

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

ESCUELA DE POSGRADO

UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA
ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



“ESTRATEGIAS TECNOLÓGICAS PARA INCREMENTAR LA
EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EDIFICACIONES TÍPICAS EN
LA CIUDAD DE LIMA- PERÚ”

TESIS PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE DOCTOR EN
INGENIERÍA ELÉCTRICA

Pedro Ángel Toribio Pando

Callao, 2018

PERÚ

DEDICATORIA

A nuestra familia, amigos y profesores, que son nuestras principales fuentes de apoyo en nuestro desarrollo personal y profesional. Así como a todos los que han ayudado a poder llevar a cabo esta tesis.

AGRADECIMIENTO

A mi querida Facultad de Ingeniería Eléctrica que con su enseñanza y trabajos han logrado afianzar nuestros conocimientos y nuestra actitud investigadora.

INDICE

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
INDICE.....	4
CUADRO DE TABLAS.....	10
RESUMEN.....	11
ABSTRACT.....	12
I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACION.....	13
1.1 Identificación del problema	13
1.2 Formulación de problemas	18
1.2.1 Problema general.....	18
1.2.2 Problemas específicos	18
1.3 Objetivos de la investigación	19
1.3.1 Objetivo general	19
1.3.2 Objetivos específicos	19
1.4 Justificación de la Investigación.....	19
1.4.1 Justificación Legal	19
1.4.2 Justificación Teórica.....	20
1.4.3 Justificación Tecnológica	20
1.4.4 Justificación Económica	20
1.4.5 Justificación Social	21
1.4.6 Justificación Práctica.....	21
II. MARCO TEORICO.....	22
2.1 Antecedentes de la investigación	22
2.1.1 Antecedentes Nacionales.....	22
2.1.2 Antecedentes Internacionales	28
2.2 Fundamentos.....	36
2.2.1 Fundamento Ontológico	36
2.2.2 Fundamento Metodológico	36
2.2.3 Fundamento Epistemológico	36
2.3 Sistemas HVAC	37
2.3.1 Ciclo de Carnot.....	37

2.3.2	Ciclo Invertido de Carnot:.....	40
2.3.2.1	Coeficiente de Desempeño de Carnot:.....	41
2.3.2.2	Ciclo Ideal de Refrigeración por Compresión de Vapor: 41	
2.3.2.3	Ciclo Ideal de Refrigeración por Compresión de Vapor: 42	
2.3.2.4	Ciclo Ideal de Refrigeración por Compresión de Vapor . 43	
2.3.2.5	COP Refrigeradores y Bombas de Calor para el ciclo de refrigeración por compresión de vapor:	44
2.3.2.6	Ciclo Real de Refrigeración por Compresión de Vapor . 44	
2.3.3	Enfriador de agua o water chiller.....	47
2.3.3.1	Funcionamiento de un Chiller	47
2.3.3.2	Partes de un Chiller	48
2.4	Sistema BMS.....	50
2.4.1	Componentes fundamentales del sistema BMS.....	51
2.4.1.1	Controladores	51
2.4.1.2	Supervisores.....	51
2.4.1.3	Redes	51
2.4.1.4	Dispositivos de campo.....	51
2.4.2	Arquitectura del sistema.....	51
2.4.3.1.	Gestión de servicios.....	53
2.4.3.2.	Supervisión y Establecimiento de Objetivos	53
2.4.3.3.	Control de alarmas.....	53
2.4.3.4.	Supervisión Remota.....	53
2.4.3.5.	Mantenimiento de las condiciones de las funciones	53
2.4.4.	Automatización de edificios	54
2.4.5.	Eficiencia energética y ahorro de energía	56
2.5	Definición de Términos	58
2.5.8	Norma ANSI/ASHRAE/IESNA	64
2.5.9	AHRI Standard 550/590 (I-P)	68
2.5.10	Reglamento Nacional de Edificaciones RNE (DS N° 011-2006-VIVIENDA).....	70
2.5.11	PBI	70
2.5.12	Estrategias tecnológicas	70
2.5.13	Decreto supremo.....	71
2.5.14	Energía sostenible	71
2.5.15	Expo frio.....	71

2.5.16	ISO.....	71
2.6	Abreviaturas.....	72
2.6.1	Leed	72
2.6.2	USGBC	72
2.6.3	HVAC	72
2.6.4	ANSI.....	72
2.6.5	ASHRAE	72
2.6.6	IESNA	72
2.6.7	ACS.....	72
2.6.8	Hardi.....	72
2.6.9	ASHAE	72
2.6.10	ACCA.....	72
2.6.11	ISO.....	72
2.6.12	HW.....	72
III.	VARIABLES E HIPOTESIS	73
3.1	Determinación del Problema.....	73
3.1.1	Variable de Investigación N°1: Estrategias Tecnológicas	73
3.1.2	Variable de Investigación N°2: Eficiencia Energética	74
3.2	Hipótesis general e hipótesis específicos	76
3.2.1	Hipótesis General.....	76
3.2.2	Hipótesis Específicas	77
IV.	METODOLOGIA	78
4.1	Tipo de Investigación.....	78
4.1.1	Investigación Cualitativa.....	78
4.1.2	Investigación Cuantitativa	79
4.1.3	Investigación Descriptiva.....	80
4.1.4	Investigación Documental	81
4.2	Diseño de la investigación	81
4.3	Delimitación de la investigación.....	83
4.4	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	83
4.4.1	Técnicas de Recolección de Datos	83
4.4.2	Instrumentos Utilizados	83
4.4.2.1	Instrumento N° 01: Recopilación Documental	83
4.4.2.2	Instrumento N° 02: Contacto con Especialistas	84

4.5	Plan de análisis estadístico de datos	84
V.	RESULTADOS.....	86
5.1	Sistemas HVAC	86
5.1.1	Sistemas de bajo caudal de agua y alto delta de temperatura 86	
5.1.2	Planta de agua helada tipo serie contraflujo	96
5.1.3	Recuperación de calor	99
5.1.4	Sistemas de vigas heladas.....	105
5.1.5	Ventilación por desplazamiento	111
5.1.6	Cambio de tuberías de acero a PPR.....	116
5.1.6.1	Normativa	116
5.1.6.2	Descripción del sistema.....	116
5.6.1.3	DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO	122
VI.	DISCUSION DE RESULTADOS.....	126
6.1	Contrastación de hipótesis con resultados	126
6.2	Contrastación de resultados con otros estudios similares	126
VII.	CONCLUSIONES	128
VIII.	RECOMENDACIONES	130
IX.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	131
X.	ANEXOS	133
10.1	Design Builder Software.....	133
10.2	Elite Software	140
10.3	EDIFICIO DE OFICINAS ICHMA SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO DE OFICINAS Y AREAS COMUNES	197
	CONDICIONES DEL AIRE EXTERIOR.....	199
	CONDICIONES DEL AIRE INTERIOR.....	199
	CALOR LIBERADO POR LAS PERSONAS.....	199
	CAUDAL DEL AIRE DE RENOVACIÓN : De acuerdo a norma	199
	ASHRAE 62.1.2007 más 30%	199
	CARGA TÉRMICA POR ILUMINACIÓN : 10 watts/m ²	200
	CARACTERISTICAS DEL MURO CORTINA :.....	200
	Factor de Sombra : 0.24.....	200
	Coeficiente de Transmisión de Calor "U" : 0.282 BTU/h – pie ² -°F	200
	SISTEMA DE CONTROL, SEGURIDAD Y DIAGNÓSTICO	202

Controles.....	202
Seguridad.....	203
Diagnóstico	204
MATRIZ DE CONSISTENCIA	219

CUADROS DE FIGURAS

Figura 1 Distribución energética	14
Figura 2 Producto bruto interno vs. Demanda energetica.....	16
Figura 3 Fuentes energeticas	17
Figura 4 Ciclo de Carnot	37
Figura 5 Sistema BMS integrado	52
Figura 6 BMS en edificio inteligente.....	54
Figura 7 Soluciones para edificio grandes y medianos.....	55
Figura 8 Porcentaje de eficiencia energéticas	57
Figura 9 Porcentaje de ahorro energetico.....	57
Figura 10 Niveles de clasificación.....	61
Figura 11 Planta de agua helada	86
Figura 12 Componentes de una plata de agua helada	87
Figura 13 Chiller.....	87
Figura 14 Price vs. Primary efficiency.....	88
Figura 15 TacoNet.com	89
Figura 16 Desarrollo del software TacoNet.....	90
Figura 17 TacoNet bomba primaria	91
Figura 18 TacoNet Bomba primaria resultados.....	91
Figura 19 TacoNet Bomba secundaria	92
Figura 20 TacoNet bomba secundaria resultados	92
Figura 21 TacoNet bombas de condensador	93
Figura 22 TacoNet bombas de condensador resultados	93
Figura 23 Head vs. Flow	94
Figura 24 Ahorro energetico	95
Figura 25 Serie contraflujo.....	96
Figura 26 Reconocimiento de un chiller.....	97
Figura 27 Reducción del LIFT.....	97
Figura 28 Serie presión vs. Entalpia	98
Figura 29 Recuperación del calor	99
Figura 30 Calor desperdiciado por los Chiller	99
Figura 31 Métodos para recuperar el calor perdido	100
Figura 32 Recuperación en paralelo	101
Figura 33 Recuperación en serie.....	102
Figura 34 Generando agua potable	103
Figura 35 Efecto COP.....	103
Figura 36 Ahorro económico de ahorro energético.....	104
Figura 37 Ahorro economico.....	105
Figura 38 sistema de vigas heladas.....	105
Figura 39 Velocidad baja en zona de ocupacion	107
Figura 40 Diagrama esquemático de un sistema de vigas frias.....	107
Figura 41 Ventilación por desplazamiento	113
Figura 42 Pump capacity	125
Figura 43 Distribución de la energia	127
Figura 44 Resultados ahorro BMS.....	128

CUADRO DE TABLAS

Tabla 1 Consumo energetico anual	14
Tabla 2 Tabla de hipótesis	76
Tabla 3 Tablas de conversión	109
Tabla 4 Fabricante de PPR.....	124
Tabla 5 Comparativa PPR vs. acero.....	125
Tabla 6 Ahorro por el uso de PPR	124

RESUMEN

El presente trabajo se basa en el análisis del sistema de uso de energía eléctrica en las edificaciones de la ciudad de Lima, el uso de energía ha sido fundamental para el avance social y económico en nuestra sociedad a través de los años. A pesar de la creación de nuevos edificios que tienen un impacto económico y ambiental muy rentables, suponen tan sólo una fracción del total de edificios. El futuro del ahorro energético pasa por la rehabilitación de edificios existentes y su implementación para reducir su consumo de energía a la vez de maximizar la eficiencia en el edificio.

La mayor parte de los edificios construidos en Lima actualmente tienen una antigüedad no menor a 6 años, los cuales generan grandes gastos de energía ya sea por falta de equipamiento o una mala distribución en la red de energía del edificio. Estos gastos generalmente son generados por los sistemas integrados en el edificio (bombas de agua, ascensores, iluminación, detectores de humo, calefacción, etc.).

El objetivo principal de este trabajo de investigación es establecer la relación que existe entre las estrategias tecnológicas con el incremento de la eficiencia energética en edificaciones típicas en la ciudad de Lima – Perú. Se pretende dar un énfasis y generar conciencia para reducir el consumo de energía ya que muy aparte de generar rentabilidad, ayuda a disminuir su impacto ambiental que es de gran importancia para todos.

Este trabajo será básicamente aplicativo a la construcción de edificaciones que desean contar con una certificación LEED, para lo cual se contará con la información necesaria de qué estrategias aplicar, a fin de incrementar la eficiencia energética. Se dieron investigaciones cualitativas, cuantitativas, así como un diseño, donde se tomó una muestra de una población, además de técnicas de recolección de datos y otros.

ABSTRACT

This work is based on the analysis of system use of electricity in buildings of the city of Lima, energy use has been fundamental to the social and economic advancement in our society through the years. Despite the creation of new buildings that have a very profitable economic and environmental impact, they represent only a fraction of the total number of buildings. The future of energy savings goes through the rehabilitation of existing buildings and their implementation to reduce their energy consumption while maximizing efficiency in the building.

Most of the buildings in Lima currently have no less than six years old, which generate large energy expenditures either by lack of equipment and poor distribution in the power grid of the building. These expenses are generally generated by integrated in the building (water pumps, elevators, lighting, smoke detectors, heating, etc.) systems.

The main objective of this research is to establish the relationship between technological strategies to increase energy efficiency in typical buildings in the city of Lima - Peru. It aims to give emphasis and awareness to reduce energy consumption as far apart to generate performance helps reduce its environmental impact is of great importance for everyone.

This work will basically application to the construction of buildings who want to have a Leed certification, which will have the necessary information which strategies apply in order to increase energy efficiency. Qualitative, quantitative research were given, as well as a design, where a sample of a population was taken, in addition to data collection techniques and others

I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACION

1.1 Identificación del problema

En este capítulo, se presentan indicadores que permiten monitorear la evolución de interacciones entre los sistemas energéticos con diferentes dimensiones del proceso de desarrollo.

Para la dimensión económica, el Producto Bruto Interno (PBI), que expresa el valor monetario de la producción de bienes y servicios de una economía en un año, ha sido utilizado como insumo. Para obtener la información socioeconómica de los diferentes países de América Latina se ha empleado el Sistema de Información Económica Energética (SIEE) de OLADE.

El Índice de Desarrollo Humano (IDH) es un índice que puede ser útil para medir el grado de desarrollo económico y la calidad de vida ofrecida a la población en un país, éste índice es elaborado por el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) a partir de esperanza de vida, educación y PBI. Las emisiones de gases de efecto invernadero y otras emisiones son presentadas como indicadores ambientales resultantes del uso de la energía; para ello se ha actualizado los factores de emisión considerando las Guías del IPCC para Inventarios Nacionales de GEI del año 2006. El siguiente cuadro, muestra los principales indicadores del País¹.

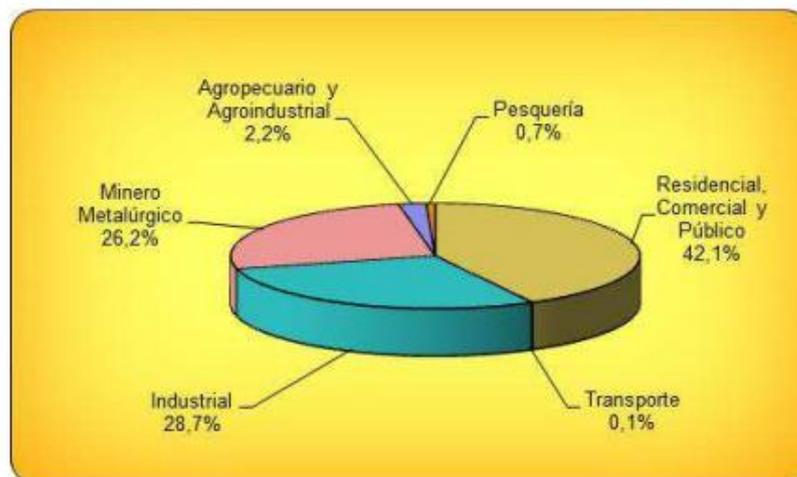
¹ Balance nacional de energía 2014. Ministerio de Energía y Minas.

AÑO	CONS. FINAL (TJ)	POBLACIÓN 10 ³ HAB.	PBI 10 ⁶ US\$ 2000	INTENSIDAD (TJ/10 ⁶ US\$ 2000)	PBI PERCÁPITA	CONSUMO PERCÁPITA	IDH *
1995	420 050	23 926	56 555	7,4	2,4	17,6	0,644
1996	438 614	24 317	57 979	7,6	2,4	18,0	0,644
1997	439 105	24 718	61 959	7,1	2,5	17,8	0,656
1998	434 494	25 129	61 551	7,1	2,4	17,3	0,662
1999	469 455	25 551	62 113	7,6	2,4	18,4	0,668
2000	458 706	25 984	63 946	7,2	2,5	17,7	0,674
2001	442 543	26 330	64 084	6,9	2,4	16,8	0,677
2002	464 664	26 685	67 298	6,9	2,5	17,4	0,681
2003	462 228	27 050	70 014	6,6	2,6	17,1	0,684
2004	501 100	27 425	73 499	6,8	2,7	18,3	0,688
2005	491 640	27 811	78 517	6,3	2,8	17,7	0,691
2006	499 450	28 128	84 594	5,9	3,0	17,8	0,697
2007	515 346	28 454	92 128	5,6	3,2	18,1	0,704
2008	574 207	28 789	101 159	5,7	3,5	19,9	0,712
2009	623 377	29 132	102 031	6,1	3,5	21,4	0,714
2010	661 345	29 462	111 004	6,0	3,8	22,4	0,721
2011	707 537	29 798	118 678	6,0	4,0	23,7	0,725
2012	712 072	30 136	126 128	5,6	4,2	23,6	0,741
2013	738 315	30 297	132 359	5,6	4,4	24,4	0,737
2014	745 458	30 814	137 012	5,4	4,4	24,2	0,737

Fuente: Sistema de Información Económica Energética SIEE-OLADE, PNUD

Tabla 1 Consumo energético anual

Estadísticas demuestran el crecimiento del consumo de energía con el aumento de la población, esto debido principalmente al crecimiento sostenido del PBI en los últimos años y a las inversiones realizadas en el Perú.



Fuente: DGE - MEM

Figura 1 Distribución energética

Durante el año 2014, el consumo final de energía eléctrica o energía disponible al usuario final, fue de 39 719 GW.h y tuvo un incremento de 3,8 % respecto al año anterior.

El consumo final se orienta a satisfacer la demanda del sector residencial, comercial y público; industrial; minero metalúrgico; agropecuario y agroindustrial y finalmente pesquería.

Los sectores con mayor participación de consumo de electricidad lo constituye el sector residencial, comercial y público (42,1%), industrial (28,7%), y el minero metalúrgico (26,2%), entre estos sectores acumulan el 97% del consumo total de energía eléctrica del país, tal como se puede apreciar en la **Figura 1**.

Existe una estrecha relación entre la demanda de energía y la evolución del PBI y, por tanto, con el crecimiento económico de un país. Por ejemplo, el PBI del Perú entre 2000 y 2013 presentó una tasa promedio anual de crecimiento del 5.8% y la tasa promedio anual de crecimiento de la demanda de energía fue de 3.7 %.

El INEI indica que el año pasado el crecimiento económico del Perú fue del 3%. El PBI desestacionalizado en el segundo trimestre del 2015 se incrementó en 1.2% con relación al trimestre inmediatamente anterior. En la **Figura 2**: se observa con claridad la desaceleración del crecimiento de la economía peruana en los últimos tres años.



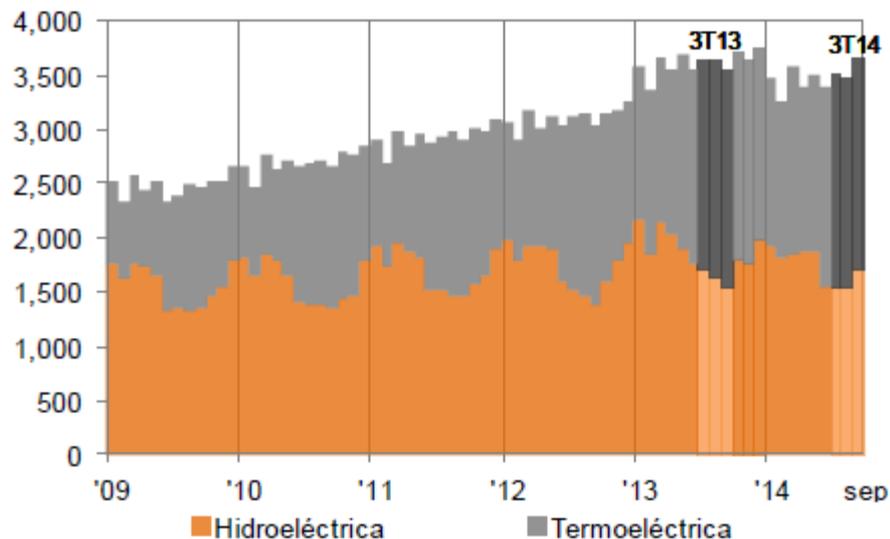
Figura 2 Producto bruto interno vs. Demanda energética

Si este crecimiento continúa es muy probable que ocurra un *déficit de energía* en los próximos años. Para este problema se proponen múltiples alternativas de desarrollo: construcción de centrales hidroeléctricas así como también mejorar las que existen, obtener energía de fuentes renovables, etc. Pero estas a su vez poseen inconvenientes económicos; por parte de los agentes inversores para realizar las obras, políticas económicas; que la gran mayoría del tiempo se ven retardadas por el aparato estatal, así como estudios de impacto ambiental, acuerdos con las poblaciones, etc.

Una alternativa más racional e innovadora de solucionar el problema y no llegar a tener una insuficiencia energética en las próximas décadas, es proponer las estrategias necesarias para reducir el consumo de la energía de las edificaciones ya que estas representa poco más de un cuarto del consumo total de la energía en el Perú.

La medida fundamental para hacer frente a este problema es implementar estrategias de eficiencia energética. Por esta razón,

debemos realizar una investigación permanente sobre las nuevas tecnologías que estén por ingresar al mercado y que nos podrían ayudar a mejorar nuestra eficiencia y competitividad.



Fuente: MINEM, COES, OSINERGMIN / Elaboración: PCR

Figura 3 Fuentes energéticas

La generación total de energía eléctrica a nivel nacional durante el tercer trimestre del 2015 ascendió a 11,093 GWh, mostrando un incremento de 674 GWh (+6.47%) respecto al mismo periodo del 2014, explicado principalmente por la mayor producción térmica (+449.45 GWh, +8.1%) e hidráulica (+139.53 GWh, +3.1%), la producción por RER² también se incrementó considerablemente (+85.23, +31.3%).

Entre las empresas por grupo económico que contribuyeron con este resultado fueron: i) El Estado (24.1% del total), a través de Electroperú (16.9% del total), Egasa (3.1%), San Gabán (1.3%), Egemsa (2.2%) y Egesur (0.6%), ii) el Grupo Enel (20.2% del total),

² Regulación de energías renovables.

a través de Edegel (17.6% del total), Chinango (1.3%) y Empresa Eléctrica de Piura (1.3%), iii) Enersur (15.3% del total), iv) Fenix Power (7.1%), y v) Kallpa Generación (16.0% del total).

Durante el tercer trimestre del 2015, la demanda máxima de potencia eléctrica en el SEIN³ fue de 5,900 MW, mayor en 308 MW (+5.5%) a lo registrado para el mismo corte en el 2014 (5,592 MW). Sin embargo, la demanda máxima de potencia eléctrica durante lo que va del año fue de 6036 GWh.

1.2 Formulación de problemas

1.2.1 Problema general

¿Qué estrategias tecnológicas se pueden implementar para el incremento de la eficiencia energética en Edificaciones Típicas en la Ciudad de Lima - Perú?

1.2.2 Problemas específicos

1. ¿Qué estrategias tecnológicas se pueden implementar para reducir el consumo de energía en el sistema HVAC (Heating, Ventilating, and Air Conditioning) en edificaciones típicas en la Ciudad de Lima?
2. ¿De qué manera el sistema BMS (Building Management System) puede incrementar la eficiencia energética de los sistemas eléctricos de una edificación típica en la ciudad de Lima?

³ Sistema eléctrico interconectado nacional.

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

El objetivo de este proyecto de investigación es establecer la relación que existe entre las estrategias tecnológicas con el incremento de la eficiencia energética en las edificaciones típicas en la ciudad de Lima, Perú.

1.3.2 Objetivos específicos

1. Establecer la relación que existe entre las estrategias tecnológicas del sistema HVAC con el incremento de la eficiencia energética en edificaciones típicas en la Ciudad de Lima – Perú.
2. Establecer la relación que existe entre el sistema BMS con el incremento de la eficiencia energética en edificaciones típicas en la Ciudad de Lima – Perú.

1.4 Justificación de la Investigación

La ejecución de este trabajo de investigación tiene por justificación:

1.4.1 Justificación Legal

Según la Ley N° 27345, Ley de Promoción del Uso Eficiente de la Energía y el Decreto Supremo N° 053-2007-EM, la cual nos presenta la argumentación para estandarizar la optimización del consumo energético en los edificios. Del mismo modo hacemos mención a las dos leyes imprescindibles en la viabilidad de todo proyecto, la Ley General Del Ambiente - Ley N° 28611 y la Ley Marco Del Sistema Nacional De Gestión Ambiental - Ley N° 28245, las que mediante una serie de normas estipuladas por el ministerio

del medio ambiente, nos indican los márgenes de impacto ambiental permitidos por el estado peruano.

1.4.2 Justificación Teórica

Según los estudios que se tiene en la actualidad, se sabe que gran cantidad de la energía producida es desperdiciada⁴, así como también que la contaminación producida por la obtención de energías no renovables es extraordinariamente alta. Gran porcentaje de la energía total producida (en su mayoría no renovable), es gastada en las edificaciones, se espera que una mejora energética en éstas, dé una solución significativa al problema.

1.4.3 Justificación Tecnológica

Es necesario implementar nuevas tecnologías que optimicen el ahorro de energía de los diferentes equipos que se encuentran en las edificaciones, así como también ante el avance tecnológico en la rama de energías renovables, se construyan edificaciones autosustentables.

1.4.4 Justificación Económica

El mismo avance tecnológico, ya antes mencionado, hace que la producción de esta tecnología se abarate, además como este desarrollo tecnológico no solo se ve enfocado en las nuevas fuentes de energías renovables sino que también en la optimización de estas, la construcción de una edificación autosustentable es menester.

⁴ Efecto Joule.

1.4.5 Justificación Social

El impacto ambiental y económico que representaría la implementación de estrategias tecnológicas en estas edificaciones, repercutiría sobre la urbe en general, no solo con ambientes más sanos, sino que también con un ahorro en su economía.

Optimizar el ahorro de energía genera mejoras en pro de la lucha social, contra el calentamiento global y efecto invernadero; además de disminuir en gran manera el impacto ambiental alarmantemente peligroso en los últimos años para los habitantes de Lima.

Optimizar el ahorro también logrará ampliar el alcance de la red energética, mejorando la calidad del servicio en lugares alejados y posibilitando la llegada a pueblos que actualmente carecen de energía.

1.4.6 Justificación Práctica

Implementar en nuestro país tecnologías eficaces que conviertan las clásicas edificaciones de estilo convencional en edificios inteligentes que optimicen y monitoreen el consumo de energía. Se espera que esta implementación reduzca considerablemente la contaminación ambiental y el ahorro de recursos vitales (como el agua). Además el presente trabajo, serviría como una guía para la ejecución de edificios autosustentables.

II. MARCO TEORICO

2.1 Antecedentes de la investigación

Cuando hablamos sobre estrategias tecnológicas que permitan elevar la eficiencia energética en las edificaciones típicas en el Perú es algo relativamente novedoso y que aún está en proceso de diversificación, pues son muy pocas las edificaciones que optan por nuevas tecnologías, la mayoría se rigen en patrones ya establecidos en tiempos anteriores, negándose a innovar.

En otros países ya se implementan estrategias con el fin de mejorar el uso energético de los edificios y en algunos casos se han desarrollado leyes (caso de España) en la que se obliga a las construcciones a que apunten a ser energéticamente autosostenible o edificios cero, en un plazo establecido de años⁵.

2.1.1 Antecedentes Nacionales

- a) Un logro importante del país, es que el año 2000 se promulgó la Ley N° 27345, Ley de Promoción del Uso Eficiente de la Energía, que declara esta actividad de interés nacional para asegurar el suministro de energía, proteger al consumidor, fomentar la competitividad de la economía nacional y reducir el impacto ambiental negativo del uso de los energéticos.

Esta ley designa al Ministerio de Energía y Minas como la autoridad competente, con atribuciones para:

- Promover la creación de una cultura de uso racional de la energía.

⁵ Plan de Ahorro y Eficiencia Energética 2011-2020(España).

- Promover la mayor transparencia del mercado de la energía.
- Diseñar, auspiciar, coordinar y ejecutar programas y proyectos de EE, así como elaborar y ejecutar planes y programas referenciales de EE. Coordinar con los demás sectores y las entidades públicas y privadas el desarrollo de políticas de uso eficiente de la energía.
- Promover la constitución de empresas de servicios energéticos (EMSE⁶, también llamadas ESCO⁷) y la asistencia técnica para instituciones públicas y privadas.
- Promover el consumo eficiente de energéticos en zonas aisladas y remotas.

Un aspecto muy importante de la ley que comentamos, es que establece el derecho a la información del consumidor, pues dispone que, los equipos y artefactos que utilicen energía deberán incluir en sus etiquetas, envases, empaques y publicidad la información sobre su consumo en relación con los estándares de eficiencia energética, bajo responsabilidad de sus productores y/o importadores.

A diferencia de las leyes de otros países, no establece incentivos o subsidios. Sin embargo, esto no es una barrera para que el Estado subsidie equipos eficientes como lo ha hecho en los últimos años con los 1,6 millones de focos ahorradores o el programa de cocinas mejoradas que se distribuyen entre la población de bajos recursos.

Para este fin, se incluyeron artículos específicos en las leyes anuales de presupuesto, que posibilitaron que estas acciones fueran desarrolladas.

⁶ Empresas de servicios energéticos.

⁷ Energie service companie.

Recién en el año 2007, el MINEM⁸ con un retraso de siete años, elaboró el reglamento de la Ley N° 27345, el mismo que en 12 artículos precisa los alcances establecidos por la ley. Complementariamente en el año 2008, a través del Decreto Supremo N° 034-2008-EM, se dispuso la modernización de la iluminación de las entidades del Estado a través del reemplazo de los fluorescentes de 40W modelo T12 por los T8 de 36 W; los focos incandescentes por focos ahorradores; los balastos electromagnéticos por balastos electrónicos, además se dispuso que los equipos de iluminación que adquiriese el Estado deberían contar con la etiqueta de eficiencia energética.

En mayo del año 2009, el Ministerio del Ambiente (MINAM) promulgó el Decreto Supremo N° 009-2009-Minam para aprobar las medidas de ecoeficiencia para el sector público que incluyen un componente de ahorro de energía. En octubre del año 2009, la Resolución Ministerial N° 469-2009-EM/DM aprobó el Plan Referencial de Uso Eficiente de la Energía 2009 - 2018, revisada y suscrita por los representantes de los gobiernos regionales.

- b) En el año 1994 se creó el Proyecto para Ahorro de Energía (PAE) que contó con una sólida infraestructura organizacional y dependía orgánicamente del Viceministro de Energía. La institución poseía un local propio y personal permanente de hasta 20 trabajadores en los momentos de mayor intensidad de las campañas de ahorro de energía. A ellos se sumaba el personal de las direcciones regionales de Energía y Minas y de

⁸ Ministerio de energía y minas.

Educación que también participaron durante el período 1995 - 2001. Aprobado el Plan Referencial de Uso Eficiente de la Energía y considerando la cantidad de las 125 acciones que se deberían desarrollar, se propuso la creación de una unidad orgánica en el MINEM que tuviera el rango de dirección general.

Con el Decreto Supremo N° 014-2010-MEM, que modificó el Reglamento de Organización y Funciones del ministerio, se creó la nueva Dirección General de Eficiencia Energética que se implementó y entró en funciones durante el segundo semestre del año 2010. Esta dirección depende directamente del Viceministro de Energía y tiene como encargo principal la implementación del Plan Referencial de Uso Eficiente de la Energía ya que fue el fundamento para solicitar su creación ante la Presidencia del Consejo de Ministros (PCM).

Cuenta actualmente con una planilla reducida de 5 técnicos dedicados a esta actividad y 2,8 millones de nuevos soles de presupuesto asignado para el 2011. La infraestructura física que posee es limitada.

- c) Con fecha 21 de noviembre del 2010 se aprobó, a través del Decreto Supremo N° 064-2010-EM, la Política Energética Nacional del Perú 2010 - 2040.

En este documento el Objetivo N° 1 es “contar con una matriz energética diversificada, con énfasis en las fuentes renovables y la eficiencia energética”, y el tercer lineamiento de política de este objetivo establece que se debe incorporar a la eficiencia energética como parte de la matriz energética, es decir que en

los próximos planes de energía, la eficiencia energética debe contribuir con un porcentaje del suministro para cada año.

El objetivo N° 4 está referido específicamente a la EE⁹ y menciona que se debe “contar con la mayor eficiencia en la cadena productiva y de uso de la energía”, para ello establece los siguientes lineamientos:

- Formar una cultura de uso eficiente de la energía.
 - Alcanzar objetivos cuantificables de EE como parte de la matriz energética nacional. Alcanzar altos niveles de EE compatibles con estándares internacionales.
 - Involucrar a las empresas del sector energético y usuarios en los programas de EE. Lograr la automatización de la oferta y manejo de la demanda mediante sistemas inteligentes.
 - Crear el Centro de Eficiencia Energética encargado de promover el uso eficiente de la energía.
- d) El Ministerio de Energía y Minas, a través de su Vice Ministerio de Energía, ha formulado el documento: Propuesta de Política Energética de Estado - Perú 2010-2040 solicitando para ello los aportes de la sociedad peruana y los diversos actores en el mercado energético para su enriquecimiento.

Para elaborar la Política Energética del Perú se requiere el aporte de personal altamente especializado así como la visión y opinión de los diversos actores del sector público, privado y consumidores de la sociedad Peruana. Esta propuesta de

⁹ Eficiencia energética.

política en el campo energético debe de ser sometida a discusión pública a efectos de conciliar intereses que le de sostenibilidad de largo plazo.

- e) En el **ExpoFrio Perú 2014** a través de una exposición llamada "Gestión Eficaz de la Energía en edificios nuevos y existentes mediante la Automatización de Procesos", expuesta por el Ing. Wilber Rivas Magallanes perteneciente a la Corporación de Refrigeración (REFRICORP), llevada a cabo en Junio del presente año 2014 toco el tema de la eficiencia energética mediante ciertos procesos de automatización en campos como: manejo y monitoreo del edificio, control del sistema HVAC, control luminoso, distribución eléctrica, control de seguridad, etc.

Para ello se basa en 4 pasos fundamentales pertenecientes al ciclo de la Gestión Energética:

- **Paso 01:** Mida.- La energía que se consume y la calidad de energía (factor de potencia, armónicos, etc.).
- **Paso 02:** Establezca las bases.- Utilización de dispositivos eficientes, compensación de la energía reactiva al aumentar la disponibilidad del sistema.
- **Paso 03:** Automate.- Los sistemas de la edificación, procesos industriales, el arranque y velocidad de motores.
- **Paso 04:** Monitoree y corrija.- Usar software de gestión energética, supervisión remota, etc.

Así con estos pasos y con una serie de ideas a profundidad, se puede lograr las metas trazadas. Como bien se dijo la

implementación de estos sistemas que si bien es cierto tienen un costo inicial, a mediano plazo se va a recuperar y conllevará a ganancias y a una mentalidad para tomar conciencia en el uso correcto de la energía ligado a el cuidado del medioambiente.

2.1.2 Antecedentes Internacionales

- a) En Julio del 2011 en España se aprobó el "Plan de Ahorro y Eficiencia Energética 2011-2020", en el que se plantea una serie de estrategias, muy detalladas por cierto, para cada sector ya sea transporte, industria, residencial, etc. De cómo y en qué puntos se debe de mejorar y apuntalar para mejorar la eficiencia energética.

Este plan es muy extenso pero si analizamos los años en los que comprende su debate tiene coherencia pues ha sido pensado por mucho tiempo al punto de poder obtener resultados satisfactorios a corto y mediano plazo como son los 10 años en los que se debe de obtener el resultado final.

- b) Dirección General de Industria, energía y minas de la Comunidad de Madrid. "GUIA TECNICA DE ILUMINACION EFICIENTE – Sector residencial y terciario". Año 2006.

Este paper es una Guía de iluminación Eficiente elaborada por la Comunidad de Madrid para la campaña Madrid ahorra con Energía y pretende difundir los conceptos básicos de iluminación , mostrando algunas técnicas y ejemplos prácticos de eficiencia energética en el Sector residencial y Terciario. Se analiza de forma detenida el diferente tipo de lámparas

comparando las lámparas convencionales con las lámparas LED, el ahorro que genera una lámpara LED y el bienestar que genera a la naturaleza al reducir el consumo de energía y las emisiones de CO₂.

- c) La directiva 2010/31/UE. El 1 de junio de 2013 entró en vigor con carácter general la directiva 2010/31/UE sobre la eficiencia energética de los edificios, por la que “obliga a expedir un certificado de eficiencia energética para los edificios o unidades de estos, que se construyan, vendan o alquilen”. La etiqueta energética clasifica los edificios, mediante dos indicadores, dentro de una escala de siete letras, que parte de la letra G (edificio menos eficiente) a la letra A (edificio más eficiente). Dichos indicadores, que tomarán los valores del Certificado de Eficiencia Energética del Edificio, son:
- Consumo de energía primaria no renovable. Se expresa en kWh/m² año, derivadas de los consumos asociados a las necesidades de calefacción, refrigeración, calentamiento de agua, ventilación e iluminación.
 - Emisiones de CO₂ expresado en KgCO₂/m² año.
- d) Comunidad de Madrid, entre otras, en colaboración con el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) puso en marcha el Plan Renove de Ascensores, como una de las actuaciones del Plan de Acción 2008-2012 de la Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética en España. El objetivo era mejorar la eficiencia energética de estos aparatos mediante el empleo de últimas tecnologías y de los sistemas más avanzados en ahorro energético.

Sin embargo, hasta que empiecen a extenderse de manera global estas y otras medidas, el ciudadano ya puede contribuir al ahorro energético. Porque no es lo mismo subir a mucha gente que bajarla. En el caso del ascensor, que tiene un contrapeso, cuando bajan más de tres personas, el motor no gasta energía, sino que se convierte en un generador. Con las escaleras, sucede algo parecido, aunque sin contrapeso.

Por este motivo, una forma de ahorro energético sería subir por las escaleras convencionales y bajar por las mecánicas o el ascensor, con el fin de ayudar al motor. La decisión la tiene ahora el propio pasajero.

- e) MÉXICO: *Proyecto de uso racional de iluminación en México*, Las lámparas fluorescentes compactas (LFC) constituyen una solución de gran rendimiento energético para ayudar a los consumidores mexicanos a ahorrar dinero y evitar las emisiones de gases de efecto invernadero derivadas del uso de la electricidad. Con el respaldo del FMAM y los fondos movilizados, con este proyecto se venderían 2,6 millones de LFC para demostrar la viabilidad técnica y financiera de optar por esta tecnología y, en definitiva, transformar el mercado del alumbrado residencial en México mediante: el cambio de los modelos, el fortalecimiento de la capacidad del gobierno, el cambio de las preferencias de los consumidores y el fortalecimiento de la capacidad de producción de los fabricantes, distribuidores y proveedores.

Para vender las lámparas, en ILUMEX se siguió un modelo simple basado en la compra en grandes cantidades de LFC de alta calidad, la venta de las lámparas en los centros de atención

locales de las empresas de servicios públicos, el financiamiento a tasas bajas de interés, un sistema de pago en cuotas a través de las facturas de electricidad y la subvención de precios.

Los 2,6 millones de lámparas fluorescentes compactas se vendieron antes de la terminación del proyecto en 1998. El valor del proyecto quedó demostrado por su ejecución eficaz en otros lugares: este modelo se utilizó en un programa nacional a cargo del Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica de México y en un programa dirigido por Luz y Fuerza del Centro, una empresa de servicios públicos de la ciudad de México.

El proyecto también sirvió para ilustrar la importancia y funcionalidad de un enfoque de gestión de la demanda, confirmar la viabilidad técnica y financiera del uso de las LFC y dejar en claro la importancia de las subvenciones en la promoción de nuevas tecnologías de gran rendimiento energético. En consecuencia, ahora México tiene uno de los modelos institucionales más avanzados en lo que respecta a iniciativas de eficiencia energética.

- f) *TÚNEZ: Eliminación de obstáculos para fomentar y garantizar la transformación del mercado y la etiquetación de los refrigeradores según su eficiencia energética.*

De acuerdo con un estudio del mercado de refrigeradores de Túnez realizado antes del comienzo del proyecto, para lograr un consumo de energía más sostenible y racional, el Gobierno debía centrarse en la eficiencia energética en el sector de la refrigeración. Con el informe se demostró que se podría lograr

un ahorro de energía considerable si ingresaran en el mercado modelos de refrigeradores más eficientes. Además, en el estudio se señalaron los obstáculos clave (ámbito institucional, cuestiones técnicas, información, capacidad y mercado) que debían abordarse para que se produjera tal transformación del mercado. En aquel momento, la aplicación de un sistema de normas de eficiencia en Túnez se basó en las prácticas europeas e internacionales.

El Instituto Nacional de Estandarización y Propiedad Industrial fue el principal organismo encargado del diseño y la aprobación del formato de etiquetas propuesto y de los procedimientos de pruebas de este proyecto. Durante la etapa de preparación del proyecto, se determinó que se podían aplicar seis normas a los equipos de refrigeración residencial de Túnez. Sin embargo, no se habían considerado las cuestiones relativas al consumo y la eficiencia energética de los refrigeradores.

Debido a que en el proyecto se abordaron los distintos obstáculos, se logró que todos los fabricantes locales de refrigeradores prepararan y adoptaran las etiquetas indicadoras del consumo y la eficiencia energética, para garantizar que los consumidores fueran conscientes del posible impacto económico positivo a la hora de comprar un equipo.

Asimismo, se desarrolló la capacidad de evaluación, seguimiento y aplicación de medidas, a fin de cumplir con los requisitos y las normas de etiquetación. Las repercusiones económicas, tecnológicas y ambientales del sistema de etiquetas contribuyeron significativamente a la aplicación de políticas de desarrollo sostenible en Túnez. Por otra parte, la

eliminación de los obstáculos activó las fuerzas del mercado y promovió la fabricación de artefactos más eficientes. Por último, el proyecto permitió que los fabricantes locales se unieran al avance del mercado y cumplieran con los criterios de etiquetación y las normas obligatorias futuras sobre límites al consumo de energía.

Mediante el proyecto se lograron los siguientes resultados:

- Sanción de tres leyes sobre eficiencia energética y etiquetación de equipos y artefactos.
- Fortalecimiento de la capacidad de las instituciones públicas, los fabricantes de refrigeradores y los profesionales locales
- Sensibilización de los encargados de la toma de decisiones acerca de la eficiencia energética en las tecnologías de refrigeración
- Creación de vínculos interinstitucionales en el campo de la eficiencia energética, asociados con el mercado de refrigeradores
- Diálogo entre los sectores público y privado.

Se estima que, gracias al proyecto, se reducirán emisiones equivalentes a 3,4 millones de toneladas de CO₂ durante el período 2005-30.

- g) Otros Países, aborda de forma más general los avances en materia de construcción sostenible y eficiencia energética en Guatemala, Panamá y Costa Rica. La región centroamericana destaca por el avance en el establecimiento de estrategias regionales de desarrollo sostenible, eficiencia energética y

planes ambientales regionales. Además, los tres países son parte de un esfuerzo regional para desarrollar lineamientos de construcción sostenible para el sector de la vivienda social.

Guatemala presenta grandes oportunidades para la incorporación del sector de la construcción sostenible en la agenda de la política pública. El país tiene la visión nacional de incorporar el desarrollo sostenible en las principales políticas públicas del país, mediante su Plan Nacional de Desarrollo al 2032. El país se encuentra en etapas iniciales de la incorporación de medidas de eficiencia energética en edificaciones. En el corto plazo se tiene planeado la incorporación de un programa de lámparas ahorradoras en alumbrado público y residencial. Adicionalmente, se ha implementado un proyecto piloto de eficiencia en edificios públicos mediante la sustitución de equipos consumidores de energía, por otros más eficientes. Además, se han llevado a cabo intercambio de experiencias con países como México para realizar un Programa Integral de Asistencia Técnica y Capacitación para la Formación de Especialistas en Ahorro y Uso Eficiente de la Energía Eléctrica de Guatemala.

Panamá es un país que presenta un marcado crecimiento económico debido a la inversión extranjera promovida por el gobierno. En particular, el sector de la construcción presenta un crecimiento dinámico en el que surgen nuevos nichos de mercado, como la construcción de hoteles, oficinas, restaurantes, entre otros. Con relación al crecimiento en dicho sector, el país ha dado pasos importantes para el desarrollo de la estructura institucional en materia de eficiencia energética, la cual contempla al sector de la construcción en sus estrategias

para la reducción de la demanda energética. Actualmente se encuentran en el proceso de desarrollar normas de eficiencia energética aplicables en la edificación, considerando normas de aislantes térmicos para edificaciones, de aire acondicionado, y de refrigeración. También se encuentra en desarrollo el Programa Hipotecas de Uso Racional de la Energía Eléctrica (UREE), mediante el cual se propone el otorgamiento de descuentos sobre el monto de intereses pagados por las viviendas de interés social que incorporen medidas de eficiencia energética.

Costa Rica presenta avances relevantes en materia de construcción sostenible. Se ha desarrollado la norma técnica RESET (Requisitos para Edificios Sostenibles en el Trópico) la cual contempla requisitos para las fases de diseño, construcción y operación. Esta norma está basada en la premisa de "sostenibilidad con más arquitectura que tecnologías", es decir, que agota el potencial del diseño antes de recurrir al uso de tecnologías. Se cuentan con normas técnicas de eficiencia energética enfocadas a sistemas de iluminación, refrigeración y aire acondicionado, y una de las recomendaciones a futuro es el desarrollo de normas de eficiencia energética que incorporen temas de aislamiento y acondicionamiento térmico, diseño bioclimático, entre otras.

El país tiene la ambiciosa meta de ser carbono-neutral para el 2021, por lo que incorpora en su estrategia de cambio climático medidas para reducir el consumo energético, y adaptación al cambio climático, incorporando la construcción sostenible como estrategia de apoyo.

2.2 Fundamentos

2.2.1 Fundamento Ontológico

Este fundamento abarca la razón del ser de plantear los modelos de planeamiento las estrategias tecnológicas para incrementar la eficiencia energética en las edificaciones típicas, de forma de reducir los costos operativos, de proteger el medio ambiente y de reducir el consumo de nuestros recursos naturales. Así mismo de permitir el uso de la energía para los otros usuarios, al aliviarse las redes eléctricas.

2.2.2 Fundamento Metodológico

Este enfoque abarca la razón del que hacer para obtener conclusiones o teorías acerca de las estrategias para disminuir el consumo de energía. En el presente trabajo los avances tecnológicos de sistemas HVAC, sistemas de iluminación, sistemas de transporte vertical, sistemas de bombeo y el sistema BMS, con una descripción detallada de sus partes, para hacer luego un análisis que permita el uso adecuado de estos sistemas para que permitan determinar un ahorro energético en una edificación típica.

2.2.3 Fundamento Epistemológico

La presente actividad busca el desarrollo teórico y práctico, a fin de que los proyectistas apliquen estas estrategias tecnológicas en los diversos proyectos con la finalidad de beneficiar a la sociedad y el medio ambiente, mostrando al usuario una estrategia planificada de cómo se optimizará el consumo de energía de tal manera que todos se vean beneficiados.

2.3 Sistemas HVAC

Un sistema **HVAC** es un sistema de ventilación, calefacción y aire acondicionado (HVAC, por sus siglas en inglés de Heating, Ventilating and Air Conditioning). Se trata de un conjunto de métodos y técnicas que estudian y trabajan sobre el tratamiento del aire en cuanto a su enfriamiento, calentamiento, deshumidificación, calidad, movimiento, entre otras variables.

La finalidad de un sistema HVAC, es proporcionar una corriente de aire, calefacción y enfriamiento adecuado a cada área; manteniendo de forma fiable los valores requeridos de temperatura, humedad del aire y calidad del aire, con independencia de las fluctuaciones en el ambiente (zonas adyacentes, exteriores).

2.3.1 Ciclo de Carnot

El ciclo de Carnot es un ciclo teórico y **reversible**, su limitación es la capacidad que posee un sistema para convertir en calor el trabajo, se utiliza en las máquinas que usan vapor o una mezcla de combustible con aire u oxígeno.

Representado en un diagrama p-v se obtiene la siguiente **Figura** :

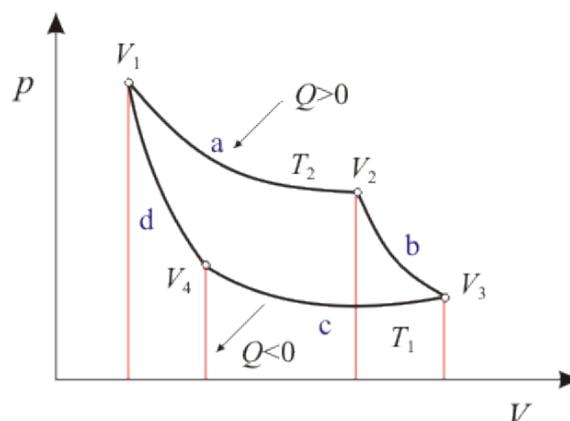


Figura 4 Ciclo de Carnot

El ciclo se divide en cuatro etapas, cada una de las cuales se corresponde con una transformación termodinámica básica:

- **Etapa A) Expansión isotérmica**

En el gráfico es el paso del estado 1 al estado 2. Es un proceso isotermo y por ser un gas perfecto eso hace que la temperatura se mantenga constante T_1 .

El gas se encuentra en un estado de equilibrio inicial representado por p_1 , V_1 , T_1 , en el interior del cilindro. Se produce una expansión isotérmica entre 1 y 2, hasta alcanzar los valores p_2 , V_2 , T_1 , el sistema realiza un trabajo W_1 positivo (aumenta el volumen, luego es un trabajo hecho por el sistema, trabajo positivo), comunicando energía al entorno, por otro lado como la variación de energía interna ha de ser cero, toma un calor del entorno equivalente Q_1 :

$$W_1 = Q_1$$

- **Etapa B) Expansión adiabática**

Se parte del punto 2 y se llega al estado 3. Por ser un proceso adiabático no hay transferencia de calor, el gas debe realizar un trabajo, elevando el émbolo, para lo que el cilindro debe estar aislado térmicamente, alcanzándose los valores p_3 , V_3 , T_2 .

- **Etapa C) Compresión isotérmica**

Entre los estados 3 y 4, hasta alcanzar los valores p_4 , V_4 , T_2 , siendo el trabajo realizado por el pistón. En este caso es un trabajo de compresión (negativo), se recibe energía del

entorno en forma de trabajo y se cede una energía equivalente en forma de calor:

$$W_2 = Q_2$$

- **Etapa D) Compresión adiabática**

Entre los estados 4 y 1 cerrándose el ciclo. Se alcanzan de nuevo los valores p_1 , V_1 , T_1 sin transferencia de calor con el exterior.

Consideramos ahora el efecto global del ciclo.

- El trabajo neto W realizado durante el ciclo por el sistema será el representado por la superficie encerrada en el trayecto 1-2-3-4-1.
- La cantidad neta de energía calorífica recibida por el sistema será la diferencia entre Q_2 y Q_1 .

Para calcular el rendimiento de un ciclo de Carnot se emplea la misma expresión mencionada anteriormente:

$$\eta = \frac{W}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}$$

En la práctica es mucho más difícil obtener los valores de los calores trasegados que los valores de la temperatura (en grados Kelvin) de los dos focos, que se conocen por la lectura de un termómetro, y se puede considerar que la transmisión de calor es proporcional a las temperaturas de ambos focos sin que se cometa un error apreciable (recuerda que son gases perfectos y que la variación de energía interna es función exclusiva de la variación de temperatura) por lo que se puede escribir:

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{T_2}{T_1}$$

Y por lo tanto se puede expresar el rendimiento como:

$$\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

El rendimiento de este tipo de máquinas será mayor cuanto mayor sea la diferencia entre las temperaturas del foco caliente T_1 y el foco frío T_2 .

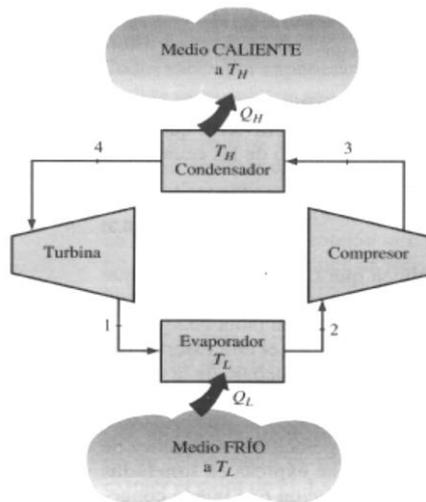
2.3.2 Ciclo Invertido de Carnot:

El ciclo reversible más eficiente es el ciclo de Carnot y puesto que es un ciclo reversible, los cuatro procesos que comprende el ciclo de Carnot pueden invertirse. Por lo que se invertirán las direcciones de los procesos de transferencia de calor y trabajo. Dando como resultado el ciclo invertido de Carnot.

Procesos que comprende el ciclo invertido de Carnot:

- **Proceso 1-2:** El refrigerante absorbe calor isotérmicamente de una fuente a baja temperatura a **TL** en la cantidad **QL**.
- **Proceso 2-3:** Se comprime isotrópicamente hasta el estado 3 (la temperatura se eleva hasta **TH**).
- **Proceso 3-4:** Rechazo de calor isotérmicamente en un sumidero de alta temperatura a **TH** en la cantidad **QH**.

- **Proceso 4-1:** Se expande isentropicamente hasta el estado 1 (la temperatura desciende hasta **TL**).



MAQUINA DE REFRIGERACION DE CARNOT

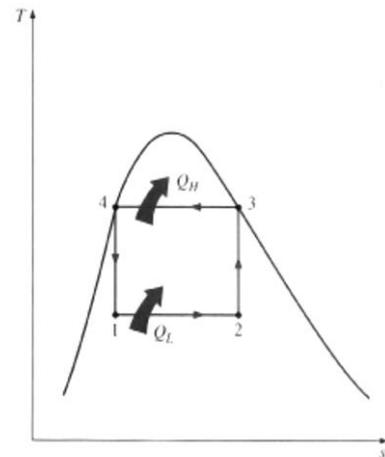


DIAGRAMA TEMPERATURA – ENTROPIA DE CARNOT

Figura 5.1 Ciclo de Carnot Invertido

2.3.2.1 Coeficiente de Desempeño de Carnot:

El coeficiente de desempeño de los refrigeradores y las bombas de calor se expresan en términos de la temperatura:

$$COP_{Rcarnot} = \frac{1}{\frac{T_H}{T_L} - 1} \qquad COP_{BCcarnot} = \frac{1}{1 - \frac{T_L}{T_H}}$$

2.3.2.2 Ciclo Ideal de Refrigeración por Compresión de Vapor:

El ciclo de Carnot maneja situaciones imprácticas asociadas a algunos de sus procesos, las cuales pudiesen eliminarse si se evapora por completo el refrigerante antes que se comprima. Es decir:

Mantener los procesos de suministro y rechazo de calor a temperatura constante.

Para el proceso de compresión deberían intervenir solamente la fase de vapor.

La turbina se sustituye por un dispositivo de estrangulamiento, ya que es más factible su utilización por sus bajos costos y su régimen de mantenimiento (casi nulo).

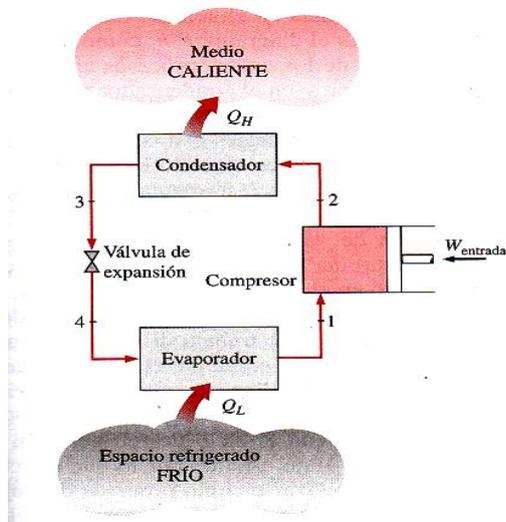
El ciclo que funciona bajo estas características se le conoce como el ciclo de refrigeración por compresión de vapor.

2.3.2.3 Ciclo Ideal de Refrigeración por Compresión de Vapor:

Procesos que experimenta el fluido en un ciclo ideal de refrigeración por compresión de vapor:

- **Proceso 1-2:** Compresión isentrópica en un compresor.
- **Proceso 2-3:** Rechazo de calor a presión constante en el condensador.
- **Proceso 3-4:** Estrangulamiento en un dispositivo de expansión.
- **Proceso 4-1:** Absorción de calor a presión constante en el evaporador.

2.3.2.4 Ciclo Ideal de Refrigeración por Compresión de Vapor



ESQUEMA DE UN SISTEMA DE REFRIGERACION POR COMPRESION DE VAPOR

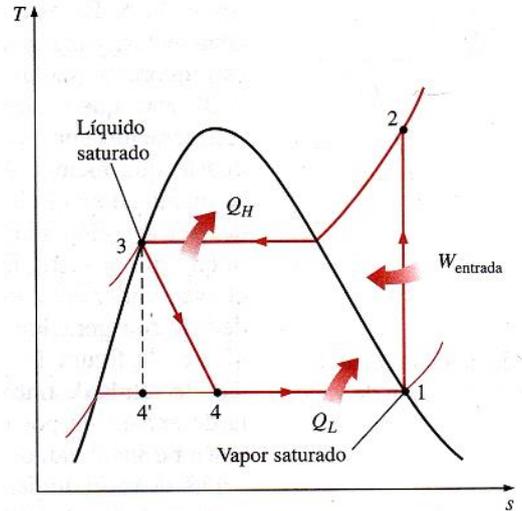


DIAGRAMA TEMPERATURA - ENTROPIA

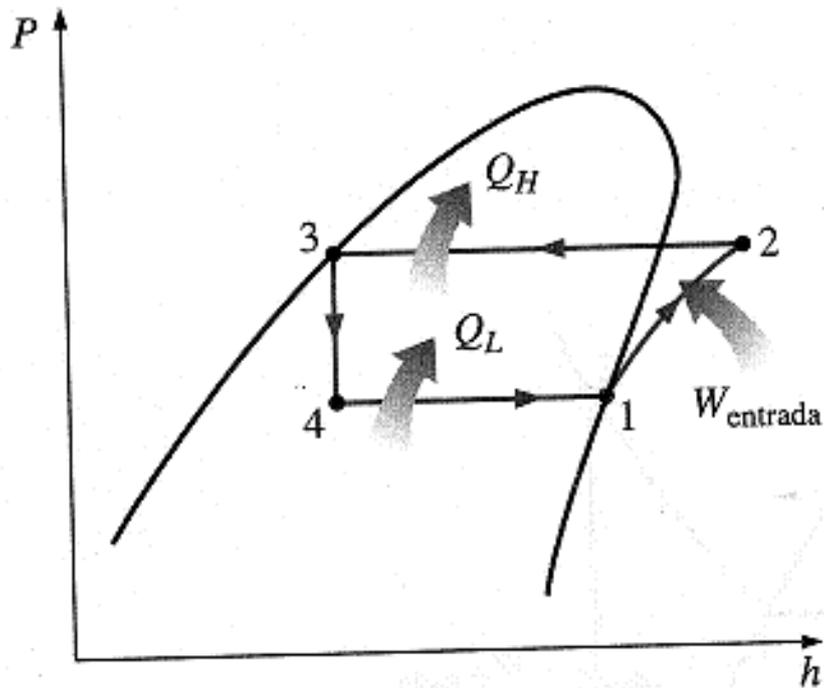


DIAGRAMA PRESION - ENTALPIA

Los componentes asociados con el ciclo de refrigeración por compresión de vapor son dispositivos de flujo estable. Los cambios en la e_c y e_p del refrigerante son despreciables, entonces:

El Balance de energía se Plantea:

$$(q_{entrada} - q_{salida}) + (w_{entrada} - w_{salida}) = h_e - h_i$$

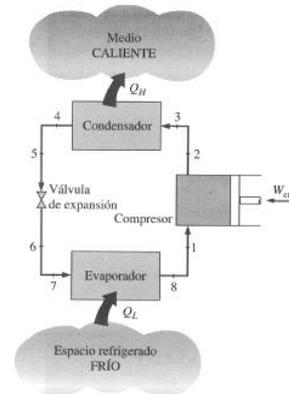
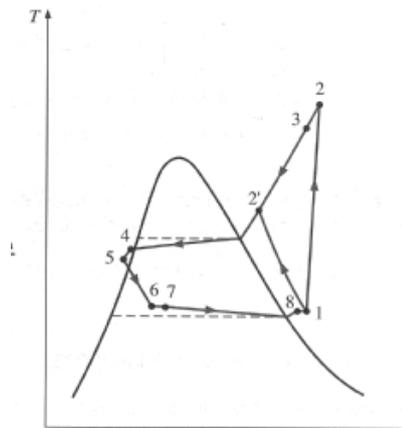
2.3.2.5 COP Refrigeradores y Bombas de Calor para el ciclo de refrigeración por compresión de vapor:

$$COP_R = \frac{q_L}{W_{NETO,ENTRADA}} \Rightarrow \frac{q_{evap}}{W_C} = \frac{h_1 - h_4}{h_2 - h_1}$$

$$COP_{BC} = \frac{q_H}{W_{NETO,ENTRADA}} \Rightarrow \frac{q_{evap}}{W_C} = \frac{h_2 - h_3}{h_2 - h_1}$$

2.3.2.6 Ciclo Real de Refrigeración por Compresión de Vapor

Un ciclo real de refrigeración por compresión de vapor difiere de uno ideal de varias maneras, debido principalmente a las irreversibilidades que suceden en varios componentes. Dos fuentes comunes de irreversibilidades son la fricción del fluido (que provoca caídas de presión) y la transferencia de calor hacia o desde los alrededores.



Las Irreversibilidades en las corrientes de fluidos que atraviesan al compresor conducen a un aumento de la temperatura del fluido durante el proceso adiabático. Este efecto se acompaña también de un aumento en la temperatura final respecto a la que se alcanzaría en el caso ideal.

Para los casos Reales es mejor trabajar en las siguientes condiciones:

- El refrigerante es sobrecalentado antes de entrar al compresor de forma de asegurar vapor al compresor.
- El refrigerante condensado es subenfriado, por lo difícil de trabajar en la condición de saturación además de reducir el efecto refrigerante.
- El compresor no es isentrópico por lo que puede haber un aumento o disminución de entropía.

Este caso adiabático e irreversible la salida real puede determinarse a partir del rendimiento adiabático del compresor:

$$\eta_c = \frac{h_{2s} - h_1}{h_2 - h_1}$$

2.3.3 Enfriador de agua o water chiller

Un Chiller (o enfriador de agua) es un aparato industrial que produce agua fría para el enfriamiento de procesos industriales. La idea consiste en extraer el calor generado en un proceso por contacto con agua a una temperatura menor a la que el proceso finalmente debe quedar. Así, el proceso cede calor bajando su temperatura y el agua, durante el paso por el proceso, la eleva. El agua ahora "caliente" retorna al chiller adonde nuevamente se reduce su temperatura para ser enviada nuevamente al proceso.

Un chiller es un sistema completo de refrigeración que incluye un compresor, un condensador, evaporador, válvula de expansión (evaporación), refrigerante y tuberías, además de bomba de impulsión de agua a/desde el proceso, sistema electrónico de control del sistema, depósito de agua, gabinete, etc.

2.3.3.1 Funcionamiento de un Chiller

El chiller básicamente opera como lo indica el ciclo de Carnot: un fluido refrigerante (usualmente conocido a través de la marca comercial Freón) en estado líquido, se fuerza a experimentar su evaporación debido a una baja de presión en el sector conocido como evaporador adonde además y fundamentalmente, toma calor del agua con la que indirectamente se pone en contacto. Es exactamente en ese lugar adonde se produce el enfriamiento propiamente dicho del agua. Ahora el agua sigue camino al proceso por su circuito y el refrigerante en estado de vapor (mal denominado gas) es comprimido por un compresor frigorífico obligándolo a recorrer el circuito de refrigeración. Seguidamente el refrigerante, en estado de vapor, ingresa al condensador adonde se convierte al estado líquido liberando el calor que

sustrajo en el evaporador. Para esto, en el caso de los chiller condensados por aire, el calor sale del refrigerante para pasar al aire ambiente por acción de unos ventiladores que fuerzan al aire a intercambiar con el refrigerante. En resumen, en el evaporador, el agua se enfría (baja su temperatura) mientras que el refrigerante se calienta (se evapora sin cambio de temperatura) en la exacta misma medida. Después, en el condensador, el refrigerante vuelve al estado líquido cediéndole calor al aire ambiente (que eleva su temperatura). Esta liberación de calor, al efectuarse en un lugar distinto al original (enfriamiento del agua), consigue un efecto neto de "movimiento de calor" del proceso al ambiente.

2.3.3.2 Partes de un Chiller

Todos los “chillers” en su construcción presentan los siguientes componentes básicos:

- Compresor(es) de refrigeración
- Intercambiador de calor del tipo casco y tubo
- Condensador
- Circuito de control
- Líneas y accesorios de refrigeración
- Gabinete
- Refrigerante R-22 o ecológico

El Compresor

El compresor es el corazón del sistema, ya que es el encargado de hacer circular al refrigerante a través de los diferentes componentes del sistema de refrigeración del “chiller”. Succiona el gas refrigerante sobrecalentado a baja presión y temperatura,

lo comprime aumentando la presión y la temperatura a un punto tal que se puede condensar por medios condensantes normales (Aire o agua). A través de las líneas de descarga de gas caliente, fluye el gas refrigerante a alta presión y temperatura hacia la entrada del condensador.

El Evaporador

El Evaporador que es un intercambiador de calor del tipo casco y tubo su función es proporcionar una superficie para transferir calor del líquido a enfriar al refrigerante en condiciones de saturación. Mediante la línea de succión fluye el gas refrigerante como vapor a baja presión proveniente del evaporador a la succión del compresor es el componente del sistema de refrigeración donde se efectúa el cambio de fase del refrigerante. Es aquí donde el calor del agua es transferido al refrigerante, el cual se evapora al tiempo de ir absorbiendo el calor.

El Condensador

El condensador es el componente del sistema que extrae el calor del refrigerante y lo transfiere al aire o al agua. Esta pérdida de calor provoca que el refrigerante se condense. Su función es proporcionar una superficie de transferencia de calor, a través de la cual pasa el calor del gas refrigerante caliente al medio condensante. Mediante la línea de líquido fluye el refrigerante en estado líquido a alta presión a la válvula termostática de expansión.

Válvula Termostática

La válvula termostática de expansión su finalidad es controlar el suministro apropiado del líquido refrigerante al evaporado, así

como reducir la presión del refrigerante de manera que vaporice en el evaporador a la temperatura deseada.

Dispositivos y Controles

Para que un enfriador de líquido trabaje en forma automática, es necesario instalarle ciertos dispositivos eléctricos, como son los controles de ciclo. Los controles que se usan en un enfriador son de acción para temperatura, llamados termostatos, de acción por presión llamados presostatos y de protección de falla eléctrica llamados relevadores.

Sistema de expansión:

El refrigerante líquido entra en el dispositivo de expansión donde reduce su presión. Al reducirse su presión se reduce bruscamente su temperatura.

Evaporador o Fancoil:

El refrigerante a baja temperatura y presión pasa por el evaporador, que al igual que el condensador es un intercambiador de calor, y absorbe el calor.

2.4 Sistema BMS

Los sistemas de gestión de edificios supervisan y controlan servicios tales como la calefacción, ventilación y aire acondicionado¹⁰, de forma que se garantiza su funcionamiento a niveles máximos de eficiencia y ahorro. Esto se consigue gracias a que se mantiene un equilibrio óptimo entre las condiciones, uso energético y requisitos operativos.

¹⁰ Sistema HVAC

2.4.1 Componentes fundamentales del sistema BMS

2.4.1.1 Controladores

Los controladores reciben señales de dispositivos de campo y, en función de sus parámetros de funcionamiento programados¹¹, realizan acciones para controlar el equipamiento de la instalación.

2.4.1.2 Supervisores

Los supervisores monitorizan o corrigen los datos del sistema y proporcionan una gran variedad de análisis energéticos y funciones de mantenimiento.

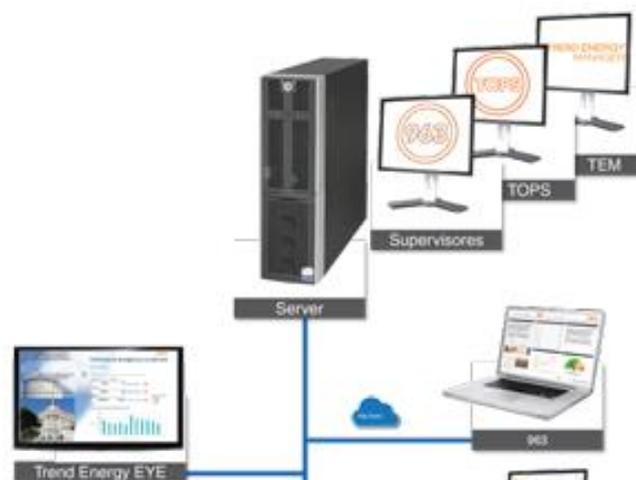
2.4.1.3 Redes

Las redes hacen posible que los dispositivos se puedan comunicar través de una red local o de forma remota mediante el uso de tecnología de navegadores estándar¹². De esta forma, se puede acceder a la información desde cualquier parte del mundo, lo que garantiza una accesibilidad total del edificio.

2.4.1.4 Dispositivos de campo

Los dispositivos de campo envían o reciben datos directamente de los controladores para la supervisión local o remota. Si no se mide o supervisa una instalación, esta no se podrá controlar.

2.4.2 Arquitectura del sistema



¹¹ Tablero:

¹² Bacnet,

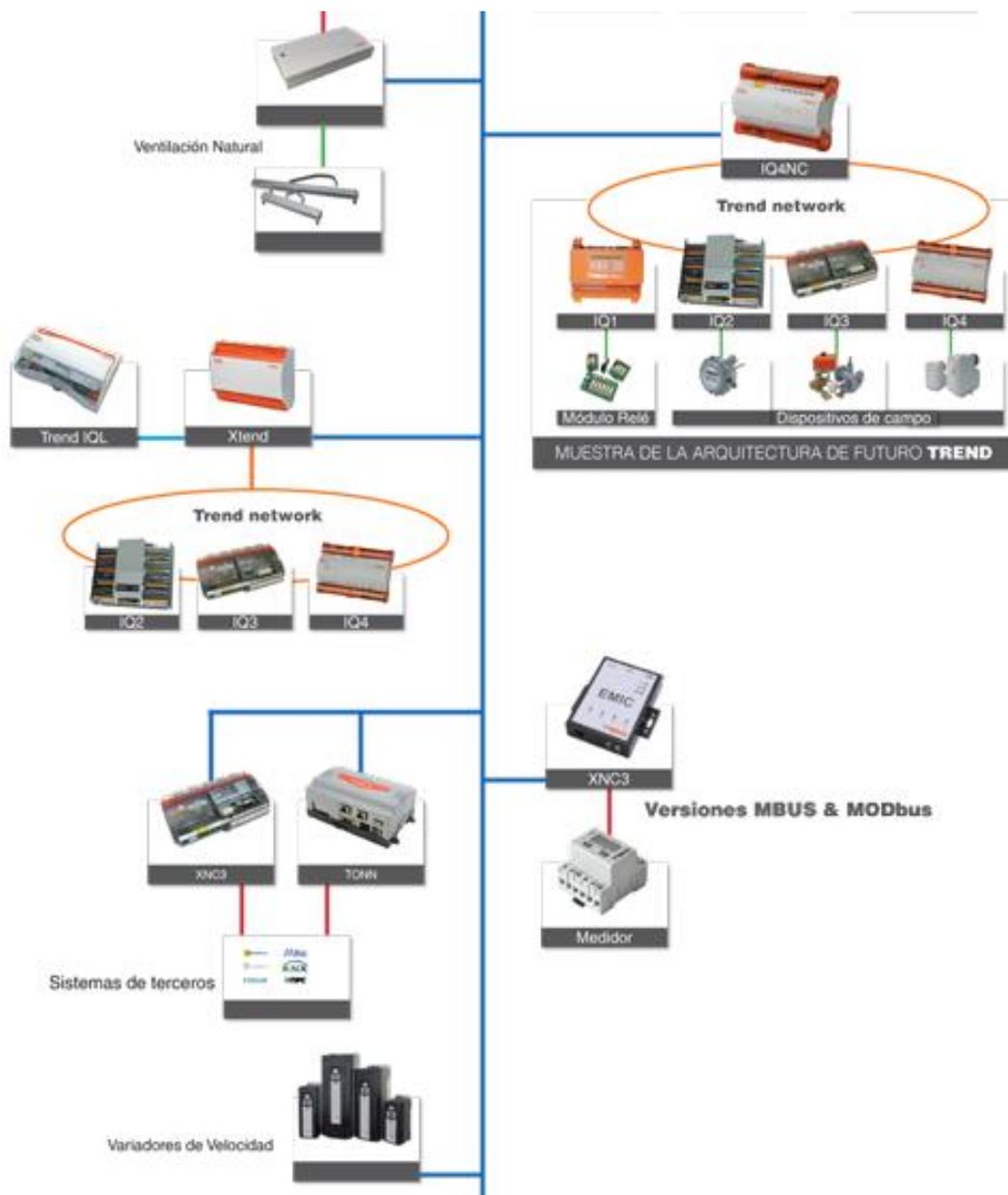


Figura 6 Sistema BMS integrado

2.4.3.1. Gestión de servicios

Únicamente a través de una medición correcta del consumo de los servicios se podrán gestionar los costes¹³ y eliminar el derroche energético.

2.4.3.2. Supervisión y Establecimiento de Objetivos

El consumo de numerosas instalaciones obedece a menudo a un perfil habitual. El sistema puede registrar los datos reales de consumo y, posteriormente, compararlos con el perfil habitual.

2.4.3.3. Control de alarmas

Unas de las características más eficientes es la capacidad de identificar y comunicar las condiciones de alarma¹⁴, de forma que se garantizan respuestas rápidas y una continuidad en la actividad empresarial

2.4.3.4. Supervisión Remota

Bien sea para dar respuesta a las alarmas o para inspeccionar el sistema, la comunicación remota con el emplazamiento aporta la oportunidad de evaluar y responder como corresponde.

2.4.3.5. Mantenimiento de las condiciones de las funciones

Es posible diagnosticar la necesidad de mantenimiento o de un servicio a través de la supervisión de las condiciones. De esta forma, se elimina la necesidad de llevar a cabo un mantenimiento preventivo innecesario.

¹³ Cuadro de análisis de ahorro energético

¹⁴ Detección de incendios, control de intrusión, Circuito cerrado de televisión (CCTV)

2.4.4. Automatización de edificios

Los edificios de hoy en día demandan más de los sistemas de automatización y de seguridad electrónica. Ellos deben adaptarse rápidamente a muchos cambios y ser más inteligentes, más cómodos, más eficientes y más seguros que las instalaciones de unos pocos años atrás. El sistema de control es el componente crítico en el cumplimiento de estas nuevas demandas, y un sistema BMs (Building Management System) esta listo para las necesidades de hoy en día, mientras ayuda a prepararse para el futuro.



Figura 7 BMS en edificio inteligente

Fuente: <http://www.ebdperu.com/solucion/automatizacion-2/>

A través de la implementación de un BMS en un edificio, se le brinda valor agregado al demandar menores costos operativos¹⁵. La seguridad y eficiencia energética del mismo

¹⁵ Aumenta el ahorro energético entre 15% - 30%

se alcanzan integrando todos los subsistemas de seguridad electrónica presentes:

- Aires Acondicionados(HVAC)
- Iluminación
- Control de Accesos
- CCTV¹⁶
- Sistemas Eléctricos
- Gestión de energía
- Sistemas Sanitarios(Electrobombas)
- Detección de Incendios



Figura 8 Soluciones para edificio grandes y medianos

Fuente: <http://www.ebdperu.com/solucion/automatizacion-2/>

La capacidad de un edificio para ser eficiente se incrementa con la gestión energética que se logre mediante la integración de analizadores, medidores de redes eléctricas por protocolos

¹⁶ Circuito cerrado de televisión

estándar y abiertos. Cuando estos sistemas logran trabajar juntos, los resultados son mucho más impresionantes. El reto es enlazar estos sistemas eficientemente.

A través de interfaces con sistemas de otros fabricantes, el BMS puede interactuar con todo el edificio y compartir información entre subsistemas¹⁷, incluyendo chillers¹⁸, paneles de incendio, controladores de aire, medidores de energía, sistemas CCTV¹⁹, controladores de iluminación y muchos más.

2.4.5. Eficiencia energética y ahorro de energía

2.4.5.1. Eficiencia energética

Significa el uso indispensable de energía (eléctrica, térmica y agua potable) para su transformación en los diferentes procesos productivos, que otorgue la máxima productividad y el mínimo costo para el usuario y el medio ambiente.

2.4.5.2. Ahorro de energía

Es la práctica que busca alcanzar la máxima eficiencia energética.

2.4.6. Principales consumidores de energía

¹⁷ Bacnet, Modbus, LonWorks, OPC, etc

¹⁸ Unidad enfriadora de líquidos (planta de agua helada)

¹⁹ Circuito cerrado de televisión

2.4.6.1. Reparto del consumo de energía



Figura 9 Porcentaje de eficiencia energéticas

Fuente: <http://www.schneider-electric.com>

La energía se consume principalmente en calefacción, refrigeración, motores, iluminación, electrónica y electrodomésticos.

¿Dónde están estos ahorros? Hasta un ahorro del 30% está en nuestras manos



Fuente: <http://www.schneider-electric.com>

Figura 10 Porcentaje de ahorro energético

2.5 Definición de Términos

2.5.1 Estrategias Tecnológicas

Se entiende como estrategia tecnológica a todo un proceso de adopción y ejecución de políticas, diseños, planes o acciones con el fin del uso y difusión de la tecnología. Esto se basa en la gran influencia de un “cambio tecnológico” en la competitividad y rentabilidad de una empresa.

Una estrategia tecnológica comprende además de la investigación y desarrollo de nuevos productos y procesos, la acción de esta nueva tecnología a todas las funciones o subsistemas del edificio, buscando la máxima eficiencia de esta; considera los cambios internos y externos por los cuales puede atravesar una organización además de la oportunidades potenciales que estén disponibles.

2.5.2 Eficiencia Energética

La palabra eficiencia proviene del latín eficiencia que en español quiere decir, acción, fuerza, producción. El concepto de “eficiencia energética” está referido a la cantidad de energía útil que puede ser obtenida de un sistema o de una tecnología en específico, pero esta definición se enfoca casi exclusivamente para procesos o aparatos que se relacionan de manera directa con el usuario.

Desde el punto de vista en el que nosotros estamos trabajando entendemos a la eficiencia energética como la obtención de los mismos bienes y servicios energéticos, pero desde una menor cantidad de energía, menor contaminación

y con costos inferiores, bien sea por avances tecnológicos o por mejoras en la gestión.

2.5.3 Energía Limpia

Este tipo de energía es aquella que se genera desde una fuente natural, renovable, es decir, aquella que es inagotable y alimentada de fuerzas naturales. La generación de energía limpia se da desde un sistema excluyente de cualquier tipo de contaminación, es decir que no se genera ningún tipo de residuo contaminante. Las fuentes de energía limpia más comúnmente utilizadas son:

- La energía geotérmica, que utiliza el calor interno de la tierra.
- La energía eólica.
- La energía hidroeléctrica.

2.5.4 Potencial Energético

Se entiende por potencial energético a la cantidad total de energía presente en el medio, independientemente de cuál nuestra fuente energética (calor, rayos solares, aire, agua, etc.), tiene la capacidad de poder ser aprovechada mediante el uso de distintos tipos de tecnologías.

2.5.5 Automatización

La automatización es la facultad que se da en un sistema en el cual se transfieren las tareas de producción, realizadas habitualmente por personas, a un conjunto de elementos tecnológicos. Tiene como objetivos mejorar la productividad de la empresa, así como las condiciones de trabajo del personal. También es capaz de realizar actividades que son

imposibles de controlar manualmente, y mejora la disponibilidad de los productos.

2.5.6 Mantenimiento

Es el conjunto de actividades para conservar las obras e instalaciones en adecuado estado de funcionamiento. Mantenimiento programado: Conjunto de actividades que se requiere anualmente para inspeccionar y restablecer los equipos que conforman a una unidad generadora. Se programa con suficiente anticipación, generalmente a principios del año y puede ser atrasado o modificado de acuerdo a las condiciones de operación.

2.5.7 Las Normas Leed

LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), es un sistema de certificación para construcciones sustentables, el cual a través de pautas de diseño objetivas y parámetros cuantificables, permite desarrollar edificios de alto rendimiento energético, durables, sanos, rentables, ambiental y económicamente viables.

El sistema mide y evalúa el comportamiento medioambiental que tendrá un edificio a lo largo de su ciclo de vida, sometido a los estándares ambientales más exigentes a nivel mundial. Es un sistema voluntario y consensuado, diseñado por el USGBC²⁰, organización sin fines de lucro que impulsa la implementación de prácticas de excelencia en el diseño y construcción sustentable. Que certifica la alta integración de

²⁰ Consejo de Edificios Verdes de los Estados Unidos.

estrategias sostenibles en edificios acabados y funcionando. Con una experiencia de más de 15 años y actualizándose anualmente, es el referente internacional más importante en esta materia.

Para obtener la certificación los edificios deben cumplir una serie de requisitos relativos a la calidad del aire interior, almacenamiento, sistema de recepción de las instalaciones, rendimiento energético, sistemas de climatización sin CFCs y la erosión y sedimentación durante la obra.

La obtención final de la Certificación, así como del nivel de



Certificación (Certificado, Plata, Oro, Platino) quedará pendiente de una evaluación final del edificio: desde el certificado básico, que se consigue con la mínima puntuación, hasta llegar al nivel de plata, oro y platino, la máxima calificación como se puede apreciar en la **FIGURA II-1**. Existen cuatro niveles, en función del puntaje alcanzado: Nivel alcanzado Puntos

- LEED Certified (Certificado) 40 a 49 puntos.
- LEED Silver (Plata) 50 a 59 puntos.

Figura 11 Niveles de clasificación

- LEED Gold (Oro) 60 a 79 puntos.
- LEED Platinum (Platino) 80 o más puntos.

Las estrategias tecnológicas para incrementar la eficiencia energética en un edificio en el caso particular el de sistemas de iluminación, HVAC, ascensores y escaleras, bombeo y BMS se encuentra enmarcado en el conjunto de normas sobre la utilización de estrategias encaminadas a la sostenibilidad en edificios de todo tipo. Se basa en la incorporación en el proyecto de aspectos relacionados con la eficiencia energética, el uso de energías alternativas, la mejora de la calidad ambiental interior, la eficiencia del consumo de agua, el desarrollo sostenible de los espacios libres de la parcela y la selección de materiales. Existen varios sistemas de evaluación dependiendo del uso y complejidad de los edificios. Si bien inicialmente enfocada a edificios de nueva planta, con posterioridad se han desarrollado otros sistemas de evaluación para obras de acondicionamiento interior²¹ o para edificios en funcionamiento²². Estos estándares van evolucionando a lo largo del tiempo, con un criterio de mejora continua enfocado a ir aumentando progresivamente el grado de exigencia, en paralelo a la mejora de los aspectos relacionados con la sostenibilidad en la industria de la edificación.

Sistemas de evaluación LEED. Se establecen varias categorías, típicamente siete: Sustainable Sites (parcelas sostenibles), Water Efficiency (ahorro de agua), Energy and Atmosphere (eficiencia energética), Materials and Resources (materiales), Indoor Environmental Quality (calidad de aire interior), Innovation in Design (Innovación en el proceso de

²¹ LEED for Commercial Interiors.

²² (LEED Operations and Maintenance.

diseño) y Regional Priorities (prioridades regionales). Dentro de estos capítulos se incluye una serie de requisitos de cumplimiento obligatorio (Prerequisites) y créditos de cumplimiento voluntario (credits). La justificación del cumplimiento de dichos parámetros otorga una serie de puntos, en función de los cuales se otorga el grado de la certificación (LEED Certificate, Silver, Gold o Platinum).

El proceso de certificación en las modalidades más habituales (edificios de nueva planta) tiene lugar durante las fases de proyecto y obra del edificio, obteniéndose la certificación al final de la fase de obra. Si bien no existe ningún requisito para abordar la certificación, es habitual que a los agentes del proyecto se incorpore un asesor especializado.

Algunos de los Beneficios de Obtener la Certificación LEED son:

- Según el tipo de certificado LEED logrado, un edificio reduce entre el 30% y el 70% de energía de uno convencional, del 30% al 50% de agua, entre el 50% y el 90% del coste de los residuos, y el 35% de las emisiones de CO₂.
- Aumenta la productividad y calidad de vida de los ocupantes, ya que ha sido diseñado pensando en la calidad de los espacios habitables, cantidad de iluminación natural, niveles acústicos y térmicos adecuados, ventilación suficiente, etc.
- Reduce los efectos negativos que la construcción pudiese tener en el medio ambiente (reduce las emisiones de gas invernadero al medio ambiente, evitando el daño a la capa

de ozono y el cambio climático).

- Reduce los desechos enviados a los vertederos, conservando los entornos naturales, protegiendo los ecosistemas y la biodiversidad.

El sello otorga un valor agregado reconocido mundialmente, que demuestra un especial compromiso y responsabilidad con el medio ambiente.

2.5.8 Norma ANSI/ASHRAE/IESNA

Norma internacional que rige las exigencias para los sistemas HVAC y de iluminación. La Asociación Americana de Ingenieros de Calefacción y Acondicionamiento de Aire (ASHRAE 4), siempre ha sido un referente internacional en cuestiones de climatización, confort y ventilación de locales, a continuación se relacionan las más destacables:

- **ASHRAE Standard 62-2001:** *Ventilation for acceptable indoor air quality* (Ventilación para una aceptable calidad del aire interior), especifica los mínimos índices de ventilación y de IAQ aceptables para los ocupantes. Se aplica a todos los espacios interiores o cerrados que puedan ser ocupados por personas, excepto en aquellos donde otras normativas imponen índices de ventilación mas elevados.

Incluye siete nuevas ediciones sobre temas como el arranque de la ventilación, procedimientos de funcionamiento y mantenimiento y equipos relacionados con la filtración de las partículas.

- **ASHRAE Standard 62-2-2003:** *Ventilation and Acceptable Indoor Air Quality in Low-Rise Residential Buildings.* (Ventilación y Calidad de Aire Interior en Edificios de Viviendas de Baja Altura). Esta norma define los papeles de los mínimos requisitos para los sistemas de ventilación mecánica y natural y las características de los cerramientos del edificio para proporcionar una calidad del aire interior aceptable en los edificios residenciales de baja altura.

Se aplica a espacios ocupados por personas en edificios unifamiliares o plurifamiliares de tres plantas o menos, incluyendo casas prefabricadas o modulares. No es aplicable a hoteles, moteles, residencias, cárceles, etc.

- **ASHRAE Standard 113-1990:** Method of testing for room air diffusion. (Método de ensayo de difusión de aire en habitaciones). Define los equipos y métodos a utilizar para evaluar la difusión del aire en los ambientes interiores tratados con sistemas de HVAC.
- **ASHRAE Standard 55-1992:** *Thermal environmental conditions for human occupancy.* (Condiciones térmicas ambientales para ocupación humana). Especifica las combinaciones del ambiente interior y los factores personales que producen unas condiciones térmicas aceptables para el 80% o más de los ocupantes del espacio interior.
- **ASHRAE Standard 129-1997:** *Measuring air change effectiveness.* (Medida de la efectividad de las renovaciones de aire). Prescribe un método para medir la efectividad de la

renovación de aire en los espacios y edificios ventilados mecánicamente según criterios especificados. La efectividad de la renovación del aire es una medida de la distribución del aire exterior en el nivel de la respiración dentro del espacio ventilado.

- **ASHRAE Standard 52-2-1999:** *Testing general ventilation air-cleaning devices for removal efficiency by particle size.* (Ensayo de los dispositivos de lavado de aire para eliminación de partículas). Describe métodos de ensayo para dos importantes características de la eficiencia de los lavadores de aire. La capacidad del sistema para eliminar partículas de las corrientes de aire y su resistencia al flujo de aire. Los resultados son útiles para los ingenieros de diseño para especificar y comparar lavadores de aire.
- **ASHRAE Standard 52-1-1992.** *Gravimetric and dust-spot procedures for testing air-cleaning devices for removing particulate mater.* (Procedimientos gravimétricos para el ensayo de dispositivos de lavado de aire para eliminar materia particulada). Establece los procedimientos de ensayo para la evaluación de la eficiencia de los dispositivos lavadores de aire para eliminar materia particulada. Establece especificaciones de los equipos requeridos, define métodos de tratamiento de los datos y establece formatos para la presentación de resultados. Define procedimientos para medir la capacidad de los equipos de lavado para quitar el polvo y la materia particulada.

- **ASHRAE Standard 119-1988 (RA-94):** *Air Leakage Performance for Detached Single-Family Residential Buildings*²³. Describe los procedimientos y los equipos necesarios para la medida de la estanqueidad de las viviendas unifamiliares aisladas.
- **Guideline 5-1994 (RA 2001):** *Commissioning Smoke Management Systems*. (Verificación de Sistemas de Gestión y Control de Humo). Proporciona métodos para verificar y documentar que la eficiencia de los sistemas de control del humo está de acuerdo con las especificaciones del proyecto. Cubre todos los tipos de sistemas de control de humo; documentación sobre la ocupación y los requisitos de utilización; documentación sobre las especificaciones del diseño, descripción del sistema y de su funcionamiento; pruebas de eficiencia funcional y documentación necesaria para la evaluación de la aceptación del sistema. Cubre también las pruebas de integración con otros sistemas del edificio que afectan a la eficiencia del sistema de control de humo, como los sistemas de detección y alarma, controles de la instalación de HVAC, suministros de potencia, cortes, etc.
- **ASHRAE Standard 154-2003:** *Ventilation for Commercial Cooking Operations*. (Ventilación para Operaciones de Cocinas Industriales). El objetivo de esta norma es proporcionar criterios de diseño para la eficiencia de los sistemas de ventilación en las operaciones de cocinas industriales. Esta norma da instrucciones para la

²³ Eficiencia de la estanqueidad en viviendas unifamiliares aisladas.

determinación de los índices de extracción de las campanas, configuraciones de entrada de aire, tipos de campanas y de sistemas de ventilación.

Otras normativas internacionales referidas al ambiente interior son:

OSHA – 59/94 Indoor Air Quality.

EUROVENT Clasificación sistemas de filtración.

EPA Guías de calidad de aire 62/138 CFR 40.

Comité Europeo Normalización CEN CT nº 156 Normas parámetros de ventilación y diseño de ambientes interiores.

Norma VDI 6022 Estándares higiénicos Oficinas y mantenimiento sistemas Ventilación y Climatización.

NADCA ACR2002 Valoración, Limpieza y Restauración SVAA.

HVCA TR/17 Guía de limpieza de SVAA.

2.5.9 AHRI Standard 550/590 (I-P)

Norma que regula las pruebas para los sistemas HVAC²⁴. AHRI no establece las normas de seguridad y no certifica ni garantiza la seguridad de los productos, componentes o sistemas diseñados, probados, valorados, instalados u operados de acuerdo con esta norma. Recomienda que los productos sean diseñados, contruidos, ensamblados, instalados y operados de acuerdo con el país normas de seguridad reconocidas y requisitos de los códigos adecuados para los productos cubiertos por esta norma. AHRI utiliza sus mejores esfuerzos para desarrollar directrices

²⁴ **Aire Acondicionado, Calefacción y Refrigeración.**

que emplean el estado de la técnica y las prácticas aceptadas por la industria.

El manual de cumplimiento tiene nueve capítulos:

- Capítulo 1, Breve introducción a las Normas y discute la aplicación y el alcance de las Normas para las residencias de baja altura.
- Capítulo 2, Revisa el proceso de cumplimiento y la ejecución, incluyendo el diseño y la preparación de la documentación de cumplimiento a través de la verificación de campo y pruebas de diagnóstico.
- Capítulo 3, Aborda los requisitos para el diseño de la envolvente del edificio.
- Capítulo 4, Cubre los requisitos para los sistemas de climatización.
- Capítulo 5, Se refiere a los requisitos de los sistemas de calentamiento de agua, incluyendo los requisitos para los sistemas de piscinas.
- Capítulo 6, Aborda los requisitos para la iluminación interior y cableado para la iluminación al aire libre unidos permanentemente al edificio.
- Capítulo 7, Aborda los nuevos requisitos para solares para baja altura los edificios residenciales y cubre las directrices para el cumplimiento de los requisitos de la Nueva Alianza Casas solares.
- Capítulo 8, Refiere a la aproximación el rendimiento del equipo

2.5.10 Reglamento Nacional de Edificaciones RNE (DS N° 011-2006-VIVIENDA)

El reglamento nacional de edificaciones tiene por objeto normar criterios y requisitos mínimos para el diseño y ejecución de las habilitaciones urbanas y las edificaciones, permitiendo de esta manera una mejor ejecución de los planes urbanos. Es la norma técnica rectora en el territorio nacional que establece los derechos y responsabilidades de los actores que intervienen en el proceso edificatorio con el fin de asegurar la calidad de la edificación.

El reglamento nacional de edificaciones es de aplicación obligatoria para quienes desarrollen procesos de habilitación urbana y edificación en el ámbito nacional, cuyo resultado es de carácter permanente, público o privado.

2.5.11 PBI

Se conoce como "Producto interno bruto" a la suma de todos los bienes y servicios finales que produce un país o una economía, elaborados dentro del territorio nacional tanto por empresas nacionales como extranjeras, y que se registran en un periodo determinado

2.5.12 Estrategias tecnológicas

La Estrategia Tecnológica es el proceso de adopción y ejecución de decisiones sobre las políticas, estrategias, planes y acciones relacionadas con la creación, difusión y uso de la tecnología. El concepto de estrategia tecnológica

es más amplio que el de investigación y desarrollo tradicional. Comprende no sólo la investigación y desarrollo de nuevos productos y procesos, sino que su acción debe extenderse a todas las funciones o subsistemas de la empresa.

2.5.13 Decreto supremo

Un Decreto Supremo es una ley promulgada por el Poder Ejecutivo, es decir por el Presidente de la República y el Consejo de Ministros en base a las funciones y atribuciones que le otorga la Constitución.

En ocasiones, el Congreso de la República suele delegarle al Poder Ejecutivo poderes especiales para que legisle sobre determinados temas de interés nacional, cuando el caso lo amerita y justifica, por ejemplo, en caso de emergencia, desastres naturales, conflictos bélicos, etc.

2.5.14 Energía sostenible

La energía sostenible se puede definir como aquella energía capaz de satisfacer las necesidades presentes sin comprometer los recursos y capacidades de las futuras generaciones. La energía sostenible está compuesta de energías renovables y alternativas, además de la energía de fusión.

2.5.15 Expo frio

Feria internacional de carácter eléctrico

2.5.16 ISO

La Organización Internacional para la Estandarización (ISO) es una federación de alcance mundial integrada por cuerpos

de estandarización nacionales de 153 países, uno por cada país. La ISO es una organización no gubernamental establecida en 1947. La misión de la ISO es promover el desarrollo de la estandarización y las actividades con ella relacionada en el mundo con la mira en facilitar el intercambio de servicios y bienes, y para promover la cooperación en la esfera de lo intelectual, científico, tecnológico y económico.

2.6 Abreviaturas

- 2.6.1 **Leed:** Leadership in Energy and Environmental Design.
- 2.6.2 **USGBC:** Consejo de Edificios Verdes de los Estados Unidos.
- 2.6.3 **HVAC:** Heating, Ventilating and Air Conditioning.
- 2.6.4 **ANSI:** Instituto Nacional Estadounidense de Estándares.
- 2.6.5 **ASHRAE:** Sociedad Americana de calefacción, refrigeración y aire acondicionado ingenieros.
- 2.6.6 **IESNA:** Illuminating Engineering Society of North América.
- 2.6.7 **ACS:** Actividades de Construcción y Servicios.
- 2.6.8 **Hardi:** High Angular Resolution Diffusion Imaging.
- 2.6.9 **ASHAE:** Sociedad de Ingenieros de Calefacción y Aire Acondicionado.
- 2.6.10 **ACCA:** Association of Chartered Certified Accountants.
- 2.6.11 **ISO:** Organización Internacional para la Estandarización.
- 2.6.12 **HW:** Halogenuros metálicos

III. VARIABLES E HIPOTESIS

3.1 Determinación del Problema

3.1.1 Variable de Investigación N°1: Estrategias Tecnológicas

Política que la empresa sigue para el desarrollo y el uso de la tecnología. Debido al poder del cambio tecnológico para influir en la estructura del sector industrial y la ventaja competitiva, la estrategia tecnológica es una componente fundamental de la estrategia competitiva de la empresa. El concepto de estrategia tecnológica es más amplio que el de investigación y desarrollo tradicional. Comprende no sólo la investigación y desarrollo de nuevos productos y procesos, sino que su acción debe extenderse a todas las funciones o subsistemas de la empresa.

a) Dimensión 1: Estrategias tecnológicas para los sistemas HVAC (Heating, Ventilating and Air Conditioning).

Indicadores:

- Diseño.
- Selección.
- COP (Coeficiente de Performarce).
- IPLV (Eficiencia para cargas parciales).

El sistema HVAC, comprende una serie de equipos como los Chillers, torres de enfriamiento, Bombas primarias, bombas secundarias, bombas de condensación, UMAS- Unidades manejadoras, Fan coils, evaporadores, condensadores, inyectores de aire, extractores de CO, ventiladores para sistemas de presurización, etc.

b) Dimensión 4: Sistema BMS (Building Management System).

Indicadores:

- Adquisición de datos
- Mediciones
- Supervisión y administración
- Control estratégico

El sistema comprende: monitoreo de Grupos Generadores, monitoreo de Transformadores, Monitoreo de UPSs, monitoreo de Medidores de Consumo, monitoreo de Condición de Red en Sub Estaciones, control de demanda Limite, Gestión de cargas en función de horario y/o demanda, Control de la planta de frío, sistemas de bombeo, Sistema de transporte vertical, Acceso y Seguridad, distribución eléctrica en baja o media tensión, etc.

3.1.2 Variable de Investigación N°2: Eficiencia Energética

La eficiencia energética es una práctica que tiene como objeto reducir el consumo de energía. Los individuos y las organizaciones que son consumidores directos de la energía pueden reducir el consumo energético para disminuir costos y promover sostenibilidad económica, política y ambiental.

Los usuarios industriales y comerciales pueden desear aumentar eficacia y maximizar así su beneficio. El consumo de la energía está directamente relacionado con la situación económica y los ciclos económicos, por lo que es necesaria

una aproximación global que permita el diseño de políticas de eficiencia energética.

Entre las preocupaciones actuales está el ahorro de energía y el efecto medioambiental de la generación de energía eléctrica, buscando la generación a partir de energías renovables y una mayor eficiencia en la producción y el consumo, que también se denomina ahorro de energía.

a) Dimensión 1: Criterios de las normas Leed.

Indicadores:

- Norma ANSI/ASHRAE/IESNA Standard 90.1-2007
- Norma NFPA 70 – NEC
- AHRI Standard 550/590 (I-P)

El desarrollo de las estrategias tecnológicas deberá ajustarse al cumplimiento de normas internacionales, mucho más exigentes, a fin de generar ahorros energéticos.

b) Dimensión 2: Criterios de las normas Técnicas Peruanas.

Indicadores:

- Código Nacional de Electricidad – CNE.
- Reglamento Nacional de Edificaciones – RNE.

El desarrollo de las estrategias tecnológicas deberá cumplir las normas nacionales, a fin de ser auditables por los entes municipales, INDECI, etc.

3.2 Hipótesis general e hipótesis específicos

3.2.1 Hipótesis General

Las estrategias tecnológicas se relacionan significativamente con el incremento de la eficiencia energética en edificaciones típicas en la Ciudad de Lima – Perú”.

VARIABLES DE ESTUDIO	DIMENSIONES	INDICADORES
VARIABLE DE INVESTIGACIÓN 1: Estrategias Tecnológicas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dimensión 1: Estrategias tecnológicas para los sistemas HVAC 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Diseño. ▪ Selección. ▪ COP. ▪ IPLV.
VARIABLE DE INVESTIGACIÓN 2: Eficiencia Energética	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dimensión 4: Sistema BMS. ▪ Dimensión 1: Criterio de las normas Lead. ▪ Dimensión 2: Criterio de las normas Técnicas Peruanas. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Adquisición de datos. ▪ Mediciones. ▪ Supervisión y Administración. ▪ Control estratégico. ▪ Norma ANSI/ASHRAE/IESNA. Standard 90.1-2007. ▪ Norma NFPA 70 – NEC. ▪ AHRI Standard 550/590 (I-P). ▪ Código nacional de electricidad(CNE). ▪ Reglamento nacional de edificaciones (RNE).

Tabla 2 Tabla de hipótesis

3.2.2 Hipótesis Específicas

Las estrategias tecnológicas del sistema HVAC se relacionan significativamente con el incremento de la eficiencia energética en edificaciones típicas en la Ciudad de Lima – Perú.

Las estrategias tecnológicas del sistema de iluminación se relacionan significativamente con el incremento de la eficiencia energética en edificaciones típicas en la Ciudad de Lima – Perú

Las estrategias tecnológicas del sistema de transporte vertical y sistemas de bombeo se relacionan significativamente con el incremento de la eficiencia energética en edificaciones típicas en la Ciudad de Lima – Perú.

El sistema BMS se relaciona significativamente con el incremento de la eficiencia energética en edificaciones típicas en la Ciudad de Lima – Perú.

IV. METODOLOGIA

El presente trabajo de investigación será básicamente aplicada a la construcción de edificaciones que desean contar con una certificación Leed, para lo cual contaremos con la información necesaria de que estrategias aplicar, a fin de incrementar la eficiencia energética, en otras palabras satisfacer la demanda de la edificación con menor consumo de energía.

La gestión de la demanda es la planificación e implementación de medidas destinadas a influir en el modo de consumir menos energía con el fin de modificar el perfil de consumo. Con ellas se contribuye a una gestión más eficiente y sostenible del sistema eléctrico. Estas medidas ayudarán en la mejora de la eficiencia de los equipos y procesos a implantar concientizando sobre el ahorro energético.

La implantación de las tecnologías en la edificación, servirá de especial evaluación para el proyecto en general, sirviéndonos de guía temporal desde su inicio hasta la completa culminación del proyecto.

En la evaluación de costos respecto a la adquisición de los equipos tecnológicos, se deberá poner especial atención y análisis a las opciones que brindan las diferentes industrias de las que se puede obtener estos equipos modernos.

4.1 Tipo de Investigación

4.1.1 Investigación Cualitativa

La finalidad de esta investigación es estudiar la descripción de las cualidades y características del objeto de estudio, siendo en éste caso las estrategias tecnológicas para incrementar la eficiencia energética en una edificación típica de Lima.

La metodología cualitativa, como indica su propia denominación, tiene como objetivo la descripción de las cualidades de un fenómeno. Busca un concepto que pueda abarcar una parte de la realidad. No se trata de probar o de medir en qué grado una cierta cualidad se encuentra en un cierto acontecimiento dado, sino de descubrir tantas cualidades como sea posible. En investigaciones cualitativas se debe hablar de entendimiento en profundidad en lugar de exactitud: se trata de obtener un entendimiento lo más profundo posible. Que para nuestro caso será buscar. Estudiar, comprender e implementar nuevas tecnologías que ya se han desarrollado e implementados en países más desarrollados y de primer mundo.

El centro de la investigación estará conformado por personal que laboran en empresas y contratistas del rubro eléctrico entorno a los procesos de planificación y control de Energías , donde el análisis del objeto a través del sujeto estudio permitirá la subjetividad de los datos, se investigará las principales deficiencias en las edificaciones, se analizará como poder solucionarlas con equipos de última tecnología y a fin de dar un uso más eficiente a la Energía Eléctrica y se podrá implementar en lo posible en algunas edificaciones.

4.1.2 Investigación Cuantitativa

La Metodología Cuantitativa es aquella que permite examinar los datos de manera numérica, especialmente en el campo de la Estadística. Para que exista Metodología Cuantitativa se requiere que entre los elementos del problema de investigación exista una relación cuya naturaleza sea lineal. Es decir, que haya claridad entre los elementos del problema de

investigación que conforman el problema, que sea posible definirlo, limitarlos y saber exactamente donde se inicia el problema, en cual dirección va y que tipo de incidencia existe entre sus elementos.

Para nuestro trabajo las variables a medir están indicadas dentro de la matriz de consistencia. En nuestro trabajo será importante medir los diferentes parámetros y saber con cuánto es la magnitud de ahorro de Energía que se podría llegar a generar si es que se implementan estas nuevas tecnologías de Ahorro en nuestras edificaciones; los diferentes parámetros así como por ejemplo la demanda que requiere el edificio en KW/hora en horas puntas de trabajo serán necesarias para conocerlas y medirlas para poder implementar políticas de ahorro, además medir la eficiencia de los aparatos eléctricos dentro de la Edificación a fin de conocer cuáles son los equipos que están funcionando deficientemente a fin de reemplazarlos por otros que consuman menor energía y disminuir la demanda de energía total.

4.1.3 Investigación Descriptiva

Este estudio nos permitirá medir cada variable, para luego hacer interpretaciones y posibilitar predicciones. La búsqueda de opciones múltiples en el aumento de la eficiencia energética en edificaciones logrará que cambien el método de obtención y el uso eficiente de la energía eléctrica sin afectar las operaciones.

El objetivo de la investigación descriptiva consiste en llegar a conocer las situaciones, costumbres y actitudes predominantes

a través de la descripción exacta de las actividades, objetos, procesos y personas.

4.1.4 Investigación Documental

Con relación a la recolección de diferente información relacionada al trabajo de Investigación, se obtendrán de diversas fuentes bibliográficas, pudiendo ser:

Libros, Tesis de investigación, papers de investigación, revistas técnicas, seminarios o cualquier otro medio de aportación científica al conocimiento, referido a los sistemas HVAC, de iluminación de transporte vertical, sistemas de bombeo y BMS, aplicables a una edificación.

Esta información la podremos obtener de diferentes formas, visitando bibliotecas, de internet, de videos, de información obtenidas en USBs, y sobre todo de los diferentes proyectistas que realizan los diseños de estas especialidades, de los diferentes proveedores que cuentan con las últimas tecnologías y por supuesto también de los Contratistas que se dedican a la construcción de las edificaciones.

Asimismo mantendremos comunicación vía e-mails, teleconferencias, etc. Con especialistas de otros países donde han desarrollado tecnologías para que los sistemas electromecánicos sean más eficientes.

4.2 Diseño de la investigación

Al no existir en Lima, edificaciones completas que apliquen nuevas estrategias tecnológicas, sino que se construyen siempre con los mismos diseños, incluso con los mismos errores, tomaremos la siguiente consideración:

- a. Población: Edificaciones convencionales en la ciudad de Lima.
- b. Muestra:
 - Edificio Panorama Plaza negocios, Ubicado en la Av. Javier Prado Este s/n Surco, contiguo al ovalo monitor.
 - Edificio de oficinas Rivera Navarrete, ubicado en la Av. Rivera Navarrete con calle Rosales San Isidro.
 - Edificio de oficinas ICHMA, ubica en la Av. Dionisio Derteano N° 184 Urb. Santa Ana – San Isidro.
- c. Unidad de Análisis:
 - Objeto de Estudio: Construcción de Edificaciones con aplicación de estrategias tecnológicas
 - Sujeto de Estudio: Propietarios, Proyectistas y Contratistas ejecutores de estas edificaciones.

Dentro de la investigación consideraremos nuevos diseños como el sistema VRV en vez de las plantas de frio del sistema HVAC, para el sistema de iluminación consideraremos las lámparas microled plus que viene contando con mayor eficiencia que las lámparas leds. Para el caso del transporte vertical investigaremos acerca de que los equipos suministren energía al sistema cuando descendan o cuando se encuentren con un mínimo de personas y para los sistemas de bombeo podríamos aplicar los sistemas de presión constante.

- d. Variables de Estudio:
 - Estrategias Tecnológicas.
 - Eficiencia energética.

4.3 Delimitación de la investigación

Este trabajo de investigación se basa exclusivamente en determinar las formas de generar ahorro de energía en los siguientes sistemas: HVAC, iluminación, transporte vertical y sistemas de bombeo, los cuales son las cargas típicas que existen en una edificación. Dependiendo del tipo de edificación podrán existir otras cargas eléctricas las cuales no son materia del presente estudio, así como de aquella edificación sostenible donde genera su propia energía.

4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

4.4.1 Técnicas de Recolección de Datos

Como se describió líneas arriba, la recolección de datos será documental, mediante libros, tesis de investigación, papers de investigación, seminarios, catálogos, revistas técnicas, del internet, etc.

Del mismo modo recogeremos la experiencia de profesionales especializados en estos temas, los cuales serán los Proyectistas, proveedores, contratistas y de especialistas internacionales, los cuales nos ayudaran a clarificar las estrategias a aplicar y cuantificar el ahorro de energía.

4.4.2 Instrumentos Utilizados

Los instrumentos a utilizar en la recolección de datos para el desarrollo de la tesis son los siguientes:

4.4.2.1 Instrumento N° 01: Recopilación Documental

Recopilaremos la información necesaria y antecedentes relacionados con la investigación que se realizará a través de documentos escritos, tesis de investigación, papers de

investigaciones, iconográficos, documentos electrónicos o de páginas web, debiendo ser confiables, en donde se plasme el conocimiento que es avalado por autores que realizaron la investigación.

Las entrevistas a los expertos permitirán obtener valiosos comentarios y sugerencias que ayudarán más a conocer sobre los aspectos a investigar y darán información útil para el buen desarrollo de la tesis de investigación.

4.4.2.2 Instrumento N° 02: Contacto con Especialistas

Hemos podido notar que los mayores especialistas en las nuevas tecnologías son los proveedores de equipos y sistemas que ofrecen sistemas por aplicar dentro de las instalaciones en las edificaciones, por lo que definitivamente tomaremos contacto con ellos.

Asimismo mantendremos comunicación con especialistas internacionales, para lo cual ya nos hemos puesto en contacto con algunos de ellos.

También estaremos en contacto con los Proyectistas de las diferentes instalaciones y con los contratistas que ejecutan estas obras de edificaciones de las áreas de electromecánica.

4.5 Plan de análisis estadístico de datos

Una vez obtenida la información requerida para la elaboración del trabajo de investigación, podremos plantear algunos modelamientos matemáticos en base a estadísticas recogidas de campo.

Este trabajo al ser de incidencia aplicada, el análisis de la información nos llevara a que los edificios tomados de la muestra no aplican nuevas estrategias tecnológicas.

V. RESULTADOS

ESTRATEGIAS TECNOLOGICAS PARA INCREMENTAR LA EFICIENCIA ENERGETICA EN EDIFICACIONES TIPICAS EN LA CIUDAD DE LIMA-PERÚ

En este trabajo de investigación se detallan las siguientes Estrategias Tecnológicas, que definitivamente contribuyen al ahorro de energía en una edificación.

5.1 Sistemas HVAC

5.1.1 Sistemas de bajo caudal de agua y alto delta de temperatura

Parámetros de diseño de un Sistema de agua helada convencionalmente

$$Q_{Btu/h} = 500 \times \text{Caudal} \times \Delta T$$

- 44-54°F en el evaporador (2.4 gpm/tn)

Caso de análisis

Planta agua helada con 2 chillers centrífugos de 560tn

Sistema Primario – Secundario

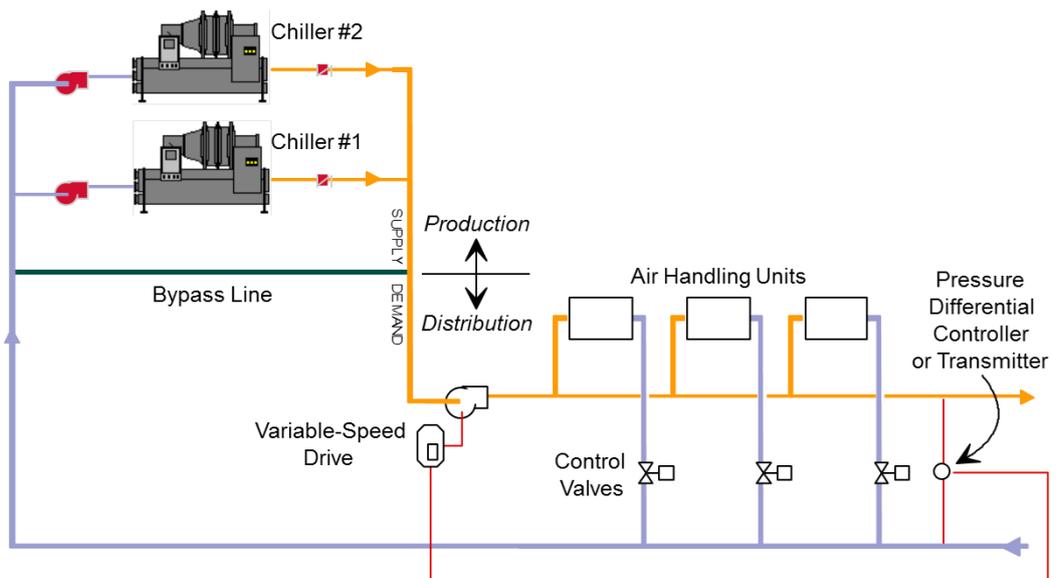


Figura 12 Planta de agua helada

Componentes principales del sistema de agua helada



CHILLERS

- Principales consumidores de energía a plena carga en el sistema
- Es el equipo más eficiente



TORRES DE ENFRIAMIENTO

- Se considera la torres trabajando con el agua más fría posible y constante
- No se discutirá si es o no el mejor punto de operación



BOMBAS

- Vencen las caídas de presión
- Generalmente las de condensación funcionan al 100% a cargas parciales, las de agua helada pueden o no



MEDIDOR DE ENERGIA MUY IMPORTANTE

- El medidor de energía se encuentra a la entrada del edificio, no en el chiller

Figura 13 Componentes de una plata de agua helada

Diseño “tradicional”



Figura 14 Chiller

SELECCIÓN DE CHILLER

Centrifugal Chiller

Job Information

TRANE Job#1 TRC

Tag: CTV WD Low Model Number: CV4F070

Country: 1

Certified in accordance with the AHRI Water-Cooled Water Chilling Package Using Vapor Compression Cycle Certification Program, which is based on AHRI Standard 550(S)2-1. Certified units may be found in the AHRI Directory at www.ahridirectory.org.

AHRI CERTIFIED

Sound pressure measured in accordance with AHRI Standard 570-04. AHRI 550.1 Full Load Requirement: 0.565 kW/ton. AHRI 550.1 Part Load Requirement: 0.555 kW/ton.

Unit Information

Model	CV4F	Compressor size	270
Refrigerant size	275	Chiller size	750
Motor size	361		
Motor frequency	60 Hz	Motor voltage	380
Running line frequency	60 Hz	Running line voltage	380
Evap coil size	900		690
Evap tube size			
Evap tube type			
Evap tube pitch			
Evap			

Consumo	315.6	kW
Caudal	1,338	gpm
Eficiencia	0.564	kW/tn

Precio Lista: U\$S 307,000

15010118 Product Version Selection code: mchill-001 2118 Page 1 of 2

Selección de chillers centrífugos de 560tn

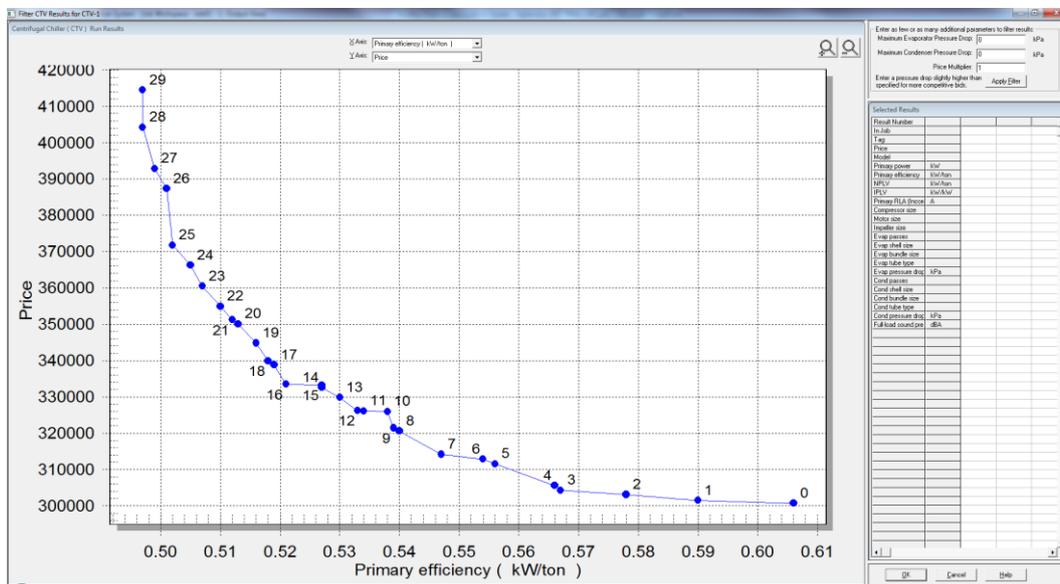


Figura 15 Price vs. Primary efficiency

Selección de bombas

Primaria

Caudal	1344	gpm
Presión	60	pies H2O

Potencia	30	HP
Eficiencia	67%	
RPM	1160	

Secundaria

Caudal	1344	gpm
Presión	120	pies H2O

Potencia	60	HP
Eficiencia	69%	
RPM	1760	

Condensacion

Caudal	1680	gpm
Presión	100	pies H2O

Potencia	80	HP
Eficiencia	60%	
RPM	1160	

Para obtener estos resultados, usamos el Software



Figura 16 TacoNet.com

Hasta el momento

kW	Tradicional			
Chiller	632			
Bomba primaria	44.8			
Bomba secundaria	89.5			
Bomba condensacion	119.4			
Total kW	885.6			

Desarrollo del programa TacoNet



Figura 17 Desarrollo del software TacoNet

BOMBA PRIMARIA



Figura 18 TacoNet bomba primaria

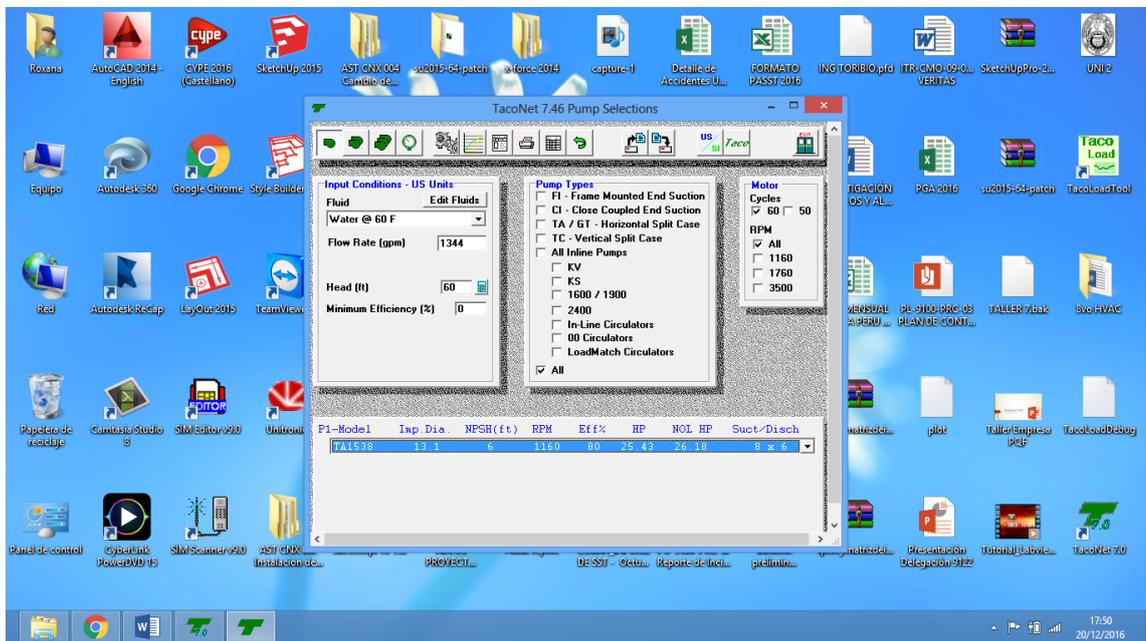


Figura 19 TacoNet Bomba primaria resultados

BOMBA SECUNDARIA

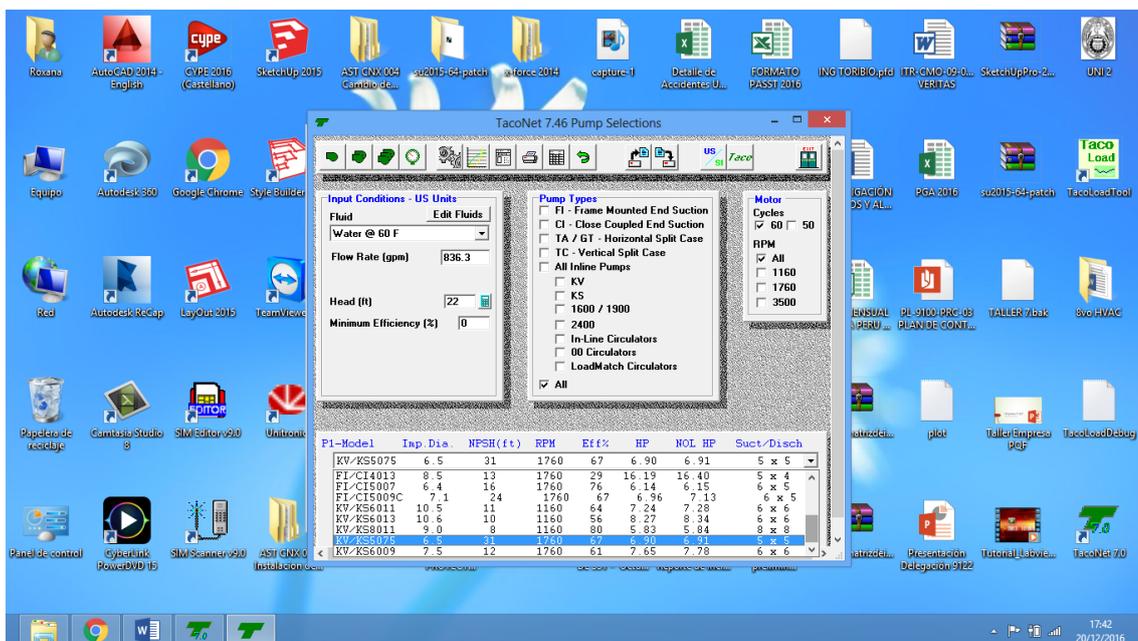


Figura 20 TacoNet Bomba secundaria

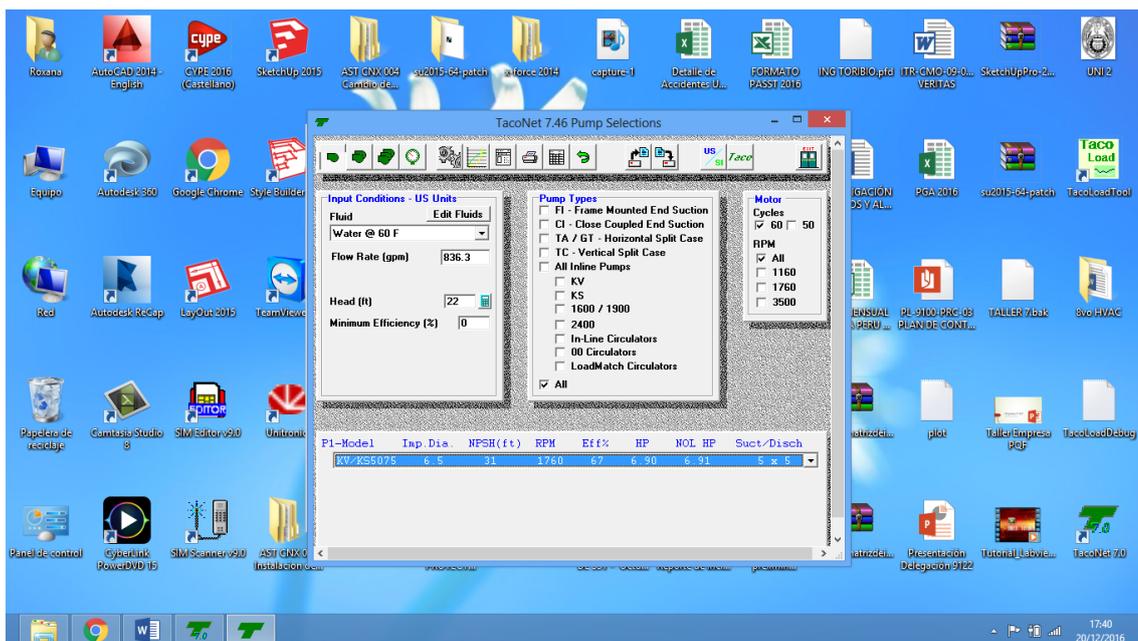


Figura 21 TacoNet bomba secundaria resultados

BOMBAS DE CONDENSADOR

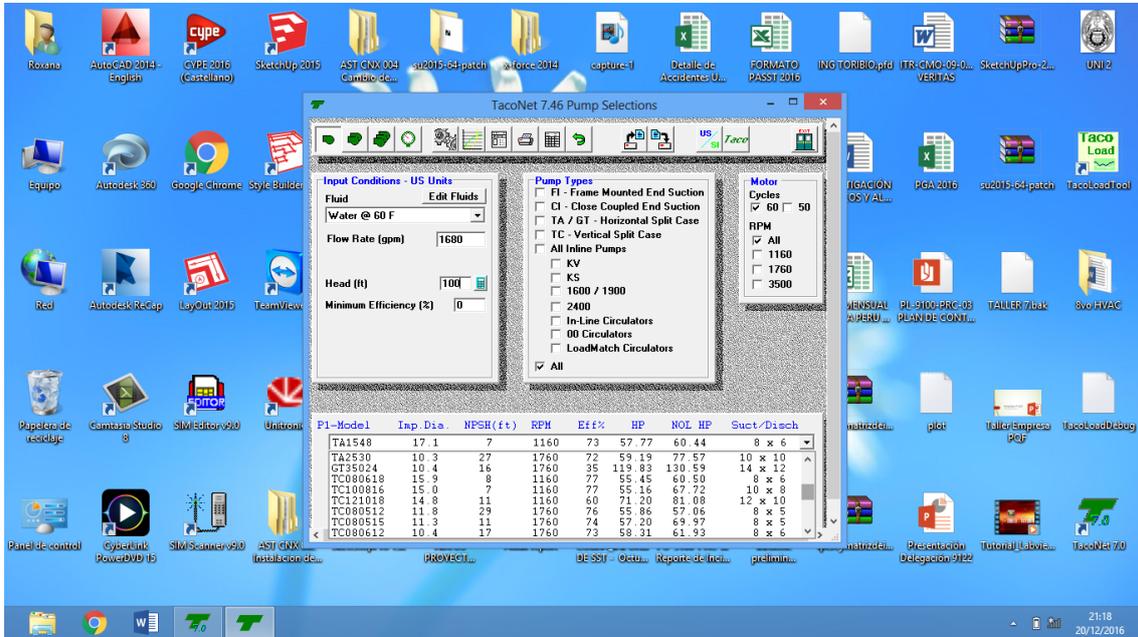


Figura 22 TacoNet bombas de condensador

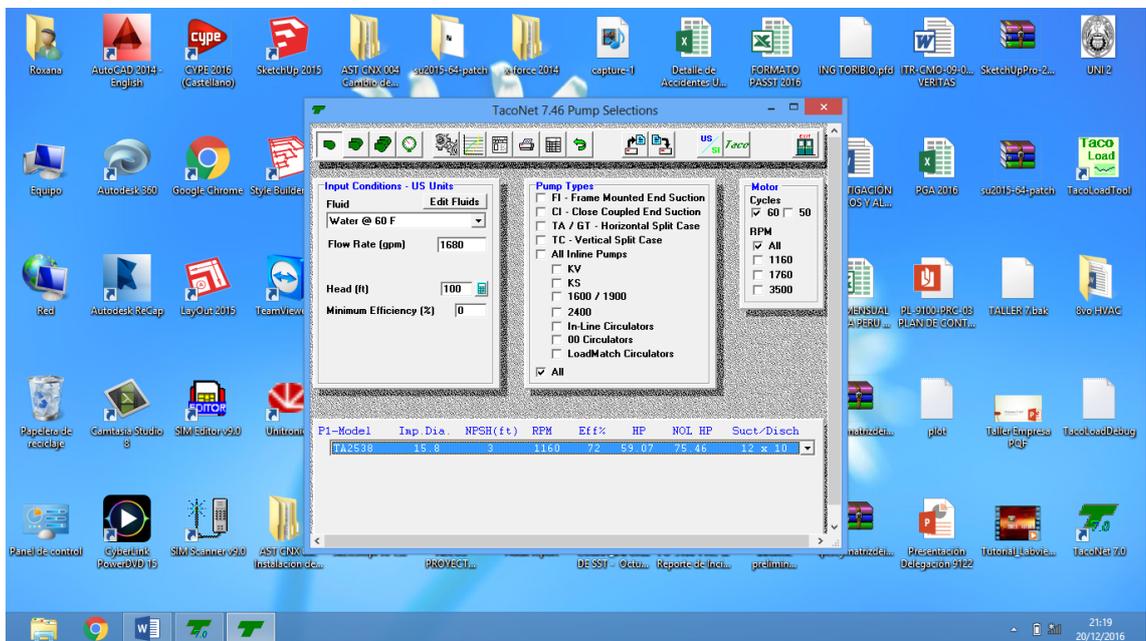
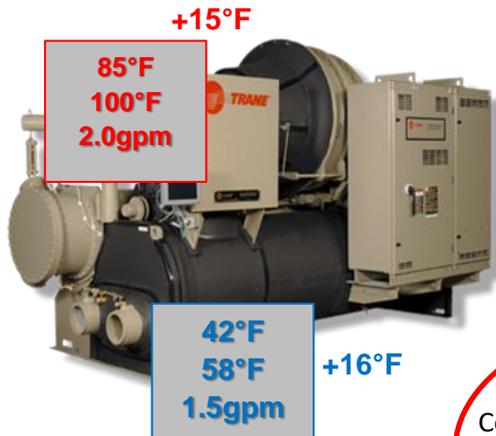


Figura 23 TacoNet bombas de condensador resultados

Rompamos con la tradición

No estamos haciendo nada extraordinario. Simplemente le estamos pidiendo al chiller, que es la máquina más eficiente del sistema, que nos entregue todo lo que pueda.

SELECCIÓN DE CHILLER



Centrifugal Chiller

Job Information

TRANE

Job#1
TSD

Tag: CITY WD Low Model Number: CVP4570

Quantity: 1

Chiller is associated with the AHRI Water-Cooled Water-Cooling Package using Vapor Compression Cycle Certification Program, which is based on AHRI Standard 550(SH) (S). Certified units may be found in the AHRI Chiller at www.ahriindustry.org.

Sound pressure measured in accordance with AHRI Standard 754-4

AHRIAC 85.1-1-2006 Complete AHRIAC 85.1 Full Load Requirement: 2.88 dB(A) @ 1m
 AHRIAC 85.1-2007 Complete AHRIAC 85.1 Part Load Requirement: 2.88 dB(A) @ 1m
 AHRIAC 85.1-2007 Add. 10 Complete
 AHRIAC 85.1-2010 Complete

Unit Information

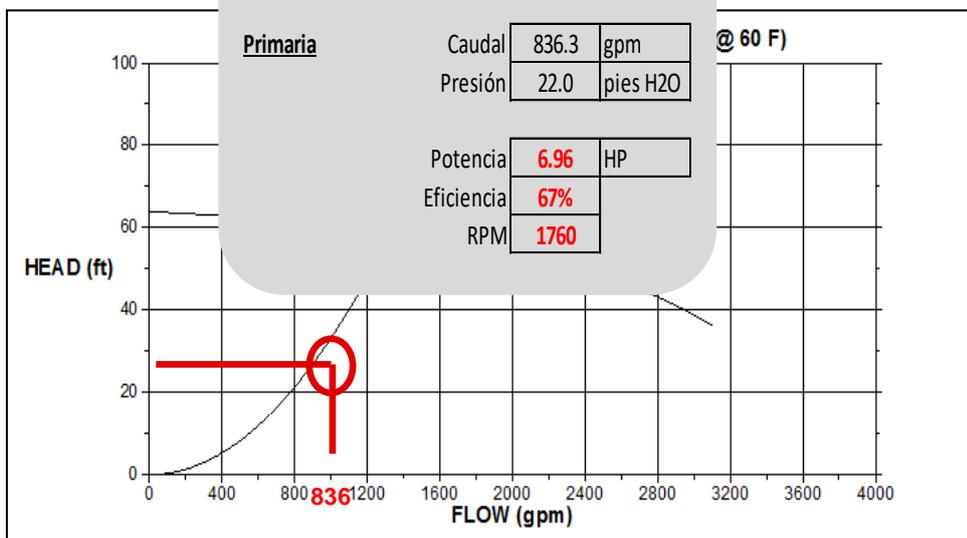
Model	CVP45	Compressor size	870
Refrigerant	R136a	Oil-free size	700
Motor size	361	Motor voltage	380
Insulating class	F	Insulating class voltage	380
		Insulating class	450C
			500
			600C
			600
			600C
			600
			600C

Precio Lista: U\$S 308.000

Consumo	346.1	kW	+10%
Eficiencia	0.617	kW/tn	+10%
Caudal	836.3	gpm	-38%

1305-0213 Product Version: 03.2012 Selection code: 00000000 00100 M/C01000000000 Page 1 of 2

Selección de bombas



Selección sólo de bombas primarias... secundarias y de condensación se repite el procedimiento

Figura 24 Head vs. Flow

	Tradicional	Low Flow		
Chiller (x2)	632	692.2		
Bomba primaria (x2)	44.8	11.1		
Bomba secundaria (x2)	89.5	15.5		
Bomba condensacion (x2)	119.4	23.8		
Total kW	885.6	742.6		

Comparativo

	Tradicional	Low Flow	Ahorro en kW	% de ahorro
Chiller (x2)	632	692.2	-60.2	-10%
Bomba primaria (x2)	44.8	11.1	33.7	75%
Bomba secundaria (x2)	89.5	15.5	74.0	83%
Bomba condensacion (x2)	119.4	23.8	95.5	80%
Total kW	885.6	742.6	143.1	16%

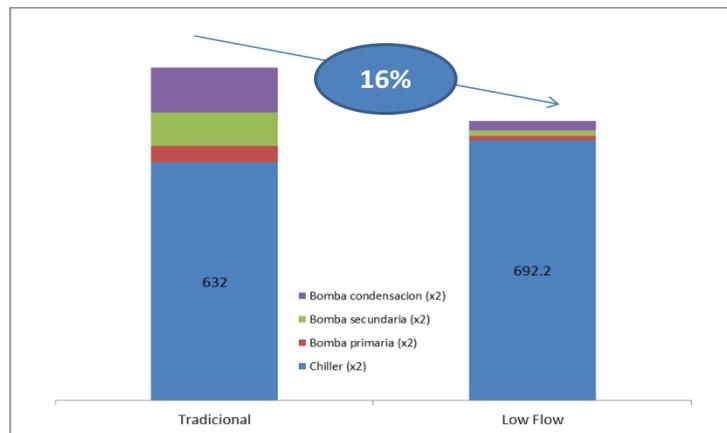


Figura 25 Ahorro energetico

- El chiller es componente más eficiente y al que más se le puede exigir
- Es importante ver que hay varias opciones de diseño para satisfacer las necesidades de los clientes
- Adicionalmente al ahorro energético, se reduce el costo de instalación eléctrica, de torres y bombas. Esto es interesante para aplicaciones de Retrofit donde no se reemplazan las tuberías. Con las mismas tuberías y mayor DT se puede aumentar la capacidad del sistema
- Como se reduce el caudal, se puede generar ahorros adicionales en reducción de tuberías nuevas o existentes (aunque en esta última habría que revisar caídas de presión)

5.1.2 Planta de agua helada tipo serie contraflujo

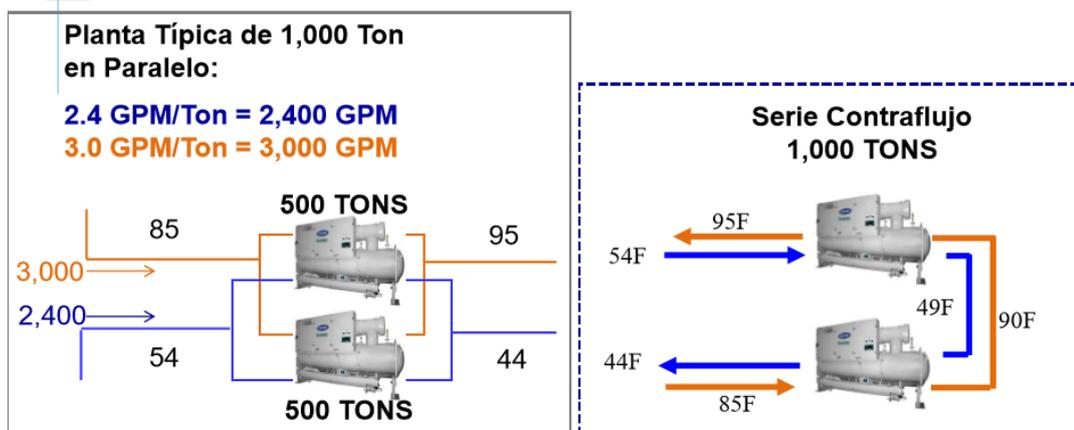


Figura 26 Serie contraflujo

DIFERENCIAS FUNDAMENTALES:

1. Sentidos contrarios corrientes de agua helada y torre.
2. Doble de caudal (GPM/Ton) por chiller.
3. Diferenciales de temperatura menores (ΔT)

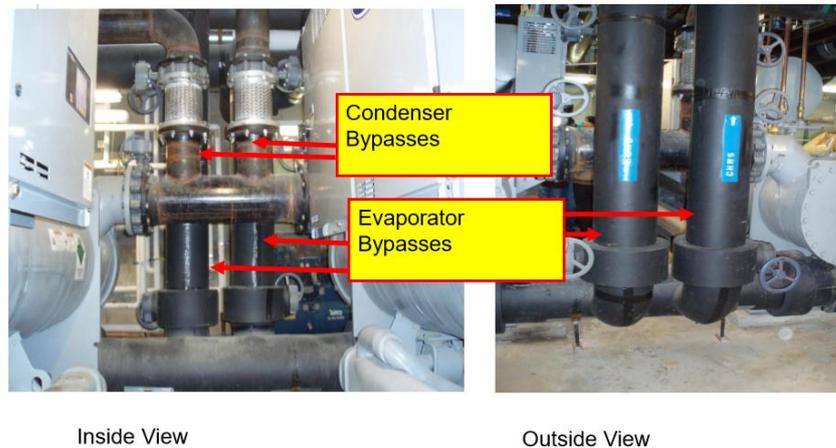
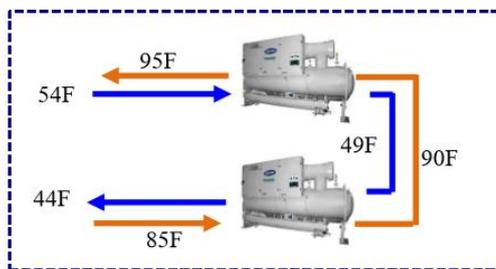


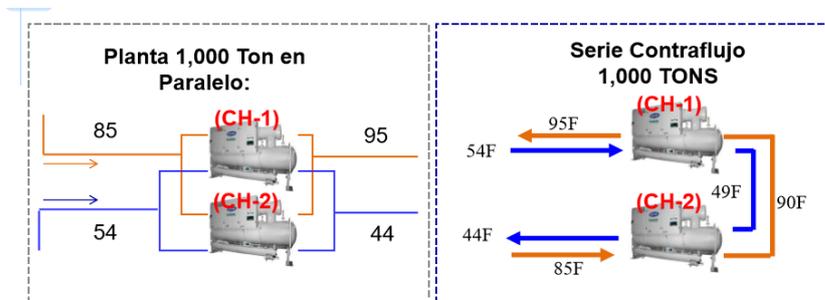
Figura 27 Reconocimiento de un chiller



Beneficio del Sistema a Contraflujo

AHORRO ENERGÉTICO POR MEDIO DE REDUCCIÓN DEL LIFT DE LOS CHILLERS

¿SCF = Reducción de LIFT?



CHILLER AGUAS ARRIBA (CH-1)

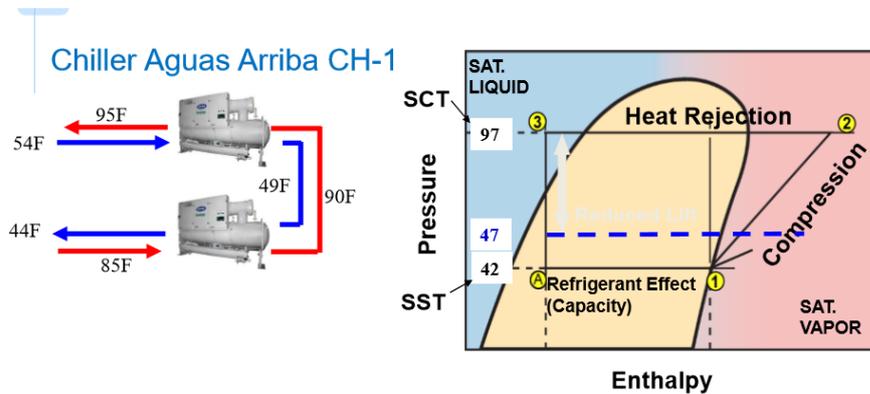
Sistema	SST	SCT	Lift
Paralelo	42	97	55
SCF	47	97	50

CHILLER AGUAS ABAJO (CH-2)

Sistema	SST	SCT	Lift
Paralelo	42	97	55
SCF	42	92	50

Figura 28 Reducción del LIFT

SCF-Reducción de LIFT

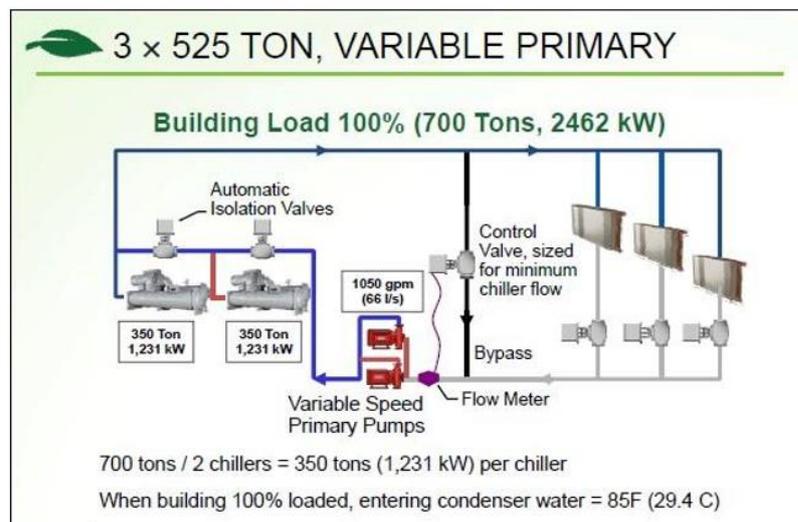


Menor Lift = Menos Trabajo = Menor kW

Figura 29 Serie presión vs. Entalpia

Consideraciones Especiales SCF

1. La relación entre DTs condensador y evaporador determina cual de los chillers tiene un LIFT mayor.
2. Generalmente uno de los chiller soporta a un LIFT mas alto.
3. En caso de uno de los 2 fallar, los chillers deben tener la capacidad de operar por si solos, y esto implica que puedan operar a condiciones de LIFT diferentes a las de diseño.
4. Por lo anterior, chillers centrífugos y tornillos con VFD se comportan de forma diferente en configuración SCF.



5.1.3 Recuperación de calor

¿Que es recuperación de calor?

Capturar el calor de desecho, producto del enfriamiento de los espacios del edificio, y usarlo para calentar agua de servicio.

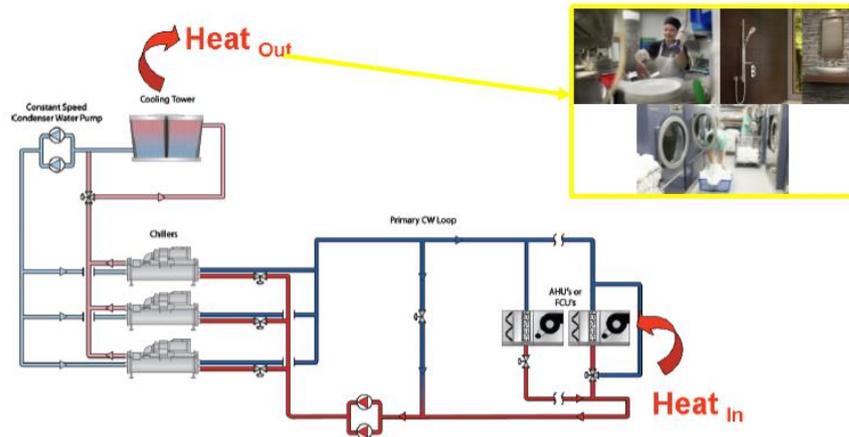
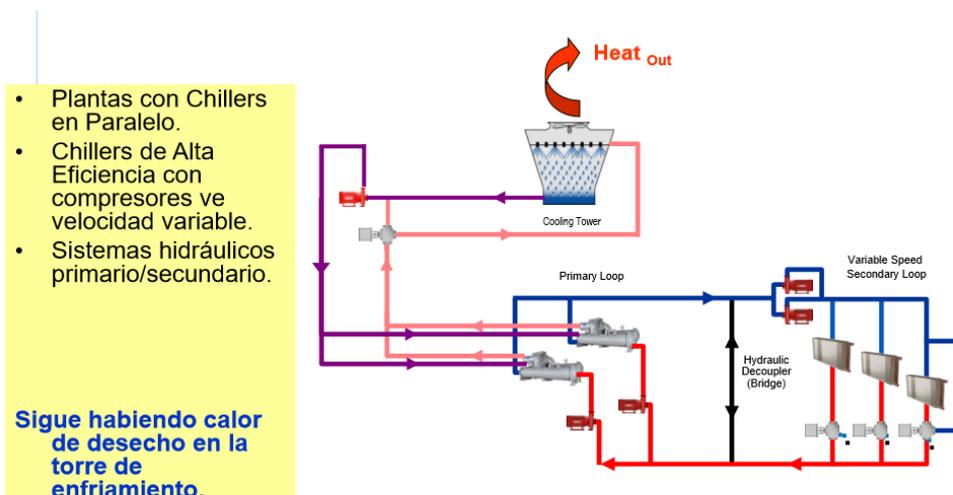


Fig. 9. Chilled Water HVAC System

28

Figura 30 Recuperación del calor

Energía desechada en plantas típicas de Agua helada



- Plantas con Chillers en Paralelo.
- Chillers de Alta Eficiencia con compresores de velocidad variable.
- Sistemas hidráulicos primario/secundario.

Sigue habiendo calor de desecho en la torre de enfriamiento.

Figura 31 Calor desperdiciado por los Chiller

¿Cuáles son los distintos métodos para implementar la recuperación de calor?

Recuperación de Calor en su forma más simple

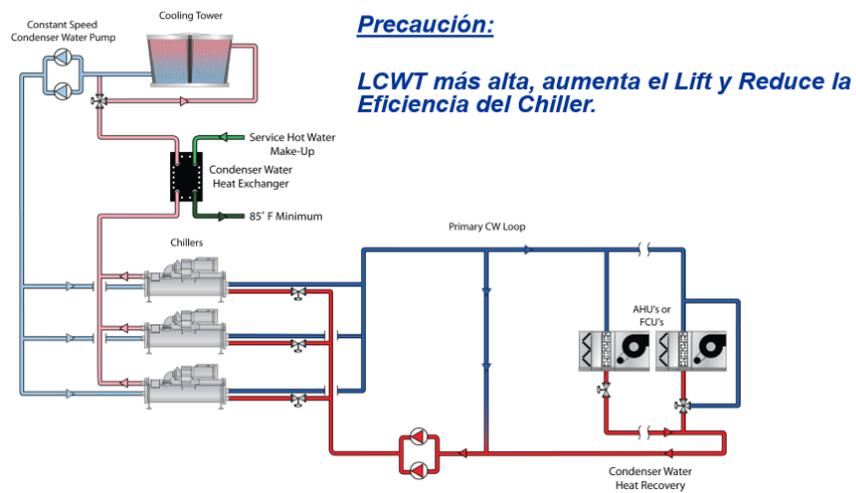


Figura 32 Métodos para recuperar el calor perdido

Planta de Agua Helada de Múltiples Chillers con Recuperación, en PARALELO

- Chiller 30XW/HXC de Recuperación conectado a la planta en paralelo.
- Capacidad seleccionada para satisfacer la carga de calentamiento.
- Controlable tanto por LCWT como por LCHWT.

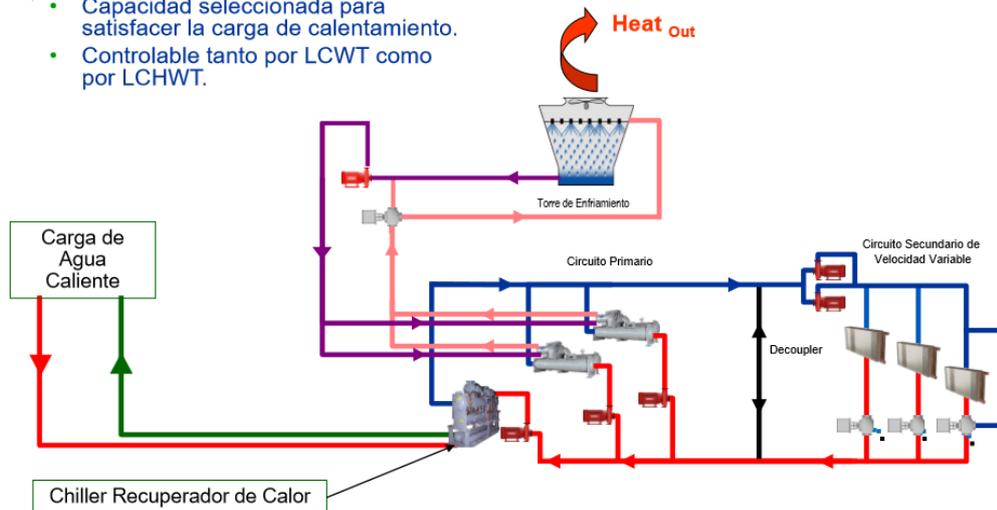
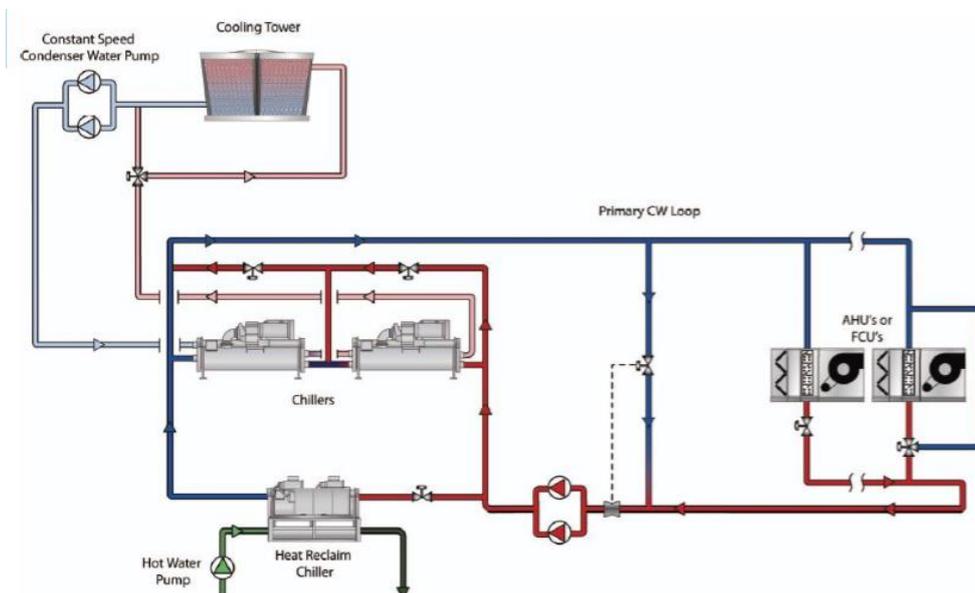


Figura 33 Recuperación en paralelo

Planta SCF, con recuperador en PARALELO



Planta de Agua Helada de Múltiples Chillers con Recuperación, en SERIE

- Chiller 30XW/HXC de Recuperación conectado a la línea de retorno de agua helada.
- Capacidad seleccionada para satisfacer la carga de calentamiento.
- Control por LCWT.

- LCHWT se comporta como descarga de los demás chillers.
- Mayor flexibilidad en cuanto a ubicación (de instalación).

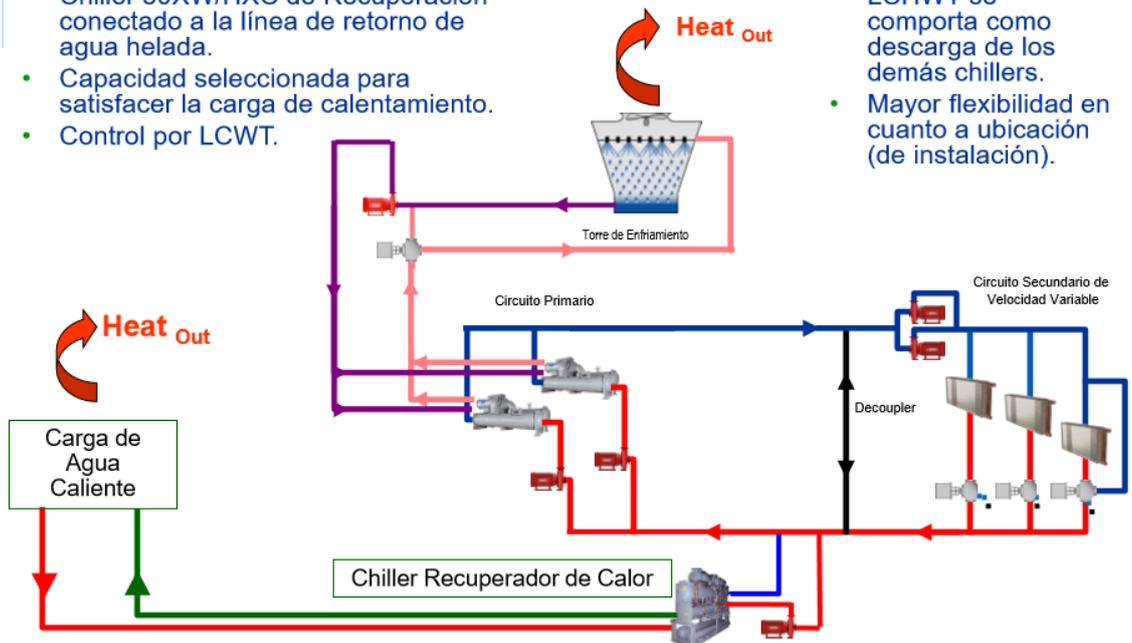


Figura 34 Recuperación en serie

Planta con Recuperación generando Agua Potable

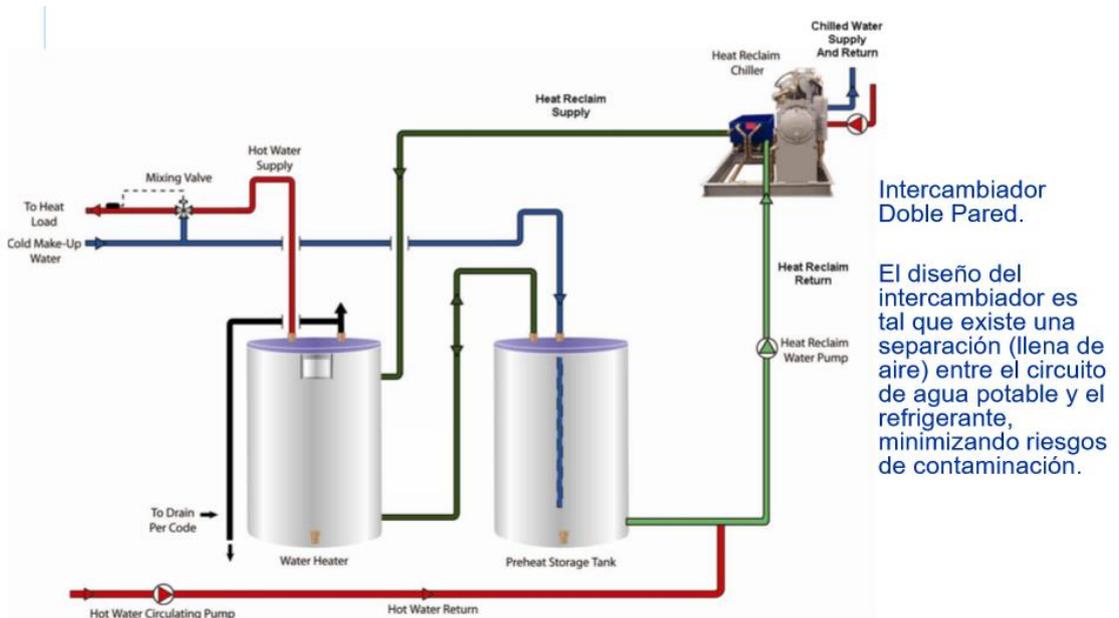
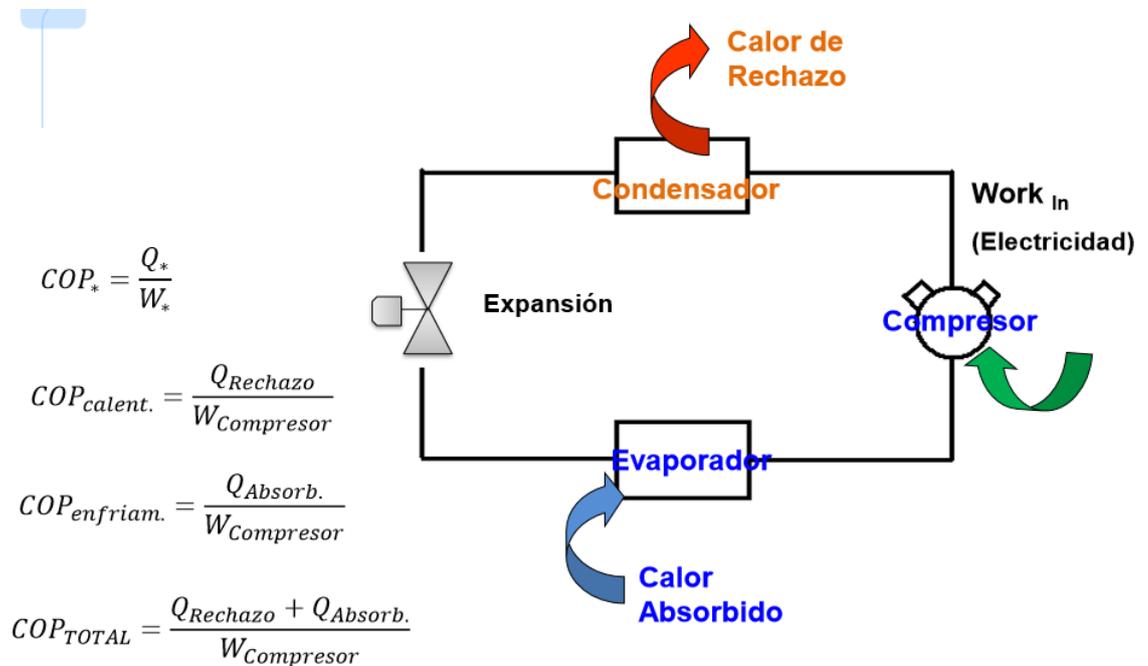


Figura 35 Generando agua potable

¿Por qué la Recuperación de Calor contribuye al Ahorro Energético?

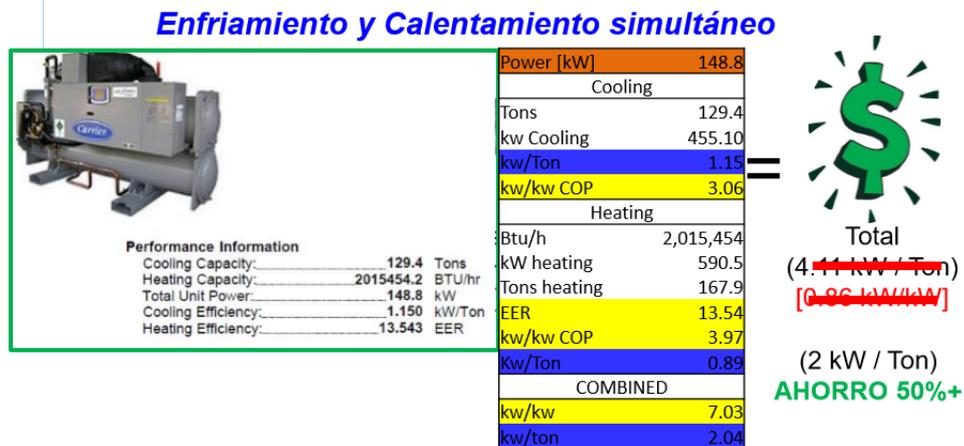
Efecto en el COP



COP = Coeficiente de Rendimiento

Figura 36 Efecto COP

La Clave de la Recuperación de Calor:



Un Chiller de Recuperación (*Heat Machine*), produce agua helada a 44F y agua caliente a 135F por un consumo del orden de **1.5 a 2.0 kW/Ton**

La clave es enfocar el ahorro energético en el mayor consumidor, minimizando el efecto en el chiller.

Figura 37 Ahorro económico de ahorro energético

Un Chiller de Recuperación (*Heat Machine*) puede transferir calor a un circuito de agua caliente para uso doméstico o de servicio, por el 25% del costo requerido para generar ese calor con una caldera (dependiendo del combustible y la eficiencia de la caldera).

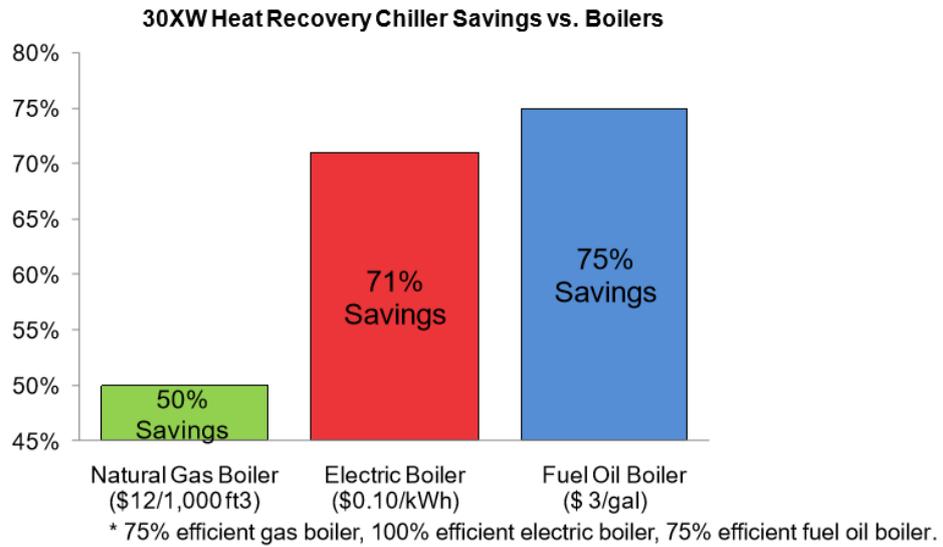


Figura 38 Ahorro economico

5.1.4 Sistemas de vigas heladas

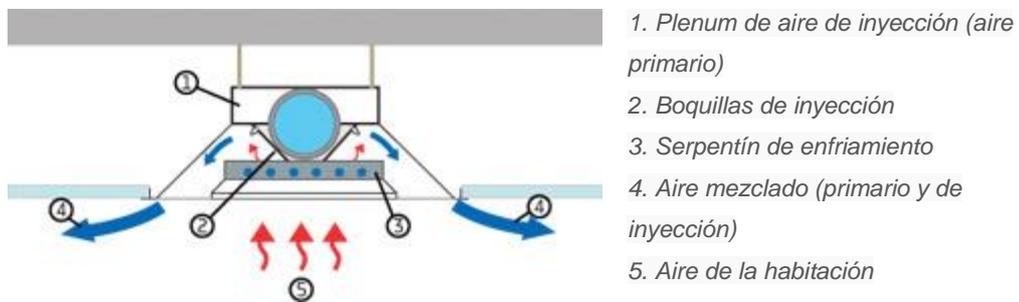


Figura 39 sistema de vigas heladas

¿Qué es una viga fría?

Son elementos de inducción con características muy especiales que integran los dos elementos fundamentales usados en intercambio térmico, aire-agua. No hay ninguna relación con la estructura de la construcción del inmueble.

Existen dos tipos de vigas frías: pasivas y activas.

Vigas pasivas. Consisten en un serpentín de enfriamiento integrado en un gabinete metálico que “atrapa” el aire caliente del área por acondicionar y lo enfría para lograr un ciclo de acondicionamiento.

Vigas activas. Proveen el aire de ventilación o de reposición al área por acondicionar, y logran el acondicionamiento del área mediante la inducción total del aire a través del serpentín de enfriamiento, logrando un confort completo.

Descripción del sistema

El acondicionamiento a través de vigas frías es un sistema de enfriamiento, calefacción y ventilación en espacios donde la calidad del aire y el control individual de la temperatura son apreciados.

El sistema de vigas frías utiliza los elementos aire/agua, logrando una excelente transferencia de temperatura y proveyendo un excelente confort interior y una alta eficiencia energética.

Fundamentos del sistema

El principio de operación del sistema es simple y libre de problemas; combina los dos elementos básicos en acondicionamiento ambiental. Mediante el uso de vigas frías activas, la ventilación se logra en forma muy eficiente, con lo que se logra una calidad de uniformidad en toda el área, inyectando el aire por uno o ambos lados.

La ventilación requerida cuando consideramos el uso de vigas frías pasivas podemos aplicarla mediante la utilización de un sistema de mezcla típica, con difusores de techo o rejillas en muros, o bien, mediante el sistema de inyección por piso.

Las unidades son elementos de inducción que operan a niveles medios de presión. Ofrecen beneficios en el costo del ciclo de vida al tratarse

de elementos libres de partes móviles, con un muy bajo costo de mantenimiento a largo plazo. Asimismo, son elementos de muy alta eficiencia en cuanto al uso de energía.

Este sistema nos permite otorgar un confort térmico excelente, ya que inyecta el aire a bajas velocidades en la zona ocupada (50 fpm), aun en condiciones de máximo enfriamiento, lo que da como resultado una agradable sensación de frescura en el ambiente, libre de tiros forzados. Por su característica de manejo de temperaturas, presenta un bajo gradiente térmico, ya que logra una efectiva forma de mezclado.

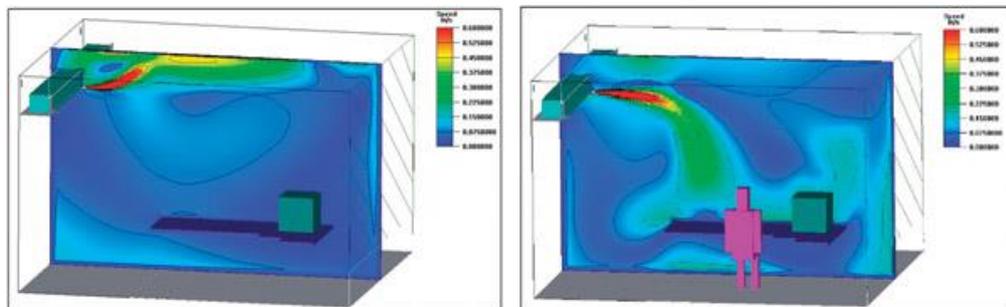


Figura 40 Velocidad baja en zona de ocupacion

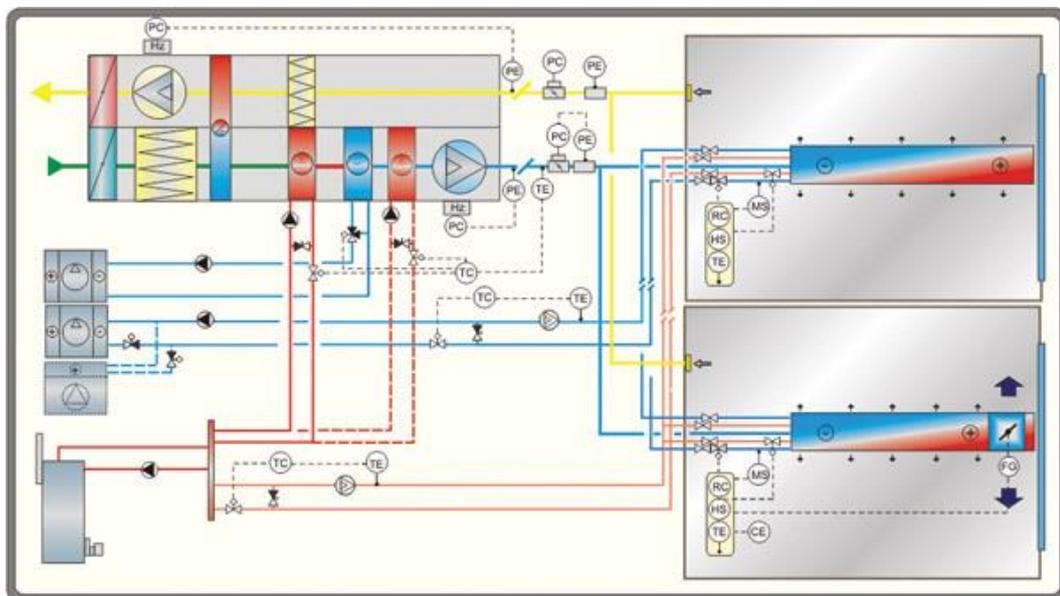


Figura 41 Diagrama esquematico de un sistema de vigas frias

Las vigas frías sólo brindan enfriamiento sensible, el serpentín de enfriamiento trabaja en seco, sin sistemas de recolección de

condensados. El aire primario que suministramos como aire de ventilación deberá ser tratado en una unidad manejadora (UMA). Es necesario un control de la temperatura del agua para evitar la condensación.

Un punto importante que habrá que considerar es que el inmueble por acondicionar bajo el sistema de vigas frías necesita limitar la infiltración del exterior hacia el interior del edificio; si fuera el caso, se requiere atención especial sobre los sistemas de administración del edificio si las ventanas son susceptibles de abrir.

Al suministrar el aire de ventilación a las diversas áreas, la resultante es bastante benéfica, ya que las unidades manejadoras reducen en forma importante su tamaño y el caballaje, con un consumo energético mucho menor que en otro sistema. Al exigir un aire de inyección a temperaturas mayores a las de otros sistemas (58-65 °F), logramos una eficiencia energética en los chillers (UGA).

La ductería, por consecuencia, es mucho más pequeña, obteniendo el beneficio de optimizar el espacio entre losa y plafón en cada piso. El diámetro de conexión de las vigas frías se reduce a 5" de diámetro, y el peralte que se presenta en estos elementos es de no más de 9".

Una forma de integración del sistema es ubicar dos chillers. El primero suministrará el agua helada a las UMAs (45-50 °F), trabajando con una eficiencia de hasta 30% más. El segundo chiller entregará el agua helada a las vigas frías, a una temperatura de (57-60 °F). De igual manera que el anterior, su eficiencia de operación se ve incrementada en forma importante, de hasta 30% más.

En caso de considerar un sistema de enfriamiento y calefacción habrá necesidad de considerar una caldera para abastecer agua caliente, tanto a los serpentines de las UMAs, como a las vigas frías, en forma muy eficiente (95-104 °F),

Tabla . Parámetros de vigas frías	SI	UI
Temperatura del espacio	23 .. 25 °C	73 .. 77 °F
Temperatura del aire primario	16 .. 19 °C	60 .. 66 °F
Temperatura del agua helada	14 .. 16 °C	57 .. 60 °F
Nivel de presión objetivo en el ducto	70 .. 120 Pa	0.28 .. 0.48 in wc
Flujo de agua objetivo	0.02 .. 0.06 kg/s	0.32 .. 1.0 gpm
Nivel de ruido	< 35 dB A	30 NC
Flujo de aire exterior / área de piso	1.5 .. 2.5 l/s/m ²	0.3 .. 0.6 CFM/ft ²
Flujo de aire exterior / longitud efectiva de VF	5 .. 12 l/s/m	3.6 .. 9.0 CFM/ft
Capacidad de enfriamiento / área de piso	80 .. 120 W/m ²	25 .. 38 BTUh/ft ²
Capacidad de enfriamiento / longitud efectiva VF	250 .. 400 W/m	260 .. 420 BTUh/ft
Capacidad de calefacción / área de piso	40 .. 60 W/m ²	13 .. 19 BTUh/ft ²
Capacidad de calefacción / longitud efectiva VF	150 .. 250 W/m	156 .. 260 BTUh/ft

Tabla 3 Tablas de conversión Eficiencia de los sistemas de vigas frías

Como hemos establecido, las vigas frías requerirán una mayor temperatura del agua de enfriamiento (57-60 °F), dando como resultado un incremento en la eficiencia de operación del chiller y logrando una importante reducción de pérdidas térmicas.

En el modo de calefacción, la temperatura del agua será menor que en otros sistemas (95-104 °F), logrando de igual forma una importante reducción de pérdidas de calor.

El sistema de aire exterior será dedicado a proveer básicamente el aire de ventilación, por lo que el flujo de aire será mucho menor que en los sistemas tradicionales. Por tanto, hay menos presión en ductos que en sistemas de unidades de inducción tradicional, logrando menores niveles de potencia en los ventiladores, por menor presión en ductos

Integración de controles de agua y aire

Válvulas de balance, válvulas de control, llaves de servicio, válvulas mixtas de control y balance, sensor de condensación, termostato o sensor de temperatura son algunos de los componentes que debemos de considerar en la instalación de un sistema de vigas frías.

Mantenimiento de vigas frías

Los sistemas de vigas frías requieren muy bajo mantenimiento, ya que no existen filtros que cambiar ni charolas de condensación que limpiar, aunado a su complejo sistema de drenaje. Los serpentines y superficies son fáciles de limpiar, debido a que son elementos que trabajan en seco; de esta forma, la limpieza se reduce a básicamente polvo que pudiera irse acumulando, por lo que se recomienda una limpieza cada cinco años. No existen motores ni ventiladores que requieran mantenimiento continuo.

Aplicaciones recomendadas

- Plantas de oficinas modulares y abiertas
- Habitaciones de hotel
- Áreas comunes en hospitales
- Tiendas de menudeo
- Salas de bancos

5.1.5 Ventilación por desplazamiento

Ésta utiliza el movimiento natural que el aire caliente tiene hacia arriba para proveer mejor ventilación y confort. La Ventilación por Desplazamiento fue originalmente diseñada para construcciones y ambientes industriales, sin embargo, hoy en día goza de un porcentaje de participación de mercado creciente para muchas y muy diversas aplicaciones en todo el mundo. Aunque relativamente nueva en los Estados Unidos y México, la Ventilación por Desplazamiento se ha utilizado en los países Escandinavos por más de tres décadas, en donde es una tecnología más que probada.

En un sistema de Ventilación por Desplazamiento, el aire de inyección es alimentado al espacio por acondicionar a nivel del piso o muy cerca del mismo, a baja velocidad y a una temperatura ligeramente menor a la temperatura de confort del espacio. El aire frío que es inyectado “desplaza” al aire caliente de la habitación, creando una zona de aire fresco y frío en el nivel de ocupación (Zona de Estratificación). El calor y los contaminantes producidos por las actividades en el espacio suben hasta el nivel del techo de donde son extraídos.

Los sistemas de Ventilación por Desplazamiento son típicamente más eficientes en el uso de energía y producen menores niveles de ruido, que los sistemas tradicionales de inyección forzada desde el techo, comúnmente conocidos como sistemas de acondicionamiento por mezcla. Además proveen mejores eficiencias en la ventilación, así como mejores niveles de calidad del aire.

La Ventilación por Desplazamiento funcionará siempre mejor en espacios altos con techos de 3 metros o mayores, en donde la estratificación mejorará el rendimiento térmico y el control de contaminantes. Las aplicaciones típicas son: Lobbies, Atrios, Salas de Juntas, Cines y Auditorios, Restaurantes, Salones de Clases, Cocinas, Centros Comerciales, Autoservicios y Gimnasios.

Los sistemas de Ventilación por Desplazamiento han sido utilizados en Europa del Norte por más de 30 años y han probado ser exitosos especialmente en donde la eficiencia en el uso de energía y en donde la calidad del aire interior son de primera importancia para los habitantes del edificio. Sin embargo, el éxito de los sistemas de Ventilación por

Desplazamiento para climas calientes y húmedos, depende fuertemente de cómo estos sistemas son capaces de mantener los niveles de humedad del aire, de diseño, en el área acondicionada. Esto significa que en aplicaciones para algunas zonas de nuestro país, se recomienda y necesita algún tipo de control de humedad como bypass en la Unidad Manejadora de Aire, para alcanzar y mantener la humedad relativa objetivo, en la zona ocupada.

En los sistemas de Ventilación por Desplazamiento, el aire es inyectado a baja velocidad a través de terminales de piso o difusores especiales (Difusores de Desplazamiento). El aire frío inunda el piso de manera muy parecida a como lo haría el agua. Las fuentes de calor en la habitación hacen que el aire caliente se disipe hacia arriba y el aire fresco y frío se desplaza hacia la

zona ocupada, finalmente el aire caliente es extraído a nivel de techo.

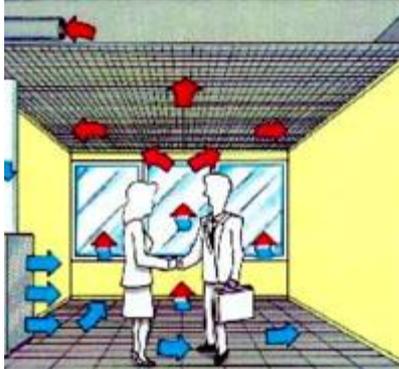


Figura 42 Ventilación por desplazamiento

Dado que los Difusores de Desplazamiento se encuentran instalados al nivel más bajo, un considerable gradiente de temperatura vertical se presenta de manera natural entre el piso y el techo de la habitación. En los sistemas de Ventilación por Desplazamiento, el flujo del aire se da por fuerzas convectivas, que de igual manera sirve como transporte de los contaminantes del aire, de tal manera que la menor concentración de los mismos es a niveles bajos y la mayor en el techo, por arriba de la zona ocupada.

Las ventajas y beneficios que estos sistemas ofrecen sobre el acondicionamiento convencional, llamado de Ventilación por Mezcla, serán expuestos a continuación.

DIFERENCIAS DE DISEÑO EN LA VENTILACIÓN POR DESPLAZAMIENTO

1. Sin corrientes. El aire es normalmente inyectado cerca del piso de la habitación a muy baja velocidad, lo que resulta en una inyección de aire sin “tiro” y subsecuentemente con un bajo riesgo de corrientes.

2. Aire estratificado en la habitación. El aire de inyección es, por decisión, no mezclado uniformemente con el aire de la habitación. Es intencionalmente estratificado de manera vertical para proveer una mejor calidad de aire en la parte ocupada del espacio. El aire es inyectado a temperatura ligeramente menor que la temperatura de confort del área. El aire de inyección se mueve horizontalmente a través del piso, como inundando el área, hasta que naturalmente sube, dirigido por fuerzas convectivas en la medida que va siendo calentado por las fuentes internas de calor, como procesos, personas, luces, computadoras, etc.

En su movimiento el aire transporta los contaminantes que se generan en el espacio, manteniendo una zona ocupada con bajas concentraciones de CO₂ y humos o vapores, las concentraciones más altas serán a nivel de techo, de donde se extraerá aire caliente y contaminado. A diferencia de un sistema de Ventilación por Mezcla en donde la concentración de contaminantes es diluida con grandes cantidades de aire inyectado, en los sistemas de Ventilación por Desplazamiento se requieren menos cambios de aire, por lo tanto una menor cantidad de energía eléctrica es requerida por el sistema de ventiladores, dado el menor movimiento de aire.

3. Mejoras en la ventilación. Dado que tanto las personas como los procesos generan corrientes convectivas, que generalmente son efluentes ascendentes que llegan por encima de la zona ocupada y en tanto no se utilicen ventiladores que generan grandes movimientos del aire en la habitación, el aire asciende desde los niveles más bajos desarrollando un sistema de ventilación natural, lo que significa que los ocupantes

localizados en los niveles bajos estarán respirando un aire con características más cercanas a las condiciones del aire de inyección, en tanto que la extracción se realice al nivel de techo, con lo cual se logra una eficiente ventilación a bajo costo.

4. Reducción de la capacidad de enfriamiento. La estratificación térmica también permite alguna reducción de los requerimientos de enfriamiento, ya que cerca del 50% del calor que generan las lámparas de iluminación y otras fuentes localizadas por encima de los ocupantes no alcanza a la zona ocupada de la habitación, por lo tanto en el diseño, son cargas que no necesitan ser consideradas.

5. Menor potencia de los ventiladores. En el diseño de estos sistemas, está comprobado que se requiere de una menor cantidad de aire de inyección, para alcanzar la temperatura y condiciones de ventilación de diseño, que en los sistemas convencionales de climatización por mezcla. Por esto se necesita menor capacidad y potencia en los ventiladores. Directamente vinculado a lo anterior, existen menores niveles de ruido en los espacios acondicionados, con cantidades reducidas de flujo de aire y con menores velocidades de salida del mismo, se genera un menor nivel de ruido comparando contra el sistema convencional por mezcla.

El éxito de los sistemas de Ventilación por Desplazamiento para climas calientes y húmedos, depende fuertemente de cómo estos sistemas son capaces de mantener los niveles de humedad del aire, de diseño, en el área acondicionada

5.1.6 Cambio de tuberías de acero a PPR

5.1.6.1 Normativa

Para la elaboración del presente documento se ha tenido en cuenta los siguientes documentos de referencia:

- **ASTM F 2389-07** - Standard Specification for Pressure-rated Polypropylene (PP) Piping Systems
- **CSA B137.11** - Polypropylene (PP-R) Pipe and Fittings for Pressure Applications
- **NSF/ANSI 14** – Plastic Piping System Components and Related Materials

Prueba de ello son las numerosas certificaciones y acreditaciones que presenta a nivel internacional, entre las que destacamos:

ANSI /NSF14 / NSF51 y /NSF61

AENOR



5.1.6.2 Descripción del sistema

La utilización de las tuberías de PP-R [aquatherm blue pipe](#) en instalaciones de calefacción y climatización es óptimo, atendiendo al comportamiento frente a presión y temperatura que puede verse reflejado en las propias de regresión de las tuberías de Polipropileno Random (PP-R), establecidas bajo la norma EN ISO 15874-2:2003.

- **CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL**

El material utilizado para fabricar esta tubería, el fusiolen PP-R, es un polímero cuyas propiedades cumplen las exigencias específicas para su aplicación en instalaciones de agua cliente y refrigerada.

CARACTERÍSTICAS

PRESIONES DE SERVICIO ADMISIBLE

para aplicaciones generales de tubería en régimen permanente,
fuera de los parámetros de las páginas 24 y 25

Temperatura	Años de servicio	aquatherm blue pipe SDR 17,6 MF	aquatherm blue pipe SDR 11 MF & MF OT aquatherm lilac pipe SDR 11 S	aquatherm green pipe SDR 7,4 MF	aquatherm green pipe SDR 9 MF RP				
		Presión de servicio admisible en bar y (psi)							
		bar	(psi)	bar	(psi)	bar	(psi)	bar	(psi)
10 °C	1	12,8	(186)	27,8	(403)	30,2	(438)	28,8	(418)
	5	12,0	(174)	26,2	(380)	28,2	(409)	27,9	(405)
	10	11,7	(170)	25,6	(371)	27,7	(402)	27,5	(399)
	25	11,4	(165)	24,7	(358)	26,9	(390)	27,1	(393)
	50	11,1	(161)	24,1	(350)	26,1	(379)	26,7	(387)
	100	10,8	(157)	23,5	(341)	25,2	(366)	26,3	(381)
15 °C	1	11,8	(171)	25,7	(373)	29,4	(426)	26,9	(390)
	5	11,1	(161)	24,2	(351)	27,4	(397)	26,0	(377)
	10	10,8	(157)	23,6	(342)	26,9	(390)	25,7	(373)
	25	10,5	(152)	22,8	(331)	26,1	(379)	25,2	(366)
	50	10,2	(148)	22,2	(322)	25,3	(367)	24,9	(361)
	100	9,9	(144)	21,6	(313)	24,5	(355)	24,5	(355)

Evaluación del comportamiento

Características del material

Tubería: aquatherm blue pipe serie 5 / SDR 11 y serie 8.3 / SDR 17.4

Material: PPR Polipropileno Copolímero Random

Conductividad Térmica: $t = 0,15 \text{ W/m}\cdot\text{°K}$

Condiciones de trabajo

Temperatura de agua (glicolada) $T_a = 44^\circ\text{F}$

(6.67°C) °C Presión de trabajo de 10 a 4 bar

La tubería climatherm faser serie 5 / SDR 11 y serie 8.3 / SDR 17.4, bajo las condiciones de trabajo expuestas, tiene una vida estimada de servicio de más de 50 años.

CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES

Estructura de la tubería: MF =Multicapa, con refuerzo de fibra (FASER)

Material: fusiolen PP-R

Serie: Serie 3,2 & 5 / SDR 7,4 & 11

Normativa: SKZ HR 3.28, ASTM F 2389, CSA B 137.11,
ISO 21003

Serie	Art.-No.	Diámetro d [mm]	Espesor de paredes [mm]	Diámetro interior di [mm]	Capacidad [l/m]	Peso [kg]	DN	ml Paquete [m]	-	
3,2	Soldadura a enchufe									
	2070708	20	2,8	14,4	0,163	0,159	15	100		
	2070710	25	3,5	18,0	0,254	0,244	20	100		
5	2070712	32	4,4	23,2	0,423	0,275	25	40		
	2070112	32	2,9	26,2	0,539	0,285	25	40		
	2070114	40	3,7	32,6	0,834	0,435	32	40		
	2070116	50	4,6	40,8	1,307	0,675	40	20		
	2070118	63	5,8	51,4	2,074	1,065	50	20		
	2070120	75	6,8	61,4	2,959	1,482	65	20		
	2070122	90	8,2	73,6	4,252	2,145	80	12		
	2070124	110	10,0	90,0	6,359	3,175	-	8		
	2070126	125	11,4	102,2	8,199	4,118	100	4		
	5	Soldadura a tope								
		2070130	160	14,6	130,8	13,430	6,728	125	5,8	
		2070134	200	18,2	163,6	21,010	10,480	150	5,8	
		2070138	250	22,7	204,6	32,861	16,300	200	5,8	
		2070142	315	28,6	257,8	52,172	25,700	250	5,8	
		2070144	355	32,2	290,6	66,29	33,034	300	5,8	
2070146		400	36,3	327,6	84,290	41,400	300	5,8		
2070148		450	40,9	368,2	106,477	52,400	400	5,8		

Serie	Art.-No.	Diámetro d [mm]	Espesor de paredes [mm]	Diámetro interior di [mm]	Capacidad [l/m]	Peso [kg]	DN	ml Paquete [m]	-
17,6	Butt welding								
	2570130	160	9,1	141,8	15,792	4,360	150	5,8	
	2570134	200	11,4	177,2	24,661	6,800	200	5,8	
	2570138	250	14,2	221,6	38,568	10,570	250	5,8	
	2570142	315	17,9	279,2	61,223	16,740	300	5,8	
	2570144	355	20,1	314,8	77,832	21,210	350	5,8	
	2570146	400	22,7	354,6	98,756	26,930	350	5,8	
	2570148	450	25,5	399,0	125,036	34,020	400	5,8	
	2570150	500	28,4	443,2	154,272	42,070	450	5,8	
	2570152	560	31,7	496,6	193,688	52,550	500	5,8	
2570154	630	35,7	558,6	245,070	66,540	500	5,8		

PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DEL PPR

Resistentes a la corrosión

Las tuberías de PP-R son muy resistentes a la **corrosión**, a diferencia de los metales, lo que se traduce en un aumento de vida en la instalación y su repercusión en el mantenimiento.

Resistentes frente a los agentes químicos.

Existe un listado amplísimo (UNE 53389 IN Tabla de clasificación de **resistencia química**) de multitud de agentes químicos a los que el PP-R es inmune.

Propiedades aislantes acústicas y térmicas

El PP-R presenta un valor añadido a la instalación. Gracias a las características del material la instalación aumenta su **aislamiento acústico**, lo que significa que se pueden emplear mayores velocidades de circulación.

Por otro lado, el coeficiente de transmisión térmica es de $\lambda = 0,20 \text{ W/(mK)}$ frente al acero $\lambda = 57 \text{ W/(mK)}$. Esto garantiza una **menor pérdida de energía en la red de distribución** y la posibilidad de optar por una **reducción del espesor del aislamiento**.

Excelentes propiedades para la soldabilidad

El PP-R presenta un **excelente comportamiento para su unión** por termofusión, sin necesidad de emplear materiales de aporte, haciendo de

esta una soldadura más **limpia** y con menor coste, y su manipulación hace que se el trabajo sea más **rápido**, lo que incide directamente en los costes.

La desventaja que presentaba el PP-R frente al acero era su mayor dilatación frente aumentos de temperatura. Este desventaja ha quedado ampliamente reducida gracias a la capa de fibra que incorpora las tuberías **climatherm faser** que consigue **reducir la dilatación respecto del PPR en un 75%**, consiguiendo un coeficiente de dilatación de 0.035 mm/m°C.

VENTAJAS CON RESPECTO AL ACERO

INSTALACIÓN

Una **gran ventaja** que presenta las tuberías de PPR frente a los metales es **el peso**. En términos generales el peso se **reduce entre un 75% a 80%** menos que en los metales. Este hecho proporciona una mayor **facilidad en la manipulación** y conexión, y **reduce la carga**, de forma significativa, en los **soportes necesarios** de las tuberías, tanto en forjados horizontales, como en las líneas verticales.

DURABILIDAD

Resistente a la corrosión y a los agentes químicos.

Resistente a la corrosión y a los agentes químicos.

Baja rugosidad de las tuberías y alta resistencia ala abrasión

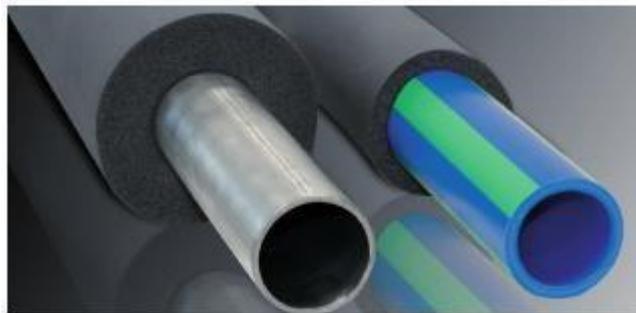
EFICIENCIA ENERGÉTICA

El sistema de tuberías de PPR representa frente a las tuberías de acero un **mejora sustancial con respecto a la eficiencia energética de la instalación**, que a la postre se traduce en ahorro económico durante la explotación de la misma

1. PROPIEDADES AISLANTES DEL MATERIAL.

El PPR tiene **propiedades aislantes** naturales. Esto provoca un rendimiento mayor en los sistemas que no es posible con otros materiales.

El coeficiente de transmisión térmica de la tubería de PPR, aquatherm blue pipe, es de tan solo $\lambda = 0,20 \text{ W/(mK)}$ frente al acero $\lambda = 57 \text{ W/(mK)}$. Es decir un coeficiente de transmisión térmica 250 veces menor. Esto provoca **menores pérdidas de térmicas** en la distribución de tuberías, lo que se traduce en **menores pérdidas económicas**.



AUSENCIA DE CORROSIÓN INTERIOR. AHORRO DE CONSUMO ELÉCTRICO EN LA BOMBA.

Entre un 50 y 70% del consumo eléctrico en edificios de oficinas y hoteles se deben al sistema de bombeo que intervienen en los diferentes procesos del hotel (como en el caso de la climatización).

La **corrosión interior puede reducir la sección de paso** en el interior de las tuberías de **acero**, en un promedio del 3% anual. Esto provoca una **pérdida de eficiencia y un aumento en la energía consumida** en el bombeo de hasta un **10% anual**.

La tubería de PPR, aquathem blue pipe, no **produce incrustaciones** por productos de la corrosión por lo que este hecho no se da.



OTRAS VENTAJAS

- Unión segura de tubería y accesorio mediante soldadura por fusión.
- Baja rugosidad de las tuberías y alta resistencia a la abrasión.
- Propiedades aislantes acústicas.
- Tiempos de soldadura y manipulación muy cortos.
- Sin junta - no se necesita aportar ningún otro elemento

5.6.1.3 DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

El edificio objeto del estudio es Edificio del Banco de la Nación. Contará con 30 pisos de oficinas y 4 sótanos de estacionamientos. Una parte del primer piso será ocupada por la Agencia del Banco.

El edificio de oficinas cuenta con tres chillers ubicados en sótano 1 que dan servicio a las oficinas y zonas comunes de las 30 plantas. Las enfriadoras (chillers) estarán condensadas con agua, y las torres de enfriamiento se sitúan en último piso. Para el acondicionamiento de aire de la Agencia, se ha previsto un sistema independiente, integrado por un chiller con condensador enfriado por agua y torre de enfriamiento.

Con la finalidad de evitar la excesiva presión hidrostática que soportarían los fan-coils y sus accesorios, de los pisos inferiores, se ha previsto una planta técnica intermedia.

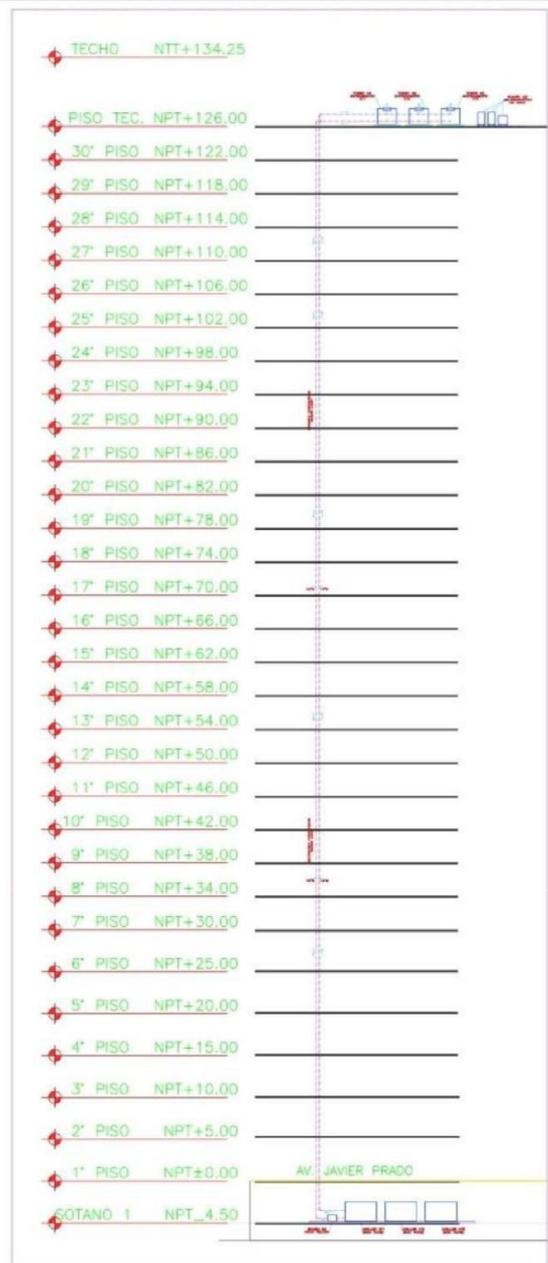
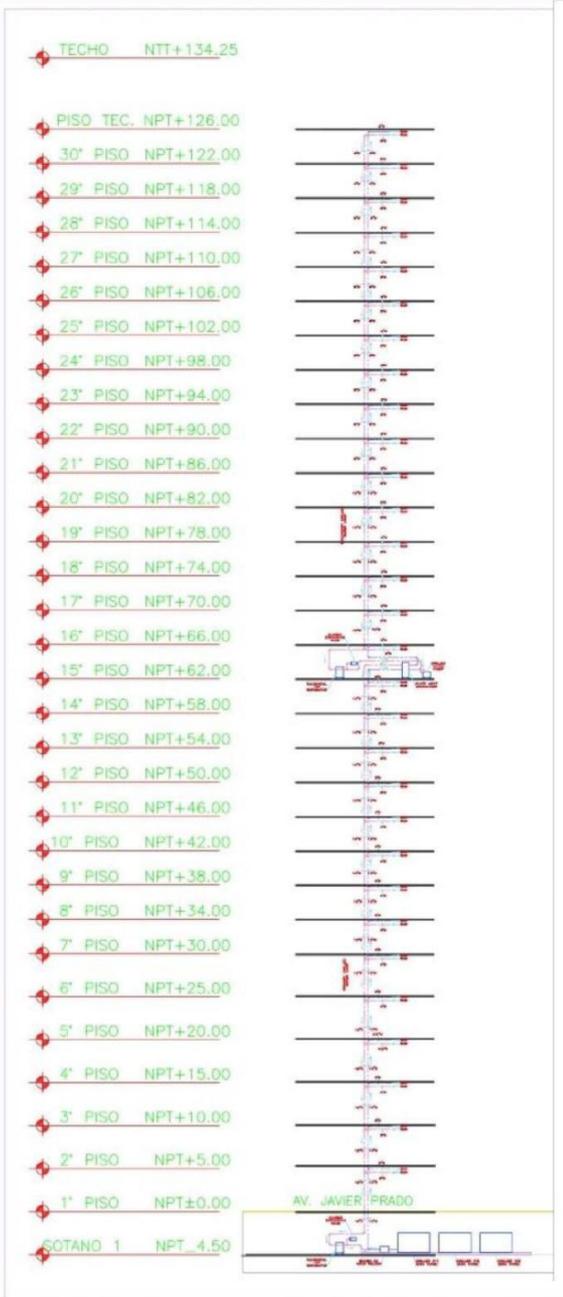


Tabla 4 Fabricante de PPR

Consumo energético total KWh	Precio esperado por * KW/h €	Coste por año €	Ahorro anual €
102816	0,20 €	20.563,20 €	0,00 €
104976	0,20 €	20.995,20 €	432,00 €
113184	0,20 €	22.636,80 €	2.073,60 €
124416	0,20 €	24.883,20 €	4.320,00 €
136080	0,20 €	27.216,00 €	6.652,80 €
150768	0,20 €	30.153,60 €	9.590,40 €
168048	0,20 €	33.609,60 €	12.614,40 €

Tabla 5 Ahorro por el uso de PPR

Tubería	Dimensión DN	Diam. interior mm	R-value m	Z-value elbows	Total pérdida de carga PA	Diferencia de pérdida %	Pump delivery height m	Pump type example	Pump capacity y KW	Pump capacity %
aquatherm blue pipe	25 - 300	26,2 - 290,6	0,007*	1,20	170245	100,00	17,36	SCP200j310	23,8	100,00
ACERO DIN	20 - 300	22,9 - 312,7	0,045*	1,20	172771	101,48	17,62	SCP200j310	24,3	102,10
ACERO DIN	20 - 300	22,9 - 312,7	0,100**	1,80	183036	107,51	18,67	SCP200j310	26,2	110,08
ACERO DIN	20 - 300	22,9 - 312,7	0,500**	2,40	205296	120,59	20,93	SCP200j310	28,8	121,01
ACERO DIN	20 - 300	22,9 - 312,7	1,000**	3,00	227528	133,65	23,20	SCP200j310	31,5	132,35
ACERO DIN	20 - 300	22,9 - 312,7	1,500**	3,60	253134	148,69	25,81	SCP200j310	34,9	146,64
ACERO DIN	20 - 300	22,9 - 312,7	2,000**	4,20	280505	162,36	28,60	SCP200j310	38,9	160,08

* Valores DIN / ** Valores aceptables de incrustación dentro de los dos primeros años (no se ha considerado la reducción de ID)

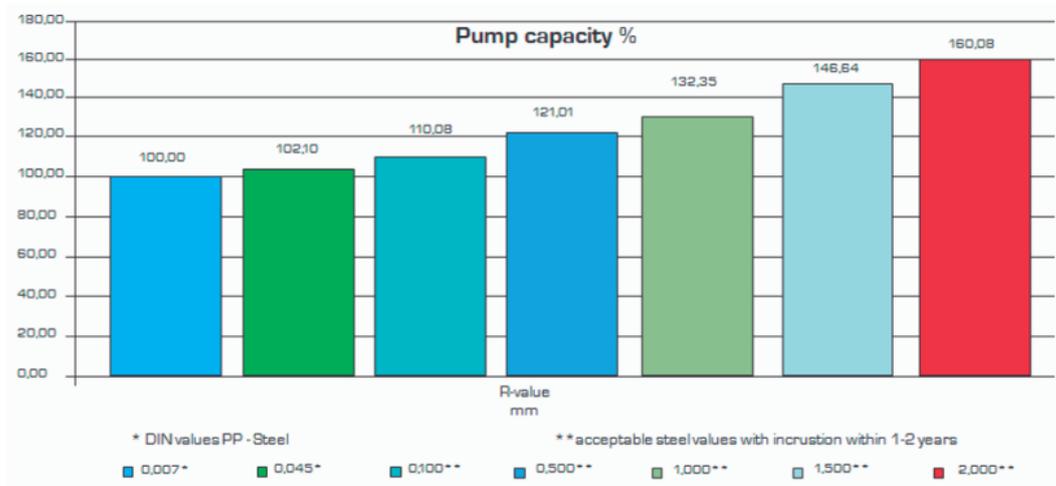


Figura 43 Pump capacity

Tabla 6 Comparativa PPR vs. acero

VI. DISCUSION DE RESULTADOS

6.1 Contrastación de hipótesis con resultados

En las hipótesis mencionadas en esta tesis podemos notar que las estrategias tecnológicas mencionadas como el uso de temporizadores en los enfriadores de agua, como la configuración de termostatos en el ciclo de calefacción, refrigeración y apagado; se relacionan significativamente con el incremento de la eficiencia energética en edificaciones típicas en la Ciudad de Lima.

6.2 Contrastación de resultados con otros estudios similares

Al hacer una comparación de nuestros resultados, con otros estudios similares realizados encontramos un estudio realizado por Euroconstruct en noviembre de 2013 afirma que en Lima usando el sistema HVAC en construcciones modernas se espera una mejora económica del 0,9% en el sector de la construcción para 2014, seguido de un mayor rendimiento dinámico durante 2015 y 2016 dentro de un marco económico estable. Se prevé que todos los sectores (doméstico, construcción no residencial e ingeniería civil) experimenten un aumento de su volumen. Está previsto que la construcción no residencial disfrute de un mejor entorno económico a partir de 2015.

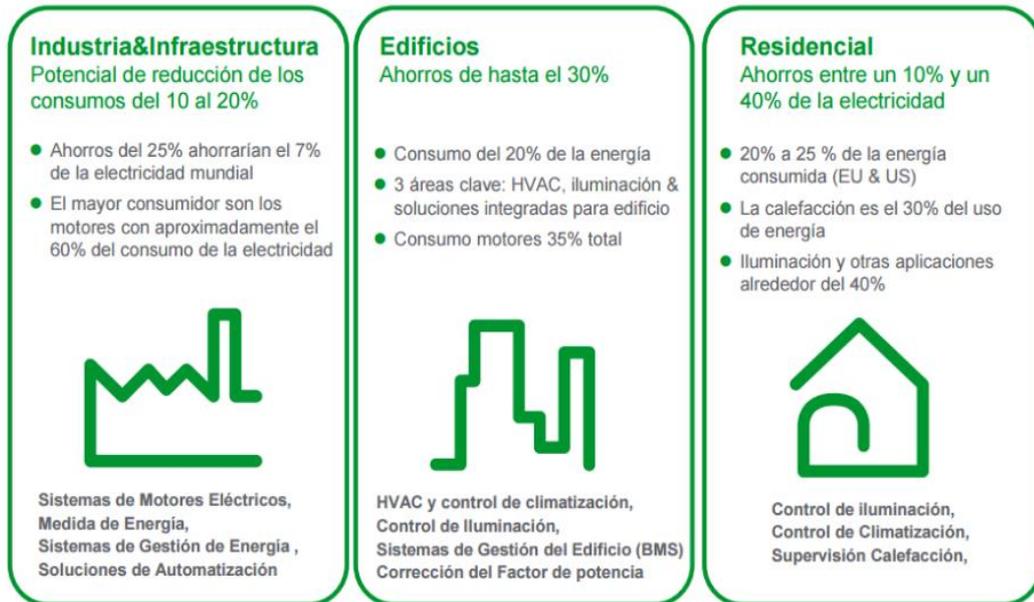


Figura 44 Distribución de la energía

Recolectando datos se encuentra que en Europa con la mayoría de las instalaciones existentes de HVAC, podemos lograr hasta un 30% de ahorro energético utilizando las soluciones y tecnologías disponibles en la actualidad, 50% de la reducción requerida de emisiones Ahorros posibles con la tecnología de GHG (Gases de efecto invernadero) para estabilizar el efecto invernadero hacia 2050.

Según los estudios realizados por SchneiderElectric en mayo del 2012, se demuestra que los principales beneficios del uso de los sistemas de BMS en edificaciones son:

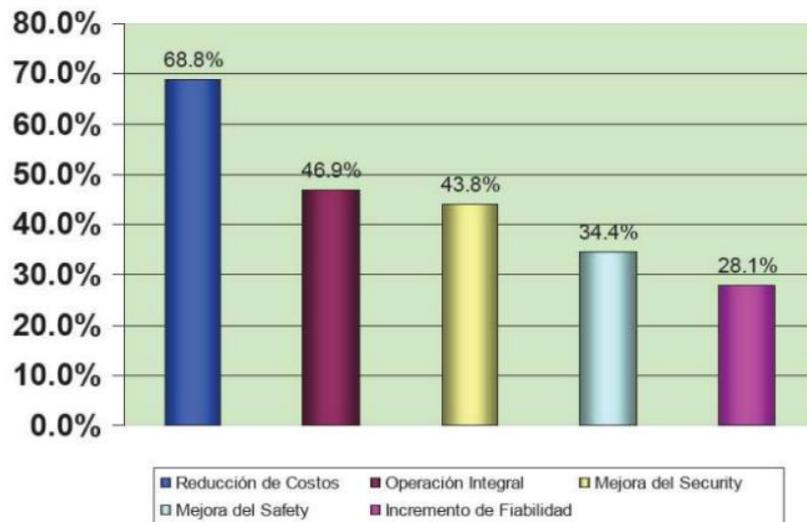


Figura 45 Resultados ahorro BMS

VII. CONCLUSIONES

Aplicando las estrategias tecnológicas investigadas se puede lograr un significativo ahorro de energía, optimizando recursos y costos.

Los sistemas de ventilación por desplazamiento pueden ahorrar energía de las siguientes maneras:

- Menor potencia requerida en los equipos de ventilación debido a que se maneja menor cantidad de cambios de aire.
- Menor potencia requerida en el equipo de enfriamiento debido a menores cantidades de flujo de aire.
- Menor potencia requerida en el equipo de enfriamiento debido a la mayor temperatura del aire de inyección.

Problema:

Estructura de madera dañada. Desbalanceo del equipo mecánico (ventiladores, flechas de transmisión y motores)

Solución:

1. Revisión periódica de la estructura.

2. Revisar el estado de los conectores estructurales y la tornillería.
3. Instalar secciones de la estructura faltante de acuerdo a las especificaciones y dimensiones de diseño.
4. Solicitar madera de repuesto con el tratamiento a presión a base de sales siguiendo los lineamientos del CTI y de la AWPA*.
5. La misma revisión se deberá realizar en otros componentes de madera.

Problema:

Los eliminadores se encuentran operando inadecuadamente, debido a: secciones rotas, dobladas o faltantes; no cuentan con sellos de aire; inadecuada instalación de los eliminadores.

Solución:

1. Instalar las secciones faltantes y dañadas de acuerdo al diseño.
2. Instalar adecuadamente los sellos de aire entre las secciones de uniones tanto de los eliminadores como de la pared de la torre, de acuerdo al diseño.
3. Solicitar pruebas y garantías de los materiales de construcción del eliminador y sus accesorios utilizados en la sujeción (tornillos, láminas, etc.)

Problema:

Reducción del área de contacto agua-aire para llevar a cabo el enfriamiento.

Solución:

1. Instalar el relleno faltante de acuerdo al diseño.
2. Solicitar pruebas y garantías de los materiales de construcción tanto del relleno como de las mallas.
3. Después de realizar el mantenimiento en los motores, reductores y ventiladores, asegurarse de limpiar el aceite que se derrame.

Problema:

Distribución inadecuada en el depósito de agua caliente, debido a: boquillas tapadas; boquillas con la roseta rota o falta de restrictores de flujo. Caja de desborde en mal estado.

Solución:

1. Limpiar el depósito de agua caliente.
2. Limpiar boquillas, mediante su remoción y colocándolo en forma inversa.
No utilizar varillas metálicas.
3. Instalar boquillas y restrictores de flujo de acuerdo al diseño.
4. Para las torres de flujo cruzado, rehabilitar las cajas de desborde de acuerdo al diseño.
5. Mantener un nivel (tirante) de agua en el depósito de agua caliente mínimo de 10 centímetros (4 pulgadas), mediante las válvulas de control de flujo.

VIII. RECOMENDACIONES

- Verificar los equipos actuales instalados y los respectivos consumos, que dependen del tipo de equipo y del tipo de uso.
- Analizar la Calidad y Eficiencia energética en edificios públicos, por medio de mediciones Eléctricas
- Exhibir propuestas para hacer cambios de equipos menos eficientes por equipos de alta eficiencia.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

9.1 PAPERS & DOCUMENTOS

9.1.1. Ministerio de Energía y Minas, “Ley de Promoción del Uso Eficiente de la Energía”, Ley N° 27345, Lima, 2000.

9.1.2. Ministerio de Energía y Minas, “Reglamento de la Ley de Promoción del Uso Eficiente de la Energía”, DS N° 053-2007-EM, Lima, 2007

9.1.3. Balance de Energía 2012, Dirección De Eficiencia Energética, Editorial Estatal

9.1.4. Ministerio de la Presidencia - España, “Real Decreto 235/2013”, Madrid, 2013.

9.1.5. Los Edificios y la Eficiencia Energética. Seminario de Gestión Ambiental Logroño, 17 de marzo de 2009, de Gerardo Wadel.

9.1.6. <http://www.cecua.es/publicaciones/guia%20enforce.pdf>

9.1.7. <http://es.slideshare.net/christianulloacueva/federico-villarreal-eficiencia-energetica-teora>

9.1.8. <http://info regional.info/wp-content/uploads/2010/11/8-Politica-Eficiencia-Energetica-Carlos-Caceres.pdf>

9.1.9. <http://www.iflscience.com/technology/scientists-create-transparent-solar-concentrator>

9.1.10. http://docs.nrdc.org/international/files/int_11020801a.pdf

9.1.11. <http://www.fayerwayer.com/2014/08/investigadores-crean-el-primer-panel-solar-transparente/>

9.1.12. www.fayerwayer.com/2014/03/cientificos-desarrollan-celda-solar-que-ademas-puede-emitir-luz/

9.1.13. <http://www.laprensagrafica.com/el--teatro-de-suchitoto-se-iluminara-con-energia-solar>

9.2. TESIS DE INVESTIGACIÓN

9.2.1. Marta López Cristiá (2011): “Hospitales Eficientes: Una Revisión del consumo energético óptimo”. Tesis Doctoral de la Universidad De Salamanca – España

9.2.2. Juan Arturo Hernández Ortiz (2010): “Ahorro de Energía y Reducción de la contaminación lumínica”. Tesis de Maestría del Instituto Politécnico Nacional – México.

9.2.3. Claudio Daniel Miguez Gómez (2013): “La eficiencia energética en el uso de la Biomasa para la generación de energía eléctrica: Optimización energética y exergética”. Tesis Doctoral de la Universidad Complutense de Madrid – España.

9.2.4. M^a del Carmen Gimenez Molina (2011) “Alternativas para la mejora de la eficiencia energética de los acristalamientos: los vidrios dinámicos”
Tesis
Doctoral de la Universidad Politécnica de Madrid – España.

9.2.5. Ana Tejero González (2012) “Reducción del consumo energético y emisiones de anhídrido carbónico en edificios combinando enfriamiento evaporativo, enfriamiento gratuito y recuperación de energía en sistemas todo aire” Tesis Doctoral de la Universidad de Valladolid – España.

9.2.6. Edwin Victor Lamas Sivila (2011) “Análisis y Propuesta de un nuevo método de simulación abreviado para la certificación energética en edificios residenciales”. Tesis Doctoral de la Universidad de Valladolid – España.

X. ANEXOS

10.1 Design Builder Software



DESINGBUILDER

DesignBuilder es un software especializado en la simulación ambiental y energética de edificios. Sus avanzadas prestaciones permiten evaluar aspectos como los niveles de confort, los consumos de energía y las emisiones de carbono. Concebido para facilitar los procesos de simulación, ofrece diversos módulos de análisis integrados entre sí, lo cual significa mayor productividad y eficiencia. Se trata de una herramienta de alto desempeño para el diseño, la consultoría y la certificación energética. Desarrollo del la estructura edificio a analisis.

La simulación es el núcleo principal del programa y se basa en el motor de simulación Energyplus.

El programa DesignBuilder combina modelado de construcción rápida y facilidad de uso con el estado de la simulación de energía dinámica. Sobre el que se integran diferentes módulos para el cálculo energético y ambiental de los edificios.

Durante el curso nos centramos en la explicación del entorno de DesignBuilder y de cada una de sus funciones. Se desarrollan ejercicios guiados de cálculos de las diferentes herramientas del programa. DesignBuilder, es una herramienta muy didáctica y muy potente para diversos ámbitos del diseño sostenible. Se enseña cómo generar y analizar una simulación energética de un edificio para cualquier lugar del

mundo, con el fin de poder crear estrategias del diseño pasivo en edificaciones para luego comprobar y calcular los elementos aplicados en la edificación con todas las variables activas o pasivas que lo rodean.

Desarrollo de una casa típica

Se desarrollo un vivienda típica en el Perú, con el apoyo del software, las características específicas de la vivienda son dadas a continuación:

- Vistas perimetricas de la edificación
- Especificaciones:
- 2 plantas
- Area de vivienda 59.5m²
- Techo principal – 4 aguas
- Techo secundario – 2 aguas

Las distribuciones de la vivienda fueron establecidas mediante el siguiente cuadro



Figura 46 Tabla de distribución de espacios

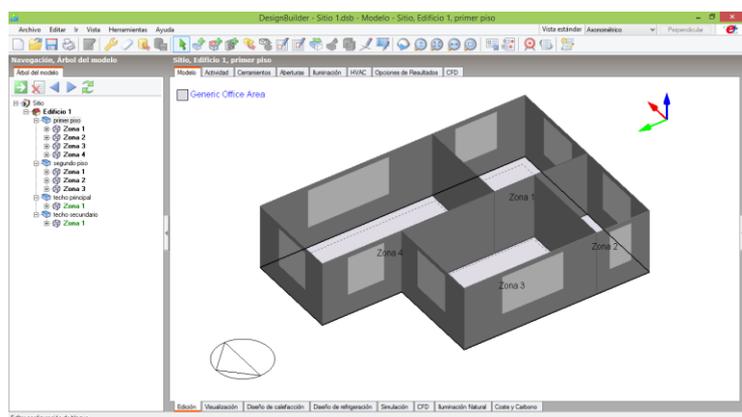


Figura 47 Distribución de la primera planta

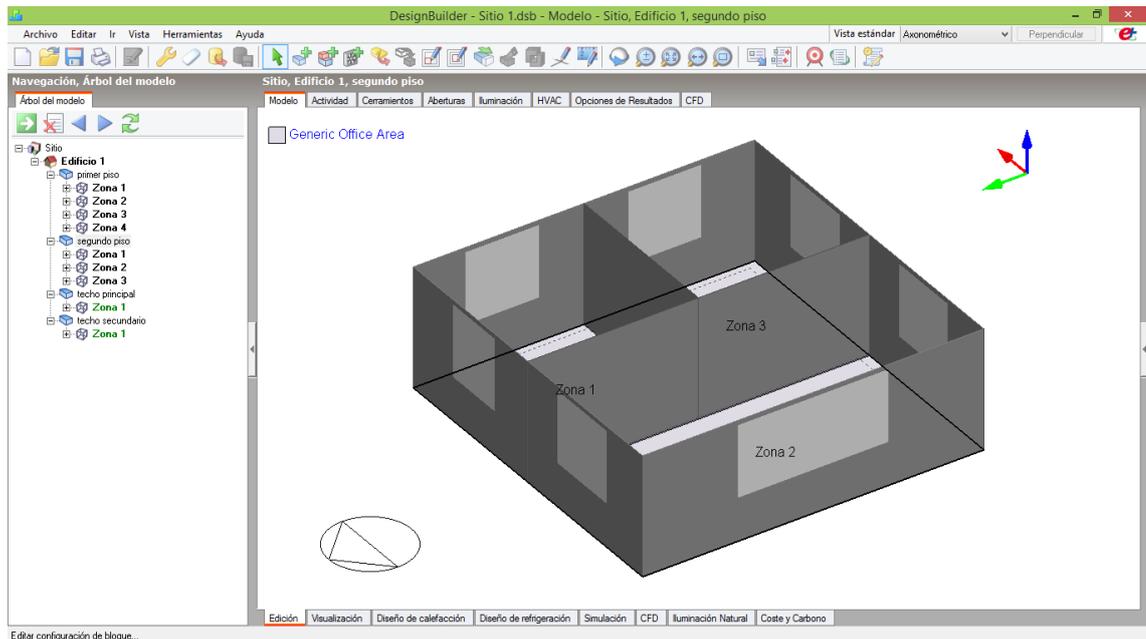


Figura 48 Distribución de la segunda planta

Especificaciones técnicas de su construcción

1. TECHO PRINCIPAL

Techo de 4 aguas

El techo principal tiene un dimensionamiento de 7.6 m x 7.6 m

Dimensionamiento del alero 0.30 m

Pendiente de caída de agua 30%

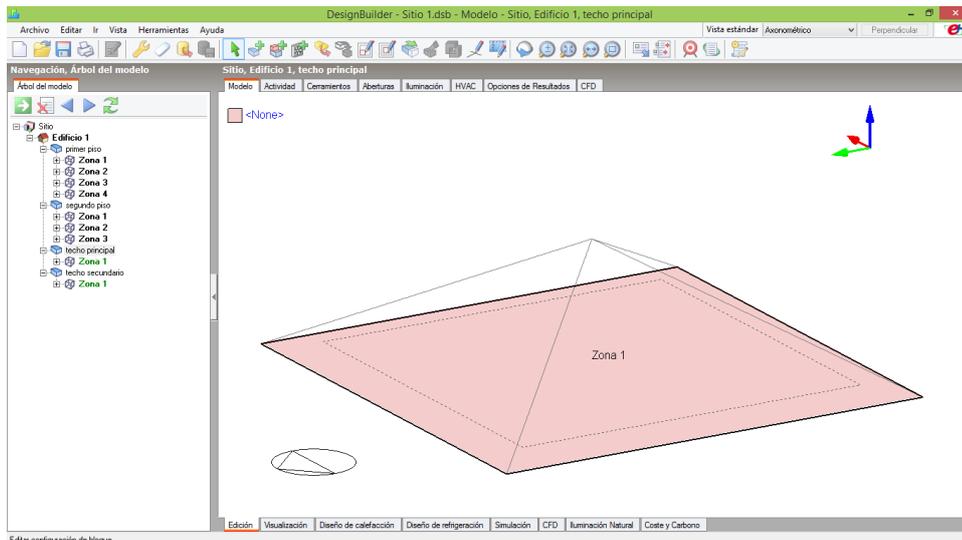


Figura 49 Diseño techo primario

2. TECHO SECUNDARIO

Techo de 2 aguas

El techo tiene un dimensionamiento de 4.1 m x 3.3 m

Aleros frontales y laterales de 0.30 m

Pendiente de caída de agua 30%

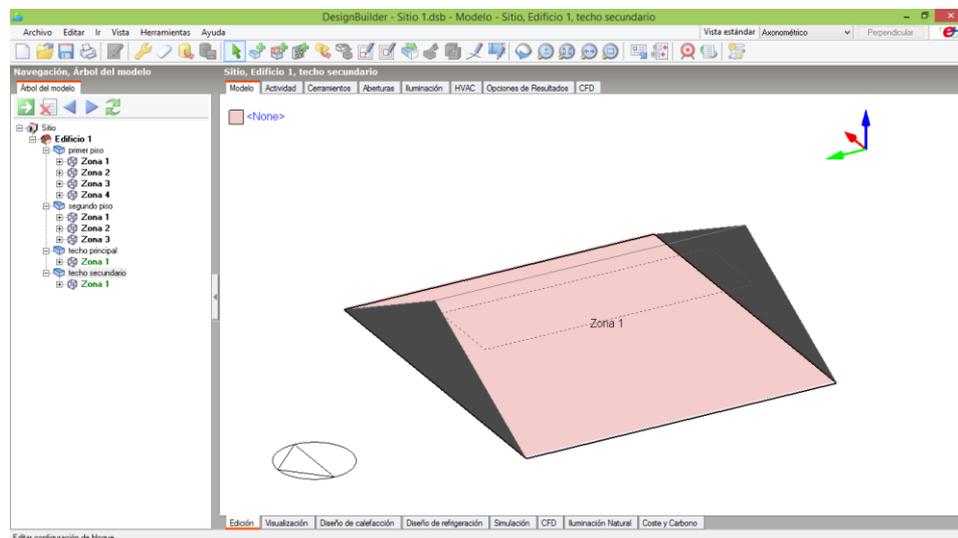
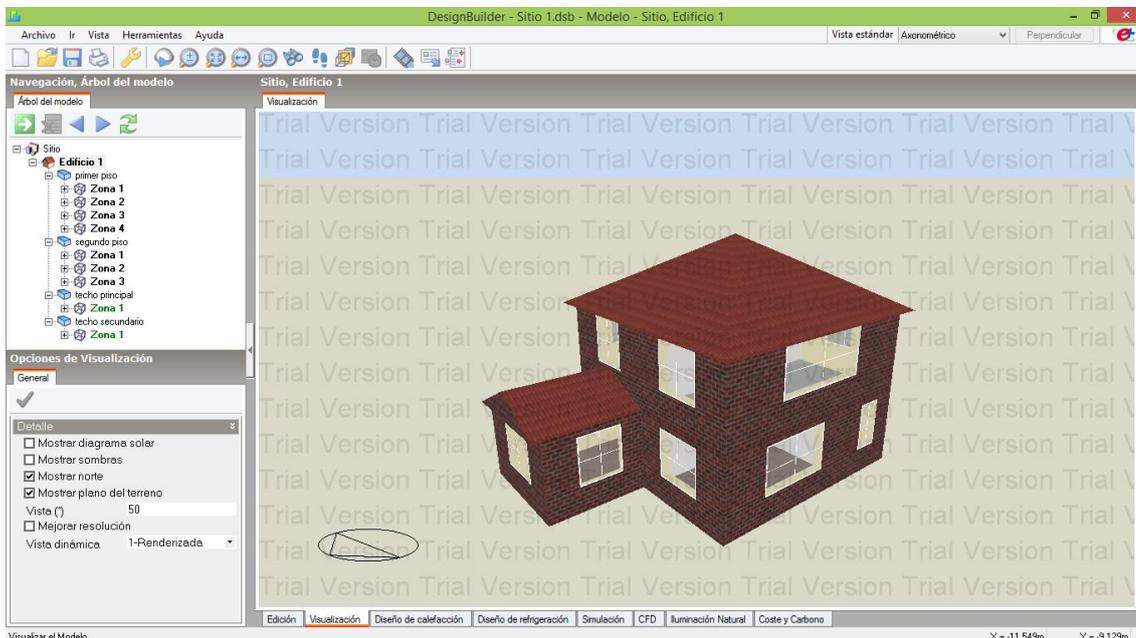


Figura 50 Diseño techo secundario

Renderización total de la vivienda

Figura 51 Diseño estructural



Datos específicos de los materiales usados en su construcción

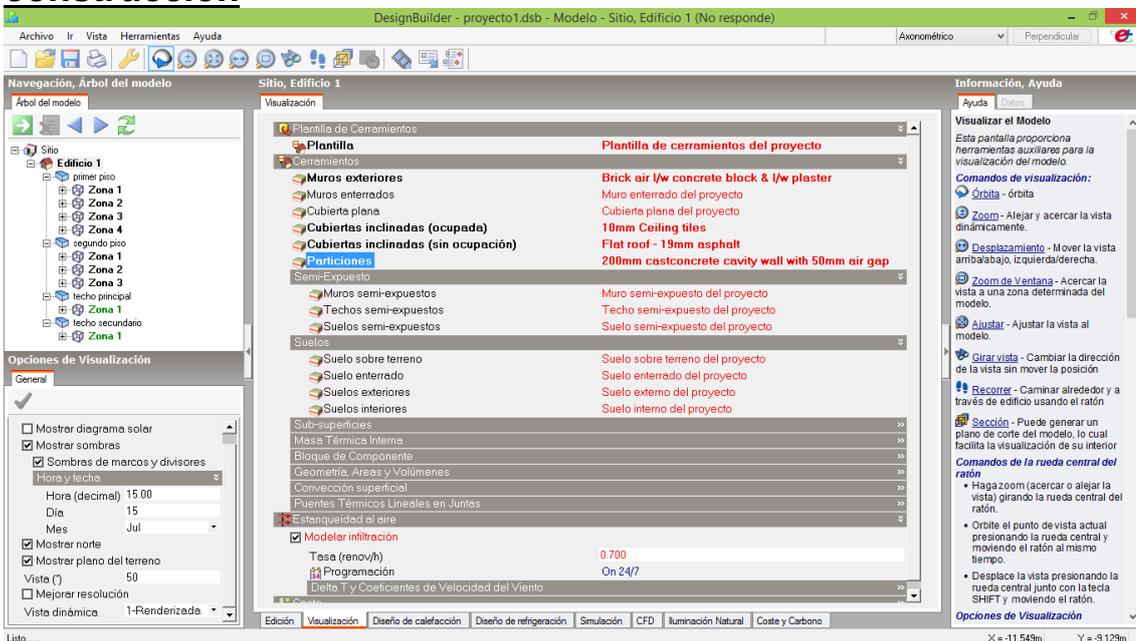


Figura 52 Datos de los materiales de construcción

Visualización final de la vivienda

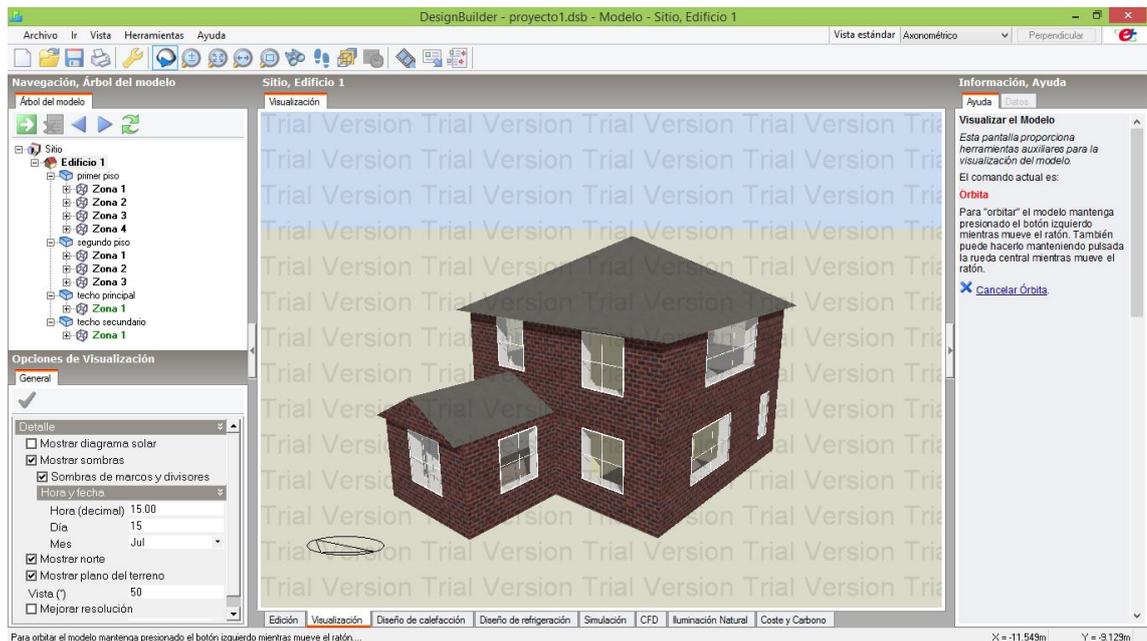


Figura 53 Acabado final de la vivienda

Cálculos del diseño de calefacción en toda la casa anualmente

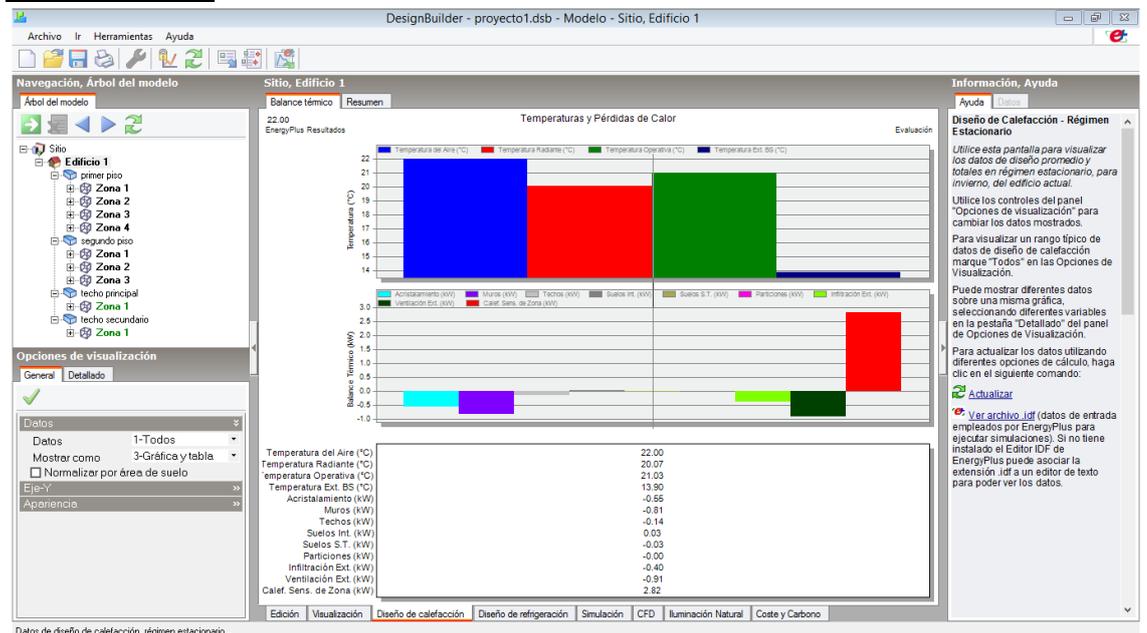


Figura 54 Análisis HVAC

En estos resultados se puede observar que la vivienda en estudio no es nada eficiente energéticamente, presenta grandes pérdidas energéticas tanto en los muros y en la excesiva luminosidad que ocasiona que

las habitaciones de calienten por encima de la temperatura de confort, esto ocasiona que se genere un gran consumo en aire acondicionado.

Datos de la tabla

- Calefacción por zona 2.8 KW
- Acristalamiento -0.5 KW
- Muros -0.7 KW
- Ventilación externa -0.9 KW
- Infiltraciones externas -0.3 KW
- **Gasto total en HVAC 0.4 KW**

Simulación total de gastos y ahorros energéticos durante un año

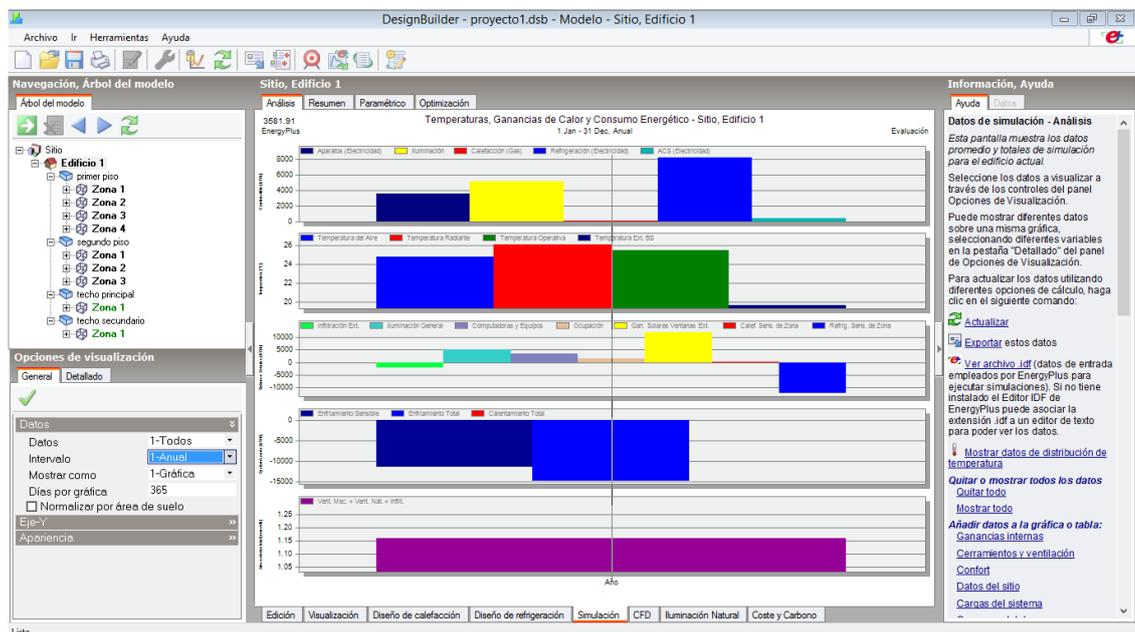


Figura 55 Análisis total

Segun estos resultados s epuede apreciar que la vivienda no cuenta con la medidas necesarias para contar con un ahorro energetico, debido a que genera grandes gastos

Simulación de la iluminación natural en la primera planta

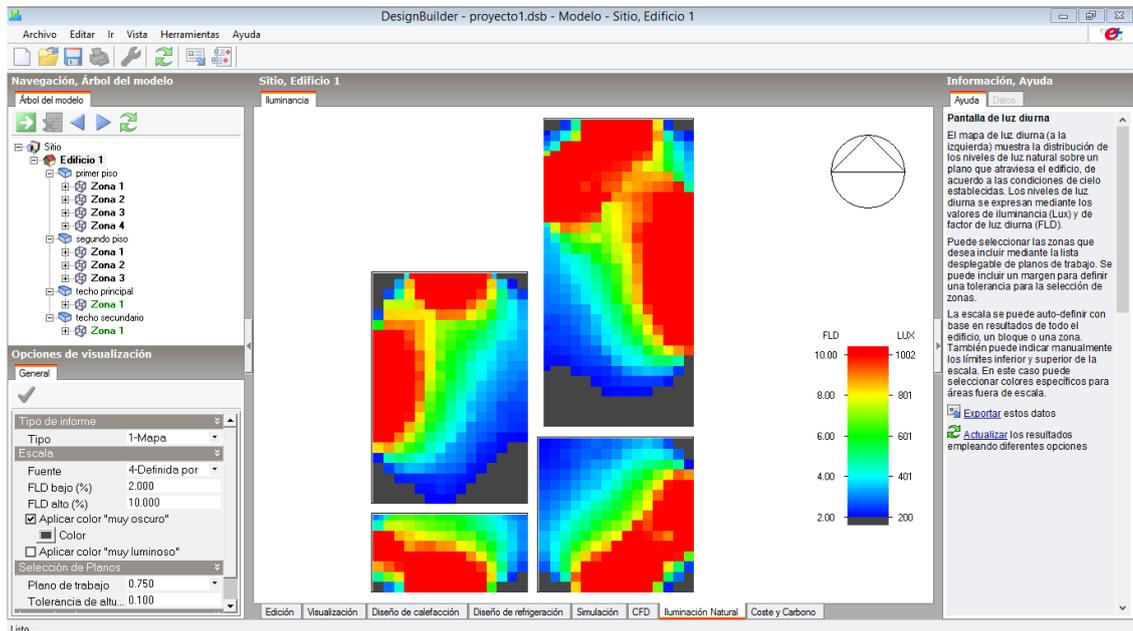


Figura 56 Iluminación de la primera planta

Simulación de la iluminación natural en la segunda planta

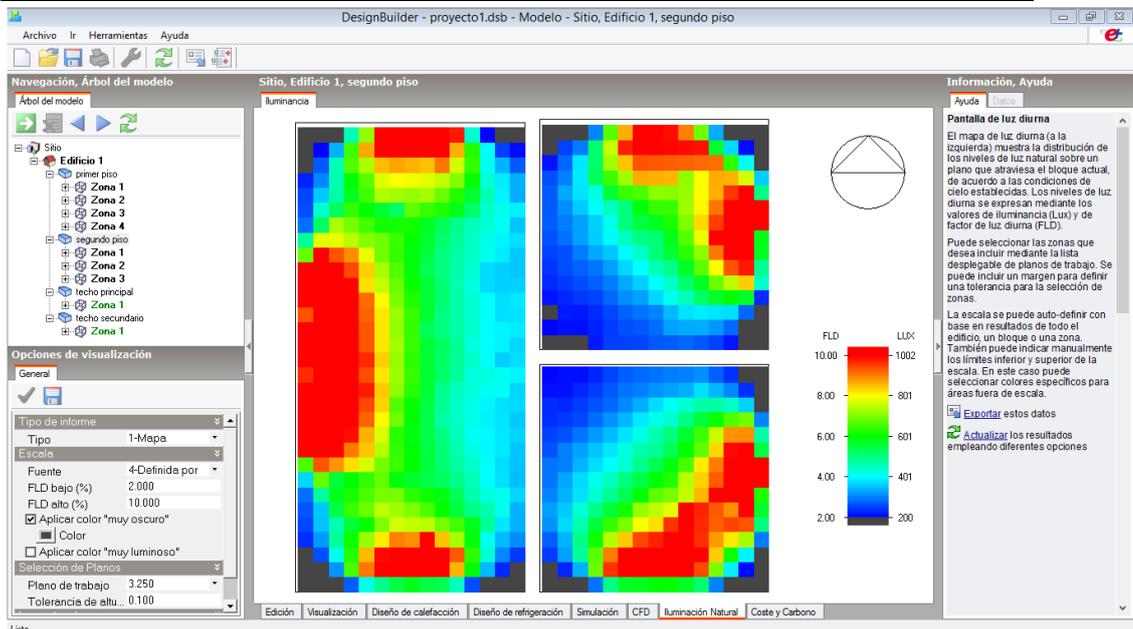


Figura 57 Iluminación de la segunda planta

10.2 Elite Software

Datos para el HVAC Load Analysis

OBRA: ICHMA, 041214								
CARGA TERMICA POR ZONAS INCLUYENDO AIRE FRESCO, DUCTOS, VIDRIO: STOP PRAY 30-20								
REF: PLANOS ENERO 2014, REV D								
PISO	DESCRIPCION	ZONA	C. T.	IRE FRESCO	AREA		RATIO	OBSERVACIONES
			BTU/HR	CFM	PIE2	MT2	BTU/HR-MT2	
PISO 1	OFICINA 101	1	189,733	396	2638	245	774	OFICINAS
PISO 1	RECEPCION	2	105,666	250	1667	155	682	OFICINAS
			295,399	646	4305	400	738	
MEZZANINE	OFICINA	1	100,269	292	1948	181	554	OFICINAS
			100,269	292	1948	181	554	
PISO 2	OFICINA 201	1	106,671	274	1829	170	627	OFICINAS
PISO 2	OFICINA 202	2	70,892	189	1259	117	606	OFICINAS
PISO 2	OFICINA 203	3	144,002	411	2743	255	565	OFICINAS
PISO 2	OFICINA 204	4	133,724	345	2303	214	625	OFICINAS
			455,289	1,219	8134	756	602	
PISOS 3 AL 7	OFICINA T 301	1	98,151	249	1657	154	637	OFICINAS
PISOS 3 AL 7	OFICINA T 302	2	71,424	194	1291	120	595	OFICINAS
PISOS 3 AL 7	OFICINA T 303	3	115,278	323	2152	200	576	OFICINAS
PISOS 3 AL 7	OFICINA T 304	4	160,524	425	2830	263	610	OFICINAS
			445,377	1,191	7930	737	604	
PISO 8	OFICINA 801	1	86,862	213	1420	132	658	OFICINAS
PISO 8	OFICINA 802	2	71,424	191	1271	118	605	OFICINAS
PISO 8	OFICINA 803	3	115,278	321	2137	199	579	OFICINAS
PISO 8	OFICINA 804	4	142,652	369	2460	229	623	OFICINAS
			416,216	1,094	7288	678	614	
PISOS 9 AL 13	OFICINA T 901	1	73,101	168	1119	104	703	OFICINAS
PISOS 9 AL 13	OFICINA T 902	2	71,424	194	1271	118	605	OFICINAS

Resumen de carga del edificio

Chvacc - Full Commercial HVAC Loads Calculation Program		Elite Software Development, Inc.					
Protram Peru S.A.C.		EDIFICHMA, AZOTEA, 041214					
Line: 21		Page: 2					
Building Summary Loads							
Building peaks in January at 4pm.							
Bldg Load Descriptions	Area Quan	Sen Loss	%Tot Loss	Lat Gain	Sen Gain	Net Gain	%Net Gain
Roof	1,797	0	0.00	0	24,773	24,773	19.33
Wall	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Glass	2,384	0	0.00	0	41,472	41,472	32.36
Floor Slab	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Skin Loads		0	0.00	0	66,244	66,244	51.69
Lighting	1,797	0	0.00	0	7,051	7,051	5.50
Equipment	4,493	0	0.00	0	17,628	17,628	13.76
People	18	0	0.00	3,926	5,063	8,989	7.01
Partition	357	0	0.00	0	1,150	1,150	0.90
Cool. Pret.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Heat. Pret.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Cool. Vent.	270	0	0.00	10,107	4,145	14,252	11.12
Heat. Vent.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Cool. Infil.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Heat. Infil.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Draw-Thru Fan	0	0	0.00	0	7,729	7,729	6.03
Blow-Thru Fan	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Reserve Cap.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Reheat Cap.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Supply Duct	0	0	0.00	0	3,460	3,460	2.70
Return Duct	0	0	0.00	0	1,656	1,656	1.29
Misc. Supply	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Misc. Return	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Building Totals		0	0.00	14,033	114,126	128,159	100.00
Building Summary	Sen Loss	%Tot Loss	Lat Gain	Sen Gain	Net Gain	%Net Gain	
Ventilation	0	0.00	10,107	4,145	14,252	11.12	
Infiltration	0	0.00	0	0	0	0.00	
Pretreated Air	0	0.00	0	0	0	0.00	
Zone Loads	0	0.00	3,926	97,137	101,063	78.86	
Plenum Loads	0	0.00	0	0	0	0.00	
Fan & Duct Loads	0	0.00	0	12,845	12,845	10.02	
Building Totals	0	0.00	14,033	114,126	128,159	100.00	
Check Figures							
Total Building Supply Air (based on a 16' TD):				6,300	CFM		
Total Building Vent. Air (4.28% of Supply):				270	CFM		
Total Conditioned Air Space:				1,797	Sq.ft		
Supply Air Per Unit Area:				3.5060	CFM/Sq.ft		
Area Per Cooling Capacity:				168.3	Sq.ft/Ton		
Cooling Capacity Per Area:				0.0059	Tons/Sq.ft		
Heating Capacity Per Area:				0.00	Btuh/Sq.ft		
Total Heating Required With Outside Air:				0	Btuh		
Total Cooling Required With Outside Air:				10.68	Tons		

Aire acondicionado 1, Sala común 1, resumen de cargas:

Chvac - Full Commercial HVAC Loads Calculation Program		Elite Software Development, Inc.					
Protem Peru S.A.C.		EDIF ICHMA, AZOTEA, 041214					
Line: 21		Page: 3					
Air Handler #1 - Sala Comun 1 - Summary Loads							
Zn No	Description Zone Peak Time	Area People Volume	Htg.Loss Htg.CFM CFM/Sqft	Sen.Gain Clg.CFM CFM/Sqft	Lat.Gain S.Exh W.Exh	Htg.O.A. Req.CFM Act.CFM	Clg.O.A. Req.CFM Act.CFM
1	Sala Comun 1	1,227	0	65,883	2,681	None	15/P
	5pm December	12	0	4,150	0	0	184
		13,497	0.00	3.38	0	0	184
Zone Peak Totals:		1,227	0	65,883	2,681		
Total Zones: 1		12	0	4,150	0	0	184
Unique Zones: 1		13,497	0.00	3.38	0	0	184

. Aire acondicionado 1, Sala común 1, totales de resumen de cargas:

Chvac - Full Commercial HVAC Loads Calculation Program		Elita Software Development, Inc.	
Protem Peru S.A.C.		EDIF ICHMA, AZOTEA, 041214	
Line: 21		Page: 4	
Air Handler #1 - Sala Comun 1 - Total Load Summary			
Air Handler Description:	Sala Comun 1 Constant Volume - Proportion		
Supply Air Fan:	Draw-Thru with program estimated horsepower of 2.01 HP		
Fan Input:	65% motor and fan efficiency with 2 in. water across the fan		
Sensible Heat Ratio:	0.96	--- This system occurs 1 time(s) in the building. ---	
Air System Peak Time:	5pm In December.		
Outdoor Conditions:	Cig: 84° DB, 76° WB, 123.13 grains		
Indoor Conditions:	Cig: 72° DB, 55% RH		
Summer: Ventilation controls outside air, --- Winter: Exhaust controls outside air.			
Zone Space sensible loss:	0 Btuh		
Infiltration sensible loss:	0 Btuh	0 CFM	
Outside Air sensible loss:	0 Btuh	0 CFM	
Supply Duct sensible loss:	0 Btuh		
Return Duct sensible loss:	0 Btuh		
Return Plenum sensible loss:	0 Btuh		
Total System sensible loss:			0 Btuh
Heating Supply Air: 0 / (.998 X 1.08 X 0) =		0 CFM	
Winter Vent Outside Air (0.0% of supply) =		0 CFM	
Zone space sensible gain:	65,883 Btuh		
Infiltration sensible gain:	0 Btuh		
Draw-thru fan sensible gain:	5,091 Btuh		
Supply duct sensible gain:	2,279 Btuh		
Reserve sensible gain:	0 Btuh		
Total sensible gain on supply side of coil:			73,254 Btuh
Cooling Supply Air: 73,254 / (.998 X 1.1 X 16) =		4,150 CFM	
Summer Vent Outside Air (4.4% of supply) =		184 CFM	
Return duct sensible gain:	1,089 Btuh		
Return plenum sensible gain:	0 Btuh		
Outside air sensible gain:	2,426 Btuh	184 CFM	
Blow-thru fan sensible gain:	0 Btuh		
Total sensible gain on return side of coil:			3,515 Btuh
Total sensible gain on air handling system:			76,768 Btuh
Zone space latent gain:	2,681 Btuh		
Infiltration latent gain:	0 Btuh		
Outside air latent gain:	7,311 Btuh		
Total latent gain on air handling system:			9,992 Btuh
Total system sensible and latent gain:			86,760 Btuh
Check Figures			
Total Air Handler Supply Air (based on a 16° TD):		4,150 CFM	
Total Air Handler Vent. Air (4.43% of Supply):		184 CFM	
Total Conditioned Air Space:		1,227 Sq.ft	
Supply Air Per Unit Area:		3.3824 CFM/Sq.ft	
Area Per Cooling Capacity:		169.7 Sq.ft/Ton	
Cooling Capacity Per Area:		0.0059 Tons/Sq.ft	
Heating Capacity Per Area:		0.00 Btuh/Sq.ft	
Total Heating Required With Outside Air:		0 Btuh	
Total Cooling Required With Outside Air:		7.23 Tons	

. Aire acondicionado 2, Sala común 2, resumen de cargas y el total de resumen de cargas.

Chvac - Full Commercial HVAC Loads Calculation Program		Elite Software Development, Inc.					
Proterm Peru S.A.C.		EDIF ICHMA, AZOTEA, 041214					
Line: 21		Page 5					
Air Handler #2 - Sala Comun 2 - Summary Loads							
Zn No	Description Zone Peak Time	Area People Volume	Htg.Loss Htg.CFM CFM/Sqft	Sen.Gain Clg.CFM CFM/Sqft	Lat.Gain S.Exh W.Exh	Htg.O.A. Req.CFM Act.CFM	Clg.O.A. Req.CFM Act.CFM
2	Sala Comun 2 3pm April	570 6 6,270	0 0 0.00	34,018 2,150 3.77	1,245 0 0	None 0 0	15/P 86 86
Zone Peak Totals:		570	0	34,018	1,245		
Total Zones: 1		6	0	2,150	0	0	86
Unique Zones: 1		6,270	0.00	3.77	0	0	86

Chvac - Full Commercial HVAC Loads Calculation Program		Elite Software Development, Inc.	
Proterm Peru S.A.C.		EDIF ICHMA, AZOTEA, 041214	
Line: 21		Page 6	
Air Handler #2 - Sala Comun 2 - Total Load Summary			
Air Handler Description:		Sala Comun 2 Constant Volume - Proportion	
Supply Air Fan:		Draw-Thru with program estimated horsepower of 1.04 HP	
Fan Input:		65% motor and fan efficiency with 2 in. water across the fan	
Sensible Heat Ratio:		0.96 --- This system occurs 1 time(s) in the building. ---	
Air System Peak Time:		3pm in April.	
Outdoor Conditions:		Clg: 82° DB, 74° WB, 113.88 grains	
Indoor Conditions:		Clg: 72° DB, 55% RH	
Summer: Ventilation controls outside air, --- Winter: Exhaust controls outside air.			
Zone Space sensible loss:		0 Btuh	
Infiltration sensible loss:		0 Btuh 0 CFM	
Outside Air sensible loss:		0 Btuh 0 CFM	
Supply Duct sensible loss:		0 Btuh	
Return Duct sensible loss:		0 Btuh	
Return Plenum sensible loss:		0 Btuh	
Total System sensible loss:		0 Btuh	
Heating Supply Air: 0 / (.998 X 1.08 X 0) =		0 CFM	
Winter Vent Outside Air (0.0% of supply) =		0 CFM	
Zone space sensible gain:		34,018 Btuh	
Infiltration sensible gain:		0 Btuh	
Draw-thru fan sensible gain:		2,638 Btuh	
Supply duct sensible gain:		1,181 Btuh	
Reserve sensible gain:		0 Btuh	
Total sensible gain on supply side of coil:		37,836 Btuh	
Cooling Supply Air: 37,836 / (.998 X 1.1 X 16) =		2,150 CFM	
Summer Vent Outside Air (4.0% of supply) =		86 CFM	
Return duct sensible gain:		567 Btuh	
Return plenum sensible gain:		0 Btuh	
Outside air sensible gain:		939 Btuh 86 CFM	
Blow-thru fan sensible gain:		0 Btuh	
Total sensible gain on return side of coil:		1,506 Btuh	
Total sensible gain on air handling system:		39,342 Btuh	
Zone space latent gain:		1,245 Btuh	
Infiltration latent gain:		0 Btuh	
Outside air latent gain:		2,873 Btuh	
Total latent gain on air handling system:		4,119 Btuh	
Total system sensible and latent gain:		43,461 Btuh	
Check Figures			
Total Air Handler Supply Air (based on a 16° TD):		2,150 CFM	
Total Air Handler Vent. Air (3.98% of Supply):		86 CFM	
Total Conditioned Air Space:		570 Sq.ft	
Supply Air Per Unit Area:		3.7720 CFM/Sq.ft	
Area Per Cooling Capacity:		157.4 Sq.ft/Ton	
Cooling Capacity Per Area:		0.0064 Tons/Sq.ft	
Heating Capacity Per Area:		0.00 Btuh/Sq.ft	
Total Heating Required With Outside Air:		0 Btuh	
Total Cooling Required With Outside Air:		3.62 Tons	

. Detalles de cargas de la zona (en las horas punta de la zona)
 Figura de Edificio ICHMA, MEZANNINE (entresuelo).

. Resumen de carga del edificio

Chvac - Full Commercial HVAC Loads Calculation Program					Elite Software Development, Inc.		
Proterm Peru S.A.C.					EDIF ICHMA, MEZANNINE, 041214		
Lima, 21					Page 2		
Building Summary Loads							
Building peaks in February at 3pm.							
Bldg Load Descriptions	Area Quan	Sen Loss	%Tot Loss	Lat Gain	Sen Gain	Net Gain	%Net Gain
Roof	1,948	0	0.00	0	26,658	26,658	26.59
Wall	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Glass	348	0	0.00	0	7,843	7,843	7.82
Floor Slab	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Skin Loads		0	0.00	0	34,501	34,501	34.41
Lighting	1,948	0	0.00	0	7,644	7,644	7.62
Equipment	4,870	0	0.00	0	19,110	19,110	19.06
People	19	0	0.00	4,256	5,488	9,745	9.72
Partition	1,479	0	0.00	0	4,762	4,762	4.75
Cool. Pret.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Heat. Pret.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Cool. Vent.	292	0	0.00	10,956	4,493	15,449	15.41
Heat. Vent.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Cool. Infil.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Heat. Infil.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Draw-Thru Fan	0	0	0.00	0	5,467	5,467	5.45
Blow-Thru Fan	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Reheat Cap.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Supply Duct	0	0	0.00	0	2,447	2,447	2.44
Return Duct	0	0	0.00	0	1,143	1,143	1.14
Misc. Supply	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Misc. Return	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Building Totals		0	0.00	15,213	85,056	100,269	100.00
Building Summary	Sen Loss	%Tot Loss	Lat Gain	Sen Gain	Net Gain	%Net Gain	
Ventilation	0	0.00	10,956	4,493	15,449	15.41	
Infiltration	0	0.00	0	0	0	0.00	
Pretreated Air	0	0.00	0	0	0	0.00	
Zone Loads	0	0.00	4,256	71,506	75,762	75.56	
Plenum Loads	0	0.00	0	0	0	0.00	
Fan & Duct Loads	0	0.00	0	9,058	9,058	9.03	
Building Totals	0	0.00	15,213	85,056	100,269	100.00	
Check Figures							
Total Building Supply Air (based on a 16" TD):			4,456	CFM			
Total Building Vent. Air (6.56% of Supply):			292	CFM			
Total Conditioned Air Space:			1,948	Sq.ft			
Supply Air Per Unit Area:			2.2877	CFM/Sq.ft			
Area Per Cooling Capacity:			233.1	Sq.ft/Ton			
Cooling Capacity Per Area:			0.0043	Tons/Sq.ft			
Heating Capacity Per Area:			0.00	Btuh/Sq.ft			
Total Heating Required With Outside Air:			0	Btuh			
Total Cooling Required With Outside Air:			8.36	Tons			

Chvac - Full Commercial HVAC Loads Calculation Program Proterm Peru S.A.C. Lima - 21		Elite Software Development, Inc. EDIF ICHMA, MEZANNINE, 041214 Page 3					
Air Handler #1 - Oficina - Summary Loads							
Zn No	Description Zone Peak Time	Area People Volume	Htg.Loss Htg.CFM CFM/Sqft	Sen.Gain Clg.CFM CFM/Sqft	Lat.Gain S.Exh W.Exh	Htg.O.A. Req.CFM Act.CFM	Clg.O.A. Req.CFM Act.CFM
1	Oficina 3pm February	1,948 19 18,116	0 0 0.00	71,506 4,456 2.29	4,256 0 0	None 0 0	15/P 292 292
Zone Peak Totals:		1,948	0	71,506	4,256		
Total Zones: 1		19	0	4,456	0	0	292
Unique Zones: 1		18,116	0.00	2.29	0	0	292

Chvac - Full Commercial HVAC Loads Calculation Program Proterm Peru S.A.C. Lima - 21		Elite Software Development, Inc. EDIF ICHMA, MEZANNINE, 041214 Page 4	
Air Handler #1 - Oficina - Total Load Summary			
Air Handler Description:		Oficina Constant Volume - Proportion	
Supply Air Fan:		Draw-Thru with program estimated horsepower of 2.16 HP	
Fan Input:		65% motor and fan efficiency with 2 in. water across the fan	
Sensible Heat Ratio:		0.95 --- This system occurs 1 time(s) in the building. ---	
Air System Peak Time:		3pm In February.	
Outdoor Conditions:		Clg: 85° DB, 75° WB, 119.60 grains	
Indoor Conditions:		Clg: 72° DB, 55% RH	
Summer: Ventilation controls outside air, --- Winter: Exhaust controls outside air.			
Zone space sensible loss:		0 Btuh	
Infiltration sensible loss:		0 Btuh	
Outside Air sensible loss:		0 Btuh	
Supply Duct sensible loss:		0 Btuh	
Return Duct sensible loss:		0 Btuh	
Return Plenum sensible loss:		0 Btuh	
Total System sensible loss:		0 Btuh	
Heating Supply Air: 0 / (.998 X 1.08 X 0) =		0 CFM	
Winter Vent Outside Air (0.0% of supply) =		0 CFM	
Zone space sensible gain:		71,506 Btuh	
Infiltration sensible gain:		0 Btuh	
Draw-thru fan sensible gain:		5,467 Btuh	
Supply duct sensible gain:		2,447 Btuh	
Reserve sensible gain:		0 Btuh	
Total sensible gain on supply side of coil:		79,420 Btuh	
Cooling Supply Air: 79,420 / (.998 X 1.1 X 16) =		4,456 CFM	
Summer Vent Outside Air (6.6% of supply) =		292 CFM	
Return duct sensible gain:		1,143 Btuh	
Return plenum sensible gain:		0 Btuh	
Outside air sensible gain:		4,493 Btuh	
Blow-thru fan sensible gain:		0 Btuh	
Total sensible gain on return side of coil:		5,636 Btuh	
Total sensible gain on air handling system:		85,056 Btuh	
Zone space latent gain:		4,256 Btuh	
Infiltration latent gain:		0 Btuh	
Outside air latent gain:		10,956 Btuh	
Total latent gain on air handling system:		15,213 Btuh	
Total system sensible and latent gain:		100,269 Btuh	
Check Figures			
Total Air Handler Supply Air (based on a 16° TD):		4,456 CFM	
Total Air Handler Vent. Air (6.6% of Supply):		292 CFM	
Total Conditioned Air Space:		1,948 Sq.ft	
Supply Air Per Unit Area:		2.2877 CFM/Sq.ft	
Area Per Cooling Capacity:		233.1 Sq.ft/Ton	
Cooling Capacity Per Area:		0.0043 Tons/Sq.ft	
Heating Capacity Per Area:		0.00 Btuh/Sq.ft	
Total Heating Required With Outside Air:		0 Btuh	
Total Cooling Required With Outside Air:		8.36 Tons	

Chvac - Full Commercial HVAC Loads Calculation Program Protem Peru S.A.C. Lima, 21					Elite Software Development, Inc. EDIF ICHMA, MEZANNINE, 041214 Page 5			
Zone Detailed Loads (At Zone Peak Times)								
Load Description	Unit Quan	-SC- CFAC	CLTD SHGF	U.Fac -CLF-	Sen. Gain	Lat. Gain	Htg. Mult.	Htg. Loss
Zone 1-Oficina peaks (sensible) in February at 3pm, Air Handler 1 (Oficina), Group 0, 1,948.0 x 1.0, Construction Type: 0 (Medium)								
Roof-1-4-No.Clg-L	1,948	0.50	34.0	0.350	23,181		5.250	10,227
Wall-1-E-C-D	0	1	29.8	0.350	0		0.000	0
Partition-2-1	1479		8/12	0.350	4,141		4.200	6,212
Gls-E-1-90-Tran	348.0	1.000	16	0.194	1,063		2.370	825
0%-0-0-N0-Solar	348.0	0.230	248	0.290	5,756			
Lights-Prof=1	1,948	1.000			6,647			
Equipment-Prof=1	4,870	1.000			16,617	0		
People-Prof=1	19.5	1.000			4,773	3,701		
Sub-total					62,179	3,701		0
Safety factors:					+15%	+15%		+0%
Total w/ safety factors:					71,506	4,256		0

Figura del edificio ICHMA, PISO 1
Resumen de carga del edificio

Chvac - Full Commercial HVAC Loads Calculation Program Protem Peru S.A.C. Lima, 21					Elite Software Development, Inc. EDIF ICHMA PISO 1, 041214 Page 2			
Building Summary Loads								
Building peaks in February at 5pm.								
Bldg Load Descriptions	Area Quan	Sen Loss	%Tot Loss	Lat Gain	Sen Gain	Net Gain	%Net Gain	
Roof	4,305	0	0.00	0	59,780	59,780	20.31	
Wall	1,484	0	0.00	0	10,304	10,304	3.50	
Glass	2,295	0	0.00	0	69,291	69,291	23.55	
Floor Slab	0	0	0.00	0	0	0	0.00	
Skin Loads		0	0.00	0	139,376	139,376	47.36	
Lighting	4,305	0	0.00	0	16,893	16,893	5.74	
Equipment	10,753	0	0.00	0	42,232	42,232	14.35	
People	43	0	0.00	9,406	12,129	21,536	7.32	
Partition	3,550	0	0.00	0	11,430	11,430	3.88	
Cool. Pret.	0	0	0.00	0	0	0	0.00	
Heat. Pret.	0	0	0.00	0	0	0	0.00	
Cool. Vent.	646	0	0.00	24,932	9,220	34,152	11.61	
Heat. Vent.	0	0	0.00	0	0	0	0.00	
Cool. Infil.	0	0	0.00	0	0	0	0.00	
Heat. Infil.	0	0	0.00	0	0	0	0.00	
Draw-Thru Fan	0	0	0.00	0	17,250	17,250	5.88	
Blow-Thru Fan	0	0	0.00	0	0	0	0.00	
Reserve Cap.	0	0	0.00	0	0	0	0.00	
Reheat Cap.	0	0	0.00	0	0	0	0.00	
Supply Duct	0	0	0.00	0	7,722	7,722	2.62	
Return Duct	0	0	0.00	0	3,684	3,684	1.25	
Misc. Supply	0	0	0.00	0	0	0	0.00	
Misc. Return	0	0	0.00	0	0	0	0.00	
Building Totals		0	0.00	34,338	259,935	294,273	100.00	
Building Summary	Sen Loss	%Tot Loss	Lat Gain	Sen Gain	Net Gain	%Net Gain		
Ventilation	0	0.00	24,932	9,220	34,152	11.61		
Infiltration	0	0.00	0	0	0	0.00		
Pretreated Air	0	0.00	0	0	0	0.00		
Zone Loads	0	0.00	9,406	222,059	231,466	78.56		
Plenum Loads	0	0.00	0	0	0	0.00		
Fan & Duct Loads	0	0.00	0	28,656	28,656	9.74		
Building Totals	0	0.00	34,338	259,935	294,273	100.00		
Check Figures								
Total Building Supply Air (based on a 16° TD):				14,061	CFM			
Total Building Vent. Air (4.59% of Supply):				646	CFM			
Total Conditioned Air Space:				4,305	Sq.ft			
Supply Air Per Unit Area:				3,2663	CFM/Sq.ft			
Area Per Cooling Capacity:				175.6	Sq.ft/Ton			
Cooling Capacity Per Area:				0.0057	Tons/Sq.ft			
Heating Capacity Per Area:				0.00	Btu/Sq.ft			
Total Heating Required With Outside Air:				0	Btu/h			
Total Cooling Required With Outside Air:				24.52	Tons			

Air Handler #1 - Oficina 101 - Summary Loads

Zn No	Description Zone Peak Time	Area People Volume	Htg.Loss Htg.CFM CFM/Sqft	Sen.Gain Clg.CFM CFM/Sqft	Lat.Gain S.Exh W.Exh	Htg.O.A. Req.CFM Act.CFM	Clg.O.A. Req.CFM Act.CFM
1	Oficina 101 5pm February	2,638 26 41,944	0 0 0.00	144,477 9,107 3.45	5,764 0 0	None 0 0	15/P 396 396
Zone Peak Totals:		2,638	0	144,477	5,764		
Total Zones: 1		26	0	9,107	0	0	396
Unique Zones: 1		41,944	0.00	3.45	0	0	396

Air Handler #1 - Oficina 101 - Total Load Summary

Air Handler Description: Oficina 101 Constant Volume - Proportion
 Supply Air Fan: Draw-Thru with program estimated horsepower of 4.41 HP
 Fan Input: 65% motor and fan efficiency with 2 in. water across the fan
 Sensible Heat Ratio: 0.96 --- This system occurs 1 time(s) in the building. ---
 Air System Peak Time: 5pm in February.
 Outdoor Conditions: Clg: 85° DB, 76° WB, 121.49 grains
 Indoor Conditions: Clg: 72° DB, 55% RH
 Summer: Ventilation controls outside air, --- Winter: Exhaust controls outside air.

Zone Space sensible loss: 0 Btuh
 Infiltration sensible loss: 0 Btuh 0 CFM
 Outside Air sensible loss: 0 Btuh 0 CFM
 Supply Duct sensible loss: 0 Btuh
 Return Duct sensible loss: 0 Btuh
 Return Plenum sensible loss: 0 Btuh
 Total System sensible loss: 0 Btuh

Heating Supply Air: 0 / (.998 X 1.08 X 0) = 0 CFM
 Winter Vent Outside Air (0.0% of supply) = 0 CFM

Zone space sensible gain: 144,477 Btuh
 Infiltration sensible gain: 0 Btuh
 Draw-thru fan sensible gain: 11,172 Btuh
 Supply duct sensible gain: 5,001 Btuh
 Reserve sensible gain: 0 Btuh
 Total sensible gain on supply side of coil: 160,650 Btuh

Cooling Supply Air: 160,650 / (.998 X 1.1 X 15) = 9,107 CFM
 Summer Vent Outside Air (4.3% of supply) = 396 CFM

Return duct sensible gain: 2,392 Btuh
 Return plenum sensible gain: 0 Btuh
 Outside air sensible gain: 5,650 Btuh 396 CFM
 Blow-thru fan sensible gain: 0 Btuh
 Total sensible gain on return side of coil: 8,042 Btuh
 Total sensible gain on air handling system: 168,692 Btuh

Zone space latent gain: 5,764 Btuh
 Infiltration latent gain: 0 Btuh
 Outside air latent gain: 15,277 Btuh
 Total latent gain on air handling system: 21,041 Btuh
 Total system sensible and latent gain: 189,733 Btuh

Check Figures

Total Air Handler Supply Air (based on a 16" TD): 9,107 CFM
 Total Air Handler Vent. Air (4.35% of Supply): 396 CFM

Total Conditioned Air Space: 2,638 Sq.ft
 Supply Air Per Unit Area: 3.4522 CFM/Sq.ft
 Area Per Cooling Capacity: 166.8 Sq.ft/Ton
 Cooling Capacity Per Area: 0.0060 Tons/Sq.ft
 Heating Capacity Per Area: 0.00 Btuh/Sq.ft

Total Heating Required With Outside Air: 0 Btuh
 Total Cooling Required With Outside Air: 15.81 Tons

Air Handler #2 - Recepcion - Summary Loads

Zn No	Description Zone Peak Time	Area People Volume	Htg.Loss Htg.CFM CFM/Sqft	Sen.Gain Clg.CFM CFM/Sqft	Lat.Gain S.Exh W.Exh	Htg.O.A. Req.CFM Act.CFM	Clg.O.A. Req.CFM Act.CFM
2	Recepcion 3pm February	1,667 17 26,505	0 0 0.00	78,712 4,954 2.97	3,642 0 0	None 0 0	15/P 250 250
Zone Peak Totals:		1,667	0	78,712	3,642		
Total Zones: 1		17	0	4,954	0	0	250
Unique Zones: 1		26,505	0.00	2.97	0	0	250



Air Handler #2 - Recepcion - Total Load Summary

Air Handler Description: Reception Constant Volume - Proportion
 Supply Air Fan: Draw-Thru with program estimated horsepower of 2.40 HP
 Fan Input: 65% motor and fan efficiency with 2 in. water across the fan
 Sensible Heat Ratio: 0.96 --- This system occurs 1 time(s) in the building. ---

Air System Peak Time: 3pm In February.
 Outdoor Conditions: Cig: 86° DB, 76° WB, 119.60 grains
 Indoor Conditions: Cig: 72° DB, 55% RH

Summer: Ventilation controls outside air, --- Winter: Exhaust controls outside air.

Zone Space sensible loss:	0 Btuh		
Infiltration sensible loss:	0 Btuh	0 CFM	
Outside Air sensible loss:	0 Btuh	0 CFM	
Supply Duct sensible loss:	0 Btuh		
Return Duct sensible loss:	0 Btuh		
Return Plenum sensible loss:	0 Btuh		
Total System sensible loss:			0 Btuh

Heating Supply Air: 0 / (.998 X 1.08 X 0) =	0 CFM
Winter Vent Outside Air (0.0% of supply) =	0 CFM

Zone space sensible gain:	78,712 Btuh		
Infiltration sensible gain:	0 Btuh		
Draw-thru fan sensible gain:	6,078 Btuh		
Supply duct sensible gain:	2,721 Btuh		
Reserve sensible gain:	0 Btuh		
Total sensible gain on supply side of coil:			87,511 Btuh

Cooling Supply Air: 87,511 / (.998 X 1.1 X 16) =	4,954 CFM
Summer Vent Outside Air (5.0% of supply) =	250 CFM

Return duct sensible gain:	1,292 Btuh		
Return plenum sensible gain:	0 Btuh		
Outside air sensible gain:	3,845 Btuh	250 CFM	
Blow-thru fan sensible gain:	0 Btuh		
Total sensible gain on return side of coil:			5,137 Btuh
Total sensible gain on air handling system:			92,648 Btuh

Zone space latent gain:	3,642 Btuh		
Infiltration latent gain:	0 Btuh		
Outside air latent gain:	9,376 Btuh		
Total latent gain on air handling system:			13,018 Btuh
Total system sensible and latent gain:			105,666 Btuh

Check Figures

Total Air Handler Supply Air (based on a 16" TD):	4,954 CFM
Total Air Handler Vent. Air (5.05% of Supply):	250 CFM
Total Conditioned Air Space:	1,667 Sq.ft
Supply Air Per Unit Area:	2.9721 CFM/Sq.ft
Area Per Cooling Capacity:	189.3 Sq.ft/Ton
Cooling Capacity Per Area:	0.0053 Tons/Sq.ft
Heating Capacity Per Area:	0.00 Btuh/Sq.ft
Total Heating Required With Outside Air:	0 Btuh
Total Cooling Required With Outside Air:	8.81 Tons

Chvac - Full Commercial HVAC Loads Calculation Program Protem Peru S.A.C. Lima - 21					Elite Software Development, Inc. EDIF ICHMA PISO 1, 041214 Page 7			
Zone Detailed Loads (At Zone Peak Times)								
Load Description	Unit Quan	-SC- CFAC	CLTD SHGF	U.Fac -CLF-	Sen. Gain	Lat. Gain	Htg. Mult.	Htg. Loss
Zone 1-Oficina 101 peaks (sensible) in February at 5pm, Air Handler 1 (Oficina 101), Group 0, 2,638.0 x 1.0, Construction Type: 9 (Medium)								
Roof-1-4-No.Clg-L	2,638	0.50	34.5	0.350	31,854		5.250	13,850
Wall-1-W-C-D	0	1	20.8	0.350	0		0.000	0
Wall-2-N-C-D	505	1	17.3	0.350	3,048		5.250	2,651
Partition-3-1	2108		8/12	0.350	5,902		4.200	8,854
Gls-W-1-90-Tran	1,346.4	1.000	15	0.194	3,853		2.370	3,191
0%0-0-NS-Solar	1,346.4	0.230	248	0.560	43,007			
Lights-Prof=1	2,638	1.000			9,001			
Equipment-Prof=1	6,595	1.000			22,503	0		
People-Prof=1	26.4	1.000			6,463	5,012		
Sub-total					125,632	5,012		0
Safety factors:					+15%	+15%		+0%
Total w/ safety factors:					144,477	5,764		0
Zone 2-Recepcion peaks (sensible) in February at 3pm, Air Handler 2 (Recepcion), Group 0, 1,667.0 x 1.0, Construction Type: 9 (Medium)								
Roof-1-4-No.Clg-L	1,667	0.50	34.0	0.350	19,837		5.250	8,752
Wall-1-E-C-D	0	1	29.8	0.350	0		0.000	0
Wall-3-N-C-D	979	1	12.3	0.350	4,198		5.250	5,141
Partition-2-1	0		8/12	0.350	0		0.000	0
Partition-4-1	1441.6		8/12	0.350	4,036		4.200	6,055
Gls-E-1-90-Tran	826.2	1.000	16	0.194	2,524		2.370	1,958
0%0-0-NS-Solar	826.2	0.230	248	0.290	13,667			
Gls-P-1-90-Tran	122.4	1.000	16	0.194	190		1.896	232
0%0-0-NS-Solar	122.4	0.230	0	0.000	0			
Lights-Prof=1	1,667	1.000			5,688			
Equipment-Prof=1	4,168	1.000			14,220	0		
People-Prof=1	16.7	1.000			4,084	3,167		
Sub-total					68,445	3,167		0
Safety factors:					+15%	+15%		+0%
Total w/ safety factors:					78,712	3,642		0

Figura del edificio ICHMA, PISO 2
. Resumen de carga del edificio

Chvac - Full Commercial HVAC Loads Calculation Program Proform Peru S.A.C. Lima - 21				Elite Software Development, Inc. EDIF ICHMA PISO 2, 041214 Page 2			
Building Summary Loads							
Building peaks in January at 5pm.							
Bldg Load Descriptions	Area Quan	Sen Loss	%Tot Loss	Lat Gain	Sen Gain	Net Gain	%Net Gain
Roof	8,134	0	0.00	0	112,132	112,132	24.76
Wall	2,194	0	0.00	0	16,274	16,274	3.59
Glass	1,882	0	0.00	0	53,628	53,628	11.84
Floor Slab	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Skin Loads		0	0.00	0	182,034	182,034	40.19
Lighting	8,134	0	0.00	0	31,918	31,918	7.05
Equipment	20,335	0	0.00	0	79,794	79,794	17.62
People	81	0	0.00	17,773	22,918	40,690	8.98
Partition	3,664	0	0.00	0	11,796	11,796	2.60
Cool. Pret.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Heat. Pret.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Cool. Vent.	1,220	0	0.00	47,106	17,421	64,527	14.25
Heat. Vent.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Cool. Infil.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Heat. Infil.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Draw-Thru Fan	0	0	0.00	0	25,407	25,407	5.61
Blow-Thru Fan	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Reserve Cap.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Reheat Cap.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Supply Duct	0	0	0.00	0	11,374	11,374	2.51
Return Duct	0	0	0.00	0	5,352	5,352	1.18
Misc. Supply	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Misc. Return	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Building Totals		0	0.00	64,879	388,013	452,892	100.00
Building Summary		Sen Loss	%Tot Loss	Lat Gain	Sen Gain	Net Gain	%Net Gain
Ventilation		0	0.00	47,106	17,421	64,527	14.25
Infiltration		0	0.00	0	0	0	0.00
Pretreated Air		0	0.00	0	0	0	0.00
Zone Loads		0	0.00	17,773	328,460	346,233	76.45
Plenum Loads		0	0.00	0	0	0	0.00
Fan & Duct Loads		0	0.00	0	42,133	42,133	9.30
Building Totals		0	0.00	64,879	388,013	452,892	100.00
Check Figures							
Total Building Supply Air (based on a 16" TD):				20,711	CFM		
Total Building Vent. Air (5.89% of Supply):				1,220	CFM		
Total Conditioned Air Space:				8,134	Sq.ft		
Supply Air Per Unit Area:				2.5462	CFM/Sq.ft		
Area Per Cooling Capacity:				215.5	Sq.ft/Ton		
Cooling Capacity Per Area:				0.0046	Tons/Sq.ft		
Heating Capacity Per Area:				0.00	Btuh/Sq.ft		
Total Heating Required With Outside Air:				0	Btuh		
Total Cooling Required With Outside Air:				37.74	Tons		

Chvac - Full Commercial HVAC Loads Calculation Program Proform Peru S.A.C. Lima - 21				Elite Software Development, Inc. EDIF ICHMA PISO 2, 041214 Page 3			
Air Handler #1 - Oficina 201 - Summary Loads							
Zn No	Description Zone Peak Time	Area People Volume	Htg.Loss Htg.CFM CFM/Sqft	Sen.Gain Clg.CFM CFM/Sqft	Lat.Gain S.Exh W.Exh	Htg.O.A. Req.CFM Act.CFM	Clg.O.A. Req.CFM Act.CFM
1	Oficina 201 5pm February	1,829 18 20,119	0 0 0.00	78,186 4,904 2.68	3,996 0 0	None 0 0	15/P 274 274
	Zone Peak Totals:	1,829	0	78,186	3,996		
	Total Zones: 1	18	0	4,904	0	0	274
	Unique Zones: 1	20,119	0.00	2.68	0	0	274



Air Handler #1 - Oficina 201 - Total Load Summary

Air Handler Description: Oficina 201 Constant Volume - Proportion
 Supply Air Fan: Draw-Thru with program estimated horsepower of 2.37 HP
 Fan Input: 65% motor and fan efficiency with 2 in. water across the fan
 Sensible Heat Ratio: 0.96 --- This system occurs 1 time(s) in the building. ---

Air System Peak Time: 5pm in February.
 Outdoor Conditions: Cig: 85° DB, 76° WB, 121.49 grains
 Indoor Conditions: Cig: 72° DB, 55% RH

Summer: Ventilation controls outside air, --- Winter: Exhaust controls outside air.

Zone Space sensible loss:	0 Btuh	
Infiltration sensible loss:	0 Btuh	0 CFM
Outside Air sensible loss:	0 Btuh	0 CFM
Supply Duct sensible loss:	0 Btuh	
Return Duct sensible loss:	0 Btuh	
Return Plenum sensible loss:	0 Btuh	
Total System sensible loss:		0 Btuh

Heating Supply Air: $0 / (.998 \times 1.08 \times 0) =$	0 CFM
Winter Vent Outside Air (0.0% of supply) =	0 CFM

Zone space sensible gain:	78,186 Btuh	
Infiltration sensible gain:	0 Btuh	
Draw-thru fan sensible gain:	6,016 Btuh	
Supply duct sensible gain:	2,693 Btuh	
Reserve sensible gain:	0 Btuh	
Total sensible gain on supply side of coil:		86,894 Btuh

Cooling Supply Air: $86,894 / (.998 \times 1.1 \times 16) =$	4,904 CFM
Summer Vent Outside Air (5.6% of supply) =	274 CFM

Return duct sensible gain:	1,271 Btuh	
Return plenum sensible gain:	0 Btuh	
Outside air sensible gain:	3,917 Btuh	274 CFM
Blow-thru fan sensible gain:	0 Btuh	
Total sensible gain on return side of coil:		5,188 Btuh
Total sensible gain on air handling system:		92,083 Btuh

Zone space latent gain:	3,996 Btuh	
Infiltration latent gain:	0 Btuh	
Outside air latent gain:	10,592 Btuh	
Total latent gain on air handling system:		14,589 Btuh
Total system sensible and latent gain:		106,671 Btuh

Check Figures

Total Air Handler Supply Air (based on a 16° TD):	4,904 CFM
Total Air Handler Vent. Air (5.59% of Supply):	274 CFM
Total Conditioned Air Space:	1,829 Sq.ft
Supply Air Per Unit Area:	2.6811 CFM/Sq.ft
Area Per Cooling Capacity:	205.8 Sq.ft/Ton
Cooling Capacity Per Area:	0.0049 Tons/Sq.ft
Heating Capacity Per Area:	0.00 Btuh/Sq.ft
Total Heating Required With Outside Air:	0 Btuh
Total Cooling Required With Outside Air:	8.89 Tons

Chvac - Full Commercial HVAC Loads Calculation Program		Elite Software Development, Inc.					
Protem Peru S.A.C.		EDIF ICHMA PISO 2, 041214					
Line: 21		Page 5					
Air Handler #2 - Oficina 202 - Summary Loads							
Zn No	Description Zone Peak Time	Area People Volume	Htg.Loss Htg.CFM CFM/Sqft	Sen.Gain Clg.CFM CFM/Sqft	Lat.Gain S.Exh W.Exh	Htg.O.A. Req.CFM Act.CFM	Clg.O.A. Req.CFM Act.CFM
2	Oficina 202 4pm February	1,259 13 13,849	0 0 0.00	51,585 3,230 2.57	2,751 0 0	None 0 0	15/P 189 189
Zone Peak Totals:		1,259	0	51,585	2,751		
Total Zones: 1		13	0	3,230	0	0	189
Unique Zones: 1		13,849	0.00	2.57	0	0	189

Chvac - Full Commercial HVAC Loads Calculation Program		Elite Software Development, Inc.	
Protem Peru S.A.C.		EDIF ICHMA PISO 2, 041214	
Line: 21		Page 6	
Air Handler #2 - Oficina 202 - Total Load Summary			
Air Handler Description:		Oficina 202 Constant Volume - Proportion	
Supply Air Fan:		Draw-Thru with program estimated horsepower of 1.56 HP	
Fan Input:		65% motor and fan efficiency with 2 in. water across the fan	
Sensible Heat Ratio:		0.95 --- This system occurs 1 time(s) in the building. ---	
Air System Peak Time:		4pm In February.	
Outdoor Conditions:		Clg: 85° DB, 76° WB, 120.17 grains	
Indoor Conditions:		Clg: 72° DB, 55% RH	
Summer: Ventilation controls outside air, --- Winter: Exhaust controls outside air.			
Zone space sensible loss:		0 Btuh	
Infiltration sensible loss:		0 Btuh 0 CFM	
Outside Air sensible loss:		0 Btuh 0 CFM	
Supply Duct sensible loss:		0 Btuh	
Return Duct sensible loss:		0 Btuh	
Return Plenum sensible loss:		0 Btuh	
Total System sensible loss:		0 Btuh	
Heating Supply Air: 0 / (.998 X 1.08 X 0) =		0 CFM	
Winter Vent Outside Air (0.0% of supply) =		0 CFM	
Zone space sensible gain:		51,585 Btuh	
Infiltration sensible gain:		0 Btuh	
Draw-thru fan sensible gain:		3,962 Btuh	
Supply duct sensible gain:		1,774 Btuh	
Reserve sensible gain:		0 Btuh	
Total sensible gain on supply side of coil:		57,321 Btuh	
Cooling Supply Air: 57,321 / (.998 X 1.1 X 16) =		3,230 CFM	
Summer Vent Outside Air (5.8% of supply) =		189 CFM	
Return duct sensible gain:		835 Btuh	
Return plenum sensible gain:		0 Btuh	
Outside air sensible gain:		2,904 Btuh 189 CFM	
Blow-thru fan sensible gain:		0 Btuh	
Total sensible gain on return side of coil:		3,739 Btuh	
Total sensible gain on air handling system:		61,060 Btuh	
Zone space latent gain:		2,751 Btuh	
Infiltration latent gain:		0 Btuh	
Outside air latent gain:		7,081 Btuh	
Total latent gain on air handling system:		9,832 Btuh	
Total system sensible and latent gain:		70,892 Btuh	
Check Figures			
Total Air Handler Supply Air (based on a 16° TD):		3,230 CFM	
Total Air Handler Vent. Air (5.85% of Supply):		189 CFM	
Total Conditioned Air Space:		1,259 Sq.ft	
Supply Air Per Unit Area:		2.5655 CFM/Sq.ft	
Area Per Cooling Capacity:		213.1 Sq.ft/Ton	
Cooling Capacity Per Area:		0.0047 Tons/Sq.ft	
Heating Capacity Per Area:		0.00 Btuh/Sq.ft	
Total Heating Required With Outside Air:		0 Btuh	
Total Cooling Required With Outside Air:		5.91 Tons	

Air Handler #3 - Oficina 203 - Summary Loads							
Zn No	Description Zone Peak Time	Area People Volume	Htg.Loss Htg.CFM CFM/Sqft	Sen.Gain Clg.CFM CFM/Sqft	Lat.Gain S.Exh W.Exh	Htg.O.A. Req.CFM Act.CFM	Clg.O.A. Req.CFM Act.CFM
3	Oficina 203 3pm January	2,743 27 30,173	0 0 0.00	103,169 6,437 2.35	5,993 0 0	None 0 0	15/P 411 411
Zone Peak Totals:		2,743	0	103,169	5,993		
Total Zones: 1		27	0	6,437	0	0	411
Unique Zones: 1		30,173	0.00	2.35	0	0	411

Air Handler #3 - Oficina 203 - Total Load Summary	
Air Handler Description:	Oficina 203 Constant Volume - Proportion
Supply Air Fan:	Draw-Thru with program estimated horsepower of 3.11 HP
Fan Input:	65% motor and fan efficiency with 2 in. water across the fan
Sensible Heat Ratio:	0.95 --- This system occurs 1 time(s) in the building. ---
Air System Peak Time:	3pm In January.
Outdoor Conditions:	Clg: 86° DB, 76° WB, 119.60 grains
Indoor Conditions:	Clg: 72° DB, 55% RH
Summer: Ventilation controls outside air, --- Winter: Exhaust controls outside air.	
Zone Space sensible loss:	0 Btuh
Infiltration sensible loss:	0 Btuh 0 CFM
Outside Air sensible loss:	0 Btuh 0 CFM
Supply Duct sensible loss:	0 Btuh
Return Duct sensible loss:	0 Btuh
Return Plenum sensible loss:	0 Btuh
Total System sensible loss:	0 Btuh
Heating Supply Air: 0 / (.998 X 1.08 X 0) =	0 CFM
Winter Vent Outside Air (0.0% of supply) =	0 CFM
Zone space sensible gain:	103,169 Btuh
Infiltration sensible gain:	0 Btuh
Draw-thru fan sensible gain:	7,896 Btuh
Supply duct sensible gain:	3,535 Btuh
Reserve sensible gain:	0 Btuh
Total sensible gain on supply side of coil:	114,600 Btuh
Cooling Supply Air: 114,600 / (.998 X 1.1 X 16) =	6,437 CFM
Summer Vent Outside Air (6.4% of supply) =	411 CFM
Return duct sensible gain:	1,654 Btuh
Return plenum sensible gain:	0 Btuh
Outside air sensible gain:	6,327 Btuh 411 CFM
Blow-thru fan sensible gain:	0 Btuh
Total sensible gain on return side of coil:	7,981 Btuh
Total sensible gain on air handling system:	122,581 Btuh
Zone space latent gain:	5,993 Btuh
Infiltration latent gain:	0 Btuh
Outside air latent gain:	15,428 Btuh
Total latent gain on air handling system:	21,421 Btuh
Total system sensible and latent gain:	144,002 Btuh

Check Figures	
Total Air Handler Supply Air (based on a 16° TD):	6,437 CFM
Total Air Handler Vent. Air (6.39% of Supply):	411 CFM
Total Conditioned Air Space:	2,743 Sq.ft
Supply Air Per Unit Area:	2.3466 CFM/Sq.ft
Area Per Cooling Capacity:	228.6 Sq.ft/Ton
Cooling Capacity Per Area:	0.0044 Tons/Sq.ft
Heating Capacity Per Area:	0.00 Btuh/Sq.ft
Total Heating Required With Outside Air:	0 Btuh
Total Cooling Required With Outside Air:	12.00 Tons

Chvac - Full Commercial HVAC Loads Calculation Program		Elite Software Development, Inc.					
Proterm Peru S.A.C.		EDIF ICHMA PISO 2, 041214					
Line: 21		Page: 9					
Air Handler #4 - Oficina 204 - Summary Loads							
Zn No	Description Zone Peak Time	Area People Volume	Htg.Loss Htg.CFM CFM/Sqft	Sen.Gain Clg.CFM CFM/Sqft	Lat.Gain S.Exh W.Exh	Htg.O.A. Req.CFM Act.CFM	Clg.O.A. Req.CFM Act.CFM
4	Oficina 204 5pm January	2,303 23 25,333	0 0 0.00	97,926 6,141 2.67	5,032 0 0	None 0 0	15/P 345 345
Zone Peak Totals:		2,303	0	97,926	5,032		
Total Zones: 1		23	0	6,141	0	0	345
Unique Zones: 1		25,333	0.00	2.67	0	0	345

Chvac - Full Commercial HVAC Loads Calculation Program		Elite Software Development, Inc.	
Proterm Peru S.A.C.		EDIF ICHMA PISO 2, 041214	
Line: 21		Page: 10	
Air Handler #4 - Oficina 204 - Total Load Summary			
Air Handler Description: Oficina 204 Constant Volume - Proportion			
Supply Air Fan: Draw-Thru with program estimated horsepower of 2.97 HP			
Fan Input: 65% motor and fan efficiency with 2 in. water across the fan			
Sensible Heat Ratio: 0.96 --- This system occurs 1 time(s) in the building. ---			
Air System Peak Time: 5pm in January.			
Outdoor Conditions: Clg: 85° DB, 76° WB, 121.49 grains			
Indoor Conditions: Clg: 72° DB, 55% RH			
Summer: Ventilation controls outside air, --- Winter: Exhaust controls outside air.			
Zone space sensible loss: 0 Btuh			
Infiltration sensible loss: 0 Btuh 0 CFM			
Outside Air sensible loss: 0 Btuh 0 CFM			
Supply Duct sensible loss: 0 Btuh			
Return Duct sensible loss: 0 Btuh			
Return Plenum sensible loss: 0 Btuh			
Total System sensible loss: 0 Btuh			
Heating Supply Air: 0 / (.998 X 1.08 X 0) = 0 CFM			
Winter Vent Outside Air (0.0% of supply) = 0 CFM			
Zone space sensible gain: 97,926 Btuh			
Infiltration sensible gain: 0 Btuh			
Draw-thru fan sensible gain: 7,533 Btuh			
Supply duct sensible gain: 3,372 Btuh			
Reserve sensible gain: 0 Btuh			
Total sensible gain on supply side of coil: 108,831 Btuh			
Cooling Supply Air: 108,831 / (.998 X 1.1 X 16) = 6,141 CFM			
Summer Vent Outside Air (5.6% of supply) = 345 CFM			
Return duct sensible gain: 1,591 Btuh			
Return plenum sensible gain: 0 Btuh			
Outside air sensible gain: 4,932 Btuh 345 CFM			
Blow-thru fan sensible gain: 0 Btuh			
Total sensible gain on return side of coil: 6,524 Btuh			
Total sensible gain on air handling system: 115,355 Btuh			
Zone space latent gain: 5,032 Btuh			
Infiltration latent gain: 0 Btuh			
Outside air latent gain: 13,337 Btuh			
Total latent gain on air handling system: 18,369 Btuh			
Total system sensible and latent gain: 133,724 Btuh			
Check Figures			
Total Air Handler Supply Air (based on a 16" TD):		6,141 CFM	
Total Air Handler Vent. Air (5.6% of Supply):		345 CFM	
Total Conditioned Air Space:		2,303 Sq.ft	
Supply Air Per Unit Area:		2.6663 CFM/Sq.ft	
Area Per Cooling Capacity:		206.7 Sq.ft/Ton	
Cooling Capacity Per Area:		0.0048 Tons/Sq.ft	
Heating Capacity Per Area:		0.00 Btuh/Sq.ft	
Total Heating Required With Outside Air:		0 Btuh	
Total Cooling Required With Outside Air:		11.14 Tons	



Zone Detailed Loads (At Zone Peak Times)

Load Description	Unit Quan	-SC- CFAC	CLTD SHGF	U.Fac -CLF-	Sen. Gain	Lat. Gain	Htg. Mult.	Htg. Loss
Zone 1-Oficina 201 peaks (sensible) in February at 5pm, Air Handler 1 (Oficina 201), Group 0, 1,829.0 x 1.0, Construction Type: 9 (Medium)								
Roof-1-4-No.Clg-L	1,829	0.50	34.5	0.350	22,085		5.250	9,602
Wall-1-W-C-D	0	1	20.8	0.350	0		0.000	0
Wall-2-N-C-D	686	1	17.3	0.350	4,144		5.250	3,604
Partition-3-1	858.5		8/12	0.350	2,404		4.200	3,606
Gls-W-1-90-Tran	374.4	1.000	15	0.194	1,071		2.370	887
0%0-0-NS-Solar	374.4	0.230	248	0.560	11,959			
Lights-Prof=1	1,829	1.000			6,241			
Equipment-Prof=1	4,573	1.000			15,602	0		
People-Prof=1	18.3	1.000			4,481	3,475		
Sub-total					67,988	3,475		0
Safety factors:					+15%	+15%		+0%
Total w/ safety factors:					78,186	3,996		0
Zone 2-Oficina 202 peaks (sensible) in February at 4pm, Air Handler 2 (Oficina 202), Group 0, 1,259.0 x 1.0, Construction Type: 9 (Medium)								
Roof-1-4-No.Clg-L	1,259	0.50	34.5	0.350	15,202		5.250	6,610
Wall-1-E-C-D	0	1	29.8	0.350	0		0.000	0
Wall-2-N-C-D	458	1	15.3	0.350	2,442		5.250	2,402
Partition-3-1	722.5		8/12	0.350	2,023		4.200	3,035
Gls-E-1-90-Tran	395.2	1.000	16	0.194	1,208		2.370	937
0%0-0-NS-Solar	395.2	0.230	248	0.260	5,861			
Lights-Prof=1	1,259	1.000			4,296			
Equipment-Prof=1	3,148	1.000			10,740	0		
People-Prof=1	12.6	1.000			3,085	2,392		
Sub-total					44,857	2,392		0
Safety factors:					+15%	+15%		+0%
Total w/ safety factors:					51,585	2,751		0
Zone 3-Oficina 203 peaks (sensible) in January at 3pm, Air Handler 3 (Oficina 203), Group 0, 2,743.0 x 1.0, Construction Type: 9 (Medium)								
Roof-1-4-No.Clg-L	2,743	0.50	33.8	0.350	32,402		5.250	14,401
Wall-1-E-C-D	0	1	29.3	0.350	0		0.000	0
Wall-2-S-C-D	614	1	17.3	0.350	3,705		5.250	3,221
Partition-3-1	1096.5		8/12	0.350	3,070		4.200	4,605
Gls-E-1-90-Tran	572.0	1.000	16	0.194	1,748		2.370	1,356
0%0-0-NS-Solar	572.0	0.230	244	0.290	9,309			
Lights-Prof=1	2,743	1.000			9,360			
Equipment-Prof=1	6,858	1.000			23,399	0		
People-Prof=1	27.4	1.000			6,720	5,212		
Sub-total					89,712	5,212		0
Safety factors:					+15%	+15%		+0%
Total w/ safety factors:					103,169	5,993		0

Chivac - Full Commercial HVAC Loads Calculation Program Protemi Peru S.A.C.				Elita Software Development, Inc. EDIF ICHMA PISO 2, 041214			
Line: 21				Page: 12			
Zone Detailed Loads (At Zone Peak Times) (cont'd)							
Load Description	Unit Quan	-SC- CFAC	CLTD SHGF	U.Fac -CLF-	Sen. Gain	Lat. Gain	Htg. Mult. Htg. Loss
Zone 4-Oficina 204 peaks (sensible) in January at 5pm, Air Handler 4 (Oficina 204), Group 0, 2,303.0 x 1.0, Construction Type: 9 (Medium)							
Roof-1-4-No.Clg-L	2,303	0.50	34.3	0.350	27,607		5,250 12,091
Wall-1-W-C-D	0	1	20.3	0.350	0		0.000 0
Wall-2-G-C-D	437	1	20.3	0.350	3,096		5,250 2,293
Partition-3-1	986		8/12	0.350	2,761		4,200 4,141
Gls-W-1-90-Tran	540.8	1.000	15	0.194	1,547		2,370 1,282
0%0-0-ND-Solar	540.8	0.230	244	0.560	16,996		
Lights-Prof=1	2,303	1.000			7,858		
Equipment-Prof=1	5,758	1.000			19,645	0	
People-Prof=1	23.0	1.000			5,642	4,376	
Sub-total					85,153	4,376	0
Safety factors:					+15%	+15%	+0%
Total w/ safety factors:					97,926	5,032	0

Figura del edificio ICHMA, PISO 3 a 7
. Resumen de carga del edificio

Chivac - Full Commercial HVAC Loads Calculation Program Protemi Peru S.A.C.				Elita Software Development, Inc. EDIF ICHMA PISOS 3 AL 7, 041214			
Line: 21				Page: 2			
Building Summary Loads							
Building peaks in January at 5pm.							
Bldg Load Descriptions	Area Quan	Sen Loss	%Tot Loss	Lat Gain	Sen Gain	Net Gain	%Net Gain
Roof	7,880	0	0.00	0	108,631	108,631	24.51
Wall	1,986	0	0.00	0	14,799	14,799	3.34
Glass	2,080	0	0.00	0	57,370	57,370	12.95
Floor Slab	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Skin Loads		0	0.00	0	180,799	180,799	40.80
Lighting	7,880	0	0.00	0	30,921	30,921	6.98
Equipment	19,700	0	0.00	0	77,302	77,302	17.44
People	79	0	0.00	17,218	22,202	39,420	8.89
Partition	3,366	0	0.00	0	10,839	10,839	2.45
Cool. Pret.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Heat. Pret.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Cool. Vent.	1,182	0	0.00	45,635	16,877	62,512	14.11
Heat. Vent.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Cool. Infil.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Heat. Infil.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Draw-Thru Fan	0	0	0.00	0	24,948	24,948	5.63
Blow-Thru Fan	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Reheat Cap.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Supply Duct	0	0	0.00	0	11,168	11,168	2.52
Return Duct	0	0	0.00	0	5,260	5,260	1.19
Misc. Supply	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Misc. Return	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Building Totals		0	0.00	62,853	380,315	443,168	100.00
Building Summary		Sen Loss	%Tot Loss	Lat Gain	Sen Gain	Net Gain	%Net Gain
Ventilation	0	0	0.00	45,635	16,877	62,512	14.11
Infiltration	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Pretreated Air	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Zone Loads	0	0	0.00	17,218	322,062	339,280	76.56
Plenum Loads	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Fan & Duct Loads	0	0	0.00	0	41,376	41,376	9.34
Building Totals		0	0.00	62,853	380,315	443,168	100.00
Check Figures							
Total Building Supply Air (based on a 16" TD):				20,337	CFM		
Total Building Vent. Air (5.81% of Supply):				1,182	CFM		
Total Conditioned Air Space:				7,880	Sq.ft		
Supply Air Per Unit Area:				2.598	CFM/Sq.ft		
Area Per Cooling Capacity:				213.4	Sq.ft/Ton		
Cooling Capacity Per Area:				0.0047	Tons/Sq.ft		
Heating Capacity Per Area:				0.00	BtuH/Sq.ft		
Total Heating Required With Outside Air:				0	BtuH		
Total Cooling Required With Outside Air:				35.93	Tons		

Air Handler #1 - Ofi T 301 - Summary Loads							
Zn No	Description Zone Peak Time	Area People Volume	Htg.Loss Htg.CFM CFM/Sqft	Sen.Gain Clg.CFM CFM/Sqft	Lat.Gain S.Exh W.Exh	Htg.O.A. Req.CFM Act.CFM	Clg.O.A. Req.CFM Act.CFM
1	Oficina T 301	1,657	0	72,554	3,621	None	15/P
	Spm February	17	0	4,555	0	0	249
		18,227	0.00	2.75	0	0	249
Zone Peak Totals:		1,657	0	72,554	3,621		
Total Zones: 1		17	0	4,555	0	0	249
Unique Zones: 1		18,227	0.00	2.75	0	0	249

Air Handler #1 - Ofi T 301 - Total Load Summary	
Air Handler Description:	Ofi T 301 Constant Volume - Proportion
Supply Air Fan:	Draw-Thru with program estimated horsepower of 2.20 HP
Fan Input:	65% motor and fan efficiency with 2 in. water across the fan
Sensible Heat Ratio:	0.96 --- This system occurs 1 time(s) in the building. ---
Air System Peak Time:	Spm In February.
Outdoor Conditions:	Clg: 85° DB, 75° WB, 121.49 grains
Indoor Conditions:	Clg: 72° DB, 55% RH
Summer: Ventilation controls outside air, --- Winter: Exhaust controls outside air.	
Zone space sensible loss:	0 Btuh
Infiltration sensible loss:	0 Btuh 0 CFM
Outside Air sensible loss:	0 Btuh 0 CFM
Supply Duct sensible loss:	0 Btuh
Return Duct sensible loss:	0 Btuh
Return Plenum sensible loss:	0 Btuh
Total System sensible loss:	0 Btuh
Heating Supply Air: 0 / (.998 X 1.08 X 0) =	0 CFM
Winter Vent Outside Air (0.0% of supply) =	0 CFM
Zone space sensible gain:	72,554 Btuh
Infiltration sensible gain:	0 Btuh
Draw-thru fan sensible gain:	5,587 Btuh
Supply duct sensible gain:	2,501 Btuh
Reserve sensible gain:	0 Btuh
Total sensible gain on supply side of coil:	80,643 Btuh
Cooling Supply Air: 80,643 / (.998 X 1.1 X 16) =	4,555 CFM
Summer Vent Outside Air (5.5% of supply) =	249 CFM
Return duct sensible gain:	1,182 Btuh
Return plenum sensible gain:	0 Btuh
Outside air sensible gain:	3,549 Btuh 249 CFM
Blow-thru fan sensible gain:	0 Btuh
Total sensible gain on return side of coil:	4,731 Btuh
Total sensible gain on air handling system:	85,374 Btuh
Zone space latent gain:	3,621 Btuh
Infiltration latent gain:	0 Btuh
Outside air latent gain:	9,596 Btuh
Total latent gain on air handling system:	13,217 Btuh
Total system sensible and latent gain:	98,591 Btuh
Check Figures	
Total Air Handler Supply Air (based on a 16" TD):	4,555 CFM
Total Air Handler Vent. Air (5.46% of Supply):	249 CFM
Total Conditioned Air Space:	1,657 Sq.ft
Supply Air Per Unit Area:	2.7487 CFM/Sq.ft
Area Per Cooling Capacity:	201.7 Sq.ft/Ton
Cooling Capacity Per Area:	0.0050 Tons/Sq.ft
Heating Capacity Per Area:	0.00 Btuh/Sq.ft
Total Heating Required With Outside Air:	0 Btuh
Total Cooling Required With Outside Air:	8.22 Tons



Air Handler #2 - Ofi T 302 - Summary Loads

Zn No	Description Zone Peak Time	Area People Volume	Htg.Loss Htg.CFM CFM/Sqft	Sen.Gain Clg.CFM CFM/Sqft	Lat.Gain S.Exh W.Exh	Htg.O.A. Req.CFM Act.CFM	Clg.O.A. Req.CFM Act.CFM
2	Oficina T 302 4pm February	1,271 13 13,981	0 0 0.00	51,950 3,252 2.56	2,777 0 0	None 0 0	15/P 191 191
Zone Peak Totals:		1,271	0	51,950	2,777		
Total Zones: 1		13	0	3,252	0	0	191
Unique Zones: 1		13,981	0.00	2.56	0	0	191



Air Handler #2 - Ofi T 302 - Total Load Summary

Air Handler Description: Ofi T 302 Constant Volume - Proportion
 Supply Air Fan: Draw-Thru with program estimated horsepower of 1.57 HP
 Fan Input: 65% motor and fan efficiency with 2 in. water across the fan
 Sensible Heat Ratio: 0.95 --- This system occurs 1 time(s) in the building. ---

Air System Peak Time: 4pm In February.
 Outdoor Conditions: Clg: 86° DB, 76° WB, 120.17 grains
 Indoor Conditions: Clg: 72° DB, 55% RH

Summer: Ventilation controls outside air, --- Winter: Exhaust controls outside air.

Zone Space sensible loss:	0 Btuh	
Infiltration sensible loss:	0 Btuh	0 CFM
Outside Air sensible loss:	0 Btuh	0 CFM
Supply Duct sensible loss:	0 Btuh	
Return Duct sensible loss:	0 Btuh	
Return Plenum sensible loss:	0 Btuh	
Total System sensible loss:		0 Btuh
Heating Supply Air: 0 / (.998 X 1.08 X 0) =		0 CFM
Winter Vent Outside Air (0.0% of supply) =		0 CFM
Zone space sensible gain:	51,950 Btuh	
Infiltration sensible gain:	0 Btuh	
Draw-thru fan sensible gain:	3,990 Btuh	
Supply duct sensible gain:	1,786 Btuh	
Reserve sensible gain:	0 Btuh	
Total sensible gain on supply side of coil:		57,726 Btuh
Cooling Supply Air: 57,726 / (.998 X 1.1 X 16) =		3,252 CFM
Summer Vent Outside Air (5.9% of supply) =		191 CFM
Return duct sensible gain:	841 Btuh	
Return plenum sensible gain:	0 Btuh	
Outside air sensible gain:	2,932 Btuh	191 CFM
Blow-thru fan sensible gain:	0 Btuh	
Total sensible gain on return side of coil:		3,772 Btuh
Total sensible gain on air handling system:		61,499 Btuh
Zone space latent gain:	2,777 Btuh	
Infiltration latent gain:	0 Btuh	
Outside air latent gain:	7,149 Btuh	
Total latent gain on air handling system:		9,926 Btuh
Total system sensible and latent gain:		71,424 Btuh

Check Figures

Total Air Handler Supply Air (based on a 16" TD):	3,252 CFM
Total Air Handler Vent. Air (5.86% of Supply):	191 CFM
Total Conditioned Air Space:	1,271 Sq.ft
Supply Air Per Unit Area:	2.5590 CFM/Sq.ft
Area Per Cooling Capacity:	213.5 Sq.ft/Ton
Cooling Capacity Per Area:	0.0047 Tons/Sq.ft
Heating Capacity Per Area:	0.00 Btuh/Sq.ft
Total Heating Required With Outside Air:	0 Btuh
Total Cooling Required With Outside Air:	5.95 Tons



Air Handler #3 - Ofi T 303 - Summary Loads

Zn No	Description Zone Peak Time	Area People Volume	Htg. Loss Htg. CFM CFM/Sqft	Sen. Gain Clg. CFM CFM/Sqft	Lat. Gain S. Exh W. Exh	Htg. O.A. Req. CFM Act. CFM	Clg. O.A. Req. CFM Act. CFM
3	Oficina T 303 3pm January	2,137 21 23,507	0 0 0.00	83,102 5,192 2.43	4,669 0 0	None 0 0	15/P 321 321
Zone Peak Totals:		2,137	0	83,102	4,669		
Total Zones: 1		21	0	5,192	0	0	321
Unique Zones: 1		23,507	0.00	2.43	0	0	321



Air Handler #3 - Ofi T 303 - Total Load Summary

Air Handler Description: Ofi T 303 Constant Volume - Proportion
 Supply Air Fan: Draw-Thru with program estimated horsepower of 2.51 HP
 Fan Input: 65% motor and fan efficiency with 2 in. water across the fan
 Sensible Heat Ratio: 0.95 --- This system occurs 1 time(s) in the building. ---

Air System Peak Time: 3pm in January.
 Outdoor Conditions: Cig: 86° DB, 76° WB, 119.60 grains
 Indoor Conditions: Cig: 72° DB, 55% RH

Summer: Ventilation controls outside air, --- Winter: Exhaust controls outside air.

Zone space sensible loss:	0 Btuh	
Infiltration sensible loss:	0 Btuh	0 CFM
Outside Air sensible loss:	0 Btuh	0 CFM
Supply Duct sensible loss:	0 Btuh	
Return Duct sensible loss:	0 Btuh	
Return Plenum sensible loss:	0 Btuh	
Total System sensible loss:		0 Btuh

Heating Supply Air: 0 / (.998 X 1.08 X 0) =	0 CFM
Winter Vent Outside Air (0.0% of supply) =	0 CFM

Zone space sensible gain:	83,102 Btuh	
Infiltration sensible gain:	0 Btuh	
Draw-thru fan sensible gain:	6,370 Btuh	
Supply duct sensible gain:	2,851 Btuh	
Reserve sensible gain:	0 Btuh	
Total sensible gain on supply side of coil:		92,323 Btuh

Cooling Supply Air: 92,323 / (.998 X 1.1 X 16) =	5,192 CFM
Summer Vent Outside Air (5.2% of supply) =	321 CFM

Return duct sensible gain:	1,338 Btuh	
Return plenum sensible gain:	0 Btuh	
Outside air sensible gain:	4,929 Btuh	321 CFM
Blow-thru fan sensible gain:	0 Btuh	
Total sensible gain on return side of coil:		6,267 Btuh
Total sensible gain on air handling system:		98,589 Btuh

Zone space latent gain:	4,669 Btuh	
Infiltration latent gain:	0 Btuh	
Outside air latent gain:	12,019 Btuh	
Total latent gain on air handling system:		16,689 Btuh
Total system sensible and latent gain:		115,278 Btuh

Check Figures

Total Air Handler Supply Air (based on a 16° TD):	5,192 CFM
Total Air Handler Vent. Air (5.17% of Supply):	321 CFM
Total Conditioned Air Space:	2,137 Sq.ft
Supply Air Per Unit Area:	2.4297 CFM/Sq.ft
Area Per Cooling Capacity:	222.5 Sq.ft/Ton
Cooling Capacity Per Area:	0.0045 Tons/Sq.ft
Heating Capacity Per Area:	0.00 Btuh/Sq.ft
Total Heating Required With Outside Air:	0 Btuh
Total Cooling Required With Outside Air:	9.61 Tons



Air Handler #4 - Ofi T 304 - Summary Loads

Zn No	Description Zone Peak Time	Area People Volume	Htg.Loss Htg.CFM CFM/Sqft	Sen.Gain Clg.CFM CFM/Sqft	Lat.Gain S.Exh W.Exh	Htg.O.A. Req.CFM Act.CFM	Clg.O.A. Req.CFM Act.CFM
4	Oficina T 304 5pm January	2,815 28 30,965	0 0 0.00	117,112 7,337 2.61	6,151 0 0	None 0 0	15/P 422 422
Zone Peak Totals:		2,815	0	117,112	6,151		
Total Zones: 1		28	0	7,337	0	0	422
Unique Zones: 1		30,965	0.00	2.61	0	0	422



Air Handler #4 - Ofi T 304 - Total Load Summary

Air Handler Description: Ofi T 304 Constant Volume - Proportion
 Supply Air Fan: Draw-Thru with program estimated horsepower of 3.55 HP
 Fan Input: 65% motor and fan efficiency with 2 in. water across the fan
 Sensible Heat Ratio: 0.95 --- This system occurs 1 time(s) in the building. ---

Air System Peak Time: 5pm in January.
 Outdoor Conditions: Cig: 85° DB, 76° WB, 121.49 grains
 Indoor Conditions: Cig: 72° DB, 55% RH

Summer: Ventilation controls outside air, --- Winter: Exhaust controls outside air.

Zone space sensible loss:	0 Btuh	
Infiltration sensible loss:	0 Btuh	0 CFM
Outside Air sensible loss:	0 Btuh	0 CFM
Supply Duct sensible loss:	0 Btuh	
Return Duct sensible loss:	0 Btuh	
Return Plenum sensible loss:	0 Btuh	
Total System sensible loss:		0 Btuh

Heating Supply Air: 0 / (.998 X 1.08 X 0) =	0 CFM
Winter Vent Outside Air (0.0% of supply) =	0 CFM

Zone space sensible gain:	117,112 Btuh	
Infiltration sensible gain:	0 Btuh	
Draw-thru fan sensible gain:	9,001 Btuh	
Supply duct sensible gain:	4,029 Btuh	
Reserve sensible gain:	0 Btuh	
Total sensible gain on supply side of coil:		130,143 Btuh

Cooling Supply Air: 130,143 / (.998 X 1.1 X 15) =	7,337 CFM
Summer Vent Outside Air (5.8% of supply) =	422 CFM

Return duct sensible gain:	1,899 Btuh	
Return plenum sensible gain:	0 Btuh	
Outside air sensible gain:	6,029 Btuh	422 CFM
Blow-thru fan sensible gain:	0 Btuh	
Total sensible gain on return side of coil:		7,928 Btuh
Total sensible gain on air handling system:		138,070 Btuh

Zone space latent gain:	6,151 Btuh	
Infiltration latent gain:	0 Btuh	
Outside air latent gain:	16,302 Btuh	
Total latent gain on air handling system:		22,453 Btuh
Total system sensible and latent gain:		160,524 Btuh

Check Figures

Total Air Handler Supply Air (based on a 16° TD):	7,337 CFM
Total Air Handler Vent. Air (5.75% of Supply):	422 CFM
Total Conditioned Air Space:	2,815 Sq.ft
Supply Air Per Unit Area:	2.6065 CFM/Sq.ft
Area Per Cooling Capacity:	210.4 Sq.ft/Ton
Cooling Capacity Per Area:	0.0048 Tons/Sq.ft
Heating Capacity Per Area:	0.00 Btuh/Sq.ft
Total Heating Required With Outside Air:	0 Btuh
Total Cooling Required With Outside Air:	13.38 Tons

Chvac - Full Commercial HVAC Loads Calculation Program					Elite Software Development, Inc.			
Proterm Peru S.A.C.					EDIF ICHMA PISO 3 AL 7, 041214			
Line: 21					Page: 11			
Zone Detailed Loads (At Zone Peak Times)								
Load Description	Unit Quan	-SC- CFAC	CLTD SHGF	U.Fac -CLF-	Sen. Gain	Lat. Gain	Htg. Mult.	Htg. Loss
Zone 1-Oficina T 301 peaks (sensible) in February at 5pm, Air Handler 1 (Ofi T 301), Group 0, 1,857.0 x 1.0, Construction Type: 9 (Medium)								
Roof-1-4-No.Clg-L	1,657	0.50	34.5	0.350	20,008		5.250	8,699
Wall-1-W-C-D	0	1	20.8	0.350	0		0.000	0
Wall-2-N-C-D	0	1	17.3	0.350	0		0.000	0
Wall-3-N-C-D	530	1	17.3	0.350	3,202		5.250	2,785
Partition-4-1	807.5		8/12	0.350	2,261		4.200	3,392
Gls-W-1-90-Tran	374.4	1.000	15	0.194	1,071		2.370	887
0%S-0-NS-Solar	374.4	0.230	248	0.560	11,959			
Gls-N-1-90-Tran	83.2	1.000	15	0.194	238		2.370	197
0%S-0-NS-Solar	83.2	0.230	64	0.410	502			
Lights-Prof=1	1,657	1.000			5,654			
Equipment-Prof=1	4,143	1.000			14,135	0		
People-Prof=1	16.6	1.000			4,060	3,148		
Sub-total					63,091	3,148		0
Safety factors:					+15%	+15%		+0%
Total w/ safety factors:					72,564	3,621		0
Zone 2-Oficina T 302 peaks (sensible) in February at 4pm, Air Handler 2 (Ofi T 302), Group 0, 1,271.0 x 1.0, Construction Type: 9 (Medium)								
Roof-1-4-No.Clg-L	1,271	0.50	34.5	0.350	15,347		5.250	6,673
Wall-1-E-C-D	0	1	29.8	0.350	0		0.000	0
Wall-2-N-C-D	458	1	15.3	0.350	2,442		5.250	2,402
Partition-3-1	722.5		8/12	0.350	2,023		4.200	3,035
Gls-E-1-90-Tran	395.2	1.000	16	0.194	1,208		2.370	937
0%S-0-NS-Solar	395.2	0.230	248	0.260	5,861			
Lights-Prof=1	1,271	1.000			4,337			
Equipment-Prof=1	3,178	1.000			10,842	0		
People-Prof=1	12.7	1.000			3,114	2,415		
Sub-total					45,174	2,415		0
Safety factors:					+15%	+15%		+0%
Total w/ safety factors:					51,950	2,777		0
Zone 3-Oficina T 303 peaks (sensible) in January at 3pm, Air Handler 3 (Ofi T 303), Group 0, 2,137.0 x 1.0, Construction Type: 9 (Medium)								
Roof-1-4-No.Clg-L	2,137	0.50	33.8	0.350	25,243		5.250	11,219
Wall-1-E-C-D	0	1	29.3	0.350	0		0.000	0
Wall-2-S-C-D	468	1	17.3	0.350	2,826		5.250	2,457
Partition-3-1	850		8/12	0.350	2,380		4.200	3,570
Gls-E-1-90-Tran	572.0	1.000	16	0.194	1,748		2.370	1,356
0%S-0-NS-Solar	572.0	0.230	244	0.290	9,309			
Lights-Prof=1	2,137	1.000			7,292			
Equipment-Prof=1	5,343	1.000			18,229	0		
People-Prof=1	21.4	1.000			5,235	4,060		
Sub-total					72,263	4,060		0
Safety factors:					+15%	+15%		+0%
Total w/ safety factors:					83,102	4,669		0

Zone Detailed Loads (At Zone Peak Times) (cont'd)								
Load Description	Unit Quan	-SC- CFAC	CLTD SHGF	U.Fac -CLF-	Sen. Gain	Lat. Gain	Htg. Mult.	Htg. Loss
Zone 4-Oficina T 304 peaks (sensible) in January at 5pm, Air Handler 4 (Of T 304), Group 0, 2,815.0 x 1.0, Construction Type: 9 (Medium)								
Roof-1-4-No.Clg-L	2,815	0.50	34.3	0.350	33,745		5.250	14,779
Wall-1-W-C-D	0	1	20.3	0.350	0		0.000	0
Wall-2-G-C-D	530	1	20.3	0.350	3,759		5.250	2,785
Wall-3-G-C-D	0	1	20.3	0.350	0		0.000	0
Partition-4-1	986		8/12	0.350	2,761		4.200	4,141
Gls-W-1-90-Tran	572.0	1.000	15	0.194	1,637		2.370	1,356
0%8-0-NS-Solar	572.0	0.230	244	0.560	17,976			
Gls-G-1-90-Tran	83.2	1.000	15	0.194	238		2.370	197
0%8-0-NS-Solar	83.2	0.230	84	0.750	1,206			
Lights-Prof=1	2,815	1.000			9,605			
Equipment-Prof=1	7,038	1.000			24,013	0		
People-Prof=1	28.2	1.000			6,897	5,349		
Sub-total					101,837	5,349		0
Safety factors:					+15%	+15%		+0%
Total w/ safety factors:					117,112	6,151		0

Figura del edificio ICHMA, PISO 8 . Resumen de carga del edificio



Building Summary Loads

Building peaks in January at 5pm.

Bldg Load Descriptions	Area Quan	Sen Loss	%Tot Loss	Lat Gain	Sen Gain	Net Gain	%Net Gain
Roof	7,288	0	0.00	0	100,470	100,470	24.29
Wall	1,986	0	0.00	0	14,799	14,799	3.58
Glass	1,914	0	0.00	0	54,858	54,858	13.26
Floor Slab	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Skin Loads		0	0.00	0	170,126	170,126	41.13
Lighting	7,288	0	0.00	0	28,598	28,598	6.91
Equipment	18,220	0	0.00	0	71,495	71,495	17.29
People	73	0	0.00	15,924	20,534	36,458	8.82
Partition	3,222	0	0.00	0	10,373	10,373	2.51
Cool. Pret.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Heat. Pret.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Cool. Vent.	1,093	0	0.00	42,207	15,609	57,816	13.98
Heat. Vent.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Cool. Infil.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Heat. Infil.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Draw-Thru Fan	0	0	0.00	0	23,348	23,348	5.65
Blow-Thru Fan	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Reserve Cap.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Reheat Cap.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Supply Duct	0	0	0.00	0	10,452	10,452	2.53
Return Duct	0	0	0.00	0	4,926	4,926	1.19
Misc. Supply	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Misc. Return	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Building Totals		0	0.00	58,131	355,461	413,592	100.00

Building Summary	Sen Loss	%Tot Loss	Lat Gain	Sen Gain	Net Gain	%Net Gain
Ventilation	0	0.00	42,207	15,609	57,816	13.98
Infiltration	0	0.00	0	0	0	0.00
Pretreated Air	0	0.00	0	0	0	0.00
Zone Loads	0	0.00	15,924	301,126	317,050	76.66
Plenum Loads	0	0.00	0	0	0	0.00
Fan & Duct Loads	0	0.00	0	38,726	38,726	9.36
Building Totals	0	0.00	58,131	355,461	413,592	100.00

Check Figures

Total Building Supply Air (based on a 16° TD):	19,032 CFM
Total Building Vent. Air (5.74% of Supply):	1,093 CFM
Total Conditioned Air Space:	7,288 Sq.ft
Supply Air Per Unit Area:	2.6115 CFM/Sq.ft
Area Per Cooling Capacity:	211.5 Sq.ft/Ton
Cooling Capacity Per Area:	0.0047 Tons/Sq.ft
Heating Capacity Per Area:	0.00 BtuH/Sq.ft
Total Heating Required With Outside Air:	0 BtuH
Total Cooling Required With Outside Air:	34.47 Tons

Air Handler #1 - Oficina 801 - Summary Loads

Zn No	Description Zone Peak Time	Area People Volume	Htg.Loss Htg.CFM CFM/Sqft	Sen.Gain Clg.CFM CFM/Sqft	Lat.Gain S.Exh W.Exh	Htg.O.A. Req.CFM Act.CFM	Clg.O.A. Req.CFM Act.CFM
1	Oficina 801 5pm February	1,420 14 15,620	0 0 0.00	64,270 4,039 2.84	3,103 0 0	None 0 0	15/P 213 213
Zone Peak Totals:		1,420	0	64,270	3,103		
Total Zones: 1		14	0	4,039	0	0	213
Unique Zones: 1		15,620	0.00	2.84	0	0	213

Air Handler #1 - Oficina 801 - Total Load Summary

Air Handler Description: Oficina 801 Constant Volume - Proportion
 Supply Air Fan: Draw-Thru with program estimated horsepower of 1.95 HP
 Fan Input: 65% motor and fan efficiency with 2 in. water across the fan
 Sensible Heat Ratio: 0.96 --- This system occurs 1 time(s) in the building. ---

Air System Peak Time: 5pm In February.
 Outdoor Conditions: Clg: 85° DB, 76° WB, 121.49 grains
 Indoor Conditions: Clg: 72° DB, 55% RH

Summer: Ventilation controls outside air, --- Winter: Exhaust controls outside air.

Zone space sensible loss:	0 Btuh		
Infiltration sensible loss:	0 Btuh	0 CFM	
Outside Air sensible loss:	0 Btuh	0 CFM	
Supply Duct sensible loss:	0 Btuh		
Return Duct sensible loss:	0 Btuh		
Return Plenum sensible loss:	0 Btuh		
Total System sensible loss:			0 Btuh
Heating Supply Air: 0 / (.998 X 1.08 X 0) =		0 CFM	
Winter Vent Outside Air (0.0% of supply) =		0 CFM	
Zone space sensible gain:	64,270 Btuh		
Infiltration sensible gain:	0 Btuh		
Draw-thru fan sensible gain:	4,955 Btuh		
Supply duct sensible gain:	2,218 Btuh		
Reserve sensible gain:	0 Btuh		
Total sensible gain on supply side of coil:			71,444 Btuh
Cooling Supply Air: 71,444 / (.998 X 1.1 X 16) =		4,039 CFM	
Summer Vent Outside Air (5.3% of supply) =		213 CFM	
Return duct sensible gain:	1,051 Btuh		
Return plenum sensible gain:	0 Btuh		
Outside air sensible gain:	3,041 Btuh	213 CFM	
Blow-thru fan sensible gain:	0 Btuh		
Total sensible gain on return side of coil:			4,092 Btuh
Total sensible gain on air handling system:			75,536 Btuh
Zone space latent gain:	3,103 Btuh		
Infiltration latent gain:	0 Btuh		
Outside air latent gain:	8,224 Btuh		
Total latent gain on air handling system:			11,326 Btuh
Total system sensible and latent gain:			86,862 Btuh

Check Figures

Total Air Handler Supply Air (based on a 16° TD):	4,039 CFM
Total Air Handler Vent. Air (5.27% of Supply):	213 CFM
Total Conditioned Air Space:	1,420 Sq.ft
Supply Air Per Unit Area:	2.8447 CFM/Sq.ft
Area Per Cooling Capacity:	196.2 Sq.ft/Ton
Cooling Capacity Per Area:	0.0051 Tons/Sq.ft
Heating Capacity Per Area:	0.00 Btuh/Sq.ft
Total Heating Required With Outside Air:	0 Btuh
Total Cooling Required With Outside Air:	7.24 Tons

Air Handler #2 - Oficina 802 - Summary Loads

Zn No	Description Zone Peak Time	Area People Volume	Htg.Loss Htg.CFM CFM/Sqft	Sen.Gain Clg.CFM CFM/Sqft	Lat.Gain S.Exh W.Exh	Htg.O.A. Req.CFM Act.CFM	Clg.O.A. Req.CFM Act.CFM
2	Oficina 802 4pm February	1,271 13 13,981	0 0 0.00	51,950 3,252 2.56	2,777 0 0	None 0 0	15/P 191 191
Zone Peak Totals:		1,271	0	51,950	2,777		
Total Zones: 1		13	0	3,252	0	0	191
Unique Zones: 1		13,981	0.00	2.56	0	0	191

Chvac - Full Commercial HVAC Loads Calculation Program
 Problem Peru S.A.C.
 Elite Software Development, Inc.
 EDIF ICHMA PISO 8, 041214
 Page 6

Air Handler #2 - Oficina 802 - Total Load Summary

Air Handler Description: Oficina 802 Constant Volume - Proportion
 Supply Air Fan: Draw-Thru with program estimated horsepower of 1.57 HP
 Fan Input: 65% motor and fan efficiency with 2 in. water across the fan
 Sensible Heat Ratio: 0.95 --- This system occurs 1 time(s) in the building. ---

Air System Peak Time: 4pm In February.
 Outdoor Conditions: Clg: 86° DB, 76° WB, 120.17 grains
 Indoor Conditions: Clg: 72° DB, 55% RH

Summer: Ventilation controls outside air, --- Winter: Exhaust controls outside air.

Zone Space sensible loss: 0 Btuh
 Infiltration sensible loss: 0 Btuh 0 CFM
 Outside Air sensible loss: 0 Btuh 0 CFM
 Supply Duct sensible loss: 0 Btuh
 Return Duct sensible loss: 0 Btuh
 Return Plenum sensible loss: 0 Btuh
 Total System sensible loss: 0 Btuh

Heating Supply Air: 0 / (.998 X 1.08 X 0) = 0 CFM
 Winter Vent Outside Air (0.0% of supply) = 0 CFM

Zone space sensible gain: 51,950 Btuh
 Infiltration sensible gain: 0 Btuh
 Draw-thru fan sensible gain: 3,990 Btuh
 Supply duct sensible gain: 1,786 Btuh
 Reserve sensible gain: 0 Btuh
 Total sensible gain on supply side of coil: 57,726 Btuh

Cooling Supply Air: 57,726 / (.998 X 1.1 X 16) = 3,252 CFM
 Summer Vent Outside Air (5.9% of supply) = 191 CFM

Return duct sensible gain: 841 Btuh
 Return plenum sensible gain: 0 Btuh
 Outside air sensible gain: 2,932 Btuh 191 CFM
 Blow-thru fan sensible gain: 0 Btuh
 Total sensible gain on return side of coil: 3,772 Btuh
 Total sensible gain on air handling system: 61,499 Btuh

Zone space latent gain: 2,777 Btuh
 Infiltration latent gain: 0 Btuh
 Outside air latent gain: 7,149 Btuh
 Total latent gain on air handling system: 9,926 Btuh
 Total system sensible and latent gain: 71,424 Btuh

Check Figures

Total Air Handler Supply Air (based on a 16° TD): 3,252 CFM
 Total Air Handler Vent. Air (5.86% of Supply): 191 CFM

Total Conditioned Air Space: 1,271 Sq.ft
 Supply Air Per Unit Area: 2.5590 CFM/Sq.ft
 Area Per Cooling Capacity: 213.5 Sq.ft/Ton
 Cooling Capacity Per Area: 0.0047 Tons/Sq.ft
 Heating Capacity Per Area: 0.00 Btuh/Sq.ft

Total Heating Required With Outside Air: 0 Btuh
 Total Cooling Required With Outside Air: 5.95 Tons

Chvac - Full Commercial HVAC Loads Calculation Program Proterm Peru S.A.C. Lima - 21		Elite Software Development, Inc. EDIF ICHMA PISO 8, 041214 Page 7					
Air Handler #3 - Oficina 803 - Summary Loads							
Zn No	Description Zone Peak Time	Area People Volume	Htg.Loss Htg.CFM CFM/Sqft	Sen.Gain Clg.CFM CFM/Sqft	Lat.Gain S.Exh W.Exh	Htg.O.A. Req.CFM Act.CFM	Clg.O.A. Req.CFM Act.CFM
3	Oficina 803 3pm January	2,137 21 23,507	0 0 0.00	83,102 5,192 2.43	4,669 0 0	None 0 0	15/P 321 321
Zone Peak Totals:		2,137	0	83,102	4,669		
Total Zones: 1		21	0	5,192	0	0	321
Unique Zones: 1		23,507	0.00	2.43	0	0	321

Chvac - Full Commercial HVAC Loads Calculation Program Proterm Peru S.A.C. Lima - 21		Elite Software Development, Inc. EDIF ICHMA PISO 8, 041214 Page 8	
Air Handler #3 - Oficina 803 - Total Load Summary			
Air Handler Description:		Oficina 803 Constant Volume - Proportion	
Supply Air Fan:		Draw-Thru with program estimated horsepower of 2.51 HP	
Fan input:		65% motor and fan efficiency with 2 in. water across the fan	
Sensible Heat Ratio:		0.95 --- This system occurs 1 time(s) in the building. ---	
Air System Peak Time:		3pm In January.	
Outdoor Conditions:		Clg: 86° DB, 76° WB, 119.60 grains	
Indoor Conditions:		Clg: 72° DB, 55% RH	
Summer: Ventilation controls outside air, --- Winter: Exhaust controls outside air.			
Zone Space sensible loss:		0 Btuh	
Infiltration sensible loss:		0 Btuh	
Outside Air sensible loss:		0 Btuh	
Supply Duct sensible loss:		0 Btuh	
Return Duct sensible loss:		0 Btuh	
Return Plenum sensible loss:		0 Btuh	
Total System sensible loss:		0 Btuh	
Heating Supply Air: 0 / (.998 X 1.08 X 0) =		0 CFM	
Winter Vent Outside Air (0.0% of supply) =		0 CFM	
Zone space sensible gain:		83,102 Btuh	
Infiltration sensible gain:		0 Btuh	
Draw-thru fan sensible gain:		6,370 Btuh	
Supply duct sensible gain:		2,851 Btuh	
Reserve sensible gain:		0 Btuh	
Total sensible gain on supply side of coil:		92,323 Btuh	
Cooling Supply Air: 92,323 / (.998 X 1.1 X 15) =		5,192 CFM	
Summer Vent Outside Air (6.2% of supply) =		321 CFM	
Return duct sensible gain:		1,338 Btuh	
Return plenum sensible gain:		0 Btuh	
Outside air sensible gain:		4,929 Btuh	
Blow-thru fan sensible gain:		0 Btuh	
Total sensible gain on return side of coil:		6,267 Btuh	
Total sensible gain on air handling system:		98,589 Btuh	
Zone space latent gain:		4,669 Btuh	
Infiltration latent gain:		0 Btuh	
Outside air latent gain:		12,019 Btuh	
Total latent gain on air handling system:		16,689 Btuh	
Total system sensible and latent gain:		115,278 Btuh	
Check Figures			
Total Air Handler Supply Air (based on a 16° TD):		5,192 CFM	
Total Air Handler Vent. Air (6.17% of Supply):		321 CFM	
Total Conditioned Air Space:		2,137 Sq.ft	
Supply Air Per Unit Area:		2.4297 CFM/Sq.ft	
Area Per Cooling Capacity:		223.5 Sq.ft/Ton	
Cooling Capacity Per Area:		0.0045 Tons/Sq.ft	
Heating Capacity Per Area:		0.00 Btuh/Sq.ft	
Total Heating Required With Outside Air:		0 Btuh	
Total Cooling Required With Outside Air:		9.61 Tons	

Air Handler #4 - Oficina 804 - Summary Loads							
Zn No	Description Zone Peak Time	Area People Volume	Htg.Loss Htg.CFM CFM/Sqft	Sen.Gain Clg.CFM CFM/Sqft	Lat.Gain S.Exh W.Exh	Htg.O.A. Req.CFM Act.CFM	Clg.O.A. Req.CFM Act.CFM
4	Oficina 804 Spm January	2,460 25 27,060	0 0 0.00	104,436 6,548 2.66	5,375 0 0	None 0 0	15/P 369 369
Zone Peak Totals:		2,460	0	104,436	5,375		
Total Zones: 1		25	0	6,548	0	0	369
Unique Zones: 1		27,060	0.00	2.66	0	0	369

Air Handler #4 - Oficina 804 - Total Load Summary	
Air Handler Description:	Oficina 804 Constant Volume - Proportion
Supply Air Fan:	Draw-Thru with program estimated horsepower of 3.17 HP
Fan Input:	65% motor and fan efficiency with 2 in. water across the fan
Sensible Heat Ratio:	0.96 --- This system occurs 1 time(s) in the building. ---
Air System Peak Time:	Spm In January.
Outdoor Conditions:	Clg: 85° DB, 75° WB, 121.49 grains
Indoor Conditions:	Clg: 72° DB, 55% RH
Summer: Ventilation controls outside air, --- Winter: Exhaust controls outside air.	
Zone Space sensible loss:	0 Btuh
Infiltration sensible loss:	0 Btuh 0 CFM
Outside Air sensible loss:	0 Btuh 0 CFM
Supply Duct sensible loss:	0 Btuh
Return Duct sensible loss:	0 Btuh
Return Plenum sensible loss:	0 Btuh
Total System sensible loss:	0 Btuh
Heating Supply Air: 0 / (998 X 1.08 X 0) =	0 CFM
Winter Vent Outside Air (0.0% of supply) =	0 CFM
Zone space sensible gain:	104,436 Btuh
Infiltration sensible gain:	0 Btuh
Draw-thru fan sensible gain:	8,033 Btuh
Supply duct sensible gain:	3,596 Btuh
Reserve sensible gain:	0 Btuh
Total sensible gain on supply side of coil:	116,065 Btuh
Cooling Supply Air: 116,065 / (998 X 1.1 X 16) =	6,548 CFM
Summer Vent Outside Air (5.6% of supply) =	369 CFM
Return duct sensible gain:	1,697 Btuh
Return plenum sensible gain:	0 Btuh
Outside air sensible gain:	5,269 Btuh 369 CFM
Blow-thru fan sensible gain:	0 Btuh
Total sensible gain on return side of coil:	6,965 Btuh
Total sensible gain on air handling system:	123,031 Btuh
Zone space latent gain:	5,375 Btuh
Infiltration latent gain:	0 Btuh
Outside air latent gain:	14,247 Btuh
Total latent gain on air handling system:	19,622 Btuh
Total system sensible and latent gain:	142,652 Btuh
Check Figures	
Total Air Handler Supply Air (based on a 16" TD):	6,548 CFM
Total Air Handler Vent. Air (5.64% of Supply):	369 CFM
Total Conditioned Air Space:	2,460 Sq.ft
Supply Air Per Unit Area:	2.6619 CFM/Sq.ft
Area Per Cooling Capacity:	206.9 Sq.ft/Ton
Cooling Capacity Per Area:	0.0048 Tons/Sq.ft
Heating Capacity Per Area:	0.00 Btuh/Sq.ft
Total Heating Required With Outside Air:	0 Btuh
Total Cooling Required With Outside Air:	11.89 Tons

Zone Detailed Loads (At Zone Peak Times)

Load Description	Unit Quan	-SC- CFAC	CLTD SHGF	U.Fac -CLF-	Sen. Gain	Lat. Gain	Htg. Mult.	Htg. Loss
------------------	-----------	-----------	-----------	-------------	-----------	-----------	------------	-----------

Zone 1-Oficina 801 peaks (sensible) in February at 5pm, Air Handler 1 (Oficina 801), Group 0, 1,420.0 x 1.0, Construction Type: 9 (Medium)

Roof-1-4-No.Cig-L	1,420	0.50	34.5	0.350	17,147		5.250	7,455
Wall-1-W-C-D	0	1	20.8	0.350	0		0.000	0
Wall-2-N-C-D	530	1	17.3	0.350	3,202		5.250	2,785
Partition-3-1	739.5		8/12	0.350	2,071		4.200	3,106
Gls-W-1-90-Tran	374.4	1.000	15	0.194	1,071		2.370	887
0%0-0-NS-Solar	374.4	0.230	248	0.560	11,959			
Lights-Prof=1	1,420	1.000			4,845			
Equipment-Prof=1	3,550	1.000			12,113	0		
People-Prof=1	14.2	1.000			3,479	2,698		
Sub-total					55,887	2,698		0
Safety factors:					+15%	+15%		+0%
Total w/ safety factors:					64,270	3,103		0

Zone 2-Oficina 802 peaks (sensible) in February at 4pm, Air Handler 2 (Oficina 802), Group 0, 1,271.0 x 1.0, Construction Type: 9 (Medium)

Roof-1-4-No.Cig-L	1,271	0.50	34.5	0.350	15,347		5.250	6,673
Wall-1-E-C-D	0	1	29.8	0.350	0		0.000	0
Wall-2-N-C-D	458	1	15.3	0.350	2,442		5.250	2,402
Partition-3-1	722.5		8/12	0.350	2,023		4.200	3,035
Gls-E-1-90-Tran	395.2	1.000	16	0.194	1,208		2.370	937
0%0-0-NS-Solar	395.2	0.230	248	0.260	5,851			
Lights-Prof=1	1,271	1.000			4,337			
Equipment-Prof=1	3,178	1.000			10,842	0		
People-Prof=1	12.7	1.000			3,114	2,415		
Sub-total					45,174	2,415		0
Safety factors:					+15%	+15%		+0%
Total w/ safety factors:					51,950	2,777		0

Zone 3-Oficina 803 peaks (sensible) in January at 3pm, Air Handler 3 (Oficina 803), Group 0, 2,137.0 x 1.0, Construction Type: 9 (Medium)

Roof-1-4-No.Cig-L	2,137	0.50	33.8	0.350	25,243		5.250	11,219
Wall-1-E-C-D	0	1	29.3	0.350	0		0.000	0
Wall-2-S-C-D	468	1	17.3	0.350	2,826		5.250	2,457
Partition-3-1	850		8/12	0.350	2,380		4.200	3,570
Gls-E-1-90-Tran	572.0	1.000	16	0.194	1,748		2.370	1,356
0%0-0-NS-Solar	572.0	0.230	244	0.290	9,309			
Lights-Prof=1	2,137	1.000			7,292			
Equipment-Prof=1	5,343	1.000			18,229	0		
People-Prof=1	21.4	1.000			5,236	4,060		
Sub-total					72,263	4,060		0
Safety factors:					+15%	+15%		+0%
Total w/ safety factors:					83,102	4,669		0

Chvac - Full Commercial HVAC Loads Calculation Program Protem Peru S.A.C. Line: 21					Elite Software Development, Inc. EDIF ICHMA PISO 8, 041214 Page 12			
Zone Detailed Loads (At Zone Peak Times) (cont'd)								
Load Description	Unit Quan	-SC- CFAC	CLTD SHGF	U.Fac -CLF-	Sen. Gain	Lat. Gain	Htg. Mult.	Htg. Loss
Zone 4-Oficina 804 peaks (sensible) in January at 5pm, Air Handler 4 (Oficina 804), Group 0, 2,460.0 x 1.0, Construction Type: 9 (Medium)								
Roof-1-4-No.Clg-L	2,460	0.50	34.3	0.350	29,489		5.250	12,915
Wall-1-W-C-D	0	1	20.3	0.350	0		0.000	0
Wall-2-S-C-D	530	1	20.3	0.350	3,759		5.250	2,785
Partition-3-1	909.5		8/12	0.350	2,547		4.200	3,820
Gls-W-1-90-Tran	572.0	1.000	15	0.194	1,637		2.370	1,356
0%S-D-NS-Solar	572.0	0.230	244	0.560	17,976			
Lights-Prof=1	2,460	1.000			8,394			
Equipment-Prof=1	6,150	1.000			20,985		0	
People-Prof=1	24.6	1.000			6,027	4,674		
Sub-total					90,814	4,674		0
Safety factors:					+15%	+15%		+0%
Total w/ safety factors:					104,436	5,375		0

Figura del edificio ICHMA, PISO 9 a 13
. Resumen de carga del edificio



Building Summary Loads

Building peaks in January at 5pm.

Bldg Load Descriptions	Area Quan	Sen Loss	%Tot Loss	Lat Gain	Sen Gain	Net Gain	%Net Gain
Roof	6,492	0	0.00	0	89,496	89,496	23.67
Wall	1,654	0	0.00	0	12,320	12,320	3.26
Glass	2,080	0	0.00	0	57,370	57,370	15.17
Floor Slab	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Skin Loads		0	0.00	0	159,186	159,186	42.10
Lighting	6,492	0	0.00	0	25,474	25,474	6.74
Equipment	16,230	0	0.00	0	63,686	63,686	16.84
People	65	0	0.00	14,185	18,291	32,476	8.59
Partition	3,137	0	0.00	0	10,100	10,100	2.67
Cool. Pret.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Heat. Pret.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Cool. Vent.	974	0	0.00	37,597	13,904	51,501	13.62
Heat. Vent.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Cool. Infil.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Heat. Infil.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Draw-Thru Fan	0	0	0.00	0	21,495	21,495	5.69
Blow-Thru Fan	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Reserve Cap.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Reheat Cap.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Supply Duct	0	0	0.00	0	9,622	9,622	2.55
Return Duct	0	0	0.00	0	4,544	4,544	1.20
Misc. Supply	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Misc. Return	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Building Totals		0	0.00	51,782	326,302	378,084	100.00

Building Summary	Sen Loss	%Tot Loss	Lat Gain	Sen Gain	Net Gain	%Net Gain
Ventilation	0	0.00	37,597	13,904	51,501	13.62
Infiltration	0	0.00	0	0	0	0.00
Pretreated Air	0	0.00	0	0	0	0.00
Zone Loads	0	0.00	14,185	276,737	290,922	76.95
Plenum Loads	0	0.00	0	0	0	0.00
Fan & Duct Loads	0	0.00	0	35,661	35,661	9.43
Building Totals	0	0.00	51,782	326,302	378,084	100.00

Check Figures

Total Building Supply Air (based on a 16" TD):	17,522 CFM
Total Building Vent. Air (5.56% of Supply):	974 CFM
Total Conditioned Air Space:	6,492 Sq.ft
Supply Air Per Unit Area:	2.6990 CFM/Sq.ft
Area Per Cooling Capacity:	206.0 Sq.ft/Ton
Cooling Capacity Per Area:	0.0049 Tons/Sq.ft
Heating Capacity Per Area:	0.00 Btu/h/Sq.ft
Total Heating Required With Outside Air:	0 Btu/h
Total Cooling Required With Outside Air:	31.51 Tons

Air Handler #1 - Oficina T 901 - Summary Loads

Zn No	Description Zone Peak Time	Area People Volume	Htg.Loss Htg.CFM CFM/Sqft	Sen.Gain Clg.CFM CFM/Sqft	Lat.Gain S.Exh W.Exh	Htg.O.A. Req.CFM Act.CFM	Clg.O.A. Req.CFM Act.CFM
1	Oficina T 901 Spm February	1,119 11 12,309	0 0 0.00	54,750 3,450 3.08	2,445 0 0	None 0 0	15/P 168 168
Zone Peak Totals:		1,119	0	54,750	2,445		
Total Zones: 1		11	0	3,450	0	0	168
Unique Zones: 1		12,309	0.00	3.08	0	0	168

Air Handler #1 - Oficina T 901 - Total Load Summary

Air Handler Description: Oficina T 901 Constant Volume - Proportion
Supply Air Fan: Draw-Thru with program estimated horsepower of 1.67 HP
Fan Input: 65% motor and fan efficiency with 2 in. water across the fan
Sensible Heat Ratio: 0.96 --- This system occurs 1 time(s) in the building. ---

Air System Peak Time: Spm In February.
Outdoor Conditions: Clg: 85° DB, 76° WB, 121.49 grains
Indoor Conditions: Clg: 72° DB, 55% RH

Summer: Ventilation controls outside air, --- Winter: Exhaust controls outside air.

Zone Space sensible loss:	0 Btuh		
Infiltration sensible loss:	0 Btuh	0 CFM	
Outside Air sensible loss:	0 Btuh	0 CFM	
Supply Duct sensible loss:	0 Btuh		
Return Duct sensible loss:	0 Btuh		
Return Plenum sensible loss:	0 Btuh		
Total System sensible loss:			0 Btuh
Heating Supply Air: 0 / (.998 X 1.08 X 0) =			
Winter Vent Outside Air (0.0% of supply) =		0 CFM	
Zone space sensible gain:	54,750 Btuh		
Infiltration sensible gain:	0 Btuh		
Draw-thru fan sensible gain:	4,233 Btuh		
Supply duct sensible gain:	1,895 Btuh		
Reserve sensible gain:	0 Btuh		
Total sensible gain on supply side of coil:			60,877 Btuh
Cooling Supply Air: 60,877 / (.998 X 1.1 X 16) =			
Summer Vent Outside Air (4.9% of supply) =		3,450 CFM	
Return duct sensible gain:	901 Btuh		
Return plenum sensible gain:	0 Btuh		
Outside air sensible gain:	2,397 Btuh	168 CFM	
Blow-thru fan sensible gain:	0 Btuh		
Total sensible gain on return side of coil:			3,298 Btuh
Total sensible gain on air handling system:			64,175 Btuh
Zone space latent gain:	2,445 Btuh		
Infiltration latent gain:	0 Btuh		
Outside air latent gain:	6,480 Btuh		
Total latent gain on air handling system:			8,925 Btuh
Total system sensible and latent gain:			73,101 Btuh

Check Figures

Total Air Handler Supply Air (based on a 16" TD):	3,450 CFM
Total Air Handler Vent. Air (4.96% of Supply):	168 CFM
Total Conditioned Air Space:	1,119 Sq.ft
Supply Air Per Unit Area:	3.0834 CFM/Sq.ft
Area Per Cooling Capacity:	183.7 Sq.ft/Ton
Cooling Capacity Per Area:	0.0054 Tons/Sq.ft
Heating Capacity Per Area:	0.00 Btuh/Sq.ft
Total Heating Required With Outside Air:	0 Btuh
Total Cooling Required With Outside Air:	6.09 Tons

Air Handler #2 - Oficina T 902 - Summary Loads							
Zn No	Description Zone Peak Time	Area People Volume	Htg.Loss Htg.CFM CFM/Sqft	Sen.Gain Clg.CFM CFM/Sqft	Lat.Gain S.Exh W.Exh	Htg.O.A. Req.CFM Act.CFM	Clg.O.A. Req.CFM Act.CFM
2	Oficina T 902 4pm February	1,271 13 13,981	0 0 0.00	51,950 3,252 2.56	2,777 0 0	None 0 0	15/P 191 191
Zone Peak Totals:		1,271	0	51,950	2,777		
Total Zones: 1		13	0	3,252	0	0	191
Unique Zones: 1		13,981	0.00	2.56	0	0	191

Air Handler #2 - Oficina T 902 - Total Load Summary	
Air Handler Description:	Oficina T 902 Constant Volume - Proportion
Supply Air Fan:	Draw-Thru with program estimated horsepower of 1.57 HP
Fan Input:	65% motor and fan efficiency with 2 in. water across the fan
Sensible Heat Ratio:	0.95 --- This system occurs 1 time(s) in the building. ---
Air System Peak Time:	4pm in February.
Outdoor Conditions:	Clg: 86° DB, 76° WB, 120.17 grains
Indoor Conditions:	Clg: 72° DB, 55% RH
Summer: Ventilation controls outside air, --- Winter: Exhaust controls outside air.	
Zone Space sensible loss:	0 Btuh
Infiltration sensible loss:	0 Btuh 0 CFM
Outside Air sensible loss:	0 Btuh 0 CFM
Supply Duct sensible loss:	0 Btuh
Return Duct sensible loss:	0 Btuh
Return Plenum sensible loss:	0 Btuh
Total System sensible loss:	0 Btuh
Heating Supply Air: 0 / (.998 X 1.08 X 0) =	0 CFM
Winter Vent Outside Air (0.0% of supply) =	0 CFM
Zone space sensible gain:	51,950 Btuh
Infiltration sensible gain:	0 Btuh
Draw-thru fan sensible gain:	3,990 Btuh
Supply duct sensible gain:	1,786 Btuh
Reserve sensible gain:	0 Btuh
Total sensible gain on supply side of coil:	57,726 Btuh
Cooling Supply Air: 57,726 / (.998 X 1.1 X 16) =	3,252 CFM
Summer Vent Outside Air (5.9% of supply) =	191 CFM
Return duct sensible gain:	841 Btuh
Return plenum sensible gain:	0 Btuh
Outside air sensible gain:	2,932 Btuh 191 CFM
Blow-thru fan sensible gain:	0 Btuh
Total sensible gain on return side of coil:	3,772 Btuh
Total sensible gain on air handling system:	61,499 Btuh
Zone space latent gain:	2,777 Btuh
Infiltration latent gain:	0 Btuh
Outside air latent gain:	7,149 Btuh
Total latent gain on air handling system:	9,926 Btuh
Total system sensible and latent gain:	71,424 Btuh
Check Figures	
Total Air Handler Supply Air (based on a 16° TD):	3,252 CFM
Total Air Handler Vent. Air (5.8% of Supply):	191 CFM
Total Conditioned Air Space:	1,271 Sq.ft
Supply Air Per Unit Area:	2.5590 CFM/Sq.ft
Area Per Cooling Capacity:	213.5 Sq.ft/Ton
Cooling Capacity Per Area:	0.0047 Tons/Sq.ft
Heating Capacity Per Area:	0.00 Btuh/Sq.ft
Total Heating Required With Outside Air:	0 Btuh
Total Cooling Required With Outside Air:	5.95 Tons

Air Handler #3 - Oficina T 903 - Summary Loads

Zn No	Description Zone Peak Time	Area People Volume	Htg.Loss Htg.CFM CFM/Sqft	Sen.Gain Clg.CFM CFM/Sqft	Lat.Gain S.Exh W.Exh	Htg.O.A. Req.CFM Act.CFM	Clg.O.A. Req.CFM Act.CFM
3	Oficina T 903	2,137	0	83,102	4,669	None	15/P
	3pm January	21	0	5,192	0	0	321
		23,507	0.00	2.43	0	0	321
Zone Peak Totals:		2,137	0	83,102	4,669		
Total Zones: 1		21	0	5,192	0	0	321
Unique Zones: 1		23,507	0.00	2.43	0	0	321

Air Handler #3 - Oficina T 903 - Total Load Summary

Air Handler Description: Oficina T 903 Constant Volume - Proportion
 Supply Air Fan: Draw-Thru with program estimated horsepower of 2.51 HP
 Fan Input: 65% motor and fan efficiency with 2 in. water across the fan
 Sensible Heat Ratio: 0.95 --- This system occurs 1 time(s) in the building. ---

Air System Peak Time: 3pm in January.
 Outdoor Conditions: Clg: 85° DB, 75° WB, 119.60 grains
 Indoor Conditions: Clg: 72° DB, 55% RH

Summer: Ventilation controls outside air, --- Winter: Exhaust controls outside air.

Zone space sensible loss: 0 Btuh
 Infiltration sensible loss: 0 Btuh 0 CFM
 Outside Air sensible loss: 0 Btuh 0 CFM
 Supply Duct sensible loss: 0 Btuh
 Return Duct sensible loss: 0 Btuh
 Return Plenum sensible loss: 0 Btuh
 Total system sensible loss: 0 Btuh

Heating Supply Air: 0 / (.998 X 1.08 X 0) = 0 CFM
 Winter Vent Outside Air (0.0% of supply) = 0 CFM

Zone space sensible gain: 83,102 Btuh
 Infiltration sensible gain: 0 Btuh
 Draw-thru fan sensible gain: 6,370 Btuh
 Supply duct sensible gain: 2,851 Btuh
 Reserve sensible gain: 0 Btuh
 Total sensible gain on supply side of coil: 92,323 Btuh

Cooling Supply Air: 92,323 / (.998 X 1.1 X 16) = 5,192 CFM
 Summer Vent Outside Air (6.2% of supply) = 321 CFM

Return duct sensible gain: 1,338 Btuh
 Return plenum sensible gain: 0 Btuh
 Outside air sensible gain: 4,929 Btuh 321 CFM
 Blow-thru fan sensible gain: 0 Btuh
 Total sensible gain on return side of coil: 6,267 Btuh
 Total sensible gain on air handling system: 98,589 Btuh

Zone space latent gain: 4,669 Btuh
 Infiltration latent gain: 0 Btuh
 Outside air latent gain: 12,019 Btuh
 Total latent gain on air handling system: 16,689 Btuh
 Total system sensible and latent gain: 115,278 Btuh

Check Figures

Total Air Handler Supply Air (based on a 16° TD): 5,192 CFM
 Total Air Handler Vent. Air (6.17% of Supply): 321 CFM

Total Conditioned Air Space: 2,137 Sq.ft
 Supply Air Per Unit Area: 2.4297 CFM/Sq.ft
 Area Per Cooling Capacity: 222.5 Sq.ft/Ton
 Cooling Capacity Per Area: 0.0045 Tons/Sq.ft
 Heating Capacity Per Area: 0.00 Btuh/Sq.ft

Total Heating Required With Outside Air: 0 Btuh
 Total Cooling Required With Outside Air: 9.61 Tons

Air Handler #4 - Oficina T 904 - Summary Loads

Zn No	Description Zone Peak Time	Area People Volume	Htg.Loss Htg.CFM CFM/Sqft	Sen.Gain Clg.CFM CFM/Sqft	Lat.Gain S.Exh W.Exh	Htg.O.A. Req.CFM Act.CFM	Clg.O.A. Req.CFM Act.CFM
4	Oficina T 904 5pm January	1,965 20 21,615	0 0 0.00	89,504 5,627 2.86	4,294 0 0	None 0 0	15/P 295 295
Zone Peak Totals:		1,965	0	89,504	4,294		
Total Zones: 1		20	0	5,627	0	0	295
Unique Zones: 1		21,615	0.00	2.86	0	0	295

Air Handler #4 - Oficina T 904 - Total Load Summary

Air Handler Description: Oficina T 904 Constant Volume - Proportion
 Supply Air Fan: Draw-Thru with program estimated horsepower of 2.72 HP
 Fan Input: 65% motor and fan efficiency with 2 in. water across the fan
 Sensible Heat Ratio: 0.96 --- This system occurs 1 time(s) in the building. ---

Air System Peak Time: 5pm In January.
 Outdoor Conditions: Clg: 85° DB, 76° WB, 121.49 grains
 Indoor Conditions: Clg: 72° DB, 55% RH

Summer: Ventilation controls outside air, --- Winter: Exhaust controls outside air.

Zone space sensible loss: 0 Btuh
 Infiltration sensible loss: 0 Btuh 0 CFM
 Outside Air sensible loss: 0 Btuh 0 CFM
 Supply Duct sensible loss: 0 Btuh
 Return Duct sensible loss: 0 Btuh
 Return Plenum sensible loss: 0 Btuh
 Total System sensible loss: 0 Btuh

Heating Supply Air: 0 / (.998 X 1.08 X 0) = 0 CFM
 Winter Vent Outside Air (0.0% of supply) = 0 CFM

Zone space sensible gain: 89,504 Btuh
 Infiltration sensible gain: 0 Btuh
 Draw-thru fan sensible gain: 5,903 Btuh
 Supply duct sensible gain: 3,090 Btuh
 Reserve sensible gain: 0 Btuh
 Total sensible gain on supply side of coil: 99,496 Btuh

Cooling Supply Air: 99,496 / (.998 X 1.1 X 16) = 5,627 CFM
 Summer Vent Outside Air (5.2% of supply) = 295 CFM

Return duct sensible gain: 1,454 Btuh
 Return plenum sensible gain: 0 Btuh
 Outside air sensible gain: 4,209 Btuh 295 CFM
 Blow-thru fan sensible gain: 0 Btuh
 Total sensible gain on return side of coil: 5,673 Btuh
 Total sensible gain on air handling system: 105,169 Btuh

Zone space latent gain: 4,294 Btuh
 Infiltration latent gain: 0 Btuh
 Outside air latent gain: 11,380 Btuh
 Total latent gain on air handling system: 15,673 Btuh
 Total system sensible and latent gain: 120,842 Btuh

Check Figures

Total Air Handler Supply Air (based on a 16" TD): 5,627 CFM
 Total Air Handler Vent. Air (5.24% of Supply): 295 CFM

Total Conditioned Air Space: 1,965 Sq.ft
 Supply Air Per Unit Area: 2.8634 CFM/Sq.ft
 Area Per Cooling Capacity: 195.1 Sq.ft/Ton
 Cooling Capacity Per Area: 0.0051 Tons/Sq.ft
 Heating Capacity Per Area: 0.00 Btuh/Sq.ft

Total Heating Required With Outside Air: 0 Btuh
 Total Cooling Required With Outside Air: 10.07 Tons

Zone Detailed Loads (At Zone Peak Times)

Load Description	Unit Quan	-SC- CFAC	CLTD SHGF	U.Fac -CLF-	Sen. Gain	Lat. Gain	Htg. Mult.	Htg. Loss
------------------	-----------	-----------	-----------	-------------	-----------	-----------	------------	-----------

Zone 1-Oficina T 901 peaks (sensible) in February at 5pm, Air Handler 1 (Oficina T 901), Group 0, 1,119.0 x 1.0, Construction Type: 9 (Medium)

Roof-1-4-No.Clg-L	1,119	0.50	34.5	0.350	13,512		5.250	5,875
Wall-1-W-C-D	0	1	20.8	0.350	0		0.000	0
Wall-2-N-C-D	0	1	17.3	0.350	0		0.000	0
Wall-3-N-C-D	364	1	17.3	0.350	2,198		5.250	1,911
Partition-4-1	722.5		8/12	0.350	2,023		4.200	3,035
Gls-W-1-90-Tran	374.4	1.000	15	0.194	1,071		2.370	887
0%S-D-NS-Solar	374.4	0.230	248	0.560	11,959			
Gls-N-1-90-Tran	83.2	1.000	15	0.194	238		2.370	197
0%S-D-NS-Solar	83.2	0.230	64	0.410	502			
Lights-Prof=1	1,119	1.000			3,818			
Equipment-Prof=1	2,798	1.000			9,545	0		
People-Prof=1	11.2	1.000			2,742	2,126		
Sub-total					47,609	2,126		0
Safety factors:					+15%	+15%		+0%
Total w/ safety factors:					54,750	2,445		0

Zone 2-Oficina T 902 peaks (sensible) in February at 4pm, Air Handler 2 (Oficina T 902), Group 0, 1,271.0 x 1.0, Construction Type: 9 (Medium)

Roof-1-4-No.Clg-L	1,271	0.50	34.5	0.350	15,347		5.250	6,673
Wall-1-E-C-D	0	1	29.8	0.350	0		0.000	0
Wall-2-N-C-D	458	1	15.3	0.350	2,442		5.250	2,402
Partition-3-1	722.5		8/12	0.350	2,023		4.200	3,035
Gls-E-1-90-Tran	395.2	1.000	16	0.194	1,208		2.370	937
0%S-D-NS-Solar	395.2	0.230	248	0.260	5,861			
Lights-Prof=1	1,271	1.000			4,337			
Equipment-Prof=1	3,178	1.000			10,842	0		
People-Prof=1	12.7	1.000			3,114	2,415		
Sub-total					45,174	2,415		0
Safety factors:					+15%	+15%		+0%
Total w/ safety factors:					51,950	2,777		0

Zone 3-Oficina T 903 peaks (sensible) in January at 3pm, Air Handler 3 (Oficina T 903), Group 0, 2,137.0 x 1.0, Construction Type: 9 (Medium)

Roof-1-4-No.Clg-L	2,137	0.50	33.8	0.350	25,243		5.250	11,219
Wall-1-E-C-D	0	1	29.3	0.350	0		0.000	0
Wall-2-S-C-D	468	1	17.3	0.350	2,826		5.250	2,457
Partition-3-1	850		8/12	0.350	2,380		4.200	3,570
Gls-E-1-90-Tran	572.0	1.000	16	0.194	1,748		2.370	1,356
0%S-D-NS-Solar	572.0	0.230	244	0.290	9,309			
Lights-Prof=1	2,137	1.000			7,292			
Equipment-Prof=1	5,343	1.000			18,229	0		
People-Prof=1	21.4	1.000			5,236	4,060		
Sub-total					72,263	4,060		0
Safety factors:					+15%	+15%		+0%
Total w/ safety factors:					83,102	4,669		0

Chvac - Full Commercial HVAC Loads Calculation Program Protem Peru S.A.C. Line 21		Elite Software Development, Inc. EDIF ICHMA PISOS 9 AL 13, 041214 Page 12						
Zone Detailed Loads (At Zone Peak Times) (cont'd)								
Load Description	Unit Quan	-SC- CFAC	CLTD SHGF	U.Fac -CLF-	Sen. Gain	Lat. Gain	Htg. Mult.	Htg. Loss
Zone 4-Oficina T 904 peaks (sensible) in January at 5pm, Air Handler 4 (Oficina T 904), Group 0, 1,965.0 x 1.0, Construction Type: 9 (Medium)								
Roof-1-4-No.Clg-L	1,965	0.50	34.3	0.350	23,555		5.250	10,316
Wall-1-W-C-D	0	1	20.3	0.350	0		0.000	0
Wall-2-S-C-D	364	1	20.3	0.350	2,580		5.250	1,911
Wall-3-S-C-D	0	1	20.3	0.350	0		0.000	0
Partition-4-1	841.5		8/12	0.350	2,356		4.200	3,534
Gls-W-1-90-Tran	572.0	1.000	15	0.194	1,637		2.370	1,356
0%S-0-NS-Solar	572.0	0.230	244	0.560	17,976			
Gls-S-1-90-Tran	83.2	1.000	15	0.194	238		2.370	197
0%S-0-NS-Solar	83.2	0.230	84	0.750	1,206			
Lights-Prof=1	1,965	1.000			6,705			
Equipment-Prof=1	4,913	1.000			16,762	0		
People-Prof=1	19.7	1.000			4,814	3,734		
Sub-total					77,830	3,734		0
Safety factors:					+15%	+15%		+0%
Total w/ safety factors:					89,504	4,294		0

Figura del edificio ICHMA, PISO 14
. Resumen de carga del edificio

Chvac - Full Commercial HVAC Loads Calculation Program Proterm Peru S.A.C. Lima, 21				Elite Software Development, Inc. EDIF ICHMA PISO 14, 041214 Page 2			
Building Summary Loads							
Building peaks in January at 5pm.							
Bldg Load Descriptions	Area Quan	Sen Loss	%Tot Loss	Lat Gain	Sen Gain	Net Gain	%Net Gain
Roof	5,988	0	0.00	0	82,548	82,548	23.59
Wall	1,664	0	0.00	0	12,391	12,391	3.54
Glass	1,903	0	0.00	0	54,670	54,670	15.62
Floor Slab	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Skin Loads		0	0.00	0	149,608	149,608	42.76
Lighting	5,988	0	0.00	0	23,497	23,497	6.72
Equipment	15,195	0	0.00	0	59,623	59,623	17.04
People	60	0	0.00	13,084	16,871	29,955	8.55
Partition	2,134	0	0.00	0	6,870	6,870	1.96
Cool. Pret.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Heat. Pret.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Cool. Vent.	898	0	0.00	34,678	12,825	47,503	13.58
Heat. Vent.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Cool. Infil.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Heat. Infil.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Draw-Thru Fan	0	0	0.00	0	19,789	19,789	5.66
Blow-Thru Fan	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Reheat Cap.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Reheat Cap.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Supply Duct	0	0	0.00	0	8,859	8,859	2.53
Return Duct	0	0	0.00	0	4,183	4,183	1.20
Misc. Supply	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Misc. Return	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Building Totals		0	0.00	47,762	302,124	349,886	100.00
Building Summary	Sen Loss	%Tot Loss	Lat Gain	Sen Gain	Net Gain	%Net Gain	
Ventilation	0	0.00	34,678	12,825	47,503	13.58	
Infiltration	0	0.00	0	0	0	0.00	
Pretreated Air	0	0.00	0	0	0	0.00	
Zone Loads	0	0.00	13,084	256,469	269,553	77.04	
Plenum Loads	0	0.00	0	0	0	0.00	
Fan & Duct Loads	0	0.00	0	32,830	32,830	9.38	
Building Totals	0	0.00	47,762	302,124	349,886	100.00	
Check Figures							
Total Building Supply Air (based on a 16" TD):			16,131	CFM			
Total Building Vent. Air (5.57% of Supply):			898	CFM			
Total Conditioned Air Space:			5,988	Sq.ft			
Supply Air Per Unit Area:			2.6939	CFM/Sq.ft			
Area Per Cooling Capacity:			205.4	Sq.ft/Ton			
Cooling Capacity Per Area:			0.0049	Tons/Sq.ft			
Heating Capacity Per Area:			0.00	Btuh/Sq.ft			
Total Heating Required With Outside Air:			0	Btuh			
Total Cooling Required With Outside Air:			29.16	Tons			

Chvac - Full Commercial HVAC Loads Calculation Program Proterm Peru S.A.C. Lima, 21				Elite Software Development, Inc. EDIF ICHMA PISO 14, 041214 Page 3			
Air Handler #1 - Oficina 1401 - Summary Loads							
Zn No	Description Zone Peak Time	Area People Volume	Htg.Loss Htg.CFM CFM/Sqft	Sen.Gain Clg.CFM CFM/Sqft	Lat.Gain S.Exh W.Exh	Htg.O.A. Req.CFM Act.CFM	Clg.O.A. Req.CFM Act.CFM
1	Oficina 1401 5pm February	2,079 21 22,869	0 0 0.00	95,115 5,980 2.88	4,543 0 0	None 0 0	15/P 312 312
Zone Peak Totals:		2,079	0	95,115	4,543		
Total Zones: 1		21	0	5,980	0	0	312
Unique Zones: 1		22,869	0.00	2.88	0	0	312

Air Handler #1 - Oficina 1401 - Total Load Summary

Air Handler Description: Oficina 1401 Constant Volume - Proportion
 Supply Air Fan: Draw-Thru with program estimated horsepower of 2.89 HP
 Fan Input: 65% motor and fan efficiency with 2 in. water across the fan
 Sensible Heat Ratio: 0.96 --- This system occurs 1 time(s) in the building. ---
 Air System Peak Time: Spm In February.
 Outdoor Conditions: Clg: 85° DB, 76° WB, 121.49 grains
 Indoor Conditions: Clg: 72° DB, 55% RH
 Summer: Ventilation controls outside air, --- Winter: Exhaust controls outside air.

Zone Space sensible loss: 0 Btuh
 Infiltration sensible loss: 0 Btuh 0 CFM
 Outside Air sensible loss: 0 Btuh 0 CFM
 Supply Duct sensible loss: 0 Btuh
 Return Duct sensible loss: 0 Btuh
 Return Plenum sensible loss: 0 Btuh
 Total System sensible loss: 0 Btuh

Heating Supply Air: 0 / (.998 X 1.08 X 0) = 0 CFM
 Winter Vent Outside Air (0.0% of supply) = 0 CFM

Zone space sensible gain: 95,115 Btuh
 Infiltration sensible gain: 0 Btuh
 Draw-thru fan sensible gain: 7,336 Btuh
 Supply duct sensible gain: 3,284 Btuh
 Reserve sensible gain: 0 Btuh
 Total sensible gain on supply side of coil: 105,736 Btuh

Cooling Supply Air: 105,736 / (.998 X 1.1 X 16) = 5,980 CFM
 Summer Vent Outside Air (5.2% of supply) = 312 CFM

Return duct sensible gain: 1,556 Btuh
 Return plenum sensible gain: 0 Btuh
 Outside air sensible gain: 4,453 Btuh 312 CFM
 Blow-thru fan sensible gain: 0 Btuh
 Total sensible gain on return side of coil: 6,009 Btuh
 Total sensible gain on air handling system: 111,745 Btuh

Zone space latent gain: 4,543 Btuh
 Infiltration latent gain: 0 Btuh
 Outside air latent gain: 12,040 Btuh
 Total latent gain on air handling system: 16,583 Btuh
 Total system sensible and latent gain: 128,328 Btuh

Check Figures

Total Air Handler Supply Air (based on a 16" TD): 5,980 CFM
 Total Air Handler Vent. Air (5.21% of Supply): 312 CFM

Total Conditioned Air Space: 2,079 Sq.ft
 Supply Air Per Unit Area: 2.8766 CFM/Sq.ft
 Area Per Cooling Capacity: 194.4 Sq.ft/Ton
 Cooling Capacity Per Area: 0.0051 Tons/Sq.ft
 Heating Capacity Per Area: 0.00 Btuh/Sq.ft

Total Heating Required With Outside Air: 0 Btuh
 Total Cooling Required With Outside Air: 10.69 Tons

Air Handler #2 - Oficina 1402 - Summary Loads

Zn No	Description Zone Peak Time	Area People Volume	Htg.Loss Htg.CFM CFM/Sqft	Sen.Gain Clg.CFM CFM/Sqft	Lat.Gain S.Exh W.Exh	Htg.O.A. Req.CFM Act.CFM	Clg.O.A. Req.CFM Act.CFM
2	Oficina 1402	3,909	0	162,040	8,541	None	15/P
	Spm January	39	0	10,151	0	0	586
		42,999	0.00	2.60	0	0	586
	Zone Peak Totals:	3,909	0	162,040	8,541		
	Total Zones: 1	39	0	10,151	0	0	586
	Unique Zones: 1	42,999	0.00	2.60	0	0	586



Air Handler #2 - Oficina 1402 - Total Load Summary

Air Handler Description:	Oficina 1402 Constant Volume - Proportion		
Supply Air Fan:	Draw-Thru with program estimated horsepower of 4.91 HP		
Fan Input:	65% motor and fan efficiency with 2 in. water across the fan		
Sensible Heat Ratio:	0.95	--- This system occurs 1 time(s) in the building. ---	
Air System Peak Time:	5pm In January.		
Outdoor Conditions:	Clg: 85° DB, 76° WB, 121.49 grains		
Indoor Conditions:	Clg: 72° DB, 55% RH		
Summer: Ventilation controls outside air, --- Winter: Exhaust controls outside air.			
Zone space sensible loss:	0 Btuh		
Infiltration sensible loss:	0 Btuh	0 CFM	
Outside Air sensible loss:	0 Btuh	0 CFM	
Supply Duct sensible loss:	0 Btuh		
Return Duct sensible loss:	0 Btuh		
Return Plenum sensible loss:	0 Btuh		
Total System sensible loss:			0 Btuh
Heating Supply Air: 0 / (.998 X 1.08 X 0) =		0 CFM	
Winter Vent Outside Air (0.0% of supply) =		0 CFM	
Zone space sensible gain:	162,040 Btuh		
Infiltration sensible gain:	0 Btuh		
Draw-thru fan sensible gain:	12,453 Btuh		
Supply duct sensible gain:	5,575 Btuh		
Reserve sensible gain:	0 Btuh		
Total sensible gain on supply side of coil:			180,068 Btuh
Cooling Supply Air: 180,068 / (.998 X 1.1 X 16) =		10,151 CFM	
Summer Vent Outside Air (5.8% of supply) =		586 CFM	
Return duct sensible gain:	2,626 Btuh		
Return plenum sensible gain:	0 Btuh		
Outside air sensible gain:	8,372 Btuh	586 CFM	
Blow-thru fan sensible gain:	0 Btuh		
Total sensible gain on return side of coil:			10,998 Btuh
Total sensible gain on air handling system:			191,066 Btuh
Zone space latent gain:	8,541 Btuh		
Infiltration latent gain:	0 Btuh		
Outside air latent gain:	22,638 Btuh		
Total latent gain on air handling system:			31,179 Btuh
Total system sensible and latent gain:			222,245 Btuh

Check Figures

Total Air Handler Supply Air (based on a 16" TD):	10,151 CFM
Total Air Handler Vent. Air (5.78% of Supply):	586 CFM
Total Conditioned Air Space:	3,909 Sq.ft
Supply Air Per Unit Area:	2,5968 CFM/Sq.ft
Area Per Cooling Capacity:	211.1 Sq.ft/Ton
Cooling Capacity Per Area:	0.0047 Tons/Sq.ft
Heating Capacity Per Area:	0.00 Btuh/Sq.ft
Total Heating Required With Outside Air:	0 Btuh
Total Cooling Required With Outside Air:	18.52 Tons

Chvac - Full Commercial HVAC Loads Calculation Program					Elite Software Development, Inc.				
Protem Peru S.A.C.					EDIF ICHMA PISO 14, 041214				
Line: 21					Page: 7				
Zone Detailed Loads (At Zone Peak Times)									
Load Description	Unit Quan	-SC- CFAC	CLTD SHGF	U.Fac -CLF-	Sen. Gain	Lat. Gain	Htg. Mult.	Htg. Loss	
Zone 1-Oficina 1401 peaks (sensible) in February at 5pm, Air Handler 1 (Oficina 1401), Group 0, 2,079.0 x 1.0, Construction Type: 9 (Medium)									
Roof-1-4-No.Cig-L	2,079	0.50	34.5	0.350	25,104		5.250	10,915	
Wall-1-W-C-D	0	1	20.8	0.350	0		0.000	0	
Wall-2-N-C-D	832	1	17.3	0.350	5,023		5.250	4,368	
Wall-3-E-C-D	0	1	30.8	0.350	0		0.000	0	
Partition-4-1	1088		8/12	0.350	3,046		4.200	4,570	
Gis-W-1-90-Tran	374.4	1.000	15	0.194	1,071		2.370	887	
0%S-0-NS-Solar	374.4	0.230	248	0.560	11,959				
Gis-E-1-90-Tran	364.0	1.000	15	0.194	1,042		2.370	863	
0%S-0-NS-Solar	364.0	0.230	248	0.230	4,775				
Lights-Prof-1	2,079	1.000			7,094				
Equipment-Prof-1	5,422	1.000			18,501	0			
People-Prof-1	20.8	1.000			5,094	3,950			
Sub-total					82,709	3,950			0
Safety factors:					+15%	+15%			+0%
Total w/ safety factors:					95,115	4,543			0
Zone 2-Oficina 1402 peaks (sensible) in January at 5pm, Air Handler 2 (Oficina 1402), Group 0, 3,909.0 x 1.0, Construction Type: 9 (Medium)									
Roof-1-4-No.Cig-L	3,909	0.50	34.3	0.350	46,859		5.250	20,522	
Wall-1-E-C-D	0	1	30.3	0.350	0		0.000	0	
Wall-2-S-C-D	832	1	20.3	0.350	5,897		5.250	4,368	
Wall-3-W-C-D	0	1	20.3	0.350	0		0.000	0	
Partition-4-1	1045.5		8/12	0.350	2,927		4.200	4,391	
Gis-E-1-90-Tran	592.8	1.000	15	0.194	1,696		2.370	1,405	
0%S-0-NS-Solar	592.8	0.230	244	0.230	7,652				
Gis-W-1-90-Tran	572.0	1.000	15	0.194	1,637		2.370	1,356	
0%S-0-NS-Solar	572.0	0.230	244	0.560	17,976				
Lights-Prof-1	3,909	1.000			13,338				
Equipment-Prof-1	9,773	1.000			33,345	0			
People-Prof-1	39.1	1.000			9,577	7,427			
Sub-total					140,905	7,427			0
Safety factors:					+15%	+15%			+0%
Total w/ safety factors:					162,040	8,541			0

Figura del edificio ICHMA, PISO 15 a 19
. Resumen de carga del edificio

Chvac - Full Commercial HVAC Loads Calculation Program Proterm Peru S.A.C. Lima - 21				Elite Software Development, Inc. EDIF ICHMA PISOS 15 AJ 19, 041214 Page 2			
Building Summary Loads							
Building peaks in January at 5pm.							
Bldg Load Descriptions	Area Quan	Sen Loss	%Tot Loss	Lat Gain	Sen Gain	Net Gain	%Net Gain
Roof	5,228	0	0.00	0	72,071	72,071	23.16
Wall	1,352	0	0.00	0	10,067	10,067	3.23
Glass	1,997	0	0.00	0	54,310	54,310	17.45
Floor Slab	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Skin Loads		0	0.00	0	136,449	136,449	43.85
Lighting	5,228	0	0.00	0	20,514	20,514	6.59
Equipment	13,070	0	0.00	0	51,286	51,286	16.48
People	52	0	0.00	11,423	14,730	26,153	8.40
Partition	1,862	0	0.00	0	5,994	5,994	1.93
Cool. Pret.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Heat. Pret.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Cool. Vent.	784	0	0.00	30,277	11,197	41,474	13.33
Heat. Vent.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Cool. Infil.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Heat. Infil.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Draw-Thru Fan	0	0	0.00	0	17,680	17,680	5.68
Blow-Thru Fan	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Reserve Cap.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Reheat Cap.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Supply Duct	0	0	0.00	0	7,915	7,915	2.54
Return Duct	0	0	0.00	0	3,742	3,742	1.20
Misc. Supply	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Misc. Return	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Building Totals		0	0.00	41,700	269,507	311,207	100.00
Building Summary	Sen Loss	%Tot Loss	Lat Gain	Sen Gain	Net Gain	%Net Gain	
Ventilation	0	0.00	30,277	11,197	41,474	13.33	
Infiltration	0	0.00	0	0	0	0.00	
Pretreated Air	0	0.00	0	0	0	0.00	
Zone Loads	0	0.00	11,423	228,973	240,397	77.25	
Plenum Loads	0	0.00	0	0	0	0.00	
Fan & Duct Loads	0	0.00	0	29,337	29,337	9.43	
Building Totals	0	0.00	41,700	269,507	311,207	100.00	
Check Figures							
Total Building Supply Air (based on a 16" TD):				14,412	CFM		
Total Building Vent. Air (5.44% of Supply):				784	CFM		
Total Conditioned Air Space:				5,228	Sq.ft		
Supply Air Per Unit Area:				2.7567	CFM/Sq.ft		
Area Per Cooling Capacity:				201.6	Sq.ft/Ton		
Cooling Capacity Per Area:				0.0050	Tons/Sq.ft		
Heating Capacity Per Area:				0.00	Btuh/Sq.ft		
Total Heating Required With Outside Air:				0	Btuh		
Total Cooling Required With Outside Air:				25.93	Tons		

Air Handler #1 - Oficina 1 - Summary Loads							
Zn No	Description Zone Peak Time	Area People Volume	Htg.Loss Htg.CFM CFM/Sqft	Sen.Gain Clg.CFM CFM/Sqft	Lat.Gain S.Exh W.Exh	Htg.O.A. Req.CFM Act.CFM	Clg.O.A. Req.CFM Act.CFM
1	Oficina T 1501	1,803	0	82,086	3,940	None	15/P
	5pm February	18	0	5,160	0	0	270
		19,833	0.00	2.86	0	0	270
Zone Peak Totals:		1,803	0	82,086	3,940		
Total Zones: 1		18	0	5,160	0	0	270
Unique Zones: 1		19,833	0.00	2.86	0	0	270

Air Handler #1 - Oficina 1 - Total Load Summary	
Air Handler Description:	Oficina 1 Constant Volume - Proportion
Supply Air Fan:	Draw-Thru with program estimated horsepower of 2.50 HP
Fan Input:	65% motor and fan efficiency with 2 in. water across the fan
Sensible Heat Ratio:	0.96 --- This system occurs 1 time(s) in the building. ---
Air System Peak Time:	5pm In February.
Outdoor Conditions:	Clg: 85° DB, 76° WB, 121.49 grains
Indoor Conditions:	Clg: 72° DB, 55% RH
Summer: Ventilation controls outside air, --- Winter: Exhaust controls outside air.	
Zone Space sensible loss:	0 Btuh
Infiltration sensible loss:	0 Btuh 0 CFM
Outside Air sensible loss:	0 Btuh 0 CFM
Supply Duct sensible loss:	0 Btuh
Return Duct sensible loss:	0 Btuh
Return Plenum sensible loss:	0 Btuh
Total System sensible loss:	0 Btuh
Heating Supply Air: 0 / (.998 X 1.08 X 0) =	0 CFM
Winter Vent Outside Air (0.0% of supply) =	0 CFM
Zone space sensible gain:	82,086 Btuh
Infiltration sensible gain:	0 Btuh
Draw-thru fan sensible gain:	6,330 Btuh
Supply duct sensible gain:	2,834 Btuh
Reserve sensible gain:	0 Btuh
Total sensible gain on supply side of coil:	91,250 Btuh
Cooling Supply Air: 91,250 / (.998 X 1.1 X 15) =	5,160 CFM
Summer Vent Outside Air (5.2% of supply) =	270 CFM
Return duct sensible gain:	1,343 Btuh
Return plenum sensible gain:	0 Btuh
Outside air sensible gain:	3,862 Btuh 270 CFM
Blow-thru fan sensible gain:	0 Btuh
Total sensible gain on return side of coil:	5,204 Btuh
Total sensible gain on air handling system:	96,454 Btuh
Zone space latent gain:	3,940 Btuh
Infiltration latent gain:	0 Btuh
Outside air latent gain:	10,442 Btuh
Total latent gain on air handling system:	14,381 Btuh
Total system sensible and latent gain:	110,836 Btuh
Check Figures	
Total Air Handler Supply Air (based on a 16° TD):	5,160 CFM
Total Air Handler Vent. Air (5.24% of Supply):	270 CFM
Total Conditioned Air Space:	1,803 Sq.ft
Supply Air Per Unit Area:	2.8620 CFM/Sq.ft
Area Per Cooling Capacity:	195.2 Sq.ft/Ton
Cooling Capacity Per Area:	0.0051 Tons/Sq.ft
Heating Capacity Per Area:	0.00 Btuh/Sq.ft
Total Heating Required With Outside Air:	0 Btuh
Total Cooling Required With Outside Air:	9.24 Tons

Chvac - Full Commercial HVAC Loads Calculation Program		Elite Software Development, Inc.					
Protem Peru S.A.C.		EDIF ICHMA PISO 15 Al 19, 041214					
Lima - 21		Page 5					
Air Handler #2 - Oficina 2 - Summary Loads							
Zn No	Description Zone Peak Time	Area People Volume	Htg.Loss Htg.CFM CFM/Sqft	Sen.Gain Clg.CFM CFM/Sqft	Lat.Gain S.Exh W.Exh	Htg.O.A. Req.CFM Act.CFM	Clg.O.A. Req.CFM Act.CFM
2	Oficina T 1502 5pm January	3,425 34 37,675	0 0 0.00	147,472 9,252 2.70	7,484 0 0	None 0 0	15/P 514 514
Zone Peak Totals:		3,425	0	147,472	7,484		
Total Zones: 1		34	0	9,252	0	0	514
Unique Zones: 1		37,675	0.00	2.70	0	0	514

Chvac - Full Commercial HVAC Loads Calculation Program		Elite Software Development, Inc.	
Protem Peru S.A.C.		EDIF ICHMA PISO 15 Al 19, 041214	
Lima - 21		Page 6	
Air Handler #2 - Oficina 2 - Total Load Summary			
Air Handler Description:		Oficina 2 Constant Volume - Proportion	
Supply Air Fan:		Draw-Thru with program estimated horsepower of 4.48 HP	
Fan Input:		55% motor and fan efficiency with 2 in. water across the fan	
Sensible Heat Ratio:		0.95 --- This system occurs 1 time(s) in the building. ---	
Air System Peak Time:		5pm In January.	
Outdoor Conditions:		Clg: 85° DB, 75° WB, 121.49 grains	
Indoor Conditions:		Clg: 72° DB, 55% RH	
Summer: Ventilation controls outside air, --- Winter: Exhaust controls outside air.			
Zone Space sensible loss:		0 Btuh	
Infiltration sensible loss:		0 Btuh 0 CFM	
Outside Air sensible loss:		0 Btuh 0 CFM	
Supply Duct sensible loss:		0 Btuh	
Return Duct sensible loss:		0 Btuh	
Return Plenum sensible loss:		0 Btuh	
Total System sensible loss:		0 Btuh	
Heating Supply Air: 0 / (.998 X 1.08 X 0) =		0 CFM	
Winter Vent Outside Air (0.0% of supply) =		0 CFM	
Zone space sensible gain:		147,472 Btuh	
Infiltration sensible gain:		0 Btuh	
Draw-thru fan sensible gain:		11,350 Btuh	
Supply duct sensible gain:		5,081 Btuh	
Reserve sensible gain:		0 Btuh	
Total sensible gain on supply side of coil:		163,903 Btuh	
Cooling Supply Air: 163,903 / (.998 X 1.1 X 16) =		9,252 CFM	
Summer Vent Outside Air (5.6% of supply) =		514 CFM	
Return duct sensible gain:		2,399 Btuh	
Return plenum sensible gain:		0 Btuh	
Outside air sensible gain:		7,335 Btuh 514 CFM	
Blow-thru fan sensible gain:		0 Btuh	
Total sensible gain on return side of coil:		9,735 Btuh	
Total sensible gain on air handling system:		173,637 Btuh	
Zone space latent gain:		7,484 Btuh	
Infiltration latent gain:		0 Btuh	
Outside air latent gain:		19,835 Btuh	
Total latent gain on air handling system:		27,319 Btuh	
Total system sensible and latent gain:		200,956 Btuh	
Check Figures			
Total Air Handler Supply Air (based on a 16" TD):		9,252 CFM	
Total Air Handler Vent. Air (5.55% of Supply):		514 CFM	
Total Conditioned Air Space:		3,425 Sq.ft	
Supply Air Per Unit Area:		2,7012 CFM/Sq.ft	
Area Per Cooling Capacity:		204.5 Sq.ft/Ton	
Cooling Capacity Per Area:		0.0049 Tons/Sq.ft	
Heating Capacity Per Area:		0.00 Btuh/Sq.ft	
Total Heating Required With Outside Air:		0 Btuh	
Total Cooling Required With Outside Air:		16.75 Tons	

Zone Detailed Loads (At Zone Peak Times)

Load Description	Unit Quan	-SC- CFAC	CLTD SHGF	U.Fac -CLF-	Sen. Gain	Lat. Gain	Htg. Mult.	Htg. Loss
Zone 1-Oficina T 1501 peaks (sensible) in February at 5pm, Air Handler 1 (Oficina 1), Group 0, 1,803.0 x 1.0, Construction Type: 9 (Medium)								
Roof-1-4-No.Clg-L	1,803	0.50	34.5	0.350	21,771		5.250	9,466
Wall-1-W-C-D	0	1	20.8	0.350	0		0.000	0
Wall-2-N-C-D	0	1	17.3	0.350	0		0.000	0
Wall-3-N-C-D	676	1	17.3	0.350	4,081		5.250	3,549
Wall-4-E-C-D	0	1	30.8	0.350	0		0.000	0
Partition-5-1	901		8/12	0.350	2,523		4.200	3,784
Gls-W-1-90-Tran	301.6	1.000	15	0.194	863		2.370	715
0%0-0-NS-Solar	301.6	0.230	248	0.560	9,634			
Gls-N-1-90-Tran	83.2	1.000	15	0.194	238		2.370	197
0%0-0-NS-Solar	83.2	0.230	64	0.410	502			
Gls-E-1-90-Tran	364.0	1.000	15	0.194	1,042		2.370	863
0%0-0-NS-Solar	364.0	0.230	248	0.230	4,775			
Lights-Prof=1	1,803	1.000			6,152			
Equipment-Prof=1	4,508	1.000			15,380	0		
People-Prof=1	18.0	1.000			4,417	3,426		
Sub-total					71,379	3,426		0
Safety factors:					+15%	+15%		+0%
Total w/ safety factors:					82,086	3,940		0

Zone 2-Oficina T 1502 peaks (sensible) in January at 5pm, Air Handler 2 (Oficina 2), Group 0, 3,425.0 x 1.0, Construction Type: 9 (Medium)

Roof-1-4-No.Clg-L	3,425	0.50	34.3	0.350	41,057		5.250	17,981
Wall-1-E-C-D	0	1	30.3	0.350	0		0.000	0
Wall-2-S-C-D	676	1	20.3	0.350	4,791		5.250	3,549
Wall-3-W-C-D	0	1	20.3	0.350	0		0.000	0
Wall-4-S-C-D	0	1	20.3	0.350	0		0.000	0
Partition-5-1	960.5		8/12	0.350	2,689		4.200	4,034
Gls-E-1-90-Tran	592.8	1.000	15	0.194	1,696		2.370	1,405
0%0-0-NS-Solar	592.8	0.230	244	0.230	7,652			
Gls-W-1-90-Tran	572.0	1.000	15	0.194	1,637		2.370	1,356
0%0-0-NS-Solar	572.0	0.230	244	0.560	17,976			
Gls-S-1-90-Tran	83.2	1.000	15	0.194	238		2.370	197
0%0-0-NS-Solar	83.2	0.230	84	0.750	1,206			
Lights-Prof=1	3,425	1.000			11,687			
Equipment-Prof=1	8,563	1.000			29,216	0		
People-Prof=1	34.3	1.000			8,391	6,508		
Sub-total					128,237	6,508		0
Safety factors:					+15%	+15%		+0%
Total w/ safety factors:					147,472	7,484		0

Figura del edificio ICHMA, PISO 20
. Resumen de carga del edificio

Chvac - Full Commercial HVAC Loads Calculation Program Proform Peru S.A.C. Units: 21				Elite Software Development, Inc. EDIF ICHMA PISO 20, 041214 Page 2			
Building Summary Loads							
Building peaks in January at 5pm.							
Bldg Load Descriptions	Area Quan	Sen Loss	%Tot Loss	Lat Gain	Sen Gain	Net Gain	%Net Gain
Roof	4,879	0	0.00	0	67,260	67,260	23.80
Wall	1,352	0	0.00	0	10,067	10,067	3.56
Glass	1,726	0	0.00	0	47,698	47,698	16.88
Floor Slab	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Skin Loads		0	0.00	0	125,025	125,025	44.25
Lighting	4,879	0	0.00	0	19,145	19,145	6.78
Equipment	11,074	0	0.00	0	43,452	43,452	15.38
People	49	0	0.00	10,661	13,747	24,407	8.64
Partition	1,666	0	0.00	0	5,365	5,365	1.90
Cool. Pret.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Heat. Pret.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Cool. Vent.	732	0	0.00	28,256	10,450	38,705	13.70
Heat. Vent.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Cool. Infil.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Heat. Infil.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Draw-Thru Fan	0	0	0.00	0	15,947	15,947	5.64
Blow-Thru Fan	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Reserve Cap.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Reheat Cap.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Supply Duct	0	0	0.00	0	7,139	7,139	2.53
Return Duct	0	0	0.00	0	3,368	3,368	1.19
Misc. Supply	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Misc. Return	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Building Totals		0	0.00	38,916	243,638	282,554	100.00
Building Summary	Sen Loss	%Tot Loss	Lat Gain	Sen Gain	Net Gain	%Net Gain	
Ventilation	0	0.00	28,256	10,450	38,705	13.70	
Infiltration	0	0.00	0	0	0	0.00	
Pretreated Air	0	0.00	0	0	0	0.00	
Zone Loads	0	0.00	10,661	206,733	217,394	76.94	
Plenum Loads	0	0.00	0	0	0	0.00	
Fan & Duct Loads	0	0.00	0	26,455	26,455	9.36	
Building Totals		0	0.00	38,916	243,638	282,554	100.00
Check Figures							
Total Building Supply Air (based on a 16" TD):				13,000 CFM			
Total Building Vent. Air (5.63% of Supply):				732 CFM			
Total Conditioned Air Space:				4,879 Sq.ft			
Supply Air Per Unit Area:				2.6644 CFM/Sq.ft			
Area Per Cooling Capacity:				207.2 Sq.ft/Ton			
Cooling Capacity Per Area:				0.0048 Tons/Sq.ft			
Heating Capacity Per Area:				0.00 BtuH/Sq.ft			
Total Heating Required With Outside Air:				0 BtuH			
Total Cooling Required With Outside Air:				23.55 Tons			

Air Handler #1 - Oficina 2001 - Summary Loads							
Zn No	Description Zone Peak Time	Area People Volume	Htg.Loss Htg.CFM CFM/Sqft	Sen.Gain Clg.CFM CFM/Sqft	Lat.Gain S.Exh W.Exh	Htg.O.A. Req.CFM Act.CFM	Clg.O.A. Req.CFM Act.CFM
1	Oficina 2001 5pm February	1,809 18 19,899	0 0 0.00	81,280 5,107 2.82	3,953 0 0	None 0 0	15/P 271 271
Zone Peak Totals:		1,809	0	81,280	3,953		
Total Zones: 1		18	0	5,107	0	0	271
Unique Zones: 1		19,899	0.00	2.82	0	0	271



Air Handler #1 - Oficina 2001 - Total Load Summary

Air Handler Description: Oficina 2001 Constant Volume - Proportion
 Supply Air Fan: Draw-Thru with program estimated horsepower of 2.47 HP
 Fan Input: 65% motor and fan efficiency with 2 in. water across the fan
 Sensible Heat Ratio: 0.96 --- This system occurs 1 time(s) in the building. ---

Air System Peak Time: 5pm In February.
 Outdoor Conditions: Cig: 85° DB, 76° WB, 121.49 grains
 Indoor Conditions: Cig: 72° DB, 55% RH

Summer: Ventilation controls outside air, --- Winter: Exhaust controls outside air.

Zone Space sensible loss:	0 Btuh	
Infiltration sensible loss:	0 Btuh	0 CFM
Outside Air sensible loss:	0 Btuh	0 CFM
Supply Duct sensible loss:	0 Btuh	
Return Duct sensible loss:	0 Btuh	
Return Plenum sensible loss:	0 Btuh	
Total System sensible loss:		0 Btuh

Heating Supply Air: 0 / (.998 X 1.08 X 0) =	0 CFM
Winter Vent Outside Air (0.0% of supply) =	0 CFM

Zone space sensible gain:	81,280 Btuh	
Infiltration sensible gain:	0 Btuh	
Draw-thru fan sensible gain:	6,265 Btuh	
Supply duct sensible gain:	2,805 Btuh	
Reserve sensible gain:	0 Btuh	
Total sensible gain on supply side of coil:		90,350 Btuh

Cooling Supply Air: 90,350 / (.998 X 1.1 X 16) =	5,107 CFM
Summer Vent Outside Air (5.3% of supply) =	271 CFM

Return duct sensible gain:	1,328 Btuh	
Return plenum sensible gain:	0 Btuh	
Outside air sensible gain:	3,874 Btuh	271 CFM
Blow-thru fan sensible gain:	0 Btuh	
Total sensible gain on return side of coil:		5,202 Btuh
Total sensible gain on air handling system:		95,553 Btuh

Zone space latent gain:	3,953 Btuh	
Infiltration latent gain:	0 Btuh	
Outside air latent gain:	10,476 Btuh	
Total latent gain on air handling system:		14,429 Btuh
Total system sensible and latent gain:		109,982 Btuh

Check Figures

Total Air Handler Supply Air (based on a 16" TD):	5,107 CFM
Total Air Handler Vent. Air (5.31% of Supply):	271 CFM
Total Conditioned Air Space:	1,809 Sq.ft
Supply Air Per Unit Area:	2.8232 CFM/Sq.ft
Area Per Cooling Capacity:	197.4 Sq.ft/Ton
Cooling Capacity Per Area:	0.0051 Tons/Sq.ft
Heating Capacity Per Area:	0.00 Btuh/Sq.ft
Total Heating Required With Outside Air:	0 Btuh
Total Cooling Required With Outside Air:	9.17 Tons



Air Handler #2 - Oficina 2002 - Summary Loads

Zn No	Description Zone Peak Time	Area People Volume	Htg.Loss Htg.CFM CFM/Sqft	Sen.Gain Clg.CFM CFM/Sqft	Lat.Gain S.Exh W.Exh	Htg.O.A. Req.CFM Act.CFM	Clg.O.A. Req.CFM Act.CFM
2	Oficina 2002 5pm January	3,070 31 33,770	0 0 0.00	126,038 7,892 2.57	6,708 0 0	None 0 0	15/P 461 461
Zone Peak Totals:		3,070	0	126,038	6,708		
Total Zones: 1		31	0	7,892	0	0	461
Unique Zones: 1		33,770	0.00	2.57	0	0	461

Chvac - Full Commercial HVAC Loads Calculation Program		Elite Software Development, Inc.	
Proterm Peru S.A.C.		EDIF ICHMA PISO 20, 041214	
Lima - 21		Page #	
Air Handler #2 - Oficina 2002 - Total Load Summary			
Air Handler Description:	Oficina 2002 Constant Volume - Proportion		
Supply Air Fan:	Draw-Thru with program estimated horsepower of 3.82 HP		
Fan input:	65% motor and fan efficiency with 2 in. water across the fan		
Sensible Heat Ratio:	0.95	--- This system occurs 1 time(s) in the building. ---	
Air System Peak Time:	5pm In January.		
Outdoor Conditions:	Clg: 85° DB, 76° WB, 121.49 grains		
Indoor Conditions:	Clg: 72° DB, 55% RH		
Summer: Ventilation controls outside air, --- Winter: Exhaust controls outside air.			
Zone Space sensible loss:	0 Btuh		
Infiltration sensible loss:	0 Btuh	0 CFM	
Outside Air sensible loss:	0 Btuh	0 CFM	
Supply Duct sensible loss:	0 Btuh		
Return Duct sensible loss:	0 Btuh		
Return Plenum sensible loss:	0 Btuh		
Total System sensible loss:			0 Btuh
Heating Supply Air: 0 / (.998 X 1.08 X 0) =		0 CFM	
Winter Vent Outside Air (0.0% of supply) =		0 CFM	
Zone space sensible gain:	126,038 Btuh		
Infiltration sensible gain:	0 Btuh		
Draw-thru fan sensible gain:	9,582 Btuh		
Supply duct sensible gain:	4,334 Btuh		
Reserve sensible gain:	0 Btuh		
Total sensible gain on supply side of coil:			140,055 Btuh
Cooling Supply Air: 140,055 / (.998 X 1.1 X 16) =		7,892 CFM	
Summer Vent Outside Air (5.8% of supply) =		461 CFM	
Return duct sensible gain:	2,041 Btuh		
Return plenum sensible gain:	0 Btuh		
Outside air sensible gain:	6,575 Btuh	461 CFM	
Blow-thru fan sensible gain:	0 Btuh		
Total sensible gain on return side of coil:			8,616 Btuh
Total sensible gain on air handling system:			148,670 Btuh
Zone space latent gain:	6,708 Btuh		
Infiltration latent gain:	0 Btuh		
Outside air latent gain:	17,779 Btuh		
Total latent gain on air handling system:			24,487 Btuh
Total system sensible and latent gain:			173,158 Btuh
Check Figures			
Total Air Handler Supply Air (based on a 16° TD):		7,892 CFM	
Total Air Handler Vent. Air (5.83% of Supply):		461 CFM	
Total Conditioned Air Space:		3,070 Sq.ft	
Supply Air Per Unit Area:		2.5708 CFM/Sq.ft	
Area Per Cooling Capacity:		212.8 Sq.ft/Ton	
Cooling Capacity Per Area:		0.0047 Tons/Sq.ft	
Heating Capacity Per Area:		0.00 Btuh/Sq.ft	
Total Heating Required With Outside Air:		0 Btuh	
Total Cooling Required With Outside Air:		14.43 Tons	

Chvac - Full Commercial HVAC Loads Calculation Program					Elite Software Development, Inc.			
Protem Peru S.A.C.					EDIF ICHMA PISO 20, 041214			
Lima - 21					Page 7			
Zone Detailed Loads (At Zone Peak Times)								
Load Description	Unit Quan	-SC- CFAC	CLTD SHGF	U.Fac -CLF-	Sen. Gain	Lat. Gain	Htg. Mult.	Htg. Loss
Zone 1-Oficina 2001 peaks (sensible) in February at 5pm, Air Handler 1 (Oficina 2001), Group 0, 1,809.0 x 1.0, Construction Type: 9 (Medium)								
Roof-1-4-No.Clg-L	1,809	0.50	34.5	0.350	21,844		5.250	9,497
Wall-1-W-C-D	0	1	20.8	0.350	0		0.000	0
Wall-2-N-C-D	676	1	17.3	0.350	4,081		5.250	3,549
Wall-3-E-C-D	0	1	30.8	0.350	0		0.000	0
Partition-4-1	858.5		8/12	0.350	2,404		4.200	3,606
Gls-W-1-90-Tran	301.6	1.000	15	0.194	863		2.370	715
0%0-0-NS-Solar	301.6	0.230	248	0.560	9,634			
Gls-E-1-90-Tran	364.0	1.000	15	0.194	1,042		2.370	863
0%0-0-NS-Solar	364.0	0.230	248	0.230	4,775			
Lights-Prof=1	1,809	1.000			6,173			
Equipment-Prof=1	4,523	1.000			15,431	0		
People-Prof=1	18.1	1.000			4,432	3,437		
Sub-total					70,679	3,437		0
Safety factors:					+15%	+15%		+0%
Total w/ safety factors:					81,280	3,953		0
Zone 2-Oficina 2002 peaks (sensible) in January at 5pm, Air Handler 2 (Oficina 2002), Group 0, 3,070.0 x 1.0, Construction Type: 9 (Medium)								
Roof-1-4-No.Clg-L	3,070	0.50	34.3	0.350	36,802		5.250	16,118
Wall-1-E-C-D	0	1	30.3	0.350	0		0.000	0
Wall-2-S-C-D	676	1	20.3	0.350	4,791		5.250	3,549
Wall-3-W-C-D	0	1	20.3	0.350	0		0.000	0
Partition-4-1	807.5		8/12	0.350	2,261		4.200	3,392
Gls-E-1-90-Tran	592.8	1.000	15	0.194	1,696		2.370	1,405
0%0-0-NS-Solar	592.8	0.230	244	0.230	7,662			
Gls-W-1-90-Tran	468.0	1.000	15	0.194	1,339		2.370	1,109
0%0-0-NS-Solar	468.0	0.230	244	0.560	14,708			
Lights-Prof=1	3,070	1.000			10,475			
Equipment-Prof=1	6,551	1.000			22,353	0		
People-Prof=1	30.7	1.000			7,522	5,833		
Sub-total					109,599	5,833		0
Safety factors:					+15%	+15%		+0%
Total w/ safety factors:					126,038	6,708		0

10.3 EDIFICIO DE OFICINAS ICHMA SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO DE OFICINAS Y AREAS COMUNES

1.0 MEMORIA DESCRIPTIVA

El presente proyecto corresponde a las instalaciones de Aire Acondicionado, del Edificio de Oficinas ICHMA de propiedad de Inmobiliaria Derteano, S.A.C., ubicado en la Av. Dionisio N° 184- Urb. Santa Ana Mz. 48 Lote 24-25 – San Isidro, provincia y departamento de Lima.

El sistema de aire acondicionado proyectado será de agua helada, con dos (02) unidades enfriadoras de agua ("chillers"), con condensador enfriado por agua y compresores centrífugos, con variador de frecuencia.

Tanto los chillers como las bombas de agua helada y de agua de condensación, estarán ubicados en la azotea del edificio, de acuerdo a lo indicado en los planos. Las Torres de Enfriamiento se ubicarán también en la azotea.

El sistema de bombeo de agua helada, estará constituido por bombas primarias que harán circular el agua por los chillers, manteniendo el caudal requerido por éstos y bombas secundarias comandadas cada una por su respectivo variador de frecuencia.

Se instalarán sensores / transmisores de la presión diferencial entre las tuberías de suministro y retorno de agua helada, los cuales enviarán una señal a los variadores de frecuencia, los que a su vez regularán la velocidad de rotación de los motores de las bombas secundarias, adecuándose de este modo, el caudal de agua enviado al edificio, a la demanda que se presente.

El caudal impulsado por las bombas de agua helada secundarias, se distribuirá a las oficinas de los diferentes niveles del edificio, así como a las áreas comunes descritas más adelante.

Se dejarán tuberías de suministro y retorno de agua helada, a la entrada de cada una de las futuras oficinas, con sus respectivas válvulas de cierre.

Corresponderá al proveedor del sistema de control central del edificio, suministrar e instalar medidores de caudal y de diferencial de temperatura del agua helada en cada una de las oficinas, para determinar de este modo el consumo de energía (kW-h) de cada usuario.

La provisión de los componentes mecánicos para permitir la instalación de los mencionados elementos de medición, corresponderá también al proveedor del sistema de control central del edificio.

La ubicación de cada uno de los componentes del sistema, así como el recorrido de las tuberías, se muestra en los planos.

Para el acondicionamiento de aire de la Oficina de Vigilancia del Sótano 1, así como de la Oficina de Administración y la Sala de Proveedores del Mezzanine, se ha previsto equipos de expansión directa con unidad evaporadora tipo decorativo de pared.

La ubicación de las unidades evaporadoras y sus respectivas unidades condensadoras, se muestra en los planos, al igual que el recorrido de las tuberías de refrigerante.

Las áreas comunes, cuyo equipamiento completo, con fan-coils de agua helada, está comprendido en este proyecto, son:

- Recepción

Para este ambiente, deberá incluirse el suministro y la instalación de los siguientes componentes:

- Fan-coils, con válvulas de dos vías.
- Tuberías de agua helada con aislamiento térmico y accesorios.
- Ductos metálicos con aislamiento térmico.
- Ductos flexibles.
- Difusores y rejillas.
- Termostatos.

Las previsiones de suministro eléctrico, conexiones de drenaje de condensado y cajas galvanizadas con tuberías, para permitir la instalación de los termostatos, corresponderá a otros.

Para el acondicionamiento de aire de las Salas Comunes 1 y 2, ubicadas en la azotea, así como el Hall de Ascensores de este nivel, se ha previsto equipos de expansión directa con unidades evaporadoras tipo Fan Coil, con unidades condensadoras enfriada por aire.

Las unidades condensadoras, se ubicarán sobre el techo técnico y se conectará a sus respectivas unidades evaporadoras, mediante tuberías de cobre, debidamente aisladas térmicamente, siguiendo la trayectoria mostrada en los planos.

Se ha previsto una planta de ablandamiento de agua que abastecerá de agua de reposición a las tres torres de enfriamiento.

2.0 PARÁMETROS DE CÁLCULO

La evaluación de la carga térmica se ha realizado considerando los siguientes parámetros de cálculo:

CONDICIONES DEL AIRE EXTERIOR

Temperatura de Bulbo Seco : 85°F
Temperatura de Bulbo Húmedo : 75°F

CONDICIONES DEL AIRE INTERIOR

Temperatura de Bulbo Seco : 75°F
Humedad Relativa : 55 (No controlada)

CALOR LIBERADO POR LAS PERSONAS

Calor Sensible : 245 BTU/h
Calor Latente : 205 BTU/h

CAUDAL DEL AIRE DE RENOVACIÓN : **De acuerdo a**
norma

más 30%

ASHRAE 62.1.2007

CARGA TÉRMICA POR ILUMINACIÓN : 10 watts/m²

CARACTERÍSTICAS DEL MURO CORTINA :

Factor de Sombra : 0.24

**Coefficiente de Transmisión de Calor "U" : 0.282 BTU/h – pie²
-°F**

3.0 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

3.1 UNIDADES ENFRIADORAS DE AGUA ("CHILLERS")

Se suministrarán dos (02) unidades enfriadoras de agua ("chillers"), con condensador enfriado por agua y compresores centrífugos con variador de frecuencia, para operar con refrigerante ecológico R-134A o equivalente, con una capacidad de enfriamiento de 355 tons, medida a las siguientes condiciones de operación:

- Temperatura del agua helada
 - Entrada : 54°F
 - Salida : 44°F

- Temperatura del agua de enfriamiento : 85°F
- Caudal de agua helada : 2.4 GPM / TON
- Caudal de agua de condensación : 3.0 GPM / TON

- Suministro eléctrico : 380V, 60Hz, 3ph

Los chillers a suministrarse deberán contar con Certificación AHRI 550/590.

La unidad será ensamblada completamente en fábrica, con todas sus conexiones, cableado y carga de refrigerante completa y estará integrada por los siguientes componentes principales: moto-compresores, sistema de lubricación, evaporador, condensador, sistema de control por microprocesadores y estructura de soporte.

Los chillers deberán ser equipados en fábrica con un variador de velocidad, comandado por microprocesador, para el control de la capacidad en forma continua desde 100% hasta 10%.

Cada unidad deberá ser capaz de operar con una carga parcial de hasta 10% de su capacidad nominal.

El conjunto: compresor y motor eléctrico, se encontrará dentro de una carcasa común, herméticamente sellada, suministrada con un sistema de

lubricación instalado en fábrica, que entregue aceite a presión a todos los rodamientos y elementos de transmisión.

Este sistema deberá incluir:

- Separador de aceite externo sin partes móviles, instalado en fábrica.
- Enfriador de aceite mediante el fluido refrigerante.
- Filtro de aceite con válvulas aisladoras que permitan el cambio del filtro sin pérdida de fluido refrigerante.

Cada compresor contará con válvulas de cierre en la descarga y carcasa de acero montada sobre aisladores de vibración de espuma elastomérica.

El enfriador de agua (evaporador) será del tipo coraza y tubos, probado y certificado en concordancia con el código ASME (USA) a una presión de trabajo en el lado del refrigerante de 235 PSIG y a una presión máxima en el lado del agua de 150 PSIG.

Las tapas laterales de los intercambiadores de calor serán removibles, permitiendo la limpieza de los tubos, los cuales serán de cobre, sin costura, maquinados interiormente y rolados en las placas portatubos.

Las carcasas serán de acero, rolada y electrosoldada y estará aislada con una manta de espuma de cloruro de polivinil de $\frac{3}{4}$ " de espesor y con un factor K (conductividad térmica), máximo de 0.26.

El circuito de refrigeración del "chiller" incluirá: separador de aceite, válvulas de alivio en el lado de alta y baja presión, válvulas de cierre en las líneas de líquido y de descarga, filtro secador, visor indicador de humedad, elementos de expansión electrónico y carga completa tanto de fluido refrigerante como de aceite del compresor.

Los chillers incluirán la posibilidad de aislar la carga de refrigerante tanto en el evaporador como en el condensador.

SISTEMA DE CONTROL, SEGURIDAD Y DIAGNÓSTICO

Controles

Los controles incluirán los siguientes componentes:

- Microprocesador con memoria no volátil, sin necesidad de sistema de "back-up" con batería.
- Bloques de terminales de circuitos de fuerza y de control.
- Switch de control ON / OFF.
- Paneles de relay de estado sólido, reemplazables.
- Termistores instalados para medir la temperatura de saturación del condensador, la temperatura de saturación del evaporador, la temperatura del gas de retorno al compresor y las temperaturas de entrada y salida del agua.

El panel de control incluirá como componentes estándar, un módulo de display con pantalla de cristal líquido. Los menús proporcionarán en lenguaje claro la descripción de todos los ítems comprendidos, modos de operación, puntos de configuración y diagnóstico de alarmas, sin referencias a códigos de fábrica.

Deberá permitir la visualización de set points, status actual, información eléctrica, temperatura, presiones, así como diagnóstico del sistema.

El display tendrá iluminación posterior de tal manera que se permita su visualización tanto de día como de noche. El módulo de display tendrá botones en alto relieve con una respuesta inmediata al tacto.

Seguridad

La unidad estará equipada con termistores y todos los componentes necesarios en conjunción con el sistema de control para proveerla de las siguientes protecciones:

- Pérdida de carga de gas refrigerante.
- Rotación inversa (inversión de fases).
- Temperatura del agua helada demasiado baja.
- Baja presión de aceite (en cada circuito).
- Desbalance de fases.
- Falla de corriente a tierra.
- Sobrecarga térmica.
- Alta presión en el circuito de refrigeración.
- Sobrecarga eléctrica en los motores.
- Pérdida de una fase.
- Pérdida de flujo de agua helada.

Diagnóstico

El módulo de control será capaz de comandar la parada del chiller cuando las condiciones de operación pongan en riesgo su seguridad, mostrándolo en el display con información en lenguaje claro. La información incluida en el display será como mínimo:

- Parada del compresor.
- Pérdida de carga.
- Bajo flujo de agua.
- Baja presión de aceite.
- Protección contra congelamiento del evaporador.
- Alto o bajo sobrecalentamiento en la succión.
- Mal funcionamiento del termistor.
- Temperatura del agua helada a la entrada o salida.
- Presión del evaporador y condensador.
- Posiciones de la válvula de expansión electrónica.
- Todos los valores regulados (set points).
- Fecha y hora del día.

El test de servicio verificará la operación de cada switch, termistor, ventilador y compresor, antes que arranque el chiller. En caso de no encontrarse conforme algún valor de los parámetros de operación del chiller, éste no deberá arrancar.

El diagnóstico deberá permitir revisar una lista de las alarmas más recientes con una descripción en lenguaje claro y con indicación de los eventos de alarma.

REQUERIMIENTOS ELÉCTRICOS

Los chillers a suministrarse deberán tener un solo punto de suministro eléctrico de fuerza, el cual será a 380V, 60Hz, trifásico.

La tensión (voltaje) del sistema de control será a 115V, 60Hz, monofásico, con un punto de suministro separado, fácilmente identificable. El suministro de los chillers deberá incluir sus respectivos transformadores para los circuitos de control.

3.2 BOMBAS DE AGUA

Las bombas de agua a suministrarse, serán del tipo centrífugo de eje vertical, de alta eficiencia, accionadas directamente por motor eléctrico y montadas como un solo conjunto sobre una base estructural de acero.

La carcasa será de fierro fundido Clase 30 con pedestal de soporte fundido en forma integral y empernado a la base estructural.

El rotor será de bronce fundido, tipo cerrado, de una etapa, balanceado dinámicamente para cumplir con la clasificación G6.3 de ANSI, fijado al eje mediante chavetero asegurado por prisionero.

La carcasa tendrá conexiones para manómetros, ventilación y purga.

Contarán con rodamientos de bolas para trabajo pesado, re-engrasables, los cuales deberán poder ser reemplazados sin necesidad de desmontar la tubería y deberán tener un apoyo de pie en el extremo del lado del acoplamiento.

El acoplamiento entre el motor eléctrico y la bomba será del tipo flexible, capaz de transmitir el torque demandado por la bomba y contará con una cubierta fácilmente desmontable.

El motor y la bomba, serán suministrados alineados en fábrica y montados sobre la base estructural única.

Cada una de las bombas de agua secundarias contará con su variador de frecuencia y su sensor / transmisión de presión diferencial.

La capacidad de cada una de las bombas de agua, así como su altura dinámica y la potencia de sus respectivos motores, se encuentran indicados en los planos.

Las bombas de agua a suministrarse serán Clase 150 # de acuerdo al Standard ANSI B16.1

3.3 VÁLVULAS MULTIPROPÓSITO ("TRIPLE DUTY VALVES")

En la tubería de descarga de cada una de las bombas de agua se instalarán válvulas multipropósito ("triple duty valves"), que cumplen en una válvula, las funciones de válvula de cierre, válvula de balanceo calibrada para medir y regular el caudal de agua y válvula "non-slam check".

El cuerpo de las válvulas multipropósito será de fierro fundido, y con uniones bridadas, para conexión a la tubería de descarga de las bombas.

3.4 DIFUSORES DE SUCCIÓN

Se suministrarán difusores de succión de fierro fundido con filtro, con uniones bridadas, para ser conectadas a las tuberías de succión de cada una de las bombas. Serán clase 150# de acuerdo al Standard ANSI B16-1.

3.5 UNIDADES ENFRIADORAS DE AIRE ("FAN-COILS")

Las unidades enfriadoras ("fan-coils") de aire a suministrarse, serán de flujo horizontal, tipo "blow-through", totalmente ensambladas, cableadas y probadas en fábrica, de las capacidades especificadas en los planos.

GABINETES

- Los paneles que conforman los gabinetes de los "fan-coils" serán contruidos de plancha de acero galvanizado y deberán ser fácilmente removibles para permitir el acceso a la unidad. Todos los paneles contarán con empaquetadura para asegurar un perfecto sellado.
- El aislamiento térmico de los paneles del gabinete será de lana de vidrio de 1" de espesor, con densidad nominal no menor de 1.5 lb por pie³.
- El aislamiento térmico será fijado a los paneles mediante adhesivo a prueba de agua.
- La bandeja de condensado será fabricada de acero galvanizado, con conexión de drenaje roscada. Será instalada con inclinación hacia el punto de drenaje para evitar la acumulación de condensado y contará con aislamiento térmico en su superficie inferior para evitar la posible condensación de la humedad del aire y protección anticorrosiva en sus superficie superior.
- Los fan-coils deberán contar, obligatoriamente, con plenum de retorno de plancha galvanizada, con su respectivo marco porta-filtro y filtro.

VENTILADORES

Los ventiladores de los fan-coils serán del tipo centrífugo, de álabes múltiples curvados hacia adelante, de doble ancho y doble entrada, fabricados de plancha de fierro galvanizado.

Cada ventilador será accionado directamente por un motor eléctrico de tres velocidades, sobre cuyo eje se montará el rotor del ventilador, fijándosele por medio de prisioneros.

La carcasa de los ventiladores será fabricada de plancha galvanizada y contará con elementos de apoyo y amortiguadores de vibración de jebe.

Los ventiladores deberán ser entregados perfectamente balanceados estática y dinámicamente, con la finalidad de garantizarse una operación exenta de vibraciones o ruidos anormales.

SERPENTINES DE AGUA HELADA

Los serpentines de agua helada serán de tubos de cobre de ½" OD, sin costura, con aletas de aluminio fijadas a los tubos mediante expansión mecánica de éstos.

La disposición de los tubos de cobre será de tres hileras (3 ROWS) y serán sometidos, en fábrica, a una prueba de presión a 450 PSIG, con la finalidad de detectar posibles fugas.

Los cabezales de ingreso y retorno de agua serán de cobre.

El diseño de los serpentines deberá corresponder a una presión de trabajo de 150 PSIG.

SECCIÓN DE FILTROS

La sección de filtración de aire estará integrada por filtros lavables de fibra de poliéster con marco de plancha galvanizada, de 1" de espesor, los cuales deberán ser fácilmente removibles para su limpieza o reemplazo.

3.6 TERMOSTATOS Y VÁLVULAS DE DOS VÍAS

Las unidades enfriadoras de aire ("fan-coils") contarán con termostatos digitales, con pantalla de cristal líquido y regulador de la velocidad del ventilador de tres posiciones (ALTA, MEDIA y BAJA). Estos termostatos comandarán las respectivas válvulas de dos vías, las cuales serán del tipo ON/OFF, con bobina de 24V.

La pantalla de cristal líquido de los termostatos deberán mostrar, tanto la temperatura regulada ("set-point"), como la temperatura real del ambiente acondicionado, en °C.

3.7 DIFUSORES Y REJILLAS DE RETORNO

Los difusores y rejillas de retorno serán fabricados de plancha galvanizada, con soldadura por puntos, protegidas con base anticorrosiva ("wash-primer") y acabado de esmalte acrílico color blanco.

Los difusores serán de cuatro o tres vías, según se indica en los planos.

Las dimensiones de los difusores, así como de las rejillas de retorno están especificadas en los planos.

3.8 DUCTOS METÁLICOS

Los ductos para la distribución y retorno del aire, serán fabricados de plancha de fierro galvanizado, de acuerdo a las dimensiones y recorridos indicados en los planos.

Los espesores de la plancha galvanizada a emplearse y el tipo de empalme se muestran en la tabla adjunta.

ANCHO DEL DUCTO	CALIBRE	EMPALMES Y REFUERZOS
Hasta 12"	Nº 26	Correderas 1" a max - 2.38 m entre centros
13" hasta 30"	Nº 24	Correderas 1" a max - 2.38 m entre centros
31" hasta 45"	Nº 22	Correderas 1" a max - 2.38 m entre centros
46" hasta 60"	Nº 20	Correderas 1 1/2" a max - 2.38 m entre centros
Más de 61"	Nº 20	Correderas 1 1/2" a max - 2.38 m entre centros con refuerzo ángulo 1" x 1" x 1/8" entre empalmes

La fabricación de los ductos se realizará en concordancia con las normas SMACNA ("Sheet Metal and Air Conditioning Contractors' National Association").

Los ductos serán suspendidos del techo mediante varillas roscadas galvanizadas y travesaños ranurados de fierro galvanizado, asegurados a las varillas roscadas mediante tuercas y contratuercas.

Las varillas serán fijadas al techo mediante pernos expansivos marca HILTI, especiales para este fin.

3.9 TUBERÍAS DE AGUA HELADA

Las tuberías de agua helada, tanto de suministro como de retorno, serán de fierro negro ASTM A53 grado A, Schedule 40.

Las uniones de tuberías serán previamente biseladas y luego soldadas por arco eléctrico con corriente directa, de acuerdo a las normas de la AMERICAN WELDING SOCIETY. Como alternativa se aceptarán uniones tipo Vitaulic.

Los diámetros y recorridos de las tuberías de agua helada serán los que se señalan en los planos.

Una vez instalado el circuito de agua helada, se realizará una prueba de presión a 150 psi por un periodo no menor de 24 horas. Durante este periodo no deberán detectarse caídas de presión.

Las tuberías de agua de condensación, tanto del sistema de aire acondicionado como del sistema para Data Center, deberán ser sometidas a un proceso arenado comercial, para luego aplicarle una capa de base epóxica (shop primer) y dos capas de protección de esmalte sintético, con un espesor total no menor de 8 mils.

Las tuberías de agua helada, deberán ser sometidas a un proceso de limpieza de su superficie para luego aplicarle una mano de base epóxica.

3.10 AISLAMIENTO TÉRMICO DE TUBERÍAS

Las tuberías de agua helada serán aisladas con espuma elastomérica de células cerradas marca Armaflex, Rubatex, Aeroflex o similar, con una densidad de 3 lb/pie³, según norma ASTM D 1667 y una conductividad térmica de 0.25 BTU - pulg/pie² - °F - hr medida a una temperatura de 75° F, de acuerdo al Standard ASTM C 177.

El índice de inflamabilidad y generación de humo cumple con las exigencias de las normas UL - 94 (Clase VO) y con la norma ASTM E 84 (25/50).

Las juntas serán adheridas mediante pegamento de contacto fabricado especialmente para este fin.

3.11 DUCTOS FLEXIBLES

Los ductos flexibles estarán constituidos por dos capas de poliéster que encierran entre sí un alambre acerado, que mantiene la sección circular del ducto.

Externamente contará con aislamiento térmico de lana de vidrio de 1" de espesor y cubierta de foil de aluminio, que actúa como barrera de vapor.

Los diámetros de los ductos flexibles a suministrarse serán los indicados en los planos.

3.12 AISLAMIENTO TÉRMICO DE DUCTOS

Los ductos metálicos serán aislados térmicamente, con mantas de lana de vidrio de 1" de espesor y una densidad de 100 lb/pie³.

Exteriormente, contarán con una cubierta de foil de aluminio que actuará como barrera de vapor.

Las uniones del aislamiento térmico se realizarán con cinta autoadhesiva aluminizada de 3" de ancho.

3.13 VARIADOR DE FRECUENCIA

Se suministrarán variadores de frecuencia para cada uno de los motores de las bombas de agua secundarias, adecuadas para operar a 220V, 60Hz, con cubierta IP20, programable y con pantalla de cristal líquido, a ser comandados por transmisores de presión diferencial.

3.14 TRANSMISOR DE PRESIÓN DIFERENCIAL

Se suministrarán transmisores de presión diferencial que verificarán la presión del agua helada en la tubería de suministro del circuito secundario y comandarán los variadores de frecuencia.

Tendrán un rango de 0-100 PSI, con señal de 4-20 mA y tensión de alimentación de 24VDC.

3.15 TORRES DE ENFRIAMIENTO

Se suministrarán dos (02) torres de enfriamiento para el sistema de aire acondicionado. Serán de tiro inducido con descarga de aire en dirección vertical, hacia arriba y tomas de aire laterales.

El cuerpo será de fibra de vidrio mediante pernos de fierro galvanizado.

El material de relleno será de PVC, con tratamiento para evitar la proliferación de algas.

Las capacidades de las torres de enfriamiento para los chillers, será de 1065 GPM, con agua ingresando a 95°F.

Las condiciones del aire exterior serán :

Temperatura de bulbo seco	:	85°F
Temperatura de bulbo húmedo	:	75°F

3.16 EQUIPOS DE EXPANSIÓN DIRECTA – OFICINA DE CONTROL, MESA DE PARTES Y SALA DE CONTROL Y DATA

Se suministrarán equipos de aire acondicionado de expansión directa, con condensador enfriado por aire y unidad evaporadora tipo "fan-coil" para operar con ductos.

UNIDAD CONDENSADORA

La unidad condensadora estará compuesta por un compresor, un serpentín de condensación, un moto-ventilador y el gabinete respectivo.

El compresor será hermético recíprocante o de tipo "scroll", adecuado para operar con refrigerante ecológico R-410A o equivalente y suministro eléctrico a 220V, 60Hz, monofásico. Contará con amortiguadores de vibración interiores de resorte y exteriores de jebe, así como con protectores térmicos contra sobrecargas en el bobinado del motor.

Deberá operar con un SEER mínimo de 13.

El serpentín de condensación será de tubos de cobre sin costura, con aletas de aluminio fijadas mecánicamente.

El ventilador para la impulsión del aire de condensación será del tipo axial, accionado directamente por motor eléctrico, con protección térmica en su bobinado y suministro eléctrico a 220V, 60Hz, monofásico.

El gabinete será fabricado de plancha galvanizada, con protección anticorrosiva y acabado de pintura electrostática horneada, resistente a la intemperie.

Contará con válvulas de servicio tanto en la entrada como en la salida de refrigerante.

UNIDAD EVAPORADORA

La unidad evaporadora será del tipo decorativa, para ser adosada a la pared y estará integrada por un serpentín de evaporación, ventiladores, bandeja de condensado, gabinete y filtro de aire.

El serpentín de evaporación será de tubos de cobre sin costura, con aletas de aluminio fijadas mecánicamente.

El ventilador será de álabes múltiples curvados hacia adelante, tipo "sirocco", accionado directamente por un motor eléctrico, con suministro eléctrico a 220V, 60Hz, 1ph. El ventilador estará sometido a un balanceo estático y dinámico, con el fin de garantizar una operación silenciosa y exenta de vibraciones anormales.

La bandeja de condensado cubrirá toda la parte inferior del serpentín de evaporación, incluyendo la zona de conexión de las tuberías y de los codos en "U".

El filtro de aire será del tipo lavable, de fibra sintética fácilmente removible para su limpieza.

3.17 EQUIPOS DE EXPANSIÓN DIRECTA – SALA COMUN

UNIDADES CONDENSADORAS

Cada unidad condensadora estará compuesta por un compresor, un serpentín de condensación, un moto-ventilador y el gabinete respectivo.

El compresor será del tipo hermético recíprocante o tipo "scroll", adecuado para operar con refrigerante R-22 y suministro eléctrico a 220V, 60Hz, monofásico o trifásico, según corresponda de acuerdo a lo arriba indicado. Contará con amortiguadores de vibración interiores de resorte y exteriores de jebe, así como con protectores térmicos contra sobrecargas en el bobinado del motor.

El serpentín de condensación será de tubos de cobre sin costura, con aletas de aluminio fijadas mecánicamente.

El ventilador para la impulsión del aire de condensación será del tipo axial, accionado directamente por motor eléctrico, con protección térmica en su bobinado y suministro eléctrico a 220V, 60Hz, monofásico.

El gabinete será fabricado de plancha galvanizada, con protección anticorrosiva y acabado de pintura electrostática horneada, resistente a la intemperie.

Contará con válvulas de servicio tanto en la entrada como en la salida de refrigerante.

UNIDADES EVAPORADORAS

Las unidades evaporadoras estarán integradas por un serpentín de evaporación, ventiladores, bandeja de condensado, gabinete y filtro de aire.

El serpentín de evaporación será de tubos de cobre sin costura, con aletas de aluminio fijadas mecánicamente.

Los ventiladores serán de álabes múltiples curvados hacia adelante, tipo "sirocco", accionados directamente por un motor eléctrico, con suministro eléctrico a 220V, 60Hz, 1ph. Los ventiladores deberán ser sometidos a un balanceo estático y dinámico, con el fin de garantizar una operación silenciosa y exenta de vibraciones anormales.

La bandeja de condensado deberá cubrir toda la parte inferior del serpentín de evaporación, incluyendo la zona de conexión de las tuberías y de los

codos en "U". Esta bandeja deberá contar con protección anticorrosiva en su superficie superior y con aislamiento térmico en su superficie inferior.

El gabinete de la unidad evaporadora, será fabricado de plancha de fierro galvanizado, con aislamiento térmico interior de lana de vidrio de 1" de espesor.

El filtro de aire será del tipo lavable, de fibra sintética de poliéster de 1" de espesor, con marco de fierro galvanizado.

TUBERÍAS DE REFRIGERANTE

Las tuberías del sistema de refrigeración serán de cobre tipo "L" sin costura, con especificaciones ASTM B88-41, con longitudes nominales de 20", con extremos para ser soldados con accesorios normalizados.

AISLAMIENTO TÉRMICO DE TUBERÍAS

Las tuberías de refrigerante serán aisladas con espuma elastomérica de células cerradas marca Armaflex, Rubatex, Aeroflex o similar, con una densidad de 3 lb/pie³, según norma ASTM D 1667 y una conductividad térmica de 0.25 BTU - pulg/pie², - °F - hr medida a una temperatura de 75°F, de acuerdo al Standard ASTM C 177,

El índice de inflamabilidad y generación de humo deberá cumplir con las exigencias de las normas UL - 94 (Clase VO y con la norma ASTM E 84 (25/50).

Las juntas serán adheridas mediante pegamento de contacto fabricado especialmente para este fin.

TUBERÍAS DE REFRIGERANTE Y ACCESORIOS

TUBERÍAS

Las tuberías de distribución del sistema de refrigeración serán de cobre tipo "L" sin costura, con especificaciones ASTM B88-41, con extremos para ser soldados con accesorios normalizados, de las siguientes características:

Diám. Nom. (Pulg.).	Diám. Exterior (Pulg.).	Espesor de la pared Nom. (Pulg.).	Tolerancia	Peso Teórico (Lb/pie)	Permitida (psi) A 100°F
1/2"	0.625	0.040	0.0035	0.285	740
3/4"	0.875	0.045	0.0040	0.455	590
1"	1.125	0.050	0.0040	0.655	510
1 1/4"	1.375	0.050	0.0045	0.885	460
1 1/2"	1.625	0.060	0.0045	1.14	430
2"	2.125	0.070	0.0060	1.75	370
2 1/2"	2.625	0.080	0.0060	2.48	250

ACCESORIOS

Los accesorios, codos 90°, codos 45°, tees, etc., deberán ser de cobre especificación ASTM-B-88 o bronce fundido, especificaciones ASTM B-62 o forjado, especificaciones ANSI B-16.18. Con sus extremos para soldar tipo hembra (solded cup end) salvo indicación contraria, pudiéndose indicar algún extremo del tipo macho o con rosca interior (FPT) o con rosca exterior (HPT).

Todos los accesorios deberán llevar grabados en relieve la marca del fabricante. El interior de los mismos será liso y no presentará porosidades en toda su masa.

ALEACIÓN DE SOLDAR

Las uniones se ejecutarán empleando soldadura de cobre fosforoso con 5% de plata.

Recomendada para temperatura de servicio hasta 250°F con presiones de trabajo hidráulico de 150 a 200 PSI a 250°F y 300 a 500 PSI a 100°F, grado de fusión de 460°F, especificado según normas ASTM B-32 grado 5A.

La soldadura tipo alambre de 3/32" y/o 1/8" será presentada en carretes. Se utilizará la pasta de soldadura recomendada por los fabricantes para el tipo de soldadura indicada.

VÁLVULA DE CIERRE

Será del tipo cierre "Shut-Off" tipo globo con diafragma especial para líneas de refrigeración, con bonete roscado, asiento elevante y resorte tipo compacto y liviano.

Con cuerpo y bonete de bronce forjado, asiento de nylon resistente al calor, diafragma de bronce fosforoso y acero inoxidable, resorte de acero inoxidable, con sus elementos reemplazables. Para la presión de 500 PSI y máxima temperatura de 275°F.

Los terminales serán para ser soldados a la línea designada por el standard ANSI B-16.8. Asimismo estarán grabadas en el cuerpo de la válvula la marca y la presión de trabajo.

AISLAMIENTO TÉRMICO DE TUBERÍAS

Las tuberías de refrigerante serán aisladas con espuma elastomérica de células cerradas marca Armaflex, Rubatex, Aeroflex o similar, con una densidad de 3 lb/pie³, según norma ASTM D 1667 y una conductividad térmica de 0.25 BTU - pulg/pie², - °F - hr medida a una temperatura de 75°F, de acuerdo al Standard ASTM C 177.

El índice de inflamabilidad y generación de humo deberá cumplir con las exigencias de las normas UL - 94 (Clase VO y con la norma ASTM E 84 (25/50).

Las juntas serán adheridas mediante pegamento de contacto fabricado especialmente para este fin.

Los tramos de tuberías de cuyo aislamiento térmico se encuentre expuesto al sol, serán protegidos contra la acción de los rayos ultravioleta, con pintura especialmente fabricada para este fin.

No se aceptará aislamiento térmico de espuma de polietileno

Lima, 05 de Setiembre del 2014

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO: ESTRATEGIAS TECNOLOGICAS PARA

INCREMENTAR LA EFICIENCIA ENERGETICA EN EDIFICACIONES TIPICAS EN LA CIUDAD DE LIMA- PERÚ

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES Y SUBVARIABLES	INDICADORES	METODOLOGÍA TÉCNICAS INSTRUMENTOS	E
<p>1.2.1 Problema general:</p> <p>¿Qué estrategias tecnológicas se pueden implementar para el incremento de la eficiencia energética en Edificaciones Típicas en la Ciudad de Lima - Perú?</p> <p>1.2.2 Problemas específico:</p> <p>P1.- ¿Qué estrategias tecnológicas se pueden implementar para reducir el consumo de energía en el sistema HVAC (Heating, Ventilating, and Air Conditioning) en edificaciones típicas en la Ciudad de Lima?</p> <p>P2.- ¿De qué manera el sistema BMS (Building Management System) puede incrementar la eficiencia energética de los sistemas eléctricos de una edificación típica en la ciudad de Lima?</p>	<p>1.3.1 Objetivo General:</p> <p>El objetivo de este proyecto de investigación, es establecer la relación que existe entre las estrategias tecnológicas con el incremento de la eficiencia energética en edificaciones típicas en la ciudad de Lima - Perú.</p> <p>1.3.2 Objetivos Específicos:</p> <p>O1.- Establecer la relación que existe entre las estrategias tecnológicas del sistema HVAC con el incremento de la eficiencia energética en edificaciones típicas en la Ciudad de Lima – Perú.</p> <p>O2.- Establecer la relación que existe entre el sistema BMS con el incremento de la eficiencia energética en edificaciones típicas en la Ciudad de Lima – Perú.</p>	<p>6.1.1 Hipótesis General:</p> <p>Las estrategias tecnológicas se relacionan significativamente con el incremento de la eficiencia energética en edificaciones típicas en la Ciudad de Lima – Perú”.</p> <p>6.1.2 Hipótesis Específicas:</p> <p>H1.- Las estrategias tecnológicas del sistema HVAC se relacionan significativamente con el incremento de la eficiencia energética en edificaciones típicas en la Ciudad de Lima – Perú</p> <p>H2.- El sistema BMS se relaciona significativamente con el incremento de la eficiencia energética en edificaciones típicas en la Ciudad de Lima – Perú.</p>	<p>3.1 Variables de la Investigación.</p> <p>Cambio de tecnología en la estructura del sector industrial.</p> <p>3.2 Operacionalización de Variable</p> <p>Estrategias tecnológicas, eficiencia energética</p>	<p>Para la Variable estrategias tecnológicas:</p> <p>a) Diseño b) Selección c) COP d) IPL</p> <p>Para la variable eficiencia energética:</p> <p>a) Normas. b) Códigos.</p>	<p>4. Metodología</p> <p>4.1 Tipo de la Investigación:</p> <p>a) Cualitativa.- descripción de las cualidades y características del objeto de estudio, siendo en éste caso las estrategias tecnológicas para incrementar la eficiencia energética en los sistemas HVAC y BMS en una edificación típica de Lima</p> <p>b) Cuantitativa.- examinar los datos de manera numérica, especialmente en el campo de la Estadística</p> <p>4.2 Diseño de la Investigación:</p> <p>Al no existir en Lima, edificaciones completas que apliquen nuevas estrategias tecnológicas, sino que se construyen siempre con los mismos diseños, incluso con los mismos errores, tomaremos la siguiente consideración:</p> <p>4.2.1 La Población:</p> <p>Edificaciones convencionales en la ciudad de Lima..</p> <p>6.5.2 La Muestra:</p> <p>- Edificio de oficinas ICHMA, ubicada en la Av. Dionisio Dereano N° 184 Urb. Santa Ana – San Isidro</p>	