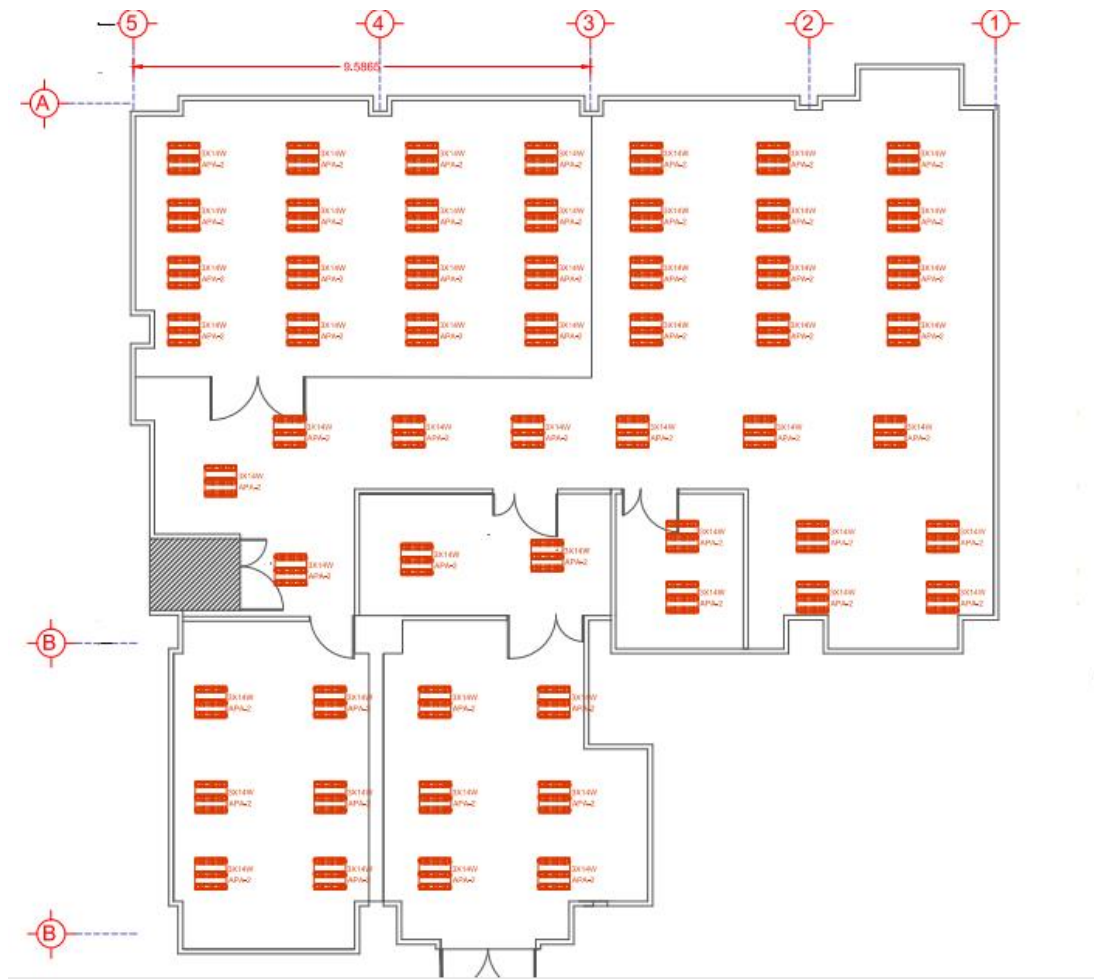
La emisión de calor para el caso de componentes eléctricos- electrónicos, son el resultado de pérdidas en el consumo de energía, debido a la concentración de un gran número de equipos electrónicos ocasiona que la temperatura se eleve y más cuando se trata de un espacio cerrado, por esta razón se diseñan sistemas de aire acondicionado que sean capaces de remover ese calor.

Para abundar más en materia energética se realiza un análisis de la carga térmica, de diferentes equipos existentes; así como los que se instalarán en un corto plazo.

2.2.3 Alumbrado en el CPD

La luminaria se encuentra distribuida por lámparas fluorescentes de tecnología T5 con una capacidad de 3x14W, en la siguiente figura se muestra el plano; mediante el cual se observa la distribución de luminaria.

Figura 2.5 Distribución de Luminaria



Fuente Elaboración propia.

El balastro es de tipo electrónico es un dispositivo cuya función es la de proporcionar a las lámparas un arranque más rápido, sin parpadeo, y, los balastos electrónicos

aumentan la frecuencia de trabajo a 20 kHz, para el caso del Centro de Procesamiento de Datos, cuenta con 16 lámparas T5 3 x 14W instaladas.

La ganancia térmica en el alumbrado, de tal manera que es necesario calcularlo mediante la siguiente ecuación:

$$Q = 3.4 \times W \times FB \times FCE \left[\frac{\text{Btu}}{\text{h}} \right] \quad \text{Ecuación 2.1}$$

Donde:

Q = ganancia de calor debida al alumbrado, Btu/h

W = capacidad de alumbrado en W

FB = factor de balastro

FCE = factor de carga de alumbrado

De la Ecuación 2.1 podemos decir, que el término en W es la capacidad nominal de las lámparas, expresadas en unidades de potencia Watts, mientras el valor de 3.4 es un factor de conversión de W a Btu/h.

El factor de balastro (FB), es el valor de pérdidas de calor del balastro para el caso de balastos electrónicos son muy eficientes por los que para un valor típico de es de 1.25 para el alumbrado fluorescente. [19]

Y por último el factor de carga de alumbrado (FCE), contabiliza el almacenamiento por parte de la ganancia de calor por alumbrado, esto dependiendo del tiempo en el que el alumbrado este encendido.

2.2.4 Personal.

Las personas tienen la propiedad de agregar calor y humedad al ambiente, la cantidad depende mucho de la actividad física del ser humano que desempeñe su trabajo o el metabolismo de las personas y agregan humedad al ambiente circundante.

Con base a la información, de la forma de trabajo de la organización encargada de la administración del sitio, el horario de trabajo es de 9 a.m. a 18:00 p.m. con 5

¹⁹ Edward G. Pita, "Acondicionamiento del aire Principios y Sistemas", Editorial Continental, Edición 1ra.1999. Pág. 149.

personas laborando en el Centro de Control de Redes, con una actividad física moderada.

Según la ASHRAE, la carga térmica total por persona es de 450 Btu/h, para una actividad activa moderada, de acuerdo al horario de trabajo representa, la mayor ganancia calorífica en este rubro, la demanda máxima corresponde propiamente el horario de jornada de trabajo aproximadamente 9 horas en que el personal se encuentra dentro de las instalaciones.

2.2.5 Equipamiento Electrónico en CPD.

La principal carga térmica que se emite dentro de Centro de Procesamiento de Datos, es la de los equipos de tecnologías de procesamiento de la información, de tal forma que las características de los equipos son fundamentales.

El consumo de energía eléctrica en el CPD, provoca calor dentro de la sala dependiendo de la capacidad de cada equipo de TI, para ser más específicos en la Tabla 2.2, se muestra la hoja de técnica de un equipo de procesamiento de datos.

Tabla 2.2 Hoja de Datos del equipo Cisco Mod XPS -2200.

Physical and Environmental Specifications

lists the physical and environmental specifications for XPS-2200.

Description	Specification
Physical specifications	H x W x D: 1.73 x 17.5 x 20.5 in. (4.4 x 44.5 x 52.1 cm) Weight: 19.8 lb (9.0 kg)
Total input BTU (1000 BTU/Hr = 290W)	8525 BTU/Hr

DISIPACIÓN TÉRMICA
DE EQUIPO CISCO.

Fuente: <http://www.sotec-mexico.com.mx/equipos-red/switch/details/4491/118/switch/switch-cisco-catalyst-3750x-12s-s>

Se puede observar que en la Tabla 2.2, se indica la capacidad térmica la cual opera el equipo, este cálculo se obtiene de manera directa consultando la hoja técnica del fabricante o los datos de placa del equipo.

Otra forma de obtener la carga térmica de un equipo electrónico, es la de realizar la conversión de potencia eléctrica en W a unidades de calor para medir la capacidad térmica del equipo. En la siguiente figura se puede visualizar los rack's situados en el centro de procesamiento de Datos.

Figura 2.6 Vista del Equipo Electrónico en el Centro de Procesamiento de Datos.



Fuente: Elaboración propia.

Si tenemos en cuenta, que 1000 W es equivalente a 3410 BTU/h , dado que BTU es la unidad térmica británica, más común para medir la características térmicas de los aparatos electrónicos y se define como la cantidad de calor necesaria para elevar la temperatura de 450 gramos de agua a un grado Fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$) a 15°C .

Los equipos instalados dentro del CPD son principalmente:

- 7 Equipos de Cómputo.
- 35 Conmutadores.
- 32 Swiches.
- 25 Procesadores.

La energía de diseño térmico promedio es 91 W/procesador. Se supone que la eficiencia promedio de conversión de CC-CC es 85% y la eficiencia promedio de conversión de CA-CC es 79 % para la combinación de servidores de cuatro años de antigüedad y servidores nuevos.

2.2.6 Sistema Eléctrico del CPD.

Similar al sistema de climatización, es importante considerar la carga eléctrica inicial y tomar en cuenta el incremento de esta última en un futuro. La razón para analizar el sistema eléctrico, es la de verificar la capacidad eléctrica, para poder cumplir con la demanda que se tendrá en dicho sistema, tanto para la instalación de equipo de climatización como equipo de tipo informático.

Se estima que la carga eléctrica del equipo informático a instalar son de 9 Rack's de aproximadamente 25kW de capacidad de potencia, para garantizar la demanda es necesario analizar el sistema eléctrico, además de hacer un análisis de los sistemas eléctricos, considerando la carga eléctrica para alimentar el sistema de aire acondicionado a instalar.

Además de un nuevo sistema de climatización que sea adecuado para solventar la problemática de aumento de temperatura.

De acuerdo a la NOM 001 SEDE 2012, en su Artículo 4.2.13, menciona que toda instalación eléctrica debe de contar con un plano eléctrico aunque el alcance, la presentación y el grado de detalle varían ampliamente.

El diagrama unifilar identifica y suministra información sobre las dimensiones de los componentes principales del sistema eléctrico y muestra la distribución de potencia instalada [20].

Para empezar a describir la distribución eléctrica cuyo diagrama unifilar se observa en el Anexo D, se cuenta con una acometida de 13.2 kV por parte de la empresa suministradora del Servicio Público de Energía Eléctrica, en este caso Comisión Federal de Electricidad.

²⁰NOM 001 SEDE 2012, "Instalaciones Eléctricas", Art.- 440, Diario Oficial de la Federación. Publicado: 19/11/12.

Posteriormente una subestación reductora, a 13.2kV/600V con un transformador trifásico con capacidad de 300kVA, con una protección de un interruptor termomagnético de 3x600A.

La distribución eléctrica está conformada por un cableado que se dirige al sistema de transferencia automática, cuya cédula de cableado se muestra a continuación en la siguiente tabla.

Tabla 2.3 Cédula de Cableado Transformador de Potencia- Control Automático de Transferencia.

Cédula de Cableado

9-300 AWG THW 1xF.
 3-300 AWG THW N.
 1-2 AWG THW T.F
 C.A.
 3T-76mm P.V.C.
 I = 560.53 A.
 L = 30m.
 e% =0.92 %

Fuente: Administración CPD, Ing. Francisco X. Flores.

El sistema de transferencia Automática está encargado de realizar el cambio de alimentación de la compañía suministradora de energía eléctrica a una planta de emergencia de la Marca SELMEC con una potencia nominal de 300kW.

El cableado que sale de sistema de transferencia, se conecta a un Sistema de Alimentación Ininterrumpida (SAI), que a su vez auto-soporta un Tablero de Distribución Eléctrica seccionado de la marca Federal Pacific.

Tabla 2.4 Cédula de Cableado Control Automático - Tablero de Distribución Seccionado.

Longitud	Corriente	Cédula de Cableado	Caída de tensión
L= 60 m.	560.53 Amp.	9-300 3xF 3-300 N 1-2 T.F. de C.A. 3T-76mm	1.84 %

Fuente: Administración CPD, Ing. Francisco Xavier Flores.

De los datos anteriores, el Sistema de Alimentación Ininterrumpida (SAI), como se mencionó auto-soporta el Tablero de Distribución Eléctrica (Sección A y Sección B), de distribución eléctrica por 30 min, por medio de un banco de 40 baterías 12V, esto debido a que la carga de los circuitos derivados resulta crítica; por que alimenta a los equipos de tecnologías de la información y comunicaciones; además de otros servicios como el aire acondicionado, luminaria de emergencia, Sistemas de Control de Acceso, Cámaras de Circuito Cerrado, Conmutador etc.

En la Tabla 2.5, se observa los datos de placa del SAI, con el fin de conocer su capacidad y demanda.

Tabla 2.5 Datos Técnicos de Sistema de Alimentación Ininterrumpida.

Datos del SAI: Sistema de Alimentación Ininterrumpida		Datos de Baterías	
Equipo:	UPS	Equipo:	Baterías
Capacidad:	120 KVA	Capacidad:	12 V
Marca:	Eaton (antes Powerware)	Marca:	C&D Technologies Disnasty
Serie:	9390-120	Modelo:	UPS12-300MR
No. De Serie UPS:	EE114CBB09	Núm. De Baterías:	40 Baterías
Tiempo de Respaldo:	27 minutos (en display)	Núm de Bancos:	1 Banco de Baterías

Fuente: Elaboración Propia.

Los parámetros eléctricos del Sistema de Alimentación Ininterrumpida (SAI), arrojan datos de entrada que se observan en la Figura 2.7, que se obtuvieron mediante el display de información del SAI.

Figura 2.7 Datos de Salida del Sistema de Alimentación Ininterrumpida.



Fuente: Elaboración Propia.

Se observa, mediante la información desplegada en la Figura 2.7, que el sistema de alimentación ininterrumpida se encuentra al 47% de su capacidad, ya que registra una demanda de 57.1kVA para un equipo de capacidad nominal de 120kVA.

Sin duda, esto nos da una certidumbre muy alta, acerca de la capacidad instalada actualmente, esto con el fin de posteriormente dependiendo del equipo de aire proyectado, debido a que este último también deberá estar respaldado.

2.3 Carga Térmica a Retirar

La ganancia de calor en el recinto, es la velocidad a la que se recibe calor en cualquier momento dentro del recinto, estas ganancias de calor se transmite de muchas maneras: radiación solar, conducción y convección.

La estimación de la carga térmica nos sirve como base, para la elección del equipo de acondicionamiento, evaluando la ganancia de calor del espacio.

En el Anexo A, se tiene la estimación de la carga, los resultados ahí obtenidos determinan mediante la simulación, en donde se describe el tipo de construcción como por ejemplo:

- ✓ Los datos climáticos para el sitio de construcción.

- ✓ Datos de materiales de construcción para paredes, techos, ventanas, puertas, protecciones solares exteriores y pisos, y para las particiones interiores entre las regiones condicionadas y no condicionadas.
- ✓ Tamaño de la construcción y los datos de la presentación, incluyendo las zonas de pared, techo, ventana, puerta y piso, la exposición orientaciones y características de sombreado externos.
- ✓ Características de la carga interna que determine los niveles y horarios de ocupación, sistemas de iluminación.
- ✓ Equipo de oficina, electrodomésticos y máquinas en el edificio.

Figura 2.8 Elementos principales que constituyen un CPD.



Fuente: Elaboración propia.

Conforme a las recomendaciones de la ASHRAE, los rangos de parámetros de temperatura y humedad, han elaborado nuevas directrices, desarrolladas con un enfoque en proveer mayor información para el diseñador de centros de procesamiento de datos, mediante la cual se divide por clases, según el tipo de aplicación de climatización.

Tabla 2.6 Clases de control de Ambiental para CPD (2008 y 2011).

2011 Clases	Aplicaciones	Equipo de TI	Control Ambiental
A1	Centro de Datos.	Servidores Empresariales, equipos de almacenamiento	Extremadamente controlado
A2		Concentración de servidores, equipos de almacenamiento, computadoras personales, centros de trabajo.	Control Moderado
A3		Concentración de servidores, equipos de almacenamiento, computadoras personales, centros de trabajo.	Control Moderado
A4		Concentración de servidores, equipos de almacenamiento, computadoras personales, centros de trabajo.	Control Moderado
B	Oficina, Hogar.	Computadoras Personales, centros de trabajo, impresoras.	Mínimo Control
C	Puntos de Ventas, industria fabricas etc.	Equipamiento en puntos de venta, controladores robustos, computadoras.	Ningún Control

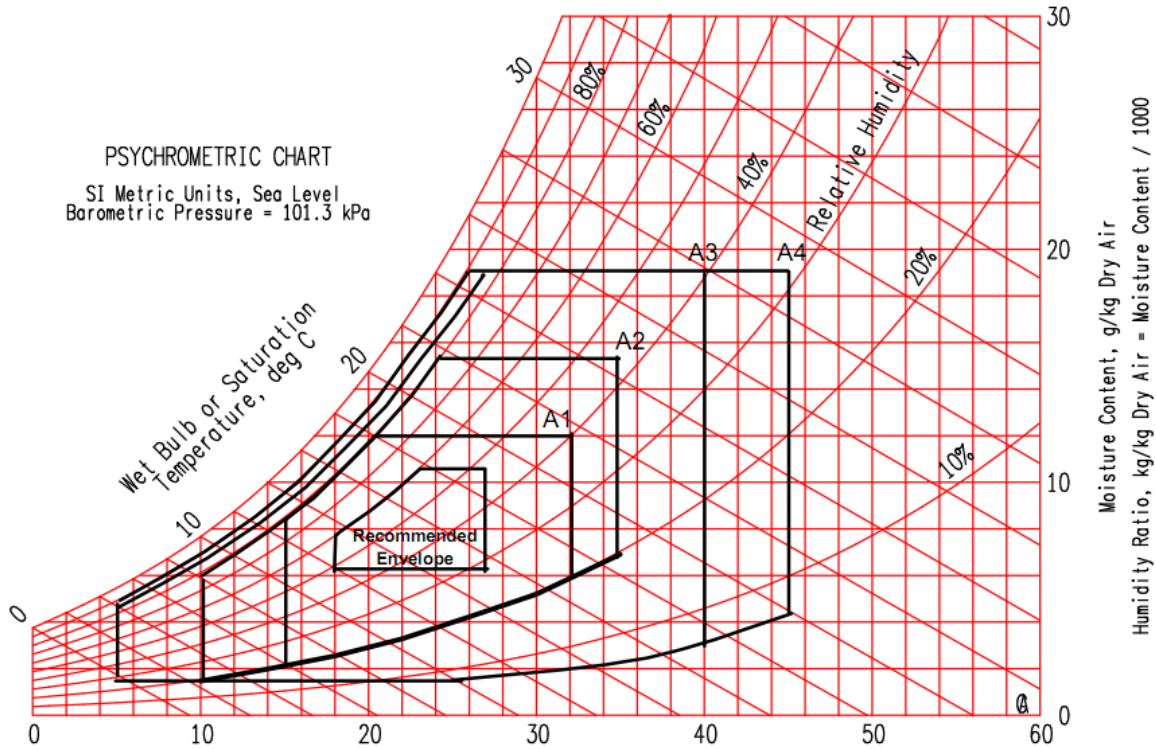
Fuente: Thermal Guidelines for Data Processing Environments– Expanded Data Center Classes and Usage Guidance 2011. [21]

A partir de la Tabla 2.6, se muestra una comparativa de la norma publicada en el 2008 y la que actualmente se encuentra vigente en el año 2011, se observa que para la norma vigente, existen 4 clases de control ambiental para la aplicación de los centros de procesamiento de datos (A1, A2, A3 y A4), siendo la clase A1, la clase de control de temperatura y humedad más estrecho.

Dicho lo anterior, se muestra en la siguiente Figura 2.9, los rangos de temperatura y humedad relativa, para las diferentes clases para procesamiento de datos; el control de temperatura y humedad de manera gráfica se representa mediante la carta psicrométrica, la cual contiene gran cantidad de información de forma muy sencilla, además de ser de gran ayuda para estudiar los procesos de climatización.

²¹ASHRAE Technical Committee (TC) 9.9 Mission Critical Facilities, Technology Spaces, and Electronic Equipment. Fecha de Publicación: 2011

Figura 2.9 Carta Psicrométrica que muestran los rangos de temperatura y humedad relativa para el tipo de Clase de Control.



Fuente: 2011 Thermal Guidelines for Data Processing Environments– Expanded Data Center Classes and Usage Guidance. [22]

De la Figura 2.9, se observa de manera más clara, los rangos necesarios para el control de ambiente en un centro de procesamiento de datos, dependiendo del tipo de clase de control de temperatura y humedad, cabe mencionar que se ilustra un rango recomendado de aproximadamente 18°C a 26°C con un rango de humedad de un 30 a 60 % de humedad relativa.

Para comenzar a describir el proceso de la obtención de la carga térmica, primero se contabilizó la potencia total de luminarias que son alrededor de 7200 W, así como una extensión de 174.01m² de muros y plafón.

Los muros están constituidos por tablero de yeso con espacio de aire de 2 pulgadas, mientras el piso es de tipo falso marca Besco, con alma de aglomerado, a base de, encapsulado en lámina de acero galvanizado, cubierto con plástico laminado

²²ASHRAE Technical Committee (TC) 9.9 Mission Critical Facilities, Technology Spaces, and Electronic Equipment 2011.

antiestático, por sus propiedades térmicas es recomendable su utilización en centros de cómputo ya que evita que se transmita el frío de la cámara plena a la superficie del piso de 40 x 40 centímetros, es sostenida por soportes, que se eleva 60 centímetros del piso de concreto.

El techo de concreto se ubicado a unos 1.5 metros por arriba de techo aparente de plafón, en placas de 60.3 x 60.3 centímetros, color blanco, con suspensión visible por soporte tee principal, ángulo perimetral, travesaños de 1.22 x 0.61 metros, suspendidos con alambre galvanizado calibre 16, taquetes y anclas.

También hay un cancel de aluminio en módulos con puerta batiente de 1.00 x 2.20m, con antepecho, con perfiles de línea de 3" de aluminio y perfiles pesados para puerta de línea de 1 3/4" pulgadas de aluminio y cristal flotado claro de 6 mm de espesor.

Todos estos elementos influyen en la transmisión de la transferencia de calor, lo que causa un retardo en el calentamiento del aire en el entorno cerrado, motivo por el cual se tomaron los materiales de construcción con propiedades similares, a las que se encuentran en la base de datos del programa Hourly Analysis Program V 4.50 para simular el entorno para el diseño de climatización.

Los resultados obtenidos en referencia a la ganancia térmica (véase anexo A) que se presenta en el sitio, se resume en la siguiente tabla:

Tabla 2.7 Carga térmica obtenida por el Software Hourly Analysis Program V 4.50.

Resumen Carga Térmica en el CPD			
Tipo de Carga	Cantidad	Sensible Btu/h	Latente Btu/h
Muros	154.78 m ²	22080	
Techo	174.01 m ²	6226	
Suelo	174.01 m ²	1311	
Luminaria	7200 W		
Equipamiento Electrónico	84000W	286604	
Personas	5	1475	2275
Factor de almacenamiento	5%	17188	68
Carga térmica		334884	2343
Total		337227	

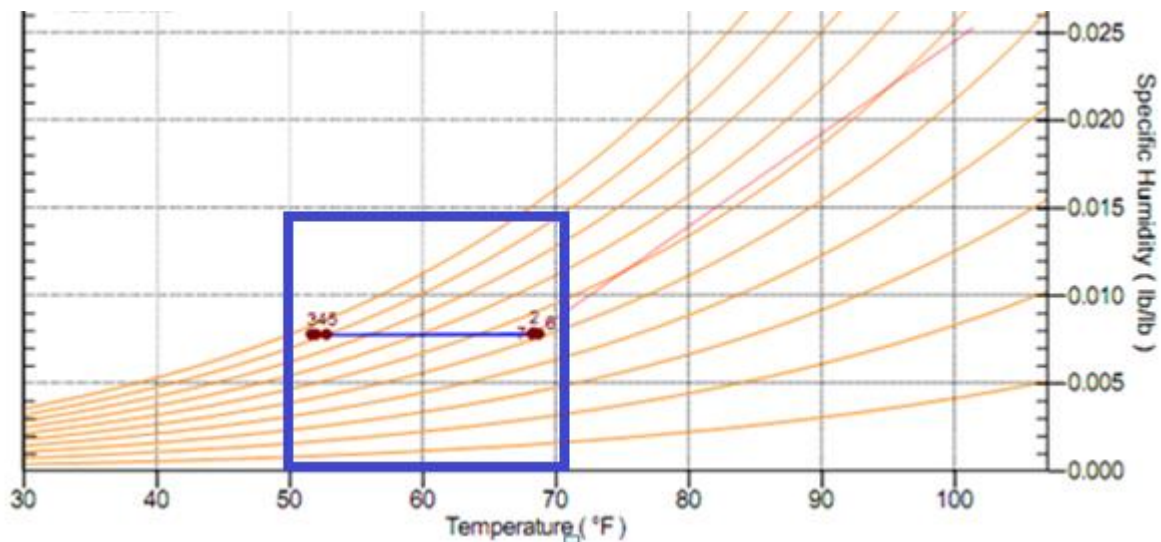
Fuente: Resultado de la Simulación en Hourly Analysis Program V 4.50 (Véase Anexo A).

Con un total de 337227 BTU/h (28 TR), capacidad térmica que es necesaria de remover dentro del recinto, a partir de la información obtenida, Hourly Analysis Program V 4.50, es posible determinar el rango de temperatura y humedad en el sitio, para esto solo queda proponer un sistema de aire acondicionado que regule de manera adecuada.

La propuesta de control de temperatura y humedad de este trabajo, es de 21°C con una humedad relativa de 50%; ya que estos parámetros se consideran propicios.

A continuación se muestra en la Figura 2.10, el rango de temperaturas que se obtuvieron de la simulación para un sistema de aire acondicionado, de acuerdo a las condiciones de la localidad de Laredo, Tamaulipas.

Figura 2.10 Carta Psicrométrica obtenida mediante la simulación en Hourly Analysis Program V 4.50



Fuente: Resultado de la Simulación en Hourly Analysis Program V 4.50 (Véase Anexo A).

Se observa que para llegar a los valores planteados con anterioridad, es posible ya que en la gráfica anterior resulta que es el valor medio del rango de acuerdo a las condiciones planteadas en la localidad de Nuevo Laredo, Tamaulipas.

Es posible determinar el rango de temperatura y humedad en el sitio, para esto la capacidad requerida es la de 337227 BTU/h (28 TR), dicho sea de paso la capacidad térmica que dio como resultado en la simulación tomando el 100% de la carga térmica en sitio.

El siguiente paso es elegir un sistema de aire acondicionado que resulte adecuado para mantener un margen de temperatura y humedad muy angosto, esto

mediante un control automático que monitoree estos parámetros, de manera continua y pueda operar de manera autónoma durante los cambios que se presenten en el ambiente.

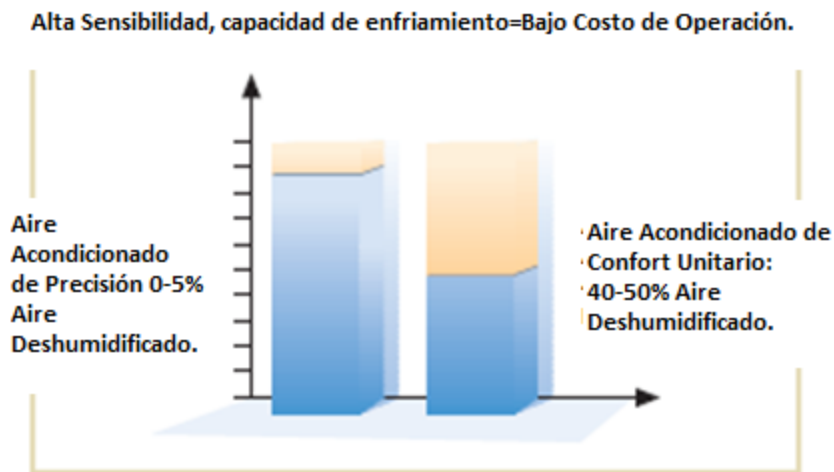
2.4 Selección de Equipo de Climatización.

La prioridad de integración de tecnologías de alta eficiencia; para optimizar el Centro de procesamiento de Datos, deriva principalmente para elegir apropiadamente un equipo de climatización.

Con base a lo anterior, se considera un análisis que consiste en la siguiente comparativa:

Los aires acondicionados de confort instalados en edificios para oficinas están diseñados con una relación de enfriamiento sensible de 60-70% del trabajo que un sistema de confort hace es remover calor y el otro 30-40% es remover humedad. [23]

Figura 2.11 Capacidad de Enfriamiento entre equipos de Precisión vs Confort.



Fuente: <http://www.dobarro.com.uy/canal.asp?CanalId=37>.

²³P. Nuno J.L. Rivas & J.E. Ares, "Climatización en los Centros de Procesamiento de Datos" <http://www.rediris.es/difusion/publicaciones/boletin/76/enfoque2.pdf>_ Fecha de Consulta: 04/07/13

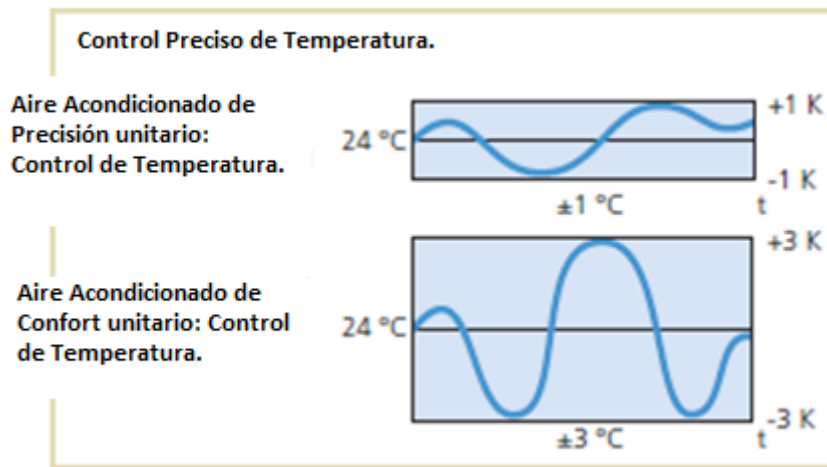
Además que no tienen un control estricto de los parámetros, para responder a los cambios de temperatura que suelen ocurrir de manera rápida, esto limitaría la eficiencia energética al no variar el flujo del aire al instante.

Considerando la capacidad requerida en el centro de procesamiento de datos se necesitaría instalar una unidad central ya que son equipos de capacidad mayores de 30TR. Esto implicaría un mayor espacio físico para instalarlo tanto en piso como en azotea o en otro caso sería instalar al menos 2 equipos de confort lo que resultaría muy complicado dado el espacio con el que se cuenta en el CPD, además incrementaría los costos de instalación y mantenimiento.

Una diferencia de los equipos de precisión, radica principalmente en que poseen una relación mucho más alta de enfriamiento sensible del 85-95%, y por lo menos de un 5 al 15% al control de humedad [24], definitivamente para uso exclusivo para mitigar el calor que disipan los equipos electrónicos.

También los controles de temperatura son muy sensibles para detectar cambios de temperatura, lo que contribuye de manera significativa a solo distribuir el aire necesario.

Figura 2.12 Comparación de control de temperatura de Precisión y Confort.



Fuente: <http://www.dobarro.com.uy/canal.asp?CanalId=37>.

24 ibid

Una ventaja principal de esta unidad manejadora de aire de precisión, es de tipo paquete, esto facilitaría la instalación, así como para su posterior mantenimiento preventivo en un futuro.

Figura 2.13: Equipo de climatización de Precisión.



Fuente: <http://www.emersonnetworkpower.com/documents/en-us/brands/liebert/documents/discontinued%20product%20documents/sl-18000.pdf>

2.5 Justificación de la sustitución de los Equipos Existentes.

Una de las ventajas de sustituir equipo de aire acondicionado de alta eficiencia, es la de tener un bajo consumo en facturación eléctrica, lo que contribuirá en el ahorro de energía, de tal manera que el proyecto sea sustentable.

La medida de ahorro de energía eléctrica propuesta en el sistema de climatización es la de sustituir cuatro módulos UMA (Unidad Manejadora de Aire) que contienen de 4 compresores de tipo tornillo.

Debido a que el costo de la energía eléctrica consume una gran parte de los recursos necesarios para su operación, se realizó un proyecto de ahorro de energía eléctrica comenzando por un diagnóstico energético referente al equipo de climatización existente.

Los módulos de aire acondicionado actuales, se encuentran operando por debajo de la capacidad requerida para el proceso, esto en gran medida por las reparaciones que el equipo ha sido objeto, la falta de mantenimiento adecuado, aunado a la operación del equipo por más de 15 años.

Tabla 2.8 Consumo energético del equipo de Climatización Existente.

Identificación	Datos de Operación			Demanda kW	Operación Horas Operación	Consumo kWh/año
	H (%)	FC (%)	T.R			
UMA 1	85.2	70	10.55	8.69	8760	76124.4
UMA 1	85.2	70	10.55	8.69	8760	76124.4
UMA 2	85.2	70	10.55	8.69	8760	76124.4
UMA 2	85.2	70	10.55	8.69	8760	76124.4
Total						304497.6

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 2.8, se observa el consumo actual de los equipos de aire acondicionado en los que actualmente opera, los compresores tipo tornillo, resultan ser poco precisos para la regulación de temperatura; ya que esta compuesto por termostatos en lugar de sensores de temperatura digitales, es por tal motivo cuya sensibilidad no resulta adecuado para los estándares de regulación de temperatura requeridos

En el CPD se ha registrado una temperatura máxima de hasta 26°C y una humedad relativa de 25%, por lo que existe un sentido de urgencia por mitigar esta deficiencia en el control del ambiente que recomienda la ASHRAE, para aproximarse a parametros óptimos.

Ante los planes de la organización de necesidad de adquirir nuevos equipos de tecnologías de la información, será necesario optimizar el sistema de climatización de forma que se plantea la sustitución, por un equipo que regule la temperatura para contrarestar el incremento de temperatura, debido a la instalación de nuevos equipos de tecnologías de la información propiciaría la transmisión de calor por pérdida eléctrica.

2.6 Equipamiento a Instalar.

Con el propósito de ampliar de manera general las características de sistema de aire acondicionado de precisión, es necesario involucrar las características especiales que permiten a este equipo ser el adecuado a instalar respetando las recomendaciones del fabricante del equipo de climatización.

2.6.1 Unidad Manejadora de Aire (Evaporadora).

La evaporadores se definen de tipo expansión seca o directa, debido a que cuando el aire se enfria, se utilizan los serpentines de tubo dispuestos en forma de rolo, para producir mayor transferencia de calor de una longitud determinada.

Al ser una unidad tipo paquete en el interior contiene 2 compresores Copeland Scroll Digital de alta eficiencia; ya que modula su capacidad de 10 a 100%, mediante el cual permite acondicionar cargas variables en donde se requiera un control estricto de humedad y temperatura.

Otra ventaja de estos compresores es que es capaz de responder con precisión, no necesita arrancar y detenerse como los compresores comunes, esto significa tener una amplia confiabilidad y durabilidad para una mayor vida útil.

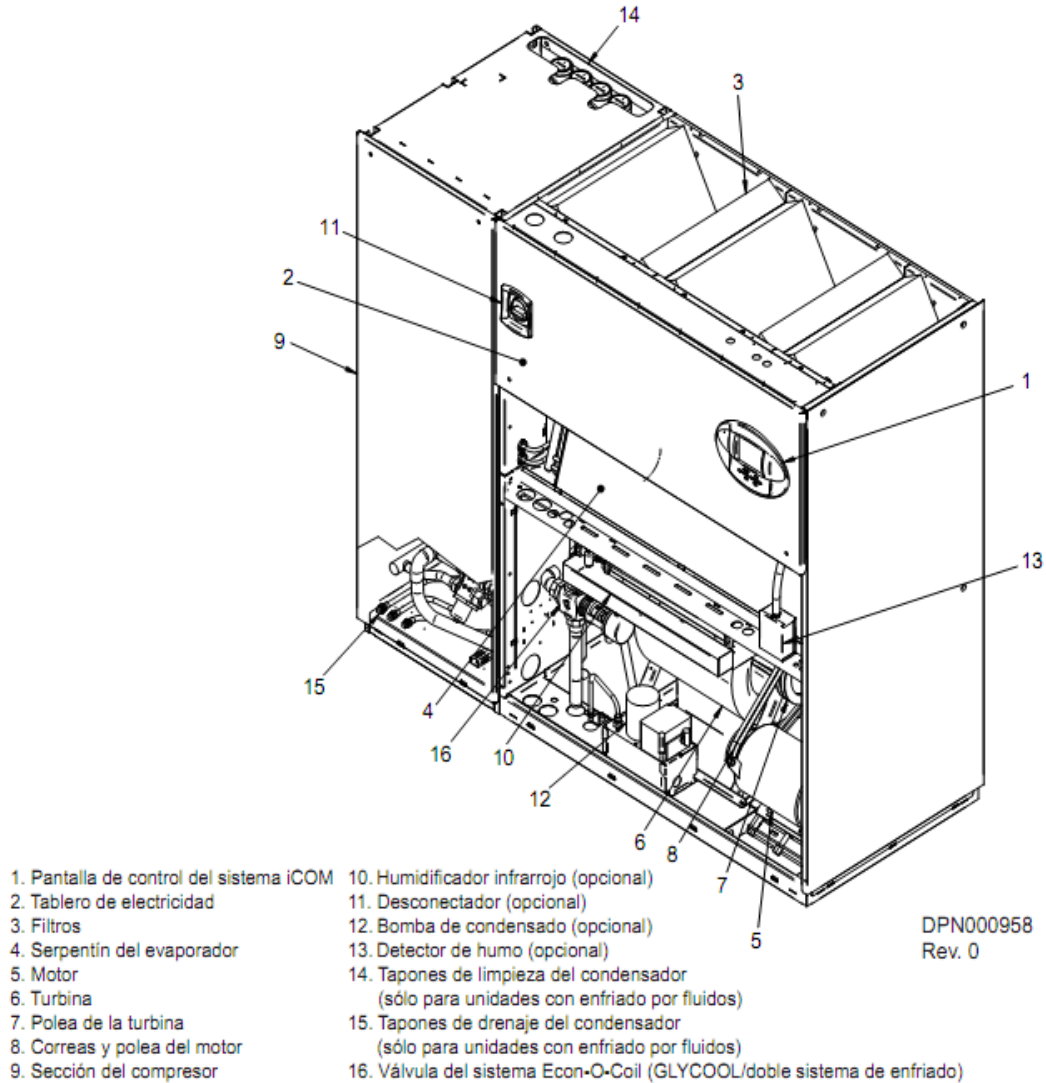
Posee un humidificador infrarojo cuya función es la de agregar vapor de agua al ambiente, cuando sea requerido, esto se consigue por medio de un depósito de agua que suministrará agua a una charola, donde se vertirá el agua que será evaporada por los rayos infrarojos.

En el proceso de la transferencia de calor, da paso a que se efectúe el fenómeno de la condensación del vapor de agua, por esta razón se dispone a drenar el líquido que se concentrará en un charola y de tal manera que el cúmulo de agua siga su cauce, por medio de una tubería que drene dicho líquido, a un lugar exterior de las instalaciones para depositarlo al drenaje.

El microprocesador controla la válvula de expansión, la cual permite el paso del refrigerante al serpentín de la evaporadora, esta tarjeta de control se encuentra instalado detrás del display de información que se ubica en la parte superior derecha, la tarjeta electrónica tiene comunicación con la evaporadora y condensadora, de tal forma que un sensor instalado en cualquier parte del CPD, facilitará las mediciones que se monitorean para que la válvula de expansión permita el paso del refrigerante.

Existen otros elementos característicos de la unidad manejadora de aire acondicionado de precisión, se observa mediante en la Figura 2.14 el diagrama donde se visualiza de manera más específica la ubicación de los mismos.

Figura 2.14 Evaporadora Marca Liebert.



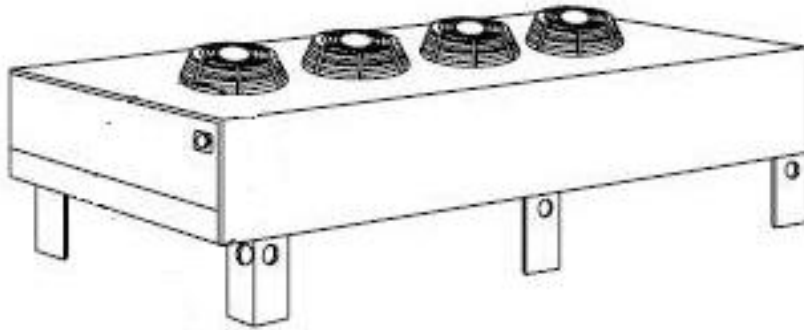
Fuente: www.emersonnetwork.com

En la parte inferior, se localiza una turbina centrífuga; cuya función es la de distribuir el aire acondicionado en este caso hacia abajo, debido a que el flujo de aire se suministra por debajo del piso falso, que a su vez será inyectado por rejillas colocados en los mosaicos del piso.

2.6.2 Unidad Condesadora.

El condensador tiene como propósito eliminar del sistema la energía ganada en forma de calor absorbido por el refrigerante en el evaporador y el compresor, por lo que resulta conveniente enfriarlo por medio del serpentín ubicado en la parte exterior; de manera que por convección natural, se transmite el calor al aire con ayuda de ventiladores para acelerar el proceso de enfriamiento.

Figura 2.15 Unidad Condesadora.



Fuente: Emerson Network

Además, la unidad condensadora está controlada por un VFM (Variador de Frecuencia Modulada) cuya función es como su nombre lo indica, es la modular el ciclo de trabajo de la frecuencia que depende directamente de la demanda de enfriamiento, también un supresor de pico de voltaje, para proteger la parte electrónica y la alimentación eléctrica.

CONCLUSIONES

Al término de este capítulo 2, se describió de manera específica la distribución y las características de los elementos que emiten calor en el interior del CPD.

Estos datos obtenidos previamente, fueron simulados mediante el programa Hourly Analysis Program, lo que permitió obtener de manera más certera la carga térmica (véase Anexo A), que resultó de 337227 BTU/h (28.102 TR) equivalente a 98.831 kW considerando el 100% de la carga térmica al interior del CPD.

Esta carga térmica mencionada anteriormente, incluye los equipos que la organización pretende instalar para expandir sus servicios de administración de la información y comunicaciones.

En este sentido el control de temperatura y humedad propuesto fue de $\pm 1^{\circ}\text{C}$ y $\pm 2\%$ HR (Humedad Relativa) para valores de funcionamiento previstos a 21°C y 60% HR.

Se plantea la integración del sistema de aire acondicionado de precisión, dicho sistema tiene las características propicias para el control estricto con una capacidad de enfriamiento de 358274 BTU/h (30 TR) o 105 kW.

El resultado de la simulación demuestra un rango de temperatura de 50 a 70 °F o bien de 10°C de inyección a 21.1°C con una HR en la distribución del aire dentro del CPD, de lo cual se deduce que el sistema cumple con lo establecido.

CAPÍTULO 3

Instalación del Equipo de Aire Acondicionado de Precisión.

Introducción.

El diseño de una instalación eléctrica ya sea residencial, comercial o industrial, se desarrolla con el principal objetivo de asegurar la disponibilidad del servicio de energía eléctrica de manera confiable y segura.

Es fundamental que el dimensionamiento de los circuitos de alimentación eléctrica, protecciones eléctricas, alambrado etc., corresponda a un diseño sustentando por una memoria cálculo, de tal manera que permita cumplir con los parámetros eléctricos requeridos.

El diseño está orientado al equipo de aire acondicionado de precisión, de tal manera que con base a la información contenida placa de datos del equipo a instalar, se comienza con el estudio de sus características eléctricas.

Se debe proveer un sistema de aire acondicionado, cuya función exclusiva sea la de mitigar el calor, generado por los equipos informáticos al interior del centro de procesamiento de datos, que opere de manera continua y segura.

Además de aplicar las recomendaciones contenidas en la NOM 001 SEDE 2012, para el caso de instalaciones eléctricas en los centros informáticos y equipos electrónicos sensibles.

Una correcta instalación eléctrica evita pérdidas por corto circuito, calentamiento del conductor eléctrico, caída de tensión, a veces es necesario contar con supresores de picos, elementos que permitan tener calidad en el suministro de energía y de tener un factor de potencia aceptable.

Cabe señalar, que el sistema de aire acondicionado incluye el dimensionamiento y tipo de tubería, la cantidad de refrigerante, esto siguiendo las especificaciones técnicas que el fabricante del equipo indica, para así optimizar el sistema elevando su eficiencia de operación.

3.1 Instalación Eléctrica del Aire Acondicionado de Precisión en el CPD.

Al iniciar el proceso de instalación eléctrica del sistema de climatización de precisión, en la norma oficial mexicana NOM 001 SEDE 2012; se hace referencia sobre los requisitos en las salas de equipamiento de tecnología de la información.

Dicha norma indica que todos los equipos de tecnología de la información y de comunicaciones que se instalen en la sala estén aprobados, esto último se refiere que tengan una certificación que garantice la calidad de los equipos y materiales.

Se especifica en el Art. 645-4, donde se indican las características de diseño en cuestiones de instalaciones eléctricas para sistemas de aire acondicionado, encargados específicamente para mitigar el calor de los equipos electrónicos.

Para nuestro caso particular de estudio, en ese mismo artículo se especifica que se debe proporcionar un sistema independiente de calefacción, ventilación o aire acondicionado, única y exclusivamente para contrarrestar la elevada temperatura.

Solo está permitido que los elementos instalados en la sala, ya sea el alambrado y equipo eléctrico asociado con la operación de la salas de equipos de tecnología de la información.

Para ser más específicos, la NOM SEDE 2012 considera a los sistemas de HVAC, de comunicaciones y de monitoreo, como por ejemplo: el servicio telefónico, sistemas de alarma contra incendio, sistemas de seguridad y otros equipos de protección como equipos asociados con la operación de la sala de tecnologías de la información.

Con base a esta información y los requerimientos para la instalación del sistema de aire acondicionado de precisión con apego a la ya mencionada norma vigente de instalaciones eléctricas.

3.1.1 Cálculo de Conductor Eléctrico.

Para determinar el cálculo del calibre del conductor eléctrico para el sistema de aire acondicionado de precisión, se hará un análisis por corriente nominal en la que opera la condensadora y evaporadora.

Los conductores usados en las instalaciones eléctricas deben cumplir ciertos lineamientos:

- ✓ Límite de tensión de aplicación.
- ✓ Capacidad de conducción de corriente que representa la máxima corriente que puede conducir un conductor para un calibre dado por los siguientes factores:
 - a) Temperatura.
 - b) Capacidad de disipación de calor producido por las pérdidas en función del medio en que se encuentre el conductor, es decir, aire o tubo conduit.
- ✓ Máxima caída de voltaje permisible de acuerdo con el calibre del conductor y la corriente que conducirá, se debe respetar la máxima caída de voltaje permisible por el reglamento de obras e instalaciones eléctricas y que es del 3% del punto de alimentación al punto más distante de la instalación.

3.1.2 Circuitos Alimentadores.

Los circuitos alimentadores suministran energía eléctrica a uno o varios grupos de cargas, en el Artículo 215 contenidos en la NOM 001 SEDE 2012, se indican las recomendaciones, para el cálculo de los conductores y protección contra sobrecorrientes.

Por tal motivo en la siguiente tabla, se presenta en primera instancia los datos de placa del sistema de aire acondicionado de precisión.

Tabla 3.1 Datos de Placa del Sistema de Aire Acondicionado de Precisión.

Cant	Equipo	Marca	Volts	Fases	Frec.	IL1	IL2	IL3	P
1	UMA	Liebert	220 V	3	60 Hz	127.5 A	127.5 A	127.5 A	41.46 kW
1	Condesadora	Liebert	220 V	3	60 Hz	16.5	16.5	16.5	

Fuente: Elaboración Propia.

Del Tabla 3.1, se observa los datos de placa de la evaporadora y condesadora, a partir de estos datos será posible calcular los requerimientos técnicos para el diseño de una instalación eléctrica fiable y segura.

La intervención del tablero de distribución eléctrica, se realiza con el propósito de alimentar el equipo Aire Acondicionado de Precisión de 30 TR, los parámetros eléctricos de la sección B del tablero de distribución de la Marca Federal Pacific de

modo que para calcular la capacidad del interruptor electromagnético se cuenta con la información de placa de los dos elementos.

Enseguida se dispone a sumar los valores nominales de corriente para un total de 144 A, esto se observa en la Tabla 3.2, donde se obtiene la corriente total del sistema de aire acondicionado de precisión

Tabla 3.2 Ampacidad para el alimentador.

Equipo	Marca	Volts	Fases	Frecuencia	IL1	IL2	IL3
UMA	Liebert	220	3	60	127.5	127.5	127.5
Condesadora	Liebert	220	3	60	16.5	16.5	16.5
Total					144	144	144

Fuente: Elaboración Propia.

De tal forma, que la ampacidad requerida es de 25% adicional a la carga de diseño prevista del equipo.

$$\text{Ampacidad} = 144 \text{ A} \times 1.25 \%$$

$$\text{Ampacidad} = 180 \text{ A}$$

De acuerdo a los valores comerciales de los interruptores electromagnéticos, el que corresponde de acuerdo a su capacidad interrutiva a instalar es el de 3x200 A.

El valor del conductor que corresponde al alimentador, de acuerdo a la Tabla 3.3, se visualiza de los valores nominales de alimentadores acorde a la corriente, se determina el tamaño del conductor.

Tabla 3.3 Valores nominales del alimentador de acuerdo al tamaño de conductor.

Valor nominal de acometida o del alimentador (amperes)	Tamaño o designación del conductor			
	Cobre		Aluminio	
	mm ²	AWG o kcmil	mm ²	AWG o kcmil
100	21.2	4	33.6	2
110	26.7	3	42.4	1
125	33.6	2	53.5	1/0
150	42.4	1	67.4	2/0
175	53.5	1/0	85.0	3/0
200	67.4	2/0	107	4/0
225	85.0	3/0	127	250
250	107	4/0	152	300
300	127	250	177	350
350	177	350	253	500
400	203	400	304	600

Fuente: NOM 001 SEDE 2012. [25]

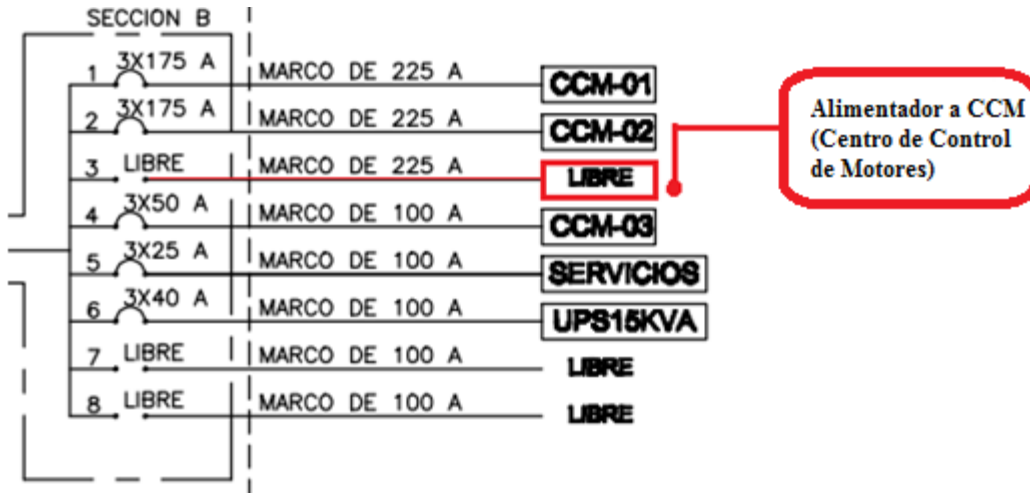
A partir de la Tabla 3.3, se observa que para un alimentador de 200 A, el diámetro del conductor indicado es de 67.4mm o 2/0AWG; de esta manera se obtuvieron las características del conductor a instalar.

3.1.3 Protección contra Sobrecorriente Eléctrica.

La protección contra sobrecorriente, para conductores y equipos se instala un dispositivo de protección para que abra el circuito derivado en caso de corto circuito.

²⁵ NOM 001 SEDE 2012, "Instalaciones eléctricas", Diario Oficial de la Federación, Fecha de Publicación: 29/12/12.

Figura 3.1 Sección B del Tablero de Alimentación Eléctrica.



Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 3.1, se observa la mediante el diagrama unifilar la sección B del tablero de Distribución, se aprecia que en la posición 3 se encuentra disponible, además que el marco instalado es para un interruptor de 3x225A es lo suficientemente amplio; para colocar el interruptor electromecánico de 3x200 A que alimente al CCM (Centro de Control de Motores).

El Centro de Control de Motores se dispondrán de dos interruptores electromagnéticos de protección contra sobrecorriente, para la unidad evaporadora y la condensadora.

3.1.4 Cálculo de Conductor por Corriente Eléctrica.

Caso A: Unidad Evaporadora.

Tomando en cuenta los datos de placa, el equipo opera a un voltaje de 220 V trifásico con una corriente nominal de 127.5 A por fase y una de potencia de 41.46 kW.

$$I_n = \frac{\text{kW} \times 1000 \text{ F. D.}}{\sqrt{3} \text{ V F.P.}} \text{ A} \quad \text{Ecuación 2.2}$$

De donde:

I_n = Corriente nominal

kW = Potencia Real

V = Voltaje

F. P. = Factor de Potencia

De la Ecuación 2.3 sustituimos los valores, obtenemos la corriente nominal.

$$I_n = \frac{41.46 \text{ kW} \times 1000 \times 1}{\sqrt{3} \times 220 \text{ V} \times 0.9}$$
$$I_n = 120.89 \text{ [A]}$$

Caso B: Unidad Condensadora.

En el caso B, el equipo opera a un voltaje de 220 V trifásico con una corriente nominal de 16.5 A por fase y una de potencia de 6.171 kW.

$$I_n = \frac{\text{kW} \times 1000 \text{ F. D.}}{\sqrt{3} \text{ V F. P.}} \text{ A} \quad \text{Ecuación 2.2}$$

De donde:

I_n = Corriente nominal

kW = Potencia Real

V = Voltaje

F. P. = Factor de Potencia

De la Ecuación 2.3 sustituimos los valores, obtenemos la corriente nominal.

$$I_n = \frac{6.171 \text{ kW} \times 1000 \times 1}{\sqrt{3} \times 220 \text{ V} \times 0.9}$$
$$I_n = 17.99 \text{ [A]}$$

La definición de ampacidad de un conductor es su capacidad de conducción continua de corriente bajo condiciones específicas. [26]

De acuerdo a la NOM 001 SEDE 2012, en el Artículo 310-15, hace mención de las generalidades de ampacidad para conductores con tensiones de 0 a 2000V donde

²⁶ Enríquez Harper, Gilberto "Guía práctica para el cálculo de instalaciones eléctricas" Editorial Limusa 2005 Pág. 72

ningún conductor debe utilizarse, si la temperatura de operación supera la temperatura del aislamiento.

El valor nominal de temperatura de un conductor es la temperatura máxima que puede soportar el conductor, en cualquier punto de su longitud, se puede constatar mediante el uso de las tablas del Art. 310, la ampacidad permisible, en el Apéndice B de la norma y los factores de corrección de temperatura ambiente.

Tabla 3.4 Factores de Correcciones por Temperatura.

Para temperaturas ambiente distintas de 30 °C, multiplique las anteriores ampacidades permisibles por el factor correspondiente de los que se indican a continuación:			
Temperatura ambiente (°C)	Rango de temperatura del conductor		
	60 °C	75 °C	90 °C
10 o menos	1.29	1.20	1.15
11-15	1.22	1.15	1.12
16-20	1.15	1.11	1.08
21-25	1.08	1.05	1.04
26-30	1.00	1.00	1.00
31-35	0.91	0.94	0.96
36-40	0.82	0.88	0.91
41-45	0.71	0.82	0.87
46-50	0.58	0.75	0.82
51-55	0.41	0.67	0.76
56-60	-	0.58	0.71
61-65	-	0.47	0.65
66-70	-	0.33	0.58
91-75	-	-	0.50
76-80	-	-	0.41
81-85	-	-	0.29

Fuente: NOM 001 SEDE 2012. [27]

Considerando una temperatura ambiente de 36 a 40°C, basados en un rango de temperatura del conductor a 75°C, el Factor de corrección de temperatura de conductor es $FCT = 0.88$

²⁷ Tabla Art.-310-15 Factor de Corrección por temperatura del conductor. NOM SEDE 2012 "Instalaciones Eléctricas" Diario Oficial de la Federación Publicación:29/11/12

El Factor de Corrección de Agrupamiento (FCA) es muy importante ya que sirve como indicador para conocer la cantidad de conductores permisibles en una tubería (sobre todo metálica); esto con el fin de evitar que se presenten fenómenos de inducción hacia las mismas ya sea de calor y de inductancia.

Por esta razón, el número de conductores es restringido de tal manera que permita obtener un arreglo adecuado para la sección del tubo que facilite la instalación.

Si **A** es el área interior del tubo en m² y **a** corresponde al área de los conductores:

$$F = \frac{a}{A} \quad [1] \quad \text{Ecuación 2.3}$$

Sin embargo, para fines prácticos en la Tabla 3.5 se observa el porcentaje de reducción de acuerdo con el número de conductores contenidos en una tubería.

Tabla 3.5 Factor de Corrección por Agrupación.

Número de Conductores	Porcentaje de reducción
De 4 a 6	0.8
De 7 a 24	0.7
25 a 42	0.6
Más de 43	0.5

Nota: Para menos de 4 conductores el valor de FCA=1. [28]

En estos casos debe considerar una disminución de la corriente eléctrica que soporta cualquier conductor. Para nuestro caso particular la tubería tendría 4 conductores (3H-3F), es decir; un conductor por fase.

Una vez obtenido los parámetros de la corriente real se obtiene mediante la siguiente ecuación:

²⁸ NOM 001 SEDE 2012 "Instalaciones eléctricas " Diario Oficial de la Federación
Publicación:29/11/12

$$I_R = \frac{I_N}{(FCT \times FCA)} [A] \quad \text{Ecuación 2.4}$$

Donde:

I_R = Corriente real

I_N = Corriente nominal

FCT = Factor de Corrección por Temperatura

FCA = Factor de Corrección por Agrupamiento

De acuerdo a la ecuación anterior obtenemos la corriente real se obtiene sustituyendo los valores en la Ecuación 2.5:

Caso A: Unidad Evaporadora.

$$I_R = \frac{120.89}{0.88 \times 1} [A]$$

$$I_R = 133.37 [A]$$

De esta manera, se obtiene la corriente real de la evaporadora.

Caso B Unidad Condensadora.

$$I_R = \frac{17.99}{0.88 \times 1} [A]$$

$$I_R = 20.44 [A]$$

De esta manera, se obtiene la corriente real de la unidad condensadora.

3.1.5 Cálculo de Conductor por caída de Tensión.

La caída de tensión en una instalación se presenta, cuando los voltajes en las terminales de las cargas es por lo general menor que el voltaje de alimentación. La norma técnica recomienda un porcentaje de caída de tensión permisible del 2%.

En esta ocasión para determinar la caída de tensión se obtiene a partir de los valores de resistencia y la inductancia de los conductores, estos datos son sustraídos de la Tabla 9 contenida en la NOM SEDE 2012 (Véase Anexo C).

La caída de tensión por fase está dada por:

$$V_n = I(R \cos \theta + X \sin \theta) \text{ [V]} \text{ Ecuación 2.5}$$

Donde:

v_n = Caída de voltaje por fase [V]

I = Corriente Eléctrica que circula por el conductor [A]

R = Resistencia por fase en ohms [Ω]

X = Reactancia inductiva por fase en ohms [Ω]

θ = Ángulo de factor de potencia [$^\circ$]

La reducción de la ecuación 2.6, se obtiene a partir la impedancia equivalente

$$Z_{eq} = R \cos \theta + X \sin \theta \text{ [\Omega]} \text{ Ecuación 2.6}$$

La Ecuación 2.6 representa el módulo de la resistencia equivalente, por lo tanto sustituyéndola en la Ecuación 2.5, obtenemos la siguiente expresión:

$$V_n = I Z_{eq} \text{ [V]} \text{ Ecuación 2.7}$$

De la Ecuación 2.7, se propone una caída máxima permisible del 2% en un circuito trifásico, mediante la resistencia y reactancia del conductor eléctrico que corresponda la ampacidad anteriormente para los casos de la unidad evaporadora y condensadora.

Con el apoyo de la Tabla 3.6, para tres conductores de cobre en tubo conduit a una temperatura de 40°C, el calibre del conductor de acuerdo a su ampacidad requerida tanto por la unidad evaporadora y la condensadora.

Tabla 3.6 Ampacidad de Cables de tres conductores de cobre en tubo conduit a 40°C.

Tabla 310-15(b)(20).- Ampacidades de no más de tres conductores individuales aislados para Tensiones de hasta e incluyendo 2000 volts, sostenidos por un mensajero, con base en una temperatura ambiente del aire de 40 °C*

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la Tabla 310-104(a)]			
		75 °C	90 °C	75 °C	90 °C
mm ²	AWG o kcmil	Tipos RHW, THHW, THHW-LS, THW, THW-LS, THWN, XHHW, ZW	Tipos MI, THHN, THHW, THHW-LS THW-2, THWN-2, RHH, RHW-2, USE-2, XHHW, XHHW-2, ZW-2	Tipos RHW, XHHW	Tipos RHH, XHHW, RHW-2, XHHW-2, USE-2, ZW-2
		COBRE		ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE	
8.37	8	57	66	—	—
13.3	6	76	89	59	69
21.2	4	101	117	78	91
26.7	3	118	138	92	107
33.6	2	135	158	106	123
42.4	1	158	185	123	144
53.5	1/0	183	214	143	167
67.4	2/0	212	247	165	193
85.0	3/0	245	287	192	224
107	4/0	287	335	224	262

Fuente: NOM SEDE 2012 “Instalaciones Eléctricas”, Diario Oficial de la Federación.

Caso A: Unidad Evaporadora.

De acuerdo con la ampacidad real de 133.37 A obtenida anteriormente, se propone un conductor cuya capacidad según la Tabla 3.6, sea el apropiado para fines de instalación.

Dado que la resistencia y reactancia para el conductor 1 AWG tiene una ampacidad de 158 A, para una temperatura de los conductores a 75°C en tubo conduit de aluminio, según la Tabla 9 (Véase Anexo C) los valores de resistencia y reactancia son los siguientes:

$$X_L = 0.151 \Omega/\text{km}$$

$$R = 0.52 \Omega/\text{km}$$

Sustituyendo dichos valores para obtener la impedancia equivalente, tomando en cuenta un F.P =0.95, si la distancia lineal entre el CCM y la Evaporadora es de 8.46 metros.

$$X_L = 0.151 \Omega/\text{km} \times 0.00846 \text{ km}$$

$$X_L = 0.001277 \Omega$$

$$R = 0.52 \frac{\Omega}{\text{km}} \times 0.00846 \text{ km}$$

$$R = 0.004399 \Omega$$

Por lo tanto, que para obtener la relación del ángulo de factor de potencia F.P se tiene las siguientes expresiones:

$$\cos \theta = 0.95; \quad \theta = \arccos 0.95 = 18.19^\circ$$

$$\sin 18.19^\circ = 0.3121$$

Enseguida se sustituyen los valores obtenidos en la siguiente ecuación:

$$Z_{eq} = (0.004399 \times 0.95) + (0.001277 \times 0.3121) [\Omega] \quad \text{Ecuación 2.6}$$

$$Z_{eq} = 0.004179 + 0.00039 [\Omega]$$

$$Z_{eq} = 0.004577 [\Omega]$$

Finamente se sustituye la ampacidad y la impedancia equivalente:

$$V_n = 137.37 \text{ A} \times 0.004577 [\Omega] \quad \text{Ecuación 2.7}$$

$$V_n = 0.6288 [\text{V}]$$

Esta caída de tensión representa una fase, así que se multiplica por 3; debido a las 3 fases que se requieren para la operación del equipo, de manera que se obtiene:

$$V_{3\phi} = 3 \times 0.6288 \text{ V} = 1.8864 [\text{V}]$$

El diámetro del conductor obtenido por caída de tensión fue de 42.4mm ó 1AWG de acuerdo a la capacidad de ampacidad de 158 [A], si la ampacidad real obtenida fue de 133.37 [A].

$$V\% = \frac{1.8864\text{V}}{220\text{V}} \times 100$$

$$V\% = 0.8574\%$$

Para el conductor de calibre 1AWG propuesto, la caída de tensión sería de 0.8574%, por lo tanto el conductor cumple con la norma cuya caída de tensión no supera el 2%.

Caso B: Unidad Condensadora.

En esta ocasión se dispone a calcular de la misma manera la caída de tensión, pero ahora con respecto a los valores de la unidad condensadora, ya que los parámetros eléctricos son diferentes.

Se propone un conductor cuya capacidad la Tabla 3.6, sea el apropiado para fines de instalación.

Dado que la resistencia y reactancia para el conductor 6 AWG tiene una ampacidad de 76 A, para una temperatura de los conductores a 75°C en canalización de aluminio, según la Tabla 9 (Véase Anexo C) los valores de resistencia y reactancia son los siguientes:

$$X_L = 0.167 \Omega/\text{km}$$

$$R = 1.61 \Omega/\text{km}$$

Sustituyendo dichos valores para obtener la impedancia equivalente, tomando en cuenta un F.P =0.95., si la distancia lineal entre el CCM y la Evaporadora es de 38.66 metros.

$$X_L = 0.167 \Omega/\text{km} \times 0.03866 \text{ km}$$

$$\mathbf{X_L = 0.006456 \Omega}$$

$$R = 1.61 \Omega/\text{km} \times 0.03866 \text{ km}$$

$$\mathbf{R = 0.06224 \Omega}$$

Por lo tanto, que para obtener la relación de al ángulo de factor de potencia F.P se tiene las siguientes expresiones:

$$\cos \theta = 0.95; \quad \theta = \text{ang cos } 0.95 = 18.19^\circ$$

$$\sin 18.19^\circ = 0.3121$$

Enseguida se sustituyen los valores obtenidos en la siguiente ecuación:

$$Z_{eq} = (0.06224 \times 0.95) + (0.006456 \times 0.3121) [\Omega] \quad \text{Ecuación 2.6}$$

$$Z_{eq} = 0.05913 + 0.002014 [\Omega]$$

$$Z_{eq} = 0.06114 [\Omega]$$

Finamente se sustituye la ampacidad y la impedancia equivalente:

$$V_n = 20.44 \text{ A} \times 0.06114 \text{ [V]} \text{ Ecuación 2.7}$$

$$V_n = 1.2498 \text{ [V]}$$

Esta caída de tensión representa una fase, así que se multiplica por 3 debido a las 3 fases, de manera que se obtiene:

$$V_{3\phi} = 3 \times 1.2498 \text{ V} = 3.7494 \text{ [V]}$$

El diámetro del conductor obtenido por caída de tensión fue de 42.4 mm ó 1 AWG de acuerdo a la capacidad de ampacidad de 155 [A], si la ampacidad real obtenida es de 133.37 A.

$$V\% = \frac{3.7494 \text{ V}}{220 \text{ V}} \times 100$$

$$V\% = 1.7042 \%$$

Para el conductor de calibre 6 AWG propuesto, la caída de tensión sería de 1.7%, por lo tanto el conductor cumple con la norma cuya caída de tensión no supera el 2%.

En el Artículo 240 de la NOM 001 SEDE 2012, menciona que los conductores de los alimentadores y de los circuitos derivados deben tener protección contra sobrecorriente en cada conductor de las fases, de tal forma que dado se obtuvo a partir de los datos de obtenidos del sistema aire acondicionado (evaporadora y condensadora).

Tabla 3.7 Cuadro de Carga para el CCM (Centro de Control de Motores).

Cuadro de Cargas Eléctricas CCM Equipo 30 TR									
Cant	Equipo	Marca	Volts	Fases	Frecuencia	IL1	IL2	IL3	Interruptor
1	Evaporadora	Liebert	220	3	60	127.5	127.5	127.5	3x175
1	Condesadora	Liebert	220	3	60	16.5	16.5	16.5	3x20
Total						144	144	144	3x250

Fuente: Elaboración propia.

De la Tabla 3.7, podemos mencionar que una de las disposiciones de la NOM 001 SEDE 2012, para la Centro de Control de Motores (CCM), a partir de aquí se derivan dos circuitos uno que alimente la manejadora y otro la evaporadora.

Tabla 3.8 Capacidad de ajuste contra sobrecorrientes.

Capacidad o ajuste del dispositivo automático de protección contra sobrecorriente en el circuito antes de los equipos, canalizaciones, etc., sin exceder de: (amperes)	Tamaño			
	Cobre		Cable de aluminio o aluminio con cobre	
	mm2	AWG o kcmil	mm2	AWG o kcmil
15	2.08	14	-	-
20	3.31	12	-	-
60	5.26	10	-	-
100	8.37	8	-	-
200	13.30	6	21.20	4
300	21.20	4	33.60	2
400	33.60	2	42.40	1
500	33.60	2	53.50	1/0
600	42.40	1	67.40	2/0
800	53.50	1/0	85.00	3/0
1000	67.40	2/0	107	4/0
1200	85.00	3/0	127	250
1600	107	4/0	177	350
2000	127	250	203	400
2500	177	350	304	600
3000	203	400	304	600
4000	253	500	380	750
5000	355	700	608	1200
6000	405	800	608	1200

Para cumplir con lo establecido en 250-4(a)(5) o (b)(4), el conductor de puesta a tierra de equipos podría ser de mayor tamaño que lo especificado en esta Tabla.

*Véase 250-120 para restricciones de instalación.

Fuente: NOM SEDE 2012, "Instalaciones Eléctricas", Diario Oficial de la Federación.

En la Tabla 3.8, se observa las capacidades del dispositivo de protección contra sobre corriente, de esta tabla se indica el límite de amperaje de la protección así como el respectivo calibre del conductor eléctrico a utilizar.

Los conductores de circuitos derivados como están definidos en el Artículo 100; dimensionados para evitar una caída de tensión mayor que 3 por ciento en la salida más lejana que alimente a cargas de calefacción, de fuerza, de alumbrado o cualquier combinación de ellas y en los que la caída máxima de tensión combinada

de los circuitos alimentadores y de los circuitos derivados hasta el contacto más lejano no supere 5%, proporcionarán una razonable eficiencia de funcionamiento.

3.1.6 Canalización.

Como parte de la instalación eléctrica, la canalización es el elemento diseñado para contener el sistema eléctrico, constituido principalmente por los conductores eléctricos, las canalizaciones están construidos por materiales metálicos y no metálicos.

El tubo conduit, es un tipo de canalización diseñado y construido para alojar conductores en instalaciones eléctricas, de forma tubular, sección circular, cuya en dimensión varía de acuerdo a la cantidad de conductores eléctricos.

En cuestiones de diseño de dimensionamiento de las canalizaciones, existen tablas previamente establecidas de acuerdo al tamaño de las secciones transversales de los conductores.

Tabla 3.9. Determinación de la dimensión del Tubo Conduit.

	Número de Conductores	Tipo de Cableado	Calibre (AWG)	Sección (mm ²)	Secc. Total (mm ²)	Tubería (mm)
Alimentador	4H	3H THW	2/0	202.2	215.5	53
		1H THW	6 AWG	13.3		
Evaporadora	4H	3H THW	1 AWG	127.2	140.5	35
		1H THW	6 AWG	13.3		
Condensadora	3H	3H THW	6AWG	13.3	39.9	27
Control	6H	6H THW	14 AWG	2.08	12.48	16

Fuente: Elaboración propia.

El diseño del dimensionamiento de tubo conduit se realizó conforme al Apéndice C (Informativo) tablas de ocupación en tubo conduit de conductores y cables del mismo tamaño nominal.

Tabla 3.10 Capacidad de Conductores en Tubería tipo Conduit.

Tabla C-1.- Número máximo de conductores o alambres para artefactos en tubería metálica eléctrica (EMT)

CONDUCTORES												
Tipo	Tamaño o designación		Designación métrica (Tamaño comercial)									
	mm ²	AWG o kcmil	16 (%)	21 (%)	27 (1)	35 (1¼)	41 (1½)	53 (2)	63 (2½)	78 (3)	91 (3½)	103 (4)
RHH, RHW, RHW-2 TW, THW, THHW, THW-2	13.3	6	1	3	4	8	11	18	32	48	63	81
	21.2	4	1	1	3	6	8	13	24	36	47	60
	26.7	3	1	1	3	5	7	12	20	31	40	52
	33.6	2	1	1	2	4	6	10	17	26	34	44
	42.4	1	1	1	1	3	4	7	12	18	24	31
	53.5	1/0	0	1	1	2	3	6	10	16	20	26
	67.4	2/0	0	1	1	1	3	5	9	13	17	22
	85.0	3/0	0	1	1	1	2	4	7	11	15	19
	107	4/0	0	0	1	1	1	3	6	9	12	16

Fuente: Apéndice C: Contenida en la NOM SEDE 2012 “Instalaciones Eléctricas”, Diario Oficial de la Federación.

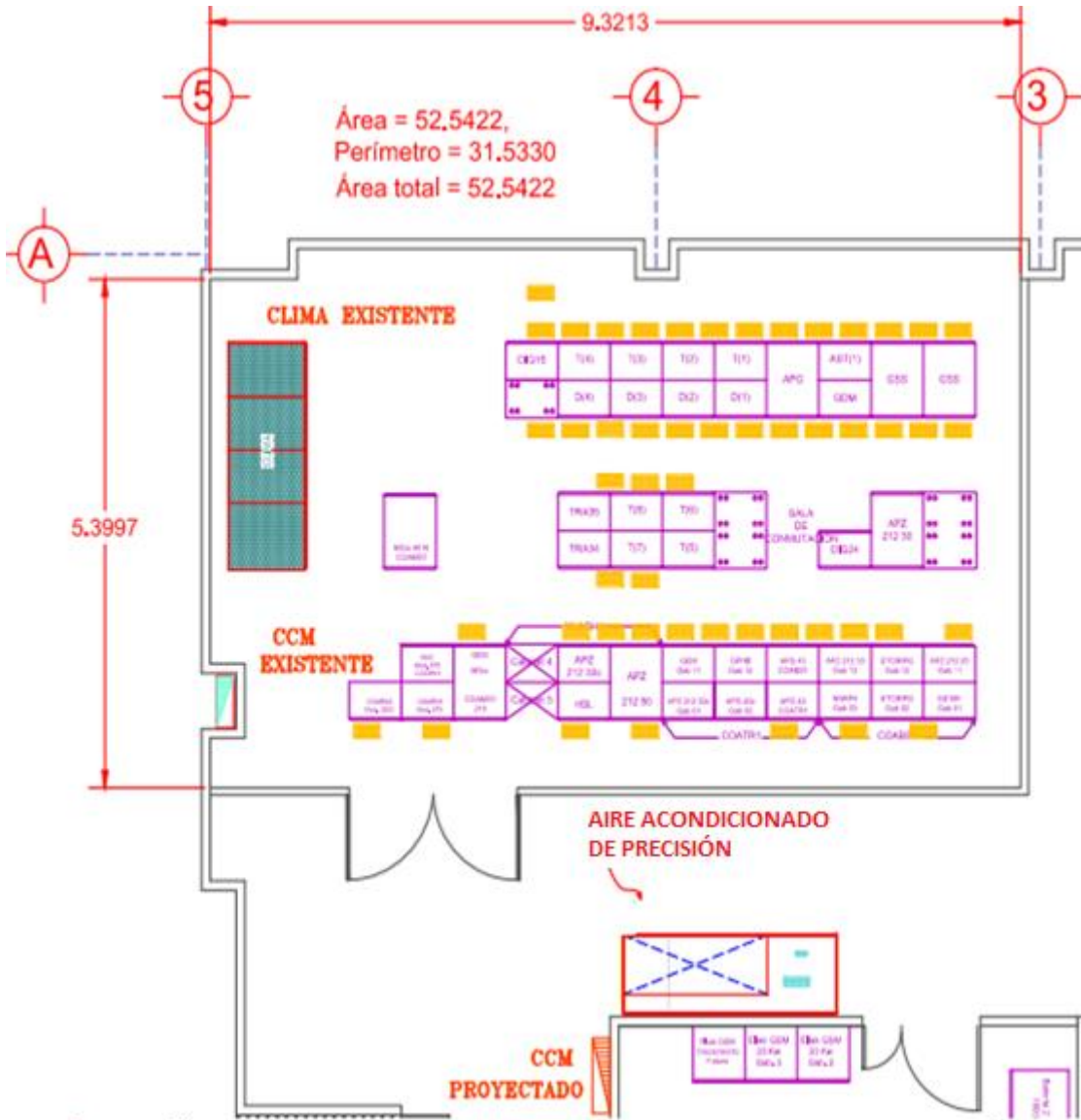
Este apéndice de la Tabla 3.10, no es parte de los requerimientos y especificaciones de la NOM 001 SEDE 2012, se incluye únicamente con propósitos informativos Tabla C-1.- Número máximo de conductores o alambres para artefactos en tubería metálica eléctrica (EMT).

3.2 Planos de Instalación del Aire Acondicionado de Precisión.

Una vez determinados los aspectos técnicos de la instalación del sistema de aire acondicionado de precisión, se dispone a buscar un lugar propicio para instalar el equipo, de tal manera que beneficie los servicios de mantenimiento del mismo, y en su operatividad.

En la siguiente figura, se observa el lugar propuesto del cual se considera el lugar más adecuado para su implantación.

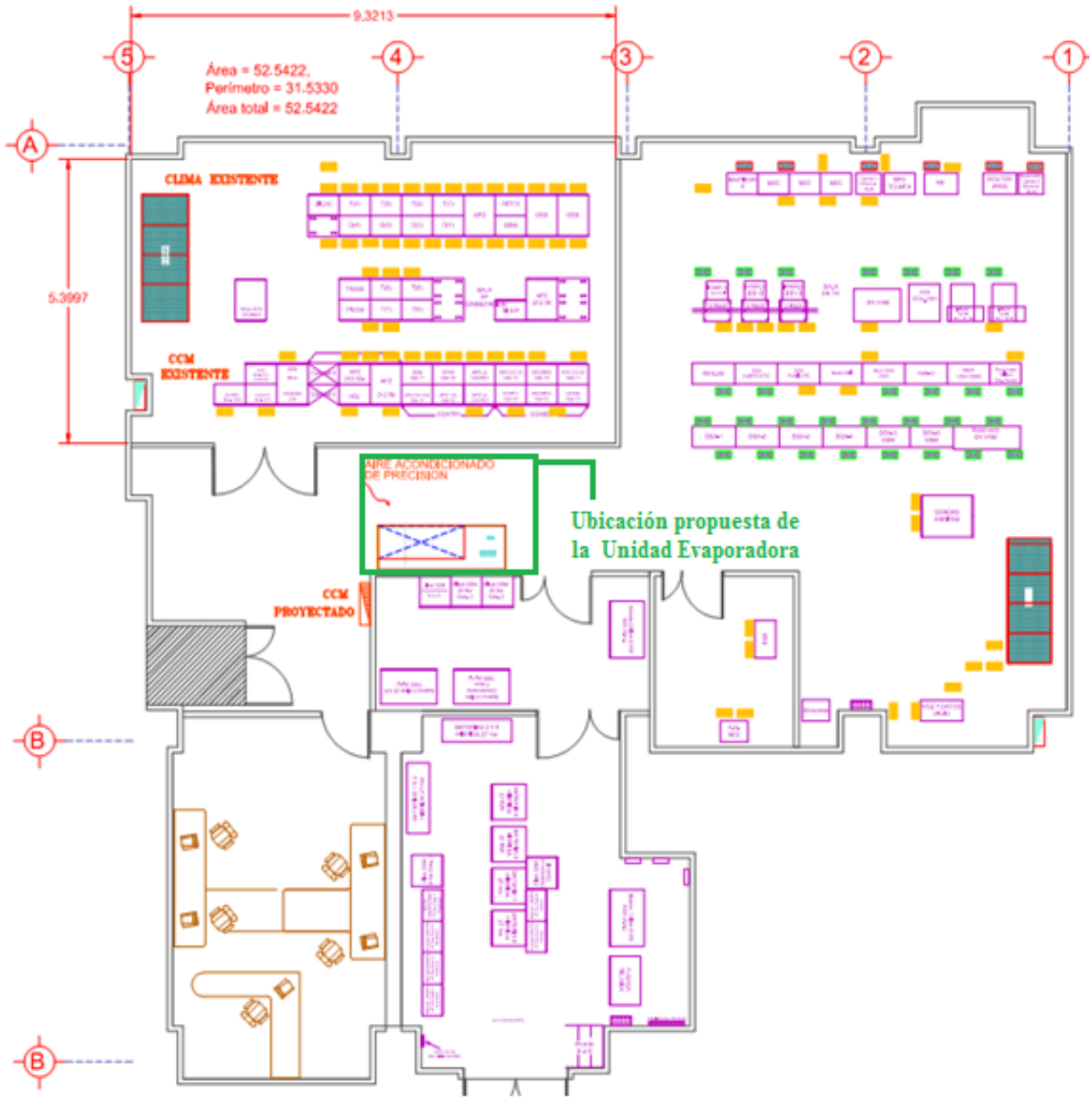
Figura 3.2 Lugar propuesto para equipo instalar el Sistema de Aire Acondicionado de Precisión.



Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 3.3, se visualiza la unidad evaporadora (UMA), que se sitúa en el pasillo de acceso al CPD, esto por el escaso espacio al interior del CPD, la vista general de planta se observa la ubicación de la cual se sitúa en el interior de CPD.

Figura 3.3 Propuesta de la Ubicación de la unidad Evaporadora.

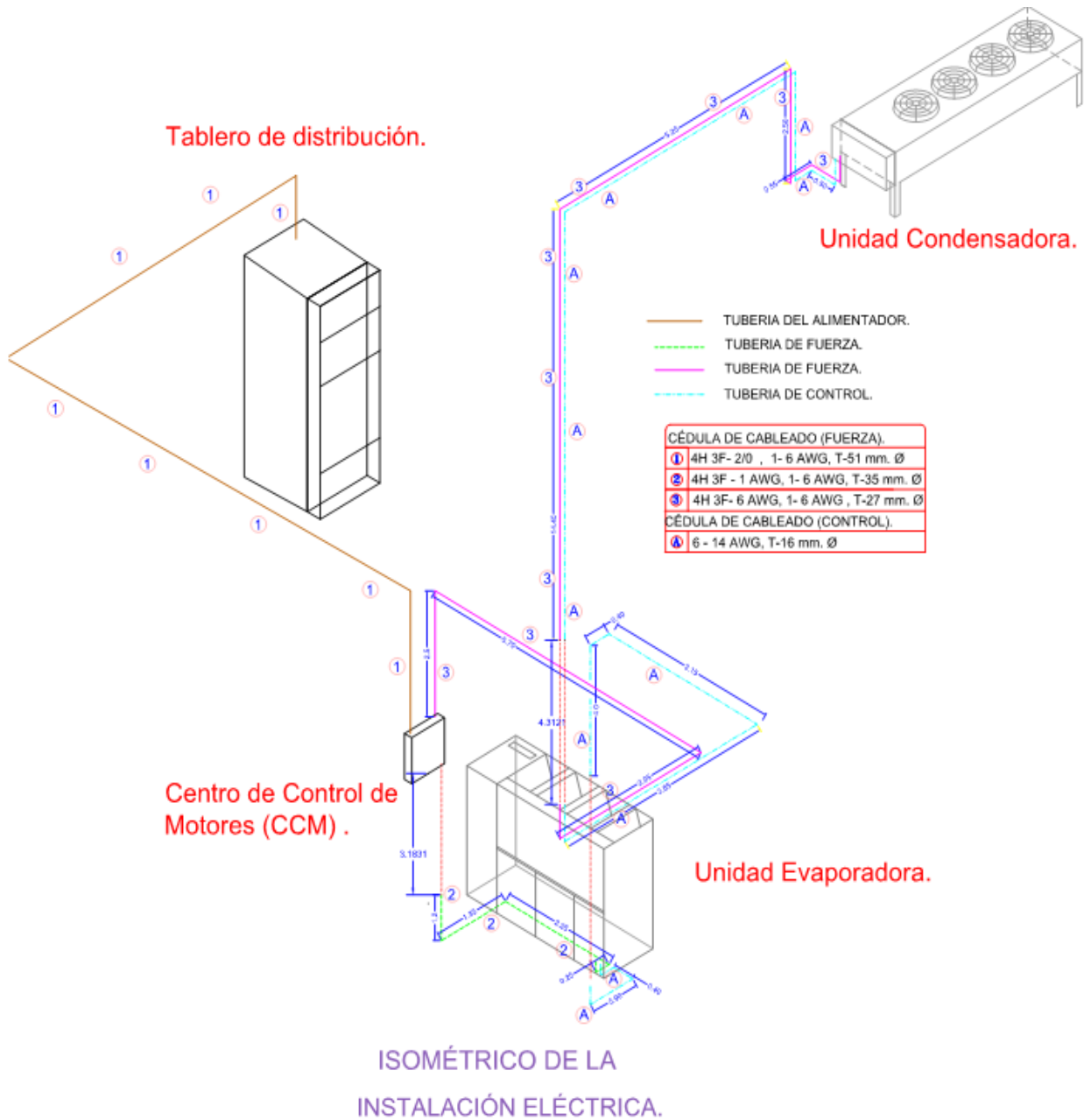


Fuente: Elaboración Propia.

De acuerdo con la propuesta de implantación, se establece la localización de la unidad condensador, la cual se situará en la parte superior del edificio, para ser más específicos en la azotea.

Una forma, para ampliar la perspectiva de la instalación, se puede observar de manera más específica los elementos descritos anteriormente, en la Fig 3.4, se localiza el plano isométrico, cuya trayectoria de la tubería conduit describe la ocupación de cableado, así como las dimensiones de ambos elementos.

Figura 3.4 Isométrico de la Instalación Eléctrica.



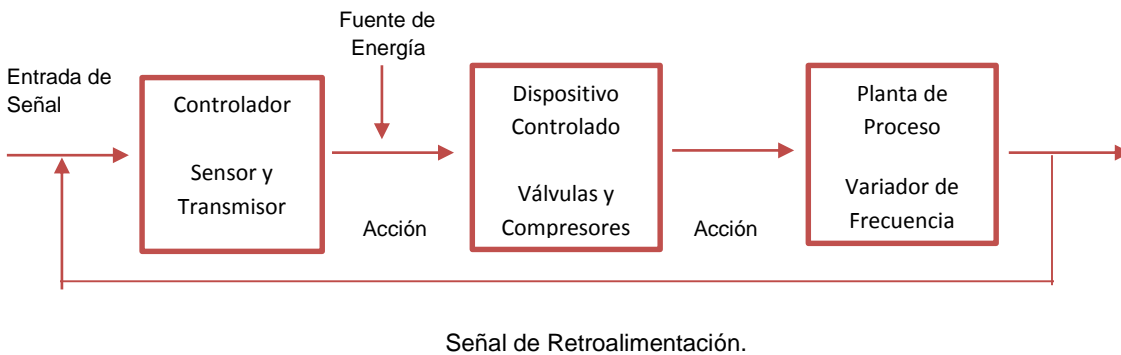
Fuente Elaboración Propia.

3.3 Control Electrónico.

El sistema de control electrónico, contenido en los equipos de climatización de precisión resulta adecuado en la optimización el entorno del CPD y mejora de manera notable el rendimiento de consumo energético.

La tarjeta electrónica controla el suministro de refrigerante, que circula por la tubería que transporta el refrigerante y la humidificación, por medio de sensores electrónicos instalados en puntos estratégicos para la medición de las condiciones ambientales dentro del CPD.

Figura 3.5 Diagrama del Sistema de Control en el Proceso de Climatización.



Fuente: Elaboración Propia.

El diagrama de control, responderá de manera continua a la señal retroalimentada, mediante los sensores y transmisores electrónicos, variando de manera automática según la temperatura del recinto.

Uno de los controles se encuentra en la válvula que regula el flujo de refrigerante, así como en un variador de frecuencia el cual se encarga de la operación de los compresores modulado su ciclo de trabajo.

3.4 Tuberías de la Instalación del Sistema de Climatización.

La elección del tamaño y tipo de tubería de alta y baja presión requerido para el sistema de aire acondicionado de precisión sobre el cual circulará el refrigerante, este depende de diversos factores como las propiedades del fluido, temperatura, presión y la exposición a la oxidación o corrosión.

Los tubos de cobre tienen una baja resistencia a la fricción menor que la del acero, lo que representaría consumir menos potencia. Otra ventaja es que el cobre no se oxida, además de ser un material fuerte, por lo tanto no se dañaría con facilidad.

La tubería fue elegida de acuerdo a las especificaciones del fabricante del equipo de precisión, en la Tabla 3.11 se observa los tamaños de tuberías para las líneas de refrigeración.

Tabla 3.11 Tamaños recomendados para las líneas de refrigeración – Cobre, diámetro exterior.

Modelos con compresor semihermético en 4 pasos y Digital Scroll														
Modelo	028		035		042		053		070		077		105	
Longitud equivalente	Línea de gas caliente	Línea de líquido	Línea de gas caliente	Línea de líquido	Línea de gas caliente	Línea de líquido	Línea de gas caliente	Línea de líquido	Línea de gas caliente	Línea de líquido	Línea de gas caliente	Línea de líquido	Línea de gas caliente	Línea de líquido
50 pies (15 m)	3/4	1/2	3/4	1/2	7/8	5/8	7/8	7/8	1 1/8*	7/8	1 1/8	7/8	1 3/8	7/8
100 pies (30 m)	3/4	5/8	7/8	5/8	7/8	5/8	1 1/8*	7/8	1 1/8	7/8	1 1/8	7/8	1 3/8	7/8
150 pies (45 m)	7/8	5/8	7/8	5/8	1 1/8*	5/8	1 1/8	7/8	1 1/8	7/8	1 1/8	7/8	1 3/8	1 1/8

* Reduzca una medida comercial la dimensión del tubo vertical ascendente (de 1 1/8" a 7/8")

Fuente: Manual de Especificaciones Emerson.

Para una distancia de 30 metros lineales, lo que se aproxima a los 38 metros del proyecto de instalación, el Modelo 105 identifica al equipo de capacidad de 30TR o 105 kW, recomienda para la línea de alta presión (gas caliente) 1 1/8 pulg.

En lo que respecta del lado de baja presión deberá ser un diámetro de 7/8 pulg.

3.5 Refrigerante 407C.

El Refrigerante, es un fluido utilizado para los intercambios de energía en los sistemas de refrigeración [29]. El refrigerante absorbe el calor mientras cambia de estado físico (de líquido a gas) en el evaporador. Posteriormente se comprime dicho gas al mismo tiempo que aumenta su temperatura y presión, por último es condensado.

²⁹John Wiley & Sons, "Calefacción, Ventilación y Aire Acondicionado Análisis y Diseño" Editorial: Limusa 6ta.Edición 2008 Pág.537

El sistema de climatización a instalar es compatible con 2 tipos de refrigerantes, el R-407C y R-22, pero en la actualidad el R-407C se considera como una alternativa óptima del R-22 de acuerdo con la productividad de enfriamiento y la presión de los vapores saturados.

En la Tabla 3.12, se observan las propiedades de ambos refrigerantes, se puede decir que las propiedades de ebullición, la presión del líquido saturado y demás propiedades físicas son similares.

Tabla 3.12 Propiedades físicas de los Refrigerantes R-407C y R-22.

Indicador	R407C	R22
Punto de ebullición a la presión atmosférica °C	-43,56	-40,80
Presión del líquido saturado a 25 °C	1174	1043
densidad del líquido a 25 °C, kg/m ³	41,98	44,21
Potencial de agotamiento del ozono ODP	0	0,05
Productividad de enfriamiento relativa Q_0_{R407C}/Q_0_{R22}	1,00	1,00
Potencial de calentamiento global GWP	1600	1700
Factor de refrigeración.	6,27	6,43

Fuente: http://cienbas.galeon.com/04Multi_HFCs.htm

La diferencia radica en la composición química de ambos refrigerantes, en el caso del refrigerante R-22, moléculas contienen átomos de hidrogeno, cloro, flúor y carbono.

La cantidad de refrigerante varía de acuerdo a la distancia que recorre la tubería, si bien es sabido que si la tubería recorre una gran distancia requerirá una mayor cantidad de refrigerante, debido a la trayectoria trazada.

El propio sistema describe, la cantidad necesaria para suministrar el refrigerante, en si para el funcionamiento del equipo de climatización se requiere como mínimo 4.3 kg de refrigerante R-407C.

Tabla 3.13 Unidad interior: Carga aproximada de Refrigerante R-22 o R-407C.

Tipo de sistema	Modelo	Carga de refrigerante R-22 por circuito, en libras (kg)	Carga de refrigerante R-407C por circuito, en libras (kg)
Refrigeración por aire frío	028, 035, 042	6,5 (3,0)	5,5 (2,5)
	053, 070, 077	9,5 (5,0)	8,0 (3,6)
	105	11,0 (5,0)	9,5 (4,3)

Fuente: Manual Técnico Emerson Liebert.

De la Tabla 3.13 , se observa la carga óptima del refrigerante R-407 para un equipo de 105 kW, pero otra variable a tomar en cuenta, es la distancia que recorre la tubería.

En la Tabla 3.14, se observa los valores de carga del refrigerante R-407 considerando una distancia de tubería de 30 metros lineales, esto para un equipo de 105 kW de capacidad de refrigeración.

Tabla 3.14 Cargas de líneas de refrigeración según la distancia.

Cargas de las líneas: cantidad de refrigerante por cada 100 pies (30 m)

Diámetro externo	Línea de líquido, en libras (kg)
1/2"	7,3 (3,3)
5/8"	11,7 (5,3)
7/8"	24,4 (11,1)
1 1/8"	41,6 (18,9)

Fuente: Manual Técnico Emerson Liebert.

Si anteriormente, se obtuvo que la distancia que recorre la línea de 7/8" es de 38.6 metros, este se refiere solamente a la tubería que transporta el refrigerante de forma líquida y al tratarse de dos líneas de refrigeración. Obtenemos la siguiente carga:

Carga por unidad de 30TR = $4.3 \text{ kg} \times 2 = 8.6 \text{ kg}$

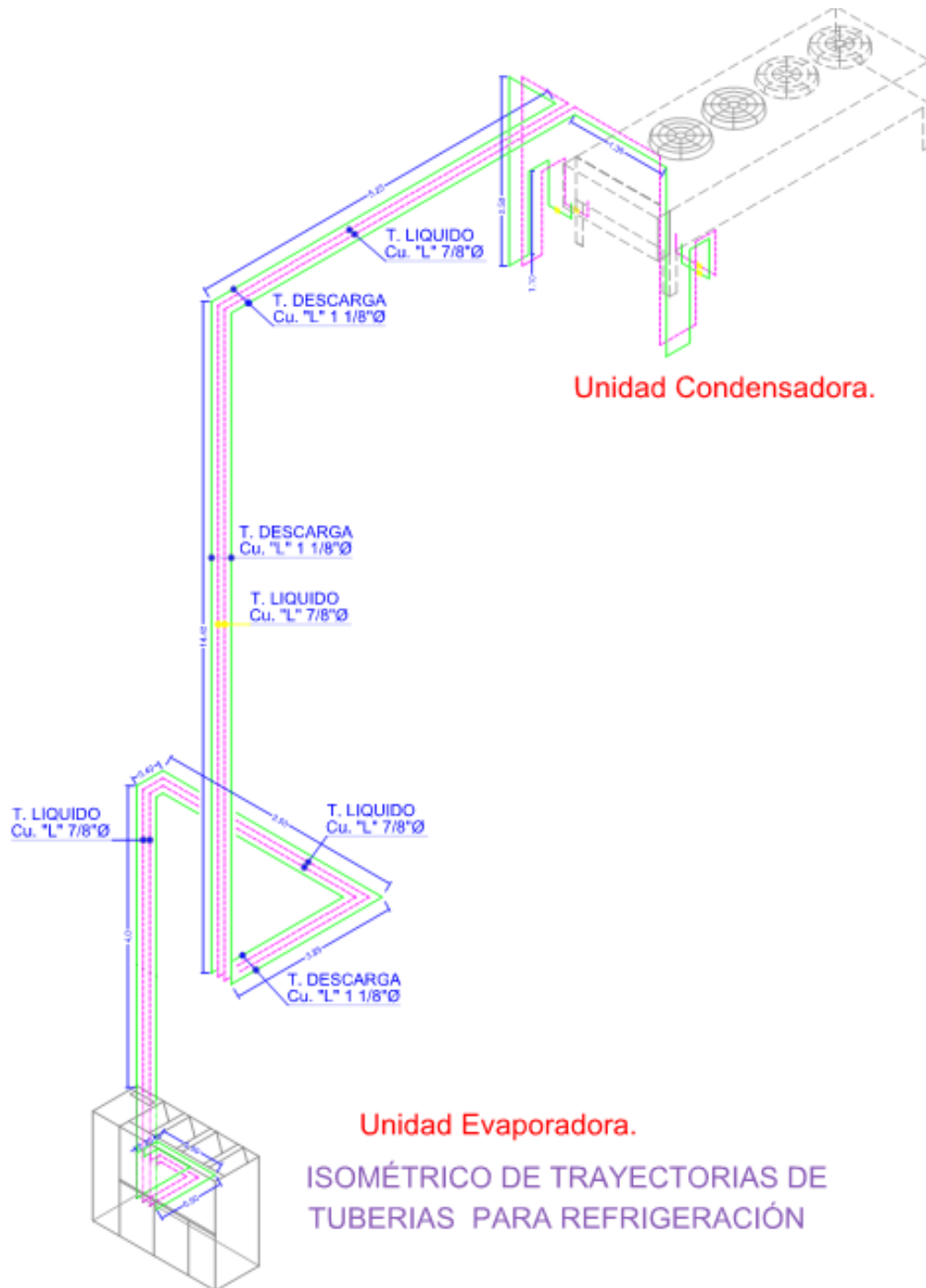
Carga por 30 mts. para tubería de $7/8$ " = $11.1\text{kg} \times 2 = 22.2 \text{ kg}$

Carga total: 30.8 kg por las dos líneas de refrigeración.

Con este cálculo del refrigerante, se obtiene la cantidad necesaria para suministrarlo al sistema de climatización que resultó de 30.8 Kg.

Para ampliar de manera más específica la ruta de la tubería de refrigeración en la Figura 3.5, se observa la distribución del sistema de climatización. Existen 4 tuberías, debido a los dos circuitos del sistema de climatización.

Figura 3.6 Isométrico de las Trayectorias de las Tuberías de Refrigeración.

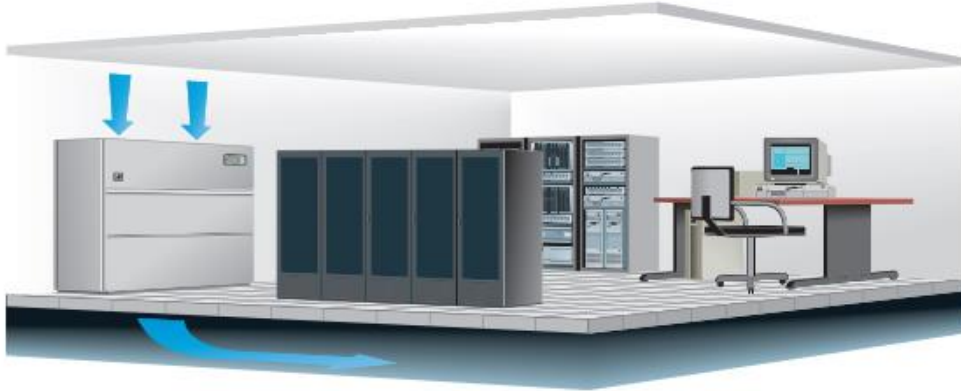


Fuente: Elaboración Propia.

3.6 Distribución del Aire.

El sistema de control de velocidad del ventilador utiliza un sistema electrónico de control a presión y uno o más sensores digitales ubicados remotamente para asegurar el funcionamiento del ventilador a bajas temperaturas ambientales.

Figura 3.6 Distribución del aire frío por medio de piso falso.

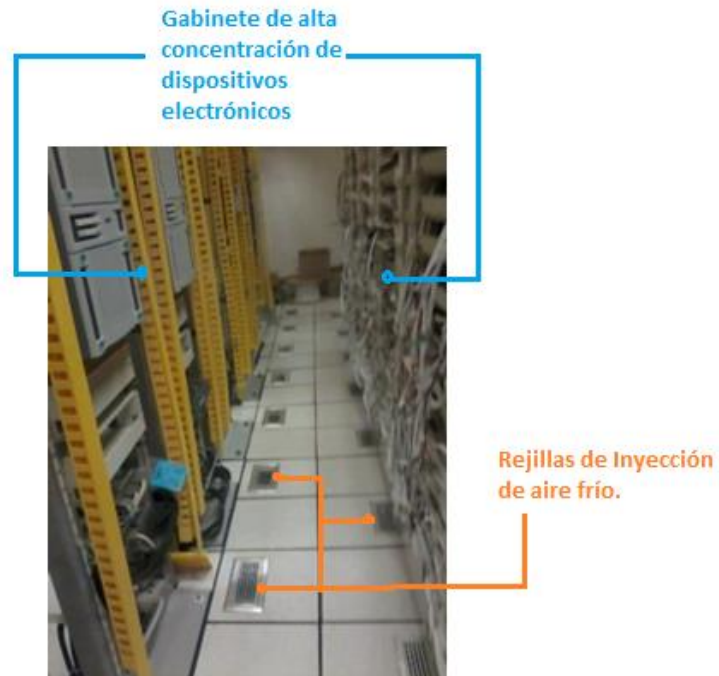


Fuente: www.emersonnetwork.com

El aire será inyectando por medio del piso falso, este método resulta económico ya que no será necesario instalar ductos, además de aprovechar la infraestructura ya instalada, por medio del piso falso se instalarán rejillas que permitirán el flujo del aire frío.

En la Figura 3.7, se observa la alta concentración de los equipos electrónicos contenidos en los gabinetes apilados de manera que se forman pasillos entre los Rack's.

Figura. 3.7 Localización de las rejillas de inyección de aire frío.



Fuente: Elaboración Propia.

Este método permitirá que la distribución del aire, pueda elevarse principalmente por las áreas en donde los rack´s están alineados de forma lineal, en este caso se prevé la inyección del aire provenga de la rejillas instaladas en los mosaicos del piso falso.

Conclusiones.

Al término de este capítulo, podemos concluir de manera general, que al obtener un cálculo de calibre de cableado eléctrico incrementa la fiabilidad en el servicio de aire acondicionado, necesario para mitigar el exceso de calor al interior del CPD.

Los parámetros eléctricos que determinen del dimensionamiento correcto del calibre del conductor a instalar también contribuyen a evitar pérdidas por disipación de calor en el conductor por I^2R .

Otro a factor considerar es la caída de tensión, debido a las trayectorias del cableado, fue necesario proyectar la ubicación y distancia para el cálculo del porcentaje de caída que fue inferior al 2% para un voltaje de 220V.

La correcta aplicación de la NOM SEDE 2012, para las protecciones electromagnéticas, fue considerado el valor de las ampacidades de acuerdo a la tabla de capacidad y ajuste para dispositivos de protección.

Para incrementar la eficiencia del equipo es necesario, con el apoyo del manual técnico del equipo el suministro correcto del refrigerante de acuerdo con la distancia de tubería de cobre la cual transportará el refrigerante, lo cual garantice el uso adecuado de la carga necesaria de acuerdo a la carga de refrigerante que fue de 30.8 Kg R-407.

El diseño eléctrico, con pleno apego a la NOM 001 SEDE 2012 y considerando los aspectos técnicos, asegurarán el suministro eléctrico del sistema de climatización, ahora solo faltará el análisis de consumo eléctrico, este tema se verá en el siguiente capítulo.

CAPÍTULO 4

Evaluación de las Mejoras.

Introducción.

En este capítulo, se evaluarán las mejoras obtenidas en el diseño de la propuesta de instalación del equipo de Aire Acondicionado de precisión, con una evaluación técnica, la cual se obtendrá mediante el análisis de los parámetros eléctricos que permitan un control de temperatura más eficiente.

En cuanto a la evaluación de proyecto, este será abordado desde tres puntos específicos que se complementan uno del otro, la primera es una evaluación financiera que se orienta a medir los beneficios económicos que comúnmente se denomina rendimiento de la inversión.

Posteriormente con el propósito de verificar la viabilidad del proyecto determinando la rentabilidad del proyecto, desde el punto de vista financiero; aplicando tres indicadores de integrales de evaluación: Tasa interna de Rendimiento (TIR), el Valor Presente Neto (VPN) y la relación costo beneficio (B/C).

Mediante los recursos económicos necesarios para llevar a cabo el proyecto que se desea realizar. Se darán a conocer los financiamientos gubernamentales y apoyos financieros, que contribuyan positivamente, en la concientización de la eficiencia eléctrica para el ahorro de energía.

Un aspecto por resaltar son los beneficios sociales y ambientales, esperados la disminución de emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera; para así contribuir al ahorro energético, además de procurar el mejoramiento de medio ambiente.

4.1 Evaluación Técnica

La evaluación técnica se obtiene mediante un estudio técnico, cuyo resultado sustente el dimensionamiento del proyecto con base a los requerimientos de la organización y las normas técnicas previamente establecidas.

Un impacto positivo en la evaluación técnica, es el tiempo de vida útil de los equipos a instalar, se sugiere que la operación de los equipos a instalar cumpla un lapso de tiempo razonable de operación; además de considerar un programa de supervisión y mantenimiento que garantice el pleno funcionamiento de los equipos de climatización.

De acuerdo con la simulación térmica obtenida de la corrida del Program HAP V.5 (véase anexo A), se determinó mediante la consulta de un proveedor encargado de suministrar el equipo, con base a la información obtenida en dicha simulación.

4.1.1 Consumo de Energía.

La distribución de la carga eléctrica que se encuentra actualmente al interior del CPD, se obtuvo mediante un levantamiento eléctrico en sitio previamente ya descrito, ahora el análisis se concentrará, en obtener el consumo eléctrico del equipo a partir de la facturación mensual.

El tablero eléctrico existente, donde se situará el alimentador encargado de suministrar energía eléctrica al equipo de climatización, es ahí donde plantea la instalación del equipo; debido a que esta sección está habilitada para los servicios del CPD.

Con base en la Tabla 3.1, se observa la distribución de carga instalada y la carga nueva proyectada, se considera demanda continua, esto de acuerdo a la NOM SEDE 2012, en los equipos refrigeración.

Se logra observar el Tag CCM-01 representado en el cuadro de carga se refiere al sistema de climatización propuesto, y también se observa el Tag CCM-02, para indicar un espacio dentro de la sección del tablero, con la intención de dejar un espacio disponible, para una alimentación.

Tabla 4.1 Análisis de la Carga Eléctrica en el Centro de Procesamiento de Datos.

TIPO DE CARGA	INTERRUPTOR PRINCIPAL			F.D.	POTENCIA	CORRIENTE	PROTECCION	
	V-F-Hz	POTENCIA	CORRIENTE					
TABLERO GENERAL "TG" TABLERO FPOWER								600A
SECCION 1								400
CCM-01 2do. CARGA NUEVA	220-3-60	33.87 KW	104.70 A	0.7	23.71 KW	73.29 A	125	
CCM-02 2do. CARGA NUEVA	220-3-60	33.87 KW	104.70 A	0	0.00 KW	0.00 A	125	
CCM-01 3er. CARGA ACTUAL	220-3-60	44.32 KW	145.40 A	0.7	31.02 KW	101.78 A	200	
CCM-02 3er. CARGA ACTUAL	220-3-60	44.32 KW	145.40 A	0	0.00 KW	0.00 A	200	
UPS DE 120KVA. CARGA ACTUAL	220-3-60	54.00 KW	157.46 A	0.8	43.20 KW	125.97 A	250	
TAB:"A" SERV. PISO 3 ALUMB. CARGA ACTUAL	220/127-3-60	1.98 KW	5.79 A	0.8	1.58 KW	4.63 A	50	
DEMANDA S1			663.45 A			305.67 A		
SECCION 2								250
PLANTA DE C.D. 8KW. CARGA ACTUAL	220/127-3-60	12.25 KW	35.72 A	0.8	10.29 KW	30.00 A	100	
PLANTA DE C.D. 8KW. CARGA ACTUAL	220/127-3-60	12.25 KW	35.72 A	0.8	10.29 KW	30.00 A	100	
DEMANDA S2			71.44 A			60.00 A		
CARGA_{TOTAL}		158.670 KW			120.095 KW	KW DEMANDA		
DEMANDA_{TOTAL}			734.894 A			365.675 A	DEMANDA	

Fuente: Elaboración Propia.

A partir de la Tabla 4.1, se observa la carga instalada en el CPD, la potencia demanda por el sistema es de 120kW y con una corriente eléctrica de 365.67 A, asimismo una carga total instalada de 158 kW, con una corriente de 734.89 A.

Otro dato relevante, es conocer tarifa eléctrica contratada por la empresa que administra las operaciones del Centro de Procesamiento de Datos, es de tipo comercial H-M, esta tarifa varía de acuerdo al horario de consumo de energía eléctrica.

Las tarifas HM aplicadas por CFE, dispone de tres tipos de periodos de consumo:

- Consumo base (CB)
- Consumo Intermedio (CI).
- Consumo de punta (CP).

La demanda facturable se obtiene por la relación en los periodos:

$$DF = DP + (FRI * \max(DI - DP, 0)) + (FRB * \max(DB - DPI, 0)) \dots \text{Ecuación 4.1}$$

DF: Demanda Facturable

DP: Demanda máxima medida en el periodo punta

DI: Demanda máxima medida en el periodo intermedio

DB: Demanda máxima medida en el periodo base

DPI: Demanda máxima medida en los periodos punta e intermedio

FRI y FRB son factores de reducción cuyos valores dependen de la región tarifaria.

Para el caso de la región noreste los valores correspondientes año 2013:

Tabla 4.2 Factores de Reducción de Consumo.

REGIÓN	FRI	FRB
Baja California	0.141	0.070
Baja California Sur	0.195	0.097
Central	0.300	0.150
Noreste	0.300	0.150

Fuente: CFE.

La bonificación en la factura mensual, se realiza siempre y cuando el valor del factor de potencia este por arriba del 0.9, un valor menor procederá con una penalización monetaria para el usuario, este dato se refleja en la facturación mensual.

El cálculo por Cargo/Bonificación se obtiene de la siguiente manera:

Bonificación: F.P>0.9

$$Bonificación \% = \frac{1}{4} \times \left[1 - \frac{0.9}{FP} \right] \times 100 \dots Ecuación 4.2$$

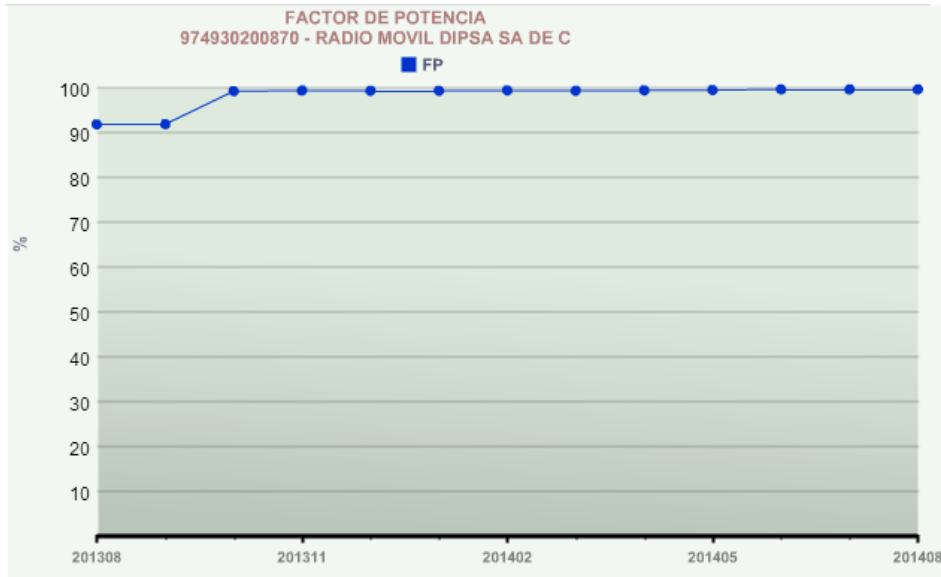
Se realiza la bonificación en facturación mensual por un buen valor de F.P, con un valor máximo de hasta 2.5%.

Penalización F.P<0.9

$$Penalización \% = \frac{3}{5} \times \left[\frac{0.9}{FP} - 1 \right] \times 100 \dots Ecuación 4.3$$

Se realiza la penalización hasta de un valor máximo de 120%, por concepto de bajo valor de factor de potencia.

Figura 4.1 Factor de Potencia en CPD.



Fuente: Comisión Federal Electricidad.

Con respecto a Factor de Potencia, en la Figura 4.1, se aprecia que en los últimos años el Factor de Potencia no representa ningún problema, debido a que dicho índice es estable y de valor aceptable, lo cual no influirá en algún cargo adicional en la facturación mensual.

Como sabemos, tarifa eléctrica depende del área geográfica, el tipo de horario del cual está dividida mediante el horario de Verano e Invierno, en cada uno de los horarios se establece los periodos del costo de la energía, conforme a los 3 periodos (Base, Intermedia y Punta) de consumo de energía.

Tabla 4.3 Horario de verano – Tarifa HM.

REGIONES CENTRAL, NORESTE, NOROESTE, NORTE Y PENINSULAR Y SUR			
DIA DE LA SEMANA	BASE	INTERMEDIO	PUNTA
Lunes a Viernes	00:00 - 6:00	6:00-20:00 22:00 24:00	20:00 -22:00
Sábado	00:00 - 7:00	7:00 - 24:00	
Domingo y día festivo.	00:00 - 19:00	19:00 -24:00	

Del primer domingo de abril al sábado anterior al último domingo de octubre.

Fuente: CFE.

Tabla 4.4 Horario de invierno – Tarifa HM

REGIONES CENTRAL, NORESTE, NOROESTE, NORTE Y PENINSULAR Y SUR			
DIA DE LA SEMANA	BASE	INTERMEDIO	PUNTA
Lunes a Viernes	00:00 - 6:00	6:00-18:00 22:00 24:00	18:00 -22:00
Sábado	00:00 - 8:00	8:00 - 19:00 21:00 - 24:00	19:00 -21:00
Domingo y día festivo.	00:00 - 18:00	18:00 -24:00	

Del último domingo de octubre al sábado anterior al primer domingo de abril.

Fuente: CFE.

En la Tabla 4.5 Se observan los precios de los consumos de energía facturable mensual correspondiente al año 2013, estos precios varían mensualmente, debido a las fluctuaciones de los precios de los energéticos, principalmente gas y petróleo.

Tabla 4.5 Tarifa Eléctrica H-M Región Noreste, en el periodo correspondiente al 2013.

REGION	CARGO POR KILOWATT DE DEMANDA FACTURABLE	CARGO POR Kw-HORA DE ENERGIA DE PUNTA	CARGO POR Kw-HORA DE ENERGIA INTERMEDIA	CARGO POR Kw-HORA DE ENERGIA DE BASE
ENERO	\$164.45	\$1.9371	\$1.1728	\$0.9607
FEBRERO	\$163.94	\$1.8894	\$1.1144	\$0.9129
MARZO	\$163.42	\$1.8749	\$1.100	\$0.9011
ABRIL	\$163.52	\$1.8974	\$1.1251	\$0.9241
MAYO	\$163.06	\$1.9678	\$1.2227	\$1.0016
JUNIO	\$161.64	\$1.9452	\$1.2047	\$0.9869
JULIO	\$161.20	\$1.9166	\$1.1701	\$0.9586
AGOSTO	\$162.88	\$1.9271	\$1.1699	\$0.9584
SEPTIEMBRE	\$162.20	\$1.9034	\$1.1444	\$0.9375
OCTUBRE	\$162.01	\$1.9624	\$1.2136	\$1.0019
NOVIEMBRE	\$163.13	\$1.9858	\$1.2448	\$1.0197
DICIEMBRE	\$162.74	\$2.0005	\$1.2685	\$1.0391

Fuente: CFE.

En la Tabla 4.6, se muestra la facturación por kWh, para cada una de los periodos (Base, Intermedia y punta) de consumo para la tarifa HM. La facturación eléctrica del CPD puede verse con más detalle en el anexo E.

Tabla 4.6 Facturación Eléctrica del CPD.

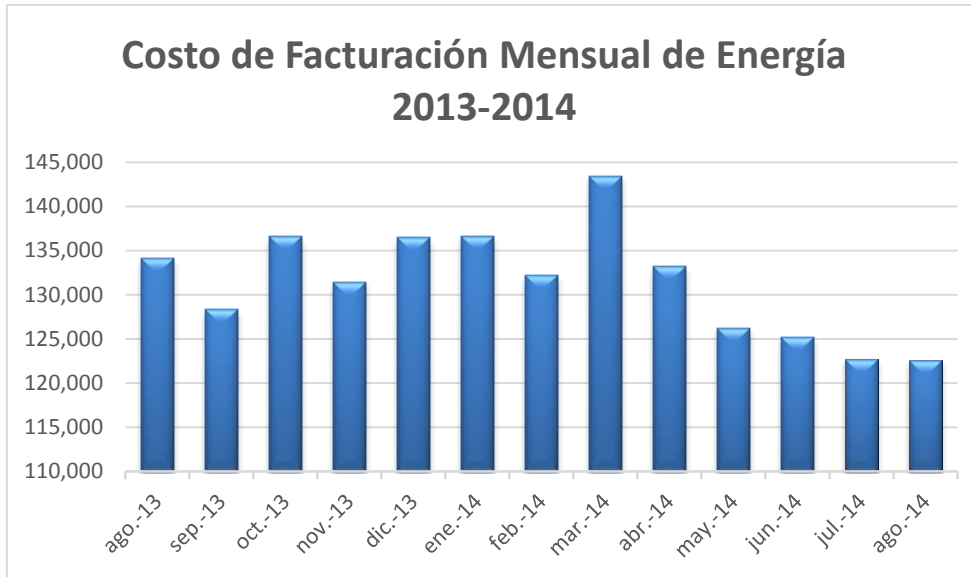
FECHA	CONSUMO kWh	COSTO \$
ago-13	74,220	134,134
sep-13	71,850	128,344
oct-13	72,870	136,595
nov-13	66,810	131,481
dic-13	68,700	136,448
ene-14	68,820	136,649
feb-14	63,480	132,239
mar-14	72,300	143,385
abr-14	69,180	133,184
may-14	69,030	126,262
jun-14	66,270	125,251
jul-14	65,100	122,714
ago-14	64,530	122,566

Fuente: A partir de la Facturación Eléctrica CFE. (Véase Anexo E)

El procedimiento utilizado para la obtención del consumo eléctrico de los equipos de climatización, antes y después de la implementación del proyecto de climatización. Se consideró diferenciar ambos consumos, identificamos los datos de consumo SP como el equipo sin proyecto y CP como el consumo eléctrico una vez instalado el equipo.

En la Figura 4.2, se puede constatar la gráfica de facturación eléctrica, la instalación del equipo nuevo, se observa el comportamiento de la demanda eléctrica en el CPD durante un año.

Figura 4.2 Gráfica de Facturación Eléctrica Mensual 2013-2014.



Fuente: Elaboración Propia con información de CFE.

Por tal motivo en el Anexo F, se realizó el procedimiento del cálculo de Consumo de energía por concepto de climatización, a partir de la facturación de energía eléctrica, se obtuvo la potencia de operación de los equipos SP y CP.

De esta manera resultó que el consumo eléctrico SP, con base en la tarifa por periodos de consumos. En la Tabla 4.6, se observan los consumos kWh/mes de los diferentes periodos de consumo eléctrico.

Tabla 4.7 Consumo Eléctrico al mes SP y CP. (véase Anexo F)

MENSUAL BASE	CCM1 SP	2978	MENSUAL BASE	CCM1 CP	2276
MENSUAL INTERMEDIO	kWh/mes	10237	MENSUAL INTERMEDIO	kWh/mes	7824
MENSUAL PUNTA		1489	MENSUAL PUNTA		1138
TOTAL		14704	TOTAL		11238

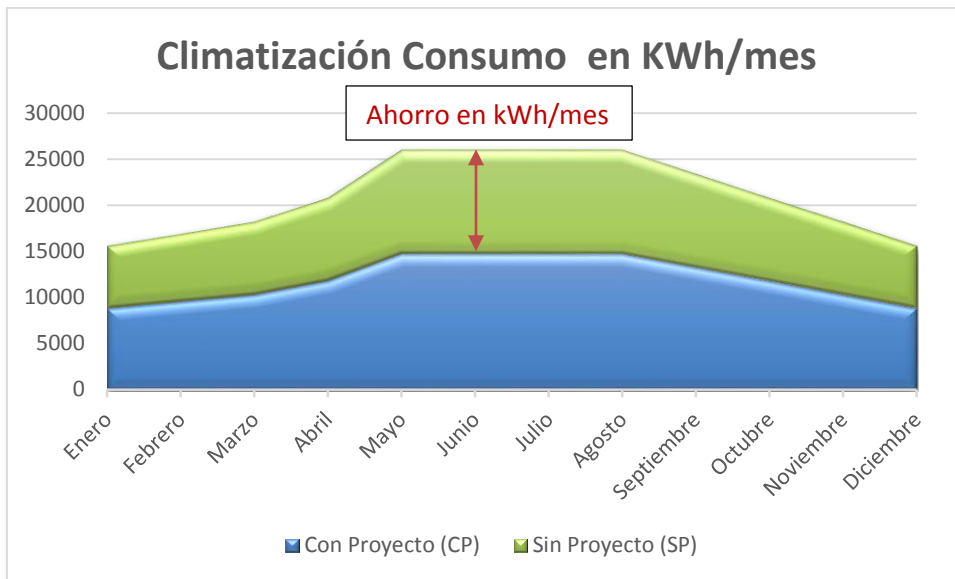
Fuente: Elaboración Propia

El procedimiento de la obtención de los consumos eléctricos se obtuvo a partir de la facturación eléctrica y la capacidad eléctrico de los equipo de climatización.

Se consideró un factor de demanda diferente en las 24 h. del día, cabe señalar que cada consumo se suma de acuerdo al periodo de consumo (base, punta e intermedia) establecido por CFE, también se le aplica un perfil de demanda, ya que la operación de algunos equipos electrónicos se encuentran en stand by, debido a que no siempre operan constantemente, por ejemplo en la madrugada el porcentaje de consumo es menor que en el día.

Una vez obtenidos los consumos por día, se multiplico por los 30 días del mes, además de los factores de demanda de acuerdo a la temperatura del CPD, de acuerdo a la estación del año.

Figura 4.3 Gráfica de ahorro en Consumo de kWh/mes.



Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 4.3, se observa de manera gráfica el comportamiento del consumo de energía aplicando el factor de demanda por hora del día y mes de año

Los resultados obtenidos en el periodo, se obtiene que el consumo eléctrico SP de un año fue de \$ 650,238 pesos, esto claro por concepto de climatización. Y el cálculo obtenido con proyecto el proyecto de climatización fue de \$497,007 pesos.

$$\text{Ahorro Anual} = \text{Costo de Consumo Eléctrico SP} - \text{Costo de Consumo Eléctrico CP}$$

$$\text{Ahorro Anual} = \$650.238 - \$497,007$$

$$\text{Ahorro Anual} = \$153.232 \text{ pesos.}$$

De esta manera fue posible determinar un ahorro, sin embargo es significativo tomando en cuenta que también se tuvo un crecimiento de la implantación de los equipo de TI.

4.1.2 Confort para los Usuarios.

Una vez instalado el equipo se midieron parámetros de ambientales dentro del CPD, verificados datos en el display electrónico del equipo.

Tabla 4.8 Condiciones al Interior del CPD.

Condiciones en el CPD	
Temperatura de Ajuste	22°C
Temperatura de Inyección	9°C
Temperatura en el CPD	21°C

Fuente: Elaboración Propia

Se verificó que el valor humedad relativa registra el 45%, mientras la temperatura en el CPD es de 21°, con estos parámetros se da por cumplida el estándar requerido para el Centro de Procesamiento de Datos.

Además se recomienda por parte de la Secretaria de Trabajo y Previsión Social, que la humedad relativa sea de preferencia entre un 20% a 60%, una temperatura de 22°C± 2°C y una velocidad del aire de 0.15 m/s³⁰.

De manera, que la condiciones de trabajo resultan óptimas, pero es necesario realizar programas de revisión y mantenimiento del sistema de climatización de manera que permitan preservar estos parámetros.

³⁰ Guía de Referencia I: Ventilación de Confort, Edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo Condiciones de Seguridad” NOM-001-STPS-2008 D.O.F. Publicada: 24-11-08

4.1.3 Riesgos de Salud.

La calidad del aire resulta de vital importancia para el ser humano, es necesario preservar los parámetros previamente establecidos y recomendados. Ya que una mala calidad del aire provocaría enfermedades respiratorias.

Por ello, es necesario realizar limpieza en todo el CPD, de tal forma de mitigar la concentración de partículas suspendidas en el ambiente, dentro de las instalaciones por acumulación de polvo.

Para contrarrestar este fenómeno, se requiere la instalación de filtros en los difusores y rejillas, así como la supervisión que propician la detección oportuna, para la pronta sustitución o limpieza de filtros, según el programa de mantenimiento lo requiera.

Otro factor es de supervisar los niveles de refrigerante en el sistema de climatización, con el fin de tener la certeza que no haya ningún tipo de fuga de refrigerante dentro y fuera del recinto.

4.1.4 Eficiencia de los Equipos.

Para los equipos de climatización, se define la relación de eficiencia energética, mediante datos del fabricante, por medio de la ingeniería de proceso, estos datos se aplican y sugieren de suma importancia para las estrategias en materia de ahorro energético en proyectos de aire acondicionado.

Los fabricantes de equipos de climatización, mediante la ingeniería de proceso industrial, realizan estudios y con ello especificaciones técnicas orientadas a obtener procesos cada vez más eficientes.

De tal manera que para nuestro caso de estudio, el porcentaje de ahorro en los tres distintos periodos de consumo eléctrico se obtiene partir de la siguiente expresión:

$$\% \text{ Ahorro} = \left[1 - \frac{\text{Consumo CP}}{\text{Consumo SP}} \right] \times 100\% \quad \dots \text{Ecuación 4.4}$$

Caso A: Horario Base

$$\% \text{ Ahorro} = \left[1 - \frac{\text{Consumo CP}}{\text{Consumo SP}} \right] \times 100\%$$

$$\% \text{ Ahorro} = \left[1 - \frac{2276 \text{ kWh}}{2978 \text{ kWh}} \right] \times 100\%$$

$$\% \text{ Ahorro} = [1 - 0.7643] \times 100\%$$

$$\% \text{ Ahorro} = 23.57\%$$

Caso B: Horario Intermedia

$$\% \text{ Ahorro} = \left[1 - \frac{\text{Consumo CP}}{\text{Consumo SP}} \right] \times 100\%$$

$$\% \text{ Ahorro} = \left[1 - \frac{7824 \text{ kWh}}{10237 \text{ kWh}} \right] \times 100\%$$

$$\% \text{ Ahorro} = [1 - 0.7643] \times 100\%$$

$$\% \text{ Ahorro} = 23.57\%$$

Caso C: Horario de Punta

$$\% \text{ Ahorro} = \left[1 - \frac{\text{Consumo CP}}{\text{Consumo SP}} \right] \times 100\%$$

$$\% \text{ Ahorro} = \left[1 - \frac{1138 \text{ kWh}}{1489 \text{ kWh}} \right] \times 100\%$$

$$\% \text{ Ahorro} = [1 - 0.7643] \times 100\%$$

$$\% \text{ Ahorro} = 23.57\%$$

Las expresiones anteriores, representan la relación de la eficiencia relativa de consumo eléctrico, es decir la eficiencia en consumo eléctrico obtenido partir de la instalación del equipo de precisión en relación al equipo existente, lo que representa un promedio general de 23.57%.

4.2 Evaluación Económica.

La evaluación económica dictaminara mediante los flujos de efectivo del proyecto de climatización a instalar, considerando la inversión inicial, así mismo los costos de operación y mantenimiento. El ahorro se obtendrá de manera mensual por medio del ahorro en la facturación mensual de la energía eléctrica.

4.2.1 Inversión.

Un aspecto importante para cualquier proyecto, es conocer la inversión necesaria para poder ejecutar el mismo de la mejor manera. Si bien un proyecto es la

búsqueda de una solución inteligente al planteamiento de un problema a resolver.³¹

Un proyecto de inversión, se puede describir como un plan o acción que se le asigna un capital, el valor de un proyecto puede ser evaluado mediante un análisis de precios unitarios, dicho análisis consta del costo por unidad de un equipo y material necesario para la instalación, es decir que se asigna un precio unitario de los conceptos que representan un costo en la instalación del equipo.

Para nuestro caso de estudio, fue necesario obtener el costo de la instalación del proyecto por medio de los costos de materiales que representa la implantación del equipo.

La cotización se obtuvo a través de una compañía especializada en la instalación de los equipos de climatización de precisión, el capital necesario para llevar a cabo el proyecto resulto ser de \$ 1, 259,383.00 pesos, este dato se puede constatar en la Cotización por medio del análisis de precios unitarios contenida en el Anexo B.

4.2.2 Ahorros

Los ingresos que se obtendrán por concepto de ahorro en kWh en el primer año fue de \$153,232.00, estimando una inflación de 3.95 % anual, además se realiza la prospectiva para los próximos 15 años.

Tabla 4.9 Resultado del Ahorro en Consumo Eléctrico.

CLIMÁTICO CPD INTELIGENTE	ANÁLISIS	
ANÁLISIS DE PREVIABILIDAD ECONÓMICO		
DATOS CONSUMO DE ELECTRICIDAD EN LA RED		
FACTURA ELÉCTRICA SP	\$	650,238
O&M SP	\$	95,700
FACTURA ELÉCTRICA CP	\$	497,007
O&M CP	\$	95,700
AHORRO ANUAL	\$	153,232
Resultados – Ahorros		
Ahorros de energía	\$	153,232 \$/año

Fuente: Elaboración Propia.

³¹ Baca Urbina, Gabriel; "Formulación y Evaluación de Proyectos Informáticos" 5ta. Edición 2006 Editorial: Mc Graw Hill Pág. 2

Se entiende como inflación al incremento de los precios de los bienes y servicios, en el lapso de un año. El valor de la inflación se determina por estudio de estimación de crecimiento económico de una nación.

La prospectiva de ahorro en los años posteriores, se obtiene de la siguiente manera:

$$\text{Ahorro}_{N+1} = \sum_{N=0}^{\infty} \text{Ahorro}_N (1 + \text{Inflación}) \dots \text{Ecuación 4.5}$$

N = 0,1,2, ... 15.

Valor de la inflación estimada de 3.95%.

Donde N representa el números de años, los ahorros obtenidos en la facturación eléctricas en los próximos 15 años. En la Tabla 4.8, se observa los ahorros, considerando los gastos de operación y mantenimiento.

Tabla 4.10 Prospectiva de Ahorro Energético.

N	Año	Factura Eléctrica	O&M SP	O&M CP	Ahorro Neto	Inversión
0	2014	\$ 153,232	\$ 95,700	\$ 95,700	\$ 153,232	\$1,259,383.31
1	2015	\$ 159,284	\$ 99,480	\$ 99,480	\$ 159,284	
2	2016	\$ 165,576	\$ 103,410	\$ 103,410	\$ 165,576	
3	2017	\$ 172,116	\$ 107,494	\$ 107,494	\$ 172,116	
4	2018	\$ 178,915	\$ 111,740	\$ 111,740	\$ 178,915	
5	2019	\$ 185,982	\$ 116,154	\$ 116,154	\$ 185,982	
6	2020	\$ 193,328	\$ 120,742	\$ 120,742	\$ 193,328	
7	2021	\$ 200,965	\$ 125,511	\$ 125,511	\$ 200,965	
8	2022	\$ 208,903	\$ 130,469	\$ 130,469	\$ 208,903	
9	2023	\$ 217,154	\$ 135,623	\$ 135,623	\$ 217,154	
10	2024	\$ 225,732	\$ 140,980	\$ 140,980	\$ 225,732	
11	2025	\$ 234,648	\$ 146,548	\$ 146,548	\$ 234,648	
12	2026	\$ 243,917	\$ 152,337	\$ 152,337	\$ 243,917	
13	2027	\$ 253,552	\$ 158,354	\$ 158,354	\$ 253,552	
14	2028	\$ 263,567	\$ 164,609	\$ 164,609	\$ 263,567	
15	2029	\$ 273,978	\$ 171,112	\$ 171,112	\$ 273,978	

Fuente: Elaboración Propia.

La información anterior, servirá para poder determinar la factibilidad del proyecto, ya que el ahorro neto para este caso representa el flujo neto de efectivo, de esta manera que pueda incentivar la inversión en el proyecto y que influya de manera positiva en la toma de decisión en el sentido de inversión.

4.3 Indicadores de Rentabilidad.

A continuación se hará el análisis de los indicadores de rentabilidad financiera que sirven para estimar la efectividad de la cual dependerá administración de la empresa para controlar los costos y gastos.

4.3.1 Retorno de la Inversión.

El retorno de la inversión es el periodo de recuperación de la inversión, es decir el tiempo que tarda en recuperarse la inversión inicial total y se calcula a partir de los flujos de efectivo.

Las mejores inversiones, son aquellas que tienen un plazo de recuperación corto. El proyectista es el encargado de determinar el periodo de recuperación máximo aceptable, pero esto se debe corroborar con los indicadores de rentabilidad para sustentar la mejor decisión.

4.3.2 Valor Presente Neto (VPN).

El Valor presente Neto, se puede definir como la representación de flujos netos de efectivo FNE, la cual puede ser representada por la Ecuación 4.2.

$$VPN = -P \sum_{N=1}^{\infty} \frac{FNE_1}{(1+i)^1} + \frac{FNE_2}{(1+i)^2} + \frac{FNE_3}{(1+i)^3} + \dots + \frac{FNE_N}{(1+i)^N} \dots \text{Ecuación 4.6}$$

De donde:

$P = \text{Capital de Inversión}$

$FNE = \text{Flujo Neto de Efectivo}$

$i = \text{Tasa de Rendimiento Máximo.}$

Un proyecto es atractivo, con la condición de los flujos netos de efectivo es positivo, si y solo si:

VPN > 0 el proyecto es viable.

VPN < 0 el proyecto no es viable.

En la Tabla 4.5 se resume el cálculo de los flujos de efectivo.

Tabla 4.11 Resumen del VPN en un plazo de 20 años.

VPN	N
(\$1,259,383)	-
(\$1,113,448)	1.00
(\$974,463)	2.00
(\$842,096)	3.00
(\$716,032)	4.00
(\$595,971)	5.00
(\$481,627)	6.00
(\$372,728)	7.00
(\$269,015)	8.00
(\$170,241)	9.00
(\$76,170)	10.00
\$13,422	11.00
\$98,747	12.00
\$180,009	13.00
\$257,401	14.00
\$331,108	15.00
\$401,305	16.00
\$468,160	17.00
\$531,830	18.00
\$592,469	19.00
\$650,221	20.00

Fuente: Elaboración Propia.

El valor de VPN total en el periodo de 20 años da como resultado neto de \$1,909,604.00 pesos en 10.85 años se recupera la inversión, y en total se tiene un ahorro de \$650,221.00 pesos a favor, por lo tanto el proyecto es viable económicamente.

4.3.3 Relación Costo Beneficio

El método de análisis B/C se basa en la razón de Beneficio-Costo. Se considera que un proyecto es atractivo cuando los beneficios de su implementación esperados exceden su costo asociado.

$$\frac{B}{C} = \frac{\text{Beneficios Positivos} - \text{Costos M\&O}}{\text{Inversión Inicial}} \quad \dots \text{Ecuación 4.7}$$

Consideraciones:

$B/C > 1$ se recomienda realizar el proyecto.

$B/C = 1$ el proyecto resulta indiferente.

$B/C < 1$ el proyecto no es conveniente.

En este caso en particular del cálculo de costo de beneficio-costos, resulta:

$$\frac{B}{C} = \frac{1,909,604}{1,259,552}$$

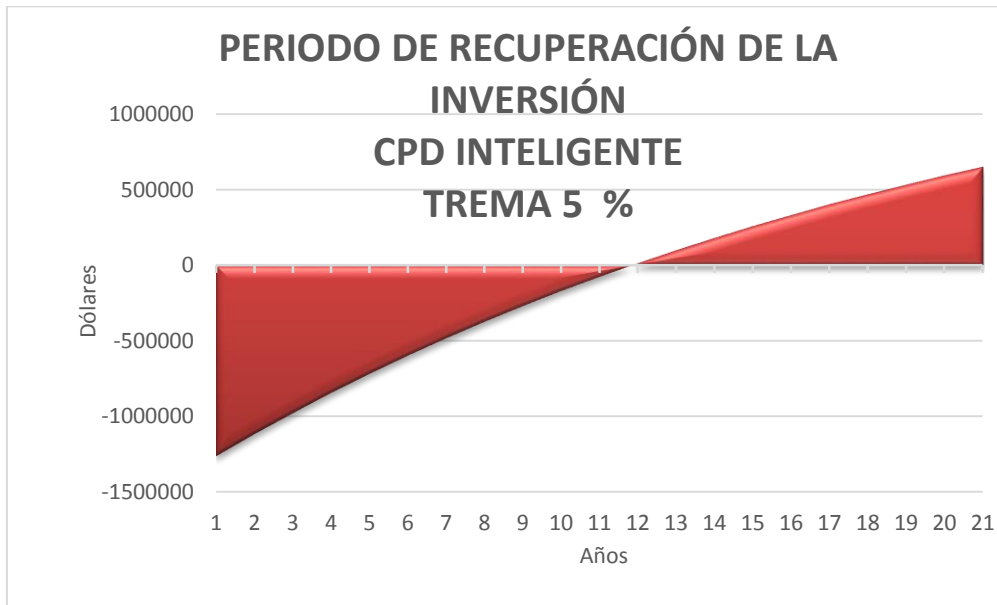
$$\frac{B}{C} = 1.52$$

Con base en el resultado anterior, la relación costo beneficio $B/C > 1$, el valor de la relación resulta un valor redondeado de 1.52.

En relación con el análisis de los flujos de efectivo esperados, resulta que es mayor que la inversión inicial, esto significa que la inversión se está recuperando y genera un aporte adicional, en este caso un ahorro en consumo eléctrico, con respecto al tiempo.

En la Figura 4.4 se muestra de manera gráfica el comportamiento de la recuperación de la inversión estipulada en un plazo de 20 años.

Figura 4.4 Gráfica Recuperación de la Inversión.



Fuente: Elaboración propia.

Si bien, es notable la recuperación de la inversión, quizá el inconveniente está en que el periodo de recuperación es muy grande casi 11 años, para un inversor privado podría no ser atractivo este indicador económico, dado que esperaría entre 2 o 4 años, a una tasa de recuperación máxima del 5% igual que el periodo de recuperación, no es atractivo para un inversionista privado, él podría esperar al menos 15% para ser le atractivo.

Resulta un porcentaje bajo, pero esto se debe gran parte a que también se considera un costo de mantenimiento del equipo existente, aunque por sentido común un equipo nuevo requiere menos mantenimiento, en comparación a un equipo de más de 15 años de antigüedad. Sin embargo se decidió suponer un costo de mantenimiento similar al equipo existente, con el fin de comparar un costo real que nos represente un punto referencia.

4.3.4 Tasa de Interés de Retorno (TIR).

La tasa de retorno de inversión es un indicador que mide los rendimientos de inversión de los fondos económicos que se pretende invertir para llevar a cabo el proyecto de inversión a llevar a cabo.

A partir del análisis del flujo del efectivo, se resume mediante un plazo de 20 años de operación del equipo, se observa que la recuperación de inversión se obtiene en 10.85 años.

La tasa de interés de Retorno representa el 10.52%, de acuerdo al VPN, se desarrolló un esquema de sensibilidad, el cual nos permite variar los factores que nos permitan maximizar en un tiempo razonable un valor real de la recuperación de la inversión.

Tabla 4.12 Sensibilidad de Inversión.

ESQUEMA CLIMÁTICO CPD INTELIGENTE MONEDA CORRIENTE 2014 Pesos ANUAL	Análisis de Sensibilidad.				
	20	20	20	20	PERIODO
	11.00%	10.00%	5.00%	10.52%	Trema
VPN ahorros	\$1,220,233	\$1,304,547	\$1,909,604	\$1,259,552	
VPN Inversión inicial	\$ 1,259,383	\$ 1,259,383	\$ 1,259,383	\$ 1,259,383	\$
Costos Ahorrados	\$ 153,232	\$ 153,232	\$ 153,232	\$ 153,232	\$
Valor presente neto	(\$39,150)	\$45,163	\$650,221	\$168	\$
Anualidad equivalente	(\$4,916)	\$5,305	\$52,175	\$20	\$/año
Relación Beneficio - Costo	0.97	1.04	1.52	1.00	
TASA INT. DE RENDIM.	10.52%	10.52%	10.52%	10.52%	TIR
Período de recuperación simple	22.46	18.10	10.85	19.99	Años
Anualidad de la inversión	\$158,148	\$147,927	\$101,056	\$153,211	\$

Fuente: Elaboración Propia.

En la Tabla 4.12, se realiza un análisis de sensibilidad para el valor de la tasa de rendimiento mínima atractiva (TREMA), el análisis para la obtención del TREMA, es decir la tasa de rendimiento, que muestre el máximo beneficio del proyecto. Esto quiere decir; que es el porcentaje que la empresa o inversor podría obtener con este proyecto en forma anual o ingreso anual.

Con el fin de sustentar que nuestro proyecto es viable económicamente, pero difícilmente atractivo, dado que el valor de TREMA de 5%, apenas es mayor a la inflación. Así un inversionista fácilmente podría obtener más del 5% anual en cualquier instrumento de inversión de renta fija o variable, y casi sin riesgo para una inversión de casi 1.3 millones de pesos.

Pero tal vez la parte ambiental podría agregar algún otro valor monetario o ético a la viabilidad económica del proyecto e influir en la valoración que haga el inversionista.

4.4 Consideraciones Ambientales.

La emisión de gases invernaderos, se obtiene mediante un factor de emisión de eléctrico que se emplea para la estimación de emisiones indirectas, provenientes del uso de electricidad comprada, este valor varía cada año de acuerdo con la

mezcla de combustibles empleados en la generación de electricidad distribuida por el Sistema Eléctrico Nacional (SEN).

Este valor lo determina un grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) encargado de analizar la información científica, técnica y socioeconómica con relación al cambio climático provocado por las actividades humanas en el país³².

El factor de emisión eléctrico se calcula dividiendo las emisiones totales de GEI entre la electricidad neta entregada a la red:

$$FEE_p = \frac{Emisiones_{p,i}[tCO_2e]}{Electricidad\ neta_p[MWh]}$$

Tabla 4.13 Factores de emisión de electricidad promedio [tCO₂e/MWh].

Año	Factor de emisión de electricidad promedio [tCO ₂ e/MWh]
2000	0.6043
2001	0.6188
2002	0.6046
2003	0.6080
2004	0.5484
2005	0.5557
2006	0.5246
2007	0.5171
2008	0.4698
2009	0.5057
2010	0.4946
2011	0.5002*
2012	0.5165*
2013	0.4999

Fuente: Datos estimados por el Programa GEI México.

Dado que el ahorro obtenido medido en kWh obtenido en el consumo del equipo de climatización de precisión fue de 33,783 kWh/año. Sin embargo, como el proyecto

32 <http://www.geimexico.org/factor.html> , Fecha de Consulta: 27/09/14.

de operación del equipo se estima de alrededor de 20 años, se tendría un ahorro de 675.660 MWh en todo el periodo de vida útil del equipo de climatización.

$$Emisiones[tCO_2e] = FEE[tCO_2e/MWh] \times Electricidad\ Neta\ [MWh] \dots Ecuación\ 4.8$$

Sustituyendo los valores se obtiene:

$$Emisiones[tCO_2e] = 0.4999 \left[\frac{tCO_2e}{MWh} \right] \times 675.660 [MWh]$$

$$Emisiones[tCO_2e] = 337.76[tCO_2e]$$

Que podrían representar un ingreso económica si se cumplieran con los costos de transacción y adicionalidad del proyecto, a razón de 8 dólares por tonelada de CO₂e, lo cual es muy poco, por tanto sólo queda el valor social o ético de la operación amigable al ambiente del proyecto.

Del resultado anterior, se tiene el valor de la disminución de la emisión de CO₂ al medio ambiente, esta es otra razón por la cual se deberá de incentivar al ahorro de energía, siendo así una empresa socialmente responsable con el respeto al medio ambiente a través de la cooperación en la disminución de emisiones de gases de efecto invernadero.

4.4 Apoyos e Incentivos Gubernamentales.

La industria hoy en día requiere de apoyos que consoliden la calidad en sus diferentes actividades productivas, con proyectos que resulten adecuados con un beneficio para todos los involucrados en la planeación y ejecución de un proyecto.

La concientización del uso de equipos cada vez más eficientes, involucra el perfeccionamiento constante a la investigación en la mejora de nuevos mecanismos que componen los sistemas, dispositivos y equipos que son materia de estudio.

Los apoyos e incentivos que el gobierno de México realiza para la consolidación de proyectos viables y factibles, incrementan de manera directa la competitividad al sector productivo de nuestro país.

La gestión de la mejora continua de la eficiencia energética en sus procesos productivos y contribuir a los esfuerzos de mitigación del cambio climático, ha provisto nuevas formas de consolidar los proyectos de gestión energética en la industria.

4.5.1 Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE).

El Fide es un organismo público, con el objetivo principal de impulsar programas y proyectos orientados en la sustentabilidad energética, a través de incentivar el ahorro, uso eficiente y aprovechamiento sustentable de la energía.

Un área de oportunidad es la otorgación y la recuperación de financiamiento de proyectos de inversión mediante programas de mejoramiento de instalaciones y equipos.

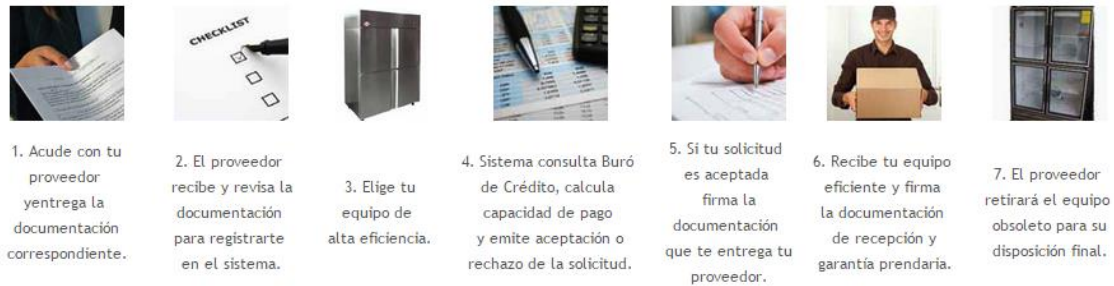
La manera que podrá aprovechar programa es participar mediante apoyos a los sectores siguientes:

- Comercios y servicios Industrias
- Micro, Pequeñas y Medianas Empresas (MIPyMES) Municipios

Con estos proyectos se obtienen los siguientes beneficios ambientales:

- Disminuir la emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEI).
- Disminuir la quema de barriles de petróleo.
- Fomentar el uso de fuentes alternativas de energía.

Figura 4.5 Esquema del Proceso de Otorgamiento del Financiamiento FIDE.



Fuente: Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica³³.

En algunas ocasiones empresas, no invierten en proyectos por la designación de capital en otras áreas productivas, sin embargo estos programas gubernamentales ofrecen créditos con una tasa de interés atractiva.

³³ http://www.fide.org.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=342&Itemid=224 ,
Fecha de Consulta: 09/10/14.

Tabla 4.14 Tasa de Interés Interbancaria de Equilibrio (TIIE)

TIIE a 28 días. Más 5 puntos que FIDE aumenta:	3.2893 +5%	8.28%
--	------------	-------

Fuente: Banxico: Tasa calculada para el mes de Oct del 2014

Tasas de promedio en porcentaje total seria de 8.28 %. Esto claro a reserva de la evaluación que realizará el FIDE, para posteriormente otorgar el financiamiento a través del programa de Eficiencia Energética.

CONCLUSIONES

El consumo eléctrico obtenido por el análisis del equipo nos permitió verificar que si representa un ahorro equivalente al 23.57% de consumo promedio del equipo nuevo.

Se obtuvo un ahorro de \$153,232.00 pesos, con una TREMA de 5% estimado el periodo de recuperación de la inversión de 10.85 años, contemplando un periodo de vida útil del equipo de 20 años, cuyo Valor Presento Neto esperado sería de \$ 650,221 pesos a favor.

El valor de costo beneficio fue de 1.52, los que representa un valor aceptable, ya que el valor es mayor que la unidad.

Los resultados obtenidos una vez implementado el proyecto son favorables en el sentido de que el proyecto es viable de acuerdo a los valores del valor presente neto y el costo beneficio, sin embargo la recuperación de la inversión resulta en un lapso de tiempo prolongado. Así el proyecto es difícilmente atractivo, dado que el valor de TREMA de 5%, apenas es mayor a la inflación.

Así un inversionista fácilmente podría obtener más del 5% anual en cualquier instrumento de inversión de renta fija o variable, y casi sin riesgo para una inversión de casi 1.3 millones de pesos.

Así mismo, fue posible comprobar los ahorro de consumo energético a eficiencia energética es una herramienta para mejorar la productividad y la competitividad de las empresas, así como el conocimiento de programas que coadyuvarán como medios para fortalecer la inversión de proyectos en materia de eficiencia energética.

Conclusiones Generales y Recomendaciones.

La creciente demanda de los servicios de servicios de voz, videos y datos, es una realidad en el sentido de la accesibilidad que ahora representa el tener acceso a estos recursos con que la población y las empresas cuentan cada vez más en los últimos años más recientes.

Ante este fenómeno los centros de procesamiento de datos las empresas se ven en la necesidad mejorar sus activos, de tal manera de contribuir a la demanda de los servicios informáticos, orientados a la eficiencia energética.

Con base a los requerimientos y los objetivos planteados en este trabajo, se puede concluir que mediante la ejecución del proyecto en el proceso de optimización energética, se obtuvieron resultados favorables en cuestión de regulación de temperatura y humedad en los rangos permisibles de temperatura de 21°C y 50% HR por la ASRHAE.

La carga térmica obtenida a partir de la simulación en el software HAP V 4.5 fue de 334884 Btu/h, esto implicó tomar las características térmicas de los materiales dentro del recinto, esto nos permitió dimensionar la capacidad de refrigeración de sistema de climatización equivalente a (28.102 TR).

En la cuestión de la instalación eléctrica y de tubería del sistema climatización de Precisión, se planteó de tal manera que represente los más práctico de acuerdo al área disponible, el cálculo se efectuó de tal manera de evitar pérdidas por calentamiento del conductor y asegurando una caída de voltaje no mayor al 2% en cuanto a la regulación de la energía.

Los consumos de energía en caso particular, se pudo obtener el ahorro anual una vez implementado el proyecto, este ahorro representa el 23.57 % anual por concepto de climatización.

El ahorro obtenido a partir del análisis de consumo energía eléctrica se obtuvo a partir de la facturación de Energía Eléctrica, se plantearon factores de demanda para tarifa de consumo HM.

De tal forma que el ahorro anual fue de \$ 153,232.00 pesos, la eficiencia cuantificada a través de la relación entre los consumos SP y CP, se obtuvo que con el equipo de climatización de precisión resulto 33,783 kWh/año, este valor representa el 23.57% del consumo total promedio.

Los flujos de Netos de efectivos nos arrojan información muy relevante en el sentido que la recuperación de la inversión se reflejara en 10.85 años y si estimamos un periodo de vida útil de 20 años equipo de climatización de precisión se obtendrá un ahorro de \$650,221.00

El beneficio costo de acuerdo a la inversión y los costos de operación y mantenimiento, definiendo por el cociente ahorro menos gastos de operación igual a \$1,909,604.00 pesos entre la inversión inicial del proyecto \$1,259,552.00 pesos, esta razón da un valor de 1.52, esto significa que el proyecto es viable.

Un aspecto a considerar, es que ahorro por concepto de climatización resulta moderado, debido a que en el caso particular de CPD, existe un crecimiento en la infraestructura de equipos electrónicos, estas implicaciones justifican de alguna manera que no se tenga un ahorro considerable, porque este crecimiento impacta al consumo de energía eléctrica.

Sin embargo, fue posible determinar la reducción de consumo con la implantación del equipo de precisión por los beneficios que implica instalar un equipo de climatización de última generación.

En relación a los resultados obtenidos, en el análisis de viabilidad el periodo de recuperación de la inversión y el valor de la tasa de rendimiento máximo, no resulta atractivo en el sentido que el ahorro obtenido es mínimo, un inversionista tendría una expectativa mayor. Es decir, esperaría una tasa mínima en el intervalo del 15 a 25% y un periodo de recuperación máxima de 4 años.

El Fideicomiso para El Ahorro de Energía Eléctrica, es el programa gubernamental que ayuda e incentiva en ahorro en materia de consumo energético en nuestro país, parece ser que la labor del FIDE, podría fortalecer aún más los apoyos a la industria informática con la con adquisición de equipo exclusivos, para este tipo de Centros de Procesamiento de Datos.

La necesidad de una regulación que supervise de manera exhaustiva la infraestructura en área de los Centros de Procesamiento de Datos, permitiría de manera directa a incentivar en brindar un mejor servicio innovando mejorando sus instalaciones de manera continua, con procesos de mantenimiento y operación que permitan una logística más oportuna.

Anexo A: Resultados de la Simulación de Carga Térmica en el CPD.

El Hourly Analysis Program (HAP) es la herramienta computacional propiedad de la Carrier, para la estimación de los proyectos de aire acondicionado para la implementación en los edificios, residencias e industrias, este software es reconocido por la ASHRAE, para su uso en cuestiones de diseño.

Air System Sizing Summary for		NUEVO LAREDO
Project Name: Untitled		08/18/2012
Prepared by:		01:54p.m.
Air System Information		
Air System Name	CENTRAL NUEVO LAREDO	Number of zones
Equipment Class	UNDEF	Floor Area
Air System Type	SZCAV	Location
Location NUEVO LAREDO, TAMAULIPAS		
Sizing Calculation Information		
Zone and Space Sizing Method:		
Zone CFM	Sum of space airflow rates	Calculation Months
Space CFM	Individual peak space loads	Sizing Data
Sizing Data Calculated		
Central Cooling Coil Sizing Data		
Total coil load	28.1 Tons	Load occurs at
Total coil load	284.5 MBH	Jul 2100
Sensible coil load	283.5 MBH	OA DB / WB
Coil CFM at Jun 1500	14469 CFM	102.0 / 87.5 °F
Max block CFM	14469 CFM	Entering DB / WB
Sum of peak zone CFM	14469 CFM	68.4 / 57.6 °F
Sensible heat ratio	0.997	Leaving DB / WB
ft ³ /Ton	26.8	51.7 / 50.7 °F
BTU/(hr-ft ³)	448.1	Coil ADP
Water flow @ 10.0 °F rise	56.93 gpm	49.8 °F
		Bypass Factor
		0.100
		Resulting RH
		51 %
		Design supply temp.
		52.0 °F
		Zone T-stat Check
		1 of 1 OK
		Max zone temperature deviation
		0.0 °F
Supply Fan Sizing Data		
Actual max CFM	21895 CFM	Fan motor BHP
Standard CFM	21534 CFM	3.19 BHP
Actual max CFM/ft ²	11.69 CFM/ft ²	Fan motor kW
		2.38 kW
		Fan static
		0.50 in wg
Outdoor Ventilation Air Data		
Design airflow CFM	75 CFM	CFM/person
CFM/ft ²	0.04 CFM/ft ²	15.00 CFM/person

Genera información acerca de la capacidad de la unidad de climatización propuesta acorde al análisis de carga térmica.

Utiliza datos climatológicos, dada la situación climatológica en el lugar geográfico donde se pretende evaluar. Las dimensiones del sitio en específico, las temperaturas máximas y mínimas durante un año.

Design Weather Parameters & MSHGs	
Untitled	08/18/2012 01:27p.m.

Design Parameters:

City Name	NUEVO LAREDO	
Location	TAMAULIPAS	
Latitude	27.5	Deg.
Longitude	99.5	Deg.
Elevation	459.3	ft
Summer Design Dry-Bulb	113.0	°F
Summer Coincident Wet-Bulb	89.6	°F
Summer Daily Range	23.4	°F
Winter Design Dry-Bulb	19.4	°F
Winter Design Wet-Bulb	12.6	°F
Atmospheric Clearness Number	1.00	
Average Ground Reflectance	0.20	
Soil Conductivity	0.800	BTU/(hr-ft-°F)
Local Time Zone (GMT +/- N hours)	6.0	hours
Consider Daylight Savings Time	Si	
Daylight Savings Begins	April, 1	
Daylight Savings Ends	October, 31	
Simulation Weather Data	noneN/A	
Current Data is	User Modified	
Design Cooling Months	January to December	

Determina las ganancias de calor solar en el sitio en diferentes zonas del sitio en referencia de los puntos en el sitio que se requiere climatizar de acuerdo a su distribución durante un año.

Design Day Maximum Solar Heat Gains

(The MSHG values are expressed in BTU/(hr-ft²))

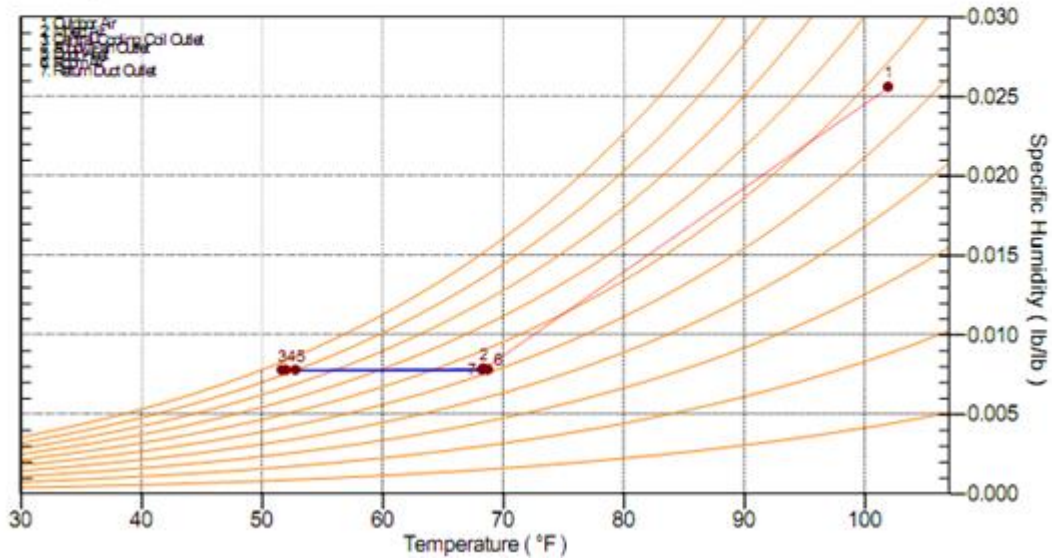
Month	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S
January	25.5	25.5	38.2	111.6	189.3	235.3	252.3	244.9	236.0
February	28.9	28.9	78.5	152.8	213.7	247.2	242.3	220.6	204.3
March	32.7	37.1	121.7	189.8	227.5	239.1	219.8	180.1	154.2
April	36.3	83.7	154.3	206.5	227.5	213.8	177.6	122.5	91.7
May	40.3	114.3	173.7	212.4	219.4	193.6	142.9	80.8	56.0
June	52.4	123.2	180.8	212.9	213.4	182.2	127.9	66.1	47.4
July	42.3	110.8	173.9	209.6	214.2	186.7	139.7	78.5	54.7
August	37.9	80.7	152.1	200.2	218.5	204.3	171.3	118.1	88.5
September	33.9	38.7	111.8	180.1	219.5	225.6	212.0	175.2	151.4
October	29.8	29.8	68.7	152.3	207.5	234.0	238.3	216.2	199.8
November	25.9	25.9	34.9	117.7	179.3	231.7	248.2	242.6	233.4
December	23.9	23.9	25.3	97.2	174.9	227.9	249.8	249.2	244.7
Month	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	HOR	Mult
January	246.6	253.9	232.0	188.3	119.3	31.0	25.5	197.3	1.00
February	221.8	245.2	245.5	216.7	154.1	76.4	28.9	234.1	1.00
March	179.3	218.4	240.9	230.9	185.4	120.4	40.5	265.3	1.00
April	121.7	176.2	216.1	227.2	203.8	152.6	85.3	278.4	1.00
May	80.3	141.6	194.4	218.8	210.5	172.8	115.6	280.3	1.00
June	65.2	127.0	183.6	211.9	209.1	180.2	126.5	278.2	1.00
July	76.9	138.2	189.7	212.8	204.5	172.7	115.6	275.8	1.00
August	116.9	169.4	208.2	219.1	197.2	148.6	84.7	272.1	1.00
September	175.2	212.0	225.5	219.5	180.1	111.7	38.7	257.3	1.00
October	215.5	236.9	237.7	202.0	151.3	74.2	29.8	230.9	1.00
November	241.6	245.5	232.5	183.3	114.7	37.2	25.9	196.9	1.00
December	251.0	249.7	227.9	170.4	102.7	23.9	23.9	181.7	1.00

Mult. = User-defined solar multiplier factor.

Elabora una gráfica de comportamiento de temperatura y humedad que son base principal para comprender el comportamiento de sistema de climatización propuesto.

Se observa el rango de temperaturas y humedad, mediante el proceso de enfriamiento, el punto uno es el resultado de la salida del aire caliente en el proceso de enfriar el refrigerante por ese motivo esta fuera de rango, mientras que el resto de los puntos, es decir del 2 al 7 corresponde al sistema de enfriamiento de la salida de aire frío.

Location: NUEVO LAREDO, TAMAULIPAS
Altitude: 459.3 ft.
Data for: July DESIGN COOLING DAY, 2100



Una de sus herramientas principales más poderosas del HAP, es que cuenta con una gran información de elementos de construcción, así como la posibilidad de ingresar la carga eléctrica instalada, esto con el fin de obtener información de ganancia térmica esto nos da una aproximación de la estimación de la carga necesaria a remover.

Air System Design Load Summary for		NUEVO LAREDO
Project Name: Untitled		08/18/2012
Prepared by:		01:54p.m.

ZONE LOADS	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Jul 2100			HEATING DATA AT DES HTG		
	Details	Sensible (BTU/hr)	Latent (BTU/hr)	Details	Sensible (BTU/hr)	Latent (BTU/hr)
	COOLING OA DB / WB 102.0 °F / 87.5 °F			HEATING OA DB / WB 19.4 °F / 12.6 °F		
Window & Skylight Solar Loads	0 ft²	0	-	0 ft²	-	-
Wall Transmission	1666 ft²	22080	-	1666 ft²	16776	-
Roof Transmission	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Window Transmission	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Skylight Transmission	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Door Loads	0 ft²	0	-	0 ft²	0	-
Floor Transmission	1873 ft²	1311	-	1873 ft²	0	-
Partitions	452 ft²	1503	-	452 ft²	0	-
Ceiling	1873 ft²	6226	-	1873 ft²	0	-
Overhead Lighting	7200 W	24565	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	84000 W	286604	-	0	0	-
People	5	1475	2275	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	5% / 3%	17188	68	0%	0	0
>> Total Zone Loads	-	360952	2343	-	16776	0
Zone Conditioning	-	360126	2343	-	3520	0
Plenum Wall Load	0%	0	-	0	0	-
Plenum Roof Load	0%	0	-	0	0	-
Plenum Lighting Load	0%	0	-	0	0	-
Return Fan Load	21895 CFM	0	-	21895 CFM	0	-
Ventilation Load	75 CFM	2684	6230	75 CFM	2677	2
Supply Fan Load	21895 CFM	8116	-	21895 CFM	-8116	-
Space Fan Coil Fans	-	0	-	-	0	-
Duct Heat Gain / Loss	5%	18048	-	5%	839	-
>> Total System Loads	-	388973	8573	-	-1080	2
Central Cooling Coil	-	388973	8594	-	0	0
>> Total Conditioning	-	388973	8594	-	0	0

***Anexo B: Cotización de
Conceptos para la Instalación
del Equipo de A.A. de
Precisión.***



COTIZACIÓN No.: EPR.2961.32		FECHA: 31/07/2013
ASUNTO /	DE/FROM:	
SUBJECT		
PARA /TO:	ENRIQUE PÉREZ RAMÍREZ LIDER DE PROYECTO EPSILON INGENIERIA Y CONECTIVIDAD, S.A. DE C.V. TEL: 2595 0997 EXT: 114 M 4610 3082 enrique.perez@epsiloningenieria.com.mx www.epsiloningenieria.com.mx	
José Luis Ortega Cruz		

CATÁLOGO PARA LA INSTALACIÓN DE AIRE ACONDICIONADO					
	CONCEPTOS	UNID.	CANT.	P. U.	IMPORTE
	SISTEMAS TIPO PRECISIÓN				
	EQUIPO DE AIRE DE PRECISIÓN				
1	UNIDAD MANEJADORA DE AIRE TIPO PRECISIÓN (UMA 01 EN STAND-BY), MARCA: LIEBERT, MODELO: DS105ADD0EI, PARA UNA CAPACIDAD DE 105 KW (30 T.R. NOMINAL), CON SMALL iCON DISPLAY , FLUJO DE AIRE DESCENDENTE, CONTENIENDO HUMIDIFICADOR INFRARROJO, RESISTENCIAS PARA RECALENTAR EL AIRE, CONTROLADOR PRINCIPAL DE LAS FUNCIONES; ENFRIAMIENTO, HUMIDIFICACIÓN, DESHUMIDIFICACIÓN, RECALENTAMIENTO Y FILTRACIÓN DE AIRE, TIPO AM (ADVANCED MICROPROCESSOR), DETECTOR DE AGUA BAJO EL PISO Y BASE ESTÁNDAR DE LA UNIDAD PARA EL PISO. PARA OPERAR A 208-220V / 3F / 60HZ.	PZA	1.00	\$ 821,859.00	\$ 821,859.00
2	UNIDAD CONDENSADORA ENFRIADA POR AIRE, AIR COOLED (AC 01 EN OPERACION) MARCA: LIEBERT, MODELO: CD*-415, PARA UNA CAPACIDAD DE 30 T.R., INCLUYENDO; TABLERO DE CONTROL OPERANDO A 220 V. / 3 F. / 60 HZ., Y DESCONECTADOR INTEGRADO (PARA SERVICIO DE MANTENIMIENTO).	PZA	1.00		
INSTALACIÓN DE LOS EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO					
3	INSTALACIÓN DE UNIDAD DE AIRE ACONDICIONADO DE PRECISIÓN, (UMA 01), MARCA: LIEBERT, MODELO: DS070ADD0EI, PARA UNA CAPACIDAD DE 105 KW (30 T.R. NOMINAL), FLUJO DE AIRE DESCENDENTE, CONTENIENDO HUMIDIFICADOR INFRARROJO, RESISTENCIAS PARA RECALENTAR EL AIRE, CONTROLADOR PRINCIPAL DE LAS FUNCIONES; ENFRIAMIENTO, HUMIDIFICACIÓN, DESHUMIDIFICACION, RECALENTAMIENTO Y FILTRACIÓN DE AIRE, TIPO AM (ADVANCED MICROPROCESSOR), DETECTOR DE AGUA BAJO EL PISO Y BASE ESTÁNDAR DE LA UNIDAD PARA EL PISO. PARA OPERAR A 208-220V / 3F / 60HZ.	PZA	1.00	\$ 53,846.15	\$ 53,846.15

CATÁLOGO PARA LA INSTALACIÓN DE AIRE ACONDICIONADO

	CONCEPTOS	UNID.	CANT.	P. U.	IMPORTE
4	INSTALACIÓN DE UNIDAD CONDENSADORA ENFRIADA POR AIRE, AIR COOLED (AC 01), MARCA: LIEBERT, MODELO: CD*-308, PARA UNA CAPACIDAD DE 30 T.R., INCLUYENDO; TABLERO DE CONTROL OPERANDO A 220 V. / 3 F. / 60 HZ., Y DESCONECTADOR INTEGRADO (PARA SERVICIO DE MANTENIMIENTO)., INCLUYE: MANIOBRAS CON GRUA Y A MANO (COMO SE REQUIERA), DESCARGA DE CAMION Y ARRASTRE DE LA UNIDAD HASTA EL AREA EN AZOTEA DESIGNADA, CONEXIONES, PRUEBAS, ARRANQUES Y ENTREGA FUNCIONANDO CON PROTOCOLOS DE OPERACIÓN.	PZA	1.00		
				\$ 33,846.15	\$ 33,846.15
	MATERIAL ELÉCTRICO			\$ -	\$ -
	LOS SIGUIENTES MATERIALES DEBEN INCLUIR: SUMINISTRO E INSTALACIÓN , FLETES FORANEOS Y LOCALES, MANIOBRAS DE CARGA Y DESCARGA DE CAMIÓN, ACARREOS VERTICALES Y HORIZONTALES A LA ALTURA Ó NIVEL EN TODOS LOS CASOS, MANO DE OBRA ESPECIALIZADA, CONEXIONES, LIMPIEZA DIARIA Y AL FINAL DE LA OBRA, RETIRO DE MATERIALES SOBRANTES FUERA DE LA OBRA.			\$ -	\$ -
	CABLE DE COBRE MARCA: CONDUMEX VINANEL 2000 THW ANTIFLAMA 600 VOLTS DE LOS SIGUIENTES CALIBRES:			\$ -	\$ -
5	Cal 2/0 AWG.	M.L.	40.00	\$ 236.43	\$ 9,457.30
6	Cal 10 AWG.	M.L.	160.00	\$ 17.47	\$ 2,794.87
7	Cal 16 AWG.	M.L.	125.00	\$ 5.36	\$ 670.59
8	Cal 6 AWG desnudo o verde	M.L.	15.00	\$ 40.19	\$ 602.87
9	Cal 12 AWG desnudo o verde	M.L.	55.00	\$ 9.99	\$ 549.34
	TUBO CONDUIT MCA. JUPITER PARED GRUESA GALVANIZADO INCLUYE:COPLES, CORTES, ELEMENTOS DE FIJACIÓN (TAQUETES DE EXPANSION, TORNILLOS, TUERCAS Y ROLDANAS), APLICACION DE PINTURA DE ESMALTE MCA. COMEX EN COLOR Y TONO APROBADO PARA LOS SIGUIENTES DIÁMETROS:			\$ -	\$ -
10	1/2"	M.L.	39.00	\$ 300.47	\$ 11,718.19

CATALOGO PARA LA INSTALACIÓN DE AIRE ACONDICIONADO					
	CONCEPTOS	UNID.	CANT.	P. U.	IMPORTE
11	3/4"	M.L.	48.00	\$ 314.25	\$ 15,083.94
12	2"	M.L.	15.00	\$ 496.28	\$ 7,444.16
	CONDULET MARCA CROUSE HINDS DOMEX DIFERENTES ARREGLOS LB, LL, LR, ETC. SERIE OVALADA C/TAPA Y EMPAQUE DE NEOPRENO DE LOS SIGUIENTES DIÁMETROS:			\$ -	\$ -
13	1/2"	Pza.	15.00	\$ 243.16	\$ 3,647.34
14	3/4"	Pza.	10.00	\$ 420.21	\$ 4,202.12
15	2"	Pza.	6.00	\$ 1,044.33	\$ 6,265.96
	TUBO FLEXIBLE TIPO LICUATITE MCA. TMF, DE LOS SIGUIENTES DIÁMETROS:			\$ -	\$ -
16	1/2"	M.L.	1.00	\$ 38.69	\$ 38.69
17	3/4"	M.L.	1.00	\$ 44.23	\$ 44.23
18	2 "	M.L.	2.50	\$ 213.74	\$ 534.34
	CONECTOR RECTO, PARA TUBERIA LICUATITE CON TUERCA DE COMPRESIÓN PARA SU INSTALACIÓN, DE LOS SIGUIENTES DIÁMETROS:			\$ -	\$ -
19	1/2"	PZA	2.00	\$ 81.93	\$ 163.86
20	3/4"	PZA	2.00	\$ 103.19	\$ 206.39
21	2"	PZA	2.00	\$ 537.10	\$ 1,074.20
	CONECTOR CURVO, PARA TUBERIA LICUATITE CON TUERCA DE COMPRESIÓN PARA SU INSTALACIÓN, DE LOS SIGUIENTES DIÁMETROS:			\$ -	\$ -
22	1/2"	PZA	1.00	\$ 121.16	\$ 121.16
23	3/4"	PZA	1.00	\$ 142.62	\$ 142.62
24	2"	PZA	1.00	\$ 537.10	\$ 537.10
	CONTRA Y MONITOR PARA TUBERÍA CONDUIT, INCLUYE: BARRENADO DE GABINETE, TRAZOS Y DESPERDICIOS, DE LOS SIGUIENTES DIÁMETROS:			\$ -	\$ -
25	1/2"	Pza.	2.00	\$ 3.71	\$ 7.41
26	3/4"	Pza.	2.00	\$ 5.56	\$ 11.12
27	2 "	Pza.	2.00	\$ 30.29	\$ 60.58

CATÁLOGO DE MATERIALES PARA A INSTALACIÓN DE AIRE ACONDICIONADO

	CONCEPTOS	UNID.	CANT.	P. U.	IMPORTE
28	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES (CCM 01), MARCA: HIMEL CATALOGO: CRN-108/300 PARA CONTENER LOS SIGUIENTES DISPOSITIVOS ELÉCTRICOS (LOS INTERRUPTORES) A) INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO DE 3 X 175 Amp. MCA.SQUARE'D MOD. HDL 36175, B) INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO DE 3 X 30 Amp. MCA.SQUARE'D MOD. FAL 3630, C) BARRA DE COBRE PARA TIERRA FISICA, INCLUYE: ELEMENTOS DE FIJACIÓN COMO TAQUETES DE EXPANSIÓN TORNILLERIA DE 1/4"Ø HEXAGONAL , BROCAS,SEGUETAS, APLICACIÓN DE; ESMALTE NEGRO 117 A LA SOPORTERÍA DE FIERRO ÁNGULO, AMBOS MCA. COMEX. CORTES, FLETES FORÁNEOS Y LOCALES, MANIOBRAS DE; ACARREOS A MANO, CARGA Y DESCARGA DE CAMIÓN. ANDAMIOS, ESCALERAS, RETIRO DEL MATERIAL SOBRANTE FUERA DE LA OBRA, LIMPIEZAS GRUESA Y FINA DIARIA Y AL FINAL DE LA OBRA, HERRAMIENTAS Y EQUIPOS; MANUALES Y ELÉCTRICOS Y DE SOLDADURAS DE ARCO ELÉCTRICO. Y TODO LO NECESARIO POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA.	Pza.	1.00	\$ 42,461.54	\$ 42,461.54
	MATERIALES DE DISTRIBUCIÓN DE AIRE			\$ -	\$ -
	LOS SIGUIENTES MATERIALES DEBEN INCLUIR: SUMINISTRO E INSTALACIÓN , FLETES FORANEOS Y LOCALES, MANIOBRAS DE CARGA Y DESCARGA DE CAMIÓN, ACARREOS VERTICALES Y HORIZONTALES A LA ALTURA Ó NIVEL EN TODOS LOS CASOS, MANO DE OBRA ESPECIALIZADA, CONEXIONES, LIMPIEZA DIARIA Y AL FINAL DE LA OBRA, RETIRO DE MATERIALES SOBRANTES FUERA DE LA OBRA.			\$ -	\$ -
29	DEFLECTOR DE AIRE (CODO 90°) FABRICADO CON LAMINA DE ACERO INOXIDABLE CAL. 18 INCLUYE: TROQUELADOS, ADECUACIÓN EN DESCARGA DE AIRE EN UNIDAD MANEJADORA Y TODOS LOS CONSUMIBLES NECESARIOS PARA LA CORRECTA EJECUCIÓN DEL CONCEPTO.	PZA	1.00	\$ 30,769.23	\$ 30,769.23

CATÁLOGO PARA LA INSTALACIÓN DE AIRE ACONDICIONADO

	CONCEPTOS	UNID.	CANT.	P. U.	IMPORTE
	LOS SIGUIENTES MATERIALES DEBEN INCLUIR: SUMINISTRO E INSTALACIÓN , EQUIPOS Y MATERIALES PARA SOLDAR CON OXIACETILENO, LIJA, SOLDADURAS PARA COBRE, FLETES FORANEOS Y LOCALES, MANIOBRAS DE CARGA Y DESCARGA DE CAMIÓN, ACARREOS VERTICALES Y HORIZONTALES A LA ALTURA Ó NIVEL EN TODOS LOS CASOS, MANO DE OBRA ESPECIALIZADA, CONEXIONES, LIMPIEZA DIARIA Y AL FINAL DE LA OBRA, RETIRO DE MATERIALES SOBREPANTES FUERA DE LA OBRA.			\$ -	\$ -
	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBO DE COBRE TIPO L RÍGIDO MCA. NACOBRE, INCLUYE: CONEXIONES DE COBRE MCA. NACOBRE (LAS QUE SE REQUIERAN) COMO REDUCCIONES BUSHING, CONECTORES, COPLES, REDUCCIONES CAMPANA, TAPONES, SOLDADURA DE FOSCO CON ALEACIÓN DE PLATA AL 5%, ELEMENTOS DE LIMPIEZA, ELEMENTOS DE FIJACIÓN (TAQUETES DE EXPANSIÓN, TORNILLOS, TUERCAS Y ROLDANAS), CORTES, APLICACIÓN DE PINTURA DE ESMALTE EN COLOR Y TONO APROBADO (DE ACUERDO AL CODIGO DE COLORES) A LAS TUBERÍAS DE LÍQUIDO Y DESCARGA MCA. COMEX, DE LOS SIGUIENTES DIÁMETROS:			\$ -	\$ -
30	1 1/8" Ø	Mts	96.00	\$ 441.61	\$ 42,394.15
31	7/8" Ø	Mts	96.00	\$ 223.88	\$ 21,492.27
	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CODO DE COBRE DE 90° O 45° , MCA. NACOBRE, INCLUYE: SOLDADURA DE FOSCO CON ALEACIÓN DE PLATA AL 5%, ELENTO DE LIMPIEZA, LIJA Y FUNDENTE, DE LOS SIGUIENTES DIÁMETROS:			\$ -	\$ -
32	7/8" Ø	PZA	40.00	\$ 32.71	\$ 1,308.46
33	1 1/8" Ø	PZA	40.00	\$ 76.33	\$ 3,053.08
	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE VÁLVULA DE PASO SOLDABLE TIPO ESFERA, CON VÁLVULA DE ACCESO TIPO PIVOTE MCA. EMERSON, INCLUYE: SOLDADURA DE FOSCO CON ALEACIÓN DE PLATA AL 5%, ELENTO DE LIMPIEZA, LIJA Y FUNDENTE, DE LOS SIGUIENTES DIÁMETROS:			\$ -	\$ -
34	7/8" Ø, MODELO 5823-BVS-78	PZA	4.00	\$ 1,842.75	\$ 7,371.00

CATÁLOGO PARA LA INSTALACIÓN DE AIRE ACONDICIONADO					
	CONCEPTOS	UNID.	CANT.	P. U.	IMPORTE
35	11/8" Ø, MODELO 5824-BVS-118	PZA	4.00	\$ 3,271.15	\$ 13,084.62
36	CARGA DE GAS REFRIGERANTE QUIMICO MARCA: DUPONT TIPO 407C ENVASADO DE FABRICA PARA CARGA DEL SISTEMA, INCLUYE: PRUEBAS DE HERMETICIDAD DE LAS SOLDADURAS EN LAS TUBERIAS, ACCESORIOS Y CONEXIONES CON GAS NITRÓGENO A UNA PRESIÓN MANOMÉTRICA DE 450-500 LIBRAS, EVACUACIÓN DE AIRE Y NITROGENO CON BOMBA DE VACIO Y CARGA FINAL Y COMPLETA DE REFRIGERANTE DE ACUERDO LAS CONDICIONES DE OPERACIÓN Y CAPACIDAD DEL SISTEMA.	KGS.	25.00	\$ 632.42	\$ 15,810.58
	MATERIAL PARA HUMIDIFICADOR			\$ -	\$ -
	LOS SIGUIENTES MATERIALES DEBEN INCLUIR: SUMINISTRO E INSTALACIÓN , EQUIPOS Y MATERIALES PARA SOLDAR CON OXIACETILENO, LIJA, SOLDADURAS PARA COBRE, FLETES FORANEOS Y LOCALES, MANIOBRAS DE CARGA Y DESCARGA DE CAMIÓN, ACARREOS VERTICALES Y HORIZONTALES A LA ALTURA Ó NIVEL EN TODOS LOS CASOS, MANO DE OBRA ESPECIALIZADA, CONEXIONES, LIMPIEZA DIARIA Y AL FINAL DE LA OBRA, RETIRO DE MATERIALES SOBRANTES FUERA DE LA OBRA.			\$ -	\$ -
	TUBERÍA DE COBRE TIPO M INCLUYE: CONEXIONES COMO REDUCCIONES, CONECTORES, ELEMENTOS DE FIJACIÓN (TAQUETES DE EXPANSIÓN, TORNILLOS, TUERCAS Y ROLDANAS), DESENGRASANTE, LIJA, CINTA TEFLON DE 3/4" DE ANCHO, SOLVENTES, SEGUETAS, TRANSPORTE, MANO DE OBRA ESPECIALIZADA, HERRAMIENTAS MANUALES Y ELÉCTRICAS, APLICACIÓN DE PINTURA DE ESMALTE MCA. COMEX EN COLOR Y TONO APROBADO LIMPIEZA DEL LUGAR DE TRABAJO EN TODO MOMENTO, USO DE TODA LA HERRAMIENTA REQUERIDA Y DESPERDICIO. DE LOS SIGUIENTES DIÁMETROS:			\$ -	\$ -
37	13 MM (1/2").	M.L.	48.00	\$ 139.96	\$ 6,718.16
	CODOS DE COBRE MCA. NACOBRE DE 90° O 45°. INCLUYE: SOLDADURA FOSCO, FUNDENTE. PARA LOS SIGUIENTES DIÁMETROS:			\$ -	\$ -

ANEXO B: COTIZACIÓN DE CONCEPTOS PARA LA INSTALACIÓN DEL EQUIPO DE A.A. DE PRECISIÓN.

CATÁLOGO PARA LA INSTALACIÓN DE AIRE ACONDICIONADO					
	CONCEPTOS	UNID.	CANT.	P. U.	IMPORTE
38	13 MM (1/2").	PZA.	15.00	\$ 15.27	\$ 228.98
	TEE DE COBRE MCA. NACOBRE. INCLUYE: SOLDADURA FOSCO, FUNDENTE. PARA LOS SIGUIENTES DIÁMETROS:			\$ -	\$ -
39	13 MM (1/2").	PZA.	1.00	\$ 54.52	\$ 54.52
	VÁLVULA DE BOLA MCA. URREA FIG. 550 EXTREMOS SOLDABLES. INCLUYE: CINTA TEFLÓN EN LAS UNIONES. PARA LOS SIGUIENTES DIÁMETROS:			\$ -	\$ -
40	13 MM (1/2").	PZA.	2.00	\$ 970.44	\$ 1,940.88
	MATERIAL PARA DRENES			\$ -	\$ -
	LOS SIGUIENTES MATERIALES DEBEN INCLUIR: SUMINISTRO E INSTALACIÓN , EQUIPOS Y MATERIALES PARA SOLDAR CON OXIACETILENO, LIJA, SOLDADURAS PARA COBRE, FLETES FORANEOS Y LOCALES, MANIOBRAS DE CARGA Y DESCARGA DE CAMIÓN, ACARREOS VERTICALES Y HORIZONTALES A LA ALTURA Ó NIVEL EN TODOS LOS CASOS, MANO DE OBRA ESPECIALIZADA, CONEXIONES, LIMPIEZA DIARIA Y AL FINAL DE LA OBRA, RETIRO DE MATERIALES SOBREPANTES FUERA DE LA OBRA.			\$ -	\$ -
	TUBERÍA DE COBRE TIPO M INCLUYE: CONEXIONES COMO REDUCCIONES, CONECTORES, ELEMENTOS DE FIJACIÓN (TAQUETES DE EXPANSIÓN, TORNILLOS, TUERCAS Y ROLDANAS), DESENGRASANTE, LIJA, CINTA TEFLÓN DE 3/4" DE ANCHO, SOLVENTES, SEGUETAS, TRANSPORTE, MANO DE OBRA ESPECIALIZADA, HERRAMIENTAS MANUALES Y ELÉCTRICAS, APLICACIÓN DE PINTURA DE ESMALTE MCA. COMEX Y LIMPIEZA DEL LUGAR DE TRABAJO EN TODO MOMENTO, USO DE TODA LA HERRAMIENTA REQUERIDA Y DESPERDICIO. DE LOS SIGUIENTES DIÁMETROS:			\$ -	\$ -
41	19 MM (3/4").	M.L.	3.00	\$ 1,062.03	\$ 3,186.10
42	25 MM (1").	M.L.	18.00	\$ 1,962.69	\$ 35,328.46
	CODOS DE COBRE MCA. NACOBRE DE 90° O 45°. INCLUYE: SOLDADURA FOSCO, FUNDENTE. PARA LOS SIGUIENTES DIÁMETROS:			\$ -	\$ -

CATÁLOGO PARA LA INSTALACIÓN DE AIRE ACONDICIONADO					
	CONCEPTOS	UNID.	CANT.	P. U.	IMPORTE
43	19 MM (3/4").	PZA.	8.00	\$ 32.71	\$ 261.69
44	25 MM (1").	PZA.	3.00	\$ 76.33	\$ 228.98
	CONECTOR RECTO CON CUERDA EXTERIOR MCA. NACOBRE DE INCLUYE: SOLDADURA FOSCO, FUNDENTE. PARA LOS SIGUIENTES DIÁMETROS:			\$ -	\$ -
45	19 MM (3/4").	PZA.	2.00	\$ 83.57	\$ 167.13
	TUERCA UNION DE COBRE MCA. NACOBRE INCLUYE: TODOS LOS CONSUMIBLES NECESARIOS PARA SU CORRECTA INSTALACIÓN. PARA LOS SIGUIENTES DIÁMETROS:			\$ -	\$ -
46	19 MM (3/4).	PZA.	2.00	\$ 79.77	\$ 159.55
	YEE'S DE COBRE MCA. NACOBRE. INCLUYE: SOLDADURA FOSCO, FUNDENTE. PARA LOS SIGUIENTES DIÁMETROS:			\$ -	\$ -
47	25 MM (1").	PZA.	1.00	\$ 225.51	\$ 225.51
	VALVULA DE BOLA MCA. URREA FIG. 550 EXTREMOS ROSCADOS. INCLUYE: CINTA TEFLÓN EN LAS UNIONES. PARA LOS SIGUIENTES DIÁMETROS:			\$ -	\$ -
48	19 MM (3/4").	PZA.	2.00	\$ 1,384.79	\$ 2,769.58
49	FABRICACIÓN E INSTALACIÓN DE CHAROLA DE CONDENSADOS DE LÁMINA DE ACERO INOXIDABLE CALIBRE 16. PARA LOS POSIBLES Y DERRAMES DE CONDENSADOS (DE ACUERDO AL DETALLE MOSTRADO EN PLANOS), INCLUYE: CORTES, DOBLECES, TROQUELADOS, DESPERDICIOS, SOPORTERIA DE; FIERRO ÁNGULO, SOLERA, TAQUETES DE EXPANSIÓN, SOLDADURA ELÉCTRICA, TORNILLERÍA DE 1/4" HEXAGONAL, REMACHES POP, PIJAS, GRAPAS Y ZETAS, BROCAS, SEGUETAS, FLETES FORÁNEOS Y LOCALES, MANIOBRAS DE; ACARREOS A MANO, CARGA Y DESCARGA DE CAMIÓN. ANDAMIOS, ESCALERAS, RETIRO DEL MATERIAL SOBRANTE FUERA DE LA OBRA, LIMPIEZAS GRUESA Y FINA DIARIA Y AL FINAL DE LA OBRA, MATERIALES PARA LA INSTALACIÓN, MANO DE OBRA, HERRAMIENTAS Y EQUIPOS; MANUALES, ELÉCTRICOS Y DE SOLDADURAS AUTÓGENA Y DE ARCO ELÉCTRICO.	Pza.	1.00	\$ 18,461.54	\$ 18,461.54

CATÁLOGO PARA LA INSTALACIÓN DE AIRE ACONDICIONADO					
	CONCEPTOS	UNID.	CANT.	P. U.	IMPORTE
	MATERIAL PARA SOPORTERIA			\$ -	\$ -
	LOS SIGUIENTES MATERIALES DEBEN INCLUIR: SUMINISTRO E INSTALACIÓN , FLETES FORANEOS Y LOCALES, MANIOBRAS DE CARGA Y DESCARGA DE CAMIÓN, ACARREOS VERTICALES Y HORIZONTALES A LA ALTURA Ó NIVEL EN TODOS LOS CASOS, MANO DE OBRA ESPECIALIZADA, CONEXIONES, LIMPIEZA DIARIA Y AL FINAL DE LA OBRA, RETIRO DE MATERIALES SOBANTES FUERA DE LA OBRA.			\$ -	\$ -
50	BASE ESTRUCTURAL DE ACERO PARA LAS UNIDADES MANEJADORAS DE AIRE MCA. LIEBERT MOD.DS070ADD0EI, , CONSTRUIDA CON FIERRO DE PTR DE 2" X 0.50 M.T. DE ALTO SOBRE NIVEL DE PISO, ENTRE EL EQUIPO Y LA BASE SE COLOCARÁN CUATRO TACONES DE NEOPRENO DE 2" X 2" X 1" DE ESPESOR, SE APLICARÁ PINTURA DE ESMALTE COMEX 117, SE COLOCARA NEOPRENO NEGRO DE 1/8" DE ESPESOR PARA PROTEGER IMPERMIABILIZANTE. INCLUYE: FLETES FORÁNEOS Y LOCALES, MANIOBRAS DE; ACARREOS, IZAJE CON GRÚA Y A MANO, CARGA Y DESCARGA DE CAMIÓN, COLOCACIÓN, CORTES, DOBLECES, TROQUELADOS, DESPERDICIOS, ANDAMIOS, ESCALERAS, SOPORTERÍA, TORNILLERÍA, BROCAS, SEGUETAS, RETIRO DEL MATERIAL SOBANTE FUERA DE LA OBRA, LIMPIEZAS GRUESA Y FINA DIARIA Y AL FINAL DE LA OBRA, MATERIALES PARA LA INSTALACIÓN, MANO DE OBRA, HERRAMIENTAS Y EQUIPOS; MANUALES, ELÉCTRICOS Y DE SOLDADURAS AUTÓGENA Y DE ARCO ELÉCTRICO.	Pza.	1.00	\$ 8,461.54	\$ 8,461.54

CATÁLOGO PARA LA INSTALACIÓN DE AIRE ACONDICIONADO

	CONCEPTOS	UNID.	CANT.	P. U.	IMPORTE
51	BASE ESTRUCTURAL DE ACERO PARA LAS UNIDADES CONDENSADORAS MCA. LIEBERT MOD. CD*-308 , CONSTRUIDA CON VIGA DE ACERO TIPO "I" DE 4" X 6" DE PERALTE, ENTRE EL EQUIPO Y LA BASE SE COLOCARÁN CUATRO TACONES DE NEOPRENO EN FORMA DE L DE 8" X 8" X 2" DE ESPESOR, SE APLICARÁ PINTURA DE ESMALTE COMEX 117, SE COLOCARA NEOPRENO NEGRO DE 1/8" DE ESPESOR PARA PROTEGER IMPERMIABILIZANTE. INCLUYE: FLETES FORÁNEOS Y LOCALES, MANIOBRAS DE; ACARREOS, IZAJE CON GRÚA Y A MANO, CARGA Y DESCARGA DE CAMIÓN, COLOCACIÓN, CORTES, DOBLECES, TROQUELADOS, DESPERDICIOS, ANDAMIOS, ESCALERAS, SOPORTERÍA, TORNILLERÍA, BROCAS, SEGUETAS, RETIRO DEL MATERIAL SOBRENTE FUERA DE LA OBRA, LIMPIEZAS GRUESA Y FINA DIARIA Y AL FINAL DE LA OBRA, MATERIALES PARA LA INSTALACIÓN, MANO DE OBRA, HERRAMIENTAS Y EQUIPOS; MANUALES, ELÉCTRICOS Y DE SOLDADURAS AUTÓGENA Y DE ARCO ELÉCTRICO.	Pza.	1.00	\$ 4,615.38	\$ 4,615.38
52	FIERRO ANGULO DE 1 1/4" X 1 1/4" X 3/16". INCLUYE: VARILLA ROSCADA, TAQUETES DE EXPANSION,TORNILLERÍA, TUERCAS, RONDANAS, ELEMENTOS DE FIJACION, TORNILLERÍA, MANO DE OBRA, HERRAMIENTAS Y EQUIPOS; MANUALES Y ELECTRICOS, SE APLICARÁ PINTURA DE ESMALTE COMEX NEGRO 117.	Mts	30.00	\$ 38.46	\$ 1,153.85
53	UNICANAL DE 4cm x 4cm. INCLUYE: VARILLA ROSCADA DE 3/8" Ø, TAQUETES DE EXPANSION,TORNILLERÍA, TUERCAS, RONDANAS, ELEMENTOS DE FIJACIÓN, TORNILLERÍA, MANO DE OBRA, HERRAMIENTAS Y EQUIPOS; MANUALES Y ELÉCTRICOS, SE APLICARÁ PINTURA DE ESMALTE COMEX NEGRO 117.	Mts	30.00	\$ 251.68	\$ 7,550.48
54	VARILLA ROSCADA DE 1/4" DE DIÁMETRO. INCLUYE: CORTES, FIJACIÓN EN LOSA MACIZA CON LAS MEJORES TÉCNICAS DE INSTALACIÓN, TAQUETES DE EXPANSIÓN, TUERCAS Y ROLDANAS PLANAS Y TODOS LOS ELEMENTOS NECESARIOS PARA SU CORRECTA INSTALACIÓN.	Mts	30.00	\$ 135.49	\$ 4,064.74

ANEXO B: COTIZACIÓN DE CONCEPTOS PARA LA INSTALACIÓN DEL EQUIPO DE A.A. DE PRECISIÓN.

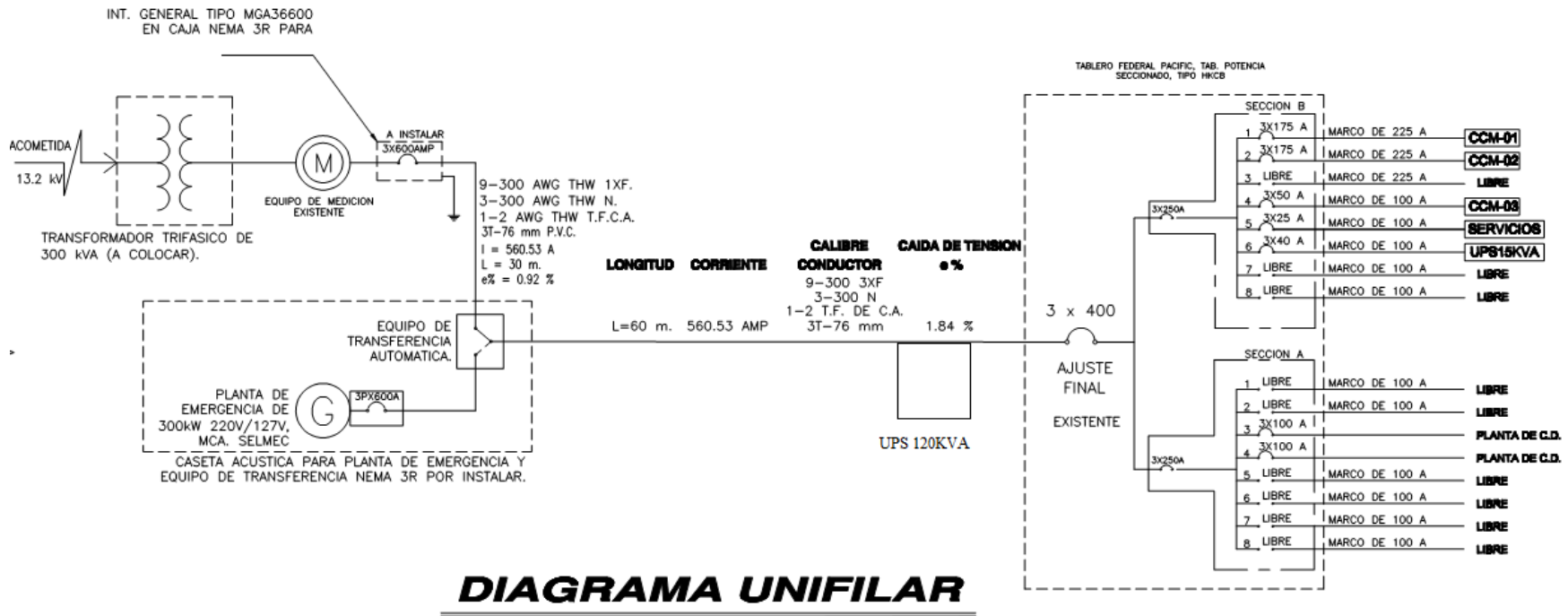
55	1/2"	Pza	50.00	\$ 6.74	\$ 336.93
56	3/4"	Pza	70.00	\$ 8.33	\$ 583.14
57	1 1/4"	Pza	50.00	\$ 10.32	\$ 515.75
58	2 1/2" Ø	Pza	12.00	\$ 24.90	\$ 298.85
59	SUMINISTRO Y APLICACIÓN DE PINTURA PARA TUBERÍAS ELÉCTRICAS DE DIFERENTES DIÁMETROS EN COLOR AZUL HOLANDES N° 138, MCA. COMEX INCLUYE: SOLVENTES, BROCHAS, DESENGRASANTES, DESPERDICIOS, LIMPIEZA DEL AREA DE TRABAJO, MANIOBRAS, ACARREO Y TODO LO NECESARIO POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA.	Mts	102.00	\$ 27.69	\$ 2,824.62
60	PINTURA Y ACABADO DE TUBERÍAS DE REFRIGERACIÓN EN COLOR: BERMELLÓN INGLES # 108, MCA. COMEX (LÍNEA DE LÍQUIDO 7/8" y DESCARGA 1 1/8") EN DIFERENTES DIÁMETROS, INSTALADAS EN MUROS, EN PLAFÓN O EN AZOTEA. INCLUYE: BROCHAS, SOLVENTES, ESTOPA Y TODOS LOS CONSUMIBLES QUE SEAN REQUERIDOS. EN TONO Y COLOR APROBADO.	Mts	192.00	\$ 24.62	\$ 4,726.15
				\$ -	\$ -
TRABAJOS DE OBRA CIVIL				\$ -	\$ -
61	REALIZACIÓN DE HUECO EN MURO DE BLOCK MACIZO DESDE 8" HASTA 10" PARA PASO DE TUBERIAS, LAS DIMENSIONES SERAN DE ACUERDO AL NUMERO DE TUBERÍAS. INCLUYE. APLANADO DE CONCRETO, APLICACIÓN DE PINTURA DE ESMALTE COLOR GRIS PERLA MCA. COMEX Y TODOS LOS CONSUMIBLES NECESARIOS PARA LA CORRECTA EJECUCIÓN DEL CONCEPTO.	Pza	1.00	\$ 1,846.15	\$ 1,846.15
				TOTAL: \$ 1,259,383.31	

Anexo C: Tabla de Resistencia y Reactancia de los Conductores Eléctricos.

Tabla 9.- Resistencia y reactancia en corriente alterna para los cables para 600 volts, 3 fases a 60 Hz y 75 °C.
Tres conductores individuales en un tubo conduit.

Area mm ²	Tamaño (AWG o kcmil)	Ohms al neutro por kilómetro														
		X _l (Reactancia) para todos los conductores		Resistencia en corriente alterna para conductores de cobre sin recubrimiento			Resistencia en corriente alterna para conductores de aluminio			Z eficaz a FP = 0.85 para conductores de cobre sin recubrimiento			Z eficaz a FP = 0.85 para conductores de aluminio			
		Conduit de PVC o Aluminio	Conduit de acero	Conduit de PVC	Conduit de Aluminio	Conduit de Acero	Conduit de PVC	Conduit de Aluminio	Conduit de Acero	Conduit de PVC	Conduit de Aluminio	Conduit de Acero	Conduit de PVC	Conduit de Aluminio	Conduit de Acero	
2.08	14	0.190	0.240	10.2	10.2	10.2	—	—	—	8.9	8.9	8.9	—	—	—	
3.31	12	0.177	0.223	6.6	6.6	6.6	—	—	—	5.6	5.6	5.6	—	—	—	
5.26	10	0.164	0.207	3.9	3.9	3.9	—	—	—	3.6	3.6	3.6	—	—	—	
8.36	8	0.171	0.213	2.56	2.56	2.56	—	—	—	2.26	2.26	2.30	—	—	—	
13.30	6	0.167	0.210	1.61	1.61	1.61	2.66	2.66	2.66	1.44	1.48	1.48	2.33	2.36	2.36	
21.15	4	0.157	0.197	1.02	1.02	1.02	1.67	1.67	1.67	0.95	0.95	0.98	1.51	1.51	1.51	
26.67	3	0.154	0.194	0.82	0.82	0.82	1.31	1.35	1.31	0.75	0.79	0.79	1.21	1.21	1.21	
33.62	2	0.148	0.187	0.62	0.66	0.66	1.05	1.05	1.05	0.62	0.62	0.66	0.98	0.98	0.98	
42.41	1	0.151	0.187	0.49	0.52	0.52	0.82	0.85	0.82	0.52	0.52	0.52	0.79	0.79	0.82	
53.49	1/0	0.144	0.180	0.39	0.43	0.39	0.66	0.69	0.66	0.43	0.43	0.43	0.62	0.66	0.66	
67.43	2/0	0.141	0.177	0.33	0.33	0.33	0.52	0.52	0.52	0.36	0.36	0.36	0.52	0.52	0.52	
85.01	3/0	0.138	0.171	0.253	0.269	0.259	0.43	0.43	0.43	0.289	0.302	0.308	0.43	0.43	0.46	
107.2	4/0	0.135	0.167	0.203	0.220	0.207	0.33	0.36	0.33	0.243	0.256	0.262	0.36	0.36	0.36	
127	250	0.135	0.171	0.171	0.187	0.177	0.279	0.295	0.282	0.217	0.230	0.240	0.308	0.322	0.33	
152	300	0.135	0.167	0.144	0.161	0.148	0.233	0.249	0.236	0.194	0.207	0.213	0.269	0.282	0.289	
177	350	0.131	0.164	0.125	0.141	0.128	0.200	0.217	0.207	0.174	0.190	0.197	0.240	0.253	0.262	
203	400	0.131	0.161	0.108	0.125	0.115	0.177	0.194	0.180	0.161	0.174	0.184	0.217	0.233	0.240	
253	500	0.128	0.157	0.089	0.105	0.095	0.141	0.157	0.148	0.141	0.157	0.164	0.187	0.200	0.210	
304	600	0.128	0.157	0.075	0.092	0.082	0.118	0.135	0.125	0.131	0.144	0.154	0.167	0.180	0.190	
380	750	0.125	0.157	0.062	0.079	0.069	0.095	0.112	0.102	0.118	0.131	0.141	0.148	0.161	0.171	
507	1000	0.121	0.151	0.049	0.062	0.059	0.075	0.089	0.082	0.105	0.118	0.131	0.128	0.138	0.151	

Anexo D: Diagrama Unifilar.



Anexo E: Facturación de Consumo de Energía Eléctrica.

Optimización Energética de un Sistema de Climatización para un Centro de Datos.

FECHA	KWH	KVARH	FP	KWH BASE	KWH INT	KWH PTA	KWH SMP	DEM BASE	DEM INT	DEM PTA	DEM SMP	DEM FAC	\$ KWH	\$ DEM	%2 MED	PORC CGO/BON	CARGO	BONIFICACIÓN
ago-13	74,220	32,340	91.68	19,410	50,160	4,650	0	94	149	120	0	129	93,356.81	22,856.22	0.00	0.50		581.07
				\$	\$	\$						\$						
				1.19	1.47	2.41							203.17					
				\$	\$	\$							\$					
				23,126	73,602	11,197							26,209					
			AJUSTE	0.25414319														
sep-13	71,850	31,260	91.70	20,940	46,590	4,320	0	100	152	123	0	132	87,907.73	23,290.08	0.00	0.50		555.99
				\$	\$	\$						\$						
				1.17	1.44	2.37							199.76					
				\$	\$	\$							\$					
				24,530	67,217	10,228							26,369					
			AJUSTE	0.23310822														
oct-13	72,870	1,620	99.08	3,150	6,990	1,740	0	85	145	136	0	139	16,373.83	24,495.97	0.00	2.30		940.01
				\$	\$	\$						\$						
				3.50	4.32	7.08							597.59					
				\$	\$	\$							\$					
				11,039	30,168	12,324							83,065					
			AJUSTE	2.68880571														
nov-13	66,810	8,460	99.21	18,780	38,760	9,270	0	98	137	126	0	130	92,945.61	23,068.50	0.00	2.30		2,668.32
				\$	\$	\$						\$						
				1.22	1.51	2.47							208.72					
				\$	\$	\$							\$					
				22,987	58,429	22,932							27,134					
			AJUSTE	0.28841552														
dic-13	68,700	8,850	99.18	19,680	39,540	9,480	0	95	136	129	0	132	97,029.83	23,366.64	0.00	2.30		2,769.12
				\$	\$	\$						\$						
				1.24	1.53	2.51							211.44					
				\$	\$	\$							\$					
				24,402	60,380	23,756							27,910					
			AJUSTE	0.30518043														
ene-14	68,820	0	99.17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	2.30		0.00

Optimización Energética de un Sistema de Climatización para un Centro de Datos.

FECHA	KWH	KVARH	FP	KWH BASE	KWH INT	KWH PTA	KWH SMP	DEM BASE	DEM INT	DEM PTA	DEM SMP	DEM FAC	\$ KWH	\$ DEM	%2 MED	PORC CGO/BON	CARGO	BONIFICACIÓN
				\$	\$	\$						\$						
				1.24	1.53	2.51						211.44						
				\$	\$	\$						\$						
				-	-	-						-						
			AJUSTE	0.30518043														
feb-14	63,480	7,770	99.26	18,030	36,600	8,850	0	98	144	129	0	134	92,987.17	23,695.22	0.00	2.30		2,683.69
				\$	\$	\$						\$						
				1.27	1.57	2.57						217.16						
				\$	\$	\$						\$						
				22,960	57,402	22,777						29,099						
			AJUSTE	0.34047977														
mar-14	72,300	9,360	99.17	20,760	41,790	9,750	0	95	151	143	0	146	100,421.99	26,096.04	0.00	2.30		2,909.91
				\$	\$	\$						\$						
				1.27	1.57	2.57						217.16						
				\$	\$	\$						\$						
				26,437	65,542	25,094						31,705						
			AJUSTE	0.34047977														
abr-14	69,180	6,990	99.25	15,930	37,290	3,600	0	93	151	122	0	131	75,883.29	23,599.65	0.00	2.30		2,288.11
				\$	\$	\$						\$						
				1.46	1.79	2.94						248.29						
				\$	\$	\$						\$						
				23,195	66,869	10,594						32,526						
			AJUSTE	0.53266864														
May 14	69,030	7,890	99.35	19,230	45,720	4,080	0	95	141	114	0	123	89,335.81	22,186.74	0.00	2.40		2,676.54
				\$	\$	\$						\$						
				1.21	1.48	2.44						205.53						
				\$	\$	\$						\$						
				23,177	67,866	9,939						25,280						
			AJUSTE	0.26870343														
jun-14	66,270	6,930	99.46	18,000	44,190	4,080	0	85	150	123	0	132	86,936.67	23,694.00	0.00	2.40		2,655.14
				\$	\$	\$						\$						
				1.21	1.50	2.45						207.01						
				\$	\$	\$						\$						
				21,851	66,066	10,010						27,325						
			AJUSTE	0.27781195														

Optimización Energética de un Sistema de Climatización para un Centro de Datos.

FECHA	KWH	KVARH	FP	KWH BASE	KWH INT	KWH PTA	KWH SMP	DEM BASE	DEM INT	DEM PTA	DEM SMP	DEM FAC	\$ KWH	\$ DEM	%2 MED	PORC CGO/BON	CARGO	BONIFICACIÓN
jul-14	65,100	6,660	99.48	16,170	44,850	4,080	0	76	139	110	0	119	87,044.19	21,345.03	0.00	2.40		2,601.34
				\$	\$	\$						\$						
				1.23	1.51	2.48							209.38					
				\$	\$	\$							\$					
				19,854	67,820	10,124							24,916					
			AJUSTE	0.2924392														
ago-14	64,530	0	99.49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	2.40		0.00
				\$	\$	\$						\$						
				1.23	1.51	2.48							209.38					
				\$	\$	\$							\$					
				-	-	-							-					
			AJUSTE	0.2924392														

Anexo F: Análisis de Consumo y Ahorro Energético (CP) y (SP).

Optimización Energética de un Sistema de Climatización para un Centro de Datos.

CPD	HRS	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22
PERFIL DEMANDA por día	curva	0.4	0.4	0.4	0.4	0.7	0.9	1	1	1	0.9	0.4	0.4
POTENCIA 'KW	CCM1 SP	31.02											
	CCM1 CP	23.71	76%	Reducción del Consumo									
DEMANDA kWh	CCM1 SP	24.816	24.816	24.816	24.816	43.428	55.836	62.04	62.04	62.04	55.836	24.816	24.816
POR DIA	CCM1 CP	18.968	18.968	18.968	18.968	33.194	42.678	47.42	47.42	47.42	42.678	18.968	18.968
MENSUAL BASE 30 DIAS	CCM1 SP	744.48	744.48	744.48	744.48	1302.84	1675.08	1861.2	1861.2	1861.2	1675.08	744.48	744.48
	CCM1 CP	569.04	569.04	569.04	569.04	995.82	1280.34	1422.6	1422.6	1422.6	1280.34	569.04	569.04
MENSUAL BASE	CCM1 SP	2978											
MENSUAL INTERMEDIO	kWh/mes	10237											
MENSUAL PUNTA		1489											
MENSUAL BASE	CCM1 CP	2276											
MENSUAL INTERMEDIO	kWh/mes	7824											
MENSUAL PUNTA		1138											
Perfil de demanda por mes	Mes	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre
	curva	0.6	0.65	0.7	0.8	1	1	1	1	0.9	0.8	0.7	0.6
MENSUAL BASE	CCM1 SP	1787	1936	2085	2382	2978	2978	2978	2978	2680	2382	2085	1787
MENSUAL INTERMEDIO	kWh/mes	6142	6654	7166	8189	10237	10237	10237	10237	9213	8189	7166	6142
MENSUAL PUNTA		893	968	1042	1191	1489	1489	1489	1489	1340	1191	1042	893
MENSUAL BASE	CCM1 CP	1366	1480	1593	1821	2276	2276	2276	2276	2049	1821	1593	1366
MENSUAL INTERMEDIO	kWh/mes	4695	5086	5477	6259	7824	7824	7824	7824	7042	6259	5477	4695
MENSUAL PUNTA		683	740	797	910	1138	1138	1138	1138	1024	910	797	683

Optimización Energética de un Sistema de Climatización para un Centro de Datos.

		enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	Octubre	noviembre	diciembre	
MENSUAL BASE	CCM1	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	
	SP	2,215	2,465	2,655	3,469	3,589	3,615	3,656	3,656	3,140	8,349	2,551	2,215	
MENSUAL INTERMEDIO		\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	
	\$/mes	9,379	10,436	11,238	14,685	15,195	15,304	15,479	15,479	13,292	35,344	10,802	9,379	
MENSUAL PUNTA		\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	
		2,239	2,491	2,683	3,505	3,627	3,653	3,695	3,695	3,173	8,436	2,578	2,239	
demanda facturable		\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$
		29,099	29,099	31,705	32,526	25,280	27,325	24,916	26,209	26,369	83,065	27,134	27,910	\$ 650,238
Factura SP		\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	
		42,932	44,491	48,280	54,186	47,691	49,897	47,746	49,040	45,973	135,194	43,066	41,743	
MENSUAL BASE	CCM1	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	
	CP	1,693	1,884	2,029	2,651	2,743	2,763	2,795	2,795	2,400	6,381	1,950	1,693	
MENSUAL INTERMEDIO		\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	
	\$/mes	7,169	7,976	8,590	11,225	11,614	11,698	11,832	11,832	10,160	27,015	8,256	7,169	
MENSUAL PUNTA		\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	
		1,711	1,904	2,050	2,679	2,772	2,792	2,824	2,824	2,425	6,448	1,971	1,711	
demanda facturable		\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$
		22,242	22,242	24,234	24,861	19,323	20,886	19,044	20,033	20,155	63,490	20,740	21,333	\$ 497,007
Factura CP		\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	
		32,815	34,006	36,903	41,416	36,453	38,138	36,495	37,483	35,139	103,335	32,917	31,906	anual \$ 153,232
AHORRO CP		\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	
		10,117	10,484	11,377	12,769	11,239	11,758	11,252	11,556	10,834	31,859	10,149	9,837	

Bibliografía.

1. Willis Carrier, "Father of air Conditioning", Fetter Printing Company, Louisville, KY.
2. John Wiley & Sons, "Calefacción, Ventilación y Aire Acondicionado Análisis y Diseño", Editorial Limusa, 6ta. Edición 2008.
3. Behrouz A. Forouzan, "Transmisión de Datos y Redes de Comunicación", Editorial: Mc Graw Hill 2da. Edición 2001.
4. Edward G. Pita, "Acondicionamiento del Aire " 2da. Edición 1994 Editorial CECSA.
5. Jordi Guijarro, Caterina Parals, " Sustainable growth of data centres", Boletín de RedIRIS, Nº 90, abril de 2011. Fecha de Consulta 13-10-13.
6. NOM 001 SEDE 2012 "Instalaciones Eléctricas" Diario Oficial de la Federación.
7. Nestor Pedro Quadri, "Instalaciones de aire acondicionado y calefacción", 6ta. Edición 2002, Editorial Alsina.
8. Albert Thumann & D Paul, "Handbook of Energy Engineering", Mehta 6ta. Edición 2008, Editorial CRC Press.
9. Baca Urbina, Gabriel; "Formulación y Evaluación de Proyectos Informáticos", 5ta. Edición 2006, Editorial: Mc Graw Hill.

Referencias.

1. http://www.fasor.com.sv/whitepapers/whitepapers/Whitepapers%20del%202012/Comparacion_de_configuraciones_de_diseno_de_sistemas_UPS.pdf Fecha de Publicación: 2005.
2. http://www.socomec.com/webdav/site/Socomec/shared/DOCUMENTATION/UPS_hors_cata/doc_127025.pdf
3. <http://www.thermocold.cl/web2/aire.htm> Fecha de consulta: 28-08-13.
4. http://www.energia.gob.mx/res/PE_y_DT/pub/2012/PSE_2012_2026.pdf Fecha de Consulta: 12-10-13.
5. <http://www.emersonnetworkpower.com/documents/en-us/brands/liebert/documents> Fecha de Consulta: 08-09-13.
6. http://www.apcmedia.com/salestools/NRAN-5TE6HE/NRAN_5TE6HE_R1_ES.pdf Fecha de Consulta: 27-11-13.
7. <http://www.rediris.es/difusion/publicaciones/boletin/76/enfoque2.pdf> Fecha de Consulta: 04/07/13.
8. <http://www.geimexico.org/factor.html> Fecha de Consulta: 27/09/14.
9. Guía de Referencia I: Ventilación de Confort, Edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo Condiciones de Seguridad” NOM-001-STPS-2008 D.O.F. Publicada: 24-11-08.
10. http://www.fide.org.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=342&Itemid=224 Fecha de Consulta: 09/10/14.