



1
694.9359
JALd

**Escuela Superior
Politécnica del Litoral**

**Facultad de Ingeniería en Mecánica
y Ciencias de la Producción**

**"DISEÑO Y ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA DE
ACONDICIONAMIENTO DE AIRE Y VENTILACION
MECANICA DEL EDIFICIO SCORPIO"**

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO MECANICO



Biblioteca Central

Presentada por:

ROBERTO [JALIL] PEREZ

Guayaquil - Ecuador

1 9 9 8

AGRADECIMIENTOS



Al Ing. Eduardo Donoso, Director de Tesis, por sus acertados consejos durante el desarrollo de esta Tesis de Grado.

DEDICATORIA

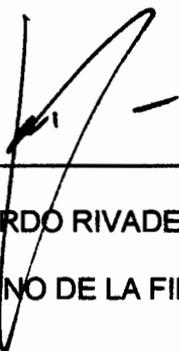


A mi Hija

A mis Padres

A mis Hermanos

TRIBUNAL DE GRADUACION



ING. EDUARDO RIVADENEIRA
DECANO DE LA FIM



ING. EDUARDO DONOSO
DIRECTOR DE TESIS



Biblioteca Central



ING JORGE DUQUE
VOCAL



ING. FRANCISCO ANDRADE
VOCAL

DECLARACION EXPRESA



“La responsabilidad del contenido de esta tesis, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL”.

(Reglamento de Graduación de la ESPOL).

Roberto Jalil Pérez



Biblioteca Central

RESUMEN

El presente trabajo describe el proceso de diseño de un sistema del sistema de climatización para un edificio de apartamentos en la ciudad de Guayaquil. El diseño del sistema requiere como primer paso estimar la carga de enfriamiento del edificio. Esta tarea se cumplió utilizando un programa desarrollado por una importante compañía estadounidense dedicada a la fabricación de equipos de climatización. Entre las múltiples capacidades del programa se destacan el cálculo de la carga de enfriamiento así como la simulación del consumo energético de toda una instalación. El programa empleó datos climáticos locales, características térmicas de materiales de construcción locales, así como datos de ocupación y actividad proyectados en el edificio. La simulación energética del edificio no formó parte de este trabajo.

Posteriormente en base a la carga de enfriamiento estimada, se seleccionaron los principales equipos que conforman el sistema de climatización. Se optó por un sistema de paquetes enfriados por agua que utilicen un enfriador de agua de ciclo cerrado. Previamente se comparó el consumo de energía del sistema escogido con el consumo de otros sistemas disponibles en el mercado. La alternativa escogida se basó principalmente en los costos de operación así como en el costo inicial del sistema.

Finalmente este trabajo presenta aspectos técnicos que deben seguirse durante la instalación del sistema. Todos estos aspectos están basados en prácticas actualizadas de ingeniería recomendadas por gremios profesionales estadounidenses. Se presenta también una estrategia de control centralizado para los principales equipos de conversión de energía del sistema. Dicha estrategia está basada en el uso de control directo digital. Se sugieren también las principales actividades de mantenimiento de los equipos de climatización.



Biblioteca Central

INDICE GENERAL

TITULO	i
AGRADECIMIENTOS	ii
DEDICATORIA	lii
DECLARACION EXPRESA.....	Iv
RESUMEN.....	v
INDICE GENERAL.....	Vi
INDICE DE FIGURAS	viii
INDICE DE TABLAS	ix
NOMENCLATURAS.....	x
INTRODUCCION.....	xi
	1
CAPITULO 1:	
DESCRIPCION DEL PROYECTO.....	
1.1 Generalidades	5
1.2 Ubicación y servicio del edificio.....	5
1.3 Condiciones para el diseño de este tipo de edificio.....	6
CAPITULO 2	
CONDICIONES Y CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO	8
2.1 Condiciones interiores y exteriores de diseño	10
2.2 Características constructivas del edificio	11

2.3 Consideraciones para el cálculo de la carga térmica	17
2.3.1 La ocupación: oficinas, locales comerciales, departamentos	19
2.3.2 Factores de la carga térmica	21
2.3.3 La coincidencia de la carga térmica	22
2.4 Consideraciones para la ventilación de edificio	23
CAPITULO 3	
LA CARGA TERMICA DEL EDIFICIO Y SELECCION DEL SISTEMA DE ACONDICIONAMIENTO DE AIRE A UTILIZARSE ...	27
3.1 Generalidades sobre el cálculo de carga térmica y de enfriamiento	28
3.2 Software para el cálculo de carga térmica en edificios	33
3.3 Consideraciones técnicas para la selección del sistema de acondicionamiento de aire	44
3.4 Selección del sistema a utilizarse en el edificio	46
3.4.1 Equipos	56
3.4.2 Accesorios	61
CAPITULO 4	
ESPECIFICACIONES DE LOS EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO DEL SISTEMA SELECCIONADO	64
4.1 Unidades de aire acondicionado	64
4.2 Enfriadores de circuito cerrado	67

4.2 Enfriadores de circuito cerrado	67
4.3 Unidades de bombeo	69
4.4 Tuberías y accesorios	73
CAPITULO 5	
ESPECIFICACIONES CONSTRUCTIVAS DEL SISTEMA DE AIRE	84
ACONDICIONADO	
5.1 Generalidades	84
5.2 Ductos de transporte de aire	85
5.3 Aislamiento térmico para ductos de aire acondicionado	92
5.4 Rejillas y difusores	93
5.5 Louvers, compuertas y accesorios	95
CAPITULO 6	
ESPECIFICACIONES DE TRABAJOS COMPLEMENTARIOS	98
6.1 Sistemas de control	99
6.2 Plan anual de mantenimiento	101
CAPITULO 7	
LISTADO DE EQUIPOS Y MATERIALES	106
7.1 Listado de equipos y materiales	106
7.2 Presupuesto estimativo	110
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	115
ANEXOS.....	121
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	184

INDICE DE FIGURAS

Nº.		Pag.
3.1	Planta Baja - Edificio Scorpio	30
3.2	Planta Tipo - Edificio Scorpio	31
3.3	Corte - Edificio Scorpio	32
3.4	Componentes de la Carga de Enfriamiento de Edificio Scorpio - Condiciones de Carga Pico de Bloque, Diciembre 19:00 Horas ..	42
3.5	Esquema de Funcionamiento de un Sistema de Paquetes Enfriados por Agua	55
3.6	Arreglo de Tuberías con Retorno Directo y de Retorno Invertido	63
4.1	Detalle de soportes para tuberías en terraza	83
5.1	Detalle de elaboración de ductos - Codos curvos y codos rectos..	90
5.2	Detalle de soportes para ductos	91

INDICE DE TABLAS

N°.		Pag.
2-1	Requerimientos de Aire Exterior según ASHRAE Standard 62-1989	25
3-1	Datos de Entrada para el Programa TRACE 600 para Cálculo de Cargas de Enfriamiento en Edificios	35
3-2	Resultados de Cálculo de Carga de Enfriamiento para Edificio Scorpio – Programa de Cálculo TRACE 600	38
3-3	Cargas de Enfriamiento según zonas de Edificio Scorpio Condiciones: Mayo – 18:00 Horas (Unidades en BTU/h)	40
3-4	Componentes de la Carga de Enfriamiento de Edificio Scorpio - Condiciones de Carga Pico de Bloque, Mayo 19:00 Horas - (Unidades en BTU/h)	43
3-5	Flujos de caja para comparación económica entre sistemas de climatización de edificio Scorpio.....	54
3-6	Equipos Paquetes Enfriados por Agua seleccionados para el proyecto	58
5-1	Calibres de Plancha Galvanizada requeridos para elaboración de Ductos de Baja Presión	87

NOMENCLATURA

HR	Humedad Relativa
m ²	metros cuadrados
ft ²	pies cuadrados
°F	Grados Fahrenheit (temperatura)
°C	Grados Centígrados (temperatura)
Kwh	Kilovatios por hora
TR	Toneladas de refrigeración
W	Vatios (potencia)
m/s	Metros por segundo (velocidad)
FPM	Pies por minuto (velocidad)
CFM	Pies cúbicos por minuto (caudal)
GPM	Galones por minuto (caudal)
in. w. g.	pulgadas de agua (caída de presión)
Kw/TR	Kilovatios por Tonelada de refrigeración
RPM	Revoluciones por minuto
ASHRAE	Sociedad Americana de ingenieros en refrigeración, calefacción y acondicionamiento de aire



Biblioteca Central

SMACNA	Asociación de Contratistas de Lámina de Metal y Acondicionamiento de Aire
ARI	Instituto de Refrigeración y Acondicionamiento de Aire
Q	Cantidad de calor transferido o de ganancia térmica
U	Coefficiente Global de transferencia de calor
ΔT	Diferencia media logarítmica de temperaturas
lb/ ft ²	Libras por pie cuadrado (densidad superficial)
BHP	Caballos de potencia al freno
HP	Caballos de potencia
SC	Coefficiente de Sombreado
NC	Criterio de Ruido
US\$	Dólares de los Estados Unidos de América
mph	millas por hora
BTU	Unidad térmica británica (Energía)
FT. P.D.	Pies de caída de presión

INTRODUCCION

Frente al constante desarrollo de la ciudad de Guayaquil, en estos tiempos se ha visto que la inversión privada ha entrado a colaborar con este desarrollo, invirtiendo en proyectos varios, tales como la construcción de edificios con servicios de oficinas, departamentos, centros comerciales y hoteleros, etc., en lugares con facilidad de accesos, vías rápidas, cercanía al aeropuerto y que por su ubicación pretende a futuro ser el nuevo centro de negocios, financiero y comercial de Guayaquil.

Por estas razones se está construyendo el edificio "SCORPIO" con una torre de departamentos, además de locales comerciales y cuatro pisos de parqueos. En un edificio de este tipo y con las condiciones climáticas de Guayaquil es imprescindible que cuente con un sistema de aire acondicionado y ventilación mecánica de tal forma que brinde a cada ambiente del edificio todas las condiciones de confort.

Para la aplicación de un sistema de aire acondicionado y ventilación mecánica es necesario tener en cuenta consideraciones y recomendaciones técnicas por parte de asociaciones profesionales internacionales, tales como la de ASHRAE (American Society of Heating Refrigeration and Air Conditioning Engineers) y SMACNA (Sheet Metal Air Conditioning Contractors National Association, Inc) para el diseño y construcción de sistemas de enfriamiento de edificios y de distribución de aire, a más de prácticas recomendadas para la construcción e instalación de sistemas de tuberías.

Esta tesis de grado se enfoca en dos aspectos: en primer lugar, la estimación con métodos adecuados de la carga de enfriamiento del edificio y la selección apropiada de los equipos de climatización, y en segundo lugar, proveer de guías útiles para la instalación, mantenimiento y control de los componentes mecánicos que conforman el sistema de climatización del edificio.

En los capítulos 1 y 2 se hace un análisis general del edificio tales como ubicación, orientación, uso básico de cada ambiente, niveles de ocupación, también se hace un resumen de las características básicas de los materiales de construcción utilizados a partir de los cuales se efectuará el cálculo de ganancia térmica del edificio. Esto último se cumplió con la utilización del software TRACE 600, gentilmente facilitado por Comercial

Systems Group, The Trane Company. TRACE 600 es actualmente uno de los programas de más alto nivel disponible en el mercado.

Una vez conocida la carga de enfriamiento se analizan las condiciones de diseño, selección de equipos a utilizarse, criterios de renovación de aire, velocidades en ductos y accesorios para la distribución de aire, así como en el sistema de tuberías de agua, todo esto dentro de los criterios internacionales recomendados. Un punto relevante en este trabajo es la selección de equipos lo más energéticamente eficientes.

En los capítulos 4 y 5 se hace un análisis de las características técnicas de los equipos y materiales necesarios para la instalación y funcionamiento adecuado del sistema de climatización.

El capítulo 6 presenta una breve descripción del control directo digital aplicado a los componentes principales del sistema de climatización, así como también se explican los puntos más importantes que debe contener un plan de mantenimiento de dicho sistema. Una vez más cabe resaltar la importancia de los controles y del mantenimiento a fin de obtener un desempeño eficiente de los sistemas mecánicos.

Finalmente, se presenta planillas de los equipos y accesorios utilizados, a más de un presupuesto estimativo del proyecto, juntos con los planos del

mismo.

CAPITULO I

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

1.1 GENERALIDADES

Edificio Scorpio es un proyecto que actualmente se encuentra en proceso de construcción. El tiempo de ejecución del mismo está previsto en realizarse en un plazo no mayor de 24 meses. Scorpio será un edificio de apartamentos, en el Malecón Guayaquil. Entre las distintas necesidades de infraestructura, el edificio deberá contar con un sistema de climatización y ventilación mecánica a fin de lograr condiciones confortables en los diferentes espacios interiores. Esta tesis se enfocará en los criterios seguidos para el diseño del sistema de climatización del edificio y finalmente se mencionarán las

especificaciones técnicas a seguirse en la construcción, instalación y puesta en marcha del sistema.

1.2 UBICACION Y SERVICIO DEL EDIFICIO

El edificio Scorpio se está proyectando en la esquina de las calles Malecón e Imbabura, que tendrá un gran crecimiento inmobiliario en la ciudad de Guayaquil y una muy alta plusvalía en el momento que se comience el proyecto Malecón 2000. La superficie total del terreno es de 450 metros cuadrados.

La exclusividad es uno de los objetivos del desarrollo de esta zona urbana de Guayaquil, y por lo tanto está considerada en los diversos aspectos de todo proyecto inmobiliario en dicha zona. Con este fin se ha diseñado el edificio de apartamentos Scorpio. El edificio tiene 20 pisos, distribuidos según el uso en 15 pisos para los apartamentos, 4 pisos para estacionamiento de vehículos, un piso social, el cual cuenta con un salón de recepciones, gimnasio, piscina y terrazas de esparcimiento. Finalmente, en la planta baja se encuentra el vestíbulo, oficinas administrativas y un local comercial. El área en promedio de cada piso es de 300 metros cuadrados.

El edificio está diseñado para un total de 46 apartamentos, más 3 apartamentos del tipo "duplex". Los apartamentos ubicados entre los pisos 6, 7, 8, 9, 10 y 11 tienen un área en promedio entre 30 y 50 metros cuadrados. Cada uno de ellos cuenta con sala - comedor, cocina, dormitorio principal y baños. Los apartamentos ubicados entre los pisos 12, 13, 14 y 15 tienen un área comprendida entre 40 a 70 metros cuadrados y en general poseen dos dormitorios más un área de servicio (cuarto de doméstica y patio de ropas). En los pisos 16, 17 y 18 se encuentran apartamentos de mayor superficie, esto es, 90 metros cuadrados, los cuales incorporan dos dormitorios, respectivos baños y un estar familiar. Finalmente en el piso 19 se encuentran 3 apartamentos duplex, esto es, un mismo apartamento en dos pisos. Estos cuentan con sala, comedor, cocina, área de servicio, estudio y baños, a más de terrazas accesibles. El área acabada de los duplex es aproximadamente de 100 metros cuadrados (planta alta más planta baja). El total de área habitable del edificio (48 apartamentos) es de 2,200 metros cuadrados.

Es de mencionar que el edificio contará con todos los servicios básicos de infraestructura (electricidad, telefonía, agua potable, canalización de aguas servidas y aguas lluvias). Los cuatro pisos de parqueo proveerán un área total de 800 metros cuadrados para

vehículos. Se contará además con ascensores, escaleras de emergencia, vigilancia, entre otros servicios de apoyo y seguridad.

1.3 CONDICIONES PARA EL DISEÑO DE ESTE TIPO DE EDIFICIO

Las condiciones para el diseño del sistema de climatización de un edificio con las características de esta obra exige que se ejecuten varias funciones simultáneas, tales como acondicionar el aire, transportarlo e introducirlo a los espacios a servir, controlar y mantener la temperatura, humedad, movimiento, pureza, nivel de ruido y presión diferencial de aire, todo esto en un espacio con límites predeterminados por el confort y salud de los ocupantes.

Nuestro problema es, en primer lugar, determinar la carga de enfriamiento de cada espacio a ser ocupado. Por definición, carga de enfriamiento es la cantidad de energía que debe removerse de un espacio a fin de mantener las condiciones deseadas de temperatura y humedad (McQuiston & Parker). La carga de enfriamiento permitirá la selección de los equipos de climatización que efectuarán la tarea de retirar la energía del espacio. Es necesario mencionar que la selección de los equipos para el edificio se efectuará considerando su eficiencia

energética así como los costos inicial y de operación de los mismos. En base a los equipos especificados se diseñará el sistema de distribución de aire, poniendo énfasis en obtener un sistema eficiente energéticamente y que a su vez esto no signifique olvidar la meta impuesta por el diseño que es asegurar confort para los ocupantes de cada espacio.

En el capítulo siguiente de esta tesis se discutirán en detalle los criterios utilizados en el diseño del sistema de climatización de Edificio Scorpio.

CAPITULO II

CONDICIONES Y CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO

Este capítulo expone las principales condiciones y consideraciones técnicas para el diseño de un sistema de climatización en general. Para la aplicación específica en el Edificio Scorpio se han utilizado parámetros recomendados por asociaciones de profesionales, tales como ASHRAE (Sociedad Americana de Ingenieros en Refrigeración, Calefacción y Acondicionamiento de Aire), y la SMACNA (Asociación de Contratistas de Lámina de Metal y Acondicionamiento de Aire), así como también las recomendaciones de la NFPA (Asociación para la Protección contra Incendios), todas ellas de los Estados Unidos de América.

2.1 CONDICIONES INTERIORES Y EXTERIORES DE DISEÑO

La ciudad de Guayaquil, Ecuador se encuentra ubicada en latitud 2° 10' Sur y longitud 79° 53' Oeste y posee una elevación sobre nivel del mar de 20 pies (6.1 metros). El clima en la ciudad de Guayaquil consiste de una estación lluviosa y una estación seca bien definidas. En ambos períodos son notorias las temperaturas mayores a los 30 grados centígrados. Las condiciones exteriores de temperatura de diseño para Guayaquil han sido tomadas del ASHRAE Handbook of Fundamentals (1993) Tabla 3, Capítulo 24:

Temperatura de bulbo seco:	92 °F (33.3 °C)
Temperatura de bulbo húmedo:	80 °F (26.7 °C)
Rango Diario de variación de temperatura:	20 °F

La temperatura de bulbo seco presentada es el límite superado durante el 1% de 2,928 horas comprendidas entre los meses de Diciembre a Marzo para la ciudad de Guayaquil. Esto es, las observaciones meteorológicas recopiladas por ASHRAE indican que durante 29 horas la temperatura bulbo seco fue igual o superó a los 92 °F citados. En cambio, la temperatura de bulbo húmedo reportada es el valor promedio de todas estas temperaturas registradas en el lapso de tiempo mencionado (1%, es decir, 29

horas). Es necesario aclarar que dicha temperatura de bulbo húmedo no es la coincidente con la temperatura de bulbo seco reportada. Como dato adicional, las propiedades del aire húmedo a nivel del mar con las temperaturas de diseño mencionadas tiene un 60% de humedad relativa. Este dato es en realidad una aproximación debido a que las dos temperaturas (seca y húmeda) no son coincidentes, es decir, no fueron registradas simultáneamente.

En cuanto a las condiciones interiores de diseño, esto es, temperatura y humedad relativa a mantenerse en un edificio de apartamentos, ha sido práctica común utilizar rangos entre 74 a 79 °F para temperatura y entre 50 a 45% de humedad relativa. Estos valores se refieren a aplicaciones muy generales (oficinas, apartamentos, hoteles, etc.) y han sido tomados del Manual de Diseño de Sistemas de Climatización de Carrier. El ASHRAE Handbook of Applications (1987) recomienda valores similares, esto es entre 74 a 78 °F de temperatura y 50 a 40% de humedad relativa. En cambio para fines de conservación de energía, se recomienda utilizar temperaturas de diseño de 78 °F en interiores (Pita).

En este trabajo se utilizarán los siguientes valores de temperatura y humedad en interiores para el diseño del sistema de climatización:

Temperatura de bulbo seco:	75 °F (23.9 °C)
Humedad Relativa:	50 %

Finalmente, debemos considerar que el sistema debe cumplir parámetros de diseño que eviten sonidos no deseados, es decir, ruido. En aire acondicionado, el ruido de los difusores o rejillas de suministro es el que más molestias ocasiona en los ocupantes de un espacio (McQuiston & Parker). Las curvas NC (Noise Criteria) son el método más común de proveer información del espectro de un ruido en sus diferentes octavos de banda, expresándolo como un simple número. En general, niveles de ruido por debajo de un NC igual a 30 son silenciosos mientras que niveles sobre un NC de 50 se consideran ruidosos. ASHRAE recomienda utilizar en el diseño de apartamentos y hoteles un NC entre 30 a 35.

La siguiente fuente de ruido es posible encontrarla en ductos. Por el momento mencionaremos las velocidades recomendadas en ductos de aire acondicionado a fin de minimizar la generación de ruido. En ductos principales se utilizará 1,000 FPM de velocidad, mientras que en ductos secundarios 900 FPM. En cambio, para

rejillas de suministro de aire se las seleccionará en base a una velocidad de 700 FPM, mientras que las rejillas de retorno se escogerán en base a velocidad de 300 FPM.

2.2 CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS DEL EDIFICIO

La ganancia de calor en un edificio tiene su origen en dos componentes bien definidos: ganancias de calor por la envoltura (paredes, particiones, techos) y ganancias de calor internas (personas, luces, equipos, entre otros). La ganancia de calor debido a infiltración de aire exterior se discutirá más adelante en este capítulo. Debemos resaltar la importancia de la ganancia de calor estructural o de envoltura, en especial de paredes y de vidrios.

Aclaremos que la ganancia de calor no es igual a la carga de enfriamiento del espacio. La diferencia se debe al efecto de la radiación desde las superficies y objetos dentro del espacio, la cual fomenta el calentamiento de los mismos, calor que no es removido instantáneamente sino después de un cierto tiempo mediante el mecanismo de convección por el aire circulando en el espacio.

Este tiempo de retraso en la conversión de ganancia a carga está dado por la masa y el calor específico de la construcción. Mientras mayor masa posee la estructura, el tiempo de liberación de calor será relativamente mayor. A manera de ejemplo, un cuarto con una pared de masa pesada con orientación Oeste y alta densidad de muebles, liberará el calor almacenado en ella en horas de la noche, durante las cuales es posible que el sistema de climatización no se encuentre operando. Por regla general, una ganancia de calor se convierte inmediatamente en carga de enfriamiento cuando es básicamente por convección su forma de transferir calor al espacio. El mejor ejemplo de esto es la ganancia de calor debida al aire exterior de infiltración.

Refiriéndonos a las prácticas de construcción en nuestro medio, es muy utilizada la pared de bloque de concreto, provista de enlucido en su interior. Para fines de cálculo de la carga de enfriamiento del edificio Scorpio, se asumió que las paredes exteriores poseen los siguientes componentes: bloque de concreto 6" (15 cm.) espesor, acabado interior de yeso, aire quieto interior, capa de aire exterior con viento de 7 mph (3.1 m/s). El coeficiente global de transferencia de calor es $U = 0.32 \text{ BTU/h ft}^2 \text{ }^\circ\text{F}$ ($1.8 \text{ W / m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$) y una densidad de 39.33 lb / ft^3 , lo cual significa que es una pared de masa media. Vale mencionar que la ganancia de calor por

particiones (paredes adyacentes a un espacio no acondicionado) se estimó utilizando el mismo tipo de pared descrito arriba. Esto se debe a las características térmicas similares entre paredes de partición y de paredes exteriores, en que básicamente se utiliza bloque de concreto.

En cuanto a los vidrios, citamos su principal característica térmica, la cual consiste en permitir el ingreso de radiación solar de longitud de onda corta (menores a 3 micras de longitud de onda), mientras que los vidrios son totalmente opacos a la radiación térmica de longitud de onda larga (radiación generada por superficies de hasta 120 °C, longitud de onda mayor a 3 micras). Esto causa el llamado efecto invernadero, o atrapamiento de calor en un recinto. La radiación térmica se genera por las temperaturas de los diferentes cuerpos dentro de un espacio habitacional. En el cálculo de carga de Edificio Scorpio los vidrios se evaluaron como de 3/8" espesor (0.95 cm.) panel sencillo, absorbentes de calor, siendo el coeficiente de sombreado $SC = 0.6$ y el coeficiente global de transferencia de calor $U = 1.04 \text{ BTU/h ft}^2 \text{ }^\circ\text{F}$ ($5.9 \text{ W / m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$).

Finalmente, los techos fueron evaluados como una losa de concreto celular de 4 a 6" espesor (10 a 15.2 cm.), con impermeabilizante, mortero cemento y baldosa cerámica, siendo el

coeficiente global $U = 0.18 \text{ BTU/h ft}^2 \text{ }^\circ\text{F}$ ($1.04 \text{ W / m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$), peso pesado. Indicamos que en el cálculo de carga de enfriamiento se consideraron también las ganancias de calor debidas a pisos expuestos con ambientes no climatizados. La ganancia de calor tiene un mecanismo similar al de una partición, y en este caso se utilizaron las características térmicas señaladas arriba para los techos.

2.3 CONSIDERACIONES PARA EL CÁLCULO DE LA CARGA TÉRMICA

A continuación discutiremos los lineamientos generales de cálculo de carga de enfriamiento en un edificio, considerando que dicho cálculo servirá para dimensionar los diversos componentes del sistema de climatización requerido. Los detalles del programa computacional usado en el cálculo de carga de enfriamiento serán descritos en el capítulo 3 de esta tesis. El uso de programas o paquetes de software diseñados para el cálculo de cargas de enfriamiento agiliza y simplifica el trabajo del diseñador del sistema de climatización.

En términos generales, se determinan las cargas de enfriamiento pico (o máxima) individualmente para los diferentes espacios o cuartos en el edificio. La carga pico de enfriamiento es calculada por el programa considerando especialmente la incidencia de la radiación solar a lo largo del año. De esta manera el diseñador especifica el suministro requerido de aire para cada espacio a fin de vencer la carga térmica y se procede a seleccionar la máquina que satisfaga los requerimientos de enfriamiento y transporte de aire hacia el espacio. Se toman en cuenta consideraciones de filtración de aire, niveles de ruido, velocidades de transporte en ductos, selección de rejillas, entre otros aspectos.

En algunas edificaciones se presenta el caso de plantas arquitectónicas iguales; éstas se las denomina plantas tipo y en base a una de ellas se realiza el cálculo de carga, facilitándose el ingreso de datos y los cálculos a efectuarse.

Finalmente, algunos sistemas de climatización requieren el cálculo de carga de enfriamiento de todo el edificio, conocida también como carga de bloque en algunas publicaciones. Esta carga total del edificio no necesariamente es igual a la suma de las cargas de todos los cuartos dentro del mismo. Esto se debe especialmente a la orientación del edificio, ya que a una misma hora del día

diferentes exposiciones de pared no tienen igual ganancia de calor. Otro factor que incide es la infiltración por aberturas en el edificio. A una misma hora del día la dirección de viento promueve infiltración en algún sector del edificio mientras que en otro sector es posible encontrar cuartos con exfiltración (presurización que evita el ingreso del aire exterior).

La carga total del edificio es importante para dimensionar correctamente la planta de refrigeración central. En sistemas que trabajan con enfriadores de agua estos se seleccionan para manejar la carga máxima del edificio. Las torres de enfriamiento, condensadores evaporativos, o enfriadores secos se seleccionan igualmente para manejar la carga pico del edificio. Caso contrario, de utilizarse la carga total de los cuartos en el edificio, se obtendría un sistema sobredimensionado y que incurriría en costos de operación (energía) y de mantenimiento mayores, además del mayor costo inicial de adquisición de los equipos.

2.3.1 LA OCUPACION: OFICINAS, LOCALES COMERCIALES Y DEPARTAMENTOS

En el diseño de sistemas de climatización para edificios se deben tener consideraciones específicas acerca de las distribuciones de zonas y espacios a los cuales se suministrará aire acondicionado, ya que las cargas térmicas varían de acuerdo al uso del espacio (oficina, local comercial o departamento), por ende varían también los requerimientos de diseño para lograr las condiciones de confort.

La principal característica de ocupancia en edificios de apartamentos es la ocupación 24 horas al día, 7 días a la semana, aunque no necesariamente ocupado en todas las ocasiones. Por lo tanto, nuestro sistema de climatización debe poseer la suficiente flexibilidad para ser encendido y apagado a voluntad del usuario. En segundo lugar debemos mencionar que los niveles de iluminación y de densidad poblacional por área son bajos. Las actividades desarrolladas por los individuos son básicamente sedentarias o ligeras. Ocasionalmente existirá alta ocupancia de personas. Además es necesario contar con las actividades de cocina, alimentación y de recreación (ASHRAE Handbook of Applications).

2.3.2 FACTORES DE LA CARGA TERMICA

Hemos discutido el concepto de carga de enfriamiento (o carga térmica) y de las principales fuentes de ganancia de calor en un edificio. Para obtener un estimado de la carga térmica se deben considerar diversos factores, entre los principales tenemos:

- 1) *Carga solar*: ganancia de calor por conducción a través de vidrios más la ganancia de calor directa e indirecta por el vidriaje.
- 2) *Ganancia de calor por paredes y techos*: la carga de enfriamiento está determinada por las características térmicas de la construcción (producto área por coeficiente global de transferencia) y por una diferencia de temperaturas equivalente que considera el efecto de la masa de la pared, su orientación y la hora del día.
- 3) *Calor interno ganado*: debido a luces, personas, equipos, artefactos. Esta carga depende de la densidad de ocupantes en el espacio y de la magnitud de generación de calor de los mismos.
- 4) *Ventilación*: es la carga debida a la introducción de aire exterior a fin de proporcionar remoción de olores y

renovación del aire en el espacio. Desde 1989 ASHRAE recomienda activamente el uso de las cantidades de aire exterior apropiadas para cada aplicación. La carga térmica por ventilación (sensible más latente) es una carga de sistema de climatización, debido a que no es aire que se introduce en el cuarto sino en el equipo central de refrigeración.

- 5) *Infiltración*: es una carga de enfriamiento de carácter convectivo, y tiene dos componentes, sensible y latente. Está determinada por el caudal de aire exterior que ingresa a un espacio a través de grietas, abertura de puertas, etc. La infiltración es una carga de espacio.
- 6) *Calor ganado en los ductos*: esta es una carga del sistema de climatización, mas no del espacio. Su importancia depende de las temperaturas de los espacios no acondicionados por los que deben pasar los ductos y de la evaluación del aislamiento térmico previsto en los ductos.

2.3.3 LA COINCIDENCIA DE LA CARGA TERMICA

El uso de un programa computacional para la determinación de cargas de enfriamiento nos facilitará la determinación de la hora de máxima carga en el edificio así como en los diferentes espacios.

La descripción del edificio Scorpio se la presentará en el capítulo 3. Pero mencionamos que la principal orientación del edificio es hacia el Norte, en cambio, las orientaciones Este y Oeste tienen un área menor comparada con la dirección Norte. El edificio tiene una proporción de 3 : 1 para esta última dirección. Si consideramos que la estructura es de una masa media y que los horarios de ocupación son constantes en el día, la máxima carga del edificio se presentará en horas de la tarde, entre las 15:00 a 17:00 horas.

2.4 CONSIDERACIONES PARA LA VENTILACION DEL EDIFICIO

El término ventilación se lo emplea en este trabajo con dos significados. El primero, nos indica la cantidad de aire fresco que debemos suministrar a los espacios a fin de lograr condiciones

óptimas de calidad de aire en interiores. Cuando se habla de carga térmica por ventilación nos referimos al calor que se debe extraer de la mezcla de este aire de ventilación con el aire de retorno. El segundo significado obedece a que se debe suministrar y extraer aire de espacios que requieran ventilación localizada, tal es el caso de baños, cocinas, etc.

El suministro de aire exterior a los espacios se lo efectuará mediante ductos de toma de aire provenientes desde la terraza del edificio. Desde estos ductos principales se deriva un ducto secundario que sirve a las respectivas máquinas ubicadas en los espacios climatizados. La mezcla entre el aire exterior y el aire de retorno se efectúa en el cuarto de máquinas. El caudal de aire se lo define en base a las siguientes cantidades recomendadas por ASHRAE según el tipo de espacio a climatizarse.

TABLA 2-1
REQUERIMIENTOS DE AIRE EXTERIOR SEGÚN
ASHRAE STANDARD 62-1989

APLICACION	CANTIDAD
Oficinas	20 CFM / persona
Teatros	15 CFM / persona
Hoteles	
* baños	35 CFM / cuarto
* dormitorios	30 CFM / cuarto
* sala	30 CFM / cuarto
Cafetería	20 CFM / persona
Bar, Casinos, Cocktail	30 CFM / persona
lounge	

En nuestro caso, y para este tipo de edificio cuyo objetivo es básicamente residencial, se deberá efectuar extracción de aire principalmente en baños y cocinas para la eliminación de malos olores y extracción de humo y grasas respectivamente. Debido a que se trata de cocinas residenciales y no cocinas comerciales o institucionales, el diseño de extracción de aire en cocinas no será analizado debido a que existen sistemas de campana de cocina en el mercado que pueden satisfacer estos requerimientos.



CAPITULO III

LA CARGA TERMICA DEL EDIFICIO Y SELECCION DEL SISTEMA DE ACONDICIONAMIENTO DE AIRE A UTILIZARSE

En este capítulo se describirán las principales características del programa computacional de cálculo de carga, además de las consideraciones utilizadas para seleccionar un sistema de climatización adecuado al tipo de actividad a desarrollarse en el edificio, resaltándose además la eficiencia energética.

3.1 GENERALIDADES SOBRE EL CÁLCULO DE LA CARGA TÉRMICA Y DE ENFRIAMIENTO

El cálculo de la carga térmica y de enfriamiento ha sido efectuado en un programa de computadora para realizar análisis térmicos y energéticos en edificios. Por medio de este programa podemos obtener un excelente estimado para la carga de enfriamiento a ser retirada de cada zona del edificio, tomando en cuenta tanto las cargas internas y externas de los espacios así como las cargas térmicas impuestas al sistema de climatización. Una de las ventajas de este programa es la versatilidad que ofrece para análisis de alternativas en elementos arquitectónicos de un edificio, dado que podemos simular diversas variables como la orientación del edificio, las características constructivas, tipos de materiales, etc. Con estas herramientas es posible efectuar estudios comparativos de costos versus inversión a mediano y largo plazo.

Refiriéndonos al caso de estudio, Edificio Scorpio ha sido dividido en dos zonas, 1 y 2, correspondientes a dos subsistemas de distribución de equipos de climatización. Se ha hecho esta zonificación debido a que el edificio contará con dos pozos longitudinales, que recorrerán desde la terraza hasta la planta baja. Por estos pozos se planea recorrer tuberías y ductos de ventilación para baños y suministro de

aire fresco a los cuartos. Pese a que el tipo de sistema de climatización no ha sido escogido todavía, este criterio para la zonificación del edificio trae consigo la ventaja de poder agrupar los distintos cuartos con respecto a uno de los dos pozos. Como ejemplo, en caso de utilizar "fan-coils" que trabajen con agua helada como medio refrigerante, el suministro de agua a estas unidades se lo efectuará por el pozo más cercano a las mismas.

En la Figura 3.1 se presenta la planta baja del edificio, en la Figura 3.2 presenta una planta tipo, mientras que la Figura 3.3 nos muestra un corte del edificio con la ubicación tentativa de los pozos longitudinales por donde se plantea suministrar ductos de ventilación así como tuberías del sistema de climatización a elegirse.

FIGURA 3-1

PLANTA BAJA - EDIFICIO SCORPIO

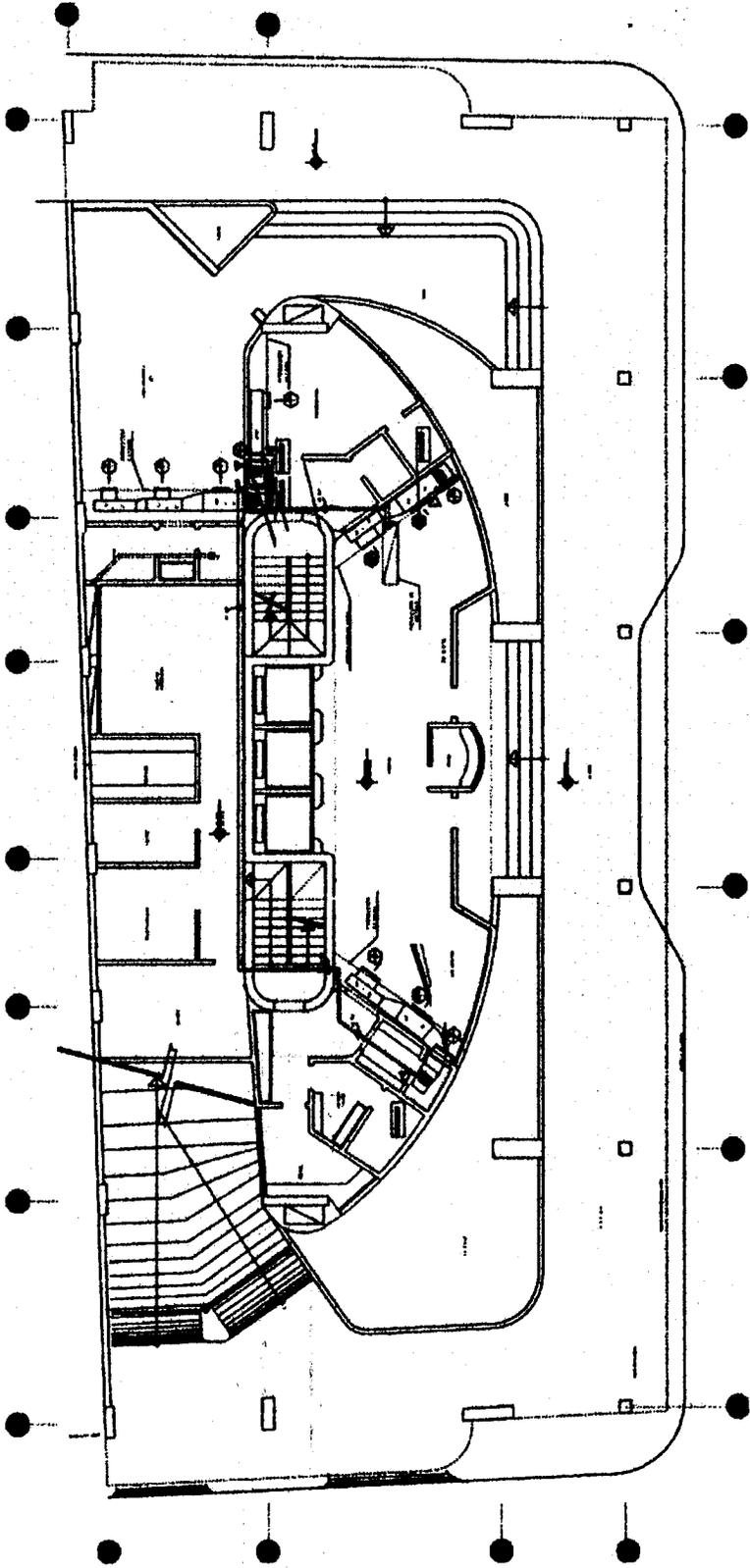
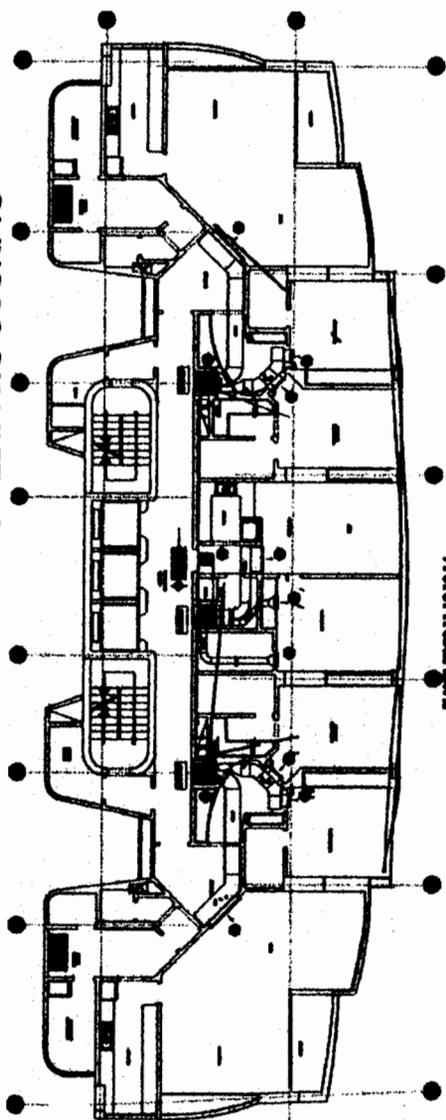


FIGURA 3-2
PLANTA TIPO - EDIFICIO SCORPIO



PLANTA TIPO 11,12,13,14

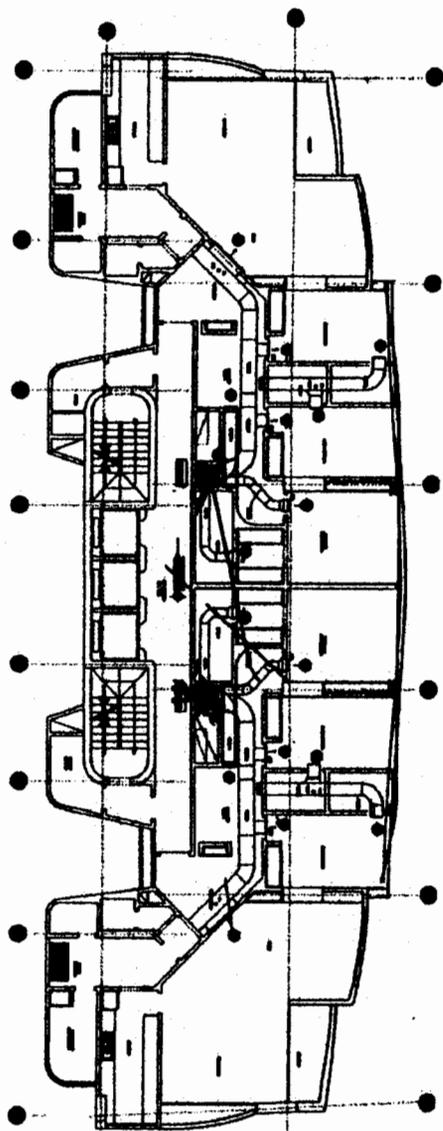
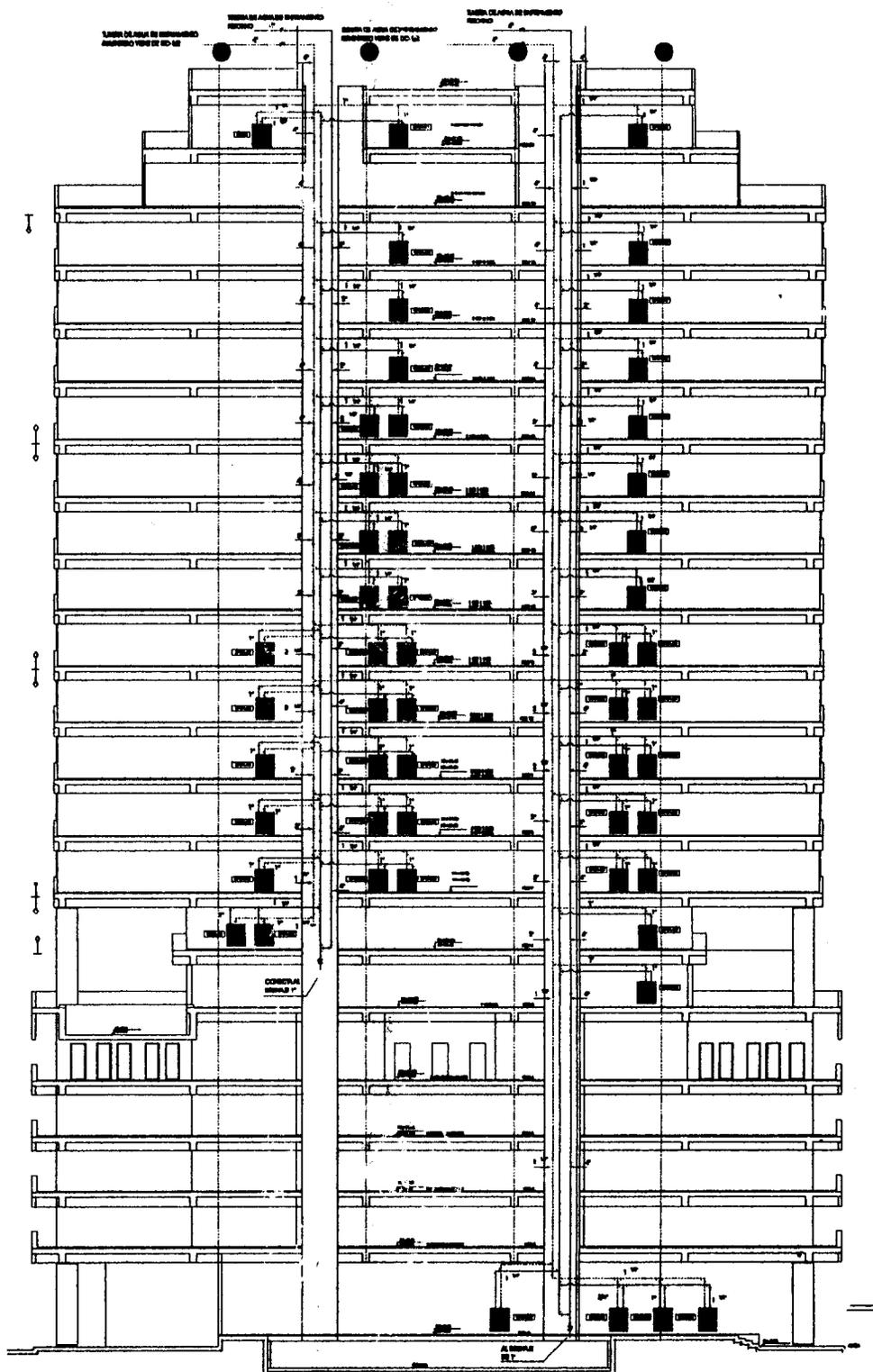


FIGURA 3-3
CORTE - EDIFICIO SCORPIO



3.2 SOFTWARE PARA EL CÁLCULO DE CARGA TÉRMICA EN EDIFICIOS

El software de cálculo es el Trace 600, desarrollado por The Trane Company, y utilizado en este trabajo previa autorización de Comercial Systems Group. Como requisitos el programa necesita una computadora personal IBM 386 o superior, 640 K RAM, versión de DOS 3.1 o superior y coprocesador matemático. Las principales aplicaciones que ejecuta este programa, entre otras, son:

- * Cálculo de cargas y diseños de sistemas de aire acondicionado, calefacción y ventilación.

- * Cálculo de la demanda y consumo energéticos anual del sistema mediante la simulación del comportamiento térmico del edificio para las 24 horas de un día tipo de cada mes del año.

La metodología de cálculo de carga de enfriamiento del programa se basa en el método de las funciones de transferencia introducido por Mitalas y Stephenson en 1967. El método utiliza una transformación matemática de las ecuaciones de transferencia de calor a fin de determinar el comportamiento térmico transiente de un edificio. Su ventaja sobre los métodos numéricos de diferencias finitas son los

pocos cálculos e iteraciones que debe efectuar, proporcionando resultados altamente confiables, y es actualmente el método recomendado por ASHRAE para este tipo de evaluaciones. El método en su primera etapa mantiene la temperatura interior del espacio como constante, por consiguiente una uniformidad en las condiciones de funcionamiento de cargas y equipos, en su segunda etapa la temperatura interior varía de acuerdo a los cálculos que se van realizando cada hora del día, es decir que realiza un sistema interactivo entre las cargas y los sistemas para diferentes horas en un día tipo de cada mes (CIEMAT):

El programa TRACE 600 está conformado por 53 pantallas para ingreso de datos tanto del edificio como de los sistemas a evaluarse. Adicionalmente, existen otros programas utilitarios para procesar datos climáticos; librería de propiedades térmicas de paredes, techos, particiones y vidrios; diseño de ductos, y librería de equipos de refrigeración y transferencia de calor.

A continuación en la Tablas 3-1 describiremos brevemente las características de las pantallas de ingreso de datos del programa TRACE 600, en lo que se refiere al cálculo de cargas de enfriamiento de edificios.

TABLA 3-1

**DATOS DE ENTRADA PARA EL PROGRAMA TRACE 600 PARA
CALCULO DE CARGAS DE ENFRIAMIENTO EN EDIFICIOS**

PANTALLA	NOMBRE	CARACTERISTICAS
01	Nombre de Archivo y datos del edificio	
08	Datos Climáticos	Utiliza un archivo creado previamente con datos climáticos locales.
09	Parámetros de Simulación de Cargas	Describe los períodos del año en que se calculan las cargas de enfriamiento.
10	Metodología de Cálculo de Cargas	El programa ofrece cinco metodologías, todas ellas basadas en la función transferencia.
11	Parámetros de Simulación de Energía	Describe los períodos del año en que se calculan consumos de energía del edificio.
12	Factores de Uso de Recursos	Eficiencia energética en la conversión de energía utilizada en el edificio (ej.: electricidad es 33%)
13	Parámetros de Iluminación Natural	El programa permite efectuar análisis de luz natural y luz artificial en espacios.
19	Descripción de Alternativas	El programa maneja hasta cuatro alternativas de diseño.
20	Parámetros del Cuarto	Datos generales del cuarto: dimensiones, construcción, pisos repetidos.
21	Termostatos	Características de control de los termostatos.
22	Techos	Datos generales del techo: dimensiones, construcción, orientación.
23	Tragaluces	

TABLA 3-1 (cont.)

**DATOS DE ENTRADA PARA EL PROGRAMA TRACE 600
CALCULO DE CARGAS DE ENFRIAMIENTO EN EDIFICIOS**

PANTALLA	NOMBRE	CARACTERISTICAS
24	Paredes	Datos generales de paredes: dimensiones, construcción, orientación.
25	Vidrios	Datos generales de vidrios: dimensiones, tipo, presencia de sombreadores.
26	Horarios de Operación	Se utilizan los horarios creados en una librería.
27	Personas y Luces	Número de ocupantes, densidad de iluminación artificial.
28	Misceláneos	Ganancias de calor por artefactos.
29	Flujos de Aire en Cuarto	Caudales de ventilación e infiltración.
30	Flujos de Aire de Ventiladores	Se definen caudales de ventiladores de suministro, retorno, extracción, etc.
31	Particiones	Datos generales de paredes en partición: dimensiones, construcción, comportamiento de la temperatura en el espacio adyacente. En este trabajo se utilizó HRLYOADB.
32	Pisos Expuestos	Datos generales de pisos expuestos al exterior o en partición: dimensiones, construcción.
33	Sombreado Exterior	Características de aleros, aletas o edificios adyacentes. El programa no calcula el efecto de aleros más sombra de edificios cercanos.
34	Sombreado Interno	Datos de cortinas, persianas, venecianas (internos) así como también de louvers móviles (externos al vidrio).
35	Sensor de Luz Natural	

El programa TRACE 600 permite estimar el consumo energético de equipos de ventilación, equipos de planta de refrigeración (enfriadores de agua, unidades autocontenidas enfriadas por agua, expansión directa, incrementales, bombas de agua helada y de enfriamiento, torres de enfriamiento), desempeño de sistemas de cogeneración (generación simultánea de electricidad y calor en una instalación), sistemas de administración de energía y sistemas de automatización en edificios (EMS / BAS), iluminación natural e iluminación artificial, entre otros.

En los Anexos presentamos los datos de entrada de las pantallas requeridas en el cálculo de carga de enfriamiento de Edificio Scorpio así como los informes impresos que genera el programa con los resultados del cálculo. A continuación, en la Tabla 3-2 presentamos un resumen de los resultados obtenidos con el programa para los diferentes cuartos del edificio.

TABLA 3-2

RESULTADOS DE CALCULO DE CARGA DE ENFRIAMIENTO PARA EDIFICIO SCORPIO - PROGRAMA DE

CALCULO TRACE 600

CUARTO	ZONA	DESCRIPCION	AREA m ²	MES	HORA	TOTAL MBTU/h	CUARTO MBTU/h	FACTOR BTU/hm ²	VALOR DE DISEÑO MBTU/h
1		1PB - VESTIB	108	12	19	91.4	77.4	846	120
2		1PB - ADM	17	12	19	11.7	9.8	684	12
3		1PB - LOCAL	48	12	19	29.1	22.3	610	30
4		1P5 - SALON	54	12	19	35.6	29.3	659	36
5		1P6 - Dept. 61	45	12	19	28.6	23.1	636	30
6		1P7a11 - D71	45	12	19	29.8	23.7	662	30
7		1P7a11 - D72	68	12	19	38.5	30.9	570	42
8		1P12a15 - der.	90	12	19	57.9	51.6	644	60
9		1P16a18 - der.	81	12	19	59.9	52.9	740	60
10		1 Duplex der.	90	12	19	58.1	49.2	646	60
11		2P6 - Dept. 62	45	12	19	29.4	23.4	653	30
12		2P6 - Dept. 63	45	12	19	25.1	17.7	558	30
13		2P7a11 - D73	45	12	19	29.8	24.7	662	30
14		2P7a11 - D74	45	12	19	29.8	24.7	662	30
15		2P7a11 - D75	68	12	19	37.5	29.3	555	42
16		2P12a15 - cent.	45	12	19	29.0	23.0	645	30
17		2P12a15 - izq.	113	12	19	59.4	52.9	528	60
18		2P16a18 - izq.	135	12	19	59.9	53.9	444	60
19		2 Duplex cent.	56	12	19	41.0	32.7	730	42
20		2 Duplex izq.	90	12	19	52.7	43.0	586	60

Conviene señalar que el mes y la hora reportados junto a cada cuarto corresponden a la carga pico del serpentín de enfriamiento. Esto se debe a que si bien cada cuarto o espacio experimenta una carga pico a una determinada hora, el serpentín que sirve a dicho cuarto presentará la carga pico a diferente hora que la del espacio, explicado principalmente por las condiciones ambientales del aire exterior, tanto la temperatura como el nivel de humedad.

Es de notar también que la Tabla 3-2 presenta las cargas individuales de los cuartos ubicados en pisos tipo (cuartos 6, 7, 8 y 9 de la zona 1, y cuartos 13, 14, 15, 16, 17 y 18 de la zona 2). En el programa se empleó la opción de cuartos repetidos, a manera de multiplicador de la carga de un solo cuarto, facilitándose así el ingreso de datos mientras se obtiene la carga total del edificio.

El programa también nos entrega resultados generales de la carga térmica en el edificio. El edificio Scorpio presenta la carga pico de bloque (todo el edificio) a las 19:00 horas del mes de Diciembre, siendo dicha carga **185.1 TR**. Los siguientes valores son parámetros de carga del edificio:

Aire Exterior	6.2 %
CFM / ft ²	2.11
CFM / TR	471.8
ft ² / TR	223.8
BTU/h ft ²	53.6

Area Total Acondicionada 41,291 ft² = 3,838 m²

El edificio fue dividido en dos secciones: zona 1 y zona 2. La carga total de enfriamiento (carga de espacio más carga de ventilación) expresada en BTU/h se presenta a continuación en la Tabla 3-3, para ambas zonas.

TABLA 3-3

CARGAS DE ENFRIAMIENTO SEGÚN ZONAS DE EDIFICIO

SCORPIO

CONDICIONES: DICIEMBRE - 19:00 HORAS (Unidades en BTU/h)

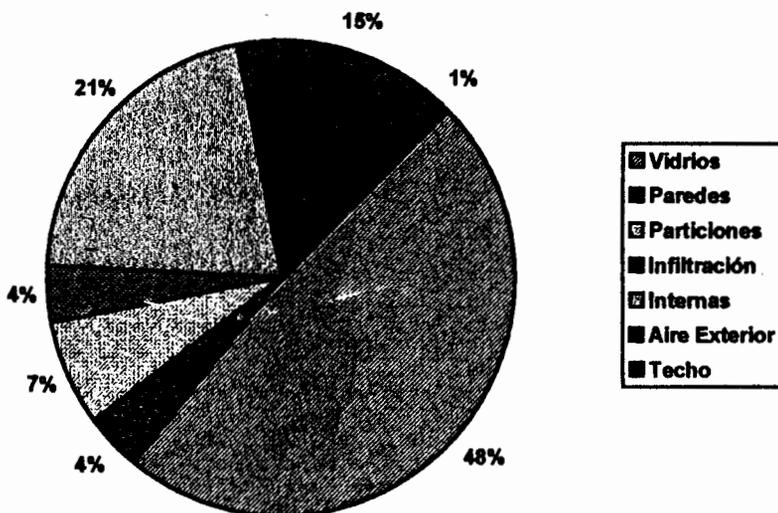
	Sensible	Latente	TOTAL
Zona 1	844,934	196,327	1,041,261
Zona 2	931,736	248,565	1,180,301
TOTAL	1,776,670	444,892	2,221,562 (185.1 TR)

Los datos fueron generados por el programa TRACE 600. La suma de los totales no es exacta totalmente debido a algún redondeo efectuado por el programa. Estos datos nos servirán más adelante para dimensionar los equipos de rechazo de calor (condensadores, enfriador seco, torre de enfriamiento, etc.).

A continuación en la Tabla 3-4 presentamos un desglose de la carga pico del edificio según los diversos componentes de la misma. La Figura 3.4 es la representación gráfica de estos datos.

FIGURA 3.4

COMPONENTES DE LA CARGA DE ENFRIAMIENTO DE EDIFICIO
SCORPIO - CONDICIONES DE CARGA PICO DE BLOQUE,
DICIEMBRE 19:00 HORAS



Biblioteca Central

TABLA 3-4

**COMPONENTES DE LA CARGA DE ENFRIAMIENTO DE EDIFICIO
SCORPIO - CONDICIONES DE CARGA PICO DE BLOQUE,
DICIEMBRE 19:00 HORAS - (Unidades en BTU/h)**

COMPONENTE	CARGA DE ESPACIO *	CARGA AIRE DE RETORNO	CARGA TOTAL
Tragaluces			
Solar	-	-	-
Conducción	-	-	-
Techados	-	16,052	16,052
Vidrios			
Solar	937,623	-	937,623
Conducción	127,670	-	127,670
Paredes	59,093	22,590	81,684
Particiones	161,600	-	161,600
Pisos Expuestos	14,743	-	14,743
Infiltración	88,077	-	88,077
SUBTOTAL (1)	1'388,806	38,642	1'427,448
Luces	135,711	-	135,711
Personas	169,262	-	169,262
Misceláneos	159,000	-	159,000
SUBTOTAL (2)	463,972	-	463,972
Carga Tumbado (3)	5,356	-5,356	0
Aire Exterior (4)	-	-	324,556
Calor Extracción (5)	-	-2,223	-2,223
CARGA TOTAL (1+2+3+4+5)	1'858,135 (154.8 TR)		2'213,754 (184.5 TR)

* Se refiere a carga de enfriamiento sensible más latente

3.3 CONSIDERACIONES TÉCNICAS PARA LA SELECCIÓN DEL SISTEMA DE ACONDICIONAMIENTO DE AIRE

Una vez obtenida la carga de enfriamiento a retirarse de cada ambiente, en la selección del sistema de climatización se deben tener en cuenta algunos factores, por ejemplo:

- La uniformidad de capacidades de los equipos en base a su disponibilidad en el mercado.
- El tipo de equipos a utilizarse, considerando su costo inicial, eficiencia energética, costos de mantenimiento.
- Requerimientos físicos para equipos, sistema de ductos, tuberías, etc.
- La ubicación de los equipos.
- La distribución del flujo de aire de enfriamiento por ambientes.
- El costo del sistema.
- El costo de instalación del sistema, ente otros.

Para la climatización de este edificio, por ser básicamente de tipo residencial, se han seleccionado equipos del tipo unidades autocontenidas enfriadas por agua (conocidos también como paquetes

enfriados por agua), con capacidades de enfriamiento de hasta 60,000 BTU/h. Influye en esta decisión la facilidad para recorrer con tubería de agua a través del edificio usando los pozos dejados para el efecto desde la etapa de planificación. El calor de condensación de las unidades autocontenidas será recogido por el agua circulando en las tuberías para ser finalmente rechazado al ambiente, utilizándose para ello enfriadores de agua secos (Dry Cooler), ubicados en la terraza del edificio. Los paquetes enfriados por agua representan un importante ahorro energético, ya que los compresores de los equipos no tendrían que bombear refrigerante algunos pisos, además del ahorro en la instalación por la cantidad de tubería de cobre, accesorios, aislamiento, refrigerante, etc. que habría que utilizar en caso de que fueran condensadores con Freón 22. Además nos brinda una ventaja en aspectos de mantenimiento: en el caso de producirse una fuga o alguna obstrucción en el circuito cerrado del refrigerante, existirá la facilidad para poder detectar la fuga y así obtener ahorro de tiempo y de refrigerante.

Los enfriadores secos (Dry Coolers) poseen la característica de no requerir agua de reposición, como ocurre en las torres de enfriamiento, por lo que son adecuados para utilizarse en instalaciones con suministro de agua irregular o con costos elevados. En los enfriadores secos intervienen dos fluidos: primero, un fluido externo que en este

caso es el aire ambiente, y segundo, el fluido interno el cual es el agua caliente proveniente de los condensadores de los paquetes ubicados en el edificio. Como lo indica el nombre de estos equipos, el enfriamiento del agua se produce por transferencia de calor sensible únicamente.

3.4 SELECCION DEL SISTEMA A UTILIZARSE EN EL EDIFICIO

En la sección 3.3 planteamos la utilización de un sistema de paquetes enfriados por agua (o bombas de calor como se los conoce popularmente en EE.UU.). En esta sección justificaremos este sistema en base a una breve comparación con los sistemas de climatización más utilizados en nuestro medio.

Plantearemos dos condiciones a ser cumplidas por el sistema: debe ser eficiente energéticamente y su costo inicial deber ser relativamente bajo dentro de las opciones a elegirse.

En nuestro medio, el litoral ecuatoriano, se utilizan básicamente tres sistemas de refrigeración para edificios: el sistema de generación de agua helada, el sistema de unidades autocontenidas (o paquetes)

enfriadas con agua, y, el sistema de equipos unitarios de expansión directa. A su vez, los sistemas de distribución de aire en los espacios pueden ser de volumen constante o de volumen variable.

Los tres sistemas de refrigeración mencionados pueden aplicarse en un edificio de apartamentos. El sistema a seleccionarse dependerá de las condiciones establecidas al inicio de esta sección. En cuanto al transporte de aire, el método de ventilación será de volumen constante, por cuanto no se requieren controles complejos. Una de las metas del diseño es proveer control de las condiciones climáticas internas de una manera simple pero confiable. El uso de volumen variable, el sistema de distribución más eficiente desde el punto de vista energético, es recomendado en proyectos con alta diversidad de cargas, principalmente en edificios de oficinas, por lo que descartaremos el uso de este sistema en Scorpio.

El alto costo inicial del sistema de enfriador de agua, pese a ser más eficiente energéticamente, lo descarta también como sistema a utilizarse en Scorpio. Por lo tanto, en base a los dos sistemas de refrigeración restantes plantearemos las siguientes necesidades de equipos:

PAQUETES ENFRIADOS POR AGUA

- 1) Equipos UPEA, con 184.5 TR de capacidad total
- 2) Bomba de Agua Enfriamiento
- 3) Enfriador Recirculante Seco

EXPANSION DIRECTA

- 1) Equipos DX, con 184.5 TR de capacidad total

En nuestro cálculo no consideraremos los costos energéticos de transportar el aire debido a que los equipos para los espacios poseerán características similares, esto es, un soplador y un sistema de ductos similar en las dos alternativas. El costo de producir refrigeración será el factor influyente en esta comparación.

Los consumos de energía de los sistemas se los ha estimado en base a las horas de plena carga y a parámetros de eficiencia de los mismos a plena carga. En cálculos de aire acondicionado, las condiciones de diseño se cumplirán apenas una fracción del año debido a que en el cálculo se asume el peor escenario dentro del edificio (alta ocupancia y altos niveles de radiación solar). Los costos de operación se han estimado de la manera siguiente:

Sistema de Paquetes Enfriados

Unidades Paquete Enfriadas por Agua

$$(1 \text{ kw/TR}) * (184 \text{ TR}) * 30 \text{ horas} = 5,520 \text{ kwh}$$

Enfriador Seco de Agua

$$(5 \text{ hp}) * 0.746 \text{ kw/hp} * 30 \text{ horas} = 112 \text{ kwh}$$

Bomba de Suministro de Agua

$$(15 \text{ hp}) * 0.746 \text{ kw/hp} * 30 \text{ horas} = 336 \text{ kwh}$$

CONSUMO TOTAL DE ENERGIA (1)	5,968
	kwh

Sistema de Expansión Directa

Unidades de Expansión Directa

$$(1.2 \text{ kw/TR}) * (184 \text{ TR}) * 30 \text{ horas} = 6,624 \text{ kwh}$$

CONSUMO TOTAL DE ENERGIA (2)	6,624
	kwh

En estas dos comparaciones se ha asumido que las eficiencias de refrigeración típicas en estos sistemas se cumplen en 30 horas de

condiciones climáticas exigentes. La eficiencia mostrada para los equipos de expansión directa, 1.2 kw/TR, pensamos que es optimista, debido a que la instalación de tubería de cobre entre evaporadores y sus respectivos condensadores será demasiado larga, y esto producirá una importante caída de presión en la descarga del compresor.

Adicionalmente, el análisis no incluye el efecto de operación de los equipos a carga parcial, esto es, a condiciones ambientales y de ocupancia en el edificio muy diferentes que las asumidas en el diseño. Esta clase de análisis requiere el uso de programas computacionales adecuados. El programa TRACE 600 contiene los procedimientos necesarios para efectuar análisis energéticos en edificios. Sin embargo, esto último se encuentra fuera del alcance del presente trabajo de tesis. No obstante, los consumos energéticos estimados son aceptables considerando que es una evaluación rápida y aplicada a condiciones extremas, no muy frecuentes durante la vida útil del proyecto. Se concluye que el sistema de paquetes enfriados por agua será el de menor costo de operación de las dos alternativas consideradas.

Otra característica del sistema de paquetes es su flexibilidad de instalación a la vez que posee unos costos de mantenimiento menores que los sistemas de agua helada. Este sistema será seleccionado para

nuestro caso de estudio. En cuanto al sistema de expansión directa, su eficiencia disminuye debido a que el compresor debe bombear contra un importante cabezal (altura del edificio) perdiendo eficiencia en este proceso. Su costo inicial es el menor de entre las alternativas consideradas al igual que sus costos de mantenimiento, sin embargo, la menor eficiencia de operación hace que estos equipos no sean atractivos para el proyecto.

Se concluye que el sistema de paquetes enfriados por agua es la alternativa más viable, así como eficiente desde el punto de vista energético. Además, posee costos inicial y de mantenimiento razonables para un edificio de apartamentos.

El costo estimado de este sistema es aproximadamente 185,000 US\$ en equipos y accesorios, más 58,000 US\$ de obras locales (instalación de equipos, ductos y tuberías), obteniéndose un costo inicial total de 235,000 US\$. Asumiéndose una operación a plena carga del sistema por 300 días obtenemos $(5968 \text{ Kwh} / 30 \text{ h}) * 300 \text{ d} * 24 \text{ h/d} = 1'432,320 \text{ Kwh}$ anuales de consumo energético. Con un costo de 0.3 US\$ por Kwh se obtiene un costo de operación anual del sistema de 430,000 US\$.

En cambio, el sistema de expansión directa se estima que tendrá un costo en equipos de 82,000. El costo de instalación es importante debido a los largos tramos de tubería de cobre requerida a fin de conectar los evaporadores con los respectivos condensadores. Este costo total se estimó en 72,600 US\$. El costo total del sistema de expansión directa es por lo tanto de **154,600 US\$**. Ahora, el costo de operación del sistema se estima de manera similar al anterior, esto es, $(6624 \text{ Kwh} / 30 \text{ h}) * 300 \text{ d} * 24 \text{ h/d} = 1'589,760 \text{ Kwh}$ anuales, lo cual significa un costo operativo de **477,000 US\$** anuales.

Se concluye que la diferencia de costos de operación es a favor del sistema de paquetes enfriados por agua en una cantidad de 45,000 US\$ aproximadamente.

A continuación se analiza esta propuesta mediante un análisis de flujo de caja, especificando una tasa mínima de retorno de 10% (DeGarmo, Sullivan y Canada). Se define valor presente neto de una inversión al valor presente de los dividendos de caja menos el valor presente de los desembolsos de caja.

En la Tabla 3-5 se presentan los flujos de caja de esta comparación asumiendo una vida útil de 20 años para los equipos, a partir de la cual se concluye que se recupera la inversión en el sistema de climatización

al octavo año de operación. Esto se debe a que los flujos se hacen positivos en el tiempo mencionado.

TABLA 3-5
FLUJOS DE CAJA PARA COMPARACION ECONOMICA ENTRE
SISTEMAS DE CLIMATIZACION DE EDIFICIO SCORPIO

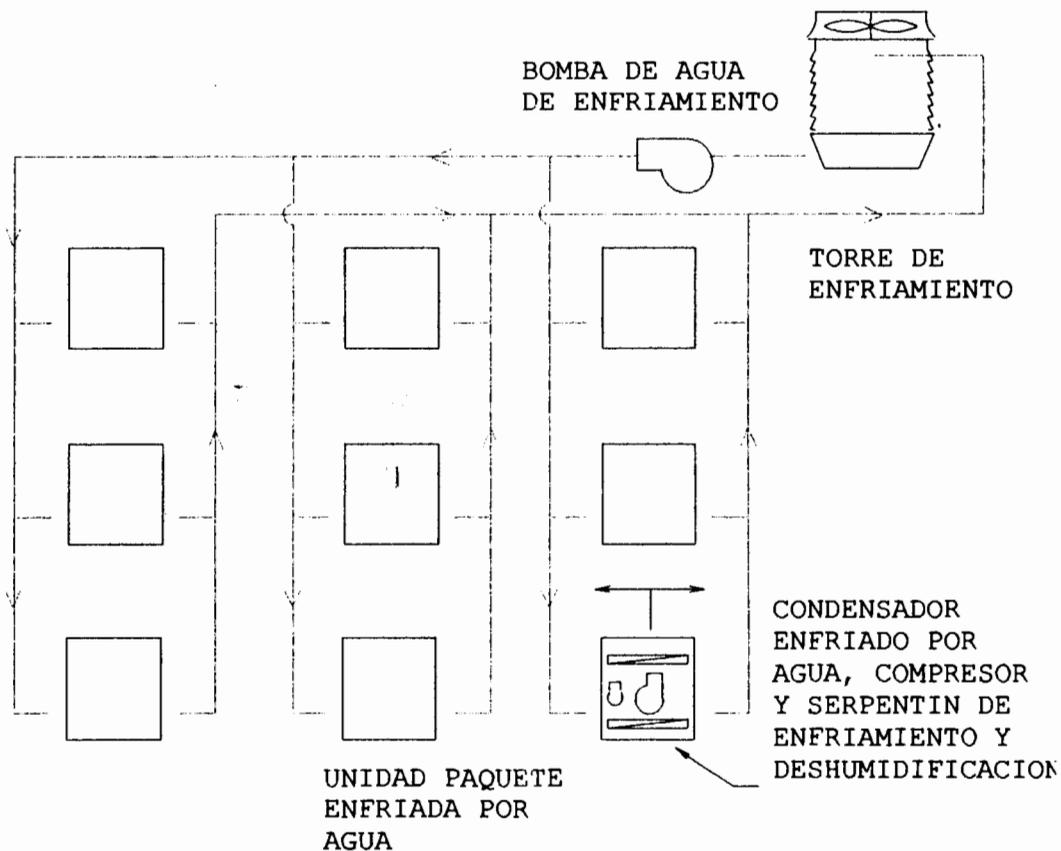
0.1	FLUJOS	P / A	V.P. DEL	V.P.	V.P.
M.A.R.R	DE CAJA		FLUJO	ACUMULADO	ACUMULADO
			DE CAJA A	AL 10% HASTA	AL 0% HASTA
			10%	EL AÑO <i>k</i>	EL AÑO <i>k</i>
0	-235,000	0	-235,000	-235,000	-235,000
1	45,000		40,909.09	- 194,090.91	-190,000
		0.91			
2	45,000		37,190.08	- 156,900.83	-145,000
		-1.74			
3	45,000		33,809.17	- 123,091.66	-100,000
		2.49			
4	45,000		30,735.61	- 92,356.05	-55,000
		3.17			
5	45,000		27,941.46	- 60,414.60	-10,000
		3.79			
6	45,000		25,401.33	- 35,013.27	35,000
		4.36			
7	45,000		23,092.12	- 11,921.15	80,000
		4.87			
8	45,000		20,992.83	9,071.68	125,000
		5.33			
9	45,000		19,084.39	28,156.07	170,000
		5.76			
10	45,000		17,349.45	45,505.52	215,000
		6.14			

En la Figura 3.5 se muestra un esquema de funcionamiento de un sistema de climatización por paquetes enfriados por agua (sistema hidrónico en EE.UU.).

Biblioteca Central

FIGURA 3.5

ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO DE UN SISTEMA DE PAQUETES ENFRIADOS POR AGUA



3.4.1 EQUIPOS

A continuación describiremos los principales parámetros a tenerse en cuenta en la selección de los componentes del sistema de climatización.

Paquetes enfriados por agua.-

Se los seleccionó a partir de unidades fabricadas por The Trane Company, según su catálogo WSHP -DS-1. La selección se efectuó en base a la carga de enfriamiento que necesita retirar el serpentín de enfriamiento y deshumidificación. Un dato fundamental en la selección del equipo es conocer la temperatura del agua de entrada. Para nuestro caso, escogimos la temperatura de 95 °F (35 °C), debido a que se utilizará un enfriador de agua recirculante, tipo seco, con aire como fluido de enfriamiento. Al obtenerse esta temperatura relativamente alta, la eficiencia de los equipos disminuye sensiblemente, hecho producido por aumentar la temperatura de condensación del ciclo refrigerante. Esta es una desventaja del uso de enfriadores secos, sin embargo, se debe considerar los costos en tratamiento y reposición de agua que normalmente requieren los sistemas con

torre de enfriamiento. En este último caso, y a condiciones de diseño, hubiésemos escogido una temperatura de 85 °F (29.4 °C), la cual sí es alcanzable en el proceso de enfriamiento que ocurre en equipos de torre húmeda. Por lo tanto, la eficiencia en refrigeración habría sido mejor que nuestra alternativa seleccionada. En la Tabla 3-5 presentamos los indicadores de desempeño de los paquetes enfriados por agua seleccionados. Es de notar la diferencia entre el valor de EER para la condición ARI como para las condiciones de diseño de nuestro proyecto.

TABLA 3-6

EQUIPOS PAQUETES ENFRIADOS POR AGUA SELECCIONADOS PARA EL PROYECTO

CONDICIONES ARI 320					CONDICIONES DE DISEÑO					
Capacidad Requerida (BTU/h)	Temp. Entrada de Agua (°F)	Capacidad de Enfriamiento (MBTU/h)	Potencia (kw)	EER	Temp. Entrada de Agua (°F)	Cap de Enfriamiento (MBTU/h)	Potencia (kw)	EER	Modelo seleccionado	
60,000	85	58.29	4.96	11.7	95	55.66	5.13	10.9	WPVE061	
42,000	85	47.46	3.95	12.0	95	45.32	4.08	11.1	WPVE051	
36,000	85	40.06	3.52	11.4	95	38.69	3.64	10.6	WPVE041	
30,000	85	34.30	2.91	11.8	95	32.31	3.0	10.8	WPVE035	
12,000	85	12.30	1.05	11.7	95	11.75	1.09	10.8	WPVD013	

Enfriador Seco.-

Estos enfriadores funcionan en base a ventiladores axiales que crean el flujo de aire necesario para retirar el calor del agua proveniente de los condensadores de refrigeración de los paquetes. De esta manera se produce un enfriamiento sensible del agua. El enfriador seco consiste básicamente de un circuito cerrado, por lo tanto no existirán fugas o evaporación de agua dado que ésta nunca entra en contacto con el aire ambiente.

La selección de estas unidades se basó en el calor a ser rechazado al medio, el caudal de agua a enfriarse (en galones por minuto), y el rango de temperatura a ser enfriada el agua.

El calor rechazado es usualmente 1.3 veces la carga de enfriamiento del edificio. Este factor considera el trabajo de compresión efectuado sobre el refrigerante que circula dentro del paquete y que es transferido al agua de enfriamiento. Entonces, utilizando los resultados presentados en la Tabla 3-3, y considerando el factor de 1.3, el calor total rechazado por las diversas unidades paquete será de:

$$\text{Zona 1: } 1'041,261 * 1.3 = \mathbf{1'353,640 \text{ BTU/h}}$$

$$\text{Zona 2: } 1'180,301 * 1.3 = \mathbf{1'534,391 \text{ BTU/h}}$$

A su vez, este calor debe ser recogido por un cierto caudal de agua. Considerando un aumento de temperatura de 15 °F en el agua, valor determinado por las características del intercambiador de calor de los paquetes, calculamos el caudal requerido en base a la fórmula:

$$Q = 500 * GPM * \Delta T \quad (3-1)$$

donde, Q es cantidad de calor en BTU/h, GPM es galones por minuto, y ΔT es la diferencia de temperatura expresada en grados Fahrenheit. Los enfriadores de cada zona deberán manejar:

$$\text{Caudal}_{\text{zona 1}} = 1'353,640 / (500 * 15) = 180 \text{ GPM}$$

$$\text{Caudal}_{\text{zona 2}} = 1'534,391 / (500 * 15) = 205 \text{ GPM}$$

En base a estos caudales, y con una diferencia de temperatura de 15 °F en el enfriador, seleccionamos un modelo del fabricante Climate Control que reúna estas características. Debido a que los

caudales y las cantidades de calor a ser retiradas son muy similares, se unificó el modelo de equipo, utilizándose el GCS-228, el cual puede enfriar 190 GPM en el rango de temperatura mencionado.

3.4.2 ACCESORIOS

Filtro Separador de Aire.- se requiere de este dispositivo a fin de expulsar aire que hubiese ingresado al sistema de tuberías. Su selección se efectúa en base al caudal que circula por el circuito.

Ductos de Aire Acondicionado.- los ductos han sido diseñados para resistir presiones de hasta 1 pulgada de agua, es decir, son ductos de baja presión. La velocidad utilizada para el transporte de aire fue de 1,000 FPM en ductos principales, esto a fin de minimizar el ruido y la vibración durante la operación del sistema. Se utilizó el método de fricción constante para el dimensionamiento de los ductos. Medidas de atenuación de ruido especiales, tales como aislamiento acústico, paneles absorbentes, no fueron consideradas debido a que se trata de un sistema residencial y a que las velocidades utilizadas garantizan niveles sonoros adecuados para esta aplicación.

Tuberías de Agua.- el diseño de ductos contempló el uso de una velocidad de 4 FPS en tramos con diámetros menores a 2", y una velocidad de hasta 7 FPS en tramos de diámetro mayor a 2". Esto ayuda a minimizar tanto el cabezal requerido por la bomba como la generación de ruido. Sin embargo, a estas velocidades se fomenta la entrada de aire al sistema. (The Trane Company, Manual de diseño de sistemas hidrónicos).

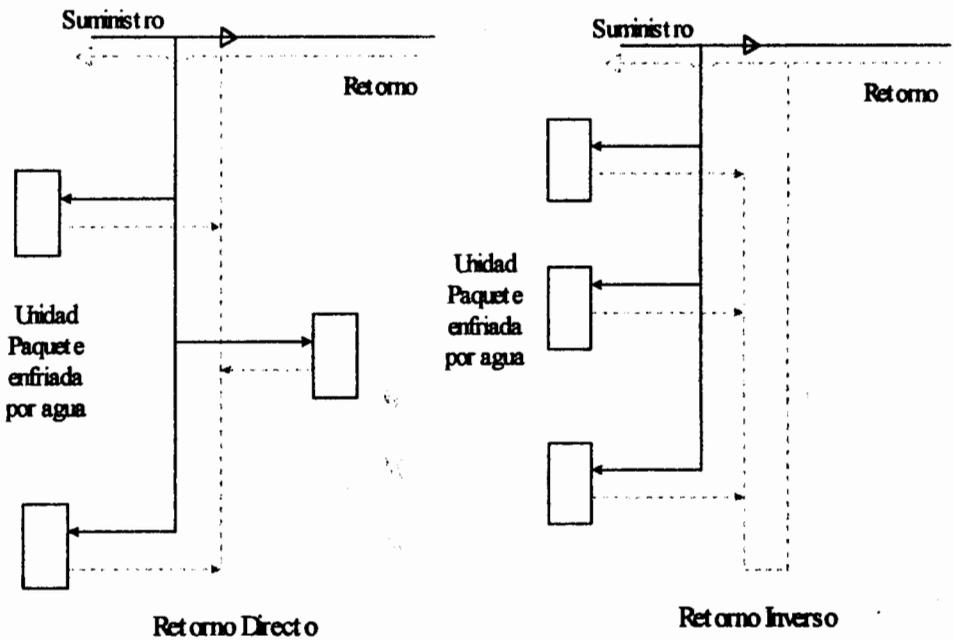
Debemos mencionar que se utilizó el diseño denominado "de retorno invertido". Este sistema de distribución, pese a ser de un costo mayor debido a la mayor longitud de tubería usada, es el más fácil de implementar y de balancear una vez instalado. La mayor facilidad de balanceo se debe a que cada unidad paquete posee esencialmente la misma longitud de tramo de suministro y de retorno del agua. En la Figura 3.6 se muestra este arreglo comparado con el otro sistema de retorno utilizado, "retorno directo".

Rejillas de Suministro y de Retorno de Aire.- estos son elementos de todo sistema de distribución de aire. Las rejillas de suministro del proyecto fueron seleccionadas en base a una velocidad en el

cuello de 700 FPM en conjunto con el criterio de ruido NC 30 aconsejable para espacios residenciales. En rejillas de retorno se utilizó una velocidad en la cara de 300 FPM.

FIGURA 3.6

ARREGLO DE TUBERIAS CON RETORNO DIRECTO Y DE
RETORNO INVERTIDO



CAPITULO IV

ESPECIFICACIONES CONSTRUCTIVAS DE LOS EQUIPOS DE AIRE

ACONDICIONADO

Este capítulo describe las características de construcción de los diferentes componentes del sistema de climatización del edificio Scorpio. Las características han sido tomadas en base a datos suministrados por los fabricantes de los equipos y accesorios recomendados en el diseño.

4.1 UNIDADES DE AIRE ACONDICIONADO

Las unidades paquete, enfriadas por agua, se caracterizan por poseer en un solo gabinete todo el circuito de refrigeración, esto es, evaporador, condensador, compresor, conductos de refrigerante y los controles necesarios, además del ventilador para impulsar el aire tratado hacia los ambientes, así como un medio de filtración de aire. El condensador de la unidad rechaza calor del refrigerante en un serpentín concéntrico por el cual circula agua. Este calor de rechazo es transportado hasta las unidades de enfriamiento de agua ubicadas en la terraza del edificio.

El contratista de la obra deberá suministrar e instalar equipos paquetes enfriados por agua similares al modelo FCG fabricados por McQUAY. Las capacidades de enfriamiento y los lugares en que se instalarán los equipos están designados en los planos de diseño y en las planillas presentadas en los Anexos de esta tesis. Estas unidades distribuirán el aire tratado hacia los diferentes espacios, mediante ductos.

Circuito refrigerante.- debe ser sellado y comprende el compresor hermético, tubo capilar de expansión (para el FCG), intercambiador de calor agua - refrigerante, del tipo coaxial, serpentín de tubos aleteados aire - refrigerante, visor, y, válvulas de servicio.

Normalmente, el fabricante suministra los resortes aisladores de vibración para el compresor. El serpentín aleteado del evaporador es construido con tubos de cobre y aletas de aluminio. Para el intercambiador coaxial del condensador, éste será construido con el tubo interior de cobre (lado del refrigerante) y tubo exterior de acero (lado del agua) y deberá estar diseñado para operar a 400 PSIG en el lado del agua y 450 PSIG en el lado del refrigerante.

Ventilador.- todas las unidades paquete en edificio Scorpio poseen capacidad de hasta 60,000 BTU/h y vienen equipadas con un ventilador centrífugo de álabes curvados hacia adelante. El motor es de transmisión directa, monofásico, de varias velocidades, con eje de acero montado sobre cojines deslizantes. Todos los ventiladores deben ser montados sobre aisladores de vibración y deberán tener protección térmica.

Termostatos.- en equipos unitarios, estos dispositivos regulan el funcionamiento del compresor en base al control de temperatura del espacio climatizado. Los termostatos son montados en la pared, operan a 24 voltios y su funcionamiento es automático, con posición manual incluida, esto de acuerdo a las características del modelo utilizado como referencia (McQuay).

4.2 ENFRIADORES SECOS DE CIRCUITO CERRADO (DRY COOLER)

Se suministrarán e instalarán en el edificio cuatro enfriadores secos de circuito cerrado, flujo de aire por "tiro inducido". Cada enfriador tendrá la capacidad necesaria para enfriar 190 GPM de agua, desde 110 °F (43.3 °C) a 95 °F (35 °C) con una temperatura de bulbo seco del aire de ingreso de 92 °F (33.3 °C). A continuación describiremos los principales elementos de estas unidades. Como referencia de modelo equivalente señalamos el fabricado por CLIMATE-CONTROL, modelo GCS 228.

Gabinete.- construido y soportado rígidamente, deberá sobrellevar trabajo pesado. Será construido de láminas rugosas con miembros reformados. El gabinete será completamente emperrado y remachado, con cubierta de láminas de aluminio resistente a la intemperie y a la corrosión. Deberá estar provisto de paneles de acceso para mantenimiento del ventilador y para facilitar la limpieza del serpentín.

Serpentín.- consiste de tubería de cobre de ½", con aletas tipo estándar hechas de aluminio; las aletas y el tubo están unidas por

expansión mecánica de la aleta. La unidad estándar está arreglada para proveer una descarga vertical del aire de suministro.

Ventiladores.- son del tipo axial, de transmisión por banda, y giran a velocidades comprendidas entre 400 y 600 RPM, para permitir una operación silenciosa. Su construcción robusta lo hace resistente al trabajo pesado.

Motor.- los motores usados son del tipo "T Frame", completamente cerrados, a prueba de goteo, operan a 1750 RPM, trifásicos, con rodamientos de bolas.

Malla.- cada enfriador seco contará con malla metálica de protección en las tomas de aire de los ventiladores.

Aisladores de vibraciones.- serán del tipo resorte abierto, de una eficiencia de 90% y con una deflexión de aproximadamente 1". Los aisladores estarán montados en un riel, el cual será colocado entre la base del enfriador y los soportes.

4.3 UNIDADES DE BOMBEO

Bombas de Agua

Se suministrarán e instalarán en la terraza del edificio y con capacidades especificadas en las planillas. Serán de tipo centrífugo (Frame Mounted and End Suction), de una etapa, con cuerpo de hierro fundido, rodete de bronce, eje de acero, rodamientos de bola con graseras y conexiones con bridas.

Las bombas centrífugas deberán tener un sello mecánico con anillo al carbono y asientos de cerámica u otros materiales aprobados. Estas bombas serán similares a las fabricadas por TACO modelo FE.

El motor y el cuerpo de la bomba conectados mediante acople flexible. Los motores serán de 1750 RPM, 208-230 Voltios, 3 fases, 60 Hz; a prueba de goteo con ventilación interna y rodamientos de bolas.

Para el control de vibración de estos equipos, las bombas serán montadas sobre bases inerciales, a ser construidas en la obra, las mismas que estarán asentadas sobre aisladores de vibración tipo "resorte abierto", con una deflexión mínima de 2" y estos sobre Josetas de hormigón. El marco con malla para la construcción de las bases

inerciales (losetas de hormigón) puede ser hecho en base al modelo "WPF" de VIBRATION MOUNTING & CONTROL, INC.

Filtro Separador de Aire

Se suministrará e instalará, según se indica en los planos, un filtro separador de aire de 330 GPM. La construcción de este dispositivo debe ser acorde a los códigos ASME, para trabajar a una presión de 125 PSIG y temperatura máxima de operación de 375 °F (191 °C). Las conexiones para entrada y salida de agua deben ser bridadas. El filtro es construido en acero inoxidable y la unidad debe poseer conexiones para la purga de aire (venteo) y purga de agua, similar al modelo AC48F de TACO.

Aisladores de Vibración

Tipo resorte abierto.- se instalarán aisladores de vibración tipo "resorte abierto" en los siguientes equipos:

Enfriadores 1" deflexión

Bombas 2" deflexión

Estos aisladores de vibración permanecen libres y lateralmente estables, sin carcaza o guías, y completos con tapas superior e inferior de acero recubiertas con neopreno.

Todos los aisladores deberán tener un agujero para perno en la tapa inferior y deben estar provistos de un perno ajustable, un tornillo en la cabeza y una arandela en la tapa superior para sujetar y nivelar el equipo. El diámetro del resorte no debe ser menor que el 80% de la altura del resorte en operación.

Los resortes deben ser capaces de tener una deflexión adicional del 50% con respecto a la deflexión nominal. Deben ser codificados por colores para identificar adecuadamente su capacidad de carga nominal.

Tipo colgante resorte / caucho.- se deben instalar aisladores de vibración tipo "colgante" en los soportes de las tuberías y tendrán una deflexión de 1". Consistirán de un resorte de acero codificado con colores, con un elemento de neopreno a corte moldeado en colores específicos para su identidad apropiada de capacidad de carga nominal.

El diseño del aislador de vibración incorporará un elemento para soportar la tubería suspendida a una elevación fija durante la instalación, sin importar los cambios de carga, así como también debe poseer un elemento para transferir la carga al resorte.

Flex pad

Se instalarán aisladores de vibración del tipo "flex pad" de neopreno en las bases (patas) de las unidades paquetes enfriadas por agua. Este tipo de aislador de vibración es adecuado para las unidades paquete a instalarse, debido a que todas ellas son denominadas pequeñas (capacidades de hasta 60.000 BTU/h). El flex pad consistirá para este caso de planchas del tamaño de la base del equipo.

Bases inerciales

Se construirán en obra las bases inerciales de hormigón, para las bombas centrífugas, con perfiles de acero estructural con una altura igual a $\frac{1}{2}$ " de la dimensión más grande de la base pero no menor de 6", y con soportes apropiados para montaje de los aisladores de vibración. Estas bases se montarán sobre los aisladores tipo "resorte abierto", con una flexión mínima de 2". El marco con malla para la construcción

de las bases inerciales (losetas de hormigón) puede ser hecho en base al modelo "WPF" de VIBRATION MOUNTING & CONTROL, INC..

Para los enfriadores de circuito cerrado que irán en la terraza se construirá una base metálica con perfiles de acero tipo "I" y sobre ella descansarán los aisladores de vibración de resortes tipo "riel" especiales para este tipo de enfriadores. La solución final debe coordinarse con el calculista estructural dado que se requiere conocer el peso de los equipos a adquirirse.

4.4 TUBERIAS Y ACCESORIOS

Generalidades

Como aspectos generales del sistema de tubería mencionamos que debe constatarse previamente la calidad de toda la tubería suministrada, además de que ésta debe ser instalada en forma limpia y adecuada. Cuando sea posible la tubería se instalará paralela y/o perpendicularmente a los ejes del edificio, salvo que se indique de otra forma en los planos. Toda la tubería o sus conexiones, válvulas, etc., se instalarán lo suficientemente separados de otras obras para obviar

interferencias en su operación o servicio, y en cualquier caso a no menos de 1 pulgada contada desde el acabado del techo.

La tubería se debe instalar en forma tal que asegure la circulación sin restricciones del fluido, sin bolsillos de aire y que permita el drenaje independiente de los diversos circuitos.

Un sistema de tuberías debe incorporar válvulas de purga de aire (venteo) en los puntos más altos de los diversos niveles del sistema y válvulas para el drenaje en los puntos más bajos.

La instalación de la tubería debe prever su libre expansión o contracción, sin causar daños a los equipos con que esté conectada. De ser posible, los requerimientos horizontales de la tubería de agua deberán tener una ligera inclinación ascendente, realizable por medio del uso de reducciones excéntricas localizadas en las uniones donde la tubería cambia de diámetro. En el caso de las tuberías de drenajes, deberán tener una pendiente descendiente en la dirección del flujo, no menos de 2%.

Tubería

La elaboración de tubería estará de acuerdo con las normas "AMERICAN STANDARD FOR WROUGHT IRON AND WROUGHT STEEL PIPE", cédula 40. Los materiales de la tubería serán de fabricación adecuada a las presiones de operación.

Tubería de agua de enfriamiento.- la tubería especificada para el sistema de agua de enfriamiento será sin costura, de acero negro al carbono, ASTM A53 GRADO A, conforme al ASA B 36.10. El espesor de la pared deberá comprender a la serie cédula 40, con una presión de trabajo de 150 PSI y de peso standard.

Tubería de drenaje.- será de acero galvanizado, con conexiones galvanizadas de hierro fundido, peso standard para rosca. El uso de tubería PVC de drenaje es también permitido.

Accesorios

Válvulas.- las válvulas de 2 ½" de diámetro o mayor, serán de cuerpo de hierro, para conexión en brida. Las válvulas de 2" o menos serán de cuerpo de bronce y tendrán conexiones de rosca. Todas las válvulas estarán diseñadas para soportar presiones de 150 PSIG y deberán ser expresamente del tipo que se especifica en planos y diagramas.

Juntas flexibles.- se suministrarán e instalarán juntas flexibles para conectar la tubería a los equipos de bombeo, enfriadores, unidades paquetes enfriadas por agua y en todos los pases de la tubería por las juntas estructurales del edificio. El objetivo de estas juntas es minimizar la transmisión de vibraciones.

Las juntas flexibles iguales o mayores a 2 ½" de diámetro deben poseer conexión bridada, similares al modelo VMS, y las de 2" o menores deberán ser roscadas, similares al modelo VMU, ambos fabricados por Vibration Mountings. En cambio, las conexiones de la tubería a las unidades paquetes enfriadas por agua serán del tipo "manguera flexible" con alma de malla de acero y son usualmente suministradas por el fabricante de los equipos.

Uniones.- las uniones de 2 ½" y mayores serán de acero al carbono ASTM A234 GRADO A o B, y según ASA B 16.9 del tipo para soldar a tope. Las uniones de 2 ½" o menores serán de acero al carbono según ASTM A, GRADO B, ASA B 16.3 para 150 PSI y con extremos roscados hembra.

Bridas.- las bridas a utilizarse en las conexiones entre la tubería y los accesorios o equipos deberán tener las siguientes características:

- Las bridas serán de clase ASA 150 PSIG, de acero forjado, ASTM A 181, GRADO I, con cuello para soldar y junta en la cara de contacto. El estándar dimensional será ASA 16.5.
- En aquellos sitios donde sea necesario emplear otro tipo de brida por razones de espacio, se puede utilizar la brida tipo "slip-on" de la clase ASA 150 PSIG, de acero forjado ASTM A 181, GRADO I, con junta en la cara de contacto. El estándar dimensional será ASA B 16.5.

Empaques.- las empaquetaduras serán de material grafitado por ambos lados, de 1/16" de espesor. En bridas de caras con reborde se usarán empaquetaduras del tipo anillo plano. En bridas de cara plana se emplearán empaquetaduras completas. Para las uniones roscadas se debe utilizar cinta de teflón.

Pernos.- las bridas serán con pernos y tuercas de acero ASTM A 307, GRADO B. El estándar dimensional para los pernos será ASA-B18 2.1,

serie cabeza regular cuadrada. El estándar dimensional para las tuercas será ASA-B18 2.2, serie pesada hexagonal semi-acabada.

Soldadura y Roscado.- las roscas de las tuberías deberán ser conforme a las especificaciones de AMERICAN STANDARD TAPER THREADS, con lubricante de rosca aplicado únicamente a la rosca macho. No se deben utilizar cementos especiales para roscar. Las roscas machos deben cortarse con una longitud tal que sobren tres hileras de roscas después de hecha la conexión.

La tubería de acero al carbono será soldada por el método de arco eléctrico metálico protegido o por oxiacetileno, de acuerdo a los estándares de la AMERICAN WELDING SOCIETY. Los filetes de las soldaduras podrán ser cóncavos o convexos.

Cualquier grieta o perforación que ocurra en la superficie de cualquier cordón de soldadura, será cincelado o esmerilado de forma tal que muestre una superficie apropiada, donde se pueda obtener un fusión completa con el siguiente cordón de soldadura.

Mangas.- en los casos donde la tubería atraviese paredes y losas, deberá embutirse en mangas de acero galvanizado con un calibre no menos de 22, las mismas que tendrán un diámetro suficientemente amplio para que la tubería sin aislamiento pueda penetrarla sin dificultad. Las mangas deberán extenderse para que sus extremos queden a ras con las caras de la pared que atraviese. Cuando se trate de atravesar pisos, las mangas deben extenderse hasta el nivel del piso acabado.

Las mangas que atraviesen paredes exteriores, pisos, salas de máquinas, sala de ventiladores y plenums de aire, se instalarán en forma adecuada para impedir filtraciones.

Soportes.- los tramos horizontales de tubería se suspenderán directamente desde la losa. Estos soportes deberán ser galvanizados, serán similares a los fabricados por ITT GRINNELL CORP. e incluirán varilla roscada, también galvanizada, y el taco de expansión para fijarse en el hormigón.

Para los tramos verticales de tubería, dentro de los pozos previstos, el sistema de sujeción debe ser del tipo de abrazaderas sobre perfiles tipo

canal, similares a MICHIGAN HANGER CO. Modelo # RIGD y su canal respectivo.

Para tubería de agua de enfriamiento que va sobre terraza, los soportes serán similares al indicado en la Figura 4.1.

Se utilizarán además aisladores tipo "resorte / caucho colgante", a ser colocados en las varillas roscadas, en los lugares interiores donde sean aplicables, para evitar que la vibración sea transmitida a la estructura del edificio.

Pintura.- a manera de facilitar la identificación, se recomienda que todas las tuberías contenidas en el interior de la sala de máquinas sean pintadas externamente con pintura de colores diferentes según su uso. Por ejemplo, para suministro de agua de enfriamiento, usar verde oscuro, para el retorno de agua de enfriamiento, verde claro. En drenajes se puede usar gris.

Pruebas.- cuando el sistema de tuberías esté completamente instalado y antes de ser puesto definitivamente en servicio, debe llenarse completamente de agua y deberá soportar sin fugas una prueba a una presión no menor de 1,5 veces la presión normal de diseño del sistema.

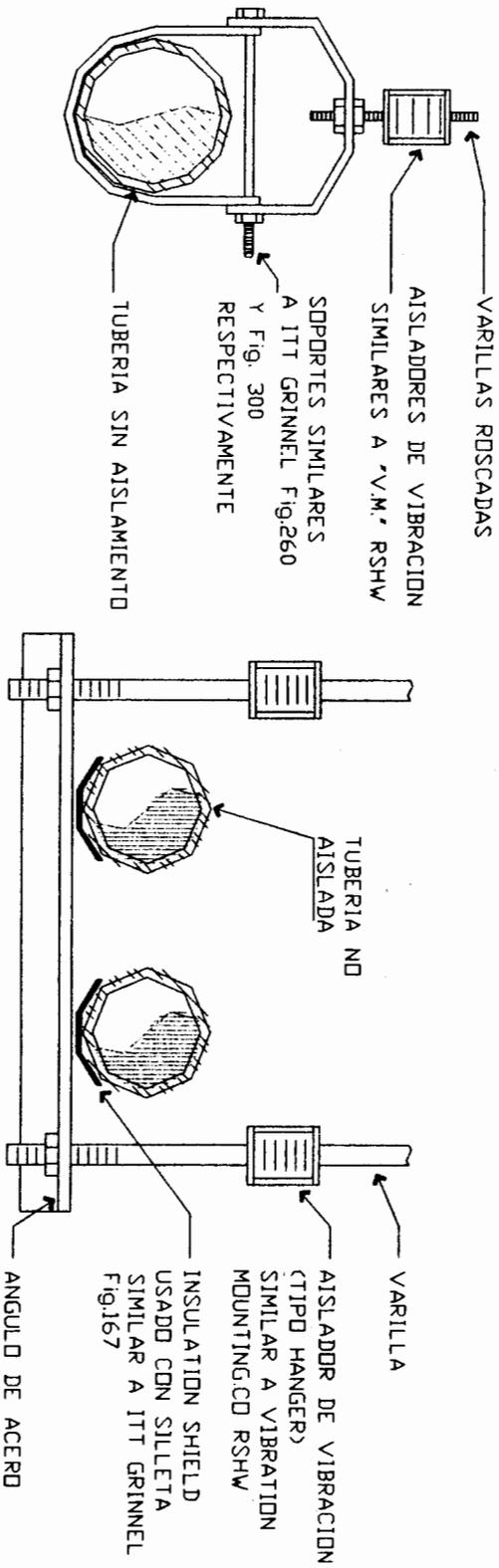
Luego se procede a balancear el sistema durante el tiempo de prueba, que será de 24 horas de duración al menos. Cualquier fuga o defecto que presente la tubería en alguna parte de su recorrido deberá ser reparada de manera adecuada, y luego se debe probar nuevamente la totalidad del sistema

FIGURA 4.1

DETALLE DE SOPORTES PARA TUBERIAS EN TERRAZA

NOTAS:

- 1 DIMENSIONAR VARILLAS ROSCADAS
- AISLADORES DE VIBRACION Y PERFIL LONGITUDINAL PARA SATISFACER LA CARGA CON UN FACTOR DE SEGURIDAD DE 5



CAPITULO V

ESPECIFICACIONES CONSTRUCTIVAS DEL SISTEMA DE DUCTOS DE AIRE ACONDICIONADO

5.1 GENERALIDADES

El diseño de un sistema de transporte de aire, o sistema de ductos, debe considerar en cada aspecto la aplicación de prácticas destinadas a proteger la salud de los ocupantes, la seguridad y protección de la propiedad, así como ser eficiente energéticamente. Para cumplir con estos objetivos, los diseñadores y contratistas de aire acondicionado se

recomienda que elaboren las especificaciones técnicas para los sistemas de ductos y del soporte de los mismos. Estas especificaciones están regidas por las siguientes códigos y estándares detallados a continuación:

- ASHRAE, American Society of Heating Refrigeration and Air Conditioning Engineers.
- SMACNA, Sheet Metal Air Conditioning Contractors National Association, Inc.
- NFPA, Pamphlets 90A & 96, para la instalación de sistemas de aire acondicionado comercial y sistemas de extracción de grasas y humo para cocinas.

5.2 DUCTOS DE TRANSPORTE DE AIRE

DUCTOS DE BAJA PRESION

Son ductos de baja presión aquellos que han sido diseñados para soportar una presión estática de hasta 1 pulgada de agua como

máximo. En este caso lo son todos los ductos de distribución de aire acondicionado de edificio Scorpio.

Los ductos de aire acondicionado se fabricarán de conformidad con los recorridos y las dimensiones indicados en los planos. En el Anexo se presentan los planos de diseño de ductos de edificio Scorpio. Las dimensiones indicadas en los planos se refieren al área neta libre para la circulación del aire (dimensiones interiores) y deberán fabricarse e instalarse de acuerdo a las normas recomendadas por (SMACNA).

Antes de iniciar la construcción, es recomendable verificar las dimensiones especificadas en planos con los espacios disponibles en el sitio de la obra, tomando en cuenta todos los impedimentos y obstrucciones de las demás instalaciones (eléctricas, sanitarias, seguridad, etc.).

MATERIALES

Lámina.- los ductos se construirán con lámina de acero galvanizado ASTM 525. Los espesores de las láminas y los métodos que deben emplearse para las costuras longitudinales y transversales deben ajustarse a los indicados en la norma SMACNA. Esta última

especifica los espesores como "calibres", los cuales tienen una tolerancia de acuerdo a la norma citada.

Calibres de lámina galvanizada para ductos de baja presión.- a continuación en la Tabla 5-1 se presentan los calibres de plancha requeridos en la elaboración de ductos de baja presión.

TABLA 5-1

**CALIBRES DE PLANCHA GALVANIZADA REQUERIDOS PARA
ELABORACION DE DUCTOS DE BAJA PRESION**

Tamaño Ducto	Calibre	Tolerancias de planchas galvanizadas según SMACNA, en mm.		
		Nominal	Mínimo	Máximo
0 a 18"	26	0.5512	0.4750	0.6312
19" a 30"	24	0.7010	0.6010	0.8010
31" a 84"	22	0.8534	0.7534	0.9534
85" y mayor	20	1.0058	0.9060	1.1060

CONSTRUCCION

Pliegues diagonales.- deberán realizarse pliegues diagonales en las caras de todos los ductos mayores de 12 pulgadas de ancho, incluyendo codos y transformaciones.

Codos Curvos.- los codos curvos deberán poseer un radio interior de por lo menos las tres cuartas partes del ancho mayor de la cara. Podrán construirse codos curvos de radio corto, pero con deflectores de aire, tal como lo indica la Figura 5-1.

Codos Rectos.- los codos rectos llevarán deflectores interiores para suavizar el flujo, los mismos que deberán tener forma aerodinámica y se ubicarán equidistantemente, de acuerdo a lo indicado en Figura 5-1.

Transformaciones.- las reducciones y ampliaciones serán de transformación gradual, en ángulos no mayores de 15 grados, esto es, en relaciones 4:1 como mínimo y 7:1 como máximo.

Compuertas Desviadoras.- las compuertas desviadoras manuales se fabricarán en lámina galvanizada dos calibres más pesada que la

lámina empleada en el ducto que las contiene, pero en ningún caso menor al calibre # 20.

INSTALACION

Soportes.- todos los ductos deberán fijarse en forma segura a las paredes, techos o pisos, según el caso, asegurando de esta manera un conjunto fabricado e instalado a prueba de vibración, sacudida o cualquier otra perturbación externa, objetables bajo condiciones normales de operación.

Los soportes se construyen de fleje, platinas, varillas o ángulos (todos galvanizados) de acuerdo al tamaño de los ductos, siguiendo la norma SMACNA, y se fabricarán e instalarán siguiendo las instrucciones de la norma que se encuentran en la Figura 5-2.

Los soportes deberán ser fijados a las paredes o losa, según el caso, utilizando clavos fulminantes (tipo HILTY) para ductos de hasta 24", pernos de expansión de 3/8" x 3" para ductos entre 24" y 48", y pernos de 1/2" x 3" para ductos mayores a 48".

FIGURA 5-1

DETALLE DE LA ELABORACION DE DUCTOS

CONSTRUCCION DE DUCTOS PARA BAJA PRESION 1" C.A.

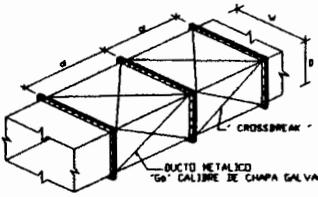
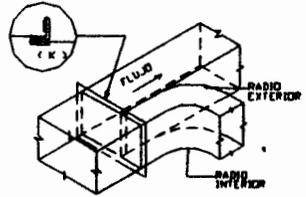


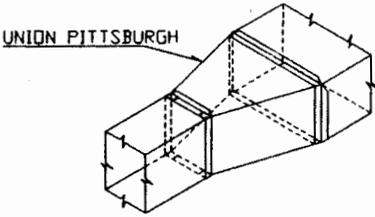
TABLA DE REFUERZO				
DIAMETRO	22	24	26	28
1" A 1 1/2"				2# 4"
1 1/2" A 2 1/2"				2# 4"
2 1/2" A 3 1/2"				2# 4"
3 1/2" A 4 1/2"			2# 4"	
4 1/2" A 5 1/2"			2# 4"	
5 1/2" A 6 1/2"			2# 4"	
6 1/2" A 7 1/2"			2# 4"	



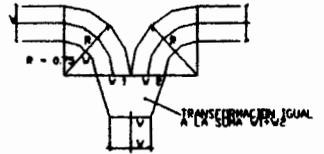
DERIVACION CON CODDO REDONDO



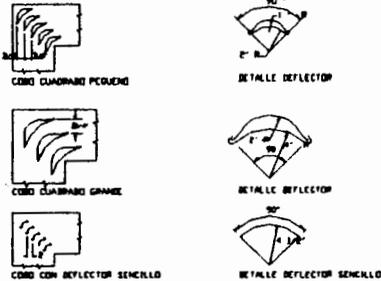
REDUCCIONES



DETALLE DE RAMIFICACION



CODDO RECTO



CODDOS REDONDOS

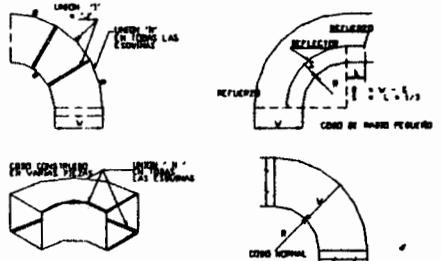
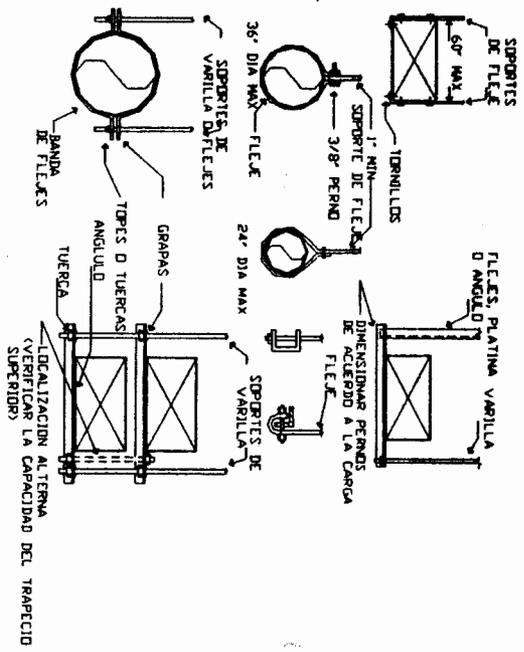


FIGURA 5-2
DETALLE DE SOPORTE PARA DUCTOS

SOPORTES PARA CONSTRUCCION DE DUCTOS DE MEDIA PRESION - 3 C.A



TAMANO	SOPORTE REDONDO	SOPORTE DE FLEJE	SOPORTE ANGULO	SEPARACION MAXIMA
HASTA 12	ALAMBRE CALIBRE 8	1" x CALIBRE 16	1" x 1" x 1/8"	10' - 0"
1 3--3 0	ALAMBRE CALIBRE 8	1" x CALIBRE 16	1" x 1" x 1/8"	10' - 0"
3 1--5 4	VARILLA 3/8"	1" x CALIBRE 16	1 1/2" x 1 1/2" x 1/8"	10' - 0"
5 5--8 4	VARILLA 3/8"	1 1/2" x CALIBRE 16	2" x 2" x 1/8"	8' - 0"
SOBRE 85	VARILLA 3/8"	1 1/2" x CALIBRE 16	2" x 2" x 3/16"	8' - 0"

Juntas flexibles.- estas se emplearán para evitar la transmisión de la vibración de los equipos hacia el sistema de ductos. La junta flexible se aplica normalmente en la unión entre descarga del ventilador de suministro de aire y el ducto principal conectado a la descarga. De esta manera se propende a minimizar la transmisión de vibración desde la unidad paquete enfriada por agua hacia el sistema de ductos. Estas conexiones son fabricadas con lona flexible, de no menos de 4 pulgadas de ancho, y se fijan firmemente mediante abrazaderas galvanizadas.

Pruebas.- se balanceará totalmente el sistema de ductos midiendo el caudal en cada una de las rejillas, que deberá coincidir con los que se indican en la planilla respectiva. La medición en difusores normalmente se efectúa con campanas de medición, similares a las fabricadas por TSI "AccuBalance".

5.3 AISLAMIENTO TERMICO PARA DUCTOS DE AIRE

ACONDICIONADO

Los ductos de aire acondicionado deben estar aislados térmicamente, salvo casos especiales en que se aclare expresamente. Normalmente

en la superficie exterior de los ductos se aplica lana de vidrio de 1 pulgada de espesor, 0.75 lb/pie³ de densidad y con barrera de vapor (conocida como "duct wrap"). La barrera de vapor constará de una malla de fibra de vidrio con 2 láminas, una interna de papel kraft y otra externa de aluminio.

El aislamiento se fija debidamente utilizando un pegamento adecuado para este tipo de material en los traslapes o juntas y ellas se recubren con cinta adhesiva adecuada (similar a "FASSON 772S") para servir como sello impermeable al vapor. Para los ductos mayores de 30" se colocan en la parte central unos clavos de sujeción del aislamiento (similares a los utilizados en instalación de duct lining) a fin de evitar el colgamiento del aislante.

Sellante.- las esquinas de las juntas transversales entre ductos se sellan mediante el uso de una pasta tipo "maxi-fuller" o sellante de alta velocidad para ductos de aire acondicionado similar a "FOSTER 32-14".

5.4 REJILLAS Y DIFUSORES

Se debe instalar, en los lugares y con las dimensiones indicadas en los planos, las diferentes rejillas o registros de suministro de aire, rejillas de retorno con álabes fijos y rejillas de extracción, todas ellas construidas en aluminio anodizado.

Todas las rejillas y difusores llevarán compuertas de regulación de flujo de álabes contrapuestos; estas compuertas son indispensables para poder balancear el flujo de aire y lograr que distribuyan el caudal de aire requerido en cada espacio.

Para la selección de las rejillas y difusores se utilizó como referencia los modelos elaborados por Metalaire. Como datos de entrada para seleccionar rejillas se requiere el caudal (de acuerdo a las condiciones requeridas), la velocidad en el "cuello" de la rejilla (en base a las condiciones de diseño), criterio de ruido deseado en los espacios (valores NC), y finalmente considerar ciertas limitaciones, que para nuestro caso son las dimensiones de los ductos y el espacio físico disponible para instalar las rejillas o difusores.

Registros o Rejillas de suministros de aire.- se utilizarán registros o rejillas de álabes fijos horizontales, con 15 grados de deflexión, similares al modelo 2015D fabricado por Metalaire. Se denominan

registros a aquellas rejillas que poseen una compuerta de control de volumen en su cara interior.

Rejillas de retorno y extracción de álabes fijos.- se seleccionaron rejillas de retorno con álabes fijos horizontales, con 0 grados de deflexión, similares al modelo 2000D de Metalaire. Estas son las rejillas con la caída de presión más baja.

5.5 LOUVERS, COMPUERTAS Y ACCESORIOS.

En esta sección mencionamos las características que deben poseer los louvers, las compuertas (dampers) y diversos accesorios requeridos en un sistema de transporte de aire. Aclaramos que en el diseño de edificio Scorpio no se utilizaron ninguno de estos accesorios, debido a que son requeridos más bien en instalaciones de carácter comercial que en instalaciones de tipo residencial, que es el caso de este trabajo.

Louvers.- son rejillas a utilizarse en la intemperie, y por lo tanto su construcción consiste de materiales tales como aluminio anodizado. Se utilizan principalmente en la descarga de aire extraído de determinados espacios (baños, bares, salones, discotecas, etc.). En el caso de

edificio Scorpio no fue requerida la utilización de estos elementos debido a las características empleadas en el diseño de las descargas de extracción de los baños.

Compuertas (dampers).- se utilizan principalmente para efectos de balance del sistema de ductos. Generalmente, desde la etapa de diseño del sistema se determinan aquellos puntos en que se requiere efectuar una compensación de caídas de presión, esto según el método de dimensionamiento de ductos (fricción constante, velocidad constante, reganancia estática).

Las compuertas disponibles comercialmente, similares al modelo fabricado por Ruskin, se fabrican con láminas de galvanizado de calibre 10 para el marco, mientras que el calibre de plancha de los álabes varía según las dimensiones, utilizándose calibre 16 para ductos de hasta 18" y calibre 12 para ductos entre 18 a 36".

Accesorios.- describiremos dos tipos de accesorio utilizados en sistemas comerciales de ductos, estos son las compuertas cortafuegos y las puertas de acceso.

Las compuertas cortafuegos consisten de una capa de material resistente al fuego (usualmente asbesto) sostenido por un elemento fusible. Al aumentar la temperatura debido a un incendio, el fusible se derrite y permite la caída de la capa de asbesto, obstruyendo de esta manera la transmisión del fuego por el sistema de ductos. La especificación de este tipo de accesorio ocurre cuando los ductos deben cruzar por espacios con alto riesgo de incendio (bodegas de combustibles, químicos, papelería, etc.).

En cuanto a las compuertas de acceso, éstas generalmente se colocan antes y después de algún equipo, como por ejemplo una unidad manejadora de aire (serpentín de enfriamiento más ventilador). Otra variedad de accesorio, los paneles de acceso, son colocados en ductos a fin de inspeccionar las compuertas cortafuegos.

CAPITULO VI

ESPECIFICACIONES DE TRABAJOS COMPLEMENTARIOS

En el diseño de edificio Scorpio se han incorporado algunos elementos de control directo digital (DDC por sus siglas en inglés), de manera que los principales sistemas mecánicos del edificio cuenten con la más reciente tecnología de control y automatización. Esto conllevará a una operación más segura y eficiente de los sistemas instalados. Además se plantearán medidas básicas de mantenimiento para los componentes del sistema, dada la importancia de dichas prácticas a fin de obtener una operación confiable y energéticamente eficiente. A continuación describiremos los principales elementos de control incorporados al diseño de climatización del

caso de estudio y prácticas recomendadas de mantenimiento en sistemas de climatización.

6.1 SISTEMAS DE CONTROL

El control directo digital es un tipo de control electrónico basado en tecnología de microprocesadores. Sus ventajas son cuatro principalmente: flexibilidad de adecuar el control a nuevos equipos, exactitud en el procesamiento de datos y órdenes, un manejo adecuado de información, y, facilidad de comunicación (Barber Colman).

El componente principal del sistema de control es el denominado módulo central de control. Este módulo tiene incorporadas las rutinas de control que a continuación se describirán. Para este proyecto se seleccionó el módulo central de control Barber Colman, modelo MZ2-C, con transformador completo y con regleta para terminal de conexión.

Las principales funciones del módulo de control serán las siguientes:

- Arranque y parada, con un horario preestablecido, de las bombas de agua de enfriamiento y de los ventiladores de los enfriadores secos de agua.

Para extender la vida útil de los motores, el funcionamiento de estos equipos se alternará de la siguiente manera:

- Las bombas de agua de enfriamiento se alternarán cada 30 días y si la bomba programada para arrancar no lo hace, entonces se emitirá una alarma y la otra bomba deberá arrancar.
- Los enfriadores secos se alternarán para arrancar en secuencia; cada 30 días se cambiará esta secuencia. Si algún enfriador no arranca, entonces se dará una alarma y arrancará la siguiente unidad disponible.

El conjunto principal de control estará resguardado dentro de un panel similar al modelo TB-01, con componentes Siebe / Barber Coleman. Este consistirá de una gabinete modelo AE-630 NEMA tipo 1, fabricado de metal calibre 18, tamaño 16" de ancho, 24" de alto y una profundidad de 7". En la cubierta están previstas dos luces piloto que indiquen condición de alarma en los enfriadores y/o en las bombas. Resaltamos que el módulo de control principal puede establecer comunicación hacia una impresora, hacia una interfase gráfica con una computadora personal, o vía modem hacia un receptor remoto.

Un elemento sensor de temperatura, modelo TS-5721-853, detectará la temperatura del agua de suministro para arrancar y parar los ventiladores de los enfriadores secos en secuencia. Esta es una estrategia de control destinada a disminuir el consumo de energía de los enfriadores en base a la modulación o "ciclaje" de los ventiladores.

6.2 PLAN ANUAL DE MANTENIMIENTO

En esta sección se plantearán los requerimientos mínimos o esenciales de los diversos componentes del sistema de climatización de edificio Scorpio. Se prestará mayor énfasis en aquellos elementos cuya operación es esencial para el funcionamiento adecuado del sistema.

Describiremos las principales prácticas de mantenimiento para unidades paquete enfriadas por agua y para las unidades enfriadoras de agua y el tipo de acondicionamiento de agua recomendado para esta aplicación.

Unidades Paquete Enfriadas por Agua.- especial atención requiere la superficie de superficies, de intercambio de calor entre aire y

refrigerante. Práctica común es el uso de líquidos de limpieza, además de utilizarse medios como manguera de agua a presión a fin de retirar polvo o costras en los serpentines. Se debe revisar con determinada frecuencia la tensión en las bandas de los ventiladores de suministro de aire. La revisión de los rodamientos de ventiladores y del circuito eléctrico es también requerida. Un punto importante en toda unidad que efectúa refrigeración mecánica es la detección de fugas de refrigerante. Se deben anotar las presiones de condensación y evaporación de cada unidad paquete. De detectarse una fuga, ésta debe ser reparada antes de proceder a compensar la pérdida de refrigerante.

Enfriadores de Agua, Tipo Seco, y Acondicionamiento de Agua.-

debido al proceso de transferir calor de estos equipos, son de particular importancia el sistema de ventiladores de la unidad, la limpieza en superficies de intercambio de calor, y el control de calidad del agua circulando internamente. Esta es una observación válida para todos los equipos en que interviene el agua como medio de transferir calor.

Existen tres principales problemas en operaciones con agua: primero, el control de incrustaciones, segundo, control de corrosión, y finalmente, control de algas y limo. De acuerdo al Manual de Aire

Acondicionado de Carrier Corp., en los circuitos recirculantes de agua no es fundamental tanto el control de costras como el control de algas y limo. Esto se debe en gran parte a no existir interacción directa entre el agua y el aire ambiente, como es el caso en las torres de enfriamiento. Para nuestro caso, por lo tanto, nos enfocaremos principalmente en el control de la corrosión para el circuito de agua del sistema seleccionado.

El control de corrosión se efectúa normalmente bajo cuatro esquemas: primero, con uso de inhibidores de corrosión; segundo, con formación de películas protectoras de carbonato de calcio sobre las superficies metálicas; tercero, control del pH dentro de un rango de 7.0 a 8.5; y cuarto, deaireación mecánica del agua. No todos los cuatro métodos se aplican a un mismo sistema de acondicionamiento de agua.

En sistemas recirculantes, como es el caso de los enfriadores secos y los paquetes en edificio Scorpio, se utilizan comúnmente inhibidores de corrosión tales como cromatos (uso de bicromato de sodio es el más popular, o también el cromato de sodio). En sistemas de agua helada se utiliza una concentración de cromatos entre 200 a 500 ppm. La aplicación de estos inhibidores requiere también el control del pH, debido a que son ácidos, por lo tanto, es usual aplicar inhibidores en

conjunto con soda cáustica a fin de aumentar el valor de pH del agua del sistema. Por otro lado, los cromatos pueden presentar un problema de contaminación de aguas de drenaje o suciedad en los lugares de trabajo debido a la coloración amarilla que presentan estas descargas.

La reposición de agua en sistemas recirculantes es mínima. Las pérdidas esperadas son aquellas producidas en los venteos automáticos y en las limpiezas de los filtros del sistema de tubería.

La línea de drenaje de agua será dimensionada o suficientemente capaz de drenar una cantidad igual a 3 GPM por 100 Ton. (1 lb. de agua por hora por 1,000 BTU/h).

En algunos casos el agua de reposición tiene un contenido tan alto de minerales que un drenaje normal del sistema no garantiza la no formación de incrustaciones por ello es aconsejable prever un sistema de tratamiento de agua en el sistema o contratar alguna compañía especializada en la rama, en cualquiera de los casos la calidad deberá ser mantenida dentro de los siguientes parámetros:

- El ph del agua debe estar 6.5 y 8.0

- La dureza al Calcio debe estar por sobre las 100 ppm, evitando tener agua con poca dureza
- Los niveles de cloro deben mantenerse por debajo de las 500 ppm, medidas en cloruro de sodio. Un nivel de alcalinidad mayor a 100 ppm. debe preverse.

CAPITULO VII

LISTADO DE EQUIPOS Y MATERIALES

7.1 LISTADO DE EQUIPOS Y MATERIALES

DESCRIPCION	CANT.	UNIDAD	MARCA	MODELO
ENFRIADORES DE CIRCUITO CERRADO (DRY COOLER)		Un		
DC-1/2: 82 MBH / 170 GPM / 5 HP	2		CLIMATE CONTROL	GCS 228
DC-3/4: 68 MBH / 170 GPM / 5 HP	2		CLIMATE CONTROL	GCS 228
BOMBAS DE AGUA		Un		
B-1/2: 320 GPM / 100 FT / 15 HP	2		TACO	FE 3010
B-3/4: 280 GPM / 100 FT / 15 HP	2		TACO	FE 3010
FILTRO SEPARADOR DE AIRE		Un		
TAS-1: 320 GPM	1		TACO	AC4F
TAS-2: 280 GPM	1		TACO	AC4F

UNIDADES PAQUETES ENFRIADAS POR AGUA		Un		
UPEA-60: 60000 BTUh / 2000 CFM	18		MAMMOTH	D-062-V
UPEA-42: 42000 BTUh / 1400 CFM	13		MAMMOTH	D-043-V
UPEA-36: 36000 BTUh / 1200 CFM	1		MAMMOTH	D-036-V
UPEA-30: 30000 BTUh / 1000 CFM	23		MAMMOTH	D-030-V
UPEA-12: 12000 BTUh / 400 CFM	1		MAMMOTH	D-013-V
INCLUYEN AISLADORES DE VIBRACION, TERMOSTATO FLEX HOSE.				
REJILLAS DE SUMINISTRO		Un		
RS-1: 20" X 6"	121		METALAIR	2015D
RS-2: 30" X 6"	4		METALAIR	2015D
RS-3: 36" X 6"	33		METALAIR	2015D
RS-4: 60" X 6"	16		METALAIR	2015D
REJILLAS DE RETORNO		Un		
RR-1: 20" X 6"	106		METALAIR	2000D
RR-2: 30" x 10"	4		METALAIR	RHD
RR-4: 20" x 10"	12		METALAIR	RHD
RR-5: 16" x 16"	16		METALAIR	CC5
RR-6: 20" x 20"	6		METALAIR	RHD
RR-7: 20" x 20"	4		METALAIR	CC5
MANOMETROS (0 - 100 Psi)	4	Un	WEKSLER	EA - 14
TERMOMETROS (0 - 120 °F)	4	Un	WEKSLER	AA5L - 7
AISLADORES DE VIBRACION PARA LAS BOMBAS (500 IBS/ 1" deflec.)	8	Un	VIBRATION MOUNTING	AWCB-600
PARA LOS DRY COOLERS (1500lbs/ 2" deflec.)	16		VIBRATION MOUNTING	AWR-2-553
VALVULA DE GLOBO x 4"	4	Un		
VALVULAS DE MARIPOSA x 4"	12	Un		
x 3"	8			
x 1_ "	36			
x 1"	80			
x 3/4"	2			
VALVULAS CHECK x 4"	4	Un		

JUNTAS FLEXIBLES (BOMBAS Y ENFRIADORES)		Un		
x 4"	8			
x 3"	16			
BRIDAS		Un		
x 4"	40			
x 3"	16			
TUBERIA HIERRO NEGRO CEDULA 40		Ft.		
x 4"	550			
x 3"	160			
x 2"	110			
x 2"	120			
x 1"	120			
x 1"	800			
x 1"	1,200			
x 3/4"	20			
x -"	30			
CODOS 90°		Un		
x 4"	4			
x 1"	2			
x 1"	132			
x 1"	250			
x 3/4"	4			
CODOS 45°		Un		
x 1"	4			
TEES		Un		
x 4"	41			
x 3"	13			
x 2"	10			
x 2"	7			
x 1"	1			
x 1"	45			
REDUCCIONES		Un		
x 4" - 3"	12			
x 4" - 1"	17			
x 4" - 1"	2			
x 3" - 2"	5			
x 3" - 2"	2			
x 3" - 1"	13			
x 2" - 2"	4			
x 2" - 1"	1			
x 2" - 1"	3			
x 2" - 1"	2			
x 2" - 1"	4			
x 1" - 1"	1			
x 1" - 1"	26			

x 1" - 3/4"	2			
SOPORTES DE PARED (STRUT CLAMP)		Un	MICHIGAN HANGER CO.	#RIGD
x 4"	34			
x 3"	20			
x 2"	20			
x 2"	20			
x 1"	16			
x 1"	110			
x 1"	80			
SOPORTES TIPO ANILLO (RING HANGER)		Un	ITT GRINELL	FIG. 260
x 1"	140			
x 1"	100			
VARILLA ROSCADA CONTINUA x 3/8 (EN TRAMOS DE 6 PIES)	80			

7.2 PRESUPUESTO ESTIMATIVO

7.2.1 EQUIPOS A IMPORTARSE

DESCRIPCION	CANT.	UNIDA D	MARCA	MODELO	PREC. UNIT FOB US.\$	TOTAL FOB US.\$
ENFRIADORES DE CIRCUITO CERRADO(DRY COOLER) DC-1/2: 82 MBH / 170 GPM / 5 HP	2	Un	CLIMATE CONT	GCS 228	20,020.00	40,040.00
DC-3/4: 68 MBH / 170 GPM / 5 HP	2		CLIMATE CONT	GCS 228	20,020.00	40,040.00
BOMBAS DE AGUA		Un				
B-1/2: 320 GPM / 100 FT / 15 HP	2		TACO	FE 3010	2,728.00	5,458.00
B-3/4: 280 GPM / 100 FT / 15 HP	2		TACO	FE 3010	2,728.00	5,458.00
FILTRO SEPARADOR DE AIRE		Un				
TAS-1: 320 GPM	1		TACO	AC4F	1,375.00	1,375.00
TAS-2: 280 GPM	1		TACO	AC4F	1,375.00	1,375.00
UNIDADES PAQUETES ENFRIADAS POR AGUA		Un				
UPEA-60: 60000 BTU/h / 2000 CFM	18		MAMMOTH	D-062-V	1,490.28	26,825.04
UPEA-42: 42000 BTU/h / 1400 CFM	13		MAMMOTH	D-043-V	1,089.88	14,168.44
UPEA-36: 36000 BTU/h / 1200 CFM	1		MAMMOTH	D-036-V	1,043.68	1,043.68
UPEA-30: 30000 BTU/h / 1000 CFM	23		MAMMOTH	D-030-V	978.78	22,511.94
UPEA-12: 12000 BTU/h / 400 CFM	1		MAMMOTH	D-013-V	737.88	737.88
INCLUYEN AISLADORES DE VIBRACION, TERMOSTATO FLEX HOSE.						
REJILLAS DE SUMINISTRO		Un				
RS-1: 20" X 6"	121		METALAIR	2015D	32.45	3,926.45
RS-2: 30" X 6"	4		METALAIR	2015D	40.04	160.16
RS-3: 36" X 6"	33		METALAIR	2015D	41.80	1,379.40
RS-4: 60" X 6"	16		METALAIR	2015D	51.48	823.68
REJILLAS DE RETORNO		Un				
RR-1: 20" X 6"	106		METALAIR	2000D	35.75	3,789.50
RR-2: 30" x 10"	4		METALAIR	RHD	18.37	73.48

RR-4: 20" x 10"	12		METALAIR	RHD	19.69	236.28
RR-5: 16" x 16"	16		METALAIR	CC5	26.11	417.82
RR-6: 20" x 20"	6		METALAIR	RHD	28.38	170.28
RR-7: 20" x 20"	4		METALAIR	CC5	31.24	124.96
MANOMETROS (0 - 100 Psi)	4	Un	WEKSLER	EA - 14	29.04	116.16
TERMOMETROS (0 - 120 °F)	4	Un	WEKSLER	AASL - 7	31.35	125.40
AISLADORES DE VIBRACION PARA LAS BOMBAS (500 IBS/ 1" deflec.)	6	Un	VIBRATION MOUNTING	AWCB-800	15.62	124.96
PARA LOS DRY COOLERS (1500lbs / 2" deflec.)	16		VIBRATION MOUNTING	AWR-2-553	15.62	249.92
VALVULA DE GLOBO x 4"	4	Un			62.06	248.25
VALVULAS DE MARIPOSA x 4"	12	Un			57.50	689.96
x 3"	8				39.38	315.04
x 1_"	36				10.93	393.62
x 1"	80				6.27	501.60
x 3/4"	2				4.95	9.90
VALVULAS CHECK x 4"	4	Un			178.45	713.81
JUNTAS FLEXIBLES (BOMBAS Y ENFRIADORES) x 4"	8	Un			107.80	862.40
x 3"	16				73.70	1,179.20
BRIDAS x 4"	40	Un			9.02	360.80
x 3"	16				7.15	114.40
TUBERIA HIERRO NEGRO CEDULA 40 x 4"	550	Ft.			3.92	2,153.80
x 3"	180				2.49	397.76
x 2_"	110				2.17	238.37
x 2"	120				1.98	237.60

x 1_"	120				1.25	150.48
x 1_"	800				1.07	853.60
x 1"	1,200				0.90	1,082.40
x 3/4"	20				0.59	11.88
x _"	30				0.46	13.88
CODOS 90°		Un				
x 4"	4				13.66	54.65
x 1_"	2				1.78	3.56
x 1_"	132				1.35	178.60
x 1"	250				1.06	264.00
x 3/4"	4				0.46	1.85
CODOS 45°		Un				
x 1_"	4				1.35	5.41
TEES		Un				
x 4"	41				21.16	867.72
x 3"	13				18.06	234.81
x 2_"	10				17.27	172.70
x 2"	7				13.99	97.94
x 1_"	1				12.98	12.98
x 1_"	45				10.67	480.15
REDUCCIONES		Un				
x 4" - 3"	12				7.92	95.04
x 4" - 1_"	17				7.15	121.55
x 4" - 1"	2				5.94	11.88
x 3" - 2_"	5				5.72	28.60
x 3" - 2"	2				5.28	10.56
x 3" - 1_"	13				5.06	65.78
x 2_" - 2"	4				5.12	20.48
x 2_" - 1_"	1				5.08	5.08
x 2_" - 1"	3				6.16	18.48
x 2" - 1_"	2				3.52	7.04
x 2" - 1"	4				3.08	12.32
x 1_" - 1_"	1				1.87	1.87
x 1_" - 1"	26				1.60	41.47
x 1_" - 3/4"	2				1.45	2.90

SOPORTES DE PARED (STRUT CLAMP) x 4"	34	Un	MICHIGAN HANGER CO.	#RIGID		
x 3"	20				0.90	30.67
x 2_"	20				0.67	13.42
x 2"	20				0.66	13.20
x 1_"	16				0.57	11.44
x 1_"	110				0.52	8.27
x 1"	80				0.45	49.61
					0.43	34.32
SOPORTES TIPO ANILLO (RING HANGER) x 1_"	140	Un	ITT GRINELL	FIG. 260		
x 1"	100				0.22	30.80
					0.22	22.00
VARILLA ROSCADA CONTINUA x 3/8 (EN TRAMOS DE 6 PIES)	80				1.12	89.76
TOTAL FOB US.\$						184,397.05
TOTAL SUCRES NACIONALIZADOS S/.						82,978,650.00

7.2.2 OBRAS LOCALES

DESCRIPCION	CANT.	UNID	VALOR INSTALACION	
			PREC.UNIT. S/.	PREC.TOTAL S/.
ENFRIADORES DE CIRCUITO CERRADO (DRY COOLER)		Un		
DC-1/2: 82 MBH / 170 GPM / 5 HP	2		3,000,000.00	6,000,000.00
DC-3/4: 68 MBH / 170 GPM / 5 HP	2		3,000,000.00	6,000,000.00
BOMBAS DE AGUA		Un		
B-1/2: 320 GPM / 100 FT / 15 HP	2		900,000.00	1,800,000.00
B-3/4: 280 GPM / 100 FT / 15 HP	2		900,000.00	1,800,000.00

FILTRO SEPARADOR DE AIRE TAS-1: 320 GPM	1	Un	750,000.00	750,000.00
TAS-2; 280 GPM	1		750,000.00	750,000.00
UNIDADES PAQUETES ENFRIADAS POR AGUA		Un		
UPEA-60: 60000 BTUh / 2000 CFM	18		600,000.00	10,800,000.00
UPEA-42: 42000 BTUh / 1400 CFM	13		600,000.00	7,800,000.00
UPEA-36: 36000 BTUh / 1200 CFM	1		600,000.00	600,000.00
UPEA-30: 30000 BTUh / 1000 CFM	23		600,000.00	13,800,000.00
UPEA-12: 12000 BTUh / 400 CFM	1		600,000.00	600,000.00
INCLUYEN AISLADORES DE VIBRACION Y TERMOSTATO				
REJILLAS DE SUMINISTRO		Un		
RS-1: 20" X 6"	121		N/C.	
RS-2: 30" X 6"	4		N/C.	
RS-3: 36" X 6"	33		N/C.	
RS-4: 60" X 6"	16		N/C.	
REJILLAS DE RETORNO		Un		
RR-1: 20" X 6"	106		N/C.	
RR-2: 30" x 10"	4		N/C.	
RR-4: 20" x 10"	12		N/C.	
RR-5: 16" x 16"	16		N/C.	
RR-6: 20" x 20"	6		N/C.	
RR-7: 20" x 20"	4		N/C.	
DUCTO AISLADO TERMICAMENTE	8,000	Kilos	13,500.00	108,000,000.00
PESO TOTAL DE TUBERIA (GLOBAL)	7,878	Kilos	6,000.00	47,268,000.00
DIRECCION TECNICA (15 %)				30,895,884.00
TOTAL				236,868,444.00
+ 10% I.V.A				23,686,844.40
GRAN TOTAL				260,555,288.40

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

1. El caso de estudio presentado en esta tesis demuestra que con una planificación adecuada, y considerando aspectos funcionales del edificio y de la instalación mecánica, se puede obtener un sistema de climatización adecuado a las necesidades reales en el edificio, y obteniéndose costos de operación razonables. Estos costos son producto de consideraciones de conservación de energía al seleccionar los componentes del sistema, todo esto sin afectar las actividades y condiciones ambientales del edificio.
2. El aspecto más relevante de este trabajo fue la utilización de uno de los programas de cómputo más completo disponible en la industria y comercio actualmente, TRACE 600, desarrollado por The Trane Company. Este programa permitió efectuar un excelente estimado de la carga de enfriamiento del edificio, punto de partida para seleccionar equipos y sistemas de transporte de fluidos.
3. En cuanto al uso de programas computacionales, está aceptado que cualquier modelo o programa de cálculo proporcionará resultados tan

confiables como lo fueron los datos de entrada del mismo. En el caso de edificio Scorpio, los principales datos de entrada fueron las características térmicas de los elementos constructivos del edificio. En el capítulo 2 se describieron en detalle estas características, lo cual nos sugiere una alta confiabilidad de los resultados en este aspecto del cálculo de carga. Los siguientes datos de entrada del programa son los perfiles de ocupancia en el edificio, principalmente las cargas internas. Se utilizó la hipótesis de 100% de ocupancia para todas las cargas internas, lo cual es recomendado en el manual del usuario del programa. En conclusión, el alto grado de detalle empleado en la descripción de los elementos arquitectónicos del edificio, en conjunto con estimados apropiados de la cantidad de ocupantes internos, todos ellos datos de entrada, se encuentran totalmente justificados en este proyecto, debido a que de este resultado se desprenden los parámetros de funcionamiento del sistema de climatización del edificio. Entre estos parámetros se cuenta la eficiencia energética y los costos de adquisición, costos de instalación y costos de mantenimiento.

4. En esta tesis se ha insistido en el llamado "diseño eficiente", esto es, el diseño del sistema de climatización debe ser eficiente desde el punto de vista energético. Para esto el diseñador dispone de varias opciones técnicas, las cuales incluyen estimación correcta de los requerimientos

energéticos del edificio (carga de enfriamiento), características de funcionamiento de los principales equipos de climatización disponibles, métodos apropiados de transporte de fluidos (diseño de ductos y tuberías).

5. El sistema de climatización seleccionado para Scorpio, paquetes enfriados por agua, es el sistema más eficiente desde el punto de vista energético. Su costo inicial (adquisición más instalación de equipos) es importante. Sin embargo, la comparación presentada en el capítulo 3 nos indica que el propietario del edificio recuperaría la inversión al octavo año de operación del sistema. Esta comparación se efectuó únicamente entre los sistemas de paquetes enfriados por agua y el sistema de expansión directa. No se consideró la alternativa de utilizar enfriadores de agua helada en el edificio debido al costo de estos equipos.

6. El uso de enfriadores secos o recirculantes se justifica en este proyecto debido a los menores costos de mantenimiento y de reposición de agua comparados con los costos de una torre de enfriamiento. Básicamente por estas dos razones se escogió este tipo de equipo en lugar de torre de enfriamiento, sin embargo, es necesario observar que los enfriadores recirculantes significan una operación menos eficiente por parte de los

paquetes, debido a la más alta temperatura del agua de ingreso a los condensadores de estas últimas unidades.

7. Los aspectos de instalación de ductos de aire acondicionado y tuberías de agua de enfriamiento, así como de los principales equipos mecánicos presentados en esta tesis, están dirigidos a garantizar una operación eficiente y segura de la totalidad del sistema de climatización. Todas estas técnicas son producto de la experiencia e investigación de entidades profesionales estadounidenses, además de la experiencia propia de las empresas locales que prestan diferentes servicios en sistemas de climatización.
8. La utilización de un sistema de control avanzado, esto es con control directo digital, significará un funcionamiento totalmente confiable de los principales equipos, independiente del factor humano, y que permitirá asistir tanto a la administración del edificio como al departamento de mantenimiento en obtener continuamente una operación eficiente del sistema, prolongar la vida útil del sistema y un manejo adecuado de las instalaciones del sistema.

RECOMENDACIONES

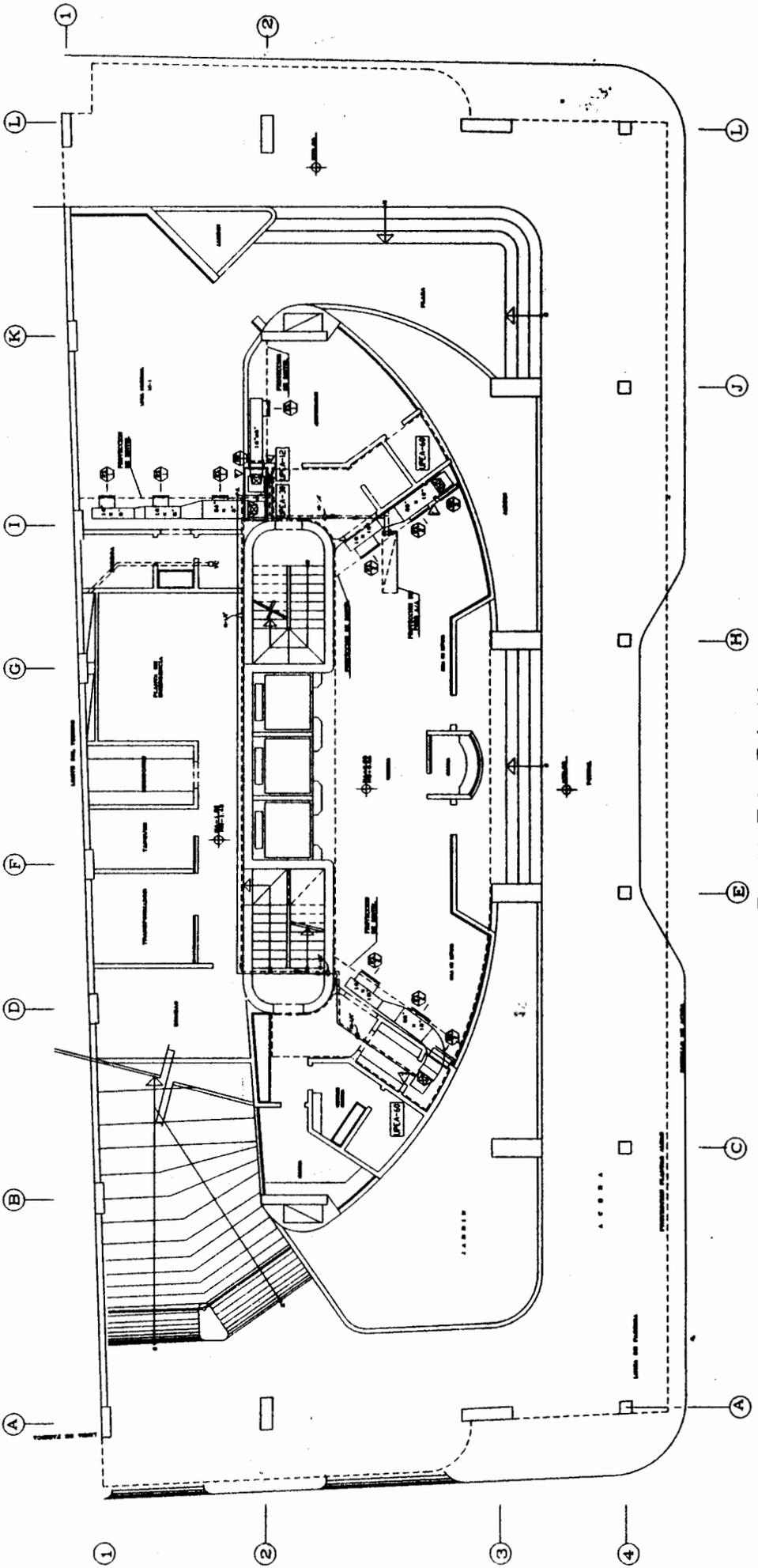
- 1) Se propone la ejecución del programa **TRACE 600** para efectuar cálculos energéticos en un edificio. El programa está diseñado de forma tal que puede evaluar complejos **sistemas de planta** de climatización y puede efectuar **análisis entre varias alternativas** de diseño propuestas. Es decir, el programa puede modelar el consumo de energía para los tres sistemas más utilizados en nuestro medio: **enfriadores de agua helada, paquetes enfriados por agua, y equipos de expansión directa de refrigerante**. El programa efectúa los análisis económicos de las diferentes alternativas propuestas por el usuario.
- 2) El uso de datos climáticos confiables es altamente recomendable en evaluaciones energéticas de edificios. Esto se debe a la influencia de las condiciones del medio en la demanda de energía por parte del sistema de climatización. Por lo tanto, recomendamos a la Facultad de Ingeniería en Mecánica de la ESPOL que considere el análisis climático en la región de la ciudad de Guayaquil. Estos datos (temperatura, humedad, nivel de radiación solar, precipitación, entre otros) son información muy útil para los profesionales que trabajan en sistemas de climatización, así también como para otros estudios, tales como diseño

de sistemas térmicos con energía solar, predicción de contaminación del aire, evaluación de fuentes alternativas de energía, entre otros aspectos.

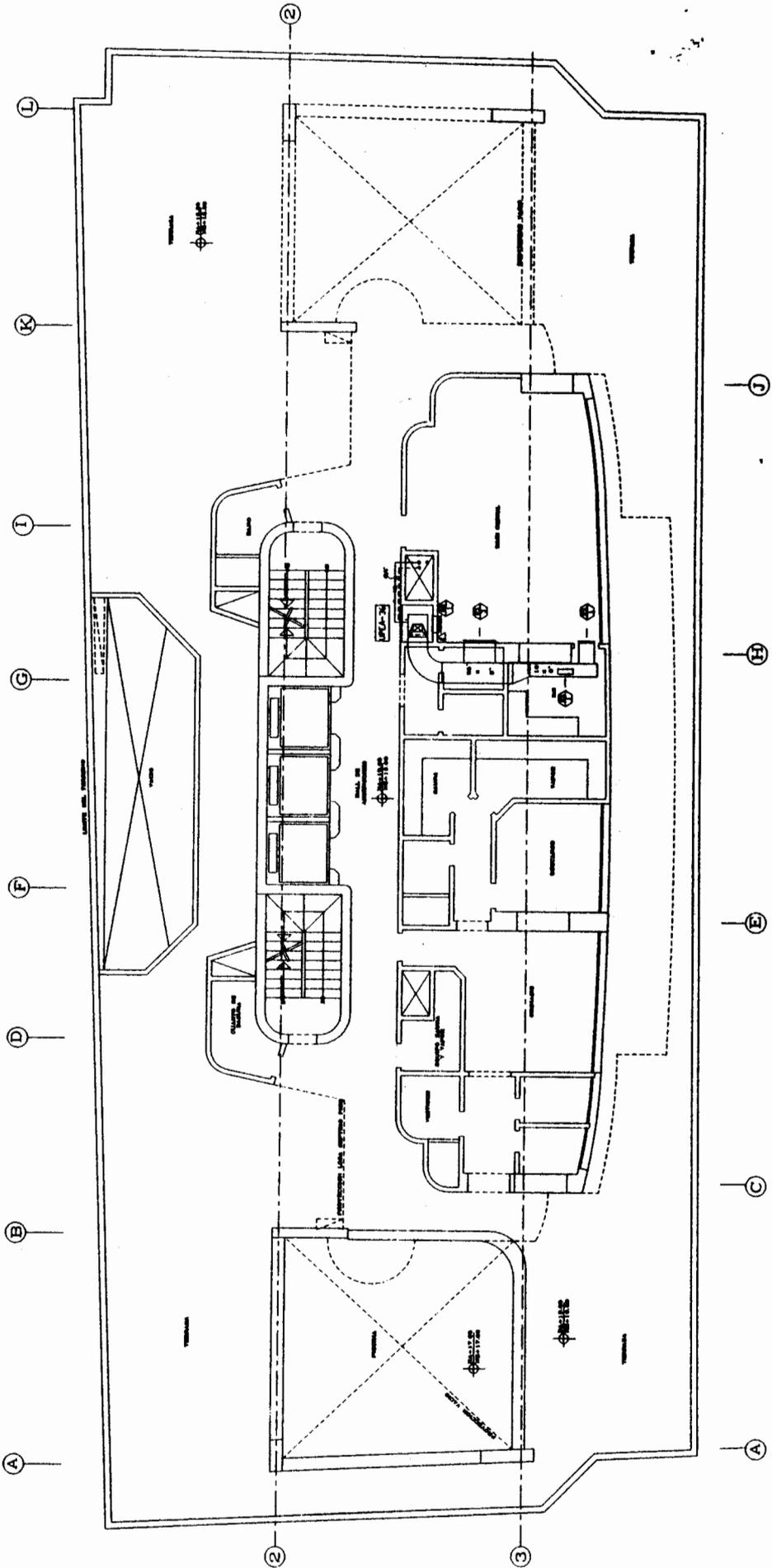
- 3) Recomendar a entidades públicas de control, tales como Ministerio de Salud o Comisarías Municipales, efectuar monitoreos de calidad de aire ambiente en interiores a fin de determinar requerimientos adecuados de ventilación en el edificio. Estas inspecciones se concentran principalmente en la detección de agentes infecciosos (bacterias) y en los niveles de contaminantes del aire presentes (óxidos de nitrógeno, partículas, formaldehído, entre otros). Usualmente el llamado "síndrome de edificios enfermos" está bien relacionado con el estado de mantenimiento general del sistema de climatización de un edificio.
- 4) Promover en nuestro medio el uso eficiente de la energía. Específicamente en sistemas de climatización, los diseñadores deben ser apremiados a recomendar el uso de tecnología eficiente, así como los propietarios de sistemas deben estar conscientes de que la eficiencia energética representará un ahorro de recursos, económicos principalmente, a lo largo de la vida útil del proyecto.

ANEXOS

PLANOS DEL SISTEMA DE CLIMATIZACION DEL EDIFICIO SCORPIO

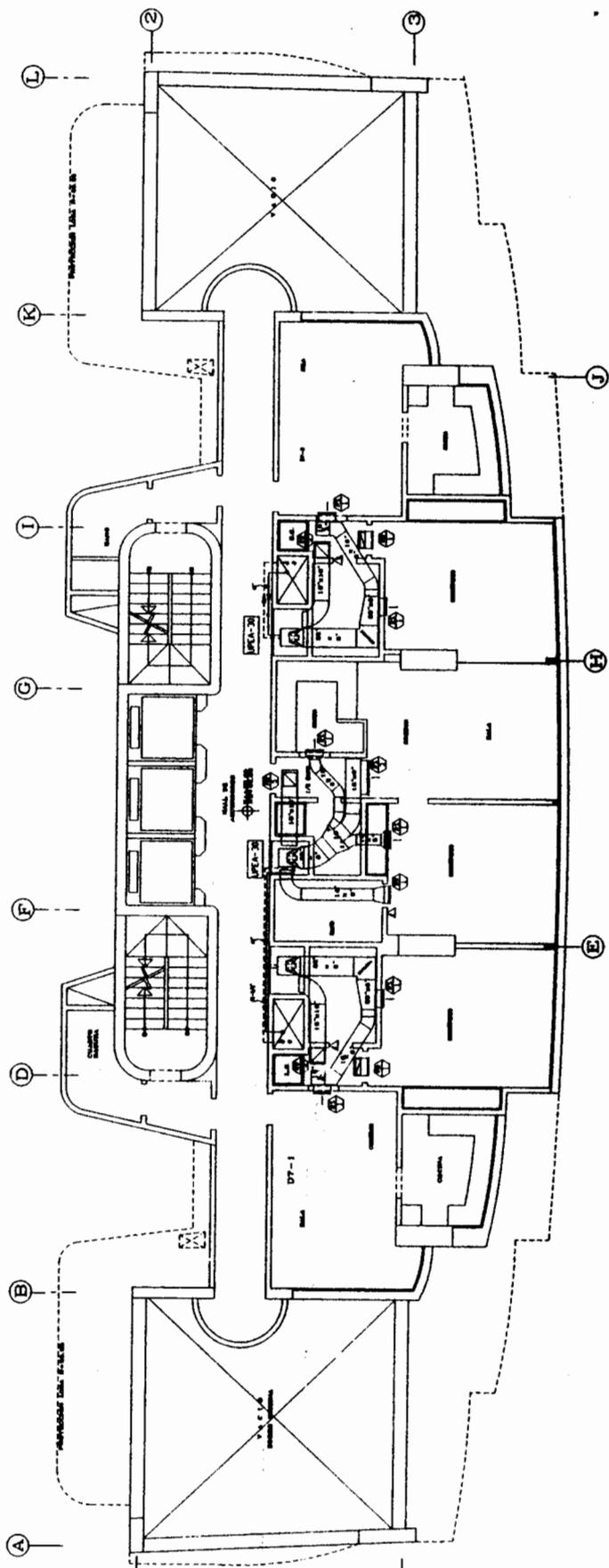


PLANTA BAJA
Escala 1:200

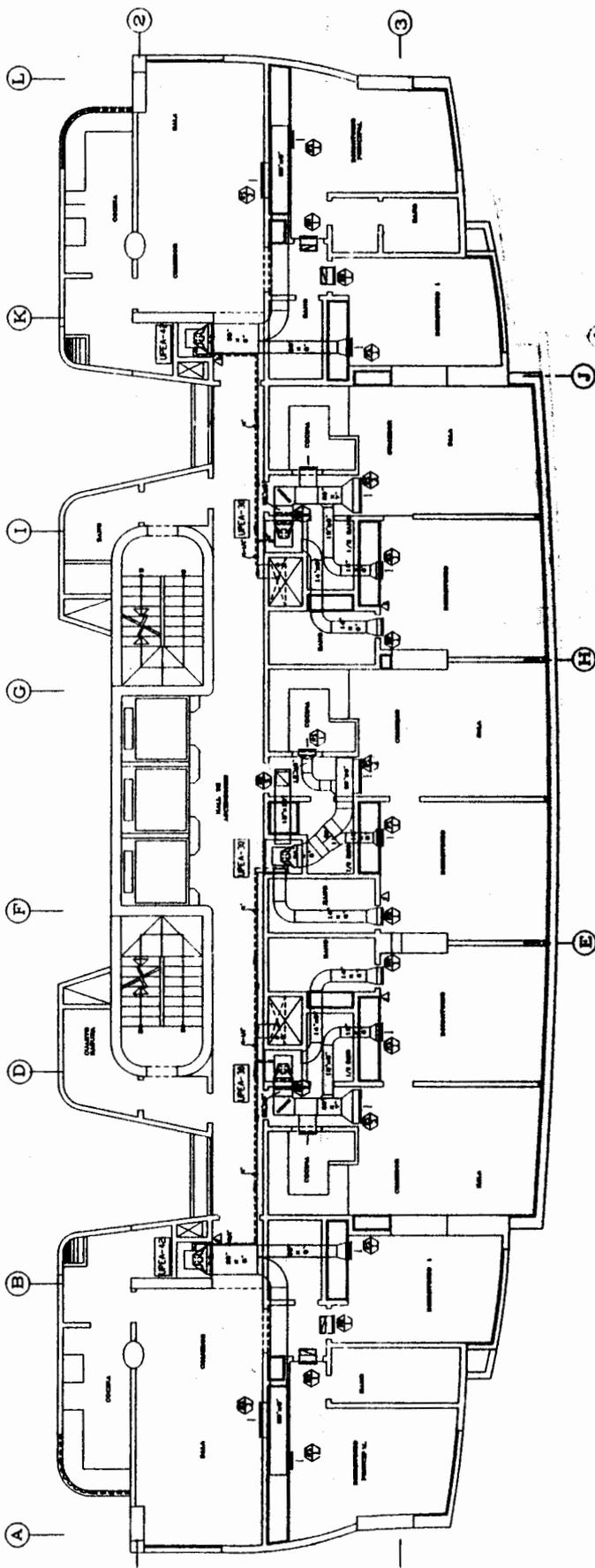


PLANTA QUINTO PISO

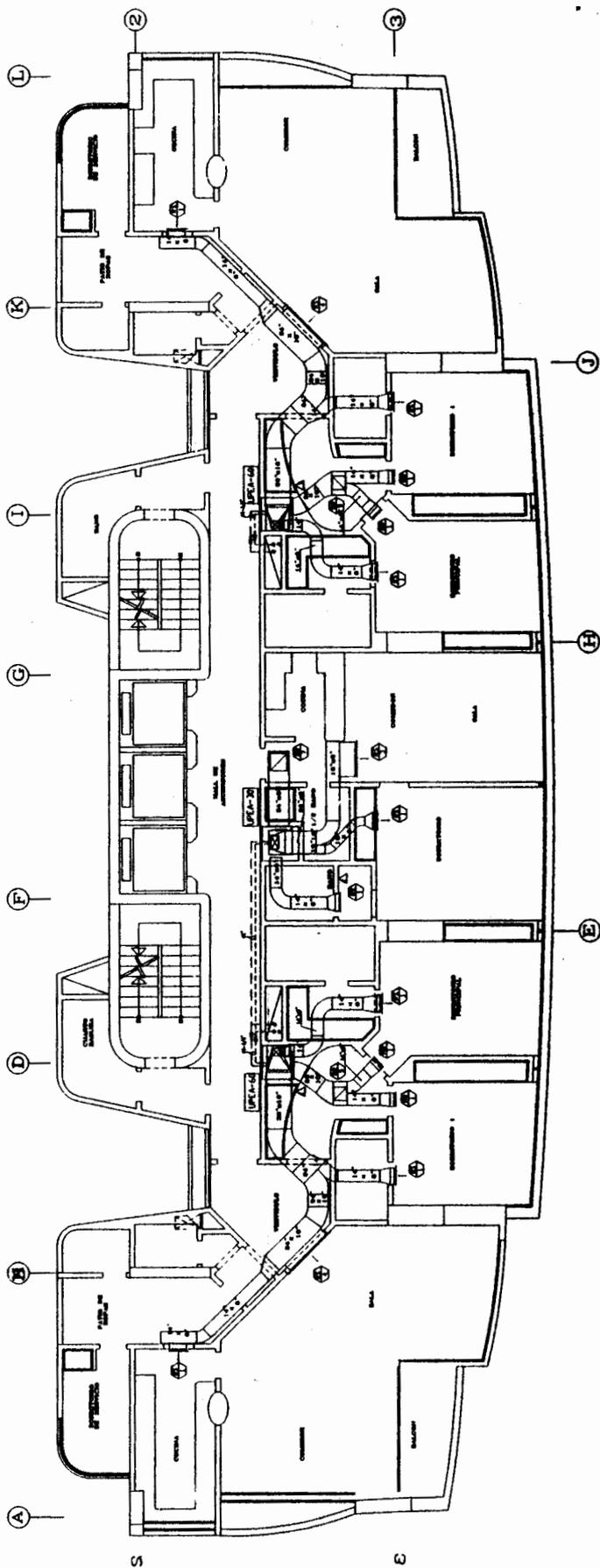
Escala 1:200



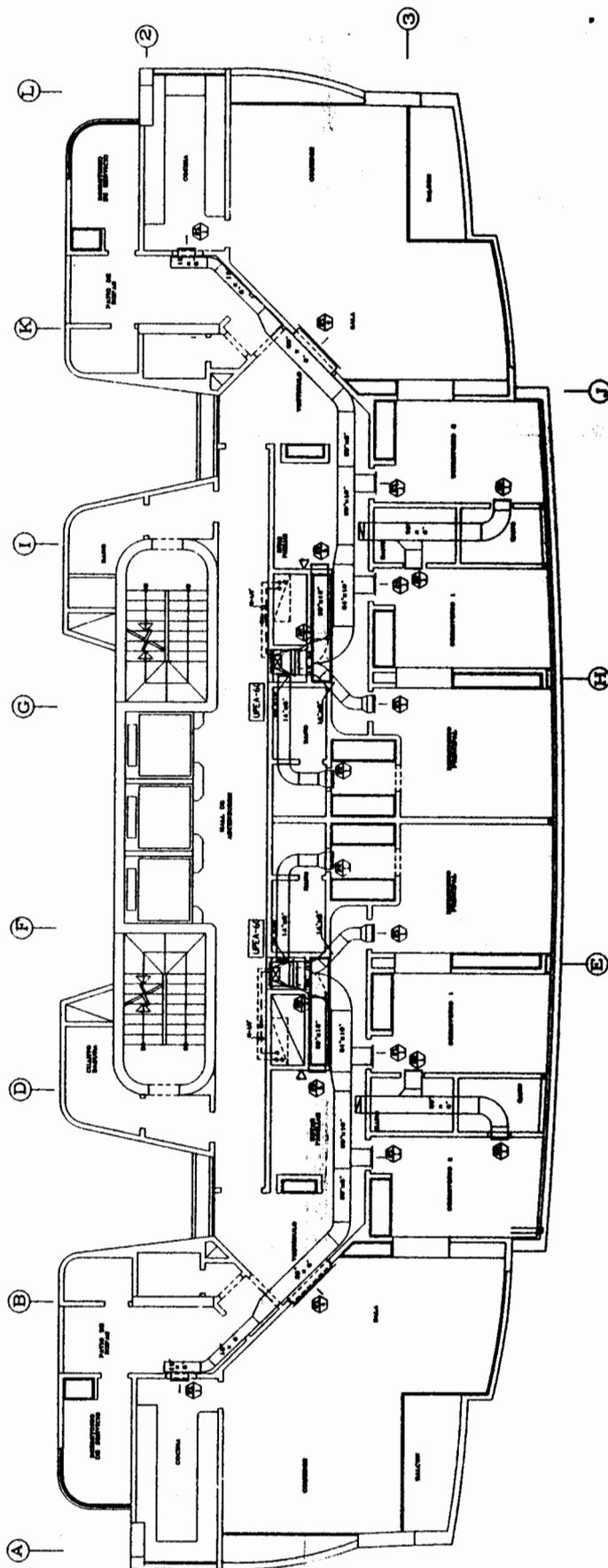
PLANTA SEXTO PISO ALTO
Escala 1:200



PLANTA TIPO PISOS 7,8,9,10,11.
Escala 1:200

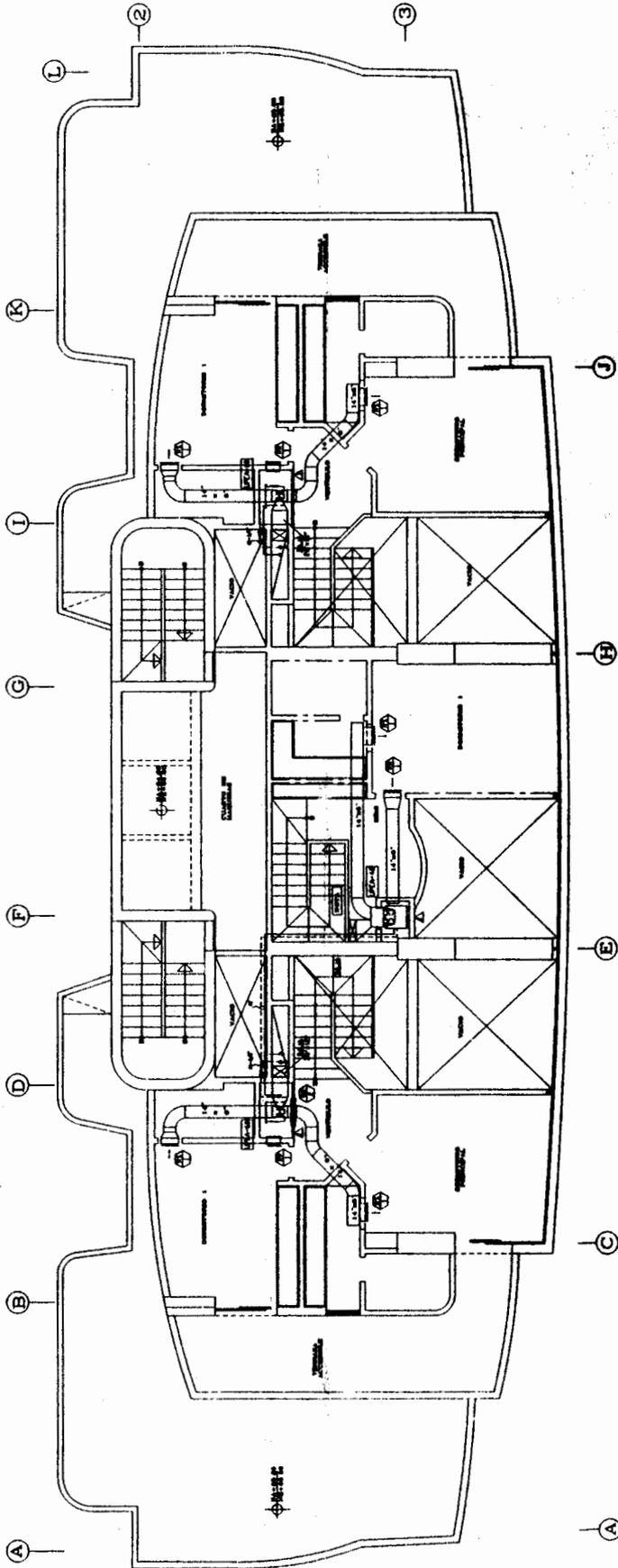


PLANTA PISOS 12,13,14,15
Escala 1:200



PLANTA TIPO PISOS 16,17,18

Escala 1:200



PLANTA ALTA DEPARTAMENTO DUPLEX
Escala 1:200

PLANILLAS DE EQUIPOS DEL EDIFICIO SCORPIO

PLANILLA DE EQUIPOS PLANTA BAJA

DESCRIPCION	DESIGNACION	CANT	BTU/H	CFM
UNIDAD PAQUETE ENFRIADA POR AGUA	UPEA-60	2	60000	2000
UNIDAD PAQUETE ENFRIADA POR AGUA	UPEA-61	1	30000	1000
UNIDAD PAQUETE ENFRIADA POR AGUA	UPEA-62	1	12000	400

PLANILLA DE EQUIPOS PLANTA QUINTO PISO

DESCRIPCION	DESIGNACION	CANT	BTU/H	CFM
UNIDAD PAQUETE ENFRIADA POR AGUA	UPEA-38	1	36000	1200

PLANILLA DE EQUIPOS PLANTA SEXTO PISO

DESCRIPCION	DESIGNACION	CANT	BTU/H	CFM
UNIDAD PAQUETE ENFRIADA POR AGUA	UPEA-30	1	30000	1000

PLANILLA DE EQUIPOS PLANTA PISOS TIPO 7,8,9,10,11

DESCRIPCION	DESIGNACION	CANT	BTU/H	CFM
UNIDAD PAQUETE ENFRIADA POR AGUA	UPEA-30	3	30000	1000
UNIDAD PAQUETE ENFRIADA POR AGUA	UPEA-42	2	42000	1400

PLANILLA DE EQUIPOS PLANTA PISOS TIPO 12,13,14,15

DESCRIPCION	DESIGNACION	CANT	BTU/H	CFM
UNIDAD PAQUETE ENFRIADA POR AGUA	UPEA-60	2	60000	2000
UNIDAD PAQUETE ENFRIADA POR AGUA	UPEA-30	1	30000	1000

PLANILLA DE EQUIPOS PLANTA PISOS TIPO 16,17,18

DESCRIPCION	DESIGNACION	CANT	BTU/H	CFM
UNIDAD PAQUETE ENFRIADA POR AGUA	UPEA-60	2	60000	2000

PLANILLA DE EQUIPOS PLANTA DEPARTAMENTO DUPLEX

DESCRIPCION	DESIGNACION	CANT	BTU/H	CFM
UNIDAD PAQUETE ENFRIADA POR AGUA	UPEA-60	2	60000	2000
UNIDAD PAQUETE ENFRIADA POR AGUA	UPEA-42	1	42000	1400

PLANILLAS DE ACCESORIOS DEL EDIFICIO SCORPIO

PLANILLA DE ACCESORIOS PLANTA BAJA

DESCRIPCION	DESIGNACION	CANT	DIMENSION	CFM
REJILLA DE SUMINISTRO	RS-1	4	20"x6"	330
REJILLA DE SUMINISTRO	RS-2	4	30"x10"	1000
REJILLA DE RETORNO DE PARED	RR-1	1	20"x10"	-
REJILLA DE RETORNO DE PARED	RR-2	2	30"x10"	-

PLANILLA DE ACCESORIOS PLANTA QUINTO PISO

DESCRIPCION	DESIGNACION	CANT	DIMENSION	CFM
REJILLA DE SUMINISTRO	RS-1	2	20"x6"	330
REJILLA DE SUMINISTRO	RS-3	1	30"x6"	500
REJILLA DE RETORNO DE PARED	RR-1	1	20"x10"	-

PLANILLA DE ACCESORIOS PLANTA SEXTO PISO

DESCRIPCION	DESIGNACION	CANT	DIMENSION	CFM
REJILLA DE SUMINISTRO	RS-1	7	20"x6"	500
REJILLA DE SUMINISTRO	RS-3	1	36"x6"	500
REJILLA DE RETORNO DE PARED	RR-1	5	20"x6"	-
REJILLA DE RETORNO	RR-5	3	16"x16"	-

PLANILLA DE ACCESORIOS PLANTAS PISO TIPO 7,8,9,10,11

DESCRIPCION	DESIGNACION	CANT	DIMENSION	CFM
REJILLA DE SUMINISTRO	RS-1	8	20"x6"	400
REJILLA DE SUMINISTRO	RS-3	5	36"x6"	600
REJILLA DE RETORNO DE PARED	RR-1	9	20"x6"	-
REJILLA DE RETORNO	RR-5	1	16"x16"	-

PLANILLA DE ACCESORIOS PLANTAS PISO TIPO 12,13,14,15

DESCRIPCION	DESIGNACION	CANT	DIMENSION	CFM
REJILLA DE SUMINISTRO	RS-1	7	20"x6"	400
REJILLA DE SUMINISTRO	RS-3	1	36"x6"	500
REJILLA DE SUMINISTRO	RS-4	2	60"x6"	600
REJILLA DE RETORNO DE PARED	RR-1	5	20"x6"	-
REJILLA DE RETORNO	RR-5	2	16"x16"	-
REJILLA DE RETORNO	RR-7	1	20"x20"	-

PLANILLA DE ACCESORIOS PLANTAS PISO TIPO 16,17,18

DESCRIPCION	DESIGNACION	CANT	DIMENSION	CFM
REJILLA DE SUMINISTRO	RS-1	8	20"x6"	350
REJILLA DE SUMINISTRO	RS-4	2	60"x6"	600
REJILLA DE RETORNO DE PARED	RR-1	6	20"x6"	-
REJILLA DE RETORNO DE PARED	RR-3	1	36"x6"	
REJILLA DE RETORNO	RR-6	2	18"x18"	-

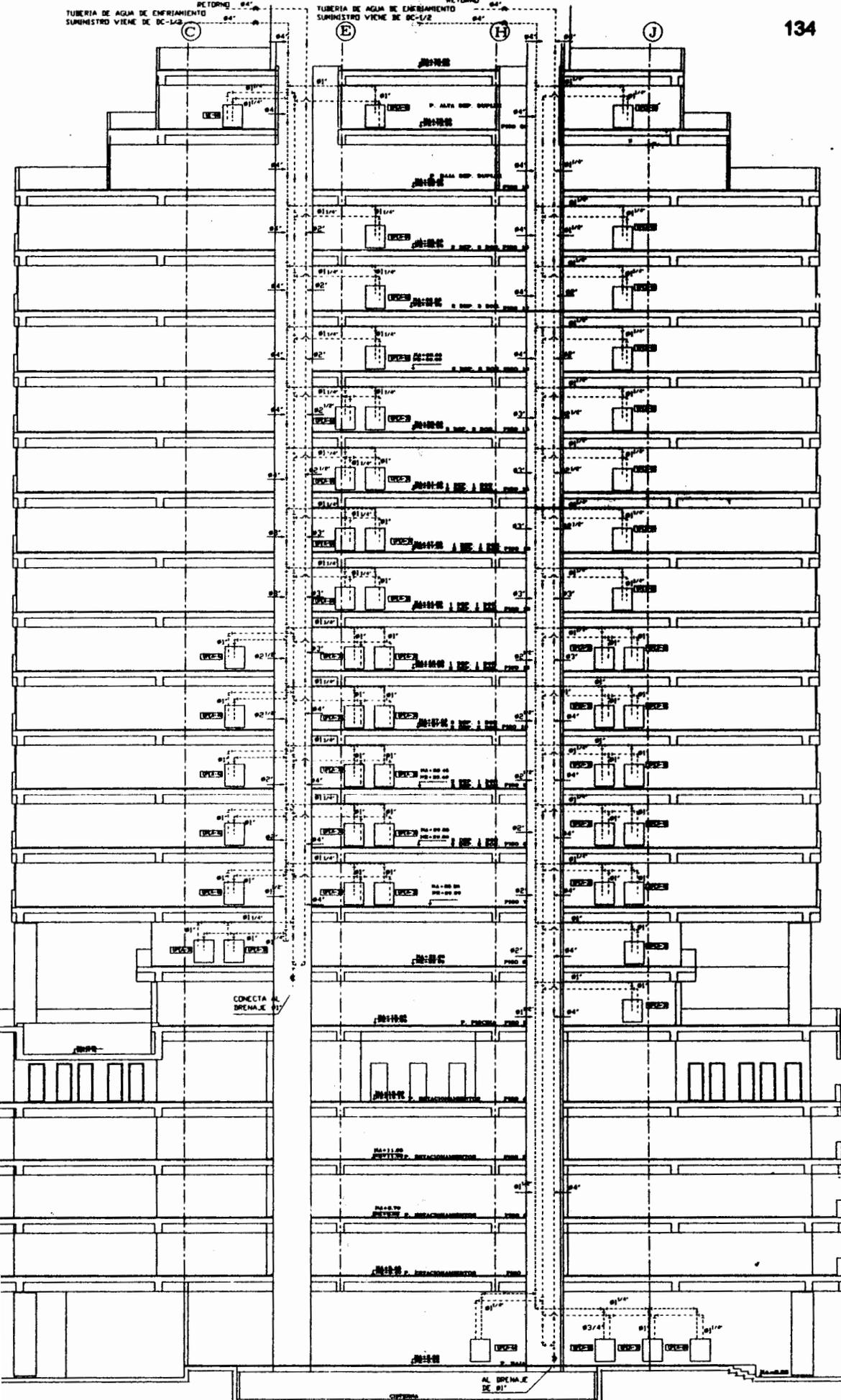
PLANILLA DE ACCESORIOS PLANTAS DEPARTAMENTO DUPLEX

DESCRIPCION	DESIGNACION	CANT	DIMENSION	CFM
REJILLA DE SUMINISTRO	RS-1	7	20"x6"	400
REJILLA DE SUMINISTRO	RS-3	2	36"x6"	550
REJILLA DE SUMINISTRO	RS-4	2	60"x6"	600
REJILLA DE RETORNO DE PARED	RR-1	3	20"x6"	-
REJILLA DE RETORNO DE PARED	RR-2	1	30"x10"	-

TUBERIA DE AGUA DE ENFRIAMIENTO
RETORNO 04"
TUBERIA DE AGUA DE ENFRIAMIENTO
SUMINISTRO VIENE DE DC-1/2

TUBERIA DE AGUA DE ENFRIAMIENTO
RETORNO 04"
TUBERIA DE AGUA DE ENFRIAMIENTO
SUMINISTRO VIENE DE DC-1/2

TUBERIA DE AGUA DE ENFRIAMIENTO
RETORNO 04"
TUBERIA DE AGUA DE ENFRIAMIENTO
SUMINISTRO VIENE DE DC-1/2



CORTE LONGITUDINAL

CORRIDA DEL PROGRAMA TRACE 600 PARA CALCULO DE CARGA DEL
EDIFICIO SCORPIO

Trane Air Conditioning Econom
BY: ENERGY SYSTEMS S.A.

** TRACE 600 ANALYSIS **
** by ***** **

EDIFICIO SCORPIO
GUAYAQUIL - ECUADOR
ROBERTO JALIL
TESIS DE GRADO

Weather File Code: GQUILA.W
Location: DATOS CLIMATICOS GUAYAQUIL
Latitude: -2.2 (deg)
Longitude: 79.8 (deg)
Time Zone: -5
Elevation: 20 (ft)
Barometric Pressure: 29.9 (in. Hg)

Summer Clearness Number: 1.00
Winter Clearness Number: 1.00
Summer Design Dry Bulb: 94 (F)
Summer Design Wet Bulb: 82 (F)
Winter Design Dry Bulb: 85 (F)
Summer Ground Reflectance: 0.20
Winter Ground Reflectance: 0.20

Air Density: 0.0760 (lbm/cuft)
Air Specific Heat: 0.2444 (Btu/lbm/F)
Density-Specific Heat Prod: 1.1153 (Btu-min./hr/cuft/F)
Latent Heat Factor: 4,909.6 (Btu-min./hr/cuft)
Enthalpy Factor: 4.5628 (lb-min./hr/cuft)

Design Simulation Period: January To December
System Simulation Period: January To December
Cooling Load Methodology: TETD/Time Averaging

Time/Date Program was Run: 2:31:19 1/20/98
Dataset Name: SCORP .T

ROOM BY ROOM ECHO - ALTERNATI
WATER SOURCE HEAT PUMPS

***** ROOM INFORMATION *****

Room: 1 Room Description: FB-VESTIBULO Zone Number: 1

----- GENERAL INFORMATION -----

Floor Area: 1,162 (ft) Ceiling R-val: 1.786 (sf-F/Btu) Room Design Cooling DB: 75.0 (F)
 Flr-Flr Ht: 14.8 (ft) Is There Carpet? YES Room Design RH: 50
 Plenum Height: 2.0 (ft) Room Mass: 70 (lb/sf) Room Design Heating DB: 68.0 (F)

Floor Cnstr Type: PAREDES TESIS

Tstat Location: ROOM Dupl. Flr Mult: 1 Cooling Setup: 90.0 (F)
 C-Stat Sched: CLGONLY Dupl. Room Mult: 1 Heating Setback: 55.0 (F)
 H-Stat Sched: CLGONLY

----- PEOPLE/LIGHTS -----

Number of People: 100 (SF-PERS) Fixture Type: ASHRAE2 People Schedule: AVAIL
 People Sensible: 307 Lighting Load: 15.0 (WATT-SM) Lights Schedule: AVAIL
 People Latent: 324 Ballast Factor: 1.0
 % Lite to Return Air: 0.0

----- AIRFLOWS -----

Description Value Units Sched Code

Clg Ventilation 20.0 CFM-P AVAIL
 Clg Infiltration 0.2 ACH-HR AVAIL
 Reheat Minimum -0.0 ACH-HR CLGONLY

----- WALL INFO -----

Wall Number: 1 Wall U-Value: ***** (Btu/Hr/sf) Glass Area: 60 (%)
 Wall Area: 290 (sf) Wall Alpha: 0.90 Glass U-Value: 0.969 (Btu/Hr/sf)
 Wall Tilt: 0 (deg) Ground Refl. Mult: 1.00 Ext Shading Coef: 0.60
 Wall Direction: 45 (deg) Int Shading Code: 3
 Wall Cnstr Type: PAREDES TESIS % Solar to Ret Air: 0.0

Wall Number: 2 Wall U-Value: ***** (Btu/Hr/sf) Glass Area: 70 (%)

Wall Area: 474 (sf) Wall Alpha: 0.90 Glass U-Value: 0.969 (Btu/Hr/sf)
 Wall Tilt: 0 (deg) Ground Refl. Mult: 1.00 Glass Shading Coef: 0.60
 Wall Direction: 0 (deg) PAREDES TESIS
 Wall Cnstr Type: PAREDES TESIS
 Wall Number: 3 Wall U-Value: ***** (Btu/Hr/sf) Glass Area: 60 (%)
 Wall Area: 218 (sf) Wall Alpha: 0.90 Glass U-Value: 0.969 (Btu/Hr/sf)
 Wall Tilt: 0 (deg) Ground Refl. Mult: 1.00 Glass Shading Coef: 0.60
 Wall Direction: 315 (deg) PAREDES TESIS
 Wall Cnstr Type: PAREDES TESIS

----- PARTITION -----

Partition Number: 1 Partit U-Value: ***** (Btu/Hr/sf) Adjacent Temp Type: HRLYOADB
 Partition Area: 402 (sf) Adjacent Temp Cooling: -0.0 (F)
 Adjacent Temp Heating: -0.0 (F)
 Partit Cnstr Type: PAREDES TESIS
 Partition Number: 2 Partit U-Value: ***** (Btu/Hr/sf) Adjacent Temp Type: HRLYOADB
 Partition Area: 533 (sf) Adjacent Temp Cooling: -0.0 (F)
 Adjacent Temp Heating: -0.0 (F)
 Partit Cnstr Type: PAREDES TESIS

----- SLAB-ON-GRADE/EXPOSED FLOOR -----

Exp Floor Number: 1 Perimtr Loss Coef: 0.000 (Btu/Hr/ft) External Temp Type: HRLYOADB
 Perimeter Length: 0 (ft) Exp Flr U-Value: ***** (Btu/Hr/sf) External Temp Cooling: -0.0 (F)
 Exp Floor Area: 122 (sf) External Temp Heating: -0.0 (F)
 Exp Flr Cnstr Type: CUBIERTA PLANA 3

ROOM BY ROOM ECHO - ALTERNATIVE 1
WATER SOURCE HEAT PUMPS

***** ROOM INFORMATION *****

Room: 2 Room Description: ADMINIST Zone Number: 1

----- GENERAL INFORMATION -----
 Floor Area: 184 (ft) Ceiling R-val: 1.786 (sf-F/Btu) Room Design Cooling DB: 75.0 (F)
 Fir-Flr Ht: 14.8 (ft) Is There Carpet? YES Room Design RH: 50
 Plenum Height: 2.0 (ft) Room Mass: 70 (lb/sf) Room Design Heating DB: 68.0 (F)

Floor Cnstr Type: PAREDES TESIS
 Tstat Location: ROOM Dupl. Flr Mult: 1 Cooling Setup: 90.0 (F)
 C-Stat Sched: CLGONLY Dupl. Room Mult: 1 Heating Setback: 55.0 (F)
 H-Stat Sched: CLGONLY

----- PEOPLE/LIGHTS -----
 Number of People: 100 (SF-PERS) Fixture Type: ASHRAE2 People Schedule: AVAIL
 People Sensible: 256 Lighting Load: 15.0 (WATT-SM) Lights Schedule: AVAIL
 People Latent: 256 Ballast Factor: 1.0
 % Lite to Return Air: 0.0

----- AIRFLOWS -----

Description	Value	Units	Sched Code
Clg Ventilation	20.0	CFM-P	AVAIL
Clg Infiltration	0.2	ACH-HR	AVAIL
Reheat Minimum	-0.0	ACH-HR	CLGONLY

----- MISCELLANEOUS -----
 Misc Ref Number: 1 Pct Sensible: 96.0
 Consumption: 1,000.0 (BTUH) Pct Space Sens: 100.0
 Misc Schedule: AVAIL Pct Sens to RA: 0.0
 Energy Meter: NONE Radiant Fraction: 60.0

----- WALL INFO -----
 Wall Number: 1 Wall U-Value: ***** (Stu/Hr/Sf) Glass Area: 45 (Sq)
 Wall Area: 147 (sf) Wall Alpha: 0.90 Glass U-Value: 0.969 (Stu/Hr/Sf)

ROOM BY ROOM ECHO - ALTERNATIVE 1
WATER SOURCE HEAT PUMPS

***** ROOM INFORMATION *****

Room: 3 Room Description LOCAL COMERCIAL Zone Number: 1

Floor Area: 513 (ft)
Flr-Flr Ht: 14.8 (ft)
Plenum Height: 2.0 (ft)
Ceiling R-val: 1.786 (sf-F/Btu)
Is There Carpet? YES
Room Mass: 70 (lb/sf)
Room Design Cooling DB: 75.0 (F)
Room Design RH: 50
Room Design Heating DB: 68.0 (F)

Floor Cnstr Type: PAREDES TESIS
Tstat Location: ROOM
C-Stat Sched: CLGONLY
H-Stat Sched: CLGONLY
Dupl. Flr Mult: 1
Dupl. Room Mult: 1
Cooling Setup: 90.0 (F)
Heating Setback: 55.0 (F)

Number of People: 100 (SF-PERS)
People Sensible: 307
People Latent: 324
Fixture Type: ASHRAE2
Lighting Load: 15.0 (WATT-SM)
Ballast Factor: 1.0
% Lite to Return Air: 0.0
People Schedule: AVAIL
Lights Schedule: AVAIL

----- AIRFLOWS -----

Description	Value	Units	Sched Code
Clg Ventilation	20.0	CFM-P	AVAIL
Clg Infiltration	0.2	ACH-HR	AVAIL
Reheat Minimum	-0.0	ACH-HR	CLGONLY

Misc Ref Number: 1
Consumption: 1,200.0 (BTUH)
Misc Schedule: AVAIL
Energy Meter: NONE
Pct Sensible: 100.0
Pct Space Sens: 100.0
Pct Sens to RA: 0.0
Radiant Fraction: 60.0

----- WALL INFO -----

Wall Number: 1
Wall Area: 205 (sf)
Wall U-Value: *****
Wall Alpha: 0.90
Glass Area: 45 (sq)
Glass U-Value: 0.969 (Btu/Hr/sf)

Wall Tilt:	0 (deg)	Ground Refl. Mult:	1.00	Glass Shading Coef:	0.60
Wall Direction:	315 (deg)			Ext Shading Code:	6
Wall Cnstr Type:	PAREDES TESIS			Int Shading Code:	0
				% Solar to Ret Air:	0.0
Wall Number:	2	Wall U-Value:	***** (Btu/Hr/sf)	Glass Area:	45 (%)
Wall Area:	105 (sf)	Wall Alpha:	0.90	Glass U-Value:	0.969 (Btu/Hr/sf)
Wall Tilt:	0 (deg)	Ground Refl. Mult:	1.00	Glass Shading Coef:	0.60
Wall Direction:	270 (deg)			Ext Shading Code:	7
Wall Cnstr Type:	PAREDES TESIS			Int Shading Code:	0
				% Solar to Ret Air:	0.0
Wall Number:	3	Wall U-Value:	***** (Btu/Hr/sf)	Glass Area:	0
Wall Area:	407 (sf)	Wall Alpha:	0.90	Glass U-Value:	0.000 (Btu/Hr/sf)
Wall Tilt:	0 (deg)	Ground Refl. Mult:	1.00	Glass Shading Coef:	0.00
Wall Direction:	180 (deg)			Ext Shading Code:	0
Wall Cnstr Type:	PAREDES TESIS			Int Shading Code:	0
				% Solar to Ret Air:	0.0

----- PARTITION -----

Partition Number:	1	Partit U-Value:	***** (Btu/Hr/sf)	Adjacent Temp Type:	HRLYOADB
Partition Area:	349 (sf)			Adjacent Temp Cooling:	-0.0 (F)
Partit Cnstr Type:	PAREDES TESIS			Adjacent Temp Heating:	-0.0 (F)

ROOM BY ROOM ECHO - ALTERNATIVE 1
WATER SOURCE HEAT PUMPS

***** ROOM INFORMATION *****

Room: 4 Room Description: SALON P5 Zone Number: 1

----- GENERAL INFORMATION -----

Floor Area: 581 (ft) Ceiling R-val: 1.786 (sf-F/Btu) Room Design Cooling DB: 75.0 (F)
 Flr-Flr Ht: 11.8 (ft) Is There Carpet? YES Room Design RH: 50
 Plenum Height: 2.0 (ft) Room Mass: 70 (lb/sf) Room Design Heating DB: 68.0 (F)

Floor Cnstr Type: PAREDES TESIS

Tstat Location: ROOM Dupl. Flr Mult: 1 Cooling Setup: 90.0 (F)
 C-Stat Sched: CLGONLY Dupl. Room Mult: 1 Heating Setback: 55.0 (F)
 H-Stat Sched: CLGONLY

----- PEOPLE/LIGHTS -----

Number of People: 5 (PEOPLE) Fixture Type: ASHRAE2 People Schedule: AVAIL
 People Sensible: 307 Lighting Load: 20.0 (WATT-SM) Lights Schedule: AVAIL
 People Latent: 324 Ballast Factor: 1.0
 % Lite to Return Air: 0.0

----- AIRFLOWS -----

Description	Value	Units	Sched Code
Clg Ventilation	20.0	CFM-P	AVAIL
Clg Infiltration	0.2	ACH-HR	AVAIL
Reheat Minimum	-0.0	ACH-HR	CLGONLY

----- WALL INFO -----

Wall Number:	Wall U-Value:	***** (Btu/Hr/sf)	Glass Area:	40 (%)
1	349 (sf)	0.90	Glass U-Value:	0.969 (Btu/Hr/sf)
Wall Area:	0 (deg)	Ground Refl. Mult: 1.00	Ext Shading Coef:	0.60
Wall Tilt:	0 (deg)		Int Shading Code:	8
Wall Direction:			% Solar to Ret Air:	0.0
Wall Cnstr Type: PAREDES TESIS				
Wall Number: 2	Wall U-Value:	***** (Btu/Hr/sf)	Glass Area:	55 (%)

Wall Area: 232 (sf) Wall Alpha: 0.90 Glass U-Value: 0.969 (Btu/Hr/sf)
 Wall Tilt: 0 (deg) Ground Refl. Mult: 1.00 Glass Shading Coef: 0.60
 Wall Direction: 0 (deg) Ext Shading Code: 9
 Int Shading Code: 0
 Wall Cnstr Type: PAREDES TESIS % Solar to Ret Air: 0.0

----- PARTITION -----
 Partition Number: 1 Partit U-Value: ***** (Btu/Hr/sf) Adjacent Temp Type: HRLYOADB
 Partition Area: 163 (sf) Adjacent Temp Cooling: -0.0 (F)
 Partit Cnstr Type: PAREDES TESIS Adjacent Temp Heating: -0.0 (F)

----- SLAB-ON-GRADE/EXPOSED FLOOR -----
 Exp Floor Number: 1 Perimtr Loss Coef: 0.000 (Btu/Hr/ft) External Temp Type: HRLYOADB
 Perimeter Length: 0 (ft) Exp Flr U-Value: ***** (Btu/Hr/sf) External Temp Cooling: -0.0 (F)
 Exp Floor Area: 133 (sf) External Temp Heating: -0.0 (F)
 Exp Flr Cnstr Type: CUBIERTA PLANA 3

ROOM BY ROOM ECHO - ALTERNATIVE 1
 WATER SOURCE HEAT PUMPS

***** ROOM INFORMATION *****

Room: 5 Room Description: P6 DEPT6 Zone Number: 1

----- GENERAL INFORMATION -----

Floor Area: 484 (ft) Ceiling R-val: 1.786 (sf-F/Btu) Room Design Cooling DB: 75.0 (F)
 Flr-Flr Ht: 11.8 (ft) Is There Carpet? YES Room Design RH: 50
 Plenum Height: 2.0 (ft) Room Mass: 70 (lb/sf) Room Design Heating DB: 68.0 (F)

Floor Cnstr Type: PAREDES TESIS

Tstat Location: ROOM Dupl. Flr Mult: 1 Cooling Setup: 90.0 (F)
 C-Stat Sched: CLGONLY Dupl. Room Mult: 1 Heating Setback: 55.0 (F)
 H-Stat Sched: CLGONLY

----- PEOPLE/LIGHTS -----

Number of People: 5 (PEOPLE) Fixture Type: ASHRAE2 People Schedule: AVAIL
 People Sensible: 307 Lighting Load: 10.0 (WATT-SM) Lights Schedule: AVAIL
 People Latent: 324 Ballast Factor: 1.0
 % Lite to Return Air: 0.0

----- AIRFLOWS -----

Description Value Units Sched Code

Clg Ventilation 20.0 CFM-P AVAIL
 Clg Infiltration 0.2 ACH-HR AVAIL
 Reheat Minimum -0.0 ACH-HR CLGONLY

----- WALL INFO -----

Wall Number: 1 Wall U-Value: ***** (Btu/Hr/sf) Glass Area: 45 (%)
 Wall Area: 163 (sf) Wall Alpha: 0.90 Glass U-Value: 0.969 (Btu/Hr/sf)
 Wall Tilt: 0 (deg) Ground Refl. Mult: 1.00 Glass Shading Coef: 0.60
 Wall Direction: 0 (deg) Ext Shading Code: 0
 Int Shading Code: 0
 % Solar to Ret Air: 0.0

Wall Cnstr Type: PAREDES TESIS

Wall Number: 2 Wall U-Value: ***** (Btu/Hr/sf) Glass Area: 45 (%)

Wall Area: 174 (sf) Wall Alpha: 0.90 Glass U-Value: 0.969 (Btu/Hr/sf)
 Wall Tilt: 0 (deg) Ground Refl. Mult: 1.00 Glass Shading Coef: 0.60
 Wall Direction: 270 (deg) Ext Shading Code: 11
 Wall Cnstr Type: PAREDES TESIS Int Shading Code: 0
 % Solar to Ret Air: 0.0

----- PARTITION -----

Partition Number: 1 Partit U-Value: ***** (Btu/Hr/sf) HRLYOADB
 Partition Area: 380 (sf) Adjacent Temp Type: HRLYOADB
 Adjacent Temp Cooling: -0.0 (F)
 Adjacent Temp Heating: -0.0 (F)

Partit Cnstr Type: PAREDES TESIS
 Partition Number: 2 Partit U-Value: ***** (Btu/Hr/sf) HRLYOADB
 Partition Area: 337 (sf) Adjacent Temp Type: HRLYOADB
 Adjacent Temp Cooling: -0.0 (F)
 Adjacent Temp Heating: -0.0 (F)

----- SLAB-ON-GRADE/EXPOSED FLOOR -----

Exp Floor Number: 1 Perimtr Loss Coef: 0.000 (Btu/Hr/ft) HRLYOADB
 Perimeter Length: 0 (ft) Exp Flr U-Value: ***** (Btu/Hr/sf) External Temp Type: HRLYOADB
 Exp Floor Area: 606 (sf) External Temp Cooling: -0.0 (F)
 Exp Flr Cnstr Type: CUBIERTA PLANA 3 External Temp Heating: -0.0 (F)

ROOM BY ROOM ECHO - ALTERNATIVE 1
WATER SOURCE HEAT PUMPS

***** ROOM INFORMATION *****

Room: 6 Room Description P7All D71 Zone Number: 1

----- GENERAL INFORMATION -----

Floor Area: 484 (ft) Ceiling R-val: 1.786 (sf-F/Btu) Room Design Cooling DB: 75.0 (F)
 Flr-Flr Ht: 11.8 (ft) Is There Carpet? YES Room Design RH: 50
 Plenum Height: 2.0 (ft) Room Mass: 70 (lb/sf) Room Design Heating DB: 68.0 (F)

Floor Cnstr Type: PAREDES TESIS

Tstat Location: ROOM Dupl. Flr Mult: 5 Cooling Setup: 90.0 (F)
 C-Stat Sched: CLGONLY Dupl. Room Mult: 1 Heating Setback: 55.0 (F)
 H-Stat Sched: CLGONLY

----- PEOPLE/LIGHTS -----

Number of People: 5 (PEOPLE) Fixture Type: ASHRAE2 People Schedule: AVAIL
 People Sensible: 307 Lighting Load: 10.0 (WATT-SM) Lights Schedule: AVAIL
 People Latent: 324 Ballast Factor: 1.0
 % Lite to Return Air: 0.0

----- AIRFLOWS -----

Description Value Units Sched Code

Clg Infiltration 0.2 ACH-HR AVAIL
 Reheat Minimum -0.0 ACH-HR CLGONLY

----- WALL INFO -----

Wall Number: 1 Wall U-Value: ***** (Btu/Hr/sf) Glass Area: 50 (%)
 Wall Area: 321 (sf) Wall Alpha: 0.90 Glass U-Value: 0.969 (Btu/Hr/sf)
 Wall Tilt: 0 (deg) Ground Refl. Mult: 1.00 Ext Shading Coef: 0.60
 Wall Direction: 0 (deg) Int Shading Code: 0
 Wall Cnstr Type: PAREDES TESIS % Solar to Ret Air: 0.0

----- PARTITION -----
 Partition Number: 1 HRLYOADS
 Partition Area: 961 (sf) Adjacent Temp Type: -0.0 (F)
 Adjacent Temp Cooling: -0.0 (F)
 Adjacent Temp Heating: -0.0 (F)

Partit Cnstr Type: PAREDES TESIS
 ----- SLAB-ON-GRADE/EXPOSED FLOOR -----
 Exp Floor Number: 1 Perimtr Loss Coef: 0.000 (Btu/Hr/ft) External Temp Type: HRLYOADS
 Perimeter Length: 0 (ft) Exp Flr U-Value: ***** (Btu/Hr/sf) External Temp Cooling: -0.0 (F)
 Exp Floor Area: 606 (sf) External Temp Heating: -0.0 (F)
 Exp Flr Cnstr Type: CUBIERTA PLANA 3

ROOM BY ROOM ECHO - ALTERNATIVE 1
 WATER SOURCE HEAT PUMPS

***** ROOM INFORMATION *****

Room: 7 Room Description: P7A11 D72 Zone Number: 1

----- GENERAL INFORMATION -----

Floor Area: 726 (ft) Ceiling R-val: 1.786 (sf-F/Btu) Room Design Cooling DB: 75.0 (F)
 Flr-Flr Ht: 11.8 (ft) Is There Carpet? YES Room Design RH: 50
 Plenum Height: 2.0 (ft) Room Mass: 70 (lb/sf) Room Design Heating DB: 68.0 (F)

Floor Cnstr Type: PAREDES TESIS

Tstat Location: ROOM Dupl. Flr Mult: 5 Cooling Setup: 90.0 (F)
 C-Stat Sched: CLGONLY Dupl. Room Mult: 1 Heating Setback: 55.0 (F)
 H-Stat Sched: CLGONLY

----- PEOPLE/LIGHTS -----

Number of People: 5 (PEOPLE) Fixture Type: ASHRAE2 People Schedule: AVAIL
 People Sensible: 307 Lighting Load: 10.0 (WATT-SM) Lights Schedule: AVAIL
 People Latent: 324 Ballast Factor: 1.0
 % Lite to Return Air: 0.0

----- AIRFLOWS -----

Description Value Units Sched Code

Clg Ventilation 20.0 CFM-P AVAIL
 Clg Infiltration 0.2 ACH-HR AVAIL
 Reheat Minimum -0.0 ACH-HR CLGONLY

----- WALL INFO -----

Wall Number: 1 Wall U-Value: ***** (Btu/Hr/sf) Glass Area: 35 (%)
 Wall Area: 232 (sf) Wall Alpha: 0.90 Glass U-Value: 0.969 (Btu/Hr/sf)
 Wall Tilt: 0 (deg) Ground Refl. Mult: 1.00 Ext Shading Coef: 0.60
 Wall Direction: 0 (deg) Int Shading Code: 0
 Wall Cnstr Type: PAREDES TESIS % Solar to Ret Air: 0.0
 Wall Number: 2 Wall U-Value: ***** (Btu/Hr/sf) Glass Area: 30 (%)

ROOM BY ROOM ECHO - ALTERNATIVE 1
WATER SOURCE HEAT PUMPS

***** ROOM INFORMATION *****

Room: 8 Room Description P12A15 Zone Number: 1

----- GENERAL INFORMATION -----

Floor Area: 1,210 (ft) Ceiling R-val: 1.786 (sf-F/Btu) Room Design Cooling DB: 75.0 (F)
 Flr-Flr Ht: 11.8 (ft) Is There Carpet? YES Room Design RH: 50
 Plenum Height: 2.0 (ft) Room Mass: 70 (lb/sf) Room Design Heating DB: 68.0 (F)

Floor Cnstr Type: PAREDES TESIS
 Tstat Location: ROOM Dupl. Flr Mult: 4 Cooling Setup: 90.0 (F)
 C-Stat Sched: CLGONLY Dupl. Room Mult: 1 Heating Setback: 55.0 (F)
 H-Stat Sched: CLGONLY

----- PEOPLE/LIGHTS -----

Number of People: 5 (PEOPLE) Fixture Type: ASHRAE2 People Schedule: AVAIL
 People Sensible: 307 Lighting Load: 10.0 (WATT-SM) Lights Schedule: AVAIL
 People Latent: 324 Ballast Factor: 1.0
 % Lite to Return Air: 0.0

----- AIRFLOWS -----

Description	Value	Units	Sched Code
Clg Ventilation	20.0	CFM-P	AVAIL
Clg Infiltration	0.2	ACH-HR	AVAIL
Reheat Minimum	-0.0	ACH-HR	CLGONLY

----- WALL INFO -----

Wall Number:	1	Wall U-Value:	0.90	***** (Btu/Hr/sf)	Glass Area:	50 (%)
Wall Area:	608 (sf)	Wall Alpha:	1.00		Glass U-Value:	0.969 (Btu/Hr/sf)
Wall Tilt:	0 (deg)	Ground Refl. Mult:			Glass Shading Coef:	0.60
Wall Direction:	0 (deg)				Ext Shading Code:	0
Wall Cnstr Type:	PAREDES TESIS				Int Shading Code:	0
					% Solar to Ret Air:	0.0
Wall Number:	2	Wall U-Value:	0.90	***** (Btu/Hr/sf)	Glass Area:	40 (%)

ROOM BY ROOM ECHO - ALTERNATIVE 1
WATER SOURCE HEAT PUMPS

***** ROOM INFORMATION *****

Room: 9 Room Description: P16A18 Zone Number: 1

----- GENERAL INFORMATION -----
 Floor Area: 1,452 (ft) Ceiling R-val: 1.786 (sf-F/Btu) Room Design Cooling DB: 75.0 (F)
 Flr-Flr Ht: 11.8 (ft) Is There Carpet? YES Room Design RH: 50
 Plenum Height: 2.0 (ft) Room Mass: 70 (lb/sf) Room Design Heating DB: 68.0 (F)

Floor Cnstr Type: PAREDES TESIS
 Tstst Location: ROOM Dupl. Flr Mult: 3 Cooling Setup: 90.0 (F)
 C-Stat Sched: CLGONLY Dupl. Room Mult: 1 Heating Setback: 55.0 (F)
 H-Stat Sched: CLGONLY

----- PEOPLE/LIGHTS -----
 Number of People: 5 (PEOPLE) Fixture Type: ASHRAE2 People Schedule: AVAIL
 People Sensible: 307 Lighting Load: 10.0 (WATT-SM) Lights Schedule: AVAIL
 People Latent: 324 Ballast Factor: 1.0
 % Lite to Return Air: 0.0

----- AIREFLOWS -----

Description	Value	Units	Sched Code
Clg Ventilation	20.0	CFM-P	AVAIL
Clg Infiltration	0.2	ACH-HR	AVAIL
Reheat Minimum	-0.0	ACH-HR	CLGONLY

----- ROOF INFO -----

Roof Number:	1	Roof U-Value: ***** (Btu/Hr/sf)	Skylite Area:	0
Roof Area:	455 (sf)	Roof Alpha: 0.90	Skylite U-Val:	0.000 (Btu/Hr/sf)
Roof Tilt:	90 (deg)		Skylite Shading Coef:	0.00
Roof Direction:	0 (deg)		Ext Shad Code:	0
			Int Shad Code:	0
Roof Cnstr Type:	CUBIERTA PLANA 3		% Solar to Ret Air:	0.0

```

----- WALL INFO -----
Wall Number: 1
Wall Area: 775 (sf)
Wall Tilt: 0 (deg)
Wall Direction: 0 (deg)
Wall Cnstr Type: PAREDES TESIS

Wall U-Value: ***** (Btu/Hr/sf)
Wall Alpha: 0.90
Ground Refl. Mult: 1.00

Glass Area: 40 (%)
Glass U-Value: 0.969 (Btu/Hr/sf)
Glass Shading Coef: 0.60
Ext Shading Code: 0
Int Shading Code: 0
% Solar to Ret Air: 0.0

-----
Wall Number: 2
Wall Area: 205 (sf)
Wall Tilt: 0 (deg)
Wall Direction: 270 (deg)
Wall Cnstr Type: PAREDES TESIS

Wall U-Value: ***** (Btu/Hr/sf)
Wall Alpha: 0.90
Ground Refl. Mult: 1.00

Glass Area: 40 (%)
Glass U-Value: 0.969 (Btu/Hr/sf)
Glass Shading Coef: 0.60
Ext Shading Code: 0
Int Shading Code: 0
% Solar to Ret Air: 0.0

-----
Partition Number: 1
Partition Area: 1162 (sf)

----- PARTITION -----
Partit U-Value: ***** (Btu/Hr/sf)
Adjacent Temp Type: HRLYOADB
Adjacent Temp Cooling: -0.0 (F)

```

ROOM BY ROOM ECHO - ALTERNATIVE 1
WATER SOURCE HEAT PUMPS

Adjacent Temp Heating: -0.0 (F)

Partit Cnstr Type: PAREDES TESIS

----- SLAB-ON-GRADE/EXPOSED FLOOR -----

Exp Floor Number:	1	Perimtr Loss Coef: 0.000 (Btu/Hr/ft)	External Temp Type:	HRLYQADB
Perimeter Length:	0 (ft)	Exp Flr U-Value: ***** (Btu/Hr/sf)	External Temp Cooling:	-0.0 (F)
Exp Floor Area:	1,453 (sf)		External Temp Heating:	-0.0 (F)
Exp Flr Cnstr Type:	CUBIERTA PLANA 3			

ROOM BY ROOM ECHO - ALTERNATIVE 1
WATER SOURCE HEAT PUMPS

***** ROOM INFORMATION *****

Room: 10 Room Description: DUPLEX DERECHA Zone Number: 1

----- GENERAL INFORMATION -----
 Floor Area: 968 (ft) Ceiling R-val: 1.786 (sf-F/Btu) Room Design Cooling DB: 75.0 (F)
 Flr-Flr Ht: 23.6 (ft) Is There Carpet? YES Room Design RH: 50
 Plenum Height: 2.0 (ft) Room Mass: 70 (lb/sf) Room Design Heating DB: 68.0 (F)

Floor Cnstr Type: PAREDES TESIS
 Tstat Location: ROOM Dupl. Flr Mult: 1 Cooling Setup: 90.0 (F)
 C-Stat Sched: CLGONLY Dupl. Room Mult: 1 Heating Setback: 55.0 (F)
 H-Stat Sched: CLGONLY

----- PEOPLE/LIGHTS -----
 Number of People: 5 (PEOPLE) Fixture Type: ASHRAE2 People Schedule: AVAIL
 People Sensible: 307 Lighting Load: 10.0 (WATT-SM) Lights Schedule: AVAIL
 People Latent: 324 Ballast Factor: 1.0
 % Lite to Return Air: 0.0

----- AIRFLOWS -----

Description	Value	Units	Sched Code
Clg Ventilation	20.0	CFM-P	AVAIL
Clg Infiltration	0.2	ACH-HR	AVAIL
Reheat Minimum	-0.0	ACH-HR	CLGONLY

----- ROOF INFO -----

Roof Number:	1	Roof U-Value: **** (Btu/Hr/sf)	Skylite Area:	0
Roof Area:	971 (sf)	Roof Alpha: 0.90	Skylite U-Val:	0.000 (Btu/Hr/sf)
Roof Tilt:	90 (deg)		Skylite Shading Coef:	0.00
Roof Direction:	0 (deg)		Ext Shad Code:	0
			Int Shad Code:	0
Roof Cnstr Type:	CUBIERTA PLANA 3		% Solar to Ret Air:	0.0

----- WALL INFO -----

Wall Number:	1	Wall U-Value:	**** (Btu/Hr/sf)	45 (%)
Wall Area:	387 (sf)	Wall Alpha:	0.90	0.969 (Btu/Hr/sf)
Wall Tilt:	0 (deg)	Ground Refl. Mult:	1.00	0.60
Wall Direction:	0 (deg)			0
Wall Cnstr Type:	PAREDES TESIS			0
				% Solar to Ret Air: 0.0
Wall Number:	2	Wall U-Value:	**** (Btu/Hr/sf)	45 (%)
Wall Area:	174 (sf)	Wall Alpha:	0.90	0.969 (Btu/Hr/sf)
Wall Tilt:	0 (deg)	Ground Refl. Mult:	1.00	0.60
Wall Direction:	0 (deg)			0
Wall Cnstr Type:	PAREDES TESIS			0
				% Solar to Ret Air: 0.0
Wall Number:	3	Wall U-Value:	**** (Btu/Hr/sf)	35 (%)
Wall Area:	174 (sf)	Wall Alpha:	0.90	0.969 (Btu/Hr/sf)
Wall Tilt:	0 (deg)	Ground Refl. Mult:	1.00	0.60
Wall Direction:	270 (deg)			0
				0

ROOM BY ROOM ECHO - ALTERNATIVE 1
 WATER SOURCE HEAT PUMPS

***** ROOM INFORMATION *****

Room: 11 Room Description: P6 DEPT62 Zone Number: 2

----- GENERAL INFORMATION -----

Floor Area: 484 (ft) Ceiling R-val: 1.786 (sf-F/Btu) Room Design Cooling DB: 75.0 (F)
 Flr-Flr Ht: 11.8 (ft) Is There Carpet? YES Room Design RH: 50
 Plenum Height: 2.0 (ft) Room Mass: 70 (lb/sf) Room Design Heating DB: 68.0 (F)

Floor Cnstr Type: PAREDES TESIS

Tstat Location: ROOM Dupl. Flr Mult: 1 Cooling Setup: 90.0 (F)
 C-Stat Sched: CLGONLY Dupl. Room Mult: 1 Heating Setback: 55.0 (F)
 H-Stat Sched: CLGONLY

----- PEOPLE/LIGHTS -----

Number of People: 5 (PEOPLE) Fixture Type: ASHRAE2 People Schedule: AVAIL
 People Sensible: 307 Lighting Load: 10.0 (WATT-SM) Lights Schedule: AVAIL
 People Latent: 324 Ballast Factor: 1.0
 % Lite to Return Air: 0.0

----- AIRFLOWS -----

Description Value Units Sched Code

Clg Ventilation 20.0 CFM-P AVAIL
 Clg Infiltration 0.2 ACH-HR AVAIL
 Reheat Minimum -0.0 ACH-HR CLGONLY

----- WALL INFO -----

Wall Number: 1 Wall U-Value: ***** (Btu/Hr/sf) Glass Area: 60 (%)
 Wall Area: 321 (sf) Wall Alpha: 0.90 Glass U-Value: 0.969 (Btu/Hr/sf)
 Wall Tilt: 0 (deg) Ground Refl. Mult: 1.00 Ext Shading Coef: 0.60
 Wall Direction: 0 (deg) Int Shading Code: 0
 Wall Cnstr Type: PAREDES TESIS % Solar to Ret Air: 0.0

ROOM BY ROOM ECHO - ALTERNATIVE 1
WATER SOURCE HEAT PUMPS

***** ROOM INFORMATION *****

Room: 12 Room Description: P6 DEPT63 Zone Number: 2

----- GENERAL INFORMATION -----
 Floor Area: 484 (ft) Ceiling R-val: 1.786 (sf-F/Btu) Room Design Cooling DB: 75.0 (F)
 Flr-Flr Ht: 11.8 (ft) Is There Carpet? YES Room Design RH: 50
 Plenum Height: 2.0 (ft) Room Mass: 70 (lb/sf) Room Design Heating DB: 68.0 (F)

Floor Cnstr Type: PAREDES TESIS
 Tstat Location: ROOM Dupl. Flr Mult: 1 Cooling Setup: 90.0 (F)
 C-Stat Sched: CLGONLY Dupl. Room Mult: 1 Heating Setback: 55.0 (F)
 H-Stat Sched: CLGONLY

----- PEOPLE/LIGHTS -----
 Number of People: 5 (PEOPLE) Fixture Type: ASHRAE2 People Schedule: AVAIL
 People Sensible: 307 Lighting Load: 10.0 (WATT-SM) Lights Schedule: AVAIL
 People Latent: 324 Ballast Factor: 1.0
 % Lite to Return Air: 0.0

----- AIRFLOWS -----

Description	Value	Units	Sched Code
Clg Ventilation	20.0	CFM-P	AVAIL
Clg Infiltration	0.2	ACH-HR	AVAIL
Reheat Minimum	-0.0	ACH-HR	CLGONLY

----- WALL INFO -----
 Wall Number: 1 Wall U-Value: ***** (Btu/Hr/sf) Glass Area: 45 (%)
 Wall Area: 163 (sf) Wall Alpha: 0.90 Glass U-Value: 0.969 (Btu/Hr/sf)
 Wall Tilt: 0 (deg) Ground Refl. Mult: 1.00 Ext Shading Coef: 0.60
 Wall Direction: 0 (deg) Int Shading Code: 0
 Wall Cnstr Type: PAREDES TESIS % Solar to Ret Air: 0.0
 Wall Number: 2 Wall U-Value: ***** (Btu/Hr/sf) Glass Area: 45 (%)

Wall Area: 174 (sf) Wall Alpha: 0.90 Glass U-Value: 0.969 (Btu/Hr/sf)
 Wall Tilt: 0 (deg) Ground Refl. Mult: 1.00 Glass Shading Coef: 0.60
 Wall Direction: 90 (deg) Ext Shading Code: 11
 Wall Cnstr Type: PAREDES TESIS Int Shading Code: 0
 ‡ Solar to Ret Air: 0.0

----- PARTITION -----
 Partition Number: 1 Partit U-Value: ***** (Btu/Hr/sf) Adjacent Temp Type: HRLYOADB
 Partition Area: 380 (sf) Adjacent Temp Cooling: -0.0 (F)
 Adjacent Temp Heating: -0.0 (F)

Partition Cnstr Type: PAREDES TESIS
 Partition Number: 2 Partit U-Value: ***** (Btu/Hr/sf) Adjacent Temp Type: HRLYOADB
 Partition Area: 337 (sf) Adjacent Temp Cooling: -0.0 (F)
 Adjacent Temp Heating: -0.0 (F)

----- SLAB-ON-GRADE/EXPOSED FLOOR -----
 Exp Floor Number: 1 Perimetr Loss Coef: 0.000 (Btu/Hr/ft) External Temp Type: HRLYOADB
 Perimeter Length: 0 (ft) Exp Flr U-Value: ***** (Btu/Hr/sf) External Temp Cooling: -0.0 (F)
 Exp Floor Area: 606 (sf) External Temp Heating: -0.0 (F)

Exp Flr Cnstr Type: CUBIERTA PLANA 3

ROOM BY ROOM ECHO - ALTERNATIVE 1
WATER SOURCE HEAT PUMPS

***** ROOM INFORMATION *****

Room: 13 Room Description: P7A11 DEPT73 Zone Number: 2

----- GENERAL INFORMATION -----

Floor Area: 484 (ft) Ceiling R-val: 1.786 (sf-F/Btu) Room Design Cooling DB: 75.0 (F)
 Flr-Flr Ht: 11.8 (ft) Is There Carpet? YES Room Design RH: 50
 Plenum Height: 2.0 (ft) Room Mass: 70 (lb/sf) Room Design Heating DB: 68.0 (F)

Floor Cnstr Type: PAREDES TESIS

Tstat Location: ROOM Dupl. Flr Mult: 5 Cooling Setup: 90.0 (F)
 C-Stat Sched: CLGONLY Dupl. Room Mult: 1 Heating Setback: 55.0 (F)
 H-Stat Sched: CLGONLY

----- PEOPLE/LIGHTS -----

Number of People: 5 (PEOPLE) Fixture Type: ASHRAE2 People Schedule: AVAIL
 People Sensible: 307 Lighting Load: 10.0 (WATT-SM) Lights Schedule: AVAIL
 People Latent: 324 Ballast Factor: 1.0
 % Lite to Return Air: 0.0

----- AIRFLOWS -----

Description Value Units Sched Code

Clg Ventilation 20.0 CFM-P AVAIL
 Clg Infiltration 0.2 ACH-HR AVAIL
 Reheat Minimum -0.0 ACH-HR CLGONLY

----- WALL INFO -----

Wall Number: 1 Wall U-Value: ***** (Btu/Hr/sf) Glass Area: 50 (sq)
 Wall Area: 321 (sf) Wall Alpha: 0.90 Glass U-Value: 0.969 (Btu/Hr/sf)
 Wall Tilt: 0 (deg) Ground Refl. Mult: 1.00 Glass Shading Coef: 0.60
 Wall Direction: 0 (deg) Int Shading Code: 0
 Wall Cnstr Type: PAREDES TESIS % Solar to Ret Air: 0.0

----- PARTITION -----
 Partition Number: 1 Partit U-Value: ***** (Btu/Hr/sf) Adjacent Temp Type: HRLYOADS
 Partition Area: 961 (sf) Adjacent Temp Cooling: -0.0 (F)
 Partit Cnstr Type: PAREDES TESIS Adjacent Temp Heating: -0.0 (F)

----- SLAB-ON-GRADE/EXPOSED FLOOR -----
 Exp Floor Number: 1 Perimtr Loss Coef: 0.000 (Btu/Hr/ft) External Temp Type: HRLYOADS
 Perimeter Length: 0 (ft) Exp Flr U-Value: ***** (Btu/Hr/sf) External Temp Cooling: -0.0 (F)
 Exp Floor Area: 606 (sf) External Temp Heating: -0.0 (F)
 Exp Flr Cnstr Type: CUBIERTA PLANA 3

ROOM BY ROOM ECHO - ALTERNATIV
WATER SOURCE HEAT PUMPS

***** ROOM INFORMATION *****

Room: 14 Room Description P7All DEPT74 Zone Number: 2

----- GENERAL INFORMATION -----

Floor Area: 484 (ft) Ceiling R-val: 1.786 (sf-F/Btu) Room Design Cooling DB: 75.0 (F)
Flr-Flr Ht: 11.8 (ft) Is There Carpet? YES Room Design RH: 50
Plenum Height: 2.0 (ft) Room Mass: 70 (lb/sf) Room Design Heating DB: 68.0 (F)

Floor Cnstr Type: PAREDES TESIS
Tstat Location: ROOM Dupl. Flr Mult: 5 Cooling Setup: 90.0 (F)
C-Stat Sched: CLGONLY Dupl. Room Mult: 1 Heating Setback: 55.0 (F)
H-Stat Sched: CLGONLY

----- PEOPLE/LIGHTS -----

Number of People: 5 (PEOPLE) Fixture Type: ASHRAE2 People Schedule: AVAIL
People Sensible: 307 Lighting Load: 10.0 (WATT-SM) Lights Schedule: AVAIL
People Latent: 324 Ballast Factor: 1.0
& Lite to Return Air: 0.0

----- AIRFLOWS -----

Description	Value	Units	Sched Code
Clg Ventilation	20.0	CFM-P	AVAIL
Clg Infiltration	0.2	ACH-HR	AVAIL
Reheat Minimum	-0.0	ACH-HR	CLGONLY

----- WALL INFO -----

Wall Number:	Wall U-Value:	***** (Btu/Hr/sf)	Glass Area:	50 (%)
1	0.90	0.90	Glass U-Value:	0.969 (Btu/Hr/sf)
321 (sf)	0 (deg)	1.00	Glass Shading Coef:	0.60
0 (deg)	0 (deg)		Ext Shading Code:	0
0 (deg)			Int Shading Code:	0
			% Solar to Ret Air:	0.0

Wall Cnstr Type: PAREDES TESIS

ROOM BY ROOM ECHO - ALTERNATIVE 1
WATER SOURCE HEAT PUMPS

***** ROOM INFORMATION ***** ROOM INFORMATION *****

Room: 15 Room Description P7All DEPT75 Zone Number: 2

----- GENERAL INFORMATION -----

Floor Area: 726 (ft) Ceiling R-val: 1.786 (sf-F/Btu) Room Design Cooling DB: 75.0 (F)
Flr-Flr Ht: 11.8 (ft) Is There Carpet? YES Room Design RH: 50
Plenum Height: 2.0 (ft) Room Mass: 70 (lb/sf) Room Design Heating DB: 68.0 (F)

Floor Cnstr Type: PAREDES TESIS
Tstat Location: ROOM Dupl. Flr Mult: 5 Cooling Setup: 90.0 (F)
C-Stat Sched: CLGONLY Dupl. Room Mult: 1 Heating Setback: 55.0 (F)
H-Stat Sched: CLGONLY

----- PEOPLE/LIGHTS -----

Number of People: 5 (PEOPLE) Fixture Type: ASHRAE2 People Schedule: AVAIL
People Sensible: 307 Lighting Load: 10.0 (WATT-SM) Lights Schedule: AVAIL
People Latent: 324 Ballast Factor: 1.0
& Lite to Return Air: 0.0

----- AIRFLOWS -----

Description	Value	Units	Sched Code
Clg Ventilation	20.0	CFM-P	AVAIL
Clg Infiltration	0.2	ACH-HR	AVAIL
Reheat Minimum	-0.0	ACH-HR	CLGONLY

----- WALL INFO -----

Wall Number: 1 Wall U-Value: ***** (Btu/Hr/sf) Glass Area: 35 (%)
Wall Area: 232 (sf) Wall Alpha: 0.90 Glass U-Value: 0.969 (Btu/Hr/sf)
Wall Tilt: 0 (deg) Ground Refl. Mult: 1.00 Ext Shading Coef: 0.60
Wall Direction: 0 (deg) Int Shading Code: 0
Wall Cnstr Type: PAREDES TESIS & Solar to Ret Air: 0.0

Wall Number: 2 Wall U-Value: ***** (Btu/Hr/sf) Glass Area: 30 (%)

Wall Area: 349 (sf) Wall Alpha: 0.90 Glass U-Value: 0.969 (Btu/Hr/sf)
 Wall Tilt: 0 (deg) Ground Refl. Mult: 1.00 Glass Shading Coef: 0.60
 Wall Direction: 90 (deg) Ext Shading Code: 0
 Int Shading Code: 0
 Wall Cnstr Type: PAREDES TESIS % Solar to Ret Air: 0.0

----- PARTITION -----
 Partition Number: 1 Partit U-Value: ***** (Btu/Hr/sf) Adjacent Temp Type: HRLYOADB
 Partition Area: 290 (sf) Adjacent Temp Cooling: -0.0 (F)
 Adjacent Temp Heating: -0.0 (F)

Partit Cnstr Type: PAREDES TESIS
 ----- SLAB-ON-GRADE/EXPOSED FLOOR -----
 Exp Floor Number: 1 Perimtr Loss Coef: 0.000 (Btu/Hr/ft) External Temp Type: HRLYOADB
 Perimeter Length: 0 (ft) Exp Flr U-Value: ***** (Btu/Hr/sf) External Temp Cooling: -0.0 (F)
 Exp Floor Area: 969 (sf) External Temp Heating: -0.0 (F)
 Exp Flr Cnstr Type: CUBIERTA PLANA 3

ROOM BY ROOM ECHO - ALTERNATIVE 1
 WATER SOURCE HEAT PUMPS

***** ROOM INFORMATION *****

Room: 16 Room Description P12A15 IZQ Zone Number: 2

----- GENERAL INFORMATION -----

Floor Area: 484 (ft) Ceiling R-val: 1.786 (sf-f/Btu) Room Design Cooling DB: 75.0 (F)
 Flr-Flr Ht: 11.8 (ft) Is There Carpet? YES Room Design RH: 50
 Plenum Height: 2.0 (ft) Room Mass: 70 (lb/sf) Room Design Heating DB: 68.0 (F)

Floor Cnstr Type: PAREDES TESIS
 Tstat Location: ROOM Dupl. Flr Mult: 4 Cooling Setup: 90.0 (F)
 C-Stat Sched: CLGONLY Dupl. Room Mult: 1 Heating Setback: 55.0 (F)
 H-Stat Sched: CLGONLY

----- PEOPLE/LIGHTS -----

Number of People: 5 (PEOPLE) Fixture Type: ASHRAE2 People Schedule: AVAIL
 People Sensible: 307 Lighting Load: 10.0 (WATT-SM) Lights Schedule: AVAIL
 People Latent: 324 Ballast Factor: 1.0
 % Lite to Return Air: 0.0

----- AIRFLOWS -----

Description	Value	Units	Sched Code
Clg Ventilation	20.0	CFM-P	AVAIL
Clg Infiltration	0.2	ACH-HR	AVAIL
Reheat Minimum	-0.0	ACH-HR	CLGONLY

----- WALL INFO -----

Wall Number:	1	Wall U-Value:	***** (Btu/Hr/sf)	Glass Area:	60 (%)
Wall Area:	321 (sf)	Wall Alpha:	0.90	Glass U-Value:	0.969 (Btu/Hr/sf)
Wall Tilt:	0 (deg)	Ground Refl. Mult:	1.00	Glass Shading Coef:	0.60
Wall Direction:	0 (deg)			Ext Shading Code:	0
				Int Shading Code:	0
Wall Cnstr Type:	PAREDES TESIS			% Solar to Ret Air:	0.0

----- PARTITION -----

Partition Number: 1
Partition Area: 961 (sf)
Partit U-Value: ***** (Btu/Hr/sf)
Adjacent Temp Type: HRLYOADB
Adjacent Temp Cooling: -0.0 (F)
Adjacent Temp Heating: -0.0 (F)

Partit Cnstr Type: PAREDES TESIS

----- SLAB-ON-GRADE/EXPOSED FLOOR -----

Exp Floor Number: 1
Perimeter Length: 0 (ft)
Exp Floor Area: 533 (sf)
Perimtr Loss Coef: 0.000 (Btu/Hr/ft)
Exp Flr U-Value: ***** (Btu/Hr/sf)
External Temp Type: HRLYOADB
External Temp Cooling: -0.0 (F)
External Temp Heating: -0.0 (F)

Exp Flr Cnstr Type: CUBIERTA PLANA 3

ROOM BY ROOM ECHO - ALTERNATIVE 1
 WATER SOURCE HEAT PUMPS

***** ROOM INFORMATION *****

Room: 17 Room Description P12A15 DPT0123 Zone Number: 2

----- GENERAL INFORMATION -----

Floor Area: 1,210 (sf) Ceiling R-val: 1.786 (sf-F/Btu) Room Design Cooling DB: 75.0 (F)
 Flr-Flr Ht: 11.8 (ft) Is There Carpet? YES Room Design RH: 50
 Plenum Height: 2.0 (ft) Room Mass: 70 (lb/sf) Room Design Heating DB: 68.0 (F)

Floor Cnstr Type: PAREDES TESIS Cooling Setup: 90.0 (F)
 Tstat Location: ROOM Dupl. Flr Mult: 4 Heating Setback: 55.0 (F)
 C-Stat Sched: CLGONLY Dupl. Room Mult: 1
 H-Stat Sched: CLGONLY

----- PEOPLE/LIGHTS -----

Number of People: 5 (PEOPLE) Fixture Type: ASHRAE2 People Schedule: AVAIL
 People Sensible: 307 Lighting Load: 10.0 (WATT-SM) Lights Schedule: AVAIL
 People Latent: 324 Ballast Factor: 1.0
 % Lite to Return Air: 0.0

----- AIRFLOWS -----

Description Value Units Sched Code

Clg Ventilation 20.0 CFM-P AVAIL
 Clg Infiltration 0.2 ACH-HR AVAIL
 Reheat Minimum -0.0 ACH-HR CLGONLY

----- WALL INFO -----

Wall Number: 1 Wall U-Value: ***** (Btu/Hr/sf) Glass Area: 50 (%)
 Wall Area: 670 (sf) Wall Alpha: 0.90 Glass U-Value: 0.969 (Btu/Hr/sf)
 Wall Tilt: 0 (deg) Ground Refl. Mult: 1.00 Glass Shading Coef: 0.60
 Wall Direction: 0 (deg) Int Shading Code: 0
 Wall Cnstr Type: PAREDES TESIS % Solar to Ret Air: 0.0

Wall Number: 2 Wall U-Value: ***** (Btu/Hr/sf) Glass Area: 40 (%)

ROOM BY ROOM ECHO - ALTERNATIVE 1
WATER SOURCE HEAT PUMPS

***** ROOM INFORMATION *****

Room: 18 Room Description P16A18 IZQ Zone Number: 2

----- GENERAL INFORMATION -----

Floor Area: 1,452 (ft) Ceiling R-val: 1.786 (sf-F/Btu) Room Design Cooling DB: 75.0 (F)
Flr-Flr Ht: 11.8 (ft) Is There Carpet? YES Room Design RH: 50
Plenum Height: 2.0 (ft) Room Mass: 70 (lb/sf) Room Design Heating DB: 68.0 (F)

Floor Cnstr Type: PAREDES TESIS

Tstat Location: ROOM Dupl. Flr Mult: 3 Cooling Setup: 90.0 (F)
C-Stat Sched: CLGONLY Dupl. Room Mult: 1 Heating Setup: 55.0 (F)
H-Stat Sched: CLGONLY

----- PEOPLE/LIGHTS -----

Number of People: 5 (PEOPLE) Fixture Type: ASHRAE2 People Schedule: AVAIL
People Sensible: 307 Lighting Load: 10.0 (WATT-SM) Lights Schedule: AVAIL
People Latent: 324 Ballast Factor: 1.0
% Lite to Return Air: 0.0

----- AIRFLOWS -----

Description Value Units Sched Code
Clg Ventilation 20.0 CFM-P AVAIL
Clg Infiltration 0.2 ACH-HR AVAIL
Reheat Minimum -0.0 ACH-HR CLGONLY

----- ROOF INFO -----

Roof Number: 1 Roof U-Value: ***** (Btu/Hr/sf) Skylite Area: 0
Roof Area: 455 (sf) Roof Alpha: 0.90 Skylite U-Val: 0.000 (Btu/Hr/sf)
Roof Tilt: 90 (deg) Ext Shad Code: 0
Roof Direction: 0 (deg) Int Shad Code: 0
Roof Cnstr Type: CUBIERTA PLANA 3 % Solar to Ret Air: 0.0

----- WALL INFO -----

Wall Number: 1
 Wall Area: 775 (sf)
 Wall Tilt: 0 (deg)
 Wall Direction: 0 (deg)

Wall U-Value: ***** (Btu/Hr/sf)
 Wall Alpha: 0.90
 Ground Refl. Mult: 1.00

Wall Cnstr Type: PAREDES TESIS

Glass Area: 40 (%)
 Glass U-Value: 0.969 (Btu/Hr/sf)
 Glass Shading Coef: 0.60
 Ext Shading Code: 0
 Int Shading Code: 0
 % Solar to Ret Air: 0.0

Wall Number: 2
 Wall Area: 205 (sf)
 Wall Tilt: 0 (deg)
 Wall Direction: 270 (deg)

Wall U-Value: ***** (Btu/Hr/sf)
 Wall Alpha: 0.90
 Ground Refl. Mult: 1.00

Wall Cnstr Type: PAREDES TESIS

Glass Area: 40 (%)
 Glass U-Value: 0.969 (Btu/Hr/sf)
 Glass Shading Coef: 0.60
 Ext Shading Code: 0
 Int Shading Code: 0
 % Solar to Ret Air: 0.0

----- PARTITION -----

Partition Number: 1
 Partition Area: 1162 (sf)
 Partit Cnstr Type: PAREDES TESIS

Partit U-Value: ***** (Btu/Hr/sf)
 Adjacent Temp Type: HRLYOADB
 Adjacent Temp Cooling: -0.0 (F)

----- SLAB-ON-GRADE/EXPOSED FLOOR -----

Exp Floor Number: 1
 Perimeter Length: 0 (ft)
 Exp Floor Area: 1,453 (sf)

Perimtr Loss Coef: 0.000 (Btu/Hr/ft)
 Exp Flr U-Value: ***** (Btu/Hr/sf)
 External Temp Type: HRLYOADB
 External Temp Cooling: -0.0 (F)
 External Temp Heating: -0.0 (F)

Exp Flr Cnstr Type: CUBIERTA PLANA 3

ROOM BY ROOM ECHO - ALTERNATIVE 1
WATER SOURCE HEAT PUMPS

***** ROOM INFORMATION *****

Room: 19 Room Description DUPLX CENTRO Zone Number: 2

----- GENERAL INFORMATION -----

Floor Area: 605 (ft) Ceiling R-val: 1.786 (sf-F/Btu) Room Design Cooling DB: 75.0 (F)
 Flr-Flr Ht: 23.6 (ft) Is There Carpet? YES Room Design RH: 50
 Plenum Height: 2.0 (ft) Room Mass: 70 (lb/sf) Room Design Heating DB: 68.0 (F)

Floor Cnstr Type: PAREDES TESIS

Tstat Location: ROOM Dupl. Flr Mult: 1 Cooling Setup: 90.0 (F)
 C-Stat Sched: CLGONLY Dupl. Room Mult: 1 Heating Setback: 55.0 (F)
 H-Stat Sched: CLGONLY

----- PEOPLE/LIGHTS -----

Number of People: 5 (PEOPLE) Fixture Type: ASHRAE2 People Schedule: AVAIL
 People Sensible: 307 Lighting Load: 10.0 (WATT-SM) Lights Schedule: AVAIL
 People Latent: 324 Ballast Factor: 1.0
 % Lite to Return Air: 0.0

----- AIRFLOWS -----

Description Value Units Sched Code

Clg Ventilation 20.0 CFM-P AVAIL
 Clg Infiltration 0.2 ACH-HR AVAIL
 Reheat Minimum -0.0 ACH-HR CLGONLY

----- ROOF INFO -----

Roof Number: 1 Roof U-Value: ***** (Btu/Hr/sf) Skylite Area: 0
 Roof Area: 605 (sf) Roof Alpha: 0.90 Skylite U-Val: 0.000 (Btu/Hr/sf)
 Roof Tilt: 90 (deg) Skylite Shading Coef: 0.00
 Roof Direction: 0 (deg) Ext Shad Code: 0
 Int Shad Code: 0
 % Solar to Ret Air: 0.0

Roof Cnstr Type: CUBIERTA PLANA 3

----- WALL INFO -----

Wall Number: 1
 Wall Area: 271 (sf)
 Wall Tilt: 0 (deg)
 Wall Direction: 0 (deg)

Wall U-Value: ***** (Btu/Hr/sf)
 Wall Alpha: 0.90
 Ground Refl. Mult: 1.00

Glass Area: 50 (%)
 Glass U-Value: 0.969 (Btu/Hr/sf)
 Glass Shading Coef: 0.60
 Ext Shading Code: 0
 Int Shading Code: 0
 % Solar to Ret Air: 0.0

Wall Cnstr Type: PAREDES TESIS

Wall Number: 2
 Wall Area: 147 (sf)
 Wall Tilt: 0 (deg)
 Wall Direction: 0 (deg)

Wall U-Value: ***** (Btu/Hr/sf)
 Wall Alpha: 0.90
 Ground Refl. Mult: 1.00

Glass Area: 50 (%)
 Glass U-Value: 0.969 (Btu/Hr/sf)
 Glass Shading Coef: 0.60
 Ext Shading Code: 0
 Int Shading Code: 0
 % Solar to Ret Air: 0.0

Wall Cnstr Type: PAREDES TESIS

----- PARTITION -----

Partition Number: 1
 Partition Area: 1921 (sf)
 Partit Cnstr Type: PAREDES TESIS

Partit U-Value: ***** (Btu/Hr/sf)
 Adjacent Temp Type: HRLYOADB
 Adjacent Temp Cooling: -0.0 (F)

----- SLAB-ON-GRADE/EXPOSED FLOOR -----

Exp Floor Number: 1
 Perimeter Length: 0 (ft)
 Exp Floor Area: 436 (sf)

Perimtr Loss Coef: 0.000 (Btu/Hr/ft)
 Exp Flr U-Value: ***** (Btu/Hr/sf)

External Temp Type: HRLYOADB
 External Temp Cooling: -0.0 (F)
 External Temp Heating: -0.0 (F)

Exp Flr Cnstr Type: CUBIERTA PLANA 3

ROOM BY ROOM ECHO - ALTERNATIVE 1
WATER SOURCE HEAT PUMPS

***** ROOM INFORMATION *****

Room: 20 Room Description DUPLX IZQ Zone Number: 2

----- GENERAL INFORMATION -----
 Floor Area: 968 (ft) Ceiling R-val: 1.786 (sf-F/Btu) Room Design Cooling DB: 75.0 (F)
 Flr-Flr Ht: 23.6 (ft) Is There Carpet? YES Room Design RH: 50
 Plenum Height: 2.0 (ft) Room Mass: 70 (lb/sf) Room Design Heating DB: 68.0 (F)

Floor Cnstr Type: PAREDES TESIS
 Tstat Location: ROOM Dupl. Flr Mult: 1 Cooling Setup: 90.0 (F)
 C-Stat Sched: CLGONLY Dupl. Room Mult: 1 Heating Setback: 55.0 (F)
 H-Stat Sched: CLGONLY

----- PEOPLE/LIGHTS -----
 Number of People: 5 (PEOPLE) Fixture Type: ASHRAE2 People Schedule: AVAIL
 People Sensible: 307 Lighting Load: 10.0 (WATT-SM) Lights Schedule: AVAIL
 People Latent: 324 Ballast Factor: 1.0
 % Lite to Return Air: 0.0

----- AIRFLOWS -----

Description	Value	Units	Sched Code
Clg Ventilation	20.0	CFM-P	AVAIL
Clg Infiltration	0.2	ACH-HR	AVAIL
Reheat Minimum	-0.0	ACH-HR	CLGONLY

----- ROOF INFO -----
 Roof Number: 1 Roof U-Value: ***** (Btu/Hr/sf) Skylite Area: 0
 Roof Area: 971 (sf) Roof Alpha: 0.90 Skylite U-Val: 0.000 (Btu/Hr/sf)
 Roof Tilt: 90 (deg) Skylite Shading Coef: 0.00
 Roof Direction: 0 (deg) Ext Shad Code: 0
 Int Shad Code: 0
 % Solar to Ret Air: 0.0

Roof Cnstr Type: CUBIERTA PLANA 3

		WALL INFO			
Wall Number:	1	Wall U-Value:	*****	(Btu/Hr/sf)	45 (%)
Wall Area:	387 (sf)	Wall Alpha:	0.90		0.969 (Btu/Hr/sf)
Wall Tilt:	0 (deg)	Ground Refl. Mult:	1.00		0.60
Wall Direction:	0 (deg)				0
Wall Cnstr Type:	PAREDES TESIS				0
					% Solar to Ret Air: 0.0
					Glass Area:
					Glass U-Value:
					Glass Shading Coef:
					Ext Shading Code:
					Int Shading Code:
					% Solar to Ret Air:
Wall Number:	2	Wall U-Value:	*****	(Btu/Hr/sf)	45 (%)
Wall Area:	174 (sf)	Wall Alpha:	0.90		0.969 (Btu/Hr/sf)
Wall Tilt:	0 (deg)	Ground Refl. Mult:	1.00		0.60
Wall Direction:	0 (deg)				0
Wall Cnstr Type:	PAREDES TESIS				0
					% Solar to Ret Air: 0.0
					Glass Area:
					Glass U-Value:
					Glass Shading Coef:
					Ext Shading Code:
					Int Shading Code:
					% Solar to Ret Air:
Wall Number:	3	Wall U-Value:	*****	(Btu/Hr/sf)	35 (%)
Wall Area:	174 (sf)	Wall Alpha:	0.90		0.969 (Btu/Hr/sf)
Wall Tilt:	0 (deg)	Ground Refl. Mult:	1.00		0.60
Wall Direction:	90 (deg)				0
Wall Cnstr Type:	PAREDES TESIS				0.0
					% Solar to Ret Air:
					Glass Area:
					Glass U-Value:
					Glass Shading Coef:
					Ext Shading Code:
					Int Shading Code:
					% Solar to Ret Air:
Wall Number:	4	Wall U-Value:	*****	(Btu/Hr/sf)	25 (%)
Wall Area:	116 (sf)	Wall Alpha:	0.90		0.969 (Btu/Hr/sf)
Wall Tilt:	0 (deg)	Ground Refl. Mult:	1.00		0.60
Wall Direction:	90 (deg)				0
Wall Cnstr Type:	PAREDES TESIS				0
					% Solar to Ret Air: 0.0
					Glass Area:
					Glass U-Value:
					Glass Shading Coef:
					Ext Shading Code:
					Int Shading Code:
					% Solar to Ret Air:
Wall Number:	5	Wall U-Value:	*****	(Btu/Hr/sf)	0
Wall Area:	174 (sf)	Wall Alpha:	0.90		0.000 (Btu/Hr/sf)
Wall Tilt:	0 (deg)	Ground Refl. Mult:	1.00		0.00
Wall Direction:	180 (deg)				0
Wall Cnstr Type:	PAREDES TESIS				0
					% Solar to Ret Air: 0.0
					Glass Area:
					Glass U-Value:
					Glass Shading Coef:
					Ext Shading Code:
					Int Shading Code:
					% Solar to Ret Air:
Partition Number:	1	Partit U-Value:	*****	(Btu/Hr/sf)	0.000 (F)
Partition Area:	906 (sf)				-0.0 (F)
					-0.0 (F)
					Adjacent Temp Type:
					Adjacent Temp Cooling:
					Adjacent Temp Heating:

----- PARTITION -----
 HRLYLOADS
 -0.0 (F)
 -0.0 (F)

Partit Cnstr Type: PAREDES TESIS

Partition Number: 2
Partition Area: 349 (sf)

Partit U-Value: ***** (Btu/Hr/sf)

Adjacent Temp Type:
Adjacent Temp Cooling:
Adjacent Temp Heating:

HRLYOADB
-0.0 (F)
-0.0 (F)

Partit Cnstr Type: PAREDES TESIS

----- SLAB-ON-GRADE/EXPOSED FLOOR -----

Exp Floor Number: 1
Perimeter Length: 0 (ft)
Exp Floor Area: 606 (sf)
Exp Flr Cnstr Type: CUBIERTA PLANA 3

Perimtr Loss Coef: 0.000 (Btu/Hr/ft)
Exp Flr U-Value: ***** (Btu/Hr/sf)

External Temp Type:
External Temp Cooling:
External Temp Heating:

HRLYOADB
-0.0 (F)
-0.0 (F)

 S Y S T E M S U M M A R Y
 (Design Airflow Quantities)

System Number	System Type	Main				Return Airflow (Cfm)	Exhaust Airflow (Cfm)	Auxil.		Room Exhaust Airflow (Cfm)
		Cooling Airflow (Cfm)	Heating Airflow (Cfm)	Supply Airflow (Cfm)	Room Exhaust Airflow (Cfm)					
1	WSHP	87,038	87,038	88,505	88,505	6,839	0	0	0	
Totals		87,038	87,038	88,505	88,505	6,839	0	0	0	

CAPACITY - ALTERNATIVE 1
 WATER SOURCE HEAT PUMPS

 S Y S T E M S U M M A R Y
 (Design Capacity Quantities)

System Number	System Type	Cooling				Heating				
		Main Sys. Capacity (Tons)	Aux. Sys. Capacity (Tons)	Opt. Vent Capacity (Tons)	Total Capacity (Tons)	Preheat Capacity (Btuh)	Reheat Capacity (Btuh)	Humidif. Capacity (Btuh)	Opt. Vent Capacity (Btuh)	Heating Totals (Btuh)
1	WSHP	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0	0
Totals		0.0	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0	0

The building peaked at hour 19 month 12 with a capacity of 185.1 tons

ENGINEERING CHECKS - ALTERNATIVE 1
 WATER SOURCE HEAT PUMPS

 E N G I N E E R I N G C H E C K S

System Number	Main/Auxiliary	System Type	Percent Outside Air	Cooling		Heating		Floor Area Sq Ft		
				Cfm/Ton	Sq Ft/Ton	Cfm/Sq Ft	Btuh/Sq Ft			
1	Main	WSHP	6.17	2.11	471.8	223.8	53.61	2.11	0.00	41,291

System 1 Peak WSHP - WATER SOURCE HEAT PUMP

***** COOLING COIL PEAK ***** CLG SPACE PEAK ***** HEATING COIL PEAK *****
 Peaked at Time ==> Mo/Hr: 12/19 Mo/Hr: 12/19 Mo/Hr: 13/1
 Outside Air ==> OADB/WB/HR: 85/ 78/133.0 OADB: 85 OADB: 85

	Space Sens.+Lat. (Btuh)	Ret. Air Sensible (Btuh)	Ret. Air Latent (Btuh)	Net Total (Btuh)	Percent Of Tot (%)	Space Sensible (Btuh)	Percent Of Tot (%)	Space Peak Space Sens (Btuh)	Coil Peak Tot Sens (Btuh)	Percent Of Tot (%)
Envelope Loads	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00
Skylite Solr	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00
Skylite Cond	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00
Roof Cond	0	16,052	0	16,052	0.73	0	0.00	0	7,011	0.89
Glass Solar	937,623	0	0	937,623	42.35	966,236	57.28	203,948	203,948	25.83
Glass Cond	127,670	0	0	127,670	5.77	124,421	7.38	67,061	89,878	11.38
Wall Cond	59,093	22,590	0	81,684	3.69	57,906	3.43	230,690	230,690	29.21
Partition	161,600	0	0	161,600	7.30	158,426	9.39	40,098	40,098	5.08
Exposed Floor	14,743	0	0	14,743	0.67	13,589	0.81	0	0	0.00
Infiltration	88,077	0	0	88,077	3.98	15,876	0.94	0	0	0.00
Sub Total==>	1,388,806	38,642	0	1,427,448	64.48	1,336,453	79.23	541,796	571,624	72.39
Internal Loads										
Lights	135,711	0	0	135,711	6.13	135,711	8.05	135,711	135,711	17.19
People	169,262	0	0	169,262	7.65	82,363	4.88	82,363	82,363	10.43
Misc	159,000	0	0	159,000	7.18	127,600	7.56	0	0	0.00
Sub Total==>	463,972	0	0	463,972	20.96	345,674	20.49	218,074	218,074	27.61
Ceiling Load	5,356	-5,356	0	0	0.00	4,566	0.28	4,277	0	0.00
Outside Air	0	0	0	324,556	14.66	0	0.00	0	0	0.00
Sup. Fan Heat	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00
Ret. Fan Heat	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00
Duct Heat Pkup	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00
OV/UNDR Sizing	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00
Exhaust Heat	88,077	-2,223	0	-2,223	-0.10	0	0.00	0	0	0.00
Terminal Bypass	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00
Grand Total==>	1,858,135	31,063	0	2,213,754	100.00	1,686,792	100.00	764,147	789,698	100.00

-----COOLING COIL SELECTION-----

Total Capacity (Tons)	Sens Cap. (Mbh)	Coil Airfl (cfm)	Entering DB/HR Deg F	DB/HR Deg F	Grains Grains	Leaving DB/HR Deg F	DB/HR Deg F	Grains Grains	Gross Total Floor	Glass (sf)	(%)
184.5	2,213.8	1,759.9	76.0	63.8	69.2	57.6	55.5	62.3	41,291	43,600	
Aux Clg 0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	ExFlr 42,964		

-----AREAS-----

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. ASHRAE, ASHRAE / IES STANDAR 90.1-1989 User's Manual, Atlanta, Georgia, USA, 1989.
2. ASHRAE, ANSI / ASHRAE STANDAR 62-1989 Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality, Atlanta, Georgia, USA, 1990.
3. ASHRAE, ASHRAE Handbook of Fundamentals 1993, Atlanta, Georgia, USA.
4. ASHRAE, ASHRAE Handbook of Systems and Applications 1987, Atlanta, Georgia, USA.
5. ASHRAE, ASHRAE Handbook of Equipment 1988, Atlanta, Georgia, USA.
6. ASHRAE, Procedures for determining heating and cooling loads for computerizing energy calculations. Algorithms for building heat transfer subroutines., Atlanta, Georgia, USA. 1976.
7. ASHRAE, Simplified Energy Analysis Using the Modified Bin Method Atlanta, Georgia, USA, 1983.
8. Carrier Corporation, Handbook of Air Conditioning System Design (Carrier Corporation, Syracuse, New York, 1965)
9. DeGarmo, Sullivan y Canada, Engineering Economy. (7ma. Edición New York: Macmillan Publishing Company, 1984), pp. 128-133.

10. Escuela Superior Politécnica del Litoral - Departamento de Ingeniería Mecánica, Fundamentos de Aire Acondicionado, Guayaquil, Ecuador, 1982.
11. Flor Cadena, P. "Análisis Energético y Económico de Sistemas de Acondicionamiento de Aire: Comparación entre Volumen de Aire Variable y Paquetes Enfriados por Agua" (Tesis, Facultad de Ingeniería Mecánica, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 1987).
12. Handbook of Energy Conservation for Mechanical Systems in Buildings, Editado por Robert W. Rose, Van Nostrand Reinhold Company, 1978.
13. Irwin & Graff, Industrial Noise and Vibration Control. Prentice Hall, 1979.
14. McQuiston F., Parker G., Heating, Ventilating and Air Conditioning. (2da. Edición: New York, John Wiley and Sons, 1982)
15. Pita, Edward. Air Conditioning Processes: An Energy Approach, (New York, John Wiley & Sons, 1983)
16. Sánchez Paredes, F. "Reducción del Consumo de Energía Eléctrica en la Climatización de un Edificio de Múltiples Propósitos. Sistema de Planta Central" (Tesis, Facultad de Ingeniería Mecánica, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 1996).
17. Siebe Environmental Controls, Catálogo Network 8000 Environmental Controls. (Siebe Environmental Controls, 1354 Clifford Avenue, Loves Park, Illinois, USA, 1994)

18. Siebe Environmental Controls, Building Automation Fundamentals / Mandatory Precourse Material. (Siebe Environmental Controls, 1354 Clifford Avenue, Loves Park, Illinois, USA, 1992)
19. Stoecker, W. Design of Thermal Systems (3ra. Edición; New York: McGraw-Hill, 1989), pp. 111-113.
20. The Trane Company. TRACE 600: User's Manual. (The Trane Company, 3600 Pammel Creek Road, La Crosse, Wisconsin, USA, 1992)
21. The Trane Company. Applications engineering manual: Water-Source Heat Pump System Design. (The Trane Company, 3600 Pammel Creek Road, La Crosse, Wisconsin, USA, 1994)
22. The Trane Company. Catalog Water Source Heat Pumps. (The Trane Company, 3600 Pammel Creek Road, La Crosse, Wisconsin, USA, 1992)



Biblioteca Técnica