

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA



**DISEÑO DE UN SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN PARA
LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA DE LA
UNIVERSIDAD SAN MARTÍN DE PORRES**

INFORME DE SUFICIENCIA

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO MECÁNICO**

FÉLIX ABSALÓN CALIXTO TRUJILLO

PROMOCIÓN 1998 - I

LIMA-PERÚ

2014

Dedicatoria:

Dedico el presente trabajo a mi esposa **Sandra Hidalgo** por el apoyo incondicional y comprensión por los momentos no compartidos con la familia.

A mi hija recién nacida **Alessandra** por darme fuerza en los momentos más difíciles.

A mis padres **Martín y Haydee** por su apoyo y consejos, y por brindarme los recursos para estudiar.

A mi hermano **Richard** por su apoyo en el inicio de mis estudios universitarios.

A la **Universidad Nacional de Ingeniería** y en especial a los profesores de la Facultad de Ingeniería Mecánica por su contribución en mi formación profesional.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
PRÓLOGO	01
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	02
1.1 Antecedentes	02
1.2 Objetivo	02
1.3 Justificación	03
1.4 Alcances	03
1.5 Limitaciones	04
1.6 Problemática	04
CAPÍTULO II: FUNDAMENTO TÉCNICO	06
2.1 Aire Acondicionado	06
2.1.1 Fundamentos Básicos	06
2.1.2 Clasificación de los Sistemas de Aire Acondicionado	07
2.1.2.1 Sistemas de Expansión Directa	07
2.1.2.2 Sistemas Centrales (Agua Helada)	11
2.2 Carga Térmica	17
2.3 Gases Refrigerantes	20
2.4 Condiciones Iniciales de Diseño	21
2.5 Métodos de Cálculo	23
2.5.1 Método Función de Transferencia (TFM)	23
2.5.2 Método de Cálculo de Cargas por Diferencia de Temperatura y Factores de Carga de Enfriamiento (CLTD/CLF)	23

2.5.3	Método Diferencia de Temperatura Total Equivalente (TETD)	24
2.5.4	Selección del Método de Diseño	25
2.6	Estudio Psicrométrico del Aire	25
2.6.1	Confort Térmico	26
2.6.2	La Carta de Confort	27
2.6.3	La Carta Psicrométrica	28
2.6.4	Propiedades del Aire	29
CAPÍTULO III: CÁLCULO Y DISEÑO DEL SISTEMA		32
3.1	Estudio del Edificio	32
3.1.1	Ubicación	32
3.1.2	Descripción de la Estructura Interior	33
3.1.3	Características Constructivas del Edificio	33
3.2	Estudio Teórico Sobre el Cálculo de Cargas Térmicas	34
3.2.1	Condiciones de Diseño	34
	3.2.1.1 Condiciones Interiores de Cálculo	35
	3.2.1.2 Condiciones Exteriores de Cálculo	38
3.2.2	Cargas de Climatización	39
3.3	Cálculo de la Carga Térmica	41
3.3.1	Definición de Espacios y Zonas a Climatizar	41
3.3.2	Descripción del Programa CHVAC - Elite Software	43
3.4	Ecuaciones Empleadas Para el Cálculo de la Carga Térmica	53
3.4.1	Carga de Enfriamiento Externo	54
	3.4.1.1 Carga Térmica en Techo, Paredes y Conducción a Través de Vidrios	54
	3.4.1.2 Carga Solar a Través de Vidrios	54

3.4.2	Carga de Enfriamiento Interno	55
3.4.2.1	Personas	55
3.4.2.2	Luces	55
3.4.2.3	Aparatos Eléctricos	56
3.4.3	Ventilación e Infiltración de Aire	57
3.4.3.1	Calor Sensible	57
3.4.3.2	Calor Latente	57
3.5	Cálculo de la Carga Térmica de un Ambiente (Aula 201)	58
3.6	Selección del Tipo de Sistema	66
3.6.1	Análisis de los Tipos de Sistemas a Emplear	67
3.6.1.1	Sistemas de Expansión Directa	67
3.6.1.2	Sistemas Todo Agua	68
3.6.2	Elección del Tipo de Sistema	69
3.6.3	Descripción del Sistema Elegido	69
3.6.3.1	Sistema de Aire Acondicionado	69
3.6.3.2	Sistema de Ventilación	70
3.7	Diseño del Sistema	71
3.7.1	Ubicación de Equipos	71
3.7.2	Diseño del Sistema de Distribución del Aire	72
3.7.2.1	Diseño de Ductos	72
3.7.2.2	Diseño de Difusores y Rejillas	76
3.7.3	Diseño del Sistema Hidráulico	78
3.7.3.1	Diseño del Sistema de Tuberías de Agua Helada	79
3.7.3.2	Determinación del Caudal de Agua en Todo el Sistema	83
3.7.4	Selección de Equipos	84
3.7.4.1	Selección del Enfriador de Agua (Chiller)	84

3.7.4.2	Selección de Electrobombas	86
3.7.4.3	Selección de Unidades Fan Coils	89
3.7.4.4	Selección de Ventiladores	90
3.8	Especificaciones de Equipos	92
3.8.1	Unidad Enfriadora de Agua (Chiller)	92
3.8.2	Electrobombas Centrífugas	95
3.8.3	Fan Coil de Agua Helada	98
3.8.4	Ventilador Centrífugo en Gabinete	100
CAPÍTULO IV: COSTOS		102
4.1	Costo de Provisión e Instalación	102
4.2	Costo de Operación	104
4.3	Costo de Mantenimiento	106
4.4	Costo Total	106
CONCLUSIONES		108
RECOMENDACIONES		110
BIBLIOGRAFÍA		111
PLANOS		112
ANEXOS		113

PRÓLOGO

El presente informe se desarrolla en cuatro capítulos que se describen a continuación:

En el capítulo I se realiza una introducción del trabajo, indicando los antecedentes, el objetivo, la justificación, los alcances, las limitaciones y la problemática.

En el capítulo II se describe el fundamento técnico del aire acondicionado.

En el capítulo III se desarrolla los cálculos y el diseño del sistema, sustentándose en el capítulo anterior.

En el capítulo IV se analiza los costos para la implementación del sistema.

Posteriormente se muestran las:

Conclusiones

Recomendaciones

Bibliografía

Planos

Anexos

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

Hace casi 50 años, existía en nuestro país solo 10 universidades; 9 de ellas eran públicas. Hoy, el Perú cuenta con 92 universidades, donde 36 son del estado. Esta cifra denota el incremento que ha tenido el sector privado en la educación, y el crecimiento que el sistema universitario ha presentado en las últimas décadas, de la mano de una, cada vez más creciente, necesidad de conocimiento y preparación académica para afrontar un mundo globalizado altamente competitivo.

La Universidad San Martín de Porres remonta sus orígenes al instituto Pro-Deo, una casa de estudio de filosofía y teología que fundara el padre dominico, doctor Vicente Sánchez Valer. Tras la canonización del beato Fray Martín de Porres (de la Orden Dominica), se fundó la Universidad en 1,962 bajo la advocación del nuevo santo.

Actualmente la universidad cuenta con 10 facultades que ofrecen 21 carreras profesionales presenciales y 3 virtuales.

1.2 OBJETIVO

El objetivo del presente trabajo es diseñar un sistema de climatización para las aulas de la Nueva Facultad de Odontología de la Universidad San Martín de Porres, logrando mantener un estado de confort térmico agradable de temperatura, humedad y calidad del aire de tal manera que los estudiantes puedan optimizar su

aprendizaje; para ello se determinará la carga térmica en el edificio y se procederá a seleccionar el equipo apropiado para cumplir con dicha necesidad.

1.3 JUSTIFICACIÓN

Distintas investigaciones realizadas en torno al impacto de las condiciones ambientales desfavorables influyen en el rendimiento de los estudiantes y en la labor de los docentes.

Las consecuencias de un estado de confort térmico favorable se traducen en un mejor desempeño académico por parte de los alumnos y por ende en las labores de los docentes.

El mejor aprovechamiento académico de los estudiantes y profesores o el menor ausentismo del personal administrativo por motivos de salud son factores que, además de incidir sobre la calidad de vida de las personas, representa también un beneficio hacia las instituciones educativas, aumentando su eficiencia educativa y aprovechando mejor los recursos económicos.

Este trabajo pretende servir como guía, mostrando una metodología de cálculo, criterios y recomendaciones según normas establecidas en nuestro medio para el diseño de sistemas de climatización de universidades.

1.4 ALCANCES

Los alcances que se proponen son:

- Se indicarán los fundamentos técnicos del aire acondicionado.
- Se determinarán las normas y parámetros que se utilizarán en el diseño.
- Se mostrará una metodología de análisis térmico.
- Se realizará el cálculo térmico mediante un software.
- Se seleccionarán los equipos.

- Se especificarán los equipos.
- Se analizarán los costos.

1.5 LIMITACIONES

El presente trabajo solo comprende el cálculo y diseño del sistema de aire acondicionado para las aulas y oficinas de la Nueva Facultad de Odontología de la Universidad San Martín de Porres.

El diseño estará sujeto a las limitaciones de espacio y de la arquitectura misma del edificio, se mantendrá en cuenta el aspecto técnico como el estético para su mejor desarrollo.

1.6 PROBLEMÁTICA

Ante la creciente demanda de los jóvenes por estudios universitarios, nace la necesidad de la creación de nuevas universidades y/o facultades. Es el caso de la Nueva Facultad de La Universidad de San Martín de Porres a ubicarse en el distrito de La Molina.

Las universidades no solamente deben contar con una buena infraestructura, si no también, deben ofrecer un estado de bienestar físico y psicológico a las personas con condiciones de temperatura, humedad y movimiento de aire favorables para las actividades que realizan.

Las universidades deben proporcionar a sus ocupantes este ambiente confortable y saludable para trabajar. Si los factores ambientales de las aulas están dentro de los límites de confort, el rendimiento de los estudiantes mejorará y el trabajo de los docentes será de mayor calidad. Para alcanzar estos límites de confort, los sistemas de climatización y ventilación de las universidades deben contar con un buen diseño para crear las condiciones térmicas aceptables de

temperatura y humedad, y una calidad de aire interior también aceptable y, posteriormente, tener garantizado un mantenimiento y limpieza adecuados que eviten las humedades, las goteras, etc.

Aunque en los centros universitarios existen ambientes térmicos diferentes: actividades sedentarias en el aula y actividades dinámicas en el patio o gimnasio, en las aulas debería haber un sistema eficaz de temperatura que permitiera mantener el ambiente entre 20-26°C, ya que entre estos parámetros la mayoría de los seres humanos experimentan una sensación de neutralidad térmica, con la ropa adecuada y sin corrientes de aire. En actividades ligeras o sedentarias en el aula, los alumnos son más susceptibles al enfriamiento local cuando la temperatura ambiente desciende por debajo de 20-22° C; es entonces cuando aparecen las distracciones y la sensación de malestar, ya que el equilibrio térmico del organismo no puede mantenerse. Cuanto mayor sea la duración de la exposición al frío, menor será la productividad y el aprovechamiento estudiantil.

En ambientes calurosos, el trabajo que realiza el estudiante en las aulas representa una carga mayor para su organismo, lo que provoca un mayor aumento de la temperatura interna del organismo y la aparición más rápida de la fatiga.

Como una solución a esta necesidad, se plantea implementar un sistema de aire acondicionado capaz de brindar un estado de confort aceptable de temperatura, humedad y calidad de aire, de tal manera que los estudiantes puedan tener un óptimo grado de aprendizaje y los docentes hacer sus labores de forma eficiente.

El sistema será eficiente, confiable con un bajo costo de operación y mantenimiento.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTO TÉCNICO

2.1 AIRE ACONDICIONADO

2.1.1 Fundamentos básicos

Un sistema de aire acondicionado debe proporcionar en un ambiente, condiciones adecuadas de temperatura, humedad, movimiento del aire, calidad del aire, ventilación y nivel acústico. Todo esto lleva a la consecución por parte de los ocupantes de dicho ambiente a una sensación de confort.

Cualquier sistema de aire acondicionado consta básicamente de los siguientes componentes (existiendo diferentes tipos de cada componente y combinaciones muy variadas de dos o más de ellos):

- Equipo de refrigeración: compresor, condensador, válvula de expansión y evaporador; elementos pertenecientes al ciclo estándar de refrigeración por "compresión de vapor", usado ampliamente con el fin de producir el enfriamiento necesario para el acondicionamiento del aire.
- Equipo de disipación de calor a la atmósfera.
- Equipo de manejo de aire.
- Equipo de suministro y distribución del aire (ductos, difusores, rejillas, etc.).

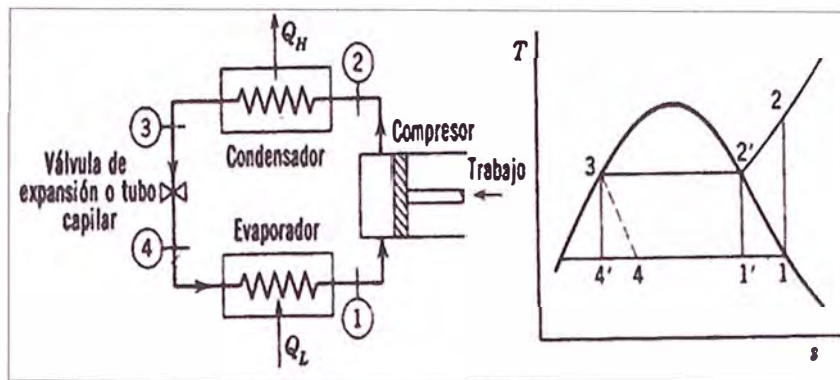


Fig. 2.1: Ciclo simple por compresión del vapor

2.1.2 Clasificación de los sistemas de aire acondicionado

Los sistemas de aire acondicionado más comunes serán clasificados en dos grandes grupos: sistema de expansión directa y sistemas centrales (Agua helada).

2.1.2.1 Sistemas de expansión directa

Se caracterizan por reunir todos los componentes en una sola carcasa (equipos de refrigeración, tomas de aire exterior y de aire de retorno, filtro, ventilador y rejilla para el suministro de aire) el cual únicamente es necesario proveer de conexión eléctrica y acceso al exterior.

- **Unidades de ventana**

Son equipos modulares, generalmente de capacidades pequeñas, dentro de un mismo módulo se encuentran el compresor, el evaporador, condensador y la válvula de expansión. Se utilizan para enfriar áreas pequeñas, poseen una parte inferior en el interior del ambiente y otra en el exterior: no tienen ductos de suministro de aire, se utilizan para enfriar áreas pequeñas. La capacidad de estos equipos oscila entre 9000 y 42000 BTU/h. Las unidades de mayor

capacidad de refrigeración están caracterizadas porque incorporan conductos para la distribución del aire y así servir a espacios de mayores dimensiones. Se les conoce como unidades de enfriamiento simple compacta, su capacidad se encuentra entre 1.5 y 40 toneladas de refrigeración. Poseen unos o dos compresores herméticos, con una o dos líneas de tubería. El equipo se encuentra ubicado en el exterior del ambiente.



Fig. 2.2: Aire acondicionado de ventana

- **Sistemas en partición (Split)**

En estos sistemas de expansión directa, los elementos del equipo de refrigeración se encuentran formando parte, generalmente, de dos equipos. Así, las combinaciones más frecuentes son:

- Condensador (enfriado por aire): constituye una unidad y el evaporador (serpentín) juntos constituye la otra unidad.
- Condensador y compresor formando una sola unidad (unidad de condensación), el evaporador (serpentín) constituyendo la otra unidad.

En cualquiera de los casos, incorporados al equipo donde se encuentran el evaporador, también está incluida la válvula de expansión del circuito de refrigeración, los ventiladores para la

circulación de aire, filtros y conexiones necesarias para los ductos de aire de suministro y retorno.



Fig. 2.3: Unidad split

- Unidades de techo (Roof Top)

Son unidades de gran tamaño donde el conjunto de equipos se encuentra dentro de una sola unidad: varios compresores semiherméticos, reciprocantes, evaporador, condensador y válvulas de expansión. Esta última, alimenta al evaporador a través de un múltiple de expansión, mejorando así la eficiencia en la distribución del refrigerante líquido. Pueden tener hasta cuatro compresores y el condensador es enfriado por aire. Dependiendo del área a alimentar se dimensiona la ductería; si se tiene áreas pequeñas bien definidas, es necesario el uso de cajas de volumen de aire variable, las cuales son alimentadas por los ductos de suministro principal. En este caso, el ventilador puede tener un variador de frecuencia o una compuerta o paletas directrices (inlet vane) en la entrada, para regular el volumen de aire suministrado. Son equipos que manejan capacidades entre 45 y 135 toneladas de refrigeración.



Fig. 2.4: Unidad compacta (Roof Top)

- Volumen de refrigerante variable

Los sistemas “VRF” o de flujo variable de refrigerante, son equipos formados por una o varias unidades exteriores y que distribuyen la energía a través de circuitos de gas refrigerante, al igual que los equipos aire-aire. La principal diferencia es que el sistema VRF dispone de una tecnología que le permite adaptar los caudales de refrigerante de la instalación a la demanda existente en cada momento, hecho que reduce notablemente el consumo energético. Con este sistema también tenemos la posibilidad de entregar potencia calorífica en unas zonas del edificio y refrigeración en otras al mismo tiempo, de manera que se “balancean” entre sí dichas necesidades de energía contrapuestas. Gracias al continuo avance de los equipos VRF hoy en día podemos cubrir las necesidades de calefacción, climatización y hasta producción de ACS de grandes edificios (hoteles, complejos deportivos, edificios de oficinas, etc.) con un único sistema y de gran eficiencia energética.

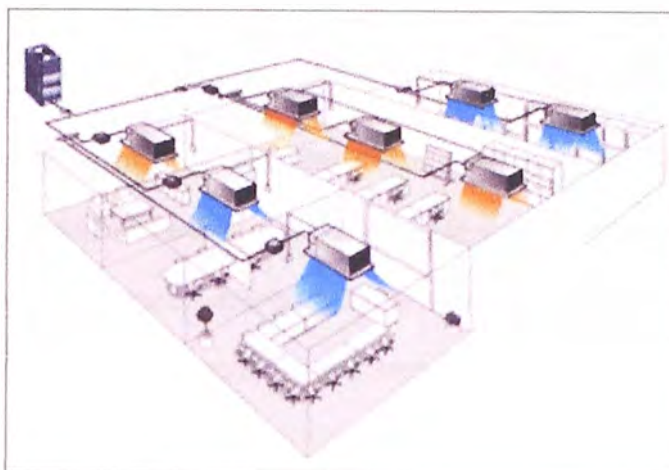


Fig. 2.5: Sistema de flujo variable de refrigerante

2.1.2.2 Sistemas centrales (agua helada)

Estos sistemas se caracterizan por tener equipos de refrigeración centralizados y comunes en todos los ambientes, siendo el agua (se conoce como helada por su baja temperatura) el medio utilizado para el enfriamiento y deshumidificación del aire. El agua es procesada centralmente por un equipo conocido como enfriador o CHILLER. Para cumplir su objetivo, utiliza un sistema de tuberías y bombas, a través de los serpentines (evaporadores) de la UMAS, las cuales, están ubicadas ya sea en el interior o fuera del ambiente o conjunto de locales.

Este tipo de sistema es utilizado generalmente cuando se requieren grandes capacidades de refrigeración. Básicamente consta de una unidad o varias unidades enfriadores (CHILLER) donde cada una está constituida por compresores, condensador, evaporador y válvulas de expansión. El evaporador es un serpentín por dentro de cuyos tubos, circulan el refrigerante y exteriormente el agua, es aquí donde se lleva a cabo el proceso de intercambio de calor. El agua del enfriador circula a lo largo de las tuberías de las UMAS y/o Fan Coils, el aire interior desplazado por el

ventilador, pasa a través de los serpentines en donde (el aire) disminuye su temperatura.

Este sistema también permite una gran individualidad a los ambientes locales acondicionados, ya que el área servida para cada UMAS y/o Fan Coils, es acondicionado independientemente y por lo tanto el control de temperatura y humedad responde a las condiciones particulares de este espacio.

El sistema de agua central de aire acondicionado es recomendable en edificios con gran número de ambientes y con horarios y condiciones de ocupación distinta, como son hoteles, centros comerciales, edificios de oficina, etc.



Fig. 2.6: Enfriador de agua (Chiller)

- Componentes del sistema
- Unidades enfriadoras

Como su nombre lo indica son las encargadas de enfriar el agua que se suministra al sistema. Se clasifican:

- Reciprocantes o alternativas

El componente principal de estas máquinas es el compresor alternativo, que es un dispositivo de desplazamiento positivo. Los

sistemas equipados con este tipo de enfriadores, generalmente poseen dos o cuatro unidades alimentando las líneas de tubería de suministro a las UMAS y Fan Coils. Cada unidad posee más de un compresor, los cuales son accionados por etapas. El proceso de regulación de la carga de los compresores de acuerdo a la carga requerida es como sigue: se arrancan varias etapas del compresor y si eso no satisface la carga requerida, se arranca otro compresor hasta satisfacer la demanda.

Las unidades reciprocantes pueden tener dos tipos de condensadores, enfriados por aire y enfriados por agua. En el caso de los enfriados por agua, ésta proviene de una torre de enfriamiento; debido a esto se tendrán dos sistemas de bombeo de agua: uno que bombea a la torre de enfriamiento y al condensador, y otro que maneja el agua que suministra a las UMAS y Fan Coils.

- Centrifugas

Estos equipos se construyen para funcionamiento continuo de servicio pesado y se les considera como funcionamiento seguro de todos los equipos de aplicaciones comerciales e industriales. Comprende esencialmente un compresor centrífugo, un evaporador y un condensador. Un compresor centrífugo trabaja con grandes volúmenes de gas, y por consiguiente, puede utilizar refrigerantes que tengan altos volúmenes específicos. El evaporador es ordinariamente un intercambiador de calor del tipo de tubos dentro de un recipiente en el que el refrigerante está del lado del envoltente. El condensador también está del lado del envoltente. El condensador también es del mismo tipo y utiliza agua o aire como agente de

condensación. Los compresores pueden ser de dos tipos, igual que en el caso de las unidades recíprocantes, abiertos y herméticos. Por otro lado pueden ser de una o dos etapas, además las rpm varían dependiendo del fabricante y la carga a enfriar por ellos.

La variación de la carga se produce a través de unas paletas directrices a la entrada del compresor. Si la carga disminuye, es decir, se requiere enfriar poco agua, se cierran las paletas directrices produciendo un alivio de la carga a la cual está sometido el compresor.

La modulación del equipo se produce a través de un actuador de acción proporcional que mueve las paletas de acuerdo a la temperatura de suministro del agua. Si se abren completamente las paletas del compresor maneja mayor cantidad de refrigerante, pero a la vez aumenta la carga en el motor, ocasionando un mayor consumo de energía.

Si la temperatura de suministro se incrementa, porque aumenta la temperatura de retorno, se encienden más compresores, lo que hace el equipo actuar sobre un conector en el compresor.

- Por absorción

Constituye una unidad para el enfriamiento del agua que se utiliza directamente el calor sin emplear propulsión o máquina motriz, utilizando, pues, los medios de calefacción todo el tiempo y durante todo el año. Utiliza los refrigerantes más baratos, seguros y más fácilmente asequibles, ordinariamente agua de la cañería. Estas unidades utilizan agua refrigerante y una solución de alguna sal tal

como bromuro de litio, como absorbente. Sus componentes principales son los siguientes:

- Evaporador: donde es enfriada el agua helada por evaporación del refrigerante que es rociado sobre los tubos de agua.
- Absorbedor: donde el vapor de agua evaporada es absorbido por el absorbente. El calor de absorción es disipado por circulación de agua en el condensador de esta sección.
- Generador: donde es adicionado calor en forma de vapor o de agua caliente para hacer que hierva el refrigerante del absorbente y reconcentrar la solución.
- Condensador: donde el vapor de agua producido en el generador es condensado por el agua.
- Bomba de evaporador: que hace circular a presión el refrigerante sobre el haz de tubos de la sección del evaporador.
- Bombas de solución: que bombean la solución de sal hasta el generador y hasta el colector de pulverización.
- Intercambiador de calor: donde la solución diluida que se bombea hasta el generador desde el absorbedor es calentada por la solución caliente concentrada que es retornada al absorbedor.
- Unidad de purga: que es empleada para eliminar los vapores no condensables de la máquina y mantener una baja presión en esta.
- Absorción y centrífugos combinados.

Un sistema combinado es muy adecuado para sistemas de acondicionamiento de aire de gran capacidad cuando es importante el factor económico de funcionamiento y como fuerza propulsora se utiliza la energía del vapor a alta presión. En estas aplicaciones están

incluidos los edificios grandes, grandes complejos de edificaciones como colegios y procesos industriales que requieren agua a los niveles de temperatura de acondicionamiento de aire. Además en sistemas ya existentes en que se planee la ampliación del acondicionamiento de aire, se puede añadir ordinariamente más carga sin aumentar los requisitos de energía de refrigeración.

- Condensadores

Son los equipos de disipación de calor. El calor absorbido en el evaporador y el calor equivalente al trabajo necesario para elevar la presión del refrigerante son eliminados en el condensador del sistema de refrigeración. Los condensadores pueden disipar directamente el calor del aire o bien pueden utilizar un fluido, generalmente agua, para eliminar el calor del sistema. Aunque el agua puede ser posteriormente aprovechada, sin embargo comúnmente es conservada por un proceso de enfriamiento en una torre de enfriamiento o en un condensador evaporativo.

- Condensador mediante refrigeración por aire.

En este, el calor es disipado directamente por transferencia de calor sensible.

- Condensador evaporativo.

Las funciones del condensador y de la torre de enfriamiento son combinadas en el condensador evaporativo. El refrigerante se condensa dentro de los tubos del serpentín sobre las cuales se rocía agua (utilizando una bomba de circulación del propio equipo), siendo el calor del refrigerante absorbido por el aire que circula a través de la lluvia de agua y de los tubos del condensador. En un condensador

evaporativo las cantidades de agua de reposición son esencialmente las mismas que por una torre de enfriamiento.

- Condensador mediante refrigeración por agua: en el que el calor sensible es transferido al agua.

2.2 CARGA TÉRMICA

También nombrada como carga de enfriamiento, es la cantidad de energía que se requiere vencer en un área para mantener determinadas condiciones de temperatura y humedad para una aplicación específica (ejm. Confort humano). Es la cantidad de calor que se retira de un espacio definido, se expresa BTU, la cantidad comercialmente relaciona unidad de tiempo, Btu/h.

A través de años de trabajo, diversas compañías y organizaciones han evaluado múltiples factores requeridos para determinar las cargas de enfriamiento en diversas aplicaciones. Cuando se utilizan estos factores para el cálculo de cargas en espacios y edificios, lo importante es aplicar un buen criterio para desarrollar algún procedimiento definido.

Para realizar el estimado de la carga de enfriamiento requerida como la mayor exactitud posible en espacios y edificios, las siguientes condiciones son de las más importantes para evaluar:

- Datos atmosféricos del sitio.
- La característica de la edificación, dimensiones físicas.
- La orientación del edificio, la dirección de las paredes del espacio a acondicionar.
- El momento del día en que la carga llega a su pico.
- Espesor y características de los aislamientos.
- La cantidad de sombra en los vidrios.

- Concentración de personal en el local.
- Las fuentes de calor internas.
- La cantidad de ventilación requerida.

Existen diferentes métodos para calcular la carga de enfriamiento en un área determinada, en cualquier caso es necesario evaluar diversas características como las condiciones del lugar (condiciones atmosféricas), tipo de construcción y aplicación del espacio a acondicionar.

- Consideraciones

Las variables que afectan el cálculo de cargas térmicas son numerosos, frecuentemente difíciles para definir en forma precisa, y no siempre están en cada momento mutuamente relacionadas.

Muchas variables de cargas de enfriamiento cambian extensamente en magnitud durante un período de 24 horas. Los cambios de estas variables pueden producirse en momentos diferentes unos de otros, por ello deben analizarse detalladamente para establecer la carga de enfriamiento necesaria para un establecimiento o dividirse este en zonas.

La necesidad de dividir un sistema en zonas, origina mayor capacidad de carga de enfriamiento que un sistema total; pero permite manejar la carga para cada zona en su hora pico.

En el cálculo de carga de enfriamiento, es determinante el uso de valores adecuados para aplicarlos en un procedimiento determinado. La variación en los coeficientes de transmisión de calor de los materiales y montajes compuestos en edificio típicos, la forma de construcción, orientación del edificio y la manera en cual el edificio opera son algunas de las variables que imposibilitan un cálculo numéricamente preciso.

Mientras que los procedimientos sean usados en forma razonable por el diseñador para incluir estos factores, el cálculo es aceptado como correcto, pero todavía es solamente una estimación buena de la real carga de enfriamiento.

- Tasa de flujo de calor

En diseño de aire acondicionado existen cuatro (4) tasas relativas de flujo de calor, cada una de las cuales varían en el tiempo y debe ser diferenciada:

- Aumento de calor del espacio.
- Carga de enfriamiento del espacio.
- Tasa de extracción de calor del espacio.
- Carga del serpentín.

La ganancia de calor espacial (tasa instantánea de aumento de calor) es la tasa a la cual el calor entra y/o es generado internamente en un espacio en un momento determinado. La ganancia de calor es clasificada por (1) el modo en el cual en el espacio y (2) si es una ganancia sensible o latente.

Los modos de ganancia de calor pueden ser como (1) radiación solar a través de fuentes transparentes, (2) conducción de calor a través de paredes exteriores y techos, (3) conducción de calor a través de divisiones internas, techos y pisos, (4) calor generado en el espacio por los ocupantes, luces y aplicaciones, (5) energía transferida como resultado de ventilación e infiltración de aire del exterior o (6) aumentos de calor misceláneos. La ganancia de calor es directamente agregada a espacios acondicionados por conducción, convección, radiación eventualmente el factor acumulación.

2.3 GASES REFRIGERANTES

El refrigerante R-22 es el que se utiliza habitualmente en los equipos de aire acondicionado para aplicaciones residenciales y comerciales. Es un HCFC (hidroclorofluorocarburo CHClF_2), una serie de sustancias que, debido a su contenido en cloro, afectan a la capa de ozono. Es inodoro, ininflamable e incombustible y su temperatura de ebullición en °C a presión normal es de -40,6. El Protocolo de Montreal, acuerdo internacional de 1987 para la protección de la capa de ozono, especificó en sus directivas, primero la eliminación de los clorofluorocarburos (CFC) de mayor contenido en cloro, y ahora la retirada gradual de los HCFC.

En Europa, la producción de R-22 se está reduciendo progresivamente a partir del 2004, llegándose al mínimo en el 2015. Está ya prohibido su uso en transporte por carretera y ferrocarril y por encima de una cierta capacidad frigorífica.

- Alternativas:

- R-410A

Es un refrigerante libre de cloro (sin CFC's ni HCFC's) y por lo tanto no produce ningún daño a la capa de ozono y su uso no está sujeto a ningún proceso de retirada marcado por la legislación. Tiene un elevado rendimiento energético, es una mezcla única y por lo tanto facilita ahorros en los mantenimientos futuros. No es tóxico ni inflamable, y es reciclable y reutilizable.

- R-407C

Es un refrigerante libre de cloro (sin CFC's ni HCFC's) y por lo tanto no produce ningún daño a la capa de ozono y su uso no está sujeto a ningún proceso de retirada marcado por la legislación. Posee propiedades termodinámica muy similares al R-22. A diferencia del R-410A, es una

mezcla de tres gases R-32, R-125 y R-134A. Si se precisa reemplazar un componente frigorífico o se produce una rotura de uno de ellos, el sistema se debe purgar completamente. Una vez reparado el circuito y probada su estanqueidad, se rellenará de nuevo, cargando refrigerante con la composición original.

2.4 CONDICIONES INICIALES DE DISEÑO

Para calcular la carga de enfriamiento de un espacio, se requiere información detallada de la edificación e información climática a las condiciones de diseño seleccionados.

Generalmente, los siguientes pasos deben ser seguidos:

- Características de la edificación.
- Obtenga las características de la edificación:

Materiales de construcción, tamaño de los componentes, colores externos de fuentes y formas son normalmente determinados a partir de los planos de la edificación y especificaciones.

- Configuración:

Determine la ubicación, orientación y sombra externa de la edificación a partir de los planos y especificaciones. La sombra de edificaciones adyacentes pueden ser determinadas por un plano del sitio o visitando el sitio propuesto. Su permanencia probable debe ser cuidadosamente evaluada de ser incluida en los cálculos.

- Condiciones exteriores de diseño:

Obtenga información climática apropiada y seleccione las condiciones de diseño exterior. La condición climática puede ser obtenida de la estación metereológica local o del centro climático nacional.

- Condiciones de diseño interior:

Seleccione las condiciones de diseño interior tales como temperatura de bulbo seco interior, temperatura interior de bulbo húmedo y tasa de ventilación. Incluya variaciones permisibles y límites de control.

- Rutina de operación:

Obtenga una rutina de iluminación, ocupantes, equipo interno, aplicaciones y procesos que contribuyan a incrementar la carga térmica interna. Determine la probabilidad de que el equipo de refrigeración sea operado continuamente o apagado durante períodos de no ocupación (ejm. noches y/o fines de semana).

- Fecha y tiempo:

Seleccione el tiempo del día y el mes para realizar los cálculos de la carga de enfriamiento. Frecuentemente varias horas del día y varios meses son requeridos.

- Consideraciones adicionales:

El diseño apropiado y el tamaño de los sistemas de aire acondicionado central requieren más que el cálculo de la carga de enfriamiento en el espacio a ser condicionado.

El tipo de sistema de acondicionamiento de aire, energía de ventilación, ubicación del ventilador, pérdida de calor en los ductos y ganancia, filtración en los ductos, sistemas de iluminación, extracción de calor y el tipo de sistema de retorno del aire, todos afectan la carga del sistema y el tamaño de los componentes.

2.5 MÉTODOS DE CÁLCULO

La ASHRAE (Sociedad Americana de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado) reconoce la vigencia de tres métodos de cálculo de cargas térmicas para seleccionar la capacidad de los equipos de aire acondicionado. Los cuales se nombran a continuación:

2.5.1 Método función de transferencia (TFM)

Uno de los procedimientos mayormente utilizado es el método de función de transferencia (TFM). Una versión simplificada de este método con aplicaciones para diferentes tipos de construcción fue publicado en el manual de fundamentos ASHRAE de 1977.

Este método tiene como fundamento el estimar las cargas de enfriamiento hora por hora, predecir las condiciones del espacio para varios sistemas, establecer programas de control y programas de operación.

El método de función de transferencia (TFM) es aplicado para el cálculo de flujo unidimensional de transferencia de calor en paredes y techos soleados. Los resultados debido a las variaciones de construcción se consideran insignificantes, si se toman en cuenta la carga de los componentes normalmente dominantes. La ASHRAE (1988) generó factores de decremento efectivos de calor y periodos de retraso de tiempo para 41 diferentes tipos de pared y 42 tipos de techo, que son presentados para utilizarse como coeficientes de función de transferencia.

2.5.2 Método de cálculo de cargas por diferencia de temperatura y factores de carga de enfriamiento (CLTD/CLF)

Es el método que debe ser aplicado al considerarse como la primera alternativa de procedimiento de cálculo manual.

El método de temperatura diferencial para carga de enfriamiento es simplificado, por utilizar un factor “U” para calcular la carga de enfriamiento para techos y paredes, presentando resultados equivalentes. Así, la ecuación básica para carga de enfriamiento en superficies exteriores es:

$$Q = U \times A \text{ (CLTD).}$$

El método de cálculo de carga por temperatura diferencial se basa en la suposición de que el flujo de calor a través de un techo o pared puede ser obtenido por multiplicar la temperatura diferencial (exterior-interior) por los valores tabulados “U” de techos y paredes, respectivamente.

2.5.3 Método diferencia de temperatura total equivalente (TETD)

La primera presentación de este método se hizo en el manual de fundamentos ASHRAE de 1967, este procedimiento es recomendado para usuarios experimentados.

Este método, Diferencia de Temperatura Total Equivalente (TETD), la técnica del factor de respuesta fue usado en varias muestras representativas de paredes y techos, y los datos obtenidos se derivaron para calcular los valores de TETD en función de la temperatura sol – aire y manteniendo la temperatura en el ambiente. Varios componentes que ganan calor del espacio, son calculados usando valores asociados al TETD, y los resultados son agregados al calor interno ganado por los elementos para conseguir una tasa total instantánea de calor ganado en el espacio. Esta ganancia es convertida en carga de enfriamiento por la técnica de tiempo – promedio (TA) que es la técnica de promediar las porciones radiantes de un

período apropiado de horas seguidas. Esta técnica proporciona medios racionales para distribuir cuantitativamente el fenómeno del almacenamiento térmico, pero es mejor resolverlo por computador debido a su complejidad.

2.5.4 Selección del método de diseño

El método CLTD/SCL/CLF se obtiene las cargas de enfriamiento en un solo paso a diferencia de los otros dos métodos. En los que primero se calcula el calor instantáneo ganado para luego, con otro procedimiento las cargas de enfriamiento.

El método CLTD/SCL/CLF es usado para cálculos manuales debido a la existencia de valores tabulados, si se los compara con el método de diferencia de temperatura total equivalente (TETD) que por su complejidad se necesita de programas de computación. Todos CLTD, SCLS y CLF incluyen los efectos de:

- Tiempo de retraso en el calor ganado por conducción a través de superficies exteriores opacas.
- Tiempo de retraso por almacenamiento térmico y convertir el calor ganado por convección a carga de enfriamiento.

2.6 ESTUDIO PSICOMÉTRICO DEL AIRE

El aire que envuelve a la tierra conocida como atmósfera, es una mezcla de gases incolora, inodora e insabora.

El aire atmosférico, por tanto es una mezcla de oxígeno, nitrógeno, bióxido de carbono, hidrógeno, vapor de agua, y un porcentaje muy pequeño de gases raros como argón, neón, ozono, etc. En la Tabla 2.1, se muestran los porcentajes

de estos gases, tanto en peso, como en volumen, para el aire seco (sin vapor de agua).

Tabla 2.1: Gases que componen el aire en la atmósfera

Nombre	Símbolo Químico	AIRE SECO	
		% en Peso	% en Volumen
Nitrógeno	N ₂	75.47	78.03
Oxígeno	O ₂	23.19	20.99
Bióxido de carbono	CO ₂	0.04	0.03
Hidrógeno	H ₂	0.00	0.01
Gases raros	----	1.30	0.94

En áreas congestionadas o industriales, también puede haber gases conteniendo azufre, carbono, plomo y ciertos ácidos.

2.6.1 Confort térmico

Un tema de mucho interés de la industria HVAC (Calefacción, Ventilación y Aire Acondicionado) es el confort. La experiencia ha demostrado que un solo conjunto de condiciones ambientales no puede proporcionar pleno confort a toda la gente presente en un recinto, el confort implica el control de la temperatura, la humedad, el movimiento de aire y de las fuentes radiantes que interactúan con los ocupantes de dicho espacio. Los olores desagradables, el polvo, el ruido y la vibración son factores adicionales que pueden hacer que los ocupantes del mismo se sientan incómodos. Un sistema de HVAC bien diseñado puede mantener estas variables dentro de los límites especificados por el cliente, por los reglamentos de construcción y por un criterio de ingeniería adecuado.

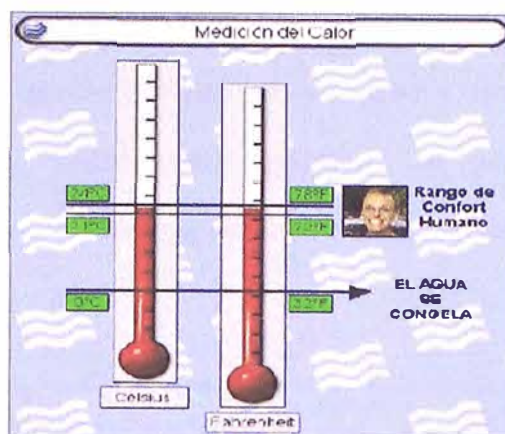


Fig. 2.7: Rango de confort humano

Los parámetros que afectan el confort son los siguientes:

- Condiciones fisiológicas:

La actividad física.

La vestimenta.

La temperatura del cuerpo.

La energía metabólica.

- Condiciones ambientales:

La temperatura de bulbo seco del aire circundante.

La humedad del aire circundante.

La velocidad relativa del aire circundante.

La temperatura de toda superficie que incida directamente sobre cualquier parte del cuerpo y que de esta manera pueden intercambiar radiación.

2.6.2 La carta de confort

La Asociación Americana de Ingenieros en Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado (ASHRAE), por sus siglas en inglés, ha

graficado un carta psicrométrica el rango aceptable de temperatura y humedad basado en los niveles de actividad y vestimenta en un ambiente típico de oficina. Estos datos permiten al diseñador seleccionar las condiciones de operación que deberían alcanzar con la regla de confort del 80/20.

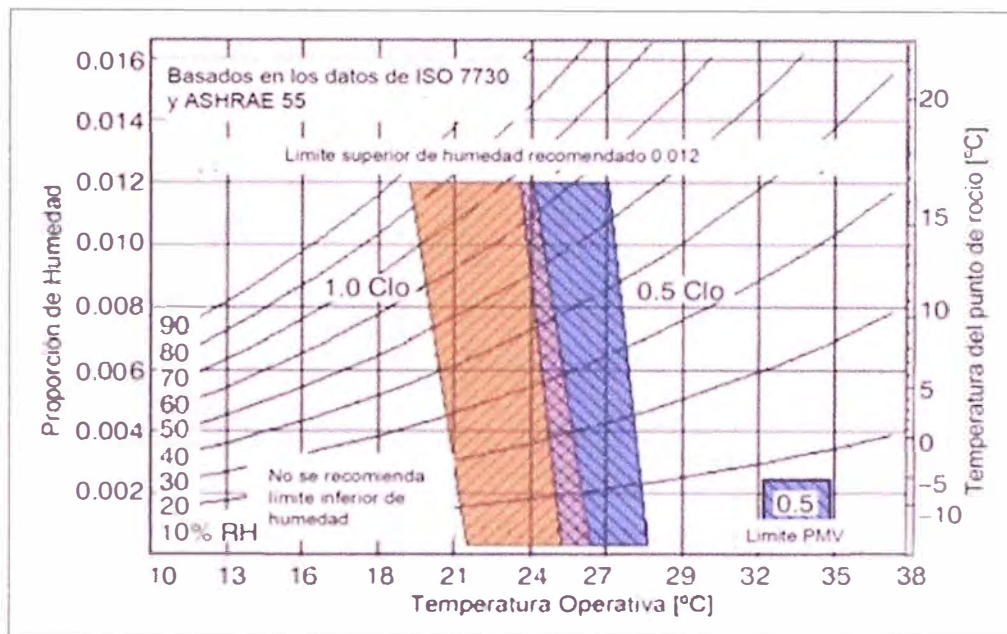


Fig. 2.8: Gráfica de confort según ASHRAE

En resumen esta carta nos indica.

- No se debe exceder el 60% de H.R.(Humedad relativa).
- El límite bajo de H.R. no es requerido pero afecta el confort.
- Los códigos de energía requieren 2° C de diferencia entre los puntos de ajuste (set-point) de enfriamiento y calefacción.

2.6.3 La carta psicrométrica

Una carta psicrométrica es la representación gráfica de las propiedades termodinámicas del aire húmedo, es decir la mezcla de aire

más vapor de agua. Con ella se puede analizar gráficamente las propiedades esenciales del aire para la solución de diferentes problemas termodinámicos.

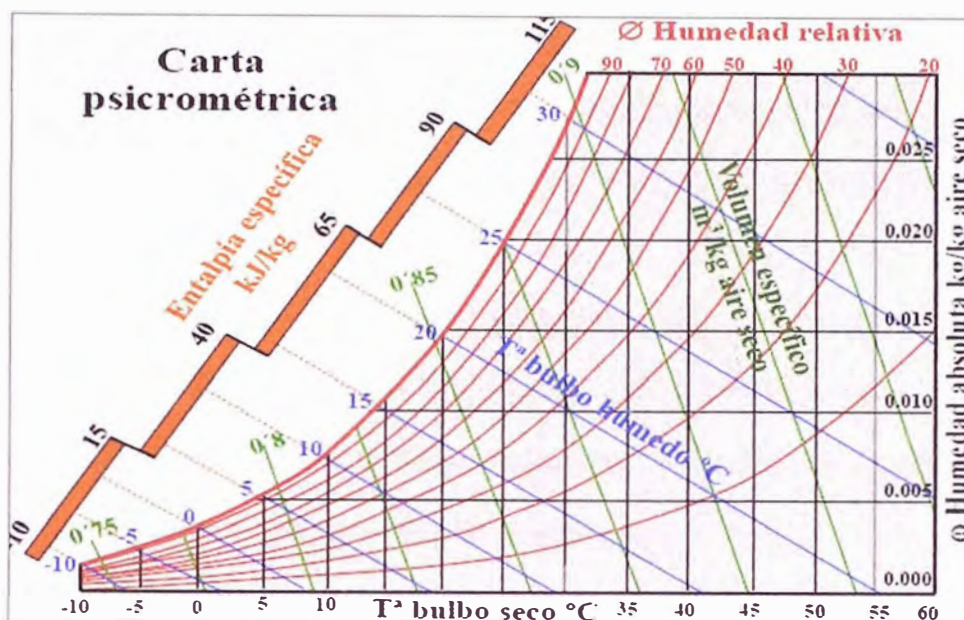


Fig. 2.9: Carta psicrométrica

2.6.4 Propiedades del aire

Las propiedades físicas del aire atmosférico se definen como sigue:

- Temperatura de bulbo seco (BS): Es la temperatura del aire, tal como la indica un termómetro cuyo bulbo se encuentra seco.
- Temperatura de bulbo húmedo (BH): Es la temperatura que indica un termómetro cuyo bulbo está envuelto en una mecha empapada en agua, en el seno de aire en rápido movimiento.
- Temperatura del punto de rocío (PR): Es la temperatura a la cual el vapor de agua en el aire se comienza a condensar si se enfría el aire a presión constante.

- Relación de humedad (W): También se le llama humedad específica. Es el peso de vapor de agua por libra de aire seco, expresado en lb/lb de aire seco, o en granos de agua por libra de aire seco.
- Humedad relativa (HR): Es la relación de la presión real de vapor de agua en el aire con la presión de vapor de agua si el aire estuviera saturado a la misma temperatura de bulbo seco. Se expresa en por ciento.
- Volumen específico (v): Es el volumen de aire por unidad de peso de aire seco. Se expresa en este libro en pie^3/lb de aire seco.
- Entalpía específica (h): Es el contenido de calor del aire, por unidad de peso. Se expresa en Btu/lb de aire seco.

Nótese que las propiedades específicas, que son las que se basan en la unidad de peso, se refieren siempre a una unidad de peso de aire seco, aunque el aire casi nunca está seco. Sin embargo, es una convención que se emplea generalmente.

Con frecuencia se usa la unidad grano de peso para tener números más apropiados cuando se expresan las humedades, 7000 granos = 1 lb.

La entalpía específica del aire es la entalpía del aire seco más la de su contenido de vapor de agua, calculadas sobre una temperatura arbitraria de referencia en la cual la entalpía tiene un valor de cero. En la mayor parte de los datos que se emplean en acondicionamiento de aire el punto arbitrario del valor cero es 0°F para la parte seca del aire, y 32°F para la parte de vapor de agua del mismo.

Se usa el término aire saturado para describir el caso en el cual el aire contiene la cantidad máxima de vapor de agua posible. Cuando la cantidad de vapor de agua es menor que la máxima posible, se dice que el aire está no saturado. La cantidad máxima de vapor de agua que puede contener el aire depende de la temperatura.

- Calor sensible: Es la cantidad de calor seco, expresado en BTU por libra de aire, se refleja por la temperatura de bulbo seco.
- Calor latente: Es el calor requerido para evaporar la humedad que contiene una cantidad específica de aire. Esta evaporación ocurre a la temperatura de bulbo húmedo, se expresa en Btu/lb de aire.
- Calor total (entalpía): Es el contenido de calor total de la mezcla de aire y vapor de agua, es decir la suma de calor sensible y calor latente expresado en Btu/lb de aire.
- Zona de confort

En la Fig. 2.8 se muestra la zona de confort para actividades desarrolladas dentro de edificios. Esta zona está establecida por el estándar 55-1981 de ANSI/ASHRAE a partir de estudios sobre los efectos de temperatura, humedad, movimiento del aire, movimiento de las personas y las prendas de vestir.

ANSI: American National Standards Institute.

ASHRAE: American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers.

La zona sombreada se llama zona de confort y señala las combinaciones para cuando al menos el 80% de los ocupantes opinarían que el medio ambiente es confortable, esta zona de confort es propia para el verano y actividades de ocupantes sedentarios.

CAPÍTULO III

CÁLCULO Y DISEÑO DEL SISTEMA

3.1 ESTUDIO DEL EDIFICIO

El edificio a construirse será la nueva facultad de odontología de la Universidad San Martín de Porres a ubicarse en el distrito de La Molina.

3.1.1 Ubicación

El edificio proyectado se ubicará entre la Av. Javier Prado Este y la calle Paris – La Molina.

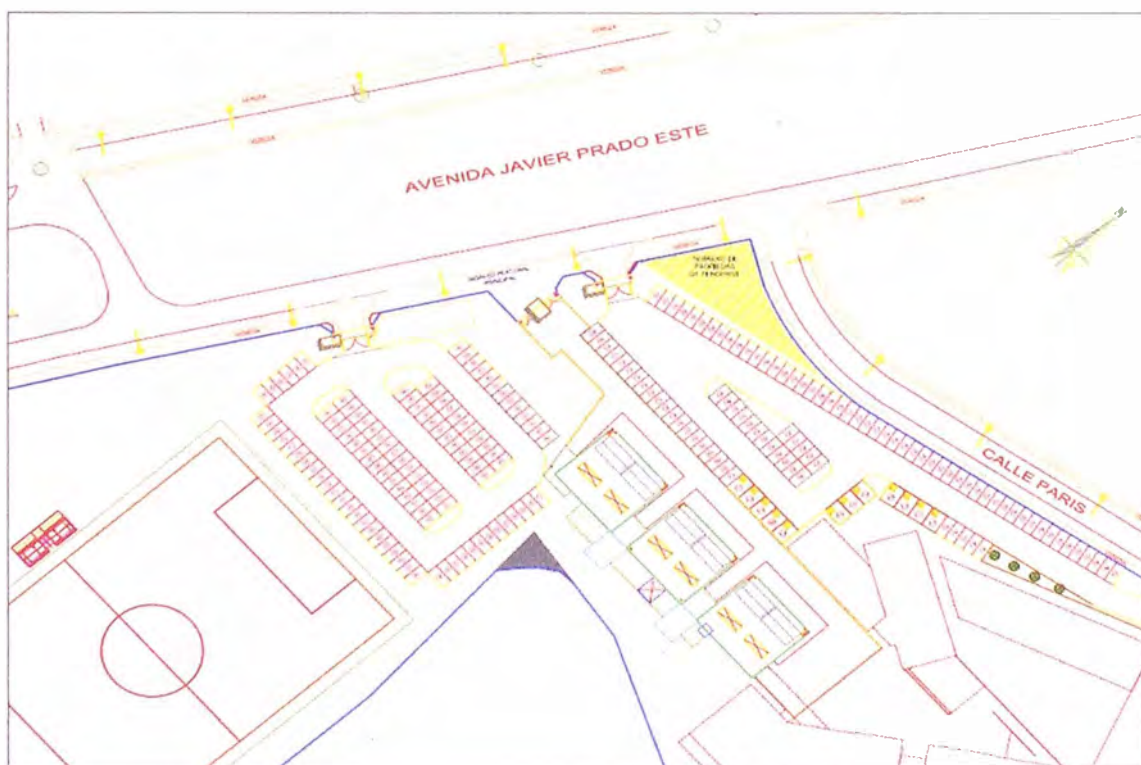


Fig. 3.1: Ubicación de la facultad de odontología de la U.S.M.P.

3.1.2 Descripción de la estructura interior

El edificio cuenta con tres niveles y se divide en los siguientes ambientes:

- Sala de uso múltiple (Sum).
- Aulas.
- Oficinas.
- Sala de reuniones.
- Aulas de usos múltiples.
- Racks.
- Servicios higiénicos.

La sala de usos múltiples se ubica en el primer piso, las aulas en el segundo y tercer piso, las oficinas en los tres pisos, la sala de reuniones en el primer piso, el aula de usos múltiples en el tercer piso, los racks y servicios higiénicos en cada piso.

3.1.3 Características constructivas del edificio

A continuación se muestran los valores de los coeficientes globales de transmisión de calor de las paredes, techos y vidrios utilizados en la construcción del edificio así como también el factor de sombra del vidrio.

Dichos valores vienen a ser las características constructivas del edificio y son los que van a intervenir en el cálculo térmico.

Los valores indicados en la Tabla 3.1, son los utilizados en diversas empresas proyectistas de nuestro medio.

Tabla 3.1: Características constructivas del edificio

Coeficiente de conducción de paredes exteriores	0.35 Btu/h. °F. pie ²
Coeficiente de conducción de paredes interiores	0.35 Btu/h. °F. pie ²
Coeficiente de conducción del techo	0.35 Btu/h. °F. pie ²
Coeficiente de conducción del vidrio	1.00 Btu/h. °F. pie ²
Factor de sombra del vidrio	0.7

3.2 ESTUDIO TEÓRICO SOBRE EL CÁLCULO DE CARGAS TÉRMICAS

El cálculo de cargas es el primer paso a llevar a cabo para realizar el diseño de una instalación térmica.

Este pretende determinar de la manera más precisa posible la potencia frigorífica necesaria para cubrir la demanda de la instalación. Para ello es necesario efectuar un balance de pérdidas y ganancias de calor, tanto sensibles, que son aquellas que únicamente afectan a la temperatura, como latentes, que son las que modifican la cantidad de vapor de agua presente en el ambiente.

A continuación se exponen los factores más relevantes a tener en cuenta a la hora de realizar el cálculo de la carga térmica en instalaciones de climatización.

3.2.1 Condiciones de diseño

En primer lugar, es necesario conocer las condiciones que debe satisfacer el sistema que se trata de diseñar.

La carga térmica está condicionada por el propósito de la instalación, su localización y las características de los cerramientos del ambiente que se pretende controlar.

Estas condiciones térmicas se especifican como condiciones interiores y exteriores de diseño, y vienen definidas en los reglamentos que apliquen a cada instalación.

Por ejemplo, en España se tiene el reglamento de instalaciones térmicas en edificios (RITE), que aplica a los edificios destinados a atender la demanda de bienestar térmico e higiene a través de las instalaciones de climatización.

Otra importante fuente de información es la proporcionada por la ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers), que contiene datos meteorológicos de diferentes lugares del mundo y una serie de pautas para el cálculo de cargas térmicas.

En nuestro medio tenemos el R.N.E. (Reglamento Nacional de Edificación) que fija disposiciones para instalaciones de ventilación (EM.030), instalaciones de climatización (EM.050) y requisitos de seguridad (A.130), haciendo siempre referencia a otras normas y estándares por lo general de origen americano. Ver Anexo 1.

3.2.1.1 Condiciones interiores de cálculo

El ambiente térmico se define como “aquellas características que condicionan los intercambios térmicos del cuerpo humano con el ambiente, en función de la actividad de la persona y del aislamiento térmico de su vestimenta, y que afectan a la sensación de bienestar”.

Las variables que debe mantenerse controladas en una instalación son por lo tanto:

- Temperatura de bulbo seco.
- Humedad relativa.

- Calidad de aire interior, mediante una adecuada renovación de aire.
- Nivel de ruido.
- Velocidad del aire.

Las condiciones interiores de diseño se fijan en función de la actividad metabólica de las personas y su grado de vestimenta, y también pueden fijarse con el fin de garantizar el buen funcionamiento de equipos existentes en el interior de las salas a acondicionar.

A continuación se muestra una tabla con los límites entre los que suelen estar comprendidos algunos de los valores fijados como condiciones interiores de diseño.

Tabla 3.2: Condiciones interiores de diseño generales

Estación	Temperatura (°C)	Velocidad Media del Aire (m/s)	Humedad Relativa (%)
Verano	23 - 26	0.18 – 0.24	40 - 60

Condiciones de temperatura y humedad interior

Las condiciones de temperatura y humedad interior para el cálculo del sistema de climatización se han fijado de acuerdo con los criterios establecidos por la norma ASHRAE y son las siguientes:

Tabla 3.3: Condiciones interiores de proyecto

Temperatura de Bulbo Seco	Humedad Relativa
72°F (22.2°C)	50%-55%

Calidad del aire interior

El sistema de ventilación aporta el suficiente caudal de aire exterior para evitar las elevadas concentraciones de contaminantes. Según los niveles permitidos se determinan diferentes niveles de calidad de aire.

La calidad de aire está en función del uso del edificio. La asociación ASHRAE (American Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineers) publica la norma de calidad del aire interior ANSI/ASHRAE 62.1 2013 “Ventilación para un aceptable calidad del aire interior” en donde se fija las tasas mínimas de ventilación. Ver Anexo 2.

Para el presente informe se seguirán lo indicado en la Tabla 3.4, los cuales superan las tasas mínimas recomendadas de ventilación.

Tabla 3.4: Tasas mínimas de ventilación de proyecto

Aulas de Clase	12 cfm/persona (20.4 m ³ /h.persona)
Oficinas	20 cfm/persona (34.0 m ³ /h.persona)

Niveles de ruidos y vibraciones

El confort acústico está definido como “estado de satisfacción o de bienestar físico y mental del ser humano en su percepción auditiva, en un momento dado y en un ambiente específico”. Un ambiente es considerado acústicamente satisfactorio cuando el espacio presenta unos sonidos de carácter y magnitud compatibles con el uso y las actividades que tienen lugar en él.

Los ruidos y vibraciones generadas por los componentes de las instalaciones térmicas pueden afectar el bienestar y confort de los usuarios del edificio para el diseño de las instalaciones se tiene en cuenta que en las zonas de normal ocupación los niveles sonoros no sean superiores a los valores máximos permitidos.

Según la Tabla 3.5 los valores admisibles para un edificio de Oficinas y Aulas de Clase, el valor máximo permitido es 45 dBA.

Tabla 3.5: Niveles de sonido aceptables para diversas actividades

TIPO DE APLICACIÓN	CURVAS NC		DECIBELES DB	
Auditorios para concierto.	20	30	25	35
Teatros y cines.	30	40	35	45
Estudios de grabación.	20	30	25	35
Salas de conferencias y juntas.	25	35	30	40
Bancos.	35	50	40	55
Salas de cómputo.	40	60	50	65
Casas y departamento.	30	40	35	45
Bibliotecas.	20	30	25	35
Salones de clases.	30	40	35	45
Laboratorios.	35	45	40	50
Arenas, boliches, gimnasios, albercas.	35	45	40	50
Hospitales.	25	35	30	40
Hoteles.	30	40	35	45
Industrias.	55	70	60	80
Oficinas.	30	40	35	45
Restaurantes.	35	50	40	55
Tiendas departamentales (Supermercados).	40	50	45	65

Para mantener los niveles de vibración por debajo de un nivel aceptable, los equipos y conductos deben aislarse de los elementos estructurales del edificio según recomendaciones establecidas.

3.2.1.2 Condiciones exteriores de cálculo

Las condiciones climáticas exteriores del proyecto pueden ser obtenidas de los datos meteorológicos de diferentes lugares del mundo

proporcionado por la ASHRAE, de la estación de servicio meteorológico local o del centro climático nacional. Para efectos de cálculo se ha considerado lo indicado en la Tabla 3.6.

Tabla 3.6: Condiciones exteriores de proyecto

ESTACIÓN	TEMPERATURA		HUMEDAD RELATIVA
	Bulbo seco	Bulbo húmedo	
Verano	86°F (30°C)	75°F (23.9°C)	60.4%

3.2.2 Cargas de climatización

La carga térmica, también nombrada carga de enfriamiento, es la cantidad de energía que se requiere vencer en un área, para establecer determinadas condiciones de temperatura y humedad.

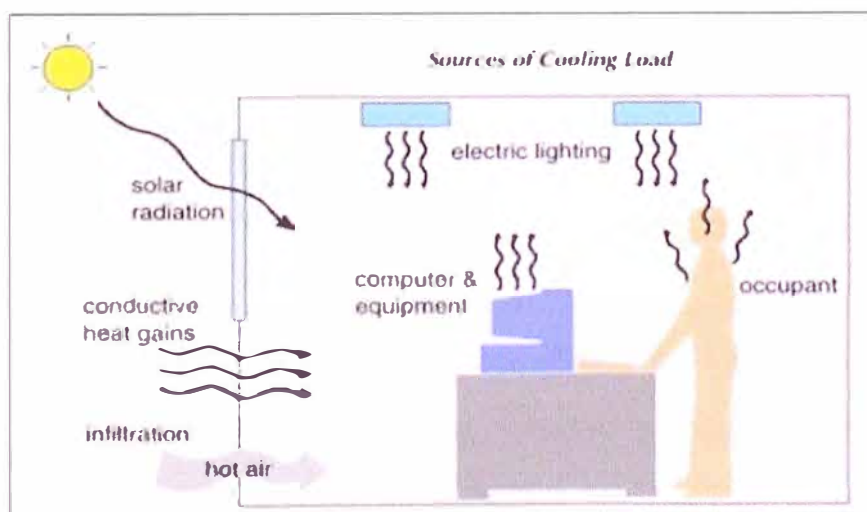


Fig. 3.2: Componentes de la ganancia de calor en un ambiente

En esencia es la cantidad de energía en forma de calor que se retira de un espacio definido, para así lograr el confort humano.

Los componentes que contribuyen a la ganancia de calor en un ambiente determinado, podemos dividirlos en cargas exteriores e interiores, dependiendo de su procedencia, esto lo podemos apreciar en la Fig. 3.2.

Conviene agrupar en dos partes esas ganancias de calor: las que procede de fuentes externas al ambiente, y las que se generan internamente.

➤ **Cargas exteriores**

- Cargas a través de paredes, pisos y techos (cargas por transmisión).
- Cargas a través de superficies acristaladas.
- Cargas debida a la ventilación.
- Cargas por infiltraciones.

➤ **Cargas interiores**

- Cargas por personas.
- Cargas por luces.
- Cargas por equipos.
- Otras consideraciones.

La ganancia de calor que se obtiene en el recinto de parte de las personas tanto sensible como latente, depende de la actividad que están realizando en ese momento y esto lo podemos apreciar en la Tabla 3.7.

Tabla 3.7: Tasas de ganancia de calor debida a los ocupantes de la sala

Degree of Activity	Location	Total Heat, Btu/h		Sensible Heat, Btu/h	Latent Heat, Btu/h	% Sensible Heat that is Radiant ^b	
		Adult Male	Adjusted, M/F ^a			Low V ^c	High V ^c
Seated at theater	Theater, matinee	390	330	225	105		
Seated at theater, night	Theater, night	390	350	245	105	60	27
Seated, very light work	Offices, hotels, apartments	450	400	245	155		
Moderately active office work	Offices, hotels, apartments	475	450	250	200		
Standing, light work; walking	Department store; retail store	550	450	250	200	58	38
Walking, standing	Drug store, bank	550	500	250	250		
Sedentary work	Restaurant ^d	490	550	275	275		
Light bench work	Factory	800	750	275	475		
Moderate dancing	Dance hall	900	850	305	545	49	35
Walking 3 mph; light machine work	Factory	1000	1000	375	625		
Bowling ^d	Bowling alley	1500	1450	580	870		
Heavy work	Factory	1500	1450	580	870	54	19
Heavy machine work; lifting	Factory	1600	1600	635	965		
Athletics	Gymnasium	2000	1800	710	1090		

Notes:
1. Tabulated values are based on 75°F room dry-bulb temperature. For 80°F room dry bulb, total heat remains the same, but sensible heat values should be decreased by approximately 20%, and latent heat values increased accordingly.
2. Also see Table 4, Chapter 9, for additional rates of metabolic heat generation.
3. All values are rounded to nearest 5 Btu/h.
4. Adjusted heat gain is based on normal percentage of men, women, and children for the application listed, and assumes that gain from an adult female is 85% of that for an adult male, and gain from a child is 75% of that for an adult male.
5. Values approximated from data in Table 6, Chapter 9, where V is air velocity with limits shown in that table.
6. Adjusted heat gain includes 60 Btu/h for fossil per individual (30 Btu/h sensible and 30 Btu/h latent).
7. Figure one person per alley actually bowling, and all others as sitting (400 Btu/h) or standing or walking slowly (350 Btu/h).

3.3 CÁLCULO DE LA CARGA TÉRMICA

La carga térmica es la potencia que el edificio necesita para conseguir el nivel de bienestar requerido. Este valor se calcula considerando todos los flujos de entrada, de salida y de generación de energía térmica durante su funcionamiento.

Para el diseño de la instalación de climatización, se toman los valores de carga térmica en las condiciones más desfavorables de verano. Estas condiciones corresponden a la hora del día con una radiación solar más desfavorable en el mes más desfavorable. Debido a que dichas condiciones no coinciden para distintos puntos del mismo edificio, es necesario hacer una zonificación. El criterio seguido a la hora de zonificar consiste en dividir los ambientes de manera que cada fachada ocupe un área independiente de cálculo. De esta forma se consigue que cada punto de una misma zona, tenga las mismas condiciones extremas de cálculo.

3.3.1 Definición de espacios y zonas a climatizar

De acuerdo a la configuración arquitectónica del edificio y en función de los requisitos de temperatura interior establecidos en el punto 3.2.1.1 se determinan a continuación los espacios a acondicionar. Ver Tabla 3.8.

Tabla 3.8: Definición de espacios a climatizar

Zonas a climatizar	Dimensiones				
	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Área (m ²)	Volumen (m ³)
SUM 101 (Sala de uso múltiple)	7.70	10.15	3.15	179.65	565.91
SUM 102 (Sala de uso múltiple)	17.70	10.15	3.15	179.65	565.91
SUM 103 (Sala de uso múltiple)	17.70	10.15	3.15	179.65	562.91
Oficina 1	4.70	3.35	3.15	15.75	49.60
Sala de reuniones 1	2.95	5.70	3.15	16.82	52.97
Oficina de coordinación	10.30	5.70	3.15	58.71	184.94
Oficina de psicología	4.30	5.70	3.15	24.51	77.21
Rack - 1	2.00	3.45	3.15	6.90	21.74
Aula 201	8.50	11.30	3.15	96.05	302.56
Aula 202	8.50	11.30	3.15	96.05	302.56
Aula 203	8.50	11.30	3.15	96.05	302.56
Aula 204	8.50	11.30	3.15	96.05	302.56
Aula 205	8.50	11.30	3.15	96.05	302.56
Aula 206	8.50	11.30	3.15	96.05	302.56
Sala de computo	4.60	3.35	3.15	15.41	48.54
Aula de usos múltiples 1	8.90	5.70	3.15	50.73	159.80
Oficina de psicopedagogía 1	4.30	5.70	3.15	24.51	77.21
Rack - 2	2.00	3.45	3.15	6.90	21.67
Aula 301	8.50	9.25	3.15	78.63	247.67
Aula 302	8.50	9.25	3.15	78.63	247.67
Aula 303	8.50	9.25	3.15	78.63	247.67
Aula 304	8.50	9.25	3.15	78.63	247.67
Aula 305	8.50	9.25	3.15	78.63	247.67
Aula 306	8.50	9.25	3.15	78.63	247.67
Oficina 2	4.70	3.35	3.15	15.75	49.60
Aula de usos múltiples 2	8.90	5.70	3.15	50.73	159.80
Oficina de psicopedagogía 2	4.30	5.70	3.15	24.51	77.21
Rack - 3	2.00	3.45	3.15	6.90	21.74

Para determinar la capacidad de enfriamiento que se requiere en el edificio, se empleará un programa de cálculo, el cual, hallará el momento de máxima carga indicándonos cuando se producirá aquello.

Este programa utiliza una interfaz gráfica basada en Windows que resulta fácil de comprender y utilizarlo. A continuación describiremos en que consiste el programa, cuáles son sus bondades y como se ingresan los datos mediante ventanas de diálogo del software.

3.3.2 Descripción del programa CHVAC – Elite software

Para el cálculo de todas las cargas se recurrió al uso de un Software especializado CHVAC – Elite Software. El software permite determinar en forma precisa las cargas máximas de enfriamiento y el resumen Carga Térmica del Edificio considerando la simultaneidad de todas las cargas.

Este programa utiliza los procedimientos de cálculo según ASHRAE. Las cargas de enfriamiento son calculadas mediante el método Cooling Load temperatura difference (CLTD). Dicho programa busca de forma automática todas las cargas de enfriamiento y los factores de corrección necesarios para procesar las cargas, para lo cual se le suministrará los datos climáticos de Lima. Los cálculos desarrollados por el software se detallan en el Anexo 3.

A continuación se muestran las ventanas de diálogo del software que fueron empleados en el presente trabajo:

➤ 1ro. General Project Data

En esta ventana de diálogo se ingresan los datos generales del proyecto:

- Nombre del proyecto.
- Ciudad de cálculo.
- Sistema de unidades a utilizar.
- Calor sensible y calor latente de las personas.
- Ratios de iluminación y de equipamiento.
- Horas de operación del edificio.
- Nombre de la compañía que realiza el cálculo.
- Altura de paredes y espacio disponible del falso cielo raso si lo tiene.

Project | Client | Company | Design | More Design |

Project Title: FACULTAD DE ODONTOLOGIA DE LA USMP

Address:

City, State, ZIP:

Designed By:

Date: Domingo, 15 de Marzo del 2014

Unit Deliv. Date:

Units: English(IP)

Comment:

Include this comment on reports.

Exploring - D: - General Project Data

Fig. 3.3: Ingreso de datos generales del proyecto

➤ Operating Load Profiles

En esta ventana de diálogo se ingresan los perfiles de operación de carga:

- Horas de funcionamiento por cada ambiente a calcular, en este caso se puede tener varios perfiles para cada ambiente.
- El programa da la posibilidad de tener 10 perfiles diferentes con una duración de 24 horas cada una.
- Para el cálculo se ha considerado un perfil de funcionamiento de 8 a.m. hasta las 10 p.m.

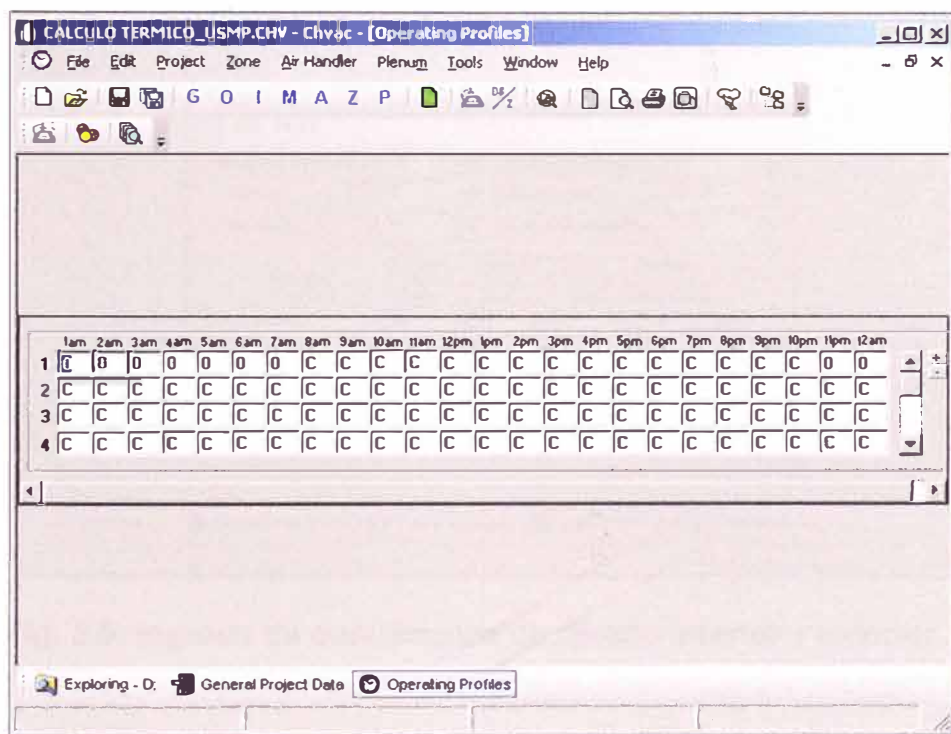


Fig. 3.4: Creación de perfil de operación de carga

➤ Indoor/Outdoor Desing Conditions

En esta ventana de diálogo se ingresan las condiciones ambientales de diseño para el proyecto (condiciones interiores y exteriores):

- Se tiene que ingresar el nombre de la ciudad a fin de que el programa cargue las condiciones ambientales.

- Se debe seleccionar los meses más calurosos según la estación de verano.
- Se ingresa las condiciones interiores (temperatura y humedad) requerida para el proyecto.

Design Month	Outdoor Dry Bulb	Outdoor Wet Bulb	Indoor Dry Bulb	Indoor Relative Humidity
1 January	86	75	72	50
2 February	86	75	72	50
3 March	86	75	72	50
4 (None)	0	0	0	0
Winter:	85		72	

Fig. 3.5: Ingreso de condiciones de diseño interior y exterior

➤ Master Data

En esta ventana de diálogo se ingresan los datos maestros para hallar la ganancia de calor a través de las paredes, techos, ventanas y particiones.

- Se tiene que ingresar los coeficientes de conducción térmica de las paredes, techos, ventanas y particiones.
- Se tiene que ingresar el coeficiente de sombra de las ventanas, indicar el color de las paredes y el tipo de vidrio a utilizar.

- Para cada caso se puede considerar hasta 20 diferentes tipos de paredes, techos y particiones.
- Solo para las ventanas se puede considerar hasta 50 diferentes tipos.

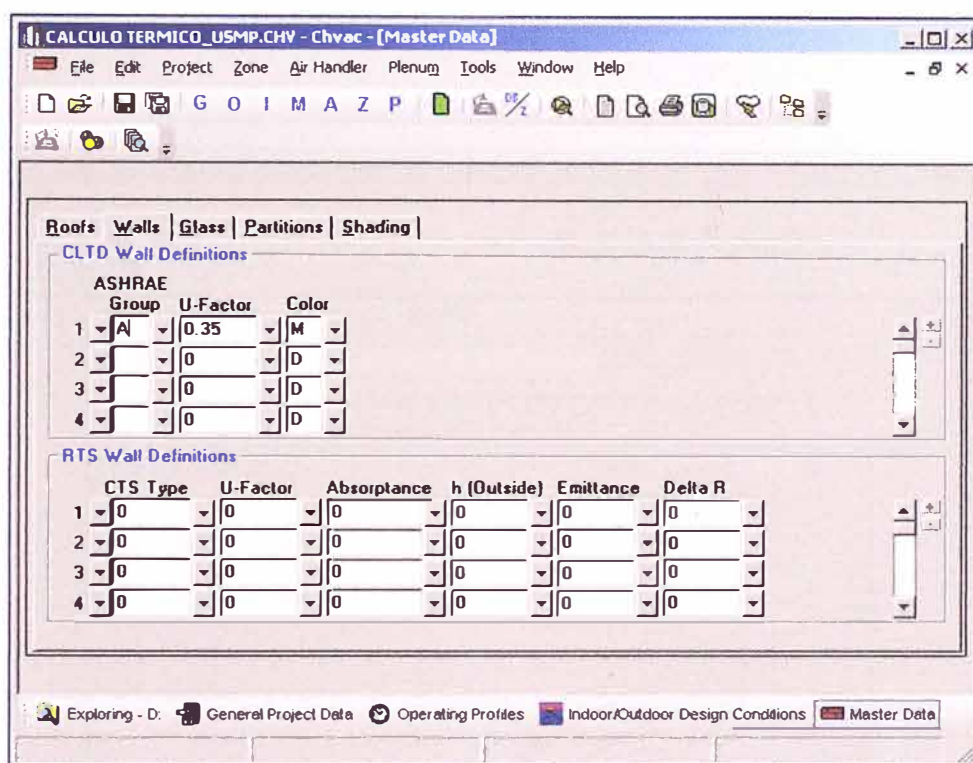


Fig. 3.6: Ingreso de coeficientes de conducción térmica

➤ Air Handler Data

En esta ventana de diálogo se ingresan los datos para el tratamiento de aire de la manejadora.

Podemos considerar hasta 100 manejadoras.

- Se tiene que ingresar dentro del menú principal la temperatura del aire a la salida del serpentín de enfriamiento, en nuestro caso se ha considerado 55°F (12.78°C).

- Se tiene que ingresar dentro del menú general, el perfil de cálculo tanto para personas, iluminación y equipamiento, los factores de seguridad y la diferencia de temperatura del agua en el enfriador (chiler).
- Con el programa podemos variar las condiciones interiores de temperatura y humedad por cada manejadora.

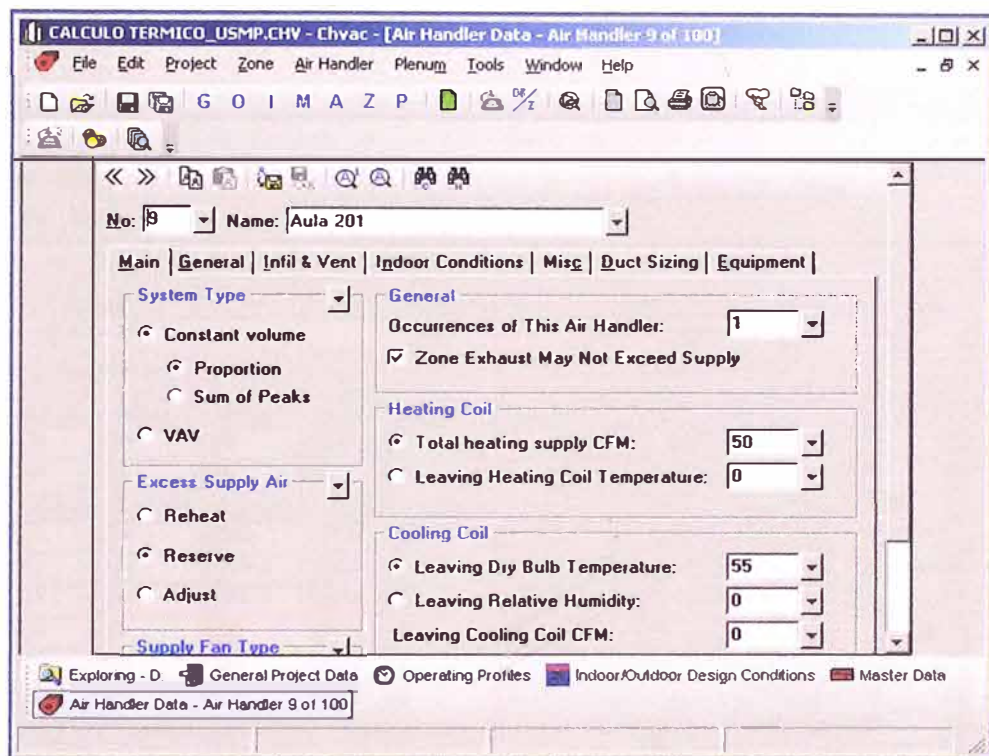


Fig. 3.7: Ingreso de datos de tratamiento de aire para la manejadora

➤ Zone Data

En esta ventana de diálogo se ingresan los datos de las diferentes zonas o ambientes del edificio.

Podemos considerar hasta 100 zonas.

- Se tiene que ingresar las dimensiones de cada ambiente. Las dimensiones de las paredes y ventanas con sus respectivas orientaciones geográficas.
- Se tiene que ingresar la ganancia de calor por parte de los equipos y el número de personas que intervienen en el cálculo térmico.
- Se puede considerar un factor de seguridad independientemente por cada manejadora (calor sensible y latente).

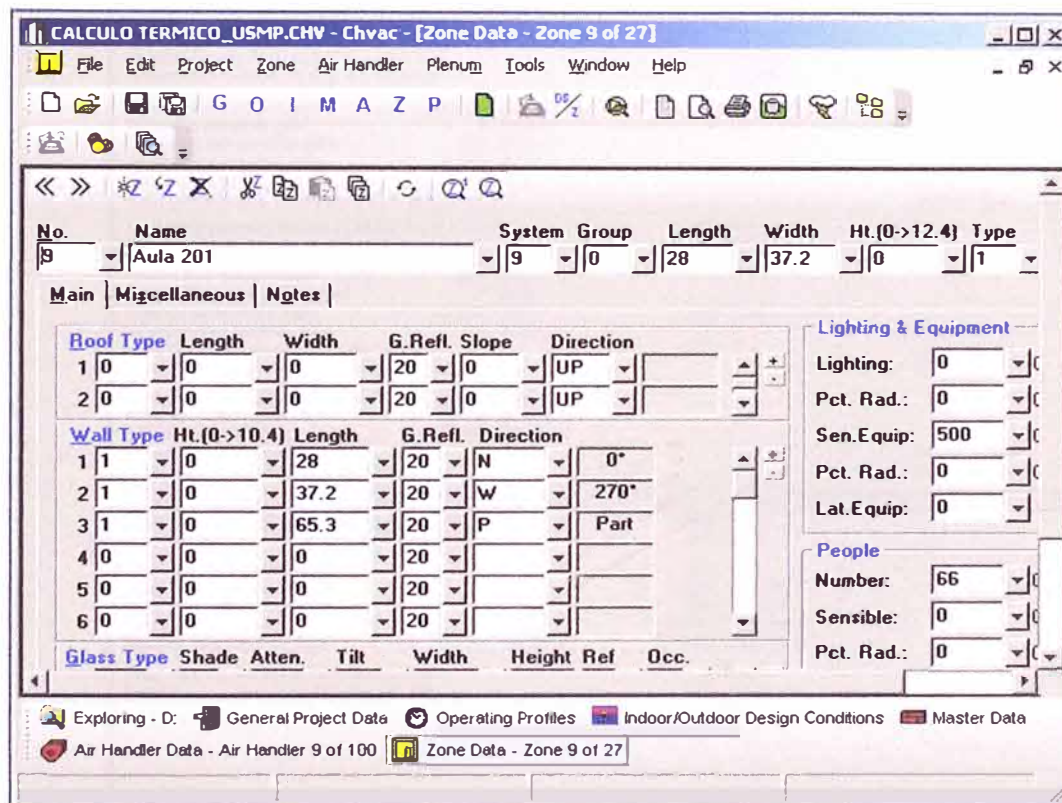


Fig. 3.8: Ingreso de datos de cada ambiente

➤ Total Load Summary

El programa muestra el Resumen de Carga Total de cada manejadora o fan coil que servirá para la selección del equipo.

Muestra la capacidad total y sensible de la manejadora así como también, el caudal de aire de inyección y aire fresco. Ver Fig. 3.9.

Air Handler #9 - Aula 201 - Total Load Summary	
Air Handler Description: Aula 201 Constant Volume - Proportion	
Supply Air Fan:	Draw-Thru with program estimated horsepower of 0.39 HP
Fan Input:	80% motor and fan efficiency with 0.8 in. water across the fan
Sensible Heat Ratio:	0.80 ... This system occurs 1 time(s) in the building. ...
Air System Peak Time: 1pm in March.	
Outdoor Conditions: 85° DB, 75° WB, 115.47 grains	
Summer: Ventilation controls outside air, Winter: Exhaust controls outside air.	
Zone Space sensible loss:	0 Btuh
Infiltration sensible loss:	0 Btuh 0 CFM
Outside Air sensible loss:	0 Btuh 0 CFM
Supply Duct sensible loss:	0 Btuh
Return Duct sensible loss:	0 Btuh
Return Plenum sensible loss:	0 Btuh
Total System sensible loss:	0 Btuh
Heating Supply Air: 0 / (998 X 1.08 X 0) =	0 CFM
Winter Vent Outside Air (0.0% of supply) =	0 CFM
Zone space sensible gain:	42,320 Btuh
Infiltration sensible gain:	0 Btuh
Draw-thru fan sensible gain:	982 Btuh
Supply duct sensible gain:	2,706 Btuh
Reserve sensible gain:	0 Btuh
Total sensible gain on supply side of coil:	46,009 Btuh
Cooling Supply Air: 46,009 / (998 X 1.1 X 17) =	2,464 CFM
Summer Vent Outside Air (32.1% of supply) =	792 CFM
Return duct sensible gain:	677 Btuh
Return plenum sensible gain:	0 Btuh
Outside air sensible gain:	11,308 Btuh 792 CFM
Blow-thru fan sensible gain:	0 Btuh
Total sensible gain on return side of coil:	11,985 Btuh
Total sensible gain on air handling system:	57,994 Btuh
Zone space latent gain:	11,253 Btuh
Infiltration latent gain:	0 Btuh
Outside air latent gain:	24,042 Btuh
Total latent gain on air handling system:	35,295 Btuh
Total system sensible and latent gain:	93,289 Btuh
Check Figures	
Total Air Handler Supply Air (based on a 17° TD):	2,464 CFM
Total Air Handler Vent. Air (32.14% of Supply):	792 CFM
Total Conditioned Air Space:	1,042 Sq.ft
Supply Air Per Unit Area:	2.3657 CFM/Sq.ft
Area Per Cooling Capacity:	134.0 Sq.ft/Ton
Cooling Capacity Per Area:	0.0075 Tons/Sq.ft
Heating Capacity Per Area:	0.00 Btuh/Sq.ft
Total Heating Required With Outside Air:	0 Btuh
Total Cooling Required With Outside Air:	7.77 Tons

Fig. 3.9: Resumen de carga total de la manejadora de aire

➤ Psychrometric Analysis

El programa muestra un reporte del análisis psicrométrico realizado por cada manejadora o fan coil de aire el cual también servirá para la selección del equipo. Ver Fig. 3.10.

Climate - Full Commercial HVAC Load Calculation Program		Bio-Climate Development, Inc.														
pReJVB		FACULTAD DE ODONTOLOGIA DE LA UCRAP														
Hdl		Page 66														
Air System #9 (Aula 201) Psychrometric Analysis																
System Load Analysis	Latent	Grains	Sensible	Temp	CFM											
Leaving Coil Condition		63.600		55.000												
Draw-Thru Fan			982	0.363	53											
Misc Load on Supply Side			0	0.000	0											
Supply Air Duct			2,706	1.000	145											
Zone Loads	11,253	6,728	42,320	15.637	2,267											
Sensible Reserve			0	0.000	0											
Zone Condition	11,253	70,328	46,009	72.000	2,464											
Return Air Duct			677	0.250												
Return Air Plenum			0	0.000												
Misc Load on Return Side			0	0.000												
Vent Air 792 CFM	24,042	14,370	11,308	4.098												
Blow-Thru Fan			0	0.000												
Entering Coil Condition	35,295	84,696	57,994	76.348	2,464											
General Psychrometric Equations Used In Analysis:																
PR	= (Barometric pressure of site / Standard ASHRAE pressure of 29.921)															
TSH	= PR x 1.10 x CFM x (DB entering - DB leaving)															
TLH	= PR x 0.68 x CFM x (Grains entering - Grains leaving)															
GTH	= PR x 4.50 x CFM x (Enthalpy entering - Enthalpy leaving)															
TSH	=	0.998	x	1.10	x	2,464	x	(76.348	-	55.000)	=	57,776	Btuh	
TLH	=	0.998	x	0.68	x	2,464	x	(84.696	-	63.600)	=	35,294	Btuh	
SUM	=													93,070	Btuh	
GTH	=	0.998	x	4.50	x	2,464	x	(31.574	-	23.064)	=	94,219	Btuh	
Total System Load														=	93,289	Btuh
Chilled and Hot Water Flow Rates and Steam Requirement																
Cooling GPM	=	94,219	/	(10.00	x	500)	=	18.8	GPM					
Heating GPM	=	0	/	(0.00	x	500)	=	0.0	GPM					
Steam Req.	=	0	/	970					=	0.0	lb./hr					
Entering Cooling Coil Conditions			Entering Heating Coil Conditions													
Drybulb temperature:	76.35		Drybulb temperature:	75.00												
Wetbulb temperature:	67.09															
Relative humidity:	62.27															
Enthalpy:	31.57	Btu/lbm														
Leaving Cooling Coil Conditions			Leaving Heating Coil Conditions													
Drybulb temperature:	55.00		Drybulb temperature:	75.00												
Wetbulb temperature:	54.78															
Relative humidity:	98.69															
Enthalpy:	23.06	Btu/lbm														

Fig. 3.10: Reporte del análisis psicrométrico de la manejadora de aire

➤ Psychrometric Chart

El programa muestra las propiedades térmicas del aire húmedo representado en la Carta Psicrométrica. Ver Fig. 3.11.

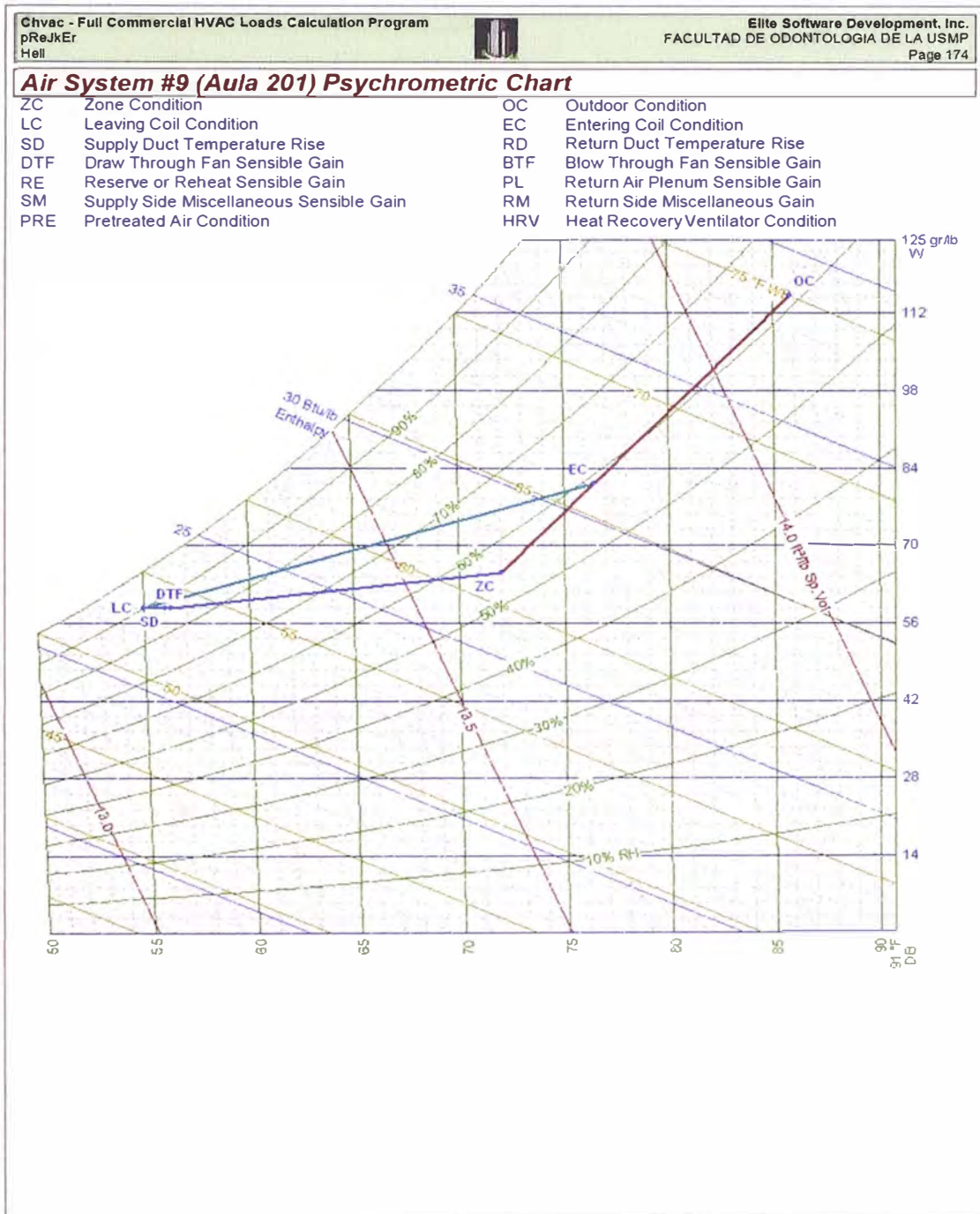


Fig. 3.11: Propiedades del aire húmedo en la carta psicrométrica

➤ Building Summary Load

El programa muestra el Resumen de la Carga Térmica del Edificio considerando la simultaneidad de todas las cargas. Ver Fig. 3.12.

Chvrc - Full Commercial HVAC Loads Calculation Program				Elite Software Development, Inc			
pReuXEr				FACULTAD DE COCNTOLOGIA DE LA USMP			
Hel				Page 2			
Building Summary Loads							
Building peaks in March at 2pm.							
Bldg Load Descriptions	Area Quan	Sen Loss	%Tot Loss	Lat Gain	Sen Gain	Net Gain	%Net Gain
Roof	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Wall	11,835	0	0.00	0	70,522	70,522	3.92
Glass	2,142	0	0.00	0	150,715	150,715	8.37
Floor Slab	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Skin Loads		0	0.00	0	221,237	221,237	12.28
Lighting	47,228	0	0.00	0	198,215	198,215	11.00
Equipment	19,000	0	0.00	0	79,742	79,742	4.43
People	1,098	0	0.00	207,632	330,952	538,514	29.90
Partition	14,377	0	0.00	0	81,893	81,893	3.44
Cool. Pret.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Heat. Pret.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Cool. Vent.	13,332	0	0.00	401,038	205,001	606,039	33.65
Heat. Vent.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Cool. Infil.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Heat. Infil.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Draw-Thru Fan	0	0	0.00	0	21,501	21,501	1.19
Blow-Thru Fan	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Reserve Cap.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Reheat Cap.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Supply Duct	0	0	0.00	0	59,231	59,231	3.29
Return Duct	0	0	0.00	0	14,206	14,206	0.82
Misc. Supply	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Misc. Return	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Building Totals		0	0.00	608,670	1,192,510	1,801,179	100.00
Building Summary		Sen Loss	%Tot Loss	Lat Gain	Sen Gain	Net Gain	%Net Gain
Ventilation		0	0.00	401,038	205,001	606,039	33.65
Infiltration		0	0.00	0	0	0	0.00
Pretreated Air		0	0.00	0	0	0	0.00
Zone Loads		0	0.00	207,632	891,265	1,098,897	61.05
Plenum Loads		0	0.00	0	0	0	0.00
Fan & Duct Loads		0	0.00	0	95,540	95,540	5.30
Building Totals		0	0.00	608,670	1,192,510	1,801,179	100.00
Check Figures							
Total Building Supply Air (based on a 17' TD):				53,929	CFM		
Total Building Vent. Air (24.72% of Supply):				13,332	CFM		
Total Conditioned Air Space:				20,534	Sq.ft		
Supply Air Per Unit Area:				2,6263	CFM/Sq.ft		
Area Per Cooling Capacity:				138.9	Sq.ft/Ton		
Cooling Capacity Per Area:				0.0073	Tons/Sq.ft		
Heating Capacity Per Area:				0.00	BtuH/Sq.ft		
Total Heating Required With Outside Air:				0	BtuH		
Total Cooling Required With Outside Air:				150.10	Tons		

Fig. 3.12: Resumen de la carga térmica total del edificio

3.4 ECUACIONES EMPLEADAS POR EL SOFTWARE ELITE

Para calcular la carga térmica sensible y latente del edificio, el software toma en cuenta las siguientes ecuaciones:

3.4.1 Carga de enfriamiento externo

3.4.1.1 Carga térmica en techo, paredes y conducción a través de vidrios

$$Q = U \times A \times CLTD \quad \dots\dots\dots (3.1)$$

Donde:

Q = Carga de enfriamiento (Btu/h).

U = Coeficiente de transferencia de calor para techos y paredes (Btu/h x pie² x °F).

A = Área calculada de planos arquitectónicos (pie²).

CLTD = Diferencia de temperatura de carga de enfriamiento (°F).

3.4.1.2 Carga solar a través de vidrios

$$Q = A \times SC \times SHGF_{max} \times CLF \quad \dots\dots\dots (3.2)$$

$$Q = A \times (SC) \times (SCL) \quad \dots\dots\dots (3.3)$$

Donde:

Q = Carga de enfriamiento causado por radiación solar (Btu/h).

A = Área del vidrio (pie²).

SC = Coeficiente de sombra.

SHGF_{max} = Máximo factor de calor solar ganado para una orientación específica de la superficie, para el mes y latitud (Btu/h x pie²).

CLF = Factor de carga de enfriamiento sin sombreado exterior.

SCL = Factor de carga de enfriamiento solar con o sin sombra interior (Btu/h x pie²).

3.4.2 Carga de enfriamiento interno

3.4.2.1 Personas

$$Q_{\text{sensible}} = N \times (\text{Calor sensible ganado por persona}) \times \text{CLF} \dots\dots\dots (3.4)$$

$$Q_{\text{latente}} = N \times (\text{Calor latente ganado por persona}) \dots\dots\dots (3.5)$$

Donde:

N = Número de personas en el ambiente.

Q = Ganancia de calor sensible y latente debido a los ocupantes (Btu/h).

CLF = Factor de carga de enfriamiento por hora de ocupación.

Nota: CLF = 1,0 con alta densidad o con 24 horas de ocupación y/o enfriando en la noche o durante el fin de semana.

3.4.2.2 Luces

$$Q_{\text{el}} = 3.41 \times W \times F_{\text{ul}} \times F_{\text{sa}} \times (\text{CLF}) \dots\dots\dots (3.6)$$

Donde:

Q_{el} = Carga de enfriamiento de las luces (Btu/h).

W = Vatios de consumo de los planos eléctricos o de los datos de las instalaciones eléctricas (Btu/h).

F_{ul} = Factor de uso de luces adecuado.

F_{sa} = Factor especial de fluorescencia apropiado.

CLF = Factor de carga de enfriamiento por hora de ocupación.

CLF = 1,0 con 24 horas de uso de luces y 0 (cero) si está apagado en la noche o fines de semana.

3.4.2.3 Aparatos eléctricos

Carga sensible de enfriamiento

$$Q_s = \text{sensible} \times (\text{CLF}) \quad \dots\dots\dots (3.7)$$

Donde:

Sensible = calor sensible ganados por equipos (Btu/h).

Q_s = Carga sensible de enfriamiento (Btu/h).

CLF = Factor de carga de enfriamiento, por programas de horas.

Si no se conoce los detalles del aparato se emplea la siguiente ecuación:

$$Q_s = C_s \times q_r \times \text{CLF} \quad \dots\dots\dots (3.8)$$

Donde:

q_r = Potencia de entrada (Btu/h).

C_s = Coeficiente calor sensible.

CLF = Factor de carga de enfriamiento, por programas de horas.

CLF = 1,0 con 24 horas de operación de los aparatos y 0 si la carga no existe en la noche o fines de semana

Carga latente de enfriamiento

$$Q_l = \text{latente} \quad \dots\dots\dots (3.9)$$

Latente = carga latente de enfriamiento por aparato (Btu/h)

Si no se conoce los detalles se utiliza la siguiente ecuación:

$$Q_l = C_l \times q_r \quad \dots\dots\dots (3.10)$$

Donde:

C_l = Coeficiente de calor latente.

q_r = Potencia de entrada (Btu/h).

3.4.3 Ventilación e infiltración de aire

3.4.3.1 Calor sensible

El calor sensible ganado en (Btu/h) es el resultado de la diferencia de temperatura ΔT entre el flujo de aire que entra y el que sale, se puede establecer con la siguiente ecuación:

$$Q_s = 1.1 \times \text{CFM} \times \Delta T \quad \dots\dots\dots (3.11)$$

Donde:

Q_s = Carga de calor sensible (Btu/h).

CFM = Flujo volumétrico de aire (pie^3/min).

ΔT = Diferencia de temperatura interior y exterior ($^{\circ}\text{F}$).

3.4.3.2 Calor latente

El calor latente ganado en (Btu/h), es el resultado de la diferencia de la relación de humedad (Δw) entre el flujo de aire que entra y el que sale.

$$Q_l = 0.68 \times \text{CFM} \times \Delta w \quad \dots\dots\dots (3.12)$$

Donde:

Q_l = Calor latente (Btu/h).

CFM = Flujo volumétrico de aire (pie³/min).

Δw = Diferencia de la relación de humedad del aire interior y exterior (g agua/lb aire seco).

3.5 CÁLCULO DE LA CARGA TÉRMICA DE UN AMBIENTE (AULA 201)

A continuación se detalla el procedimiento de cálculo empleado para la determinación de la carga térmica de un ambiente del edificio, en este caso se tomó el "Aula 201" ubicado en el segundo piso del edificio.

El procedimiento de cálculo obedece al método CLTD y las ecuaciones que se emplearán ya fueron indicadas en el punto 3.4.

Posteriormente se mostrará un cuadro resumen de todos los ambientes acondicionados los cuales fueron obtenidos a través del programa CHVAC – Elite Software.

La Tabla 3.9 muestra los parámetros de ingreso de datos que intervienen en el cálculo.

Tabla 3.9: Parámetros de ingreso (Aula 201)

Parámetro	Unidades	Valor
Área del ambiente	pies ²	96.44
Luminarias	vattios/pies ²	2.30
Personas	personas	66.00
Altura de piso a techo	pies	10.40
Calor sensible por persona	Btu/h / persona	245
Calor latente por persona	Btu/h / persona	155
Aporte de equipos	vattios	500

La cantidad de calor a extraer del Aula 201 y que serán obtenidos a través del cálculo térmico, está conformado por el calor sensible y el calor latente.

Primero debemos conocer la hora de carga máxima que puede establecerse generalmente por simple examen de las condiciones del local, en algunos casos deben hacerse estimaciones a diversas horas del día. En este caso particular el Aula 201 tiene adyacente el aula 202 que está acondicionado, el corredor sin acondicionar y además posee paredes expuestas al sol, es por ello que la carga térmica dependerá básicamente de la radiación solar y de la cantidad de personas.

Para nuestro caso particular, la mayor carga térmica en el Aula 201 se presenta a la 1:00 p.m. del mes de marzo y las condiciones para esta fecha se muestra en la Tabla 3.10.

Tabla 3.10: Condiciones de diseño del Aula 201

Datos	Valores
Temperatura de bulbo húmedo exterior	75 °F (23.8 °C)
Temperatura de bulbo seco exterior	86 °F (30 °C)
Humedad exterior	113.40 granos/lb de aire seco
Temperatura de bulbo seco de ambientes contiguos sin acondicionar	82 °F (27.78 °C)
Temperatura de bulbo seco interior (condiciones de diseño)	72 °F (22.22 °C)

La hora de mayor demanda depende de la latitud, altitud y longitud de la ciudad, esto se facilita mediante el programa CHVAC que cuenta tanto con las coordenadas geográficas así como las condiciones exteriores de Lima, las cuales están incorporadas en una base de datos.

Para el cálculo de la carga térmica total y el cálculo psicométrico, utilizaremos las siguientes relaciones:

$$PR = (\text{Presión barométrica del lugar de } 29.86 / \text{Presión estándar ASHRAE de } 29.921) = 0.998$$

Para determinar el calor sensible aportado por las paredes, ventanas, techo y piso del Aula 201, se tiene la ecuación 3.13 y se toman los coeficientes de conducción de la Tabla 3.1.

$$Q_s = A \times U \times \Delta T_1 \text{ (TBS)} \quad \dots\dots\dots (3.13)$$

Dónde:

Qs= Calor sensible en Btu/h.

A= Área en pie².

U= Coeficiente de conducción en Btu/h.pie².°F.

ΔT_1 (TBS)= Es la variación entre la temperatura de bulbo seco (temperatura equivalente).

Las áreas a considerar son las de techo, paredes y piso que son tomados de los planos de arquitectura.

Luego aplicando la ecuación 3.13 al ambiente (Aula 201) el valor (Qs) es igual a 23449 Btu/h.

A este valor de calor sensible (Qs) aportado por las paredes, techo y piso se le debe adicionar el calor aportado por las personas (Qsp), iluminación (Qi) y equipos (Qe) los cuales se pueden calcular mediante los valores de la Tabla 3.8.

$$Q_{sp} = 16170 \text{ Btu/h}$$

$$Q_i = 4685 \text{ Btu/h}$$

$$Q_e = 1705 \text{ Btu/h}$$

La suma de estos valores da como resultado el calor sensible total del ambiente (Q_{se}) y se realiza según la ecuación 3.14.

$$Q_{se} = Q_s + Q_i + Q_e + Q_{sp} \quad \dots\dots\dots(3.14)$$

Una vez obtenido el calor sensible del ambiente se realiza el cálculo del caudal de aire (C) necesario para extraer dicho calor. Para este fin utilizaremos la ecuación 3.15.

$$Q_{se} = 46009 \frac{\text{Btu}}{\text{h}} = PR \times 1.1 \times C \times \Delta T_2 \quad \dots\dots\dots (3.15)$$

De esta ecuación despejamos el caudal (C) en función de las otras variables, se debe tomar en cuenta que la diferencia de temperaturas $\Delta T_2 = T_s - T_{insuffiamiento}$ es entre la entrada y la salida del aire del serpentín del evaporador es 17°F.

Luego de aplicar la ecuación 3.15 se obtiene un caudal de aire de 2464 CFM.

Una vez obtenido el caudal de aire requerido en el ambiente, se calcula el caudal de aire de ventilación, para este caso tomaremos las recomendaciones del ASHRAE. Ver Anexo 2. De estas recomendaciones tomaremos 12 CFM por persona, según lo indicado en la Tabla 3.4; por lo tanto para las 66 personas que pueden llegar a ocupar el Aula 201, se tiene un caudal de ventilación de 792 CFM. El caudal de aire externo aporta tanto calor sensible como calor latente los cuales serán calculados más adelante.

El calor sensible aportado por el aire de ventilación se calcula con la ecuación 3.16.

$$Q_{se\ exterior} = PR \times 1.1 \times C \times \Delta T_3 \quad \dots\dots\dots (3.16)$$

Dónde:

PR: 0.998

C: Caudal = 792 CFM

ΔT_3 : Diferencia entre las temperaturas exterior (T_{ext}) e interior o de sala (T_s) = 14°F.

Entonces se tiene un calor debido al aire exterior ($Q_{se\ exterior}$) = 12172 Btu/h, finalmente el calor sensible neto a extraer del ambiente es:

$$Q_{se\ neto} = Q_{se} + Q_{se\ exterior} \quad \dots\dots\dots (3.17)$$

$$Q_{se\ neto} = 57994 \text{ Btu/h}$$

De manera similar se obtiene el calor latente del ambiente. Esta ganancia de calor está compuesta principalmente por la presencia del aire fresco (Q_{la}) y el aporte de las personas (Q_{lp}), las infiltraciones por puertas y ventanas se evitarán manteniendo una presión positiva en el ambiente.

Para el calor latente se utiliza la ecuación 3.18.

$$Q_l = Q_{lp} + Q_{la} \quad \dots\dots\dots (3.18)$$

Para calcular el calor latente debido a las personas (Q_{lp}) se utilizará el valor de la Tabla 3.9. En el ambiente analizado se tiene un total de 66 personas a una tasa de 155 Btu/h por persona nos da como resultado 10230 Btu/h.

Por otro lado se debe considerar el calor latente generado por los 792 CFM de aire fresco que ingresan para fines de ventilación (Q_{la}).

El calor latente a remover se obtiene utilizando una carta psicométrica, en la cual se ubican las condiciones iniciales y las condiciones a las que se desea llegar; tal como se muestra en la Fig. 3.13 se puede apreciar al lado derecho de la carta la cantidad de masa de agua contenida en el aire seco para cada punto.

Para la condición de aire exterior, 86°F de bulbo seco, se tiene 113.40 granos/lb de aire seco y para la condiciones interiores, 72°F de bulbo seco, se tiene 66.76 granos/lb de aire seco.

A través de siguiente ecuación se obtiene el calor latente que se desea remover.

$$Q_{la} = PR \times 0.68 \times 721 \times (113.40 - 66.76) \dots\dots\dots (3.19)$$

$$Q_{la} = 25065 \text{ Btu/h}$$

Finalmente al calor latente proveniente del aire exterior (Q_{la}) se le adiciona el calor latente aportado por las personas (Q_{lp}) y se obtiene el calor latente neto.

$$Q_{la \text{ neto}} = Q_{la} + Q_{lp} \dots\dots\dots (3.20)$$

$$Q_{la \text{ neto}} = 25065 \frac{\text{Btu}}{\text{h}} + 10230 \frac{\text{Btu}}{\text{h}} = 35295 \frac{\text{Btu}}{\text{h}}$$

Notas:

ZC: Condiciones interiores de sala.

OC: Condiciones exteriores.

LC: Punto de insuflamiento.

FC: Punto de mezcla.

W: Humedad específica o Humedad absoluta.

TBS: Temperatura de bulbo seco.

TBH: Temperatura de bulbo húmedo.

HR: Humedad relativa.

AE: Aire exterior.

H: Entalpia.

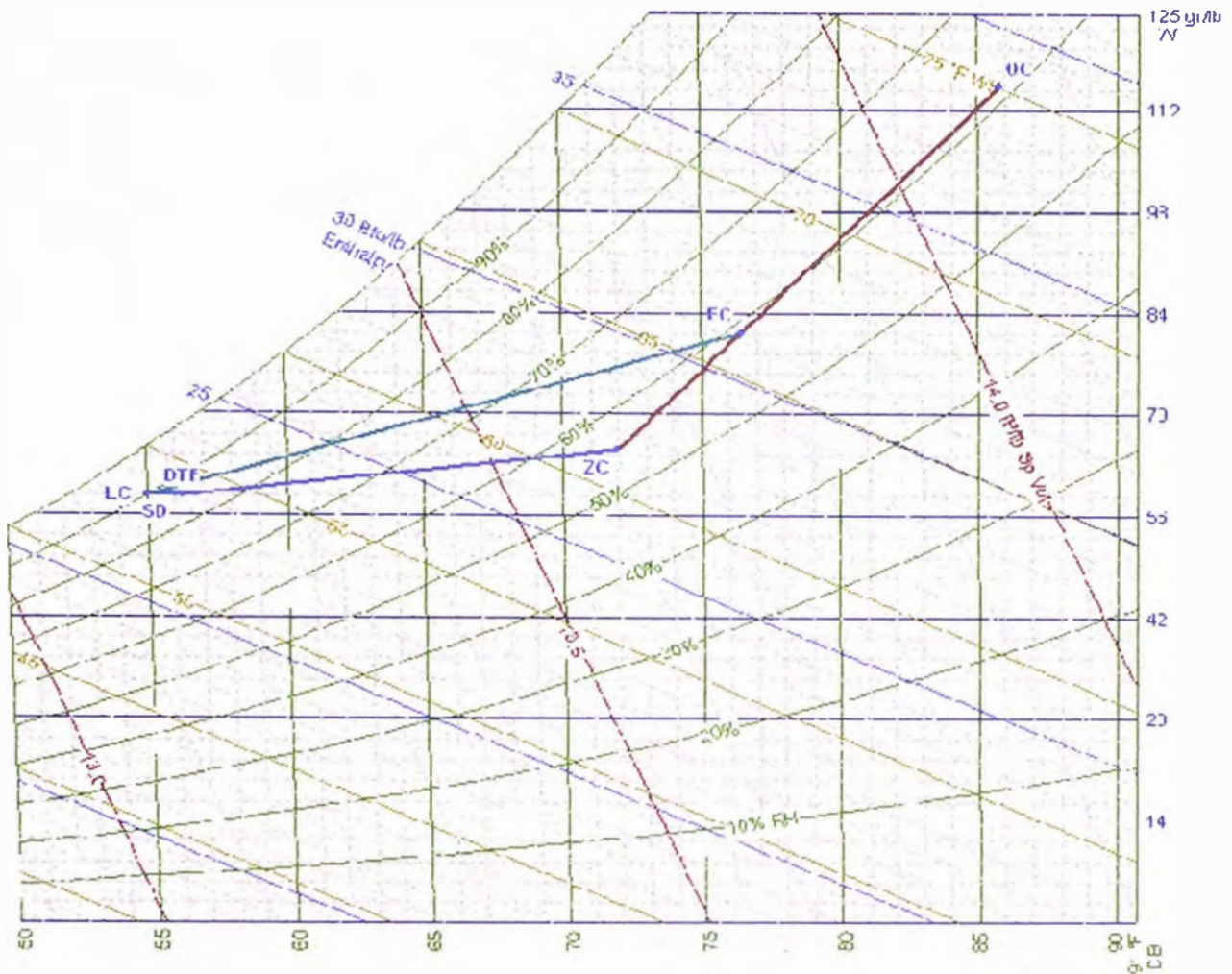


Fig. 3.13: Carta psicrométrica del proceso (Aula 201)

Una vez determinado el calor latente neto se obtiene el calor total del Aula 201 que viene a ser la suma del calor sensible neto y el calor latente neto.

$$Q_T = Q_{se\ neto} + Q_{la\ neto} \quad \dots\dots\dots (3.21)$$

Calor_{Total} (Q_t) = 57 994 Btu/h + 35 295 Btu/h = 93 289 Btu/h estos valores se muestran en la hoja dado por el software CHVAC. Ver Anexo 3.

De esta misma manera se calcula las cargas térmicas sensibles, latentes y totales así como el caudal de aire a ser insuflado para los diferentes ambientes del edificio. El resumen de los resultados se muestra en la Tabla 3.11.

Tabla 3.11: Resumen de cargas térmicas (Aula 201)

Zonas a climatizar	Calor sensible (Btu/h)	Calor latente (Btu/h)	Calor total (Btu/h)	Caudal (CFM)
SUM 101 (Sala de uso múltiple)	82,356	52,145	134,501	3,377
SUM 102 (Sala de uso múltiple)	82,356	52,145	134,501	3,377
SUM 103 (Sala de uso múltiple)	82,356	52,145	134,501	3,377
Oficina 1	8,395	1,460	9,855	421
Sala de reuniones 1	9,398	5,975	15,373	407
Oficina de coordinación	25,481	7,302	32,783	1,225
Oficina de psicología	13,532	7,468	21,000	603
Rack - 1	9,251	-	9,251	488
Aula 201	57,994	35,295	93,289	2,464
Aula 202	59,255	34,416	93,671	2,485
Aula 203	57,994	35,295	93,289	2,464
Aula 204	59,255	34,416	93,671	2,485
Aula 205	57,994	35,295	93,289	2,464
Aula 206	59,255	34,416	93,671	2,485
Aula de usos múltiples 1	34,343	15,456	49,799	1,571
Oficina de psicopedagogía 1	16,768	7,302	24,070	765
Rack - 2	9,251	-	9,251	488
Aula 301	50,925	26,073	76,998	2,336
Aula 302	51,263	26,073	77,336	2,355
Aula 303	50,925	26,073	76,998	2,336
Aula 304	51,263	26,073	77,336	2,355
Aula 305	50,925	26,073	76,998	2,336
Aula 306	51,263	26,073	77,336	2,355
Oficina 2	8,539	1,494	10,033	432
Aula de usos múltiples 2	34,343	15,456	49,799	1,571
Oficina de psicopedagogía 2	16,768	7,302	24,070	765
Rack - 3	9,251	-	9,251	488

El programa CHVAC – Elite Software nos permite calcular la mayor carga térmica de la siguiente manera:

- Carga térmica de una zona local: el máximo simultáneo de los locales para dimensionar la climatizadora (fan coil).
- Carga térmica de un edificio: el máximo simultáneo de todas las zonas para dimensionar la sala de máquinas.

Se entiende a la demanda de cada local como instalaciones individuales, en este caso la potencia instalada es mayor que la instalación centralizada.

Como podemos observar en la Fig. 3.12 “Building Summary Loads” la máxima carga de todo el edificio se presenta en marzo a las 2:00 p.m.

Con los resultados obtenidos del programa CHVAC – Elite Software podemos concluir que el edificio requiere una capacidad de enfriamiento de **1’801,179 Btu/h (150 TON)**.

3.6 SELECCIÓN DEL TIPO DE SISTEMA

Una vez realizado el cálculo de carga térmica se procede a seleccionar el tipo de equipo para el nuevo sistema acondicionador de aire, el mismo que podría ser, de expansión directa o de agua helada.

La elección de un determinado sistema de aire acondicionado es una decisión crítica, porque de ello depende la satisfacción del usuario y su adaptación al edificio que sirve y en su análisis deben estudiarse muchos factores, en los que juegan una gran importancia el aspecto económico y la inversión a realizar.

Entre los tipos de sistemas más conocidos tenemos los sistemas de expansión directa y sistemas todo agua.

El tipo de sistema a emplear debe satisfacer dos aspectos básicos:

- Cargas instantáneas máximas.
- Cargas parciales a medida que se producen.

A continuación se describe las ventajas y desventajas de los dos tipos de sistemas de aire acondicionado que se han tomado en cuenta para este proyecto.

3.6.1 Análisis de los tipos de sistemas a emplear

Dentro de nuestro medio se tiene los sistemas de expansión directa y sistemas todo agua.

Las ventajas y desventajas que pueden tener son las siguientes:

3.6.1.1 Sistemas de expansión directa

➤ Ventajas

- Costo de instalación relativamente bajo.
- Facilidad de instalación.
- Control del ambiente en la habitación es individual, simple y económico.
- Si el equipo funciona mal o se paraliza, únicamente dicho equipo y la zona en que funcionan son afectadas.
- No se requiere adiestramiento de personal para la operación del equipo, ya que su funcionamiento es simple.
- El consumo de energía puede ser medido directamente de cada arrendatario.
- La distribución del aire en cada habitación es individual y puede adaptarse a las necesidades de los ocupantes.

➤ Desventajas

- El equipo no posee flexibilidad en su funcionamiento ya que su capacidad de enfriamiento es constante.

- Generalmente estos sistemas no pueden mantener un estricto control de la humedad ambiental.
- Costo de energía por ton. de refrigeración es relativamente alto.
- Disponer de espacios para instalar las tuberías de refrigeración.
- Elevada cantidad de tuberías de refrigeración a instalar.
- Limitaciones de distancias entre una unidad interior (evaporador) y una unidad exterior (condensador).
- Empleo de mucho espacio para ubicar las unidades exteriores (condensador).
- Tiempo de vida del sistema aprox. 10 años.
- Costo relativamente elevado por mantenimiento.

3.6.1.2 Sistemas todo agua

➤ **Ventajas**

- Control independiente por ambiente.
- Costo de energía por ton. de refrigeración es relativamente bajo.
- Costo relativamente bajo por mantenimiento.
- Empleo de poco espacio de la sala de máquinas (chiller y electrobombas).
- Tiempo de vida del sistema aprox. 20 años.
- El sistema es más confiable en su funcionamiento.
- Sistema con disposición a ser automatizado.

➤ **Desventajas**

- Costo de instalación relativamente alto.
- Disponer espacios para montantes de tuberías de agua helada.

- Concentración de un peso considerable de la sala de máquinas.
- Se requiere adiestramiento de personal para la operación del equipo, ya que su funcionamiento es sofisticado.

3.6.2 Elección del tipo de sistema

Analizando las ventajas y desventajas de cada sistema se opta por un sistema todo agua (chiller).

Las razones por las cuales se elige este sistema son:

- El sistema es más confiable en su funcionamiento.
- Costo relativamente bajo por mantenimiento.
- Costo de energía por ton. de refrigeración es relativamente bajo.
- Tiempo de vida del sistema aprox. 20 años.

3.6.3 Descripción del sistema elegido

3.6.3.1 Sistema de aire acondicionado

El sistema de aire acondicionado a emplear es el de agua helada o chiller, la planta central de agua helada está compuesta por los siguientes elementos:

- Enfriador de agua del tipo compacto (Chiller enfriado por aire) en cuya envoltura se encontrarán los compresores, evaporador, condensador y ventiladores del condensador.
- Electrobombas de agua helada conectadas en paralelo.
- Tanque de expansión y accesorios.

La planta de agua helada enfriará el agua desde 54°F (12.2°C) hasta 44°F (6.6°C). Esta agua se distribuirá mediante dos sistema de bombeo, un

circuito primario conformado por dos electrobombas (uno en stand by), donde se recircula el 100% del agua enfriada por el generador de agua helada (chiller), un circuito secundario conformado también por dos electrobombas (uno en stand by) que envía el agua a las unidades interiores fan coil y un by-pass hacia el retorno general del sistema; el circuito secundario provee solamente el flujo de agua en el edificio según su necesidad, esto se hace a través del control que tiene integrado este circuito en base a variadores de frecuencia para disminuir el flujo de agua en las electrobombas, y así con esto tener un ahorro considerable de energía.

El agua fría que llega a las unidades fan coil pasa por un serpentín que enfriará el aire que circule por su exterior, este aire mediante ductos y difusores se distribuirá a los ambientes a condicionar.

El control de la temperatura en los ambientes acondicionados, se realizará por medio de termostatos ambientales con sensor de temperatura que accionarán el motor de la válvula de dos vías, y un selector de velocidades el cual comandará al motor eléctrico del fan coil.

3.6.3.2 Sistema de ventilación

Para la ventilación y/o ingreso de aire fresco, se ha considerado la instalación de inyectores del tipo centrífugos en gabinete, ubicados en el falso techo. Dichos equipos transmiten el aire previamente filtrado tomado del exterior mediante ductos metálicos y lo inyectan al plenum.

Para la extracción de aire se ha considerado instalar extractores centrífugos en gabinete localizados en el falso techo, extraen el aire saturado de los ambientes mediante ductos metálicos y rejillas de extracción, lo expulsarán al exterior. En los baños también se han

considerado extractores centrífugos en gabinete que a través de ductos metálicos y rejillas expulsan aire viciado al exterior.

3.7 DISEÑO DEL SISTEMA

3.7.1 Ubicación de equipos

La localización de los equipos fue realizada teniendo en cuenta los siguientes aspectos: espacios permitidos, posibles obstrucciones (conductos eléctricos, sistemas de ductos, tuberías contra incendios, vigas, columnas y paredes, etc.), resistencias de las estructuras del edificio, servicio de potencia, servicio de agua, características arquitectónicas del espacio, desagües, facilidades de control, requerimientos de control para ruidos y vibraciones, áreas críticas para la localización de los equipos y facilidad para el traslado izaje y montaje de los equipos a su ubicación final. Se consideró también la mantenibilidad de los equipos.

- Enfriador de agua (chiller): Estará en el exterior del edificio, en el primer nivel y sobre una base antivibratoria.
- Electrobombas: Estarán ubicadas también en el exterior, al costado del enfriador de agua, sobre base antivibratoria.
- Unidades fan coil: Estarán ubicadas dentro del falso techo en los diferentes ambientes a acondicionar.
- Inyectores y extractores: Se ubicarán dentro del falso techo, en lugares en donde sea fácil su instalación y acceso para mantenimiento.

3.7.2 Diseño del sistema de distribución del aire

La distribución de aire está compuesto por:

- Ductos de aire acondicionado y/o ventilación: Los cuales sirven para transportar el aire desde la unidad de evaporación hasta el ambiente acondicionado, sirve también para extraer el aire de éste y expulsarlo al medio exterior. Se fabrican en plancha de acero galvanizado.
- Difusores: Los cuales distribuyen el aire en el ambiente, se fabrican en plancha de aluminio o acero galvanizado con tratamiento anticorrosivo y pintado de acabado final.
- Rejillas de retorno y extracción: Sirven para retornar el aire a la unidad de evaporación y para evacuar el aire al exterior, se fabrican del mismo material que el difusor.

3.7.2.1 Diseño de ductos

El sistema de ductos transportan el aire desde el equipo acondicionador hasta la sala, para cumplir esto el sistema debe proyectarse dentro de ciertas limitaciones establecidas de espacio disponible, pérdidas por rozamiento, velocidad, nivel de ruido, pérdidas o ganancias de calor y fugas.

➤ **Espacio disponible**

Para nuestro caso los ductos se desarrollan por dentro del falso cielo raso de cada ambiente, habiendo ciertas limitaciones en su sección.

➤ **Pérdidas por rozamiento**

Como todo fluido, el aire sufre una pérdida de presión al ser transportado en el ducto. Para dimensionamiento se ha tomado en cuenta el método de pérdida de presión constante que es el más empleado para

ductos de impulsión de baja velocidad, retorno y ventilación. El método consiste en calcular los ductos de forma que tengan la misma pérdida de presión por unidad de longitud a lo largo de todo el sistema.

La pérdida de presión que se utilizó fue 0.1 pulg. c.a./100 pies. La Fig. 3.14 muestra un ductulador que sirvió de ayuda para el cálculo.

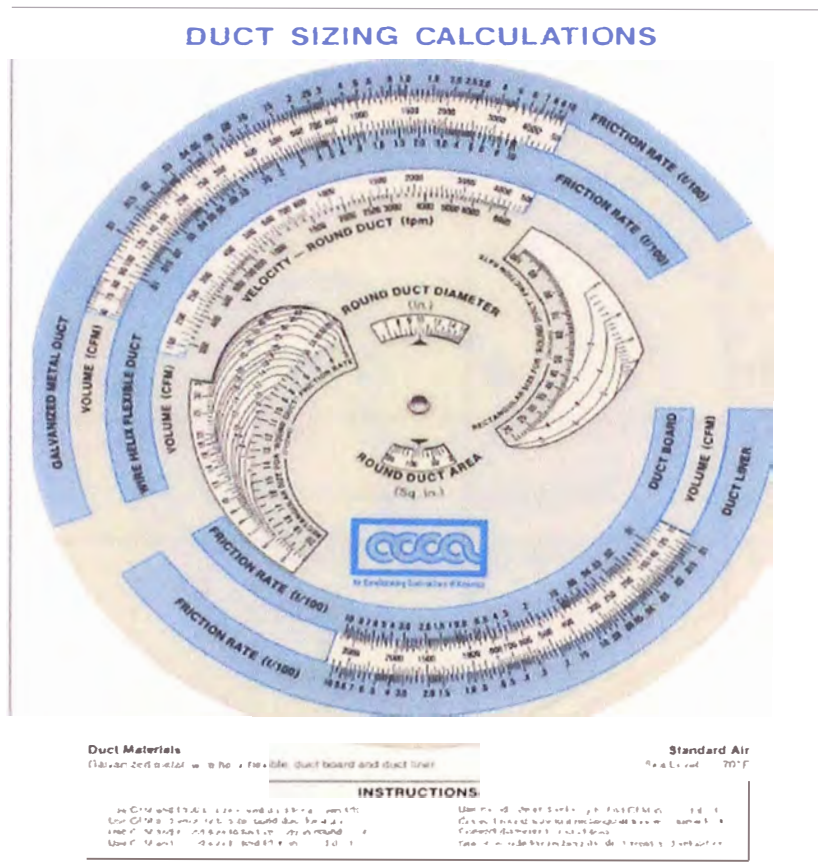


Fig. 3.14: Calculador de ductos circular

➤ Velocidad

Existen dos sistemas de transmisión de aire empleados en el acondicionamiento de aire. Los de baja velocidad para sistemas convencionales y los de alta velocidad para sistemas de tipo industrial. En

nuestro caso, se ha empleado las recomendaciones para baja velocidad según la Tabla 3.12.

Tabla 3.12: Velocidades recomendadas en ductos de baja velocidad

Recommended And Maximum Duct Velocities For Conventional Systems

DESIGNATION	RECOMMENDED VELOCITIES, FPM		
	RESIDENCES	SCHOOLS, THEATERS, PUBLIC BUILDINGS	INDUSTRIAL BUILDINGS
OUTDOOR AIR INTAKES ¹	500	500	500
FILTERS ²	250	300	350
HEATING COILS ³	450	500	600
COOLING COIL ⁴	450	500	600
AIR WASHERS ⁵	500	500	500
FAN OUTLETS	1000-1600	1300-2000	1600-2400
MAIN DUCTS ⁶	700-900	1000-1300	1200-1800
BRANCH DUCTS ⁷	600	600-900	800-1000
BRANCH RISERS ⁸	500	500-700	800
	MAXIMUM VELOCITIES, FPM		
OUTDOOR AIR INTAKES ¹	800	900	1200
FILTERS ²	300	350	350
HEATING COILS ³	500	600	700
COOLING COILS ⁴	450	500	600
AIR WASHERS ⁵	500	500	500
FAN OUTLETS	1700	1500-2200	1700-2800
MAIN DUCTS ⁶	800-1200	1100-1600	1300-2200
BRANCH DUCTS ⁷	700-1000	800-1300	1000-1600
BRANCH RISERS ⁸	650-800	800-1200	1000-1600

➤ Relación de forma

Viene a ser la relación entre las dimensiones mayor y menor de la sección de un ducto rectangular. Se tomó en cuenta que aumentando esta relación, aumenta el costo de instalación y funcionamiento del sistema.

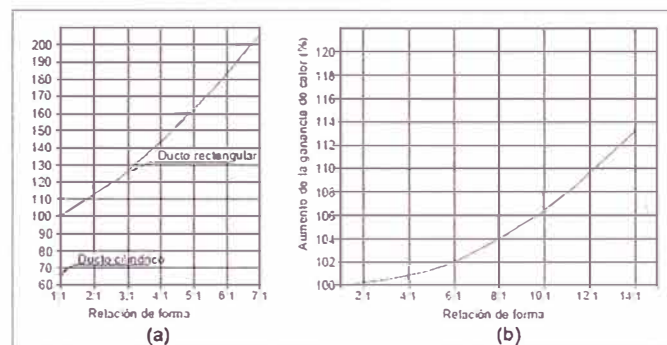


Fig. 3.15: Costo de un ducto rectangular en función de la relación de forma

a) Costo de instalación; b) Costo de operación

Como un ejemplo de cálculo se ha dimensionado los ductos del equipo FC 2-01. La disposición de la red de ductos se detalla en los planos correspondientes. La Tabla 3.13 muestra las dimensiones de los tramos del 1 al 6.

Tabla 3.13: Dimensiones de ductos del fan coil (FC 2-01)

Tramo	Caudal (CFM)	Velocidad de salida (pies/min)	Diámetro		Ducto rectangular		Tipo de ducto empleado
			pies	m	m	pulg.	
1 - 2	1,230	950	15	0.38	0.5 x 0.25	20" x 10"	Ducto en plancha galvanizada
3 - 4	410	750	10	0.25	0.22 x 0.25	9" x 10"	Ducto en plancha galvanizada
5 - 6	410	750	10	0.25	-	-	Ducto flexible

Una vez que se tienen dimensionados los ductos hay que calcular la pérdida de carga más desfavorable, pues los equipos de ventilación y/o fan coil de agua helada que se seleccionen tienen que ser capaces de vencer dicha pérdida de carga.

Esta pérdida de carga se ha calculado aplicando la pérdida de presión de 0.1 pulg. c.a./100 pies de ducto, a la pérdida de carga habrá que añadirle la del difusor para los ductos de impulsión o rejilla para los ductos de retorno o extracción, así mismo la pérdida debido al filtro de aire (ver Anexo 5). Para el fan coil FC 2-01 se estima esta pérdida de carga 0.6" C.A.

3.7.2.2 Diseño de difusores y rejillas

Para seleccionar los difusores y las rejillas, se siguieron los siguientes pasos:

- Se determina el número de difusores de acuerdo al caudal de aire a manejar y a los criterios de distribución que se adapte las instalaciones.
- Se determina el caudal de aire de cada difusor de acuerdo al criterio de distribución.
- Se busca en tablas el alcance (tiro) en pies (ft) requerido para cada difusor de acuerdo al catálogo del fabricante.
- Se selecciona la velocidad pies/min (PPM) en el cuello del difusor de acuerdo al caudal de aire y el área (pie^2) siguiendo las recomendaciones de la Tabla 3.13 en donde se indica los niveles de ruido aceptables para diversas actividades.

El catálogo de difusores y rejillas se muestran en el Anexo 4.

Como un ejemplo de cálculo, dimensionaremos los difusores del Fan coil FC 2-01.

- Número de difusores = 3
- Caudal de cada difusor = 410 CFM
- Seleccionaremos del catálogo de difusores una velocidad de 400 FPM en el cuello del difusor y optamos por un difusor de 12" x 12" (cuadrado de 4 vías), luego se obtiene:
- 400 CFM, próximo a lo que estamos buscando.
- 100 CFM por cada lado.
- El tiro por cada lado de 13 – 20 pies (3,2 – 5 m).
- Nivel de ruido 22 NC (Noise criteria), el cual es menor a lo recomendado según la Tabla 3.5 para salones de clase donde recomiendan de 30 – 40 NC.

El difusor seleccionado se muestra en la Fig. 3.16.

DCD - Directional Ceiling Diffusers									
Series 5500/5500S - Performance									
Models 5500 (-1, -2, -4, -46, -6, -7, -8, -9 frame styles)									
Models 5500S (-1, -2, -4, -46, -6, -7, -8, -9 frame styles)									
(54) 4-Way Square Pattern									
NOCK SIZE	AA	Pa	NECK VELOCITY						
			300	330	400	500	600	700	
18 x 18	AA = 300	70	27	30	37	46	55	66	79
		TOTAL CFM	108	126	156	198	234	288	351
		CFM/SIDE	54	63	78	99	117	144	175.5
		THROW	10	11	14	18	22	27	33
		NC	-	-	10-11	10-11	10-11	10-11	10-11
18 x 18	AA = 330	70	33	36	45	56	67	80	96
		TOTAL CFM	132	150	180	228	276	336	408
		CFM/SIDE	66	75	90	114	138	168	204
		THROW	10	11	14	18	22	27	33
		NC	-	-	10-11	10-11	10-11	10-11	10-11
12 x 12	AA = 400	70	40	44	55	68	82	98	118
		TOTAL CFM	160	176	220	272	328	396	474
		CFM/SIDE	80	88	110	136	164	198	237
		THROW	10	11	14	18	22	27	33
		NC	-	-	10-11	10-11	10-11	10-11	10-11
18 x 18	AA = 500	70	45	49	61	75	90	108	130
		TOTAL CFM	180	198	246	306	360	432	510
		CFM/SIDE	90	99	123	153	180	216	255
		THROW	10	11	14	18	22	27	33
		NC	-	-	10-11	10-11	10-11	10-11	10-11
18 x 18	AA = 600	70	54	58	72	88	106	126	150
		TOTAL CFM	216	234	288	354	420	504	600
		CFM/SIDE	108	117	144	177	210	252	300
		THROW	10	11	14	18	22	27	33
		NC	-	-	10-11	10-11	10-11	10-11	10-11
24 x 24	AA = 1225	70	63	67	84	102	122	144	171
		TOTAL CFM	252	270	336	414	492	588	702
		CFM/SIDE	126	135	168	207	246	294	351
		THROW	10	11	14	18	22	27	33
		NC	-	-	10-11	10-11	10-11	10-11	10-11
24 x 24	AA = 1600	70	72	76	96	116	138	162	192
		TOTAL CFM	288	312	384	472	564	672	804
		CFM/SIDE	144	156	192	236	282	336	402
		THROW	10	11	14	18	22	27	33
		NC	-	-	10-11	10-11	10-11	10-11	10-11
30 x 30	AA = 1825	70	81	85	108	132	156	180	210
		TOTAL CFM	324	342	432	528	624	744	882
		CFM/SIDE	162	171	216	264	312	372	441
		THROW	10	11	14	18	22	27	33
		NC	-	-	10-11	10-11	10-11	10-11	10-11
30 x 30	AA = 2225	70	90	94	120	144	174	204	240
		TOTAL CFM	360	378	480	576	684	816	972
		CFM/SIDE	180	189	240	288	342	408	486
		THROW	10	11	14	18	22	27	33
		NC	-	-	10-11	10-11	10-11	10-11	10-11

Fig. 3.16: Selección de los difusores para el equipo FC 2-01

Así mismo dimensionaremos la rejilla para el extractor ECG 2-01.

- Para un caudal de 700 CFM y una velocidad en el cuello de la rejilla de 420 PPM, se obtiene una rejilla de 20" x 12", cuyo nivel de ruido es 30 NC.

La rejilla seleccionada se muestra en la Fig. 3.17.

		NECK SIZE														
CFM	AA	10" x 6"	12" x 6"	10" x 8"	12" x 8"	18" x 6"	12" x 12"	16" x 12"	18" x 12"	20" x 12"	24" x 12"	18" x 18"	20" x 18"	20" x 20"	24" x 18"	
100	Nk Vel Ps	340 007	300 005													
150	Nk Vel Ps	350 016	300 011	270 009	225 005	200 005										
200	Nk Vel Ps	480 029	400 022	360 016	300 011	267 009	200 005									
250	Nk Vel Ps	600 046	500 032	450 025	375 018	333 014	240 008									
300	Nk Vel Ps	720 066	600 045	540 037	450 035	400 020	300 011	225 005	200 005							
350	Nk Vel Ps	840 089	700 052	630 040	525 035	467 028	350 015	263 020	233 017	210 006						
400	Nk Vel Ps		800 081	720 068	600 045	533 035	400 020	300 011	267 019	240 007	200 005					
450	Nk Vel Ps		900 100	810 083	675 045	600 035	450 025	338 014	300 011	270 019	225 005	200 005				
500	Nk Vel Ps				750 071	667 055	500 032	375 018	333 014	300 011	250 019	222 018	200 005			
550	Nk Vel Ps				825 085	733 068	550 038	413 022	367 017	330 014	275 019	244 018	220 018			
600	Nk Vel Ps				900 100	800 081	600 045	450 025	400 020	360 018	300 011	267 019	240 007	216 018	200 005	
650	Nk Vel Ps					867 085	650 054	488 030	433 024	390 019	325 013	289 011	260 009	234 007	217 006	
700	Nk Vel Ps						700 082	525 035	467 038	420 022	350 018	311 012	280 010	252 008	233 007	
750	Nk Vel Ps						750 080	563 042	500 040	450 025	375 018	333 011	300 009	270 009	250 009	
	NC	40				35			30			25				

Fig. 3.17: Selección de la rejilla para el extractor ECG 2-01

3.7.3 Diseño del sistema hidráulico

El agua fría que obtenemos del equipo enfriador de agua (chiller) debemos hacerla circular hasta las unidades interiores (fan coil) por medio de tuberías.

El circuito hidráulico se debe diseñar de modo que se suministre el caudal necesario a cada fan coil.

Los componentes básicos de los sistemas hidráulicos son las tuberías principales de conducción de agua, las bombas de agua, los serpentines de enfriamiento, el tanque de expansión, purgadores de aire, válvulas de paso, válvulas check, manómetros, válvulas motorizadas de dos vías en los serpentines de enfriamiento, etc.

3.7.3.1 Diseño del sistema de tuberías de agua helada

El sistema de tuberías considerado es del tipo cerrado, ya que el agua que circula por el sistema no está en contacto en ningún punto con la atmosfera.

Es un sistema con retorno directo, está conformado por dos tubos principales de suministro y retorno de agua, el retorno se diseña para cada fan coil retorne el agua que sale de ellas por el camino más corto.

El sistema de tuberías se diseña teniendo en cuenta la capacidad del sistema y sus respectivas electrobombas, manejando en todos los ramales del sistema una caída de presión menor a 10 pies de agua/100 ft de longitud equivalente. Las rutas seleccionadas fueron las más adecuadas tanto para su instalación como para su mantenimiento y operación.

Para el diseño del sistema de tuberías de agua helada, se tomó en cuenta el método de fricción igual y los pasos seguidos en este procedimiento fueron los siguientes:

- Se prepara un esquema del sistema de tubería.
- Se calcula el flujo de cada sección del tubo sumando los flujos necesarios para cada unidad terminal, desde la última unidad hasta el cabezal de la electrobomba.

- Se elige un valor de pérdidas por fricción desde el cabezal de la electrobomba basándose en los siguientes pasos:
 - a) La pérdida por fricción debe ser entre 1 y 5 ft de agua /100 ft de tubo.
 - b) La velocidad en el cabezal no debe ser mayor de 4 a 6 ft por segundo en sistemas pequeños, o de 8 a 10 ft por segundo en los sistemas mayores. La velocidad en los recintos ocupados no debe ser mayor de 4 ft por segundo, para evitar ruidos.
- Se selecciona un diámetro de tubo para el cabezal de la bomba mediante las gráficas de pérdidas por fricción basado en los límites anteriores.

Si hay más de una alternativa, se elige entre el diámetro menor y el mayor si los costos de operación son más críticos.
- Se continúa a lo largo del circuito que se eligió, seleccionando los diámetros de tuberías de cada tramo. Esto se debe hacer de acuerdo con las siguientes guías:
 - a) Cuando el flujo se reduce de manera apreciable, se selecciona el diámetro de tubo inmediato inferior en la gráfica, para que la pérdida por fricción sea aproximadamente igual al valor escogido en la sección inicial (fricción igual).
 - b) No se permite que la velocidad descienda de 1.5 a 2 ft por segundo, para evitar el asentamiento de tierra o acumulación de aire en las tuberías.
- Se selecciona los tamaños de tubos para los ramales de otros circuitos. Si un circuito no es demasiado corto, se usan las mismas tasas de pérdida por fricción. Para un circuito extremadamente corto,

este procedimiento ocasionaría una caída total de presión mucho menor que la del circuito más largo, y originaría problemas de balanceo del flujo. Por lo tanto se seleccionan diámetros menores de tubos en estos ramales para crear mayores caídas de presión. Este problema no se presenta en un sistema del tipo retorno inverso.

- Se verifica el circuito más largo o el que tendrá la mayor longitud equivalente y se procede a calcular la caída de presión en este circuito.

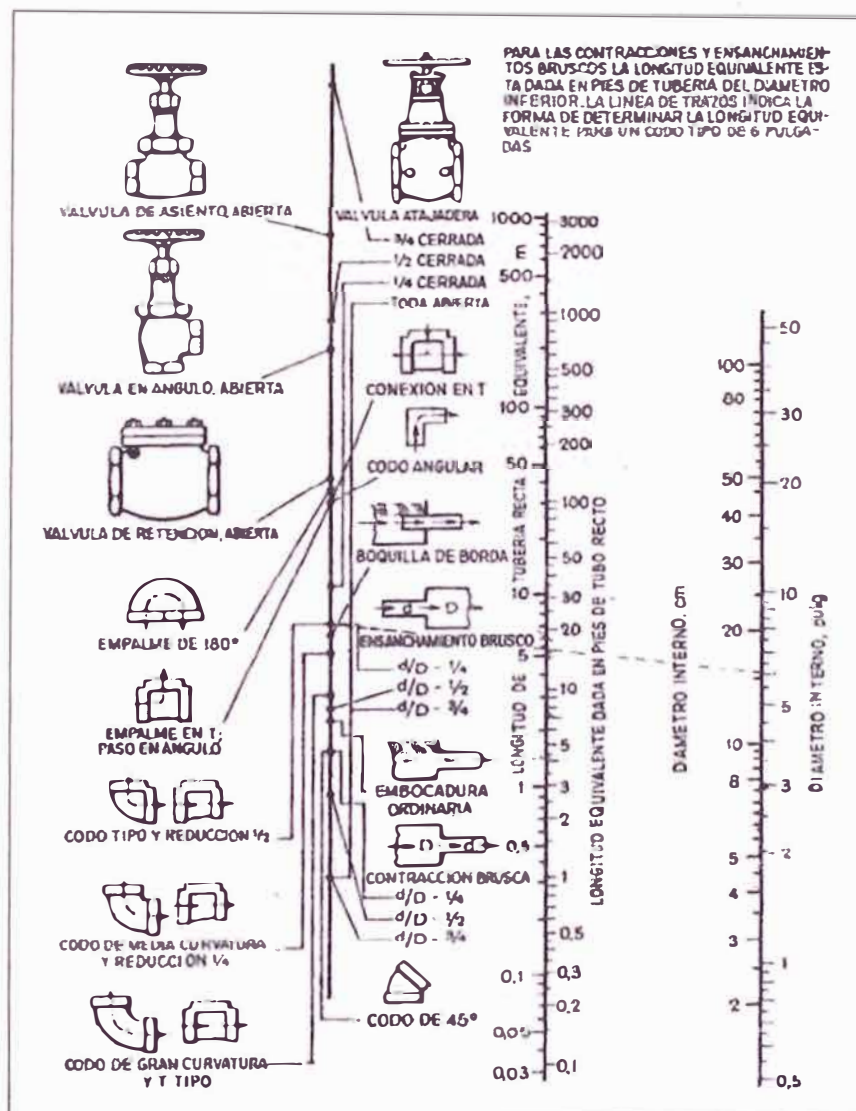
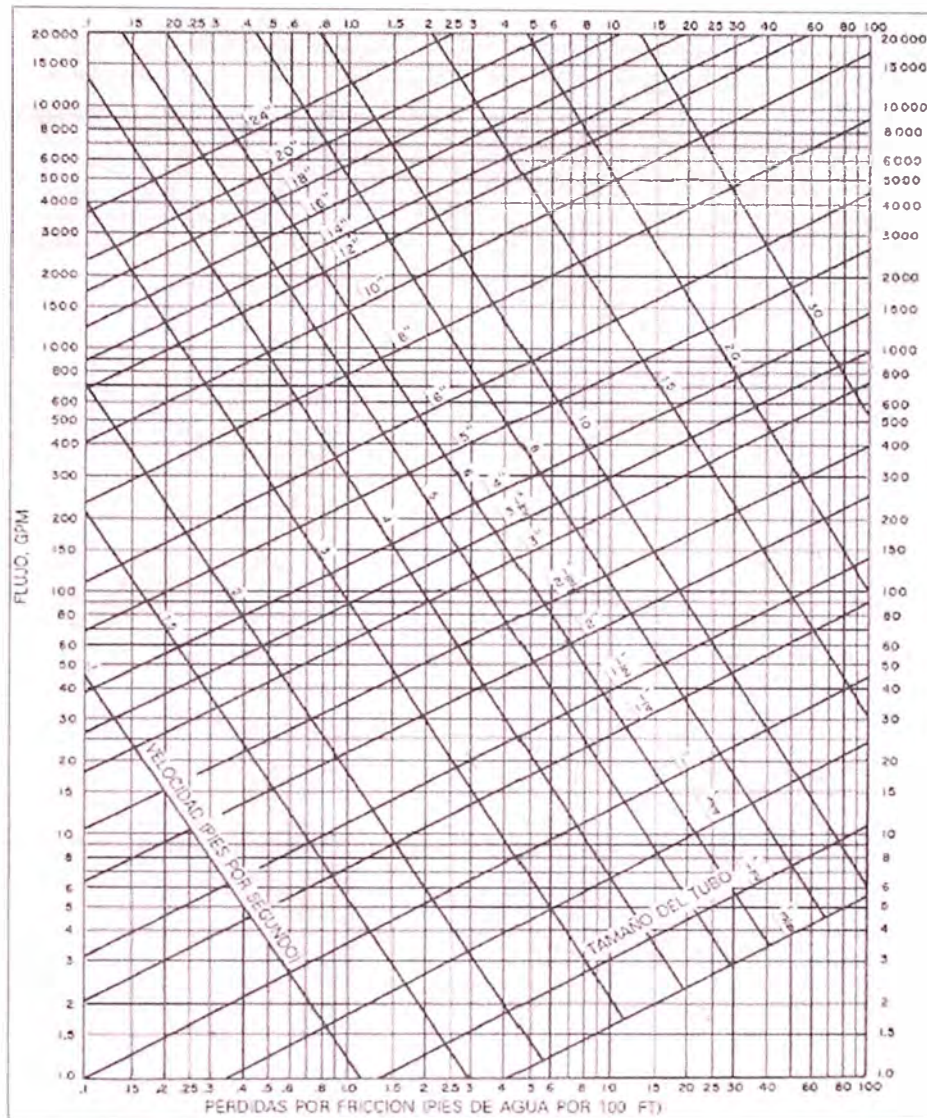


Fig. 3.18: Monograma para la determinación de longitudes equivalentes de accesorios



**Fig. 3.19: Pérdidas por fricción para agua en tubos de acero cédula 40;
sistema cerrado**

Para el dimensionamiento de la tuberías de agua helada utilizaremos la Tabla 3.14, que es un resumen de cálculos efectuados considerando el caudal de agua, temperatura, velocidades máximas recomendadas (la cual no debe exceder los 5.5 pies por segundo), rugosidad del tubo, caídas de presión estática por metro de longitud de tubo, densidad, viscosidad y factor de fricción.

Tabla 3.14: Dimensionamiento de tuberías de agua helada

Toneladas de Refrigeración		GPM (Galones por minuto)		Tubería (Φ)
< 0	0.5]	< 0	1.2]	1/2"
< 0.5	1.5]	< 1.2	3.6]	3/4"
< 1.5	3]	< 3.6	7.2]	1"
< 3	6.5]	< 7.2	15.6]	1 1/4"
< 6.5	10]	< 15.6	24]	1 1/2"
< 10	19.5]	< 24	46.8]	2"
< 19.5	31]	< 46.8	74.4]	2 1/2"
< 31	55.5]	< 74.4	133.2]	3"
< 55.5	113.5]	< 133.2	272.4]	4"
< 113.5	178]	< 272.4	427.2]	5"
< 178	257.5]	< 427.2	618]	6"
< 257.5	462.5]	< 618	1,110]	8"
< 462.5	736]	< 1,110	1,766.4]	10"
< 736	1,051.5]	< 1,766.4	2,523.6]	12"
< 1,051.5	1,277.5]	< 2,523.6	3,066.0]	14"

3.7.3.2 Determinación del caudal de agua en todo el sistema

El caudal total que debe manejar la bomba del sistema, es la suma de los caudales que se necesita en cada unidad interior de enfriamiento (fan coil).

En los sistemas de agua fría, la temperatura del agua que debe proporcionar el chiller varía entre 40 y 50 °F, y generalmente se tiene aumentos de temperatura en el agua de retorno de 5 a 15 °F.

Para el presente trabajo seleccionaremos las temperaturas de entrada y salida según las recomendaciones de ASHRAE, 44 °F y 54 °F respectivamente.

La fórmula que vamos a emplear para determinar el caudal de agua en función del calor que tendría que asimilar y los cambios de temperatura es:

$$Q = 500 \times GPM \times \Delta T \quad \dots\dots\dots (3.22)$$

Donde:

Q = Ganancia de calor que debe absolver el agua en el serpentín (Btu/h).

GPM = Caudal de agua en galones/minuto.

500 = Factor de conversión (gpm x Lb/h).

ΔT = Diferencia de temperatura del agua a la entrada y salida del serpentín (°F).

La cantidad de agua de enfriamiento que se necesita para todo el edificio y para cada fan coil se calcula a partir de la carga térmica utilizando la ecuación 3.22:

3.7.4 Selección de equipos

3.7.4.1 Selección del enfriador de agua (Chiller)

En la selección del enfriador de agua (chiller) se ha tenido en cuenta los siguientes parámetros:

- Calor sensible.
- Calor latente.
- Calor total.
- Caudal de agua.
- Temperatura de entrada y salida del agua.
- Temperatura de entrada del aire al condensador.
- Características eléctricas.

El calor sensible, calor latente y calor total de cada ambiente y del edificio, se muestra en la Tabla 3.11 - Resumen de cargas térmicas.

Para determinar la temperatura de entrada y salida del agua en el enfriador (chiller), se siguieron las recomendaciones de ASHRAE 44°F y 54°F respectivamente.

La temperatura de entrada de aire al condensador, es la temperatura del ambiente exterior, el cual es crítica en época de verano. Las características eléctricas con las cuales se seleccionará el enfriador de agua (chiller) por el especialista eléctrico, es la disponible en el edificio y especificada por el ingeniero electricista.

Conocido la carga total térmica requerida en el edificio, igual a 1'801,179 Btu/h (150 Ton. de refrigeración) y con la información del fabricante YORK donde sólo comercializa chillers enfriado por aire con compresor tipo scroll desde 15 hasta 175 toneladas de refrigeración y tipo tornillo desde 150 hasta 515 toneladas de refrigeración. Se opta por un chiller enfriado por aire con compresor tipo scroll.

Finalmente el caudal de agua a utilizar se calcula utilizando la ecuación 3.22.

En donde:

Q: Calor Total = 1'801,179 Btu/h.

GPM: Caudal de Agua.

ΔT : Diferencia de Temperatura de Agua Chiller = 10 °F.

Despejando el caudal y remplazando los valores obtenemos:

$$GPM = Q / (500 \times \Delta T)$$

El caudal de agua es igual a 360.23 GPM, redondeando se tiene 360 GPM.

Entonces se tienen los siguientes parámetros de selección:

- Capacidad total: 1'801,179 Btu/h (150 Ton).
- Caudal: 360 GPM.
- Temperatura de entrada de agua: 54 °F (según ASHRAE).
- Temperatura de salida de agua: 44 °F (según ASHRAE).
- Temperatura de entrada de aire al condensador: 86 °F.
- Características eléctricas: 380 V – 3 ϕ – 60 Hz – 161.3 kW.

(La potencia eléctrica del chiller se obtiene del performance del equipo). Ver Anexo 6.

3.7.4.2 Selección de electrobombas

La selección de una bomba se realiza en base a dos parámetros:

- Caudal.
- Caída de presión a vencer.

Para nuestro caso el máximo caudal de agua que deberá bombearse desde el enfriador de agua (chiller) hasta las unidades fan coil es 360 GPM.

Para calcular la caída de presión en la bomba primaria se tiene que calcular la caída de presión en el suministro y retorno entre la bomba primaria y el enfriador (chiller), esto quiere decir que la caída presión de la bomba es igual a la suma de las pérdidas en el evaporador del chiller, en el kit hidráulico y las pérdidas de las tuberías y conexiones del circuito primario.

Las pérdidas en las tuberías y accesorios de ambos circuitos, primario y secundario, lo calcularemos utilizando la Fig. 3.19, del cual se obtiene las pérdidas de las tuberías en pies de c.a. por cada 100 pies de longitud, para lo cual necesitamos dos parámetros de los tres graficados (caudal, velocidad y diámetro de la tubería); y la Fig. 3.18, del cual se

obtiene la longitud equivalente de las conexiones y válvulas, para lo cual necesitamos el tamaño del tubo y el tipo de accesorio o válvula.

Cálculo en el circuito primario

Comenzaremos calculando las pérdidas de las tuberías y los accesorios del circuito primario, el cual se muestra en la Tabla 3.15.

Luego para seleccionar la bomba del circuito primario se tienen los siguientes parámetros:

- Caudal = 360 GPM
- Caída de presión a vencer por la bomba = 50 pies de columna de agua.

Tabla 3.15: Tuberías y accesorios del circuito primario

Descripción	Longitud equivalente		Caudal (GPM)	Pérdida por fricción (pie/100 pies)	Pérdida de presión (pies)	Cant.	Pérdida por fricción total (pie C.A.)
	m	(pie)					
Tubería SCH 40 5" ϕ	40.00	132	300.00	1.57	2.07	-	2.07
Codo 5" ϕ	-	13	300.00	1.57	0.20	-	0.20
Tee 5" ϕ	-	28	300.00	1.57	0.44	-	0.44
Válvula mariposa 5" ϕ (ver Anexo 8)					5.75	2	11.50
Válvula multipropósito (ver Anexo 9)					4.00	1	4.00
Difusor de succión (ver Anexo 10)					2.30	1	2.30
Tanque separador de aire (ver Anexo 11)					1.00	1	1.00
Chiller (ver Anexo 6)					16.70	1	16.70
							38.21
Factor de seguridad: 1.25							50 pies

Usando el software Bell&Gosset para seleccionar bombas, se tiene que la potencia eléctrica de cada bomba primaria es 7.5HP. Ver Anexo 7.

Cálculo en el circuito secundario

Las pérdidas de las tuberías y los accesorios del circuito secundario se muestran en la Tabla 3.16, en esta parte del cálculo se tiene que elegir la distancia que presente mayor restricción al flujo desde la bomba secundaria hasta el fan coil más alejado, en este caso es el fan coil FC 3-11.

Luego para seleccionar la bomba del circuito secundario se tienen los siguientes parámetros:

- Caudal = 360 GPM
- Caída de presión a vencer por la bomba = 80 pies de columna de agua.

Tabla 3.12: Tuberías y accesorios del circuito secundario

Descripción	Longitud equivalente		Caudal (GPM)	Pérdida por fricción (pie/100 pies)	Pérdida de presión (pies)	Cant.	Pérdida por fricción total (pie C.A.)
	m	(pie)					
Tubería SCH 40 1 1/4" ϕ	6.00	19.80	7.90	1.15	0.23	-	0.23
Tubería SCH 40 1 1/2" ϕ	3.50	11.55	15.80	1.91	0.22	-	0.22
Tubería SCH 40 2" ϕ	3.75	12.30	34.40	2.32	0.29	-	0.29
Tubería SCH 40 2 1/2" ϕ	14.25	47.00	48.60	1.83	0.86	-	0.86
Tubería SCH 40 3" ϕ	1.25	4.10	97.20	2.27	0.09	-	0.09
Tubería SCH 40 3" ϕ	9.15	30.20	100.80	2.43	0.73	-	0.73
Tubería SCH 40 3" ϕ	2.00	6.60	106.10	2.67	0.18	-	0.18
Tubería SCH 40 4" ϕ	9.00	29.70	154.70	1.40	0.42	-	0.42
Tubería SCH 40 4" ϕ	2.25	7.40	165.80	1.59	0.12	-	0.12
Tubería SCH 40 4" ϕ	12.25	40.40	214.40	2.58	1.04	-	1.04

Tubería SCH 40 4" ϕ	1.25	4.10	263.00	3.80	0.16	-	0.16
Tubería SCH 40 5" ϕ	7.25	23.90	300.00	1.57	0.38	-	0.38
Tubería SCH 40 5" ϕ	10.50	34.90	300.00	1.57	0.55	-	0.55
Tubería SCH 40 5" ϕ	1.50	5.00	300.00	1.57	0.08	-	0.08
Codo 1 1/4" ϕ	-	3.30	7.90	1.15	0.04	2	0.08
Tee 1 1/2" ϕ	-	9.00	15.80	1.91	0.17	1	0.17
Codo 1 1/2" ϕ	-	4.30	15.80	1.91	0.08	1	0.08
Tee 2" ϕ	-	12.00	34.40	2.32	0.28	1	0.28
Tee 2 1/2" ϕ	-	14.00	48.60	1.83	0.26	1	0.26
Codo 2 1/2" ϕ	-	6.50	48.60	1.83	0.12	1	0.12
Tee 3" ϕ	-	17.00	97.20	2.27	0.39	1	0.39
Tee 3" ϕ	-	17.00	100.80	2.43	0.41	1	0.41
Tee 3" ϕ	-	17.00	106.10	2.67	0.45	1	0.45
Tee 4" ϕ	-	22.00	154.70	1.40	0.31	1	0.31
Tee 4" ϕ	-	22.00	165.80	1.59	0.35	1	0.35
Tee 4" ϕ	-	22.00	214.40	2.58	0.57	1	0.57
Tee 4" ϕ	-	22.00	263.00	3.80	0.84	1	0.84
Tee 5" ϕ	-	28.00	300.00	1.57	0.44	3	1.32
Válvula compuerta 1 1/4" ϕ	-	1.50	9.30	1.55	0.02	1	0.02
Válvula compuerta 5" ϕ	-	6.00	263.00	1.23	0.07	1	0.07
							11.04
Caída de presión en red de tuberías y accesorios x 2							22.09
Caída de presión en el serpentín FC 2-01 (ver Anexo 15)					15.00	1	15.00
Válvula motorizada de 2 vías (ver Anexo 13)					8.00	1	8.00
Válvula multipropósito (ver Anexo 9)					4.00	1	4.00
Difusor de succión (ver Anexo 10)					2.30	1	2.30
Válvula mariposa (ver Anexo 8)					5.75	2	11.50
Circuit setter (ver Anexo 14)					1.70	1	1.70
							64.59
Factor de seguridad: 1.25							80 pies

Usando el software Bell&Gosset para seleccionar bombas, se tiene que la potencia eléctrica de cada bomba secundaria es 15HP. Ver Anexo 11.

3.7.4.3 Selección de unidades fan coils

Para seleccionar los serpentines ventiladores (fan coils) hay que tener en cuenta los siguientes parámetros:

- Calor sensible.
- Calor latente.
- Calor total.
- Caudal de aire insuflado.
- Potencia del motor del ventilador.
- Características eléctricas.

El calor sensible, calor latente y el calor total de cada ambiente, así como el flujo de aire insuflado se muestra en la Tabla 3.1.

3.7.4.4 Selección de ventiladores

Para seleccionar los ventiladores se toma en cuenta básicamente el caudal de aire y la presión estática a vencer en el ducto y accesorios.

Tabla 3.17: Relación de extractores e inyectores de aire

CUADRO DE EQUIPOS DE VENTILACIÓN					
Tipo: Centrifugo en Gabinete					
Código	Cantidad	Ubicación	Caudal (CFM)	Presión Estática (Pulg. c.a.)	Electricidad
ECG 1-01	01	PISO 1	600	0.60	220V/1Ø/60Hz.
ECG 1-02	01	PISO 1	600	0.60	220V/1Ø/60Hz.
ECG 1-03	01	PISO 1	600	0.60	220V/1Ø/60Hz.

ECG 1-04	01	PISO 1	600	0.60	220V/1Ø/60Hz.
ECG 1-05	01	PISO 1	600	0.60	220V/1Ø/60Hz.
ECG 1-06	01	PISO 1	600	0.60	220V/1Ø/60Hz.
ECG 1-07	01	PISO 1	800	0.60	220V/1Ø/60Hz.
ECG 1-08	01	PISO 1	700	0.60	220V/1Ø/60Hz.
ECG 1-09	01	PISO 1	120	0.50	220V/1Ø/60Hz.
ECG 1-10	01	PISO 1	250	0.50	220V/1Ø/60Hz.
ECG 1-11	01	PISO 1	120	0.50	220V/1Ø/60Hz.
ECG 1-12	01	PISO 1	120	0.50	220V/1Ø/60Hz.
ECG 2-01	01	PISO 2	800	0.60	220V/1Ø/60Hz.
ECG 2-02	01	PISO 2	800	0.60	220V/1Ø/60Hz.
ECG 2-03	01	PISO 2	800	0.60	220V/1Ø/60Hz.
ECG 2-04	01	PISO 2	800	0.60	220V/1Ø/60Hz.
ECG 2-05	01	PISO 2	800	0.60	220V/1Ø/60Hz.
ECG 2-06	01	PISO 2	800	0.60	220V/1Ø/60Hz.
ECG 2-07	01	PISO 2	800	0.60	220V/1Ø/60Hz.
ECG 2-08	01	PISO 2	700	0.60	220V/1Ø/60Hz.
ECG 2-09	01	PISO 2	400	0.60	220V/1Ø/60Hz.
ECG 2-10	01	PISO 2	250	0.50	220V/1Ø/60Hz.
ECG 3-01	01	PISO 3	600	0.60	220V/1Ø/60Hz.
ECG 3-02	01	PISO 3	600	0.60	220V/1Ø/60Hz.
ECG 3-03	01	PISO 3	600	0.60	220V/1Ø/60Hz.
ECG 3-04	01	PISO 3	600	0.60	220V/1Ø/60Hz.
ECG 3-05	01	PISO 3	600	0.60	220V/1Ø/60Hz.
ECG 3-06	01	PISO 3	600	0.60	220V/1Ø/60Hz.
ECG 3-07	01	PISO 3	800	0.60	220V/1Ø/60Hz.
ECG 3-08	01	PISO 3	700	0.60	220V/1Ø/60Hz.
ECG 3-09	01	PISO 3	400	0.60	220V/1Ø/60Hz.
ECG 3-10	01	PISO 3	250	0.50	220V/1Ø/60Hz.
VCG 1-01	01	PISO 1	600	0.60	220V/1Ø/60Hz.
VCG 1-02	01	PISO 1	600	0.60	220V/1Ø/60Hz.
VCG 1-03	01	PISO 1	600	0.60	220V/1Ø/60Hz.

VCG 1-04	01	PISO 1	600	0.60	220V/1Ø/60Hz.
VCG 1-05	01	PISO 1	600	0.60	220V/1Ø/60Hz.
VCG 1-06	01	PISO 1	600	0.60	220V/1Ø/60Hz.
VCG 2-01	01	PISO 2	700	0.60	220V/1Ø/60Hz.
VCG 2-02	01	PISO 2	800	0.60	220V/1Ø/60Hz.
VCG 2-03	01	PISO 2	800	0.60	220V/1Ø/60Hz.
VCG 2-04	01	PISO 2	800	0.60	220V/1Ø/60Hz.
VCG 2-05	01	PISO 2	800	0.60	220V/1Ø/60Hz.
VCG 2-06	01	PISO 2	800	0.60	220V/1Ø/60Hz.
VCG 3-01	01	PISO 3	600	0.60	220V/1Ø/60Hz.
VCG 3-02	01	PISO 3	600	0.60	220V/1Ø/60Hz.
VCG 3-03	01	PISO 3	600	0.60	220V/1Ø/60Hz.
VCG 3-04	01	PISO 3	600	0.60	220V/1Ø/60Hz.
VCG 3-05	01	PISO 3	600	0.60	220V/1Ø/60Hz.
VCG 3-06	01	PISO 3	600	0.60	220V/1Ø/60Hz.

3.8 ESPECIFICACIONES DE EQUIPOS

3.8.1 Unidad enfriadora de agua (Chiller)

➤ **Materiales y componentes del chiller**

El chiller será diseñado, seleccionado y construido, usando un refrigerante ecológico R-410A. El enfriador deberá ser certificado por AHRI. Incluirá, dos sistemas de refrigeración completamente independientes; deberá contar con 02 compresores del tipo scroll por sistema, evaporador del tipo expansión directa; condensador enfriado por aire. El serpentín será con tubos y aletas de cobre para una mayor durabilidad.

Deberá ser 150 TON de refrigeración como mínimo, trabajando con una temperatura ambiente de 86 °F; temperaturas de entrada y salida de

agua de 54 °F y 44 °F respectivamente y con un caudal de agua de 288 gpm como mínimo; tendrá una eficiencia como mínimo de 11.0 EER (al 100% de carga) y 14.5 IPLV (eficiencia a carga parcial) mínimo.

Gabinete: Los paneles de la unidad, cajas de control y elementos estructurales serán construidos en acero galvanizado. Todas las superficies serán pintadas con pintura en polvo aplicada al horno y tendrán un rating mínimo de resistencia de 6 aplicando la prueba ASTM B117 según ASTM.

➤ **Compresores y Motores**

Los compresores serán del tipo hermético del tipo scroll, haciendo en total de 02 compresores, y deberá incluir:

- Diseño adecuado al sellado radial y axial.
- El refrigerante fluye a través del compresor, refrescándolo completamente.
- Recolector de aceite.
- Calentador de cárter de los compresores.
- Válvula check a la descarga del compresor. Apagado silencioso y protección contra cambio de giro.
- Carga inicial de aceite.
- Visor del nivel de aceite
- Aisladores de vibración

➤ **Componentes del circuito de refrigeración**

Cada circuito refrigerante incluirá en línea de líquido: válvula de cierre con el puerto de carga, válvula de alivio para la línea de baja presión, filtro-secador, válvula solenoide, visor de refrigerante con indicador de

humedad, válvula de expansión termostática, aislamiento flexible con espuma y transductor de presión para línea de succión.

Intercambiadores de Calor:

Evaporador

- Del tipo de expansión directa tipo coraza y tubos (refrigerante en los tubos y agua en la coraza) con tubería en cobre de alta eficiencia para disminuir el riesgo de congelación del intercambiador durante los periodos de paro.
- Construido, probado y estampado de acuerdo con secciones aplicables del código del recipientes de presión de ASME para el mínimo 350 PSIG (24 bar.) para el lado del refrigerante como presión de diseño; y 150 PSIG (10 bar.) para el lado del agua.
- Carcasa cubierta con el 3.4" (19 mm) de aislamiento flexible, con conductividad termal de 0.26k (Btu/h-ft² - °F/in) como máximo.

Condensador enfriado por aire

- Serpentin: Tubos de cobre mecánicamente expandidos con aletas de la aleación de aluminio, incluirá un serpentín de subenfriamiento como parte integral del condensador. La presión del funcionamiento de diseño será 450 PSIG (10 bar.)
- Ventiladores de bajo ruido: Serán balanceados estática y dinámicamente con transmisión directa. Las aspas serán fabricadas con fibra de vidrio montadas en una sección de bajo nivel de ruido suministrando una descarga vertical. Los ventiladores tendrán guardas de alto calibre recubiertas con PVC o galvanizadas.

- Motores de ventilador de alta eficiencia, transmisión directa y alimentados con potencia trifásica, con aislamiento eléctrico tipo F y TEAO (Totally Enclosed Air Over), con rodamientos de bolas con doble sello y lubricación permanente.

Requerimientos eléctricos y mecánicos

El chiller deberá contar además con:

- Secuencias automáticas de protección, comienzo y parada automática.
- Panel del Microprocesador: Gabinete de acero pintado, protección NEMA 3R/12 (IP55) del polvo y puerta sellada junta.
- Dos puntos de entrada independientes (uno para cada sistema).
- Transformador de control.
- Aisladores de vibración con resortes de 1" de deflexión.
- El condensador deberá ser protegido con una pintura epóxica en fábrica.
- Válvula de aislamiento para el circuito de refrigeración.
- Interruptor de flujo.

Ver Anexo 16.

3.8.2 Electrobombas centrífugas

➤ Electrobombas para Agua Helada, Primaria y Secundaria

Bomba para recirculación de agua helada totalmente equipada por su fabricante, lista para funcionar una vez instalada.

El tipo será bomba centrífuga de caja partida, eje horizontal de impelente rotativo, impulsada por motor eléctrico siendo un paquete de

volumen variable (bomba secundaria) y otro de volumen constante (bomba primaria).

Cada paquete contará con dos unidades.

- El líquido a bombear será agua helada.
- El caudal será de 360 GPM mínimo.
- Altura dinámica total indicada en tablas.
- La velocidad de la bomba deberá ser de 1750 RPM máximo.
- El máximo NPSH permitido será de 20 pies de agua.
- La bomba será construida de acuerdo a las normas internacionales vigentes.
- Construcción de fácil reemplazo de las partes, debiéndose realizar pruebas estrictas en fábrica de acuerdo con las normas.

La caja y el impelente serán contruidos de fierro fundido de alta calidad y resistencia a la tensión, diseñados para la máxima eficiencia de bombeo. Las bombas de volumen variable y primario se diseñarán para 150 PSI de trabajo. El impelente será maquinado y balanceado estática y dinámicamente.

La bomba llevará conexiones de tuberías para la succión y descarga con bridas según especificaciones ANSI B16.5. o similar. Además estará provisto de una base unido a la carcaza de la bomba, del mismo material para su instalación.

Estará provisto de sello de prensa estopas con empaque de cerámica grafitada y acero para temperaturas de trabajo de hasta 250°F.

Serán resistentes a la abrasión y corrosión y de fácil mantenimiento.

Los rodamientos estarán fijados en un block de fierro fundido y serán del tipo de bolas, lubricados con grasa y protegidos del polvo mediante sellos en las tapas.

Deberá tener estricto acabado anticorrosivo y acabado final con esmalte.

El motor eléctrico, será construido según Standard NEMA, para 1750 RPM., 3 fases, 60 Hz. 380 voltios.

Deberá tener ventilación propia y protegida de goteos y salpicaduras. El aislamiento será tropicalizado.

El acoplamiento de motor a bomba será tipo flexible, diseñado adecuadamente para la carga de la bomba y velocidad del motor y estará protegido por una cubierta de seguridad.

Las bombas serán instaladas y alineadas sobre una base de concreto montada sobre resortes aisladores de 1-1/2" de deflexión. La base debe tener dos veces el peso combinado de la bomba, motor y base que sostiene.

Se instalarán conexiones flexibles dresser en la succión y descarga de bomba, serán del tipo groove.

El motor y la bomba estarán montados sobre una base común fabricada en acero, provista de agujeros para anclaje. Tendrá tratamiento anticorrosivo y acabado en esmalte.

Deberá incluir catálogos y especificaciones completas de cada uno de los equipos, accesorios a instalarse, con las curvas de funcionamiento de la bomba.

El fabricante deberá proveer luego de la aceptación de la propuesta, catálogos y manuales de operación y mantenimiento de cada componente,

diseño y recomendaciones de montaje, catálogos de partes y lista completa de repuestos los que debe asegurar su suministro.

Ver Anexo 17.

➤ **Accesorios para las Bombas**

Válvula Multipropósito

Válvula para medición del caudal de agua, será del tipo para instalación vertical, el cuerpo construido de fierro fundido, la glándula construida de bronce y vástago de acero inoxidable.

Difusor de succión

El cuerpo construido de fierro fundido, con conexiones para brida, llevará tapa embridada para limpieza.

Tanque de expansión

Será de forma cilíndrica, construida de plancha galvanizada de acuerdo a las normas ASME, para trabajar hasta una presión de 150 psig.

Juntas flexibles

Serán con bridas de acero y el elemento flexible de NYLON TIRE CORD FABRIC REINFORCEMENT WITH NEOPRENE LOVER AND LINER.

3.8.3 Fan coil de agua helada

Cada unidad de aire acondicionado será totalmente equipada en fábrica, lista para funcionar una vez instalada.

Será una unidad tipo "Ventilador Serpentin" (Fan Coil) con motor de tres velocidades, tipo decorativo si está expuesto o, sin cubierta decorativa, si está dentro de Falso Cielo Raso. La unidad será fabricada y probada de

acuerdo con las normas internacionales vigentes tales como ASHRAE, AMCA o similar vigentes.

Construcción de fácil reemplazo de las partes, debiéndose realizar pruebas estrictas en fábrica de acuerdo con las normas.

La unidad de refrigeración estará compuesta básicamente por una unidad de ventilación dúplex, accionados por motor eléctrico, un serpentín de enfriamiento para agua helada, en un gabinete de acero galvanizado.

Los ventiladores deberán ser tipo centrífugo de doble aspiración, tipo siroco, con aletas curvadas hacia el frente, de bajo nivel de sonido de NC 40 máximo, auto balanceado y de acoplamiento directo al eje.

El motor eléctrico será construido según standard NEMA, para conectarse a la red de 220 v. 60 Hz., 1 fase, 1750 RPM máximo, cuya potencia será mayor al BHP requerido por el ventilador. Tendrá protección interna por sobre corriente y reset automático. El serpentín de enfriamiento será construido con tubos de cobre de 0.3 mm de espesor sin costura y aletas de aluminio de 0.11 mm de espesor, espaciadas 14 aletas por pulgada. Será con un flujo de agua a razón de 2.4 GPM por tonelada de refrigeración y temperatura de ingreso de agua de 44°F, presión de trabajo de hasta 200 PSI, conexiones roscadas exteriormente.

El equipo contará con bandeja de drenaje, que obligatoriamente debe cubrir toda el área de apoyo del serpentín de enfriamiento para recepcionar el agua de condensación, estará aislado con material térmico que sea además resistente a la corrosión (Elostímero) y tendrá conexiones roscadas a ambos lados de la bandeja.

El acabado de ventiladores, estructura, compuertas y gabinete, será con dos manos de pintura anticorrosiva y dos manos de esmalte.

Se suministrará asimismo las conexiones eléctricas, en conductores THW y con tubería de fierro galvanizado, que deberán estar conformes con el C.N.E. Tendrá una caja de borneras debidamente accesible, ordenada y con los cables peinados.

Se deberá incluir catálogos y especificaciones completas de los equipos, accesorios a instalarse, con las curvas de funcionamiento del ventilador.

El fabricante, deberá proveer luego de la aceptación de la propuesta, catálogos y manuales de operación y mantenimiento de cada componente, diseño y recomendaciones de montaje, catálogos y partes y lista completa de repuestos los que debe asegurar su suministro. Se incluirá como mínimo los siguientes componentes:

- Válvula de 2 vías.
- Válvulas de un cuarto de vuelta a la entrada y salida de agua helada.
- Filtro colador a la entrada.
- Control de velocidad, tres posiciones.
- Conexión de drenaje.
- Conexión eléctrica completa según el C.N.E. con protección contra sobrecarga.
- Soportes y colgadores.

Ver Anexo 15.

Certificaciones

Las certificaciones mínimas que deben tener el equipo son:

- AHRI
- AMCA
- UL

3.8.4 Ventilador centrífugo en gabinete

Será del tipo centrífugo de doble entrada; el rodete será de hojas inclinadas hacia delante (FORWARD CURVED BLADES), el cual será balanceado estática y dinámicamente.

El rodete y su carcasa serán construidos de plancha de acero galvanizado con un espesor mínimo de 3/32".

El rodete estará unido directamente al eje del motor por medio de chaveta o prisionero.

Todas las partes metálicas se protegerán contra la corrosión por medio de limpieza química, luego se aplicarán dos manos de pintura base y dos manos de pintura esmalte.

Certificaciones

Las certificaciones mínimas que deben tener el equipo son:

- AMCA
- UL

Ver Anexo 18.

CAPÍTULO IV

COSTOS

En esta parte del trabajo se analizarán los costos que implican la inversión inicial, el costo operativo y el costo de mantenimiento.

- Costo de capital.
- Costo de operación.
- Costo de mantenimiento.

4.1 COSTO DE CAPITAL

Se considera el suministro e instalación de:

- Chiller.
- Electrobombas.
- Fan coils.
- Ventiladores.
- Accesorios.

Así como los materiales para la puesta en marcha de todo el sistema.

A continuación en la Tabla 4.1 se muestra el presupuesto para la implementación del sistema, en él se detalla los costos de los equipos y materiales.

Tabla 4.1: Costo de provisión e instalación

SUMINISTRO DE EQUIPOS IMPORTADOS				
1.0	Equipo Chiller Capacidad: 150 TON Características eléctricas: 380V/3Ø/60Hz	1 unid.	75,000.00	75,000.00
2.0	Electrobombas			
2.1	Electrobombas primarias Capacidad: 336 gpm Presión estática: 50 pies Características eléctricas: 360V/3Ø/60Hz	2 unid.	2,600.00	5,200.00
2.2	Electrobombas secundarias Capacidad: 360 gpm Presión estática: 80 pies Características eléctricas: 360V/3Ø/60Hz	2 unid.	3,800.00	7,600.00
3.0	Accesorios de bombas	1 Glb.	10,000.00	10,000.00
4.0	Accesorios del sistema de tuberías y Chiller	1 Glb.	6,500.00	6,500.00
5.0	Unidades Fan Coil Características eléctricas: 220V/1Ø/60Hz			
5.1	Capacidad: 60,000 Btu/h	2 unid.	600.00	1,200.00
5.2	Capacidad: 48,000 Btu/h	12 unid.	500.00	6,000.00
5.3	Capacidad: 42,000 Btu/h	12 unid.	450.00	5,400.00
5.4	Capacidad: 36,000 Btu/h	13 unid.	400.00	5,200.00
5.5	Capacidad: 24,000 Btu/h	3 unid.	300.00	900.00
5.6	Capacidad: 18,000 Btu/h	1 unid.	250.00	250.00
5.7	Capacidad: 12,000 Btu/h	5 unid.	220.00	1,100.00
6.0	Ventiladores centrífugos en gabinete			
6.1	Capacidad: 600 Cfm Presión estática: 0,6" C.A.	24 unid.	500.00	12,000.00
6.2	Capacidad: 800 Cfm Presión estática: 0,6" C.A.	15 unid.	600.00	9,000.00
6.3	Capacidad: 700 Cfm Presión estática: 0,6" C.A.	3 unid.	550.00	1,650.00
6.4	Capacidad: 120 Cfm Presión estática: 0,5" C.A.	3 unid.	200.00	600.00
6.5	Capacidad: 250 Cfm Presión estática: 0,5" C.A.	3 unid.	300.00	900.00
6.6	Capacidad: 400 Cfm Presión estática: 0,6" C.A.	2 unid.	350.00	700.00
SUMINISTRO DE MATERIALES LOCALES E INSTALACIÓN				
7.0	Tuberías de agua helada, incluye elementos complementarios	1 Glb.	20,000.00	20,000.00
8.0	Ductos metálicos, incluye soporte y anclajes	6,500 kg.	3.00	19,500.00
9.0	Aislamiento térmico de los ductos con lana de vidrio y Foil de aluminio	800 m2	8.00	6,400.00
10.0	Difusores y rejillas, incluye soporte y anclajes	65,800 pulg ²	0.20	13,160.00
11.0	Ducto flexible	1 Glb.	7,000.00	7,000.00
12.0	Montaje del chiller, electrobombas, unidades Fain Coil	1 Glb.	10,000.00	10,000.00
13.0	Montaje de ventiladores, incluye bases	1 Glb.	3,500.00	3,500.00
14.0	Conexión eléctrica de todos los equipos, incluye el tablero del Chiller y el tablero de las electrobombas	1 Glb.	6,000.00	6,000.00
15.0	Conexión de drenaje	1 Glb.	500.00	500.00
16.0	Transporte de materiales y herramientas	1 Glb.	1,000.00	1,000.00
	SUBTOTAL		US \$	236,260.00
	I.G.V. (18%)		US \$	42,526.80
	TOTAL		US \$	278,786.80

Según el presupuesto se tiene un costo de capital de \$ 278,786.80.

Para estimar los costos administrativos y de ingeniería, podemos asumir un 2.5% aprox. del valor del presupuesto, obteniéndose un costo de \$ 7,000.00; sin embargo este costo dependerá mucho de la envergadura del proyecto.

4.2 COSTO DE OPERACIÓN

Para obtener los costos de operación una vez puesto en marcha el sistema, recurrimos a la Tabla 4.2, en donde se muestra los pasos que se siguieron para obtener el costo de energía consumido en un año.

La potencia absorbida del chiller está en función a la capacidad de carga que entrega el equipo, y esto se obtuvo del performance del chiller. Ver anexo 6. En él podemos observar la potencia absorbida en kW para 100%, 69%, 51% y 34% de carga. El coeficiente de ponderación asumido es de 0.01, 0.42, 0.45 y 0.12 respectivamente, esto quiere decir por ejemplo, que el chiller en las condiciones más críticas sólo trabajará el 1% del año al 100% de carga.

La bomba primaria al estar prendido todo el tiempo desde el momento en que prenden el sistema, su factor de ponderación será igual a 1.

La bomba secundaria al trabajar con el variador de frecuencia podemos asumir que tendrá la misma ponderación que el chiller.

Los fan coils de agua helada una vez prendido todo el sistema, podemos asumir que el fan (ventilador) siempre estará prendido y su factor de ponderación también será igual a 1.

Luego se tiene que la potencia ponderada de todo el sistema es de 147 kW. Asumiendo que el chiller estará prendido el 30% de las horas de todo un año, obtenemos que el equipo estará prendido 2,628 horas.

Ahora, de la página de la web de OSINERGMIN, obtenemos el pliego tarifario máximo del servicio público de electricidad. Ver Anexo 19. En él se tiene para instalaciones de mediana tensión MT3:

- Costo en hora punta: 18.33 céntimos de S/. /kW-h.
- Costo fuera de hora punta: 15.32 céntimos de S/. /kW-h.

Se considera hora punta desde las 18:00 hasta las 23:00 horas. Para propósitos del informe se ha considerado el promedio de dicho costo, obteniéndose 16.83 céntimos de S/. /kW-h, en dólares americanos sería 0.06 \$/kW-h.

Luego al final se tiene como costo de operación \$ 23,137 por año.

Tabla 4.2: Costo de operación

CHILLER DE 150 TON

Carga	Capacidad de Enfriamiento (Ton)	Potencia Absorbida (kW)	EER (Btu-h/W)	Coefficiente de Ponderación	Potencia Ponderada (kW)
100%	150.0	161.3	11.2	0.01	1.613
80%	110.5	136.4	10.5	0.42	57.29
51%	67.4	100.7	10.4	0.45	45.32
34%	59.9	65.5	10.6	0.12	7.93
Consumo Total 1					112.20

BOMBA PRIMARIA (motor de 7.5 HP)

Carga	Capacidad (GPM)	Potencia Absorbida (kW)	Potencia Absorbida Total (kW)	Coefficiente de Ponderación	Potencia Ponderada (kW)
100%	360	5.625	5.6	1	5.63
Consumo Total 2					5.63

BOMBA SECUNDARIA (motor de 15 HP)

Carga	Capacidad (GPM)	Potencia Absorbida (kW)	Potencia Absorbida Total (kW)	Coefficiente de Ponderación	Potencia Ponderada (kW)
100%	360	11.25	11.25	0.01	0.11
80%	245.4	7.78	7.78	0.42	3.29
51%	183.0	5.74	5.74	0.45	2.59
34%	122.4	3.83	3.92	0.12	0.48
Consumo Total 3					6.41

FAI COIL DE AGUA HELADA

Cantidad	Capacidad de Enfriamiento (Ton)	Potencia Absorbida por equipo (kW)	Potencia Absorbida Total (kW)	Coefficiente de Ponderación	Potencia Ponderada (kW)
45	3.2	0.5	22.5	1	22.50
Consumo Total 4					22.50

CONSUMO TOTAL (kW)	146.74
---------------------------	--------

Hipotesis	
Horas/Año Funcionamiento (h)	2028
Coste Electricidad (\$/kW-h)	0.06
Capacidad de Enfriamiento (Ton)	150

RESUMEN:	
Potencia Absorbida (kW)	147
Consumo Eléctrico (kW-Año)	298020
Coste Electricidad (\$/año)	23137

4.3 COSTO DE MANTENIMIENTO

El mantenimiento debe realizarse siguiendo las recomendaciones del fabricante de los equipos y generalmente se realiza cada 3 meses.

Tabla 4.3: Costo de mantenimiento

Equipos	Costo anual \$
Fan coils	2,000
Chiller	1,000
Electrobombas	2,000
Materiales del sistema	2,500
Costo anual (\$):	7,500

El mantenimiento preventivo realizándose adecuadamente permite detectar fallas constantes o repetitivas, disminuyendo las probabilidades de una mala operación y aumentando la vida útil de los equipos; en este sentido no sea ha considerado el costo de mantenimiento correctivo, debido a que esto implica un mayor costo.

4.4 COSTO TOTAL

Para hallar el costo total durante toda la vida útil del sistema, emplearemos la ecuación (4.1) que permite llevar el costo anual al valor presente, la ecuación es la siguiente:

$$VP = \frac{D \times [(1+i)^n - 1]}{[(1+i)^n \times i]} \dots\dots\dots (4.1)$$

Donde:

D: Desembolso anual.

i: Tasa de interés (asumido 10% en dólares).

n: Vida útil proyectado de los equipos del sistema (asumido 20 años).

Tabla 4.4: Resumen de Costos Durante la Vida Útil del Sistema

Costos involucrados	Costo \$
Costo de capital	278,786.80
Costos administrativos y de ingeniería	7,000.00
Costo de operación	196,978.32
Costo de mantenimiento	63,851.73
Total anual (\$):	546,616.85

Por lo tanto el costo total del proyecto, durante su vida útil asciende a \$ 546,616.85.

CONCLUSIONES

1.- La carga de enfriamiento que se requiere en el edificio es 150 toneladas de refrigeración, este valor representa el máximo simultáneo en el edificio y es con el cual se ha seleccionado el chiller; por otro lado, las unidades fan coil se han seleccionado con el máximo simultáneo requerido en cada ambiente.

Por lo tanto la capacidad del chiller no necesariamente es la suma de las capacidades de cada fan coil, por lo general es menor como es este caso.

2.- Para satisfacer las condiciones requeridas en cada ambiente, fue imprescindible hacer una buena selección de los equipos, de tal manera que podamos tener un óptimo funcionamiento de los mismos, además de reducir los costos de instalación, operación, mantenimiento y costos de energía eléctrica, esto se traduce en ahorro de dinero para el propietario.

3.- Consideramos que el sistema de enfriamiento propuesto con "Chiller", es el más idóneo para esta aplicación y solo puede ser comparado en términos de costo de instalación y ahorro energético con el sistema de expansión directa de refrigerante de flujo variable "VRF", que en algunos casos son similares; la diferencia marcada entre ambos es que el chiller tiene un tiempo de vida mucho mayor aprox. 20 años mientras que el sistema VRF solo tiene aprox. 10 años.

4.- Consideramos que la capacidad de enfriamiento requerido por el edificio pudo reducirse aprox. en un 10%, si las paredes y techos hubiesen tenido algún

tratamiento de especial con un aislante térmico, pero debido a que esto incrementaba los costos de inversión, la propuesta no fue tomada en cuenta.

- 5.- Consideramos que el costo de capital que asumirá el propietario, está dentro de los ratios establecidos, en este caso es \$1850/TON de refrigeración.

RECOMENDACIONES

- 1.- La implementación de un sistema de control y monitoreo contribuiría con disminuir los costos de operación y por ende, los costos del consumo de energía eléctrica que son beneficiosos para el propietario.
- 2.- La implementación de un programa de un mantenimiento y el adiestramiento del personal en el uso correcto de los equipos, contribuiría para que el sistema funcione correctamente.
- 3.- La instalación de los equipos deberían seguir fielmente las recomendaciones de los fabricantes para evitar problemas en el funcionamiento de los mismos.
- 4.- Durante el proceso de diseño de un sistema de aire acondicionado se debe tener en cuenta la compatibilización con las otras especialidades para evitar o disminuir las posibles interferencias durante la ejecución de la instalación.
- 5.- El presente informe puede usarse como una guía de consulta en el desarrollo de proyectos similares, aunque algunos conceptos pueden variar dependiendo de las necesidades que se requiera, el procedimiento es básicamente el mismo, por lo tanto podemos considerar al presente trabajo de gran utilidad tanto en el aspecto teórico y académico como de aplicación.

BIBLIOGRAFÍA

1. **ACONDICIONAMIENTO DE AIRE**; Principios y Sistemas; Edward G. Pita.- Segunda Edición; 1997.
2. **CALEFACCIÓN, VENTILACIÓN Y AIRE ACONDICIONADO**; Análisis y Diseño; McQuiston-Parker-Spitler; 2003.
3. **TECNOLOGÍA DE LA REFRIGERACIÓN Y AIRE ACONDICIONADO**; William C. Whitman-William M. Johnson; 2000.
4. **ASHRAE HANDBOOK**; Applications; Atlanta, GA: ASHRAE Inc.; 2007.
5. **CARRIER AIR CONDITION COMPANY**; Manual de Aire Acondicionado; Barcelona: Marcombo S.A.; 1986.
6. **SMACNA**; HVAC Systems - Duct Design; Cuarta Edición; 2006.
7. **SMACNA**; HVAC Duct Construction Standards; Tercera Edición; 2005.

PLANOS

IM-01: Aire Acondicionado y Ventilación – Planta 1er Piso.

IM-02: Aire Acondicionado y Ventilación – Planta 2do Piso.

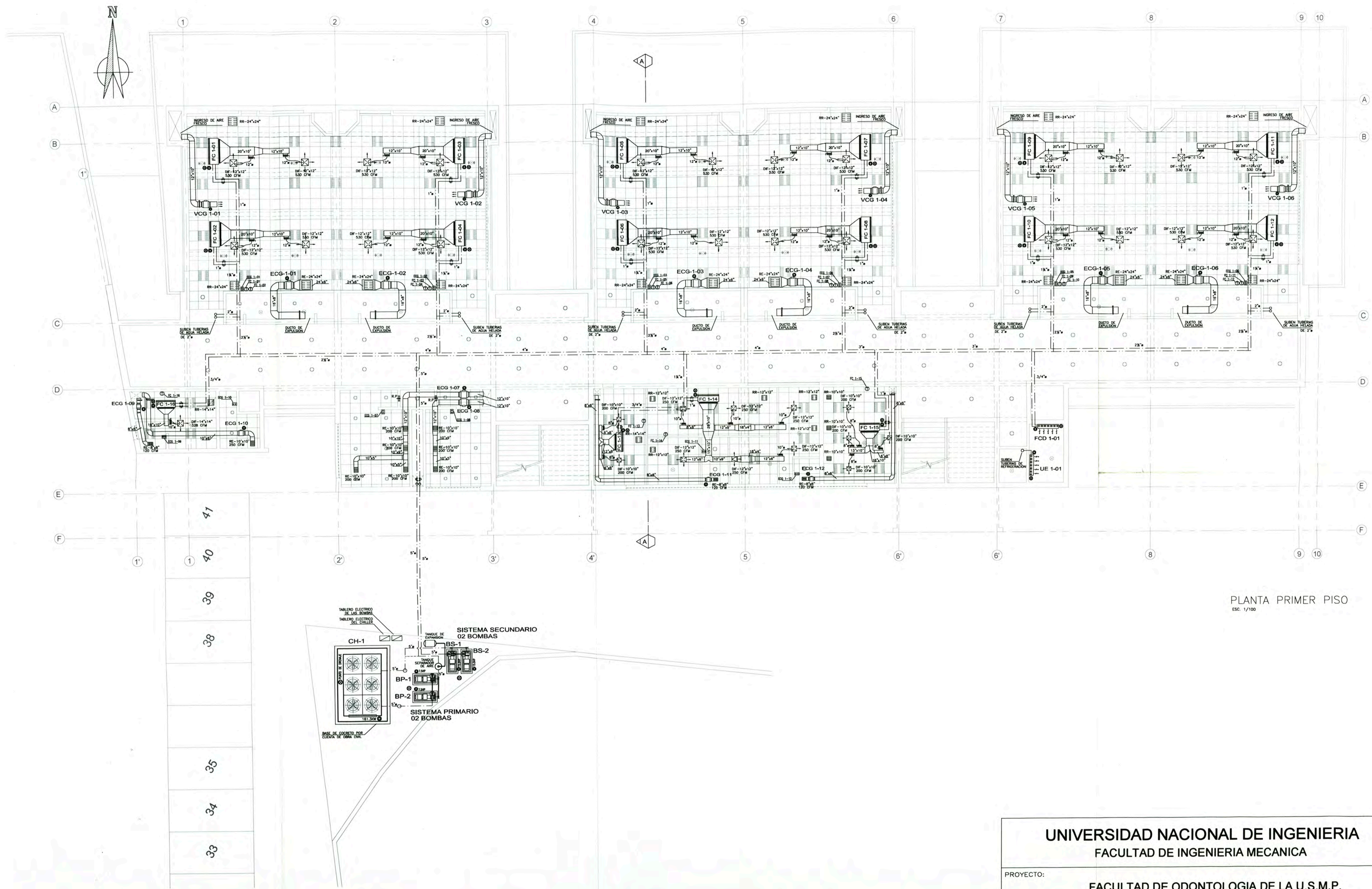
IM-03: Aire Acondicionado y Ventilación – Planta 3er Piso.

IM-04: Aire Acondicionado y Ventilación – Planta Techos.

IM-05: Aire Acondicionado y Ventilación – Planta Corte A-A, Tablas, Leyenda y

Notas.

IM-06: Aire Acondicionado y Ventilación – Detalles.

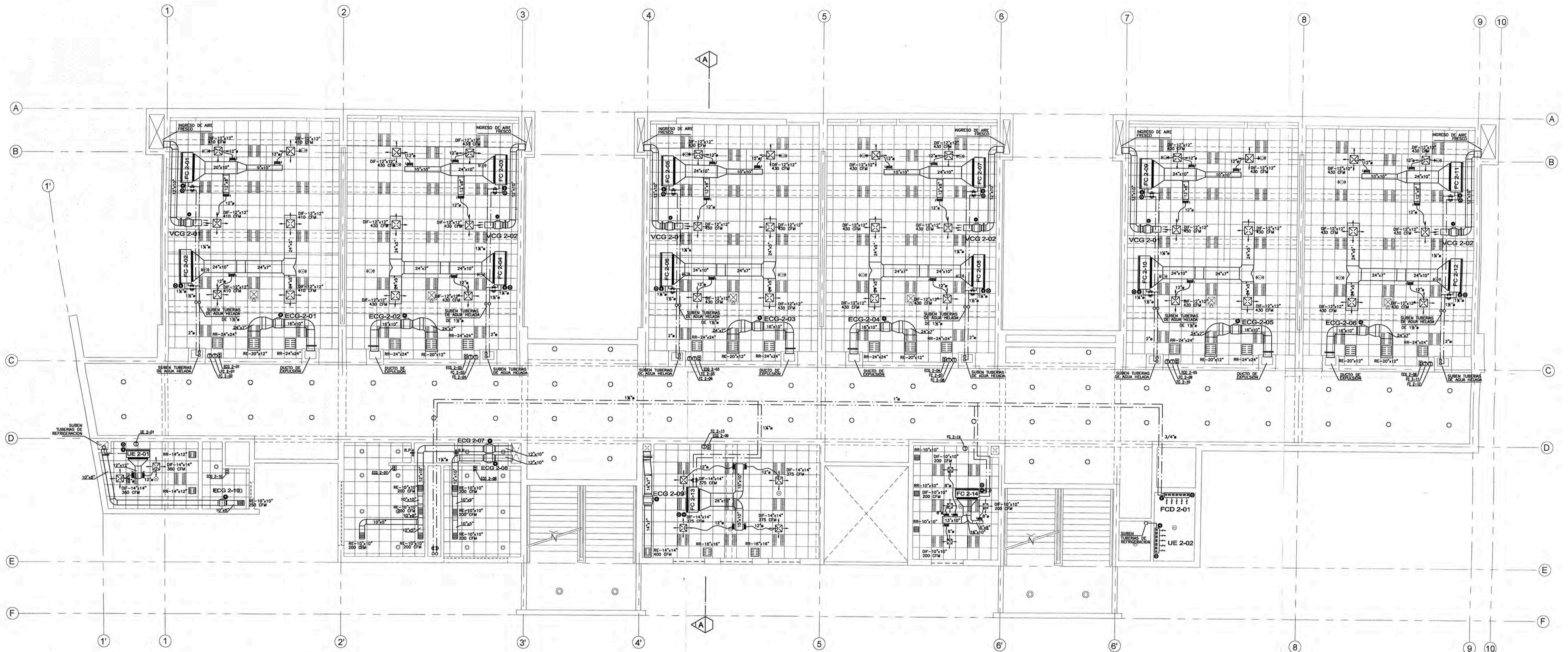
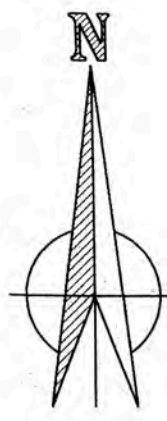


PLANTA PRIMER PISO
ESC. 1/100

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

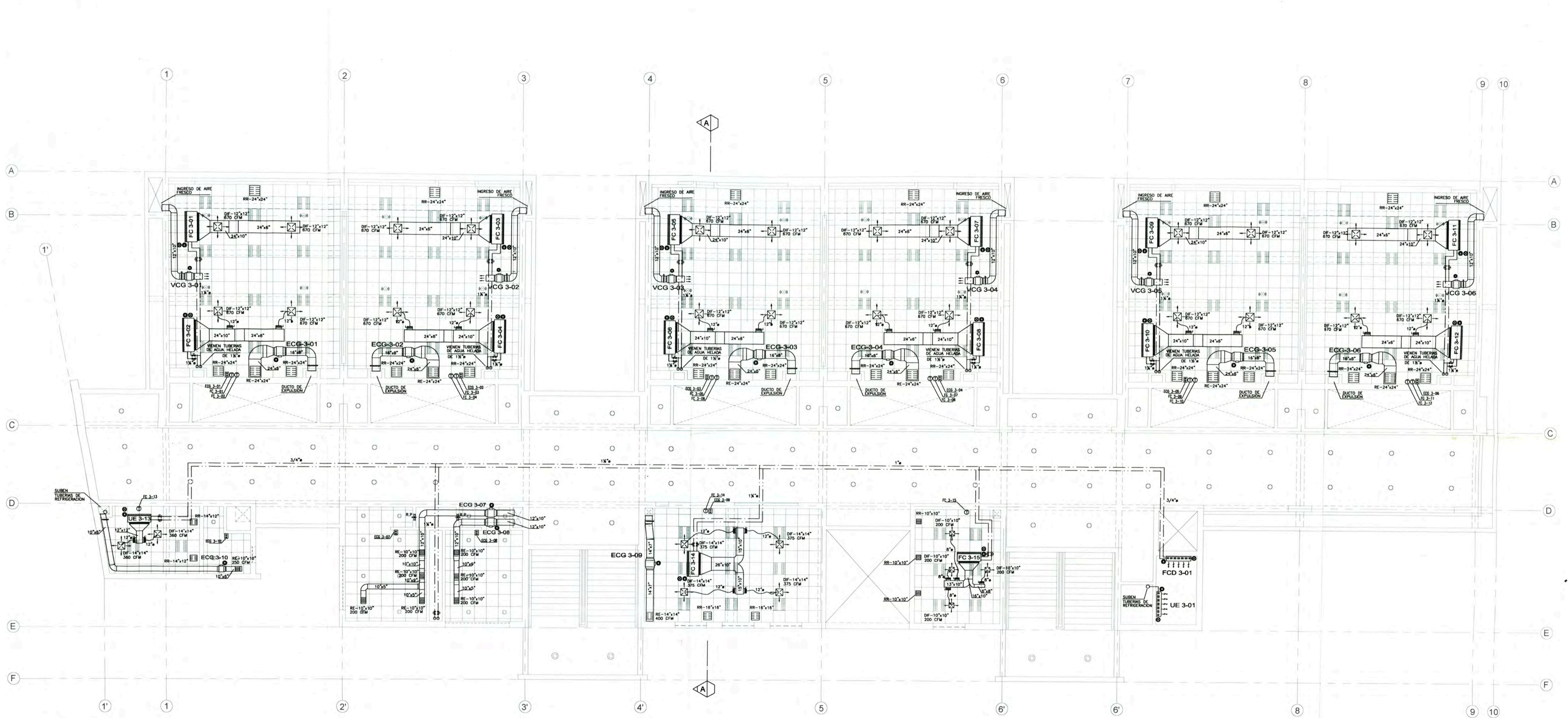
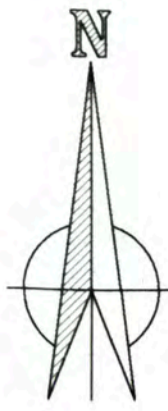
PROYECTO: FACULTAD DE ODONTOLOGIA DE LA U.S.M.P.

FECHA:	MARZO-2,014	PLANO:	AIRE ACONDICIONADO Y VENTILACION	Nº DE PLANO:	IM-01
ESCALA:	1/100		PLANTA 1ER PISO		
DISENO:	F.C.T.				01 DE 06



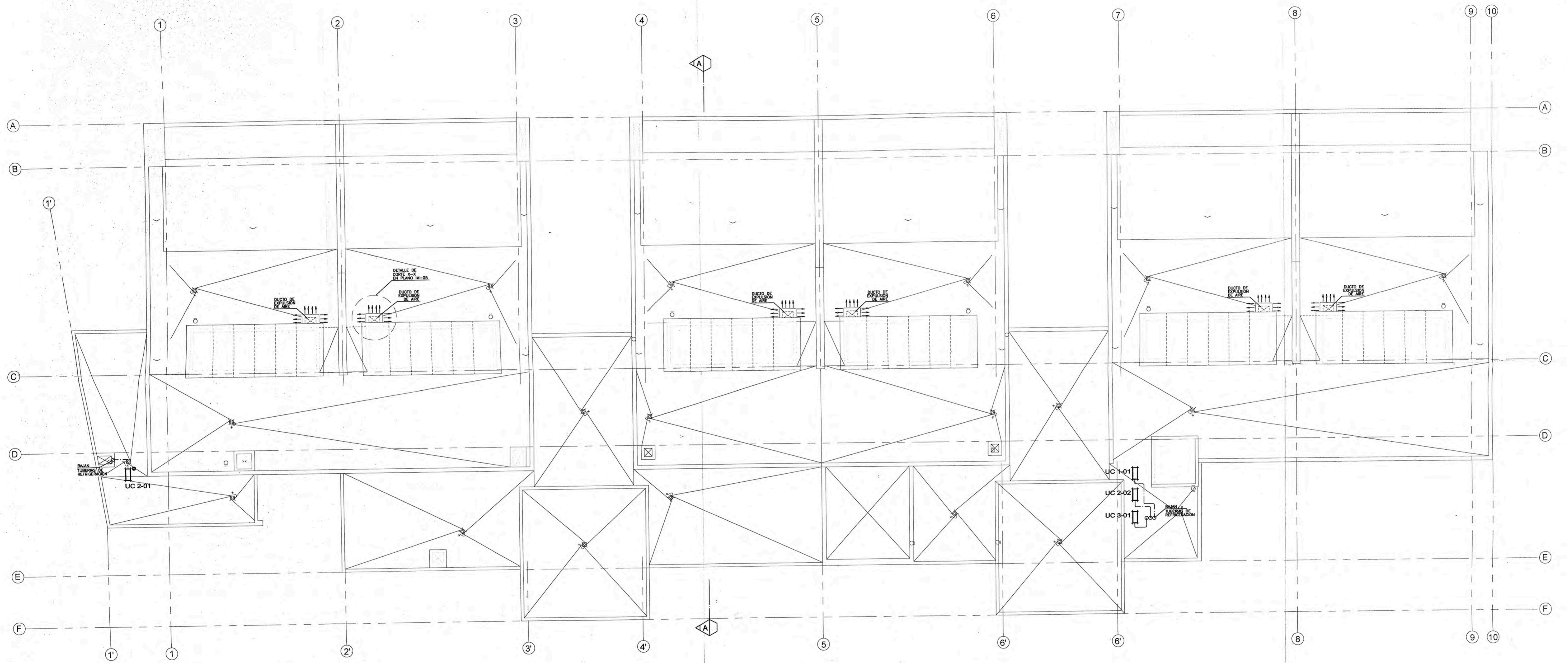
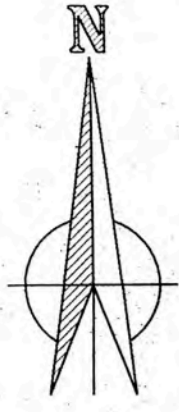
PLANTA SEGUNDO PISO
Esc. 1/100

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA			
PROYECTO: FACULTAD DE ODONTOLOGIA DE LA U.S.M.P.			
FECHA:	MARZO-2014	PLANO:	N° DE PLANO:
ESCALA:	1/100	AIRE ACONDICIONADO Y VENTILACION	
DISERO:	F.C.I.	PLANTA 2DO PISO	
			IM-02 02 DE 06



PLANTA TERCER PISO
ESC. 1/100

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA			
PROYECTO:		FACULTAD DE ODONTOLOGIA DE LA U.S.M.P.	
FECHA:	MARZO-2,014	PLANO:	AIRE ACONDICIONADO Y VENTILACION PLANTA 3ER PISO
ESCALA:	1/100		
DISEÑO:	F.C.T.		
			N° DE PLANO: IM-03 03 DE 06



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA			
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA			
PROYECTO:		FACULTAD DE ODONTOLOGIA DE LA U.S.M.P.	
FECHA:	MARZO-2,014	PLANO:	AIRE ACONDICIONADO Y VENTILACION PLANTA DE TECHOS
ESCALA:	1/100		
DISEÑO:	F.C.T.		
			N° DE PLANO: IM-04 04 DE 06

CUADRO DE EQUIPOS DE AIRE CONDICIONADO - FAN COIL DE AGUA HELADA

UNIDAD	CANT.	CAPACIDAD DE ENFRIAMIENTO		VENTILADOR			SERPENTIN DE ENFRIAMIENTO - AGUA HELADA				CARACTERISTICAS ELECTRICAS			
		SENSIBLE (BTU/HR)	TOTAL (BTU/HR)	CAUDAL (CFM)	AIRE EXTERIOR (CFM)	PPA (Pulg. C.A.)	CONDICIONES DEL AIRE		CONDICIONES DEL AGUA					
							ENTRADA	SALIDA	CAUDAL	TEMP.(°F)				
FC 1-01	01	21,958	35,386	1,060	300	0.6	77.80	68.20	58.80	57.90	7.10	44.00	54.00	0.50Kw, 220V/1ø/60Hz.

CUADRO DE EQUIPOS DE VENTILACION

CLAVE	CANT.	UBICACION	CAUDAL NOMINAL (CFM)	TIPO	CAIDA DE PRESION (Pulg. C.A.)	ELECTRICIDAD
ECG 1-01	01	PISO 1	600	CENTRIFUGO EN GABINETE	0.60	0.35W., 220V/1ø/60Hz.

ELECTROBOMBA DE AGUA HELADA SISTEMA PRIMARIO

CANTIDAD	02
CAUDAL MINIMO	360 GPM
PRESION ESTATICA	50 PIES
POTENCIA APROX.	7.5 HP
CARACTERISTICAS ELECTRICAS	1,750 RPM/3ØV./3Ø/60Hz.
CLASE	125
PESO MAXIMO (Kg.)	300

ELECTROBOMBA DE AGUA HELADA SISTEMA SECUNDARIO

CANTIDAD	02
CAUDAL MINIMO	360 GPM
PRESION ESTATICA	80 PIES
POTENCIA APROX.	15 HP
CARACTERISTICAS ELECTRICAS	1,750 RPM/3ØV./3Ø/60Hz.
CLASE	125
PESO MAXIMO (Kg.)	400

CUADRO DE CARACTERISTICAS DE CHILLER

CANT.	1
TIPO	ENFRIADO POR AIRE
CAP.NOMINAL (T.R.)	150
CARGA ELECTRICA	161.3 Kw.
CARACTERISTICAS ELECTRICAS	380V./3Ø/60Hz.
TIPO DE COMPRESOR	SCROLL
NUMERO DE COMPRESORES	02
GAS REFRIGERANTE	R-410A
PESO MAXIMO (Kg.)	3,200

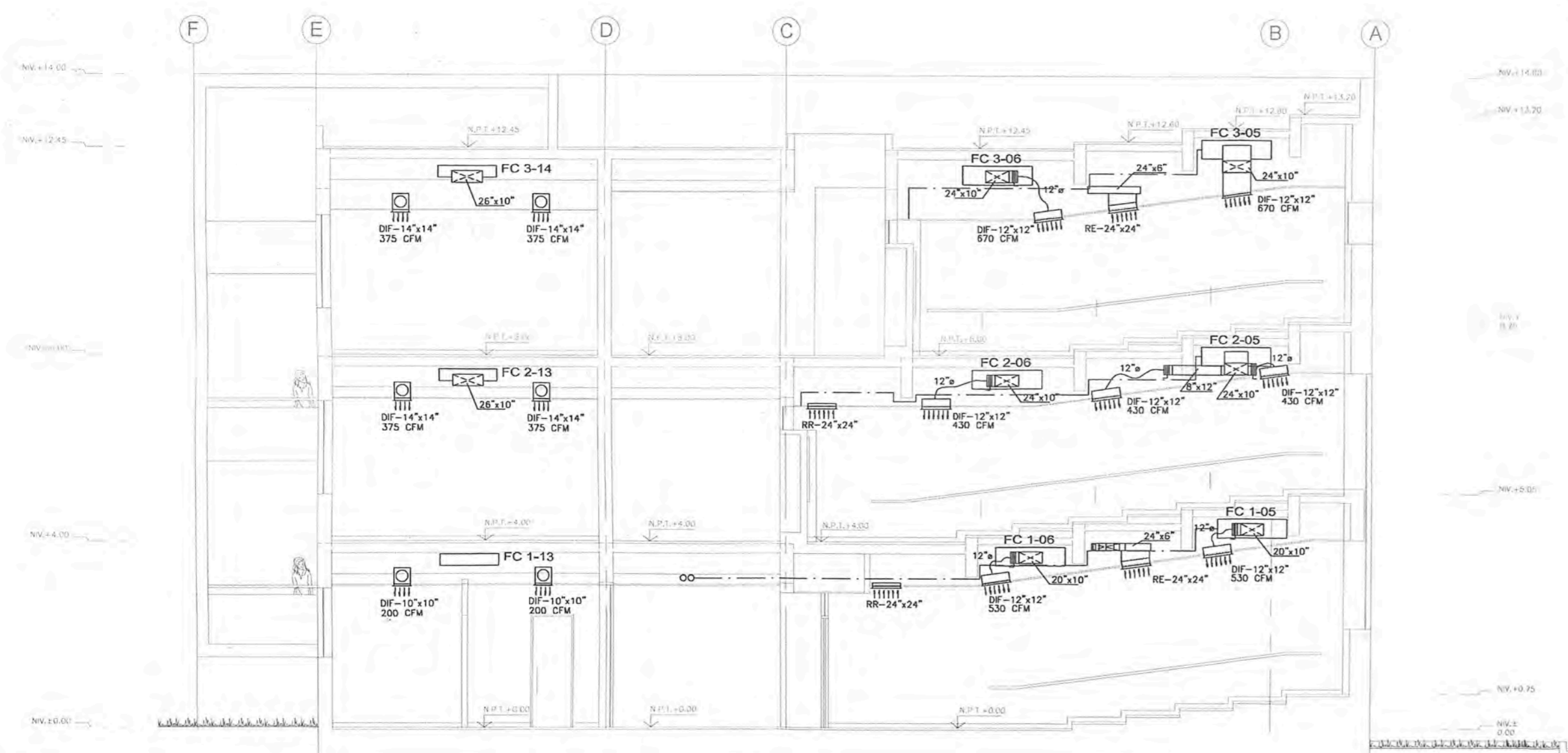
* SERPENTIN CON TUBOS DE COBRE Y ALETAS DE ALUMINIO
* TEMPERATURA AMBIENTAL: 86°F

LEYENDA

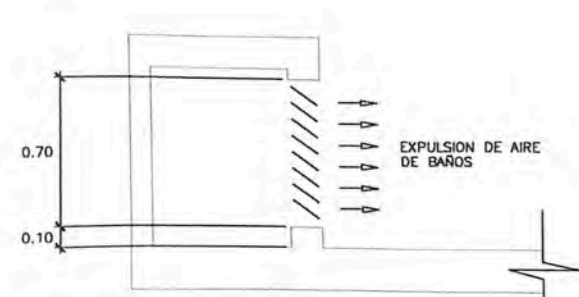
	DUCTO METALICO
	SALIDA DE FUERZA
	PUNTO DE DRENAJE
	BOTONERA
	TERMOSTATO
	UE UNIDAD EVAPORADORA
	UC UNIDAD CONDENSADORA
	EXTRACTOR CENTRIFUGO EN GABINETE
	VENTILADOR CENTRIFUGO EN GABINETE
	FAN COIL DE AGUA HELADA
	TUBERIA DE COBRE DE LIQUIDO Y SUCCION
	TUBERIA DE SUMINISTRO DE AGUA HELADA
	TUBERIA DE RETORNO DE AGUA HELADA
	VALVULA DE COMPUERTA
	CHILLER
	BOMBA PRIMARIA
	BOMBA SECUNDARIA
	RR - REJILLA DE RETORNO
	RR - REJILLA DE EXTRACCION
	DIF - DIFUSOR DE CUATRO VIAS
	REX - REJILLA DE EXPULSION
	RAF - REJILLA DE AIRE FRESCO
	DAMPER DE GRAVEDAD

NOTAS:

- CORRERA POR CUENTA DE LA OBRA CIVIL LO SGTE:
 - PUNTO DE ALIMENTACION ELECTRICA CERCANO A CADA EQUIPO (MAX. A 1m DE DISTANCIA).
 - PUNTO DE DRENAJE CERCANO A CADA EQUIPO INDICADO (MAX. A 1m DE DISTANCIA).
 - EJECUCION DE PASES Y RESANES DONDE SEA NECESARIO PARA LA CORRECTA INSTALACION DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO.
 - REJILLAS EN PUERTAS.
- EL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO SE COORDINARA CON LOS OTROS SISTEMAS EN TODO EL RECORRIDO DE SU INSTALACION.
- LA UBICACION FINAL DE LOS TERMOSTATOS Y BOTONERAS SE COORDINARA CON EL PROPIETARIO Y EL ARQUITECTO.
- EL NIVEL DE RUIDO PRODUCIDO POR LOS EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO Y VENTILACION DENTRO DE LOS AMBIENTES ACONDICIONADOS NO DEBERA EXCEDER DE 60 DECIBELES (dBA).
- LOS DUCTOS LLEVARAN INTERIORMENTE DAMPERS PARA BALANCEAR EL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO.
- TODO LOS TAMAÑOS DE LOS DUCTOS MOSTRADOS EN LOS PLANOS INDICAN DIMENSIONES INTERIORES DE LOS DUCTOS.
- LA UNION FLEXIBLE PARA DUCTOS SERAN DE LONA DE VINYL PESADO Y NEOPRENE DE 10" DE ANCHO, SIMILAR O IGUAL AL TIPO DFN-10 NEOPRENE DE LA MARCA DURO DYNE.
- LAS CAJAS PLENUM DE RETORNO SE AISLARAN INTERIORMENTE CON DUCT LINER DE 1" DE ESPESOR Y DENSIDAD DE 3 lb/pie3, EXTERIORMENTE SE APLICARA UNA BASE ZINCROMATO Y PINTURA DE ACABADO IGUAL A LA UNIDAD INTERIOR.



CORTE A-A ESC. 1/100



CORTE X-X S/E

CUADRO DE EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO DECORATIVO DE AGUA HELADA

UNIDAD	CANT.	UBICACION	CAP. TOTAL (BTU/HR)	TIPO	ELECTRICIDAD	AMBIENTE
FCD 1-01	01	PISO 1	18,000	DECORATIVO	0.15Kw., 220V/1ø/60Hz.	RACKS
FCD 2-01	01	PISO 2	18,000	DECORATIVO	0.15Kw., 220V/1ø/60Hz.	RACKS
FCD 3-01	01	PISO 3	18,000	DECORATIVO	0.15Kw., 220V/1ø/60Hz.	RACKS

CUADRO DE EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO - EXPANSION DIRECTA

UNIDAD	CANT.	UBICACION	CAP. TOTAL (BTU/HR)	TIPO	ELECTRICIDAD	AMBIENTE
UE 1-01/UC 1-01	01	PISO 1	18,000	SPLIT DECORATIVO	2.0Kw., 220V/1ø/60Hz.	RACKS
UE 2-01/UC 2-01	01	PISO 2	24,000	FAN COIL	2.60Kw., 220V/1ø/60Hz.	SALA COMPUTO
UE 2-02/UC 2-02	01	PISO 2	18,000	SPLIT DECORATIVO	2.0Kw., 220V/1ø/60Hz.	RACKS
UE 3-01/UC 3-01	01	PISO 3	18,000	SPLIT DECORATIVO	2.0Kw., 220V/1ø/60Hz.	RACKS

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

PROYECTO: FACULTAD DE ODONTOLOGIA DE LA U.S.M.P.

FECHA: MARZO-2014
ESCALA: 1/100
DISEÑO: F.C.T.

PLANO: AIRE ACONDICIONADO Y VENTILACION
CORTE A-A, TABLAS, LEYENDA Y NOTAS

Nº DE PLANO: IM-05
05 DE 06

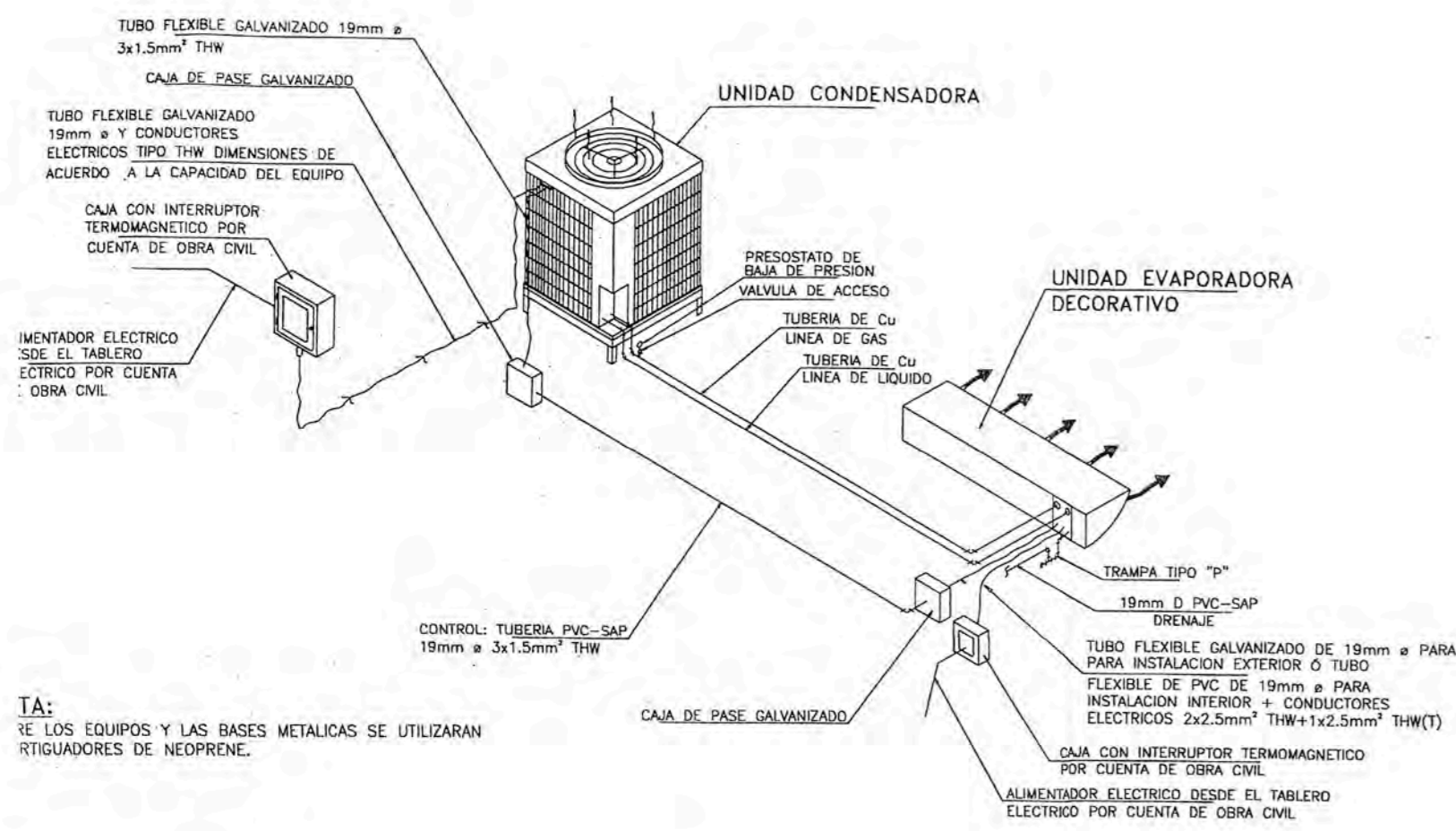
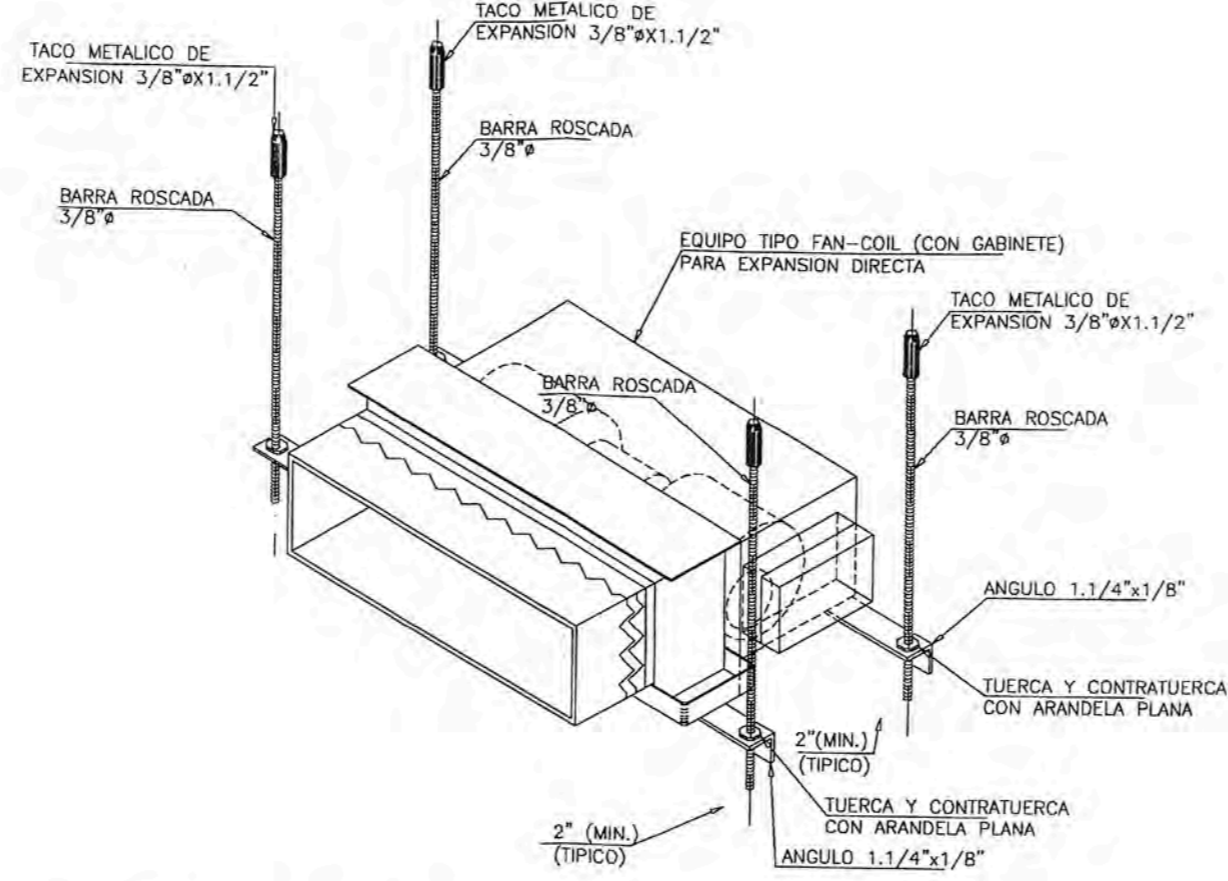


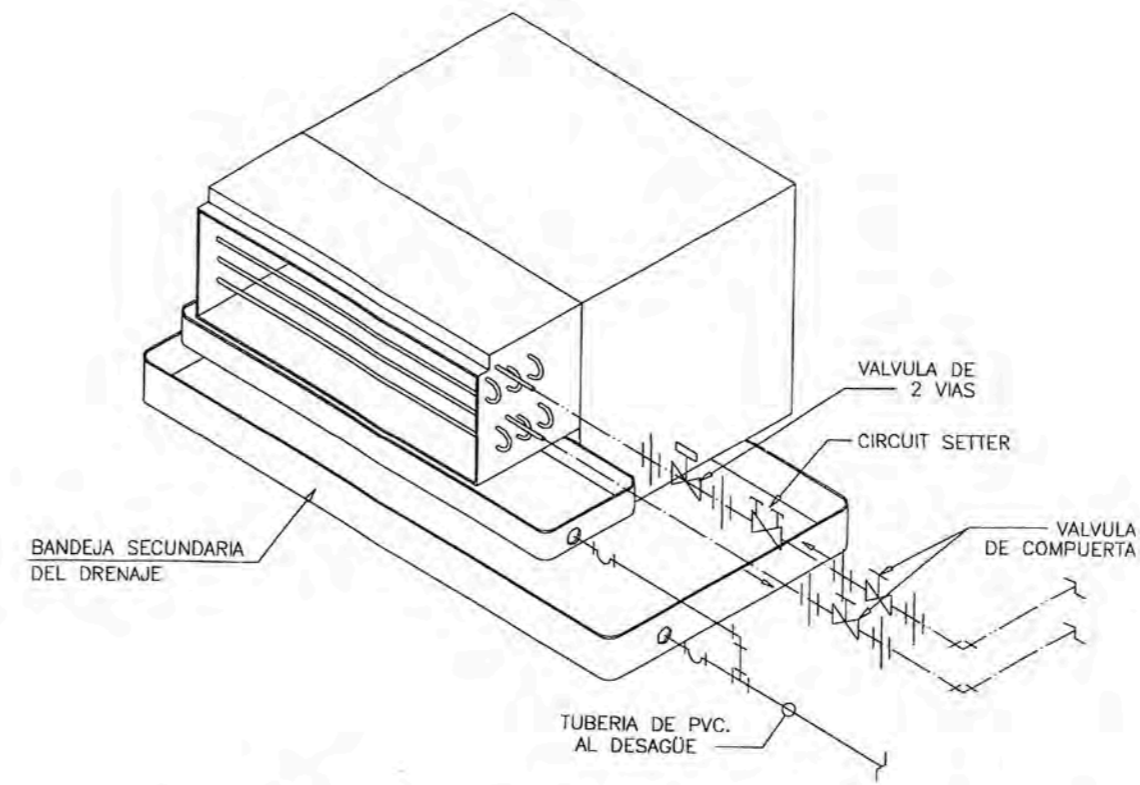
DIAGRAMA DE CONEXION DEL EQUIPO SPLIT DECORATIVO

S/E



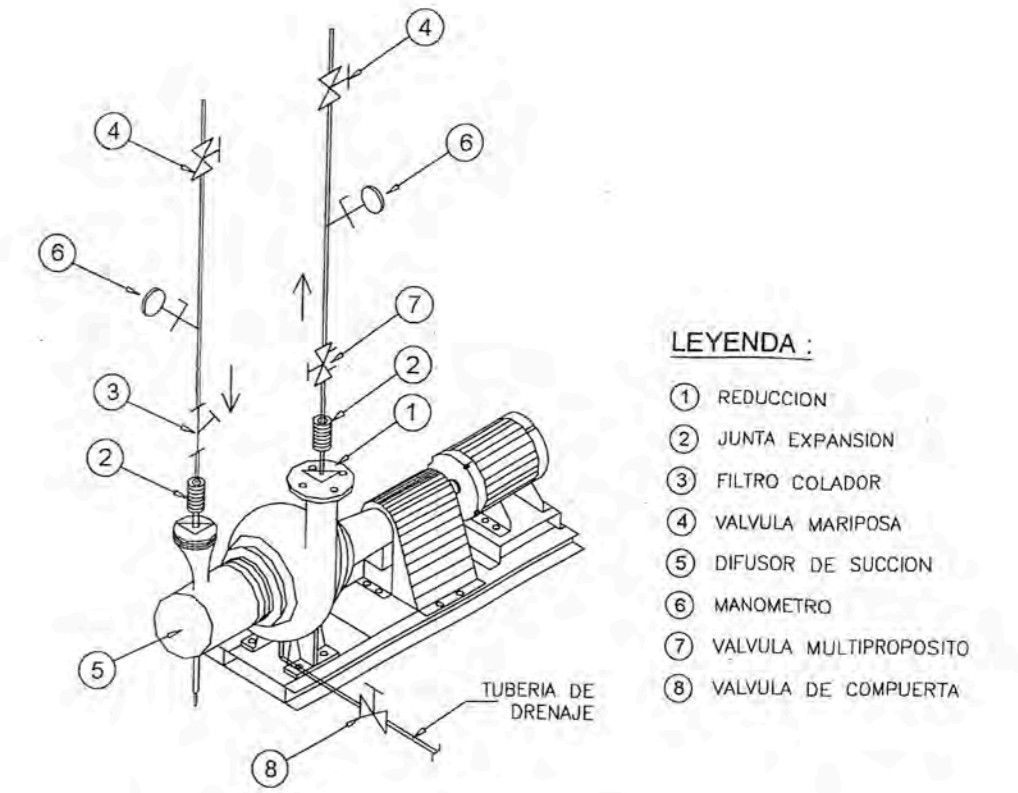
DETALLE TIPICO DE COLGADORES PARA FAN-COIL

S/E



DETALLE DE INSTALACION DE EQUIPOS FANCOIL CON VALVULA DE DE 2 VIAS

S/E



DETALLE TIPICO DE ELECTROBOMBA

S/E

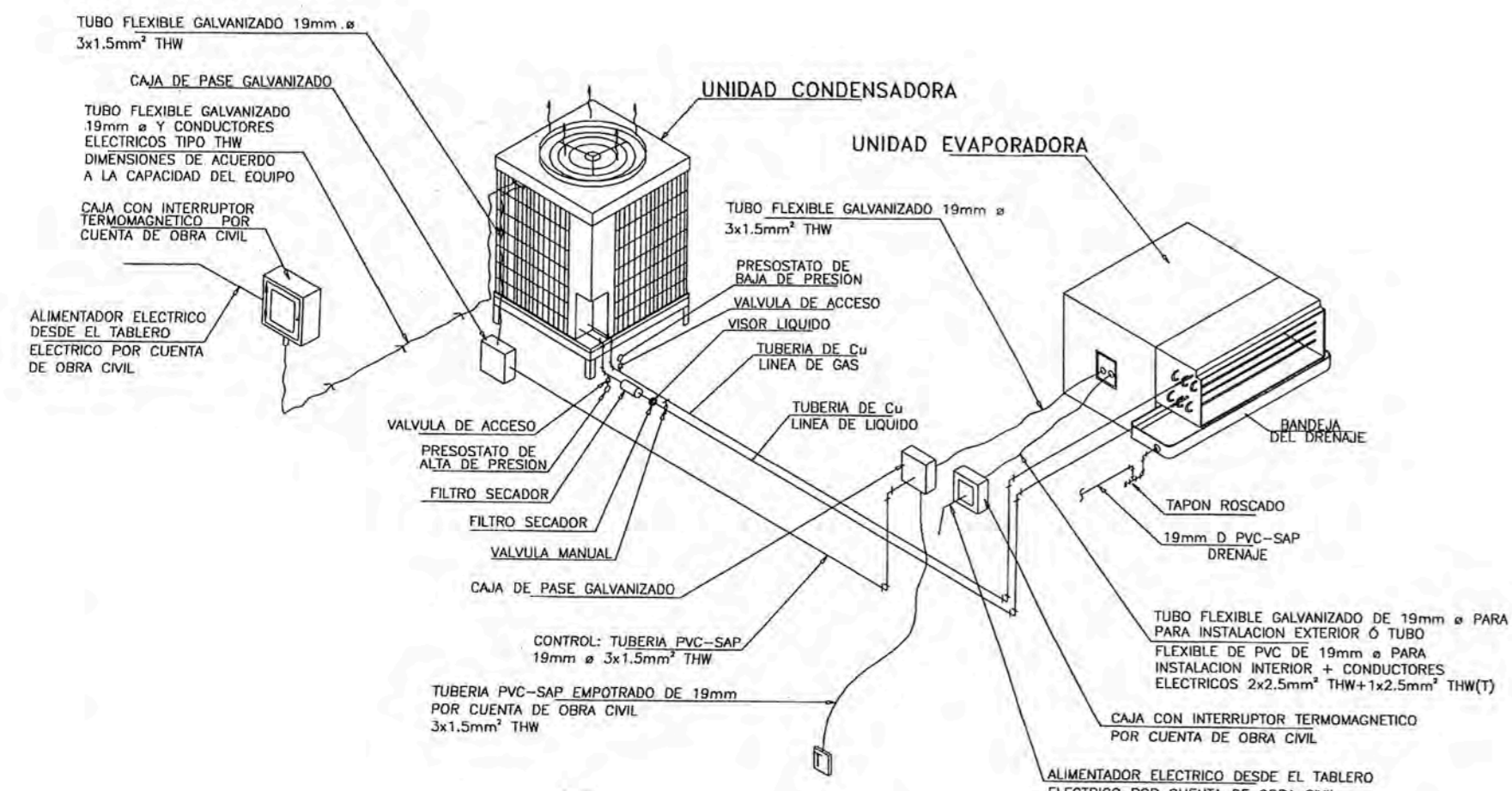
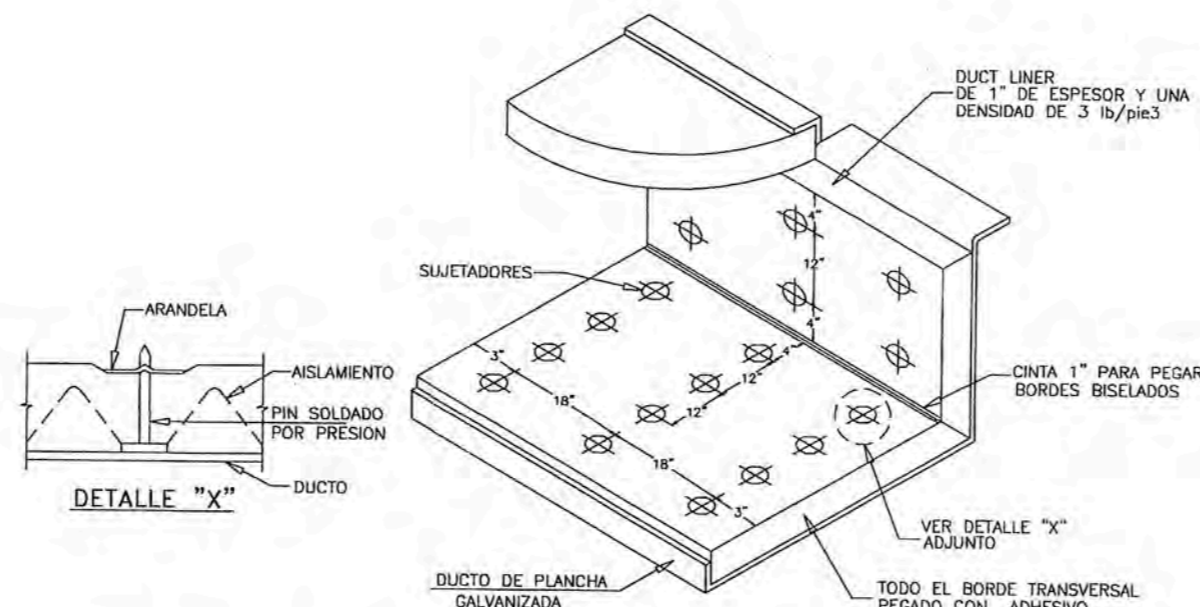


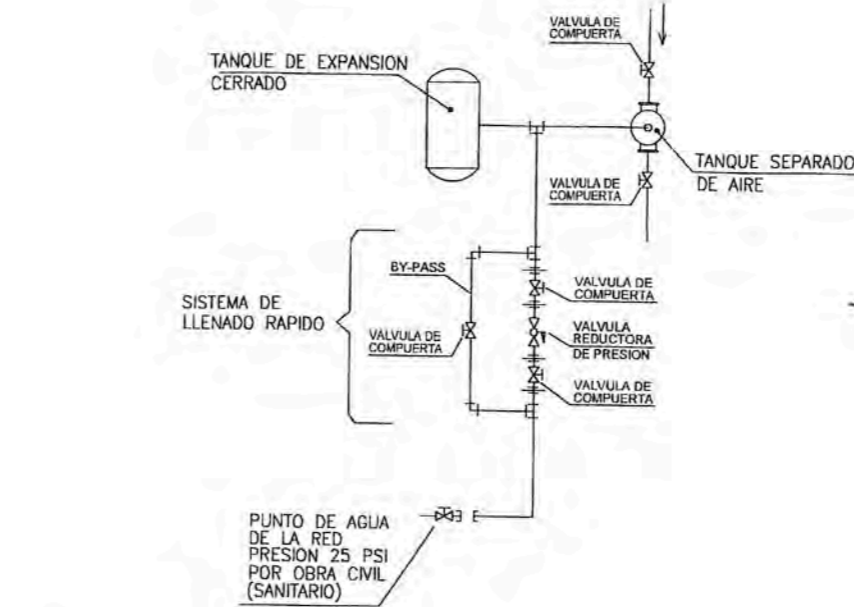
DIAGRAMA DE CONEXION DEL EQUIPO TIPO FAN COIL

S/E



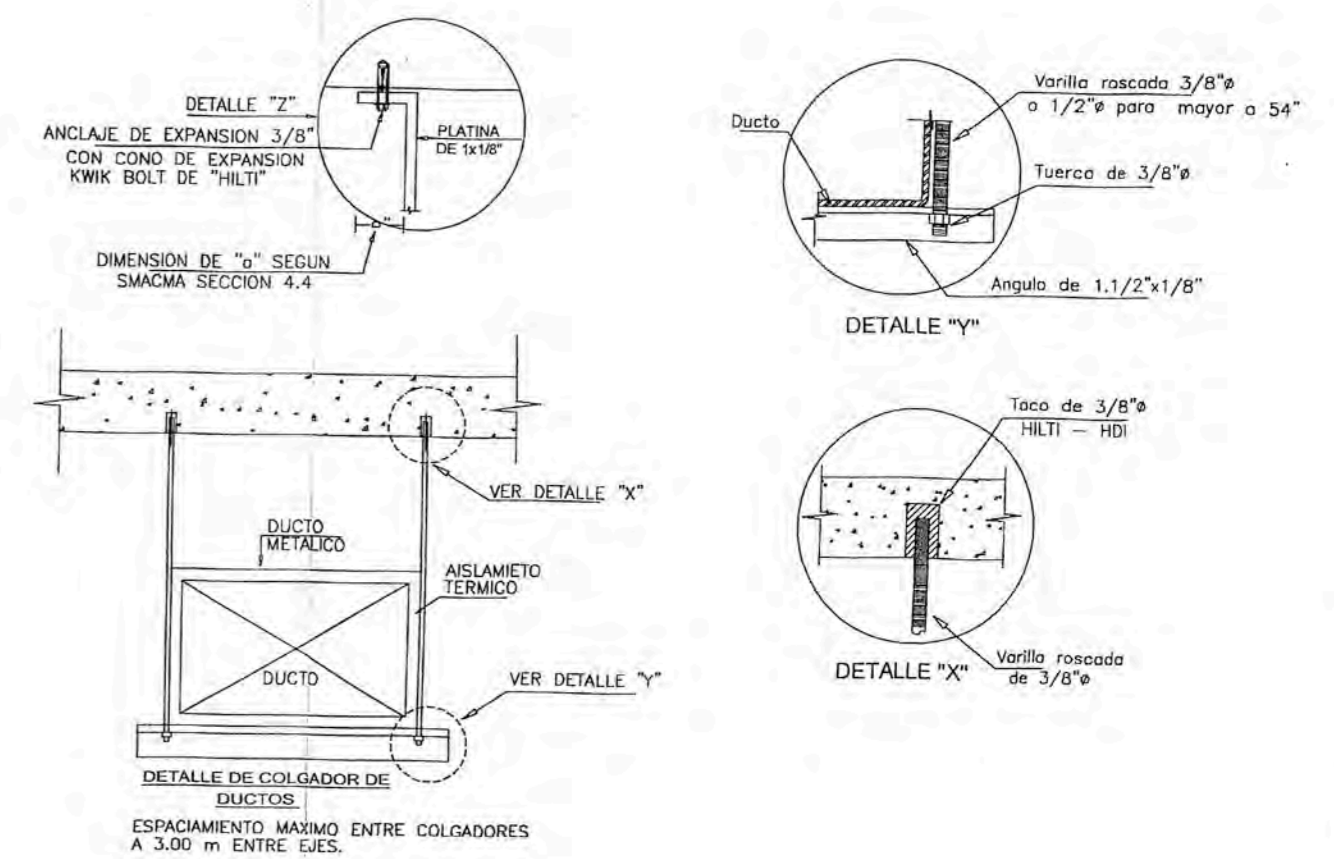
DETALLE DE AISLAMIENTO ACUSTICO INTERIOR

S/E



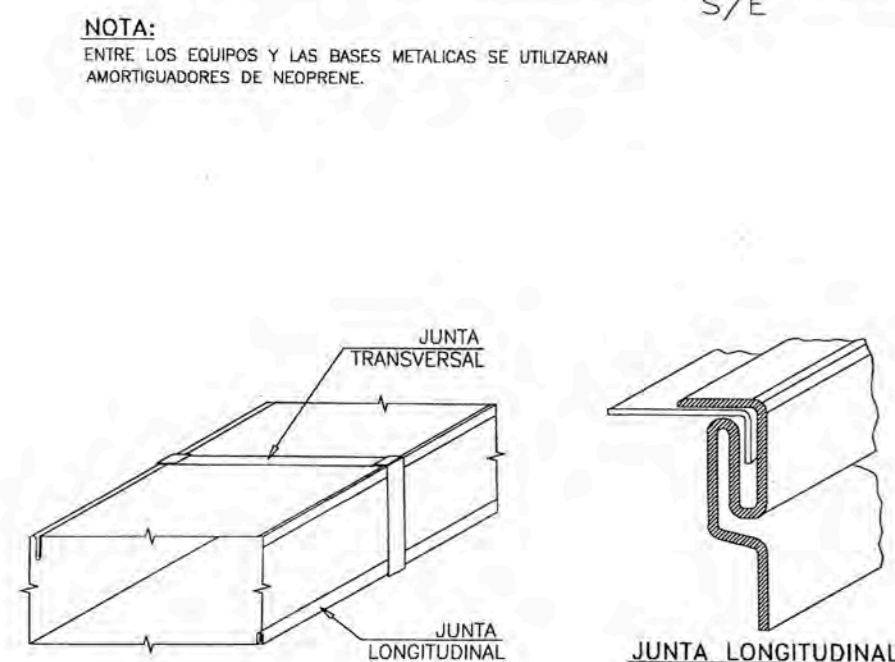
VALVULA REDUCTORA DE PRESION

S/E



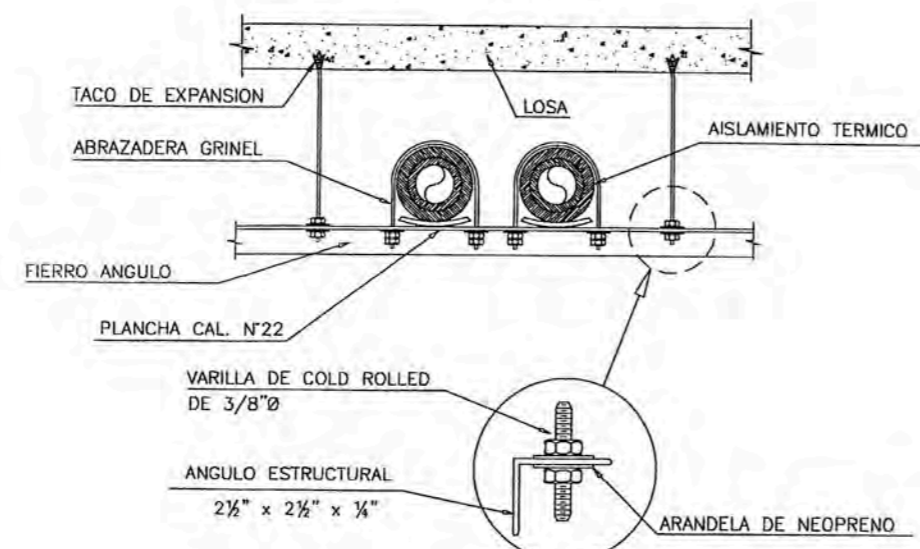
DETALLES DE ANCLAJE PARA COLGADOR DE DUCTO

S/E



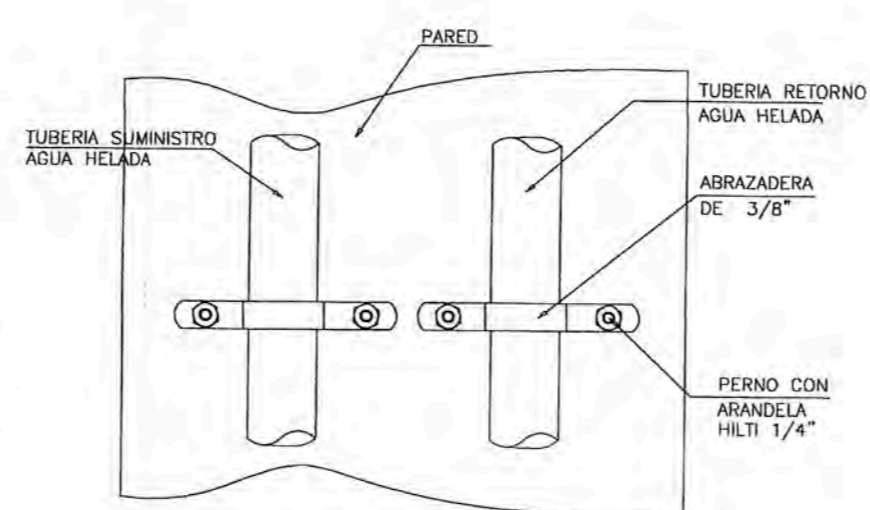
DETALLE DE DOBLEZ Y EMPALME DE DUCTOS

S/E



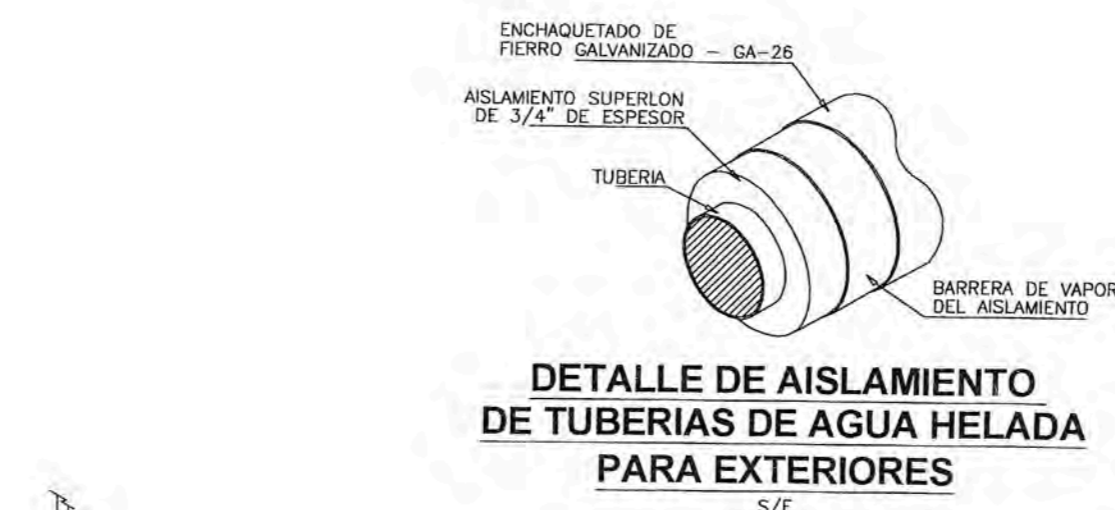
DETALLE TIPO DE SOPORTERIA PARA TUBERIAS DE AGUA HELADA HORIZONTALES

S/E



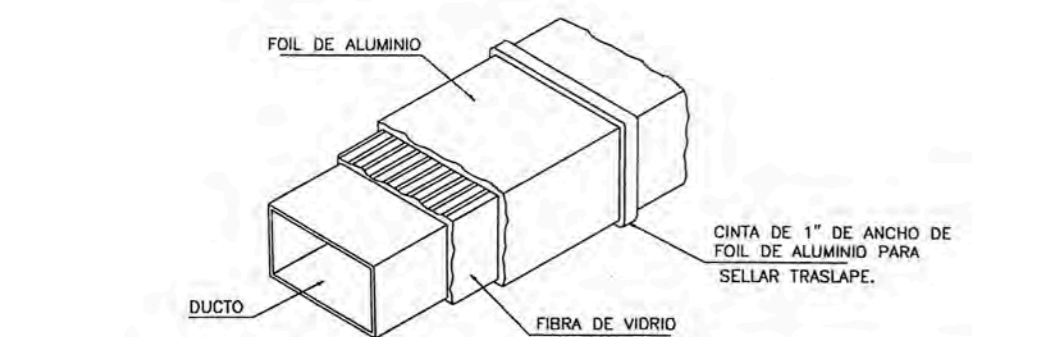
COLGADOR TIPICO DE TUBERIAS DE AGUA HELADA VERTICAL

S/E



DETALLE DE AISLAMIENTO DE TUBERIAS DE AGUA HELADA PARA EXTERIORES

S/E



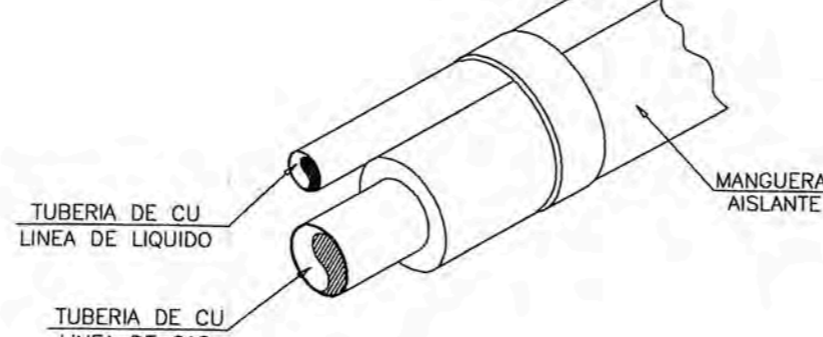
DETALLE TIPICO DE AISLAMIENTO DE DUCTO

S/E



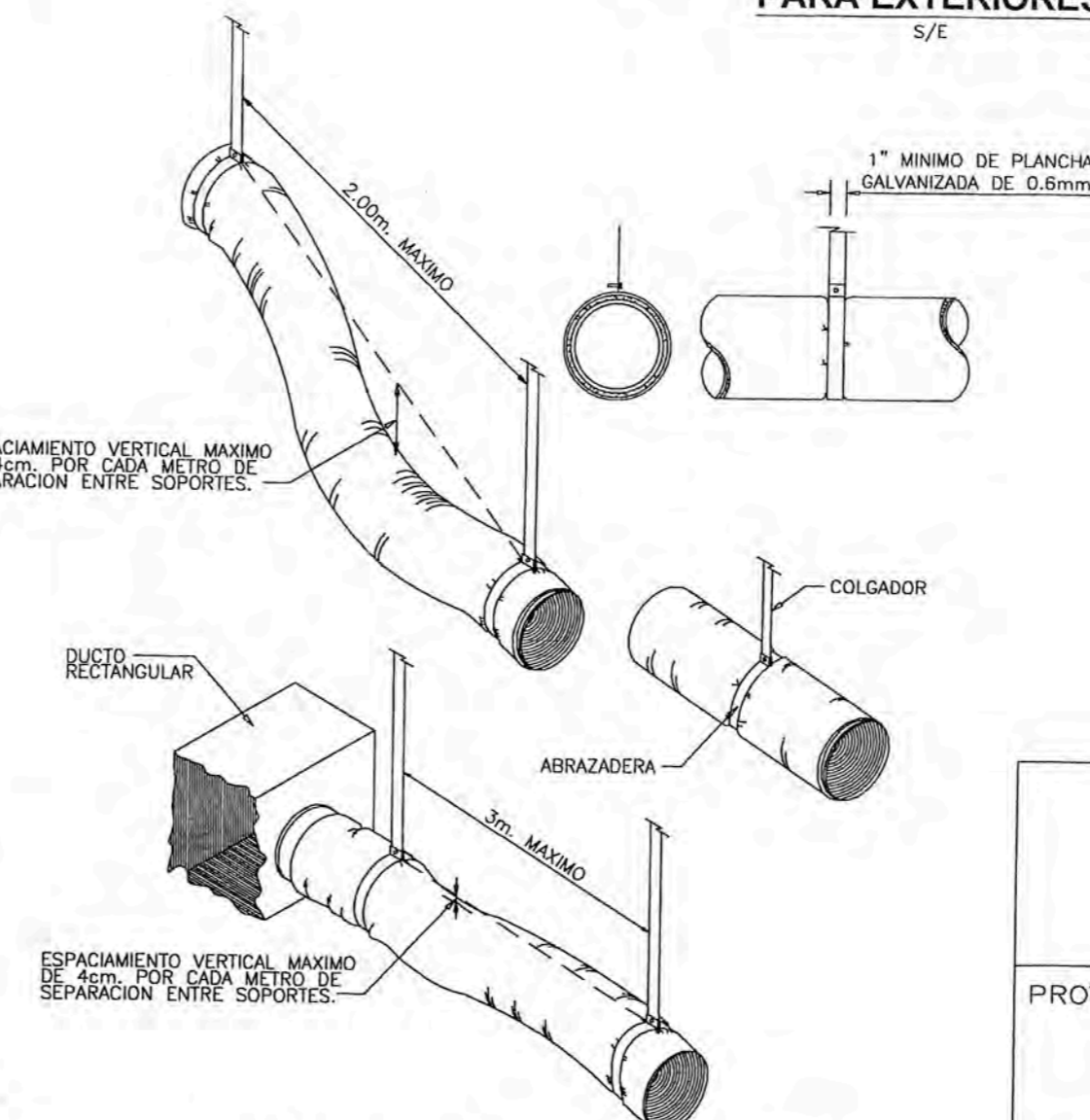
DETALLE DE AISLAMIENTO DE TUBERIAS DE AGUA HELADA PARA INTERIORES

S/E



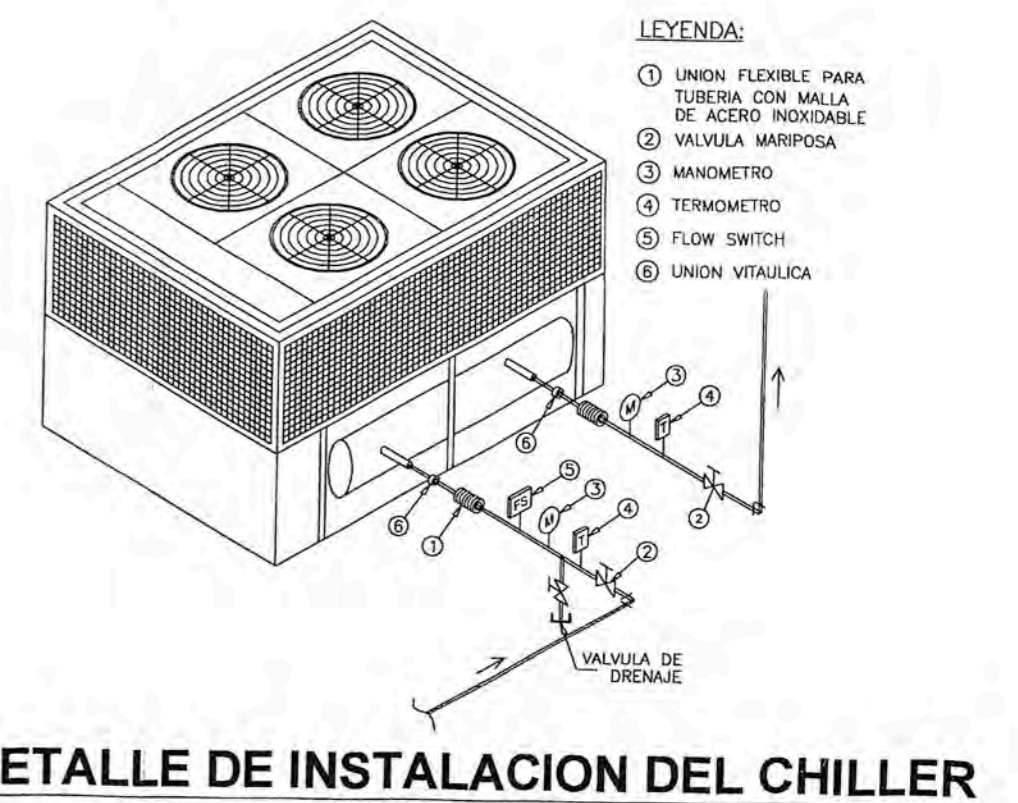
DETALLE DE INSTALACION DE TUBERIAS DE COBRE

S/E



SOPORTES PARA DUCTOS FLEXIBLES

S/E



DETALLE DE INSTALACION DEL CHILLER

S/E

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

PROYECTO: FACULTAD DE ODONTOLOGIA DE LA U.S.M.P.

FECHA:	MARZO-2,014	PLANO:	AIRE ACONDICIONADO Y VENTILACION DETALLES	N° DE PLANO:	IM-06
ESCALA:	S/E				
DISENO:	F.C.T.				

ANEXOS

- Anexo 1: Fragmento del R.N.E. (Reglamento Nacional de Edificaciones).**
- Anexo 2: Norma de calidad del aire interior ANSI/ASHRAE 62.1 – 2007.**
- Anexo 3: Cálculo desarrollado por el software CHVAC - Elite.**
- Anexo 4: Catálogo de difusores y rejillas.**
- Anexo 5: Catálogo de filtros de aire.**
- Anexo 6: Performance del Chiller.**
- Anexo 7: Performance de la bomba primaria.**
- Anexo 8: Válvula mariposa.**
- Anexo 9: Válvula multipropósito.**
- Anexo 10: Difusor de succión.**
- Anexo 11: Tanque separador de aire.**
- Anexo 12: Performance de la bomba secundaria.**
- Anexo 13: Válvula de dos vías.**
- Anexo 14: Circuit setter.**
- Anexo 15: Fan coil de agua helada.**
- Anexo 16: Catálogo de chiller.**
- Anexo 17: Catálogo de bomba.**
- Anexo 18: Catálogo de ventiladores.**
- Anexo 19: OSINERGMIN_GART - Pliego Tarifario Máximo del Servicio Público Electricidad.**

Anexo 1: Fragmento del R.N.E. (Reglamento Nacional de Edificaciones)

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento

Reglamento Nacional de Edificaciones

Habilitaciones Urbanas

Tipos de habilitaciones, componentes estructurales,
obras de saneamiento, suministro de energía y
comunicaciones.

Edificaciones

Arquitectura, estructuras, instalaciones sanitarias e
instalaciones eléctricas y mecánicas.

Junio 2006

Documento Electrónico descargado de: www.urbanistasperu.org

REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES

INDICE

TITULO I GENERALIDADES

- G.010 Consideraciones básicas
- G.020 Principios generales
- G.030 Derechos y responsabilidades
- G.040 Definiciones
- G.050 Seguridad durante la construcción

TITULO II HABILITACIONES URBANAS

CONSIDERACIONES GENERALES DE LAS HABILITACIONES

- GH.010 Alcances y contenido
- GH.020 Componentes de Diseño Urbano

II.1. TIPOS DE HABILITACIONES

- TH.010 Habilitaciones residenciales
- TH.020 Habilitaciones comerciales
- TH.030 Habilitaciones industriales
- TH.040 Habilitaciones para usos especiales
- TH.050 Habilitaciones en riberas y laderas
- TH.060 Reurbanización

II.2. COMPONENTES ESTRUCTURALES

- CE.010 Aceras y pavimentos
- CE.020 Estabilización de suelos y taludes
- CE.030 Obras especiales y complementarias

II.3. OBRAS DE SANEAMIENTO

- OS.010 Captación y conducción de agua para consumo humano
- OS.020 Plantas de tratamiento de agua para consumo humano
- OS.030 Almacenamiento de agua para consumo humano
- OS.040 Estaciones de bombeo de agua para consumo humano
- OS.050 Redes de distribución de agua para consumo humano
- OS.060 Drenaje pluvial urbano
- OS.070 Redes de aguas residuales
- OS.080 Estaciones de bombeo de aguas residuales
- OS.090 Plantas de tratamiento de aguas residuales
- OS.100 Consideraciones básicas de diseño de infraestructura sanitaria

II.4. OBRAS DE SUMINISTRO DE ENERGIA Y COMUNICACIONES

- EC.010 Redes de distribución de energía eléctrica
- EC.020 Redes de alumbrado público
- EC.030 Subestaciones eléctricas
- EC.040 Redes e instalaciones de comunicaciones

TITULO III EDIFICACIONES

CONSIDERACIONES GENERALES DE LAS EDIFICACIONES

- GE.010 Alcances y contenido
- GE.020 Componentes y características de los proyectos
- GE.030 Calidad en la construcción
- GE.040 Uso y mantenimiento

III.1. ARQUITECTURA

- A.010 Condiciones generales de diseño
- A.020 Vivienda
- A.030 Hospedaje
- A.040 Educación
- A.050 Salud
- A.060 Industria
- A.070 Comercio
- A.080 Oficinas
- A.090 Servicios comunales
- A.100 Recreación y deportes
- A.110 Transportes y comunicaciones
- A.120 Accesibilidad para personas con discapacidad
- A.130 Requisitos de seguridad
- A.140 Bienes culturales inmuebles y zonas monumentales

III.2. ESTRUCTURAS

- E.010 Madera
- E.020 Cargas
- E.030 Diseño sismorresistente
- E.040 Vidrio
- E.050 Suelos y cimentaciones
- E.060 Concreto armado
- E.070 Albañilería
- E.080 Adobe
- E.090 Estructuras metálicas

III.3. INSTALACIONES SANITARIAS

- IS.010 Instalaciones sanitarias para edificaciones
- IS.020 Tanques sépticos

III.4. INSTALACIONES ELECTRICAS Y MECANICAS

- EM.010 Instalaciones eléctricas interiores
- EM.020 Instalaciones de comunicaciones
- EM.030 Instalaciones de ventilación
- EM.040 Instalaciones de gas
- EM.050 Instalaciones de climatización
- EM.060 Chimeneas y hogares
- EM.070 Transporte mecánico
- EM.080 Instalaciones con energía solar
- EM.090 Instalaciones con energía eólica
- EM.100 Instalaciones de alto riesgo

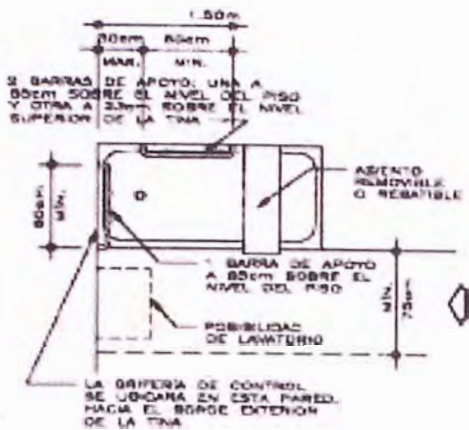


GRÁFICO 5
TINAS

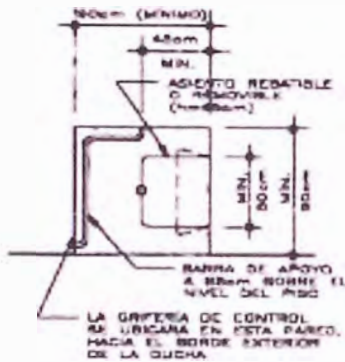


GRÁFICO 6
DUCHAS

NORMA A.130

REQUISITOS DE SEGURIDAD GENERALIDADES

Artículo 1.- Las edificaciones, de acuerdo con su uso y número de ocupantes, deben cumplir con los requisitos de seguridad y prevención de siniestros que tienen como objetivo salvaguardar las vidas humanas y preservar el patrimonio y la continuidad de la edificación.

CAPITULO I SISTEMAS DE EVACUACIÓN

Artículo 2.- El presente capítulo desarrollará todos los conceptos y cálculos necesarios para asegurar un adecuado sistema de evacuación dependiendo del tipo y uso de la edificación. Estos son requisitos mínimos que deberán ser aplicados a las edificaciones.

Artículo 3.- Todas las edificaciones tienen una determinada cantidad de personas en función al uso, la cantidad y forma de mobiliario y/o el área de uso disponible para personas. Cualquier edificación puede tener distintos usos y por lo tanto variar la cantidad de personas y el riesgo en la misma edificación siempre y cuando estos usos estén permitidos en la zonificación establecida en el Plan Urbano.

El cálculo de ocupantes de una edificación se hará según lo establecido para cada tipo en las normas específicas A.020, A.030, A.040, A.050, A.060, A.070, A.080, A.090, A.100 y A.110.

En los tipos de locales en donde se ubique mobiliario específico para la actividad a la cual sirve, como butacas, mesas, maquinaria (cines, teatros, estadios, restaurantes, hoteles, industrias), deberá considerarse una persona por cada unidad de mobiliario.

La comprobación del cálculo del número de ocupantes (densidad), deberá estar basada en información estadística para cada uso de la edificación, por lo que los propietarios podrán demostrar aforos diferentes a los calculados según los estándares establecidos en este reglamento.

El Ministerio de Vivienda en coordinación con las Municipalidades y las Instituciones interesadas efectuarán los estudios que permitan confirmar las densidades establecidas para cada uso.

Artículo 4.- Sin importar el tipo de metodología utilizada para calcular la cantidad de personas en todas las áreas de una edificación, para efectos de cálculo de cantidad de personas debe utilizarse la sumatoria de todas las personas (evacuantes). Cuando exista una misma área que tenga distintos usos deberá utilizarse para efectos de cálculo, siempre el de mayor densidad de ocupación.

Ninguna edificación puede albergar mayor cantidad de gente a la establecida en el aforo calculado.

SUB-CAPITULO I PUERTAS DE EVACUACIÓN

Artículo 5.- Las salidas de emergencia deberán contar con puertas de evacuación de apertura desde el interior accionadas por simple empuje. En los casos que por razones de protección de los bienes, las puertas de evacuación deban contar con cerraduras con llave, estas deberán tener un letrero iluminado y señalizado que indique «Esta puerta deberá permanecer sin llave durante las horas de trabajo».

Artículo 6.- Las puertas de evacuación pueden o no ser de tipo cortafuego, dependiendo su ubicación dentro del sistema de evacuación. El giro de las puertas deben ser siempre en dirección del flujo de los evacuantes, siempre y cuando el ambiente tenga más de 50 personas.

Artículo 7.- La fuerza necesaria para destrabar el pestillo de una manija (cerradura) o barra antipánico será de 15 libras. La fuerza para empujar la puerta en cualquier caso no será mayor de 30 libras fuerza.

Artículo 8.- Dependiendo del planteamiento de evacuación, las puertas que se ubiquen dentro de una ruta o como parte de una ruta o sistema de evacuación podrán contar con los siguientes dispositivos:

a) Brazo cierra puertas: Toda puerta que forme parte de un cerramiento contrafuego incluyendo ingresos a escaleras de evacuación, deberá contar con un brazo cierra puertas aprobado para uso en puertas cortafuego

b) En caso se tengan puertas de doble hoja con cerrajería de un punto y cierra puertas independientes, deberá considerarse un dispositivo de ordenamiento de cierre de puertas

c) Manija o tirador: Las puertas que no requieran barra antipánico deberán contar con una cerradura de manija. Las manijas para puertas de evacuación deberán ser aprobadas y certificadas para uso de personas con discapacidad.

d) Barra antipánico: Serán obligatorias, únicamente para carga de ocupantes mayor a 100 personas en cualquier caso y en locales de reunión mayores de 50 personas, locales de Salud y áreas de alto riesgo con más de 5 personas. La altura de la barra en la puerta deberá estar entre 30" a 44". Las barras antipánico requeridas en puertas con resistencia al fuego deben tener una certificación.

Artículo 9.- Cerraduras para salida retardada: Los dispositivos de salida retardada pueden ser utilizados en cualquier lugar excepto: áreas de reunión, centros educativos y edificaciones de alto riesgo, siempre y cuando la edificación se encuentre totalmente equipada con un sistema de rociadores y un sistema de detección y alarma de incendio adicionalmente deberán cumplir con las siguientes condiciones:

a) De producirse una alarma de incendio o una pérdida de energía hacia el dispositivo, debe eliminarse el retardo.

b) El dispositivo debe tener la capacidad para ser desbloqueado manualmente por medio de una señal desde un centro de control.

c) El pestillo de la barra de retardo deberá liberarse en un tiempo no mayor de quince segundos de aplicarse una fuerza máxima de 15 libras durante 1 segundo en la barra. Luego de abrirse el dispositivo solo podrá activarse (armar) nuevamente de forma manual.

d) Debe instalarse un letrero con letras de 0.25 m de alto, a 0.30 m. sobre la barra de apertura, que indique «Presione la barra hasta que suene la alarma. La puerta se abrirá en 15 segundos.»

e) La puerta de escape debe contar con iluminación de emergencia.

f) Los evacuantes de una edificación no podrán encontrar más de un dispositivo de retardo en toda la vía de evacuación.

Artículo 10.- Las Puertas Cortafuego tendrán una resistencia equivalente a $\frac{3}{4}$ de la resistencia al fuego de la pared, corredor o escalera a la que sirve y deberán ser a prueba de humo. Solo se aceptarán puertas aprobadas y certificadas para uso cortafuego. Todo los dispositivos como marco, bisagras cierra puertas, manija cerradura o barra antipánico que se utilicen en estas puertas deberán contar con una certificación de aprobación para uso en puertas cortafuego, de la misma resistencia de la puerta a la cual sirven.

Artículo 11.- En casos especiales cuando se utilicen mirillas, visores o vidrios como parte de la puerta o puertas íntegramente de vidrio deberán ser aprobadas y certificadas como dispositivos a prueba de fuego de acuerdo al rango necesario. Todas las puertas y marcos cortafuego deberán llevar en lugar visible el número de identificación; y rótulo de resistencia al fuego. Las puertas cortafuego deberán tener el anclaje del marco siguiendo las especificaciones del fabricante de acuerdo al material del muro.

SUB-CAPITULO II MEDIOS DE EVACUACIÓN

Artículo 12.- Los medios de evacuación son componentes de una edificación, destinados a canalizar el flujo de ocupantes de manera segura hacia la vía pública o a áreas seguras para su salida durante un siniestro o estado de pánico colectivo.

Artículo 13.- En los pasajes de circulación, escaleras integradas, escaleras de evacuación, accesos de uso general y salidas de evacuación, no deberá existir ninguna obstrucción que dificulte el paso de las personas, debiendo permanecer libres de obstáculos.

Artículo 14.- Deberán considerarse de forma primaria las evacuaciones horizontales en, Hospitales, clínicas, albergues, cárceles, industrias y para proporcionar protección a discapacitados en cualquier tipo de edificación.

Las evacuaciones horizontales pueden ser en el mismo nivel dentro de un edificio o aproximadamente al mismo nivel entre edificios siempre y cuando lleven a un área de refugio definidos por barreras contra fuego y humos.

El área de refugio a la cual esta referida el párrafo anterior, debe tener como mínimo una escalera cumpliendo los requerimientos para escaleras de evacuación.

Las áreas de refugio deben tener una resistencia al fuego de 1 hora para edificaciones de hasta 3 niveles y de 2 horas para edificaciones mayores de 4 niveles.

Artículo 15.- Se considerará medios de evacuación, a todas aquellas partes de una edificación proyectadas para canalizar el flujo de personas ocupantes de la edificación hacia la vía pública o hacia áreas seguras, como pasajes de circulación, escaleras integradas, escaleras de evacuación, accesos de uso general y salidas de evacuación.

Artículo 16.- Las rampas serán consideradas como medios de evacuación siempre y cuando la pendiente no sea mayor a 12%. Deberán tener pisos antideslizantes y barandas de iguales características que las escaleras de evacuación.

Artículo 17.- Solo son permitidos los escapes por medios deslizantes en instalaciones de tipo industrial de alto riesgo y sean aprobadas por la Autoridad Competente.

Artículo 18.- No se consideran medios de evacuación los siguientes medios de circulación:

- a) Ascensores
- b) Rampas de accesos vehiculares que no tengan veredas peatonales y/o cualquier rampa con pendiente mayor de 12%.
- c) Escaleras mecánicas
- d) Escalera tipo caracol: (Solo son aceptadas para riesgos industriales que permitan la comunicación exclusivamente de un piso a otro y que la capacidad de evacuación no sea mayor de cinco personas. Para casos de vivienda unifamiliar, son permitidas como escaleras de servicio y para edificios de vivienda solo se aceptan al interior de un duplex y con una extensión no mayor de un piso a otro).
- e) Escalera de gato

Artículo 19.- Los ascensores constituyen una herramienta de acceso para el personal del Cuerpo de Bomberos, por lo cual en edificaciones mayores de 10 niveles es obligatorio que todos los ascensores cuenten con:

- a) Sistemas de intercomunicadores
- b) Llave maestra de anulación de mando
- c) Llave de bombero que permita el direccionamiento del ascensor únicamente desde el panel interno del ascensor, eliminando cualquier dispositivo de llamada del edificio.

SUB-CAPITULO III CALCULO DE CAPACIDAD DE MEDIOS DE EVACUACIÓN

Artículo 20.- Para calcular el número de personas que puede estar dentro de una edificación en cada piso y área de uso, se emplearán las tablas de número de ocupantes que se encuentran en las normas A.20 a la A.110 según cada tipología.

La carga de ocupantes permitida por piso no puede ser menor que la división del área del piso entre el coeficiente de densidad, salvo en el caso de ambientes con mobiliario fijo o sustento expreso o estadístico de acuerdo a usos similares.

Artículo 21.- Se debe calcular la máxima capacidad total de edificio sumando las cantidades obtenidas por cada piso, nivel o área.

Artículo 22.- Determinación del ancho libre de los componentes de evacuación:

Ancho libre de puertas y rampas peatonales: Para determinar el ancho libre de la puerta o rampa se debe considerar la cantidad de personas por el área piso o nivel que sirve y multiplicarla por el factor de 0.005 m por persona. El resultado debe ser redondeado hacia arriba en módulos de 0.60 m.

La puerta que entrega específicamente a una escalera de evacuación tendrá un ancho libre mínimo medido entre las paredes del vano de 1.00 m.

Ancho libre de pasajes de circulación: Para determinar el ancho libre de los pasajes de circulación se sigue el mismo procedimiento, debiendo tener un ancho mínimo de 1.20 m. En edificaciones de uso de oficinas los pasajes que aporten hacia una ruta de escape interior y que reciban menos de 50 personas podrán tener un ancho de 0.90 m.

Ancho libre de escaleras: Debe calcularse la cantidad total de personas del piso que sirven hacia una escalera y multiplicar por el factor de 0.008 m por persona.

Artículo 23.- En todos los casos las escaleras de evacuación no podrán tener un ancho menor a 1.20 m.

Cuando se requieran escaleras de mayor ancho deberá instalarse una baranda por cada dos módulos de 0.60 m. El número mínimo de escalera que requiere una edificación se establece en la Norma A.010 del presente Reglamento Nacional de Edificaciones.

Artículo 24.- El factor de cálculo de centros de salud, asilos, que no cuenten con rociadores será de 0.015 m por persona en escaleras y de 0.013 m por persona, para puertas y rampas.

Artículo 25.- Los tiempos de evacuación solo son aceptados como una referencia y no como una base de cálculo. Esta referencia sirve como un indicador para evaluar la eficiencia de las evacuaciones en los simulacros, luego de la primera evacuación patron.

Artículo 26.- La cantidad de puertas de evacuación, pasillos, escaleras está directamente relacionado con la necesidad de evacuar la carga total de ocupantes del edificio y teniendo adicionalmente que utilizarse el criterio de distancia de recorrido horizontal de 45.0 m para edificaciones sin rociadores y de 60.0 m para edificaciones con rociadores.

Para riesgos especiales se podrán sustentar distancias de recorrido mayor basado en los requisitos adicionales que establece el Código NFPA 101.

Artículo 27.- Para calcular la distancia de recorrido del evacuante deberá ser medida desde el punto más alejado del recinto hasta el ingreso a un medio seguro de evacuación. (Puerta, pasillo, o escalera de evacuación protegidos contra fuego y humos)

Artículo 28.- Para centros comerciales o complejos comerciales, mercados techados, salas de espectáculos al interior de los mismos, deberán considerarse los siguientes criterios de evacuación:

a) Las tiendas por departamentos, Supermercados y Sala de Espectáculos, no deben aportar evacuantes al interior del centro comercial o complejo comercial cuando no consideren un pasadizo protegido contra fuego entre la tienda por departamentos y las tiendas menores, de manera que colecte la evacuación desde la puerta de salida de la tienda por departamentos al exterior del centro comercial. Caso contrario deberán ser autónomas en su capacidad de evacuación.

b) Deben tener como mínimo los siguientes requerimientos de evacuación.

- Número de ocupantes mayores de 500 y no más de 1000 personas No menos de 3 salidas
- Número de ocupantes mayor de 1000 personas No menos de 4 salidas

c) Los centros comerciales, complejos comerciales, tiendas por departamento o similares no podrán evacuar más del 50% del número de ocupantes por una misma salida.

d) Es permitido el uso de propagandas, mostradores, puntos de ventas en los ingresos siempre y cuando, estos no invadan el ancho requerido de evacuación, que no es equivalente al ancho disponible. Dichos elementos deberán estar convenientemente anclados con el fin de evitar que se conviertan en una obstrucción durante la evacuación.

e) En tiendas por departamentos, mercados techados, supermercados, con un área comercial mayor a 2800 m² por planta, deberá tener por lo menos un pasadizo de evacuación con un ancho no menor a 1.50 m.

SUB-CAPITULO IV REQUISITOS DE LOS SISTEMAS DE PRESURIZACIÓN DE ESCALERAS

Artículo 29.- El ventilador y el punto de toma de aire deben ubicarse en un área libre de riesgo de contaminación por humos, preferentemente en el exterior o azotea de la edificación.

Artículo 30.- No es permitida la instalación del ventilador en sótanos o lugares cerrados, donde un incendio adyacente pueda poner en riesgo la extracción de aire, cargando la escalera de humo. El sistema debe contar con inyección de aire para cada piso. La diferencia de presión mínima de diseño entre el interior y el exterior de la caja de la escalera debe ser de 0.05 pulgadas de columna de agua y el máximo de 0.45 pulgadas de columna de agua para edificios protegidos al 100% con rociadores.

Artículo 31.- El cálculo para el diseño de la escalera se debe realizar teniendo en cuenta como mínimo la puerta de salida en el nivel de evacuación y puertas adicionales dependiendo del número de pisos, cantidad de personas evacuando, u otra condición que obligue a considerar una puerta abierta por un tiempo prolongado. La máxima fuerza requerida para abrir cada una de las puertas de la caja de la escalera no deberá exceder las 30 lbf.

Artículo 32.- La succión y descarga de aire de los sopladores o ventiladores debe estar dotada de detectores de humo interconectados con el sistema de detección y alarmas del edificio de tal manera que se detenga auto-

máticamente en caso de que ingrese humo por el rodete. El ventilador deberá ser activado automáticamente ante la activación de cualquier dispositivo del sistema de detección y alarma. Como mínimo deberá activarse por medio de detectores de humo ubicados en cada acceso a las escaleras de escape a no menos de 3.0 m de las puertas de escape.

Artículo 33.- La interconexión con el sistema de alarmas y detección (cables) debe tener una protección cortafuego para mínimo 2 horas.

Artículo 34.- La alimentación de energía para los motores del ventilador debe contar con dos fuentes independientes, de transferencia automática. Las rutas de dichos suministros deben ser independientes y protegidos contrafuego por 2 horas. La transferencia de la fuente de alimentación primaria a la secundaria se debe realizar dentro de los 30 segundos posteriores a la falla de fuente primaria. Se debe separar la llave de control de los motores de presurización de forma que el contactor general no actúe sobre esta alimentación. Todos los cables de suministro eléctrico desde el tablero de alimentación hasta la entrada a motor del ventilador deben contar con una protección cortafuego para mínimo 2 horas.

Artículo 35.- El ventilador deberá cumplir con los siguientes requisitos:

- a) Listado o equivalente.
- b) Preferentemente del tipo centrífugo radial
- c) En el caso de que el ventilador sea impulsado por medio de fajas el número de estas debe ser cuando menos 1.5 veces el número de fajas requeridas para el servicio de diseño.
- d) Todo ventilador impulsado por medio de fajas debe tener cuando menos dos fajas
- e) Los cálculos para la selección y la curva del fabricante deben formar parte de los documentos entregados.
- f) Bajo ningún motivo el motor operará por encima de la potencia de placa. La potencia de trabajo de determinará mediante una medición de campo con tres puertas abiertas.
- g) El motor impulsor debe tener cuando menos un factor de servicio de 1.15
- h) El ventilador debe contar con guardas protectoras para las fajas.
- i) El ventilador debe contar con una base para aislar vibraciones.

Artículo 36.- Los dampers y los ductos deberán cumplir con los siguientes requisitos:

- a) Los dampers deben ser listados según UL 555S.
- b) Los rodamientos de los dampers deben ser auto lubricados o de bronce
- c) Las hojas deben ser galvanizadas
- d) Los ductos pueden ser de hierro, acero, aluminio, cobre, concreto, baldosas o mampostería según sea el caso.
- e) Cuando los ductos se encuentren expuestos dentro del edificio deberán tener un cerramiento contrafuego de 2 horas.

CAPITULO II SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD

Artículo 37.- La cantidad de señales, los tamaños, deben tener una proporción lógica con el tipo de riesgo que protegen y la arquitectura de la misma. Las dimensiones de las señales deberán estar acordes con la NTP 399.010-1 y estar en función de la distancia de observación.

Artículo 38.- Los siguientes dispositivos de seguridad no son necesarios que cuenten con señales ni letreros, siempre y cuando no se encuentren ocultos, ya que de por sí constituyen equipos de forma reconocida mundialmente, y su ubicación no requiere de señalización adicional. Como son:

- a) Extintores portátiles
- b) Estaciones manuales de alarma de incendios
- c) Detectores de incendio
- d) Gabinetes de agua contra incendios

- e) Válvulas de uso de Bomberos ubicadas en montantes
f) Puertas cortafuego de escaleras de evacuación
g) Dispositivos de alarma de incendios

Artículo 39.- Todos los locales de reunión, edificios de oficinas, hoteles, industrias, áreas comunes en edificios de vivienda deberán estar provistos obligatoriamente de señalización a lo largo del recorrido así como en cada medio de evacuación, de acuerdo con la NTP 399-010-1, para su fácil identificación; además de cumplir con las siguientes condiciones:

- a) Todas las puertas a diferencia de las puertas principales y que formen parte de la ruta de evacuación deberá estar señalizadas con la palabra SALIDA, de acuerdo a NTP 399-010-1
b) En cada lugar donde la continuidad de la ruta de evacuación no sea visible, se deberá colocar señales direccionales de salida.
c) Se colocará una señal de NO USAR EN CASOS DE EMERGENCIA en cada uno de los ascensores, ya que no son considerados como medios de evacuación.
d) Cada señal deberá tener una ubicación tamaño y color distintivo y diseño que sea fácilmente visible y que contraste con la decoración.
e) Las señales no deberán ser obstruidas por maquinaria, mercaderías, anuncios comerciales, etc.
f) Deberán ser instaladas a una altura que permita su fácil visualización.
g) Deberán tener un nivel de iluminación natural o artificial igual a 50 lux.
h) El sistema de señalización deberá funcionar en forma continua o en cualquier momento que se active la alarma del edificio.

Artículo 40.- Todos los medios de evacuación deberán ser provistos de iluminación de emergencia que garanticen un periodo de 1 ½ hora en el caso de un corte de fluido eléctrico y deberán cumplir con las siguientes condiciones:

- a) Asegurar un nivel de iluminación mínimo de 10 lux medidos en el nivel del suelo.
b) En el caso de transferencia de energía automática el tiempo máximo de demora deberá ser de 10 segundos.
c) La iluminación de emergencia deberá ser diseñada e instalada de manera que si falla una bombilla no deje áreas en completa oscuridad.
d) Las conexiones deberán ser hechas de acuerdo al CNE Tomo V Art. 7.1.2.1
e) El sistema deberá ser alimentado por un circuito que alimente normalmente el alumbrado en el área y estar conectado antes que cualquier interruptor local, de modo que se asegure que ante la falta de energía en el área se enciendan las luces.

Artículo 41.- Las salidas de evacuación en establecimientos con concurrencia de público deberán contar con señales luminosas colocadas sobre el dintel de del vano. Las rutas de evacuación contarán con unidades de iluminación autónomas con sistema de baterías, con una duración de 60 minutos, ubicadas de manera que mantengan un nivel de visibilidad en todo el recorrido de la ruta de escape.

CAPITULO III PROTECCION DE BARRERAS CONTRA EL FUEGO

Artículo 42.- Clasificación de estructuras por su resistencia al fuego.

Para clasificarse dentro del tipo «resistentes al fuego», la estructura, muros resistentes y muros perimetrales de cierre de la edificación, deberán tener una resistencia al fuego mínima de 4 horas, y la tabiquería interior no portante y los techos, una resistencia al fuego mínima de 2 horas.

Artículo 43.- Para clasificarse dentro del tipo «semi-resistentes al fuego», la estructura, muros resistentes y muros perimetrales de cierre de la edificación deberán tener una resistencia al fuego mínima de 2 horas, y la

tabiquería interior no portante y techos, una resistencia al fuego mínima de 1 hora.

Artículo 44.- Para clasificarse dentro del tipo «incombustible con protección», los muros perimetrales de cierre de la edificación deberá tener una resistencia al fuego mínima de 2 horas, y la estructura muros resistentes, techos y tabiquería interior, una resistencia al fuego mínima de 1 hora.

Artículo 45.- La estructura de las construcciones con elementos de madera del «tipo combustible de construcción pesada» se reputara que tiene duración bajo la acción del fuego de una hora.

Artículo 46.- Estructuras clasificadas por su Resistencia al fuego

- a) Construcciones de muros portantes.
b) Construcciones aporticadas de concreto.
c) Construcciones especiales de concreto.
d) Construcciones con elementos de acero,

Artículo 47.- Estructuras no clasificadas por su resistencia al fuego

- a) Construcciones con elementos de madera de la clasificación combustible de la construcción ordinaria.
b) Construcciones con elementos de acero, de la clasificación sin protección.
c) Las construcciones de adobe o suelo estabilizado con parámetros y techos ligeros.

TABLA N° 1

TABLAS DE RECUBRIMIENTOS MÍNIMOS DE PROTECCION AL FUEGO EN ELEMENTOS ESTRUCTURALES

ELEMENTOS ESTRUCTURALES PROTEGIDOS	MATERIAL AISLANTE	RECUBRIMIENTO MÍNIMO POR MATERIAL AISLANTE (EN PULGADAS) CATEGORIAS		
		Resistencia al Fuego (6 Hrs)	Semi Resist. al Fuego (6 Hrs)	Incombust. Con Protección (1 Hrs)
Armaduras en vigas y columnas de concreto armado	Concreto Estructural	1 1/2	1 ½	1 1/2
Armadura en viquetas de concreto	Concreto estructural	1 1/4	1	3/4
Armaduras y amarres en losas de pisos y techos	Concreto estructural	1	¾	3/4
Columnas de acero y todos los elementos de tijaerales principales	Concreto estructural	2 1/2	1 ½	1
Elementos de 6 x 6	Concreto estructural	2	1	1
Elementos de 6 x 8	Concreto estructural	1 1/2	1	1
Elementos de 12 x 12	Concreto estructural	2	1	1
Vigas de acero Tendones en vigas pre o post esforzadas	Concreto estructural	4	2 ½	1 1/2
Tendones en placas pre o post esforzadas	Concreto estructural		1 ½	1

Este espesor se protegerá contra descascaramiento con estribos con espaciamiento no mayor al peralte del elemento, debiendo estos estribos tener un recubrimiento neto de 1 pulgada.

Artículo 48.- Clasificación de los pisos o techos por su resistencia al fuego.

TABLA N° 2
TABLAS DE ESPESORES MÍNIMOS PARA
PROTECCION AL FUEGO EN PISOS, TECHOS Y
CIELO RASO

CONSTRUCCION DE PISOS O TECHOS	CONSTRUCCION DE CIELO RASO	ESPESOR MÍNIMO TOTAL EN PULGADAS - CATEGORIAS		
		Resistencia al Fuego (4 Hrs)	Semi Resist. al Fuego (2 Hrs)	Incombust. Con Protección (1 Hrs)
Losa de concreto.	Ninguno	6 1/2	4 1/2	3 1/2
Losa de concreto.	Enlucido de yeso o mortero contra el fondo del techo	6	4	3
Aligerado de viguetas de concreto estructural y ladrillo hueco de techos	Enlucido de yeso o mortero contra el fondo del techo		6" de ladrillo y 2" de losa	
Aligerado de viguetas de concreto estructural y ladrillo hueco de techos	Ninguno			5 1/2 (4" de ladrillo 1 1/2" de losa)
Viguetas de concreto	Cielo raso suspendido de vermicurita de 1" de espesor mínimo colgado 6" debajo de las viguetas	3 (sólo losa)	2 (sólo losa)	
Viguetas de acero con losa de concreto	Cielo raso enlucido en malla incombustible asegurada contra el fondo de las viguetas de espesor mínimo 5/8" y mortero 1:3		2 1/4" (sólo losa)	2" (sólo losa) Combustible Construcción pesada

Artículo 49.- Clasificación de las paredes y tabiques por su resistencia al fuego:

TABLA N° 3
TABLAS DE ESPESORES MÍNIMOS PARA
PROTECCION AL FUEGO EN PAREDES Y TABIQUES

MATERIALES DE PAREDES O TABIQUES	CONSTRUCCION	ESPESOR MÍNIMO TOTAL EN PULGADAS - CATEGORIAS		
		Resistencia al Fuego (4 Hrs)	Semi Resist. al Fuego (2 Hrs)	Incombust. Con Protección (1 Hrs)
Concreto armado	Sólido sin enlucir	6 1/2	4 1/2	3 1/2
Ladrillos de arcilla cocida calcáreos o de:	Ladrillos sólidos sin enlucir	8	6	4
Bloques huecos de concreto	Esesor mínimo de cascarón 2 1/2" sin enlucir	8		
	Esesor mínimo de cascarón 1 3/4" sin enlucir	12		
	Esesor mínimo de cascarón 1 3/8" sin enlucir		8	6
Ladrillos huecos de arcilla cocida, no portantes	Dos celdas mínimo dentro del espesor de la pared, enlucido en ambas caras		7	5
	Tres celdas mínimo dentro del espesor de la pared, enlucido en ambas caras	12		
Bloqueo	Enlucido o sin enlucir	6	4	3
Tabique sólido de mortero o yeso	Armazón interno incombustible			2
Paneles de yeso prensado				2

Artículo 50.- Cuando se requieran instalar selladores cortafuego, deberá presentarse un proyecto específico para tal fin, indicando los tipos, formas y materiales que atraviesan el cerramiento cortafuego.

Artículo 51.- Solo se pueden utilizar materiales selladores, de acuerdo a la configuración que cada fabricante haya sometido a pruebas y que la composición del conjunto a proteger se encuentre descritos en el directorio de UL vigente.

CAPITULO IV
SISTEMAS DE DETECCIÓN Y ALARMA DE INCENDIOS

Artículo 52.- La instalación de dispositivos de Detección y Alarma de incendios tiene como finalidad principal, indicar y advertir las condiciones anormales, convocar el auxilio adecuado y controlar las facilidades de los ocupantes para reforzar la protección de la vida humana.

La Detección y Alarma se realiza con dispositivos que identifican la presencia de calor o humo y a través, de una señal perceptible en todo el edificio protegida por esta señal, que permite el conocimiento de la existencia de una emergencia por parte de los ocupantes.

Artículo 53.- Todas las edificaciones que deban ser protegidas con un sistema de detección y alarma de incendios, deberán cumplir con lo indicado en esta Norma y en el estándar NFPA 72 en lo referente a diseño, instalación, pruebas y mantenimiento.

Artículo 54.- Los equipos que se estandarizan en esta norma no pueden ser variados, en ninguna otra regulación. Los sistemas de detección y alarma de incendios deberán contar con supervisión constante en el área a la cual protegen, con personal entrenado en el manejo del sistema.

Los sistemas que reporten las señales de alarma, supervisión y avería hacia lugares fuera de la propiedad protegida, atendidos de manera continua y que brindan el servicio de monitoreo no será necesario que cuenten con supervisión constante en el área protegida.

Artículo 55.- Todo sistema de detección y alarma de incendios, deberá contar con dos fuentes de suministro de energía, de acuerdo con el CNE Tomo V, Capítulo 7. Los circuitos, cableados y equipos deberán encontrarse protegidos de daños por corrientes inducidas de acuerdo a lo establecido en el CNE.

Artículo 56.- Los sistemas de detección y alarma de incendios, deberán interconectarse de manera de controlar, monitorear o supervisar a otros sistemas de protección contra incendios o protección a la vida como son:

- a) Dispositivos de detección de incendios
- b) Dispositivos de alarma de incendios
- c) Detectores de funcionamiento de sistemas de extinción de incendios
- d) Monitoreo de funcionamiento de sistemas de extinción de incendios
- e) Válvulas de la red de agua contra incendios.
- f) Bomba de agua contra incendios.
- g) Control de ascensores para uso de bomberos
- h) Desactivación de ascensores
- i) Sistemas de presurización de escaleras.
- j) Sistemas de administración de humos
- k) Liberación de puertas de evacuación
- l) Activación de sistemas de extinción de incendios.

Artículo 57.- Los dispositivos de alarmas acústicas deben ser audibles en la totalidad del local, y podrán ser accionados en forma automática por los detectores, puesto de control o desde los pulsadores distribuidos en la edificación. Esta instalación de alarma audible deberá complementarse con adecuadas señales ópticas, cuando así lo requieran las características de los ocupantes del mismo.

Artículo 58.- Los dispositivos de detección de incendios automáticos y manuales, deberán ser seleccionados e instalados de manera de minimizar las falsas alarmas. Cuando los dispositivos de detección se encuentren sujetos a daños mecánicos o vandalismo, deberán contar con una protección adecuada y aprobada para el uso.

Artículo 59.- Los dispositivos de detección de incendios deberán estar instalados de forma tal que se encuen-

tren sostenidos de forma independiente de su fijación a los conductores de los circuitos. Los dispositivos de detección de incendios deberán ser accesibles para el mantenimiento y pruebas periódicas.

Artículo 60.- Únicamente es permitida la instalación de detectores de humo de estación simple (detectores a pilas), para usos en edificaciones residenciales y al interior de las viviendas.

Artículo 61.- Para la selección y ubicación de los dispositivos de detección de incendios deberá tomarse en cuenta los siguientes condiciones:

- a) Forma y superficie del techo.
- b) Altura del techo.
- c) Configuración y contenido del área a proteger.
- d) Características de la combustión de los materiales presentes en el área protegida.
- e) Ventilación y movimiento de aire.
- f) Condiciones medio ambientales.

Artículo 62.- Los dispositivos de detección de incendios deberán ser instalados de acuerdo a las indicaciones del fabricante y las buenas prácticas de ingeniería. Las estaciones manuales de alarma de incendios deberán ser instaladas en las paredes a no menos de 1.10 m ni a más de 1.40 m.

Artículo 63.- Las estaciones manuales de alarma de incendios deberán distribuirse en la totalidad del área protegida, libre de obstrucciones y fácilmente accesible.

Deberán instalarse estaciones manuales de alarma de incendios en el ingreso a cada una de las salidas de evacuación de cada piso.

Se adicionarán estaciones manuales de alarma de incendios de forma que la máxima distancia de recorrido horizontal en el mismo piso, hasta la estación manual de alarma de incendios no supere los 60.0 m.

Artículo 64.- Únicamente será obligatoria la señalización de las estaciones manuales de alarma de incendios que no sean claramente visibles y por exigencia de la Autoridad Competente.

Artículo 65.- Cuando se instalen cobertores en las estaciones manuales de alarma de incendios, con el fin de evitar falsas alarmas o para protección del medio ambiente, estos deben ser aprobados para el uso por la Autoridad Competente.

CAPITULO V PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS EN LOS DIVERSOS USOS VIVIENDA

Artículo 66.- Las edificaciones de vivienda Multifamiliar o Conjunto Residencial de más de 5 niveles, deberá contar con una red de agua contra incendios y extintores portátiles, así como un sistema de detección y alarma de incendios.

Artículo 67.- Las edificaciones de vivienda Multifamiliar de más de 5 niveles hasta 10 niveles, podrán tener una red de agua contra incendio de tipo Montante Seca con un diámetro no menor de Ø 100 mm., y salidas valvuladas de 65 mm. en cada nivel al interior de la escalera de evacuación, de acuerdo a lo estipulado en la presente Norma. si cumple con los siguientes requisitos:

- a) Cuenta con una escalera de evacuación de acuerdo a lo indicado en la Norma A-010
- b) Cuenta con un hidrante contra incendios de la red pública, a no más de 75.0 m de distancia, medidos de la conexión de bomberos (Siamesa).
- c) La localidad donde se ubicará la edificación cuenta con una Compañía de Bomberos.

Artículo 68.- En caso de que la edificación cuente con áreas de estacionamiento subterráneas cuya sumatoria de áreas techadas considerando los espacios de estacionamiento, las circulaciones y los depósitos, sea mayor a 750 m², se requerirá rociadores automáticos de agua contra incendios, de acuerdo a lo estipulado en la Norma NFPA 13.

Solo en los casos de edificaciones de uso residencial, no es necesaria la instalación de bombas contra incendios ni reservas de agua, pudiendo en su reemplazo conectarse con la red pública de agua siempre y cuando ésta sea de suministro confiable.

Artículo 69.- Las edificaciones de vivienda multifamiliar de más de 10 hasta 20 niveles, deberá estar equipada con los siguientes componentes:

a) Sistema de agua contra incendios presurizada con diámetro no menor a Ø 100 mm. (4") con válvula angular de 65 mm. (2 1/2") en cada nivel para uso del Cuerpo de Bomberos, de acuerdo a lo estipulado en la presente Norma.

b) Gabinetes de mangueras contra incendios de Ø 40 mm. (1 1/2") en todos los niveles, ubicados de tal manera que la totalidad de cada área pueda ser alcanzada por la manguera de acuerdo a lo estipulado en la presente Norma.

c) Bomba contra incendios de arranque automático con un caudal no menor a 946 l/min. (250 gpm.) con una presión no menor de 4.14 bar (60 psi) en el punto más desfavorable, de acuerdo a lo estipulado en la presente Norma. Cuando la edificación presente otros riesgos distintos al de vivienda como parte de la misma, y sea obligatorio el uso de rociadores la capacidad de bombeo y reserva de agua contra incendio, deberán ser calculados para el máximo riesgo y máxima demanda.

d) La reserva de agua contra incendios, será dimensionada en base al máximo riesgo, la cual no será menor a 28 metros cúbicos de volumen útil y exclusivo

e) Estaciones manuales, sistema de detección de humos en hall de ascensores, así como alarmas de incendios según lo estipulado en la presente Norma.

Artículo 70.- Las edificaciones de vivienda multifamiliar de más de 20 niveles deberá estar equipada con los siguientes componentes:

a) Sistema de agua contra incendios presurizada con diámetro no menor a Ø 150 mm. (4") con válvula angular de 65 mm. (2 1/2") en cada nivel para uso del Cuerpo de Bomberos, de acuerdo a lo estipulado en la presente Norma, en cada escalera de evacuación

b) Gabinetes de mangueras contra incendios de Ø 40 mm. (1 1/2") en todos los niveles ubicados de tal manera que la totalidad de cada área pueda ser alcanzada por la manguera de acuerdo a lo estipulado en la presente Norma.

c) Bomba contra incendios de arranque automático de acuerdo al estándar de la NFPA 20 y el volumen de reserva según NFPA 13.

d) Se debe instalar en todo el edificio un sistema de rociadores automáticos, de acuerdo a lo estipulado en el estándar de la norma NFPA 13.

e) Reserva de agua contra incendios será dimensionada según el estándar NFPA 13

f) Estaciones manuales, Sistema de detección de humos en hall de ascensores, así como alarmas de incendios según lo estipulado en la presente Norma.

CAPITULO VI HOSPEDAJES

Artículo 71.- Las edificaciones destinadas a hospedajes deben cumplir como mínimo con los requisitos de seguridad que se establecen en los cuadros de los anexos A, B, C, D, E y F, del presente capítulo.

Artículo 72.- Los sistemas de evacuación serán diseñados y calculados en función a los requerimientos que establecen el Código de la NFPA 101 en el capítulo de Edificaciones de Hospedaje.

Artículo 73.- Dependiendo de la clasificación y altura de la edificación de hospedaje se establece la necesidad de sistemas de agua contra incendios.

En caso de que la edificación cuente con playas de estacionamiento subterráneas, cuya sumatoria de áreas sean mayores a 500 m² y/o 250 m² de depósitos o servicios generales (área sumada) se requerirá rociadores automáticos de agua contra incendios de acuerdo a lo estipulado en el estándar NFPA 13.

Artículo 74.- En donde existan cocinas y esto obligue a la necesidad de ductos de evacuación de grasas y humos, estos deberán encontrarse dentro de un ducto cortafuego de una hora de resistencia, evitando recorridos horizontales y reduciendo al máximo las curvas.

Artículo 75.- Donde se requieran bombas contra incendios, estas serán diseñadas, instaladas, probadas y

mantenidas de acuerdo con la Standard NFPA 20. Cuando se decida instalar bombas alimentadas por energía eléctrica esta deberá contar con 2 fuentes de suministro eléctrico y un panel de transferencia automática de acuerdo con el Código Eléctrico Nacional.

Artículo 76.- Los hoteles de 4 y 5 estrellas deberán contar con un ambiente denominado Centro de Control desde donde se pueda administrar la evacuación de la edificación y todos los sistemas de seguridad. El área mínima deberá ser tal que permita albergar todo el equipamiento del Centro de Control y adicionalmente permitir a los Bomberos administrar una emergencia. Esta área deberá estar ubicada en el primer o segundo nivel con acceso directo, desde la vía pública y con una puerta rotulada como «Centro de Control».

Artículo 77.- Cuando los hoteles requieran la utilización de helipuertos estos deberán contar con su protección contra incendios adecuado al tipo de riesgo, para el caso de un sistema de generación espuma portátil AFFF, éste nunca será menor a 2 descargas simultáneas de 216 l/min. por 15 minutos de generación. El sistema de balizaje será normado por OACI.

Artículo 78.- Cuando los hoteles tengan en su interior, adyacente o como parte de él, casinos, coliseos, centros de convenciones, restaurantes, centros comerciales, lugares de entretenimiento u otros espacios de uso público, deberán contar como mínimo con la protección requerida para el hotel, tal como se detalla en los anexos A, B, C, D, E y F del presente capítulo.

Artículo 79.- Las instalaciones de almacenamiento, abastecimiento y distribución de gas natural, gas licuado de petróleo y líquidos combustibles deberán diseñarse e instalarse de acuerdo con la regulación nacional vigente de acuerdo con la Ley Orgánica de Hidrocarburos No 26221.

Artículo 80.- Cuando se decida la instalación de un sistema de administración de humos y/o sistemas de evacuación horizontal, deberá cumplirse con el Código NFPA 101 y Estándar NFPA 92.

INFRAESTRUCTURA MINIMA PARA UN ESTABLECIMIENTO DE HOSPEDAJE CLASIFICADO COMO HOTEL

REQUISITOS MINIMOS	5*****	4****	3***	2**	1*
Sistema de detección y alarma de incendios centralizado	obligatorio	obligatorio	obligatorio	obligatorio	obligatorio
Sistema de evacuación por voz (3 idiomas)	obligatorio	obligatorio	-	-	-
Teléfono de Bomberos	obligatorio	obligatorio	-	-	-
Señalización e iluminación de emergencia	obligatorio	obligatorio	obligatorio	obligatorio	obligatorio
Extintores portátiles	obligatorio	obligatorio	obligatorio	obligatorio	obligatorio
Sistema de agua contra incendios					
1. Hasta 5 niveles	obligatorio	obligatorio	-	-	-
2. Mas de 5 niveles	obligatorio	obligatorio	obligatorio (1)	obligatorio (1)	obligatorio (1)
Sistema automático de rociadores					
1. Hasta 4 niveles	Ver Nota (2)	Ver Nota (2)	-	-	-
2. Entre 5 y 10 niveles	obligatorio	obligatorio	Ver Nota (3)	-	-
3. Mas de 10 niveles	obligatorio	obligatorio	obligatorio	obligatorio	obligatorio

(1) Los hoteles de 1, 2 y 3 estrellas de 5 hasta 8 niveles podrán tener una red de agua contra incendio de tipo Montante Seca con un diámetro no menor de Ø 100 mm, y salidas valvuladas de 65 mm. en cada nivel al interior de la escalera de escape, de acuerdo a lo estipulado en la Norma Requisitos de Seguridad, si cumple los siguientes requisitos:

- i. Contar con escalera de evacuación de acuerdo a lo indicado en la Norma A 010
- ii. Contar con un hidrante contra incendios de la red pública a no más de 75 m. de distancia medidos de la conexión de bomberos (Siamesa).
- iii. La localidad donde se ubicará la edificación deberá contar con una Compañía de Bomberos

(2) No serán requeridos sistemas automáticos de rociadores, cuando todos los dormitorios para huéspedes cuenten con una puerta que abra directamente hacia el exterior, a nivel de la vía pública o del terreno, o hacia un acceso a una salida exterior que cumpla con que el lado largo del balcón, porche, galería o espacio similar se encuentre abierto por lo menos en un 50%, dispuesto para impedir la acumulación de humos y además cumplir con los requisitos establecidos en el Código NFPA 101

(3) No serán requeridos sistemas automáticos de rociadores siempre y cuando:

- La distancia de recorrido del evacuante no sea mayor a 12.0 m medidos desde la puerta de la habitación hasta la salida de evacuación más cercana, o
- La distancia de recorrido del evacuante no sea mayor a 30.0 m medidos desde la puerta de la habitación hasta la salida de evacuación más cercana, además cuente la edificación con 2 rutas de evacuación y no existan corredores sin salida de más de 12.0 m de distancia de evacuación.

INFRAESTRUCTURA MINIMA PARA UN ESTABLECIMIENTO DE HOSPEDAJE CLASIFICADO COMO APART-HOTEL

REQUISITOS MINIMOS	5*****	4****	3***
Sistema de detección y alarma de incendios centralizado	obligatorio	obligatorio	obligatorio
Sistema de evacuación por voz	obligatorio	obligatorio	-
Teléfono de Bombero	obligatorio	obligatorio	-
Señalización e iluminación de emergencia	obligatorio	obligatorio	obligatorio
Extintores portátiles	obligatorio	obligatorio	obligatorio
Red húmeda de agua contra incendios y gabinetes de mangueras			
1. Hasta 4 niveles	obligatorio	obligatorio	-
2. Mas de 5 niveles	obligatorio	obligatorio	obligatorio
Sistema automático de rociadores			
1. Hasta 4 niveles	Ver Nota (1)	Ver Nota (1)	-
2. Entre 5 y 10 niveles	obligatorio	obligatorio	Ver Nota (2)
3. Mas de 10 niveles	obligatorio	obligatorio	obligatorio

(1) No serán requeridos sistemas automáticos de rociadores cuando todos los dormitorios para huéspedes cuenten con una puerta que abra directamente hacia el exterior, a nivel de la vía pública o del terreno, o hacia un acceso a una salida exterior que cumpla con que el lado largo del balcón, porche, galería o espacio similar se encuentre abierto por lo menos en un 50%, dispuesto para impedir la acumulación de humos y además cumplir con los requisitos establecidos en el Código NFPA 101

(2) No serán requeridos sistemas automáticos de rociadores siempre y cuando:

- La distancia de recorrido del evacuante no sea mayor a 12 m medidos desde la puerta de la habitación hasta la salida de evacuación más cercana, o
- La distancia de recorrido del evacuante no sea mayor a 30 m medidos desde la puerta de la habitación hasta la salida de evacuación más cercana, además cuente la edificación con 2 rutas de evacuación y no existan corredores sin salida de más de 12 m de distancia de evacuación.

INFRAESTRUCTURA MINIMA PARA UN ESTABLECIMIENTO DE HOSPEDAJE CLASIFICADO COMO HOSTAL

REQUISITOS MINIMOS	3***	2**	1*
Sistema de detección y alarma de incendios centralizado	obligatorio	obligatorio	obligatorio
Señalización e iluminación de emergencia	obligatorio	obligatorio	obligatorio
Extintores portátiles	obligatorio	obligatorio	obligatorio
Red húmeda de agua contra incendios y gabinetes de manjeras			
1. Hasta 5 niveles	-	-	-
2. Mas de 5 niveles	Obligatorio (1)	Obligatorio (1)	Obligatorio (1)
Sistema automático de rociadores			
1. Hasta 4 niveles	-	-	-
2. Entre 5 y 10 niveles	Ver Nota (2)	-	-
3. Mas de 10 niveles	obligatorio	obligatorio	obligatorio

(1) Los Hostales de 1, 2 y 3 estrellas de 5 hasta 8 niveles podrán tener una red de agua contra incendio de tipo Montante Seca con un diámetro no menor de Ø 100 mm., y salidas valvuladas de 65 mm. en cada nivel al interior de la escalera de escape, de acuerdo a lo estipulado en la Norma Requisitos de Seguridad si cumple los siguientes requisitos:

a) Contar con escalera de evacuación de acuerdo a lo indicado en la Norma A 010

b) Contar con un hidrante contra incendios de la red pública a no más de 75.0 m. de distancia medidos de la conexión de bomberos (Siamesa).

c) La localidad donde se ubicará la edificación deberá contar con una Compañía de Bomberos

(2) No serán requeridos sistemas automáticos de rociadores siempre y cuando:

- La distancia de recorrido del evacuante no sea mayor a 12.0 m medidos desde la puerta de la habitación hasta la salida de evacuación mas cercana, o

- La distancia de recorrido del evacuante no sea mayor a 30.0 m medidos desde la puerta de la habitación hasta la salida de evacuación más cercana, además cuente la edificación con 2 rutas de evacuación y no existan corredores sin salida de más de 12.0 m. de distancia de evacuación.

INFRAESTRUCTURA MINIMA PARA UN ESTABLECIMIENTO DE HOSPEDAJE CLASIFICADO COMO RESORT

REQUISITOS MINIMOS	5*****	4****	3***
Sistema de detección y alarma de incendios centralizado	obligatorio	obligatorio	obligatorio
Sistema de evacuación por voz	obligatorio	obligatorio	-
Señalización e iluminación de emergencia	obligatorio	obligatorio	obligatorio
Extintores portátiles	obligatorio	obligatorio	obligatorio
Red húmeda de agua contra incendios y gabinetes de mangueras			
1. Hasta 4 niveles	obligatorio	obligatorio	-
2. Mas de 5 niveles	obligatorio	obligatorio	obligatorio
Sistema automático de rociadores			
1. Hasta 4 niveles	Ver Nota (1)	Ver Nota (1)	-
2. Entre 5 y 10 niveles	obligatorio	obligatorio	Ver Nota (2)
3. Mas de 10 niveles	obligatorio	obligatorio	obligatorio

(1) No serán requeridos sistemas automáticos de rociadores cuando todos los dormitorios para huéspedes cuenten con una puerta que abra directamente hacia el exterior, a nivel de la vía pública o del terreno, o hacia un acceso a una salida exterior que cumpla con que el lado largo del balcón, porche, galería o espacio similar se encuentre abierto por lo menos en un 50%, dispuesto para impedir la acumulación de humos y además cumplir con los requisitos establecidos en el Código NFPA 101

(2) No serán requeridos sistemas automáticos de rociadores siempre y cuando:

- La distancia de recorrido del evacuante no sea mayor a 12.0 m medidos desde la puerta de la habitación hasta la salida de evacuación mas cercana, o
- La distancia de recorrido del evacuante no sea mayor a 30.0 m medidos desde la puerta de la habitación hasta la salida de evacuación más cercana, además cuente la edificación con 2 rutas de evacuación y no existan corredores sin salida de más de 12.0 m de distancia de evacuación.

INFRAESTRUCTURA MINIMA PARA UN ESTABLECIMIENTO DE HOSPEDAJE CLASIFICADO COMO ECOLOGDE

REQUISITOS MINIMOS	
Sistema de detección de incendios a pilas en los dormitorios	obligatorio
Iluminación de emergencia en los lugares que cuenten con red de energía eléctrica	obligatorio
Extintores portátiles	obligatorio

INFRAESTRUCTURA MINIMA PARA UN ESTABLECIMIENTO DE HOSPEDAJE CLASIFICADO COMO ALBERGUE

REQUISITOS MINIMOS	
Sistema de detección y alarma de incendios centralizado	obligatorio
Señalización e iluminación de emergencia	obligatorio
Extintores portátiles	obligatorio

CAPITULO VII SALUD

Artículo 81.- Las edificaciones de Salud deberán cumplir con los siguientes requisitos mínimos de seguridad los cuales aplican a todas las áreas internas de la edificación como cafetería, tienda de regalos, sala de reuniones y/o áreas complementarias.

TIPO DE EDIFICACION	Señalización e Iluminación de emergencia	Extintores Portátiles	Sistema de Rociadores	Sistema Contra Incendios	Detección y Alarma Centralizado
Hospital (400 camas o mas)	obligatorio	obligatorio	obligatorio	obligatorio	obligatorio
Hospital (150 a 399 camas)	obligatorio	obligatorio	obligatorio	obligatorio	obligatorio
Hospital (50 a 149 camas)	obligatorio	obligatorio	obligatorio	obligatorio	obligatorio
Hospital (menos de 50)	obligatorio	obligatorio	-	obligatorio (1)	obligatorio
Centro de Salud	obligatorio	obligatorio	-	obligatorio (1)	obligatorio (2)
Puesto de Salud	obligatorio	obligatorio	-	-	-
Centro Hemodador	obligatorio	obligatorio	-	-	-

1. Obligatorio cuando la edificación tiene 3 niveles o mas
2. Obligatorio cuando la edificación tienen 2 o mas niveles

Artículo 82.- Todo local de salud tipo hospital deberá tener al menos una división resistente al fuego por piso de hospitalización que genere áreas de refugio de acuerdo con:

- De 3 niveles o menos = mínimo 1 hora de resistencia contra fuego
- De 4 niveles o mas = mínimo 2 horas de resistencia contra fuego
- Cada área de refugio generada deberá tener como mínimo una salida o escalera de evacuación.
- Para estimar el área mínima de refugio deberá considerarse:
 - En hospitales o lugares de reposo = 2.8 m² por persona
 - En instalaciones con pacientes en silla de ruedas = 1.4 m² por persona
 - En los pisos que no alberguen pacientes internados ni pacientes en camilla = 0.5 m² por persona

Artículo 83.- Todo local de salud tipo hospital deberá tener cerramientos contrafuego de 1 hora en locales de 3 pisos o menos y 2 horas en locales de 4 pisos y más para las siguientes áreas:

- Salas de operación
- Salas de cuidado intensivo
- Salas de Diálisis

Artículo 84.- Todo local de salud de 2 o más niveles deberá contar con teléfono para bomberos y un sistema de evacuación por voz.

Artículo 85.- Los laboratorios en locales de salud en donde se utilicen materiales inflamables, combustibles o riesgosos considerados como de riesgo severo deberán estar protegidos de acuerdo con la norma NFPA 99, Standard for Health Care Facilities.

Artículo 86.- Las áreas de riesgo en locales de Salud deberán ser protegidas con cerramiento contrafuego de:

- Salas de calderas y de calefactores alimentados a combustible: 1 hora
- Lavanderías centrales más de 10 m² de superficie: 1 hora
- Laboratorios usando materiales inflamables o combustibles distintos a riesgo severo: Puertas con cierre automático
- Laboratorios usando materiales clasificados de riesgo severo: 1 hora
- Talleres de pintura que emplean sustancias y materiales riesgosos distintos a riesgo severo: 1 hora
- Talleres de mantenimiento de la planta física: 1 hora
- Salas donde se guarda la ropa para lavar :1 hora
- Almacenes de materiales combustibles entre 4.5 m² y 10.0 m² : Sin requerimiento
- Salas de almacenamiento con más de 10 m² de superficie para almacenamiento de materiales combustibles :1 hora
- Salas de recolección de residuos :1 hora
- Todos los muros internos y particiones en los locales de salud de 4 pisos o más deberán ser de materiales incombustibles o de combustión limitada.

Artículo 87.- Las dimensiones de las puertas y escaleras de evacuación deberá cumplir lo establecido en la norma de requisitos de Seguridad.

El ancho mínimo de una puerta de evacuación ubicado en un pasadizo será de 1.20 m. cuando conduzca en un solo sentido a un área de refugio y de 2.40 m cuando divida el área en dos zonas de refugio. En este último caso, las hojas de las puertas deberán abrir en sentidos opuestos.

Artículo 88.- Las escaleras de evacuación deben permitir el giro de una camilla considerando que miden 0.60 m. por 2.50 m. de largo.

**CAPITULO VIII
COMERCIO**

Artículo 89.- Las edificaciones de comercio deberán cumplir con los siguientes requisitos mínimos de seguridad:

TIPO DE EDIFICACION	Señalización e Iluminación de emergencia	Extintores Portátiles	Sistema de Rociadores	Sistema Contra Incendios	Detección y Alarma Centralizado
Tienda					
Tienda de área techada total menor a 100 m ²	-	obligatorio	-	-	-
Tienda de área techada total mayor a 100 m ² y menor a 750 m ²	obligatorio	obligatorio	-	-	obligatorio (1)
Tienda de área techada total mayor a 750 m ² y menor a 1500 m ²	obligatorio	obligatorio	obligatorio (2)	-	obligatorio
Tienda de planta techada de área mayor a 1500 m ²	obligatorio	obligatorio	obligatorio	obligatorio	obligatorio

TIPO DE EDIFICACION	Señalización e Iluminación de emergencia	Extintores Portátiles	Sistema de Rociadores	Sistema Contra Incendios	Detección y Alarma Centralizado
Conjunto de Tiendas					
Conjunto de tiendas de un solo nivel y menor a 500 m ² de área de techada	obligatorio	obligatorio	-	-	obligatorio
Conjunto de tiendas de un solo nivel y área techada entre 500 m ² y 1000 m ²	obligatorio	obligatorio	+	obligatorio	obligatorio
Conjunto de tiendas de un solo nivel y área techada mayor a 1000 m ²	obligatorio	obligatorio	obligatorio (2)	obligatorio	obligatorio
Conjunto de tiendas entre dos y tres niveles, con área menor a 1000 m ² en total	obligatorio	obligatorio	-	-	obligatorio
Conjunto de tiendas entre dos y tres niveles, con área mayor a 1000 m ² en total	obligatorio	obligatorio	-	obligatorio	obligatorio
Conjunto de tiendas de mas de tres niveles	obligatorio	obligatorio	obligatorio	obligatorio	obligatorio
Galeria Comercial (7)	obligatorio	obligatorio	-	-	obligatorio
Tiendas por departamentos	obligatorio	obligatorio	obligatorio	obligatorio	obligatorio
Centro Comercial					
Centro comercial de área menor a 500 m ² por piso y no mas de 3 niveles - Ver Nota 3	obligatorio	obligatorio	+	-	obligatorio
Centro comercial de área menor a 500 m ² por piso y mas de 3 niveles	obligatorio	obligatorio	-	obligatorio	obligatorio
Centro comercial de área mayor a 500 m ² y menor de 1500 m ² por piso y no mas de 3 niveles - Ver Nota 3	obligatorio	obligatorio	-	obligatorio	obligatorio
Centro Comercial de área mayor a 1500 m ² , por piso - Ver Nota 4	obligatorio	obligatorio	obligatorio	obligatorio	obligatorio
Complejo comercial	obligatorio	obligatorio	obligatorio	obligatorio	obligatorio
Mercados Mayoristas (3)					
Con techo común	obligatorio	obligatorio	obligatorio	obligatorio	obligatorio
Sin techo común (puestos independientes)	obligatorio	obligatorio	-	obligatorio	obligatorio
Supermercados					
Supermercados de un solo nivel y menor a 1000 m ² de área de venta	obligatorio	obligatorio	-	-	obligatorio

TIPO DE EDIFICACION	Señalización e Iluminación de emergencia	Extintores Portátiles	Sistema de Rociadores	Sistema Contra Incendios	Detección y Alarma Centralizado
Supermercados de un solo nivel y área de venta mayor a 1000 m ² y menor de 2000 m ²	obligatorio	obligatorio	obligatorio (2)	-	obligatorio
Supermercados de un solo nivel mayor a 2000 m ² de área de venta	obligatorio	obligatorio	obligatorio	obligatorio	obligatorio
Supermercados entre uno y tres niveles, con área menor a 1000 m ² por piso	obligatorio	obligatorio	-	-	obligatorio
Supermercados de mas de tres niveles y área menor a 1000 m ² por piso	obligatorio	obligatorio	-	obligatorio	obligatorio
Supermercados de mas de un nivel y área mayor a 1000 m ² por piso	obligatorio	obligatorio	obligatorio	obligatorio	obligatorio
Mercados Minoristas					
Con techo común	obligatorio	obligatorio	-	obligatorio	obligatorio
Sin techo común (puestos independientes)	obligatorio	obligatorio	-	-	obligatorio (5)
Restaurantes, cafeterías y bares					
Restaurantes de área total construida menor a 75 m ²	-	obligatorio	-	-	-
Restaurantes de área total construida mayor a 75 m ² y menor a 300 m ²	obligatorio (6)	obligatorio	-	-	-
Restaurantes de área total construida mayor a 300 m ²	obligatorio	obligatorio	-	-	obligatorio

1) A partir de 250 m² de área.

2) Cuando los requerimientos de agua (caudal y presión) del sistema de rociadores puedan ser abastecidos por el servicio de agua de la localidad, estos podrán conectarse directamente con la red pública, siempre y cuando exista una compañía de bomberos en la localidad.

3) Es requisito obligatorio contar con hidrantes que provean un caudal total mínimo de 750 gpm. (caudales sumados).

4) Serán requeridos hidrantes de la red pública con un caudal suficiente para el máximo riesgo, de acuerdo con la fórmula ISO.

5) Únicamente estaciones manuales y alarma de incendios

6) Cuando las rutas de evacuación así lo exijan

7) Para construcciones de un solo nivel, para edificaciones de 2 o más niveles se aplicaran los requerimientos de protección contra incendios de los Conjuntos de Tiendas.

Artículo 90.- Las Galerías Comerciales y Conjunto de Tiendas de no más de 3 niveles, deberán contar con una separación contra fuegos no menor de 1 hora, de manera de agrupar locales que tengan un máximo 20.0 m lineales de frente.

Las paredes posteriores colindantes con otra tienda, deberá tener separación corta fuego con una resistencia mínima de 1 hora. No se requiere compartimentación corta fuego en el frente de la tienda.

Artículo 91.- Las Galerías Comerciales y Conjunto de Tiendas de 4 niveles o mas, deberán contar con una separación contra fuegos no menor de 2 horas, de manera de agrupar locales que tengan un máximo 20.0 m. lineal de frente

Las paredes posteriores colindantes con otra tienda, deberá tener una separación corta fuego con una resistencia mínima de 2 horas. No se requiere compartimentación corta fuego en el frente de la tienda.

Artículo 92.- Las edificaciones comerciales deberán contar con el número de escaleras de evacuación y salidas de emergencia necesarias, de acuerdo con el cálculo de evacuación establecido en la norma A.070.

Artículo 93.- En Centros Comerciales bajo un mismo techo estructural, la distancia máxima de recorrido es de 45.0 m a una salida de evacuación o de la edificación cuando no se cuenta con un sistema de rociadores y de 60.0 m. cuando la edificación cuenta con rociadores.

Artículo 94.- En edificaciones de uso de Centro Comercial bajo un mismo techo estructural, se podrá tener una distancia máxima de recorrido de 60.0 m. adicionales, tomados desde la puerta de salida de la tienda hasta la salida más cercana de la edificación, siempre y cuando se cuente con los siguientes componentes:

a) Rociadores instalados en el 100% del Centro Comercial, incluyendo áreas comunes de circulación techadas.

b) Sistema de administración de humos de acuerdo con la Guía NFPA 92B.

c) Compartimentación contra fuego no menor de 1 hora entre locales, para centros comerciales de 3 pisos o menos, y de 2 horas para 4 pisos o más.

Artículo 95.- Cuando la puerta de salida al exterior no sea claramente visible, desde algún punto del local, deberá colocarse la señalización respectiva.

Artículo 96.- Toda edificación comercial, que cuenta con áreas bajo nivel del piso, con un área total mayor de 250 m², deberá contar con un sistema automático de rociadores. Cuando los requerimientos de agua (caudal y presión) del sistema de rociadores puedan ser abastecidos por el servicio de agua de la localidad, estos podrán conectarse directamente con la red pública, siempre y cuando exista una compañía de bomberos en la localidad.

Artículo 97.- Los sistemas de detección y alarma, deberán reportar a un lugar con personal entrenado las 24 horas, o reportar vía telefónica a un punto que cumpla con estos requisitos.

Artículo 98.- En caso de tiendas ubicadas al interior de centros comerciales, complejos comerciales, galerías comerciales, estas deberán cumplir con los requisitos de protección contra incendios con del local donde se ubican.

CAPITULO IX OFICINAS

Artículo 99.- Las edificaciones para uso de oficinas deberán cumplir con los siguientes requisitos de seguridad:

REQUISITOS MINIMOS	Planta Techada menor a 280 m ²	Planta Techada mayor a 280 m ² y 560 m ²	Planta Techada mayor a 560 m ²
Sistema de detección y alarma de incendios centralizado			
1. Hasta 4 niveles	Solo alarma	obligatorio	obligatorio
2. Mas de 5 niveles	obligatorio	obligatorio	obligatorio
Señalización e iluminación de emergencia	obligatorio	obligatorio	obligatorio
Extintores portátiles	obligatorio	obligatorio	obligatorio
Red húmeda de agua contra incendios y gabinetes de mangueras			
1. Hasta 4 niveles	-	-	obligatorio
2. Mas de 5 niveles	obligatorio	obligatorio	obligatorio
Sistema automático de rociadores			
1. Hasta 4 niveles	-	-	obligatorio
2. Mas de 5 niveles	obligatorio	obligatorio	obligatorio

**CAPITULO X
EQUIPOS Y MATERIALES PARA SISTEMAS DE
AGUA CONTRA INCENDIOS**

**SUB-CAPITULO I
GENERALIDADES**

Artículo 100.- Las edificaciones deben ser protegidas con un sistema contra incendios en función al tipo, área, altura y clasificación de riesgo, estos sistemas requieren de una serie de partes, piezas y equipamiento que es necesario estandarizar, para que puedan ser compatibles y ser utilizados por el Cuerpo de Bomberos y permitir los planes de apoyo mutuo entre empresas e instituciones.

Artículo 101.- Los equipos que se estandarizan en esta norma no pueden ser variados, en ninguna otra regulación.

Se aceptaran solo piezas de fabrica, construidas como un conjunto, no se aceptaran equivalentes, piezas o partes que modifiquen, o sirvan como ampliación, conexión o cualquier otro dispositivo que se utilice con el propósito de adecuar o modificar los dispositivos regulados en el presente capitulo.

Artículo 102.- Los distintos sistemas de protección contra incendios, que se establecen en la presente Norma deben ser diseñados bajo estándares confiables de reconocido prestigio internacional, y mientras en el país no se desarrollen estándares nacionales, se utilizaran los siguientes:

a) Para el diseño, e instalación de sistemas de rociadores automáticos, de tipo cerrado y con bulbo se utilizara la norma NFPA 13

b) Para el diseño e instalación de sistemas de rociadores especiales, llamados spray, sin bulbo, y utilizados para el enfriamiento de recipientes y estructuras, se utilizara la norma NFPA 15

c) Cuando los sistemas de suministro de agua se desarrollen sin la necesidad de un sistema de bombeo, a través de un tanque elevado se utilizara la norma NFPA 24

d) Cuando el suministro de agua se desarrolle utilizando una bomba, se debe utilizara la norma NFPA 20, tanto para motores petroleros o eléctricos. Cuando la energía se base en corriente eléctrica

e) Cuando se requiere obligatoriamente una fuente alterna, el sistema de energía debe ser diseñado e instalado según NFPA 70.

f) Para sistemas de bombeo menores a 500 gpm no se requieren bombas de tipo listadas UL. Pueden utilizarse sistemas de bombeo que dispongan de una certificación independiente al fabricante que garantice la capacidad de la curva de bombeo.

g) Cuando el sistema de alimentación de agua provenga directamente de la red pública, sin necesidad de bomba ni reserva de agua contra incendio se instalaran sistemas de doble check con medidor de caudal según NFPA 24.

h) Para el diseño e instalación de montantes y gabinetes de agua contra incendios, se utilizará el estándar NFPA 14.

Artículo 103.- Las roscas que deben utilizarse en cualquier dispositivo de combate de incendios tanto para abastecimiento, descarga de agua o combate de incendios, tendrán 9 hilos por pulgada para roscas NH de 40 mm (1 1/2") de diámetro y 7 1/2 hilos por pulgada para roscas NH de 65 mm. (2 1/4") de diámetro.

Artículo 104.- Los casos no contemplados en la presente Norma podrán ser referidos a los códigos y estándares pertinentes de la NFPA con la autorización de la Autoridad Competente.

**SUB-CAPITULO II
CONEXIÓN DE BOMBEROS**

Artículo 105.- El dispositivo de conexión, mediante el cual las unidades del Cuerpo de Bomberos suministran agua al interior de las tuberías de las redes de agua contra incendios, sistemas de rociadores o cualquier otro sistema de extinción de incendios en base a agua, de forma de suministrar un caudal adicional de agua para la extinción de un incendio, deberá cumplir con los siguientes requisitos:

a) Todo sistema de agua contra incendios, sin importar el tamaño, debe contar con Conexión para Bomberos.

b) La Conexión para Bomberos debe ser visible, de fácil acceso e identificable y preferentemente ubicarse en la fachada más próxima a la vía pública.

c) El espacio circundante de la Conexión para Bomberos, debe ser amplio en sus cuatro lados, de forma tal que permita la rápida conexión de mangueras sin obstrucción o restricción alguna.

d) La distancia con relación al piso no debe ser menor de 0.30 m ni mayor de 1.20 m medidos ambos desde el nivel de piso terminado al borde inferior de los acoples.

e) Las bocas de inyección deben ser orientadas de forma directa y perpendicular hacia la pista donde se ubicará la unidad del Cuerpo de Bomberos.

f) Se debe instalar una Conexión para Bomberos por cada sistema que tenga la edificación. La ubicación debe preferirse cercana a los hidrantes de la vía pública.

g) No deberán existir válvulas de control entre la Conexión de Bomberos y el sistema contra incendios. Deberá instalarse una válvula check listada en cada Conexión de Bomberos.

h) Las Conexiones de Bomberos deberán tener al menos 2 conexiones de 65 mm. (2 1/2") de rosca continua NHS. Adicionalmente debe tener la cantidad de entradas (ingresos) que requiera el sistema de agua, el cual debe ser calculado para el máximo caudal que demande el máximo riesgo, a razón de 945 L/min (250 gpm) por cada entrada (ingreso).

i) En edificaciones de vivienda multifamiliar con área por nivel no mayor a 300 m², y de altura no mayor a 10 niveles se podrá utilizar Conexión para Bomberos de una sola entrada.

Artículo 106.- Los sistemas de rociadores, espuma, diluvio, y/o cualquier otro sub sistema de protección contra incendios basado en agua, que no se muestre hacia la vía pública y/o se encuentren en el interior de la edificación en el primer piso, requieren contar también con Conexión para Bomberos, con una capacidad de abastecimiento para el 100% de demanda del sistema de agua que requiere el sistema específico que alimenta. Estos caudales no son sumatorias por cada sub sistema, debiendo utilizarse solo el riesgo hidráulicamente más demandante en caudal.

Artículo 107.- Las Conexiones para Bomberos, pueden ser del tipo poste, empotradas, adosadas, de pared, en acabados de materiales diversos, no deben ser pintadas y no es necesario que sean de color rojo.

La ubicación en la fachada de la edificación, debe ser tal que permita su uso, sin dificultar maniobras de evacuación de personas, ni ingreso a la edificación tanto a pie como con unidades de bomberos.

Artículo 108.- Las Conexiones para Bomberos, deben ser compatibles con las mangueras del Cuerpo de Bomberos, en una conexión de rosca hembra, de giro permanente. Es obligatorio que cada uno de los ingresos cuente con una tapa, esta puede ser del tipo tapón macho, o de tapas fabricadas específicamente de su uso (tapas frangibles)

**SUB-CAPITULO III
VALVULAS**

Artículo 109.- Las Válvulas de Sectorización y Control son equipos que aíslan un tramo o una red de tuberías, de manera que interrumpen el suministro de agua desde la fuente de bombeo hacia las montantes o dispositivos de extinción de incendios.

Las válvulas deberán ser del tipo indicadoras y listadas para uso en sistemas de protección contra incendios y podrán ser de los siguientes tipos:

Válvulas de compuerta de vástago expuesto ascendente y volante no ascendente con sentido de cierre y apertura convencional, tipo cuña y bonete empemado (OS&Y), con las siguientes características:

a) Válvulas de tipo OS&Y deben ser utilizadas en las succión y descarga de la bomba principal, así como en todos los sub sistemas que se requieran. Solo podrán utilizarse válvulas reconocidas por un Certificador para uso de redes de agua contra incendios.

b) Deben estar provistas de cadena y candado asegurando el flujo de ingresos y salidas hacia y desde el SCI y cuando se disponga de un sistema de detección y alarma, deberán ser monitoreados por el mismo.

c) No son permitidas en sistemas de agua contra incendio, otras válvulas de sectorización, sobre el nivel de piso que las válvulas de vástago expuesto, salvo otro tipo de válvula aprobado por un certificador para equipos contra incendios.

d) Cuando, no puedan ser instaladas válvulas indicadoras de poste se podrán utilizar válvulas de vástago expuesto, en buzones adecuados, con dimensiones suficientes, que permita el acceso, mantenimiento y reemplazo de la unidad sin dificultad para el operador.

Válvulas Indicadoras de Poste (PIV), con las siguientes condiciones:

a) Este tipo de válvula debe ser utilizada solo para sectorizar redes de agua contra incendios enterradas.

b) Se les debe proveer de candado, y ser monitoreadas por el sistema centralizado de detección y alarma de incendios.

c) Estas válvulas no deben ser utilizadas para sectorizar partes de un sistema como hidrantes, sistemas de rociadores o montantes.

Válvulas tipo Check, con las siguientes características

a) Son aquellas que permite el flujo de agua en una sola dirección.

b) En sistemas de agua contra incendio solo podrán utilizarse válvulas checks aprobadas para uso contra incendios, así mismo debe tenerse en consideración la posición y horizontalidad o verticalidad del sistema de tuberías a la que sirven.

c) Cuando sea necesaria la instalación de válvulas check, estas debe ser ubicadas en lugares que permitan su mantenimiento y purga.

Válvulas Reductoras de Presión, con las siguientes condiciones:

a) Cuando se requieran válvulas reductoras de presión no serán permitidas válvulas estranguladoras de flujo

b) Siempre deberán tener un manómetro aguas arriba y aguas abajo de la válvula

Válvulas Angulares y Rectas

a) Todas las válvulas para uso de gabinetes, casetas, uso de bomberos o brigadas contra incendios deben ser listadas para el tipo de sistema al que sirven, ya sea húmedo o seco. No es permitido el uso de válvulas de sistemas secos en redes húmedas.

b) Las válvulas permitidas son de forma angular o recta, de tipo compuerta o globo. No se permiten el uso de válvulas de apertura rápida, de media o un cuarto de vuelta, ni ninguna otra que cuya apertura o cierre requiera de menos de 5 segundos.

c) Las válvulas a ser utilizadas en sistemas de agua contra incendio, deben ser del tipo aprobadas, por UL o cualquier certificador equivalente.

d) Las válvulas no necesariamente deben ir en gabinetes, y cuando se decida su uso en un gabinete, este debe tener las dimensiones mínimas que permita la conexión y desconexión de forma rápida de mangueras, así como la manipulación de la válvula, con un espacio mínimo de 2,50 m. alrededor del manubrio.

e) Las válvulas de 65 mm. (2½") de diámetro que se instalen en las montantes de agua contra incendio en edificios no deben ir dentro de un gabinete.

SUB-CAPITULO IV GABINETES, CASSETAS Y ACCESORIOS

Artículo 110.- Los Gabinetes de Mangueras Contra Incendios son Cajas que contienen en su interior la manguera, pitón y la válvula de control, del tamaño necesario para contenerlos y utilizarlos, diseñado de forma que no interfiera con el uso de los equipos que contiene.

Artículo 111.- Los gabinetes contra incendios tendrán en su interior una manguera de 40 mm. (1½") de diámetro y 30.0 metros de longitud, así como un pitón de combi-

nación. Los pitones de chorro sólido no serán permitidos al interior del gabinete.

Se pueden utilizar mangueras de 15.0 metros de longitud cuando el nesgo así lo requiera y el área disponible no permita el tendido y uso de mangueras de 30.0 metros.

Cuando se requieran pitones de chorro sólido. Estos pueden ser utilizados, pero no como conexión directa de uso en gabinetes, y tendrán que ser valvulados en el mismo pitón.

Artículo 112.- Los gabinetes contra incendios pueden ser adosados, empotrados o recesados, con o sin puerta, de vidrio o sólida o cualquier combinación de estos. Los materiales de acabado pueden ser cualquiera que se requiera acorde con los materiales de arquitectura donde se ubica el gabinete. La puerta de los gabinetes no podrán tener llave, ni ningún dispositivo que impida su apertura directa.

Artículo 113.- Donde se utilicen gabinetes del tipo *romper-el-vidrio*, deberá instalarse de forma segura, el dispositivo usado para poder romper el vidrio, deberá ubicarse en un lugar adyacente al gabinete y de libre disposición.

Artículo 114.- Los gabinetes se deben señalar de acuerdo con la NTP 399.010-1 cuando no sean visibles y cuando tengan puerta sólida. Adicionalmente todos los gabinetes sin excepción deben indicar como medida de precaución lo siguiente: «Equipo contra incendio solo para ser utilizado por personal entrenado»

Artículo 115.- Los gabinetes pueden tener válvula de 40 mm. (1½") recta o angular, también pueden tener salida de 65 mm. (2½"), con reductor de 65 mm. a 40 mm. (2½" a 1½") o ambas válvulas.

Artículo 116.- Las válvulas de los gabinetes deberán ubicarse a una altura no menor de 0.90 m ni mayor a 1.50 m sobre el nivel del piso, medidos al eje de la válvula.

Artículo 117.- Cuando una edificación no es protegida por un sistema de rociadores, deben instalarse la cantidad de gabinetes necesarios para que la manguera pueda llegar a cubrir todas las áreas, con un recorrido real de 25.0 metros y un chorro adicional de 7.0 metros luego de voltear en esquinas.

No está permitida la ubicación de gabinetes en base a radio de cobertura.

Artículo 118.- La ubicación de extintores no necesariamente obedece a la ubicación de gabinetes. No es necesario instalar extintores en el interior de las cajas de gabinetes, ni equipamiento como hachas, barretas, o linternas. Al interior del gabinete solo son necesarios la válvula, la manguera y el pitón.

Artículo 119.- Cuando se decida por la instalación de gabinetes con rack porta mangueras, este debe ser del tipo que permita ser utilizado por una sola persona, contar con brazo de ajuste de manguera y ser listado.

Artículo 120.- Es permitido en uso de mangueras colocadas sobre rack porta mangueras, directamente a la montante o ramal de abastecimiento sin el uso del gabinetes.

Artículo 121.- Dentro del gabinete, la válvula en cualquier posición (totalmente abierta o totalmente cerrada), debe tener al menos 25.4 mm, (1") de distancia con el gabinete, de manera de permitir la operación de la manija de la válvula.

Artículo 122.- Las Casetas Contra Incendios tienen como propósito almacenar, cerca al riesgo, equipo contra incendios de primera respuesta y así como complementario. Se ubicaran en función al tipo de instalación y edificación, pueden de dimensiones y formas variadas.

Artículo 123.- Cuando se utilicen mangueras pre-conectadas en este tipo de casetas, debe utilizarse hasta una distancia máxima de 90.0 metros, pudiendo ser una combinación de mangueras de 65 mm (2½") y 40 mm (1½"), los pitones serán del tipo de combinación (chorronebla) y valvulados.

Artículo 124.- Las Mangueras Contra Incendio pueden ser de tipo chaqueta simple o doble chaqueta, extraídas. Su número y ubicación están en función al tipo y tamaño del riesgo, clasificación del riesgo de la edificación, tipos de maniobras para el combate del incendio, requerimiento del asegurador, durabilidad y confiabilidad entre otros factores. Este requerimiento será definido y especificado en cada proyecto por el proyectista.

Para riesgos industriales no serán aceptadas las mangueras denominadas para uso de rack o porta manguera (Rack & Real), salvo en áreas de oficinas administrativas o riesgos clasificados como «Ligero»

Artículo 125.- En instalaciones industriales en donde predominen los derivados de hidrocarburos, solventes,

alcoholes, se deben utilizar mangueras extruidas de material sintético

Artículo 126.- En gabinetes contra incendio se utilizarán solo mangueras de 40 mm. (1½") de diámetro, las mangueras de 65 mm. (2½") solo se permiten en Casetas Contra Incendios. También son permitidas mangueras de 45 mm. (1¾") de pulgadas con acoples de 40 mm. (1½").

Artículo 127.- Los acoples deben fijarse a la manguera mediante el un anillo a presión, garantizados para una presión de trabajo mínima de 10,34 bar (150 psi)

Artículo 128.- Los Pitones Contra Incendio son equipos utilizados para el combate de incendios, el cual se instala al final de la manguera, y deben cumplir con lo siguiente:

- Deben ser listados para el uso.
- El galonaje que se utilice para el cálculo del caudal de los pitones debe ser medido a 6,89 bar (100 psi).
- En edificaciones, la presión que debe calcularse en la punta del pitón descargando al máximo caudal será de 4,14 bar (100 psi) No se aceptarán cálculos hidráulicos que no tengan como presión mínima 60 psi medidos en la descarga del pitón a máximo caudal de diseño del pitón que se utiliza.
- En instalaciones donde deban enfriarse tanques de almacenamiento de combustibles de diámetro mayor a 10 m o tanques de GLP de capacidad mayor a los 7,570 litros (2,000 galones) medidos en volumen de agua, es necesario disponer de no menos 2 pitones de chorro sólido de 1 324,75 l/min (350 gpm) cada uno y un monitor por cada pitón para efectos de enfriamiento a distancia de la zona de impacto de la llama, en adición al sistema de diluiv según el estándar NFPA 15.

Artículo 129.- Las Salidas son las salidas con válvulas de apertura y cierre de 65 mm (2½") de diámetro, con válvulas rectas o angulares, húmedas o secas, según sea el diseño de la red y que se ubican como parte de una red de agua contra incendios, en lugares estratégicos para uso exclusivo de bomberos.

Artículo 130.- En edificaciones donde se requiera de montantes de agua contra incendios, se ubicará una salida válvulada para uso de bomberos por cada nivel y por cada montante.

SUBCAPITULO V HIDRANTES

Artículo 131.- Los Hidrantes de Vía Pública deben ser solamente abastecidos por el sistema de agua de servicio público

No es permitida la instalación de hidrantes abastecidos desde una red privada interna y que se encuentren conectados a la misma bomba y reserva del sistema de agua contra incendio, salvo en actividades mineras y petroleras, donde no exista Cuerpo de Bomberos y el caudal demandante por hidrantes haya sido considerado, en adición al requerimiento de agua del sistema que abastece la red de agua contra incendio.

Artículo 132.- Los hidrantes deben ser instalados preferiblemente en las esquinas de las calles, con las bocas de salida ubicadas hacia la pista, en donde se estacionará el camión contra incendios. La válvula de sectorización deberá ubicarse a una distancia no mayor de 1.00 m. No es permitido el uso de válvulas indicadoras de poste (PIV) como válvulas de sectorización.

Artículo 133.- Los hidrantes deben ser instalados con una distancia no mayor de 100 metros entre ellos, y pueden instalarse hidrantes intermedios si el sistema así lo requiere.

Solo en áreas clasificadas como residenciales con viviendas o edificios residenciales de máximo 9 pisos de altura, se podrán instalar hidrantes cada 200 metros de distancia

Artículo 134.- El caudal de abastecimiento que requiere cada hidrante o la suma de varios en las misma manzana o adyacente, según clasifica la NTP 350.102 debe ser como mínimo el siguiente caudal:

- Áreas residenciales requieren de 250 gpm.
- Áreas Residenciales en edificios mayores de 5 niveles requieren 500 gpm.
- Áreas de industria Liviana requieren 750 gpm
- Áreas de industria pesada requieren 1000 gpm
- Áreas de industria de Alto riesgo requieren 1000 gpm por hidrante y sumando los caudales de 3 hidrantes requieren 3000 gpm

Áreas comerciales con edificios de más de 5 niveles y 500 m² de planta requieren 1000 gpm

Centro comerciales de mas de 5000 m², con tiendas por departamentos de mas de 3000 m² (área total), sumándolos caudales de 3 hidrantes requieren 2000 gpm.

Artículo 135.- La tubería de alimentación para hidrantes, no podrá ser menor de :

- 4" de diámetro para hidrantes menores a 1890 l/min
- 6" de diámetro para hidrantes menores a 2830 l/min
- 8" de diámetro para hidrantes menores a 3780 l/min

Artículo 136.- En donde se requieran hidrantes con capacidad mayor de 2830 l/min. (750 gpm), estos deben tener una salida tipo macho de 146 mm. de acuerdo con la NTP 350.102.

Artículo 137.- Los hidrantes existentes en la vía pública, al inicio de un nuevo proyecto, son la base de cálculo mínima, los requerimientos adicionales de caudales y número de hidrantes que se determinen por cada riesgo, deberán ser adquiridos a la empresa responsable del suministros de agua de la localidad. Una vez instalados, solo pueden ser utilizados en caso de incendio por el Cuerpo de Bomberos del Perú

Artículo 138.- Hidrantes de poste de tipo cuerpo seco, solo pueden ser utilizados en distritos y regiones en donde la temperatura descienda a 4 grados centígrados y pudiera haber congelamiento. En otras áreas geográficas no deben ser instalados.

Artículo 139.- Hidrantes de poste de tipo cuerpo húmedo, son obligatorios de instalar a partir del año 2007 en todas las ciudades en donde no exista posibilidad de congelamiento. Deben dejarse con la válvula de control siempre abierta.

Artículo 140.- Hidrantes subterráneos, solo pueden ser utilizados en riesgos especiales en donde la maquinaria y movimiento pone en riesgo al hidrante de poste, por golpe, tales como aeropuertos, puertos, patios de maniobra de contenedores, entre otros similares. Cuando se instalen estos deben ser señalizados en la tapa con la palabra «Grito Contra Incendios» o «Hidrante».

SUB-CAPITULO VI TUBERÍAS ENTERRADAS

Artículo 141.- Toda tubería que esté en contacto directo con el suelo. En el caso de tuberías instaladas en túneles o trincheras estas deben referirse a la parte de tuberías aéreas.

Artículo 142.- Las tuberías enterradas deben estar listadas para su uso en sistemas contra incendios y deben satisfacer los siguientes estándares de fabricación:

Material y Dimensiones	Estándar
Hierro Dúctil	
• Cement Mortar Lining for ductile Iron Pipe and Fittings for Water	AWWA C104
• Polyethylene Encasement for Ductile Iron Pipe systems	AWWA C105
• Ductile Iron and gray Iron fittings , 3-in. through 48-in. for water and other liquids	AWWA C110
• Rubber-Gasket joints for ductile Iron Pressure Pipe and Fittings	AWWA C111
• Flanged ductile Iron Pipe with ductile Iron or Gray Iron threaded flanges	AWWA C115
• Ductile Iron Pipe, centrifugally cast for water	AWWA C151
• standard for the installation of ductile iron water mains and their appurtenances	AWWA C600
Acero - Ver Artículo 53	
• Steel Water pipe 6 in. and larger	AWWA C200
• Coal-Tar Protective Coatings and linings for steel water pipelines enamel and lape - hot applied	AWWA C203
• Cement-Mortar Protective Lining and Coating for Steel Water Pipe 4 in. and larger - shop applied	AWWA C205
• Steel Pipe Flanges for Waterworks Service - sizes 4 in through 144 in.	AWWA C207
• Field welding of steel water pipe	AWWA C206
• Dimensions for fabricated steel water pipe fittings	AWWA C208
• A Guide for Steel Pipe Design and Installation	AWWA M11
Concreto	

Materiales y Dimensiones	Estándar
• Reinforced concrete Pressure Pipe, steel-cylinder type for water and other liquids	AWWA C300
• Prestressed concrete Pressure Pipe, steel-cylinder type for water and other liquids	AWWA C301
• Reinforced concrete Pressure Pipe, steel-cylinder type for water and other liquids	AWWA C302
• Reinforced concrete Pressure Pipe, steel-cylinder type, Prestressed for water and other liquids	AWWA C303
• Asbestos-Cement Distribution Pipe, 4 in. through 16 in. for water and other liquids	AWWA C400
• Standard Practice for selection of Asbestos-Cement Water Pipe	AWWA C401
• Cement-Mortar Lining of Water Pipe Lines 4 in. and larger – in place	AWWA C602
Plásticos	
• Polyvinyl Chloride (PVC) Pressure Pipe 4 in. through 12 in. for water and other liquids	AWWA C900
Cobre	
• Specification for seamless copper tube	ASTM B 75
• Specification for seamless copper water tube	ASTM B 88
• Requirements for wrought seamless copper and copper-alloy tube	ASTM B 251

Artículo 143.- El uso de tuberías de acero en redes enterradas no es aceptado, salvo que sea listada para ser enterrada y de uso del servicio contra incendios. Las tuberías de acero en uso externo como conexión para el departamento de bomberos son permitidas siempre y cuando se protejan internamente y externamente. Estas tuberías de acero sólo pueden usarse entre la válvula check y la siamesa de inyección.

Artículo 144.- En el caso de los recubrimientos y/o forrado de las tuberías enterradas este se debe realizar de acuerdo con las siguientes normas:

Materiales	Estándar
• Cement Mortar Lining for ductile Iron Pipe and Fittings for Water	AWWA C104
• Polyethylene Encasement for Ductile Iron Pipe systems	AWWA C105
• Coal-Tar Protective Coating and Linings for Steel Water Pipelines Enamel and Tape – Hot Applied	AWWA C203
• Cement-Mortar Protective Lining and Coating for Steel Water Pipe 4 in. and larger – Shop applied	AWWA C205
• Cement-Mortar Lining of Water Pipe Lines 4 in. and Larger – in place	AWWA C602

Artículo 145.- Los accesorios para tuberías enterradas deben cumplir con los siguientes estándares:

Material	Estándar
Hierro fundido	
• cast iron Threaded fittings, Class 125 and 250	ASME B16.4
• Cast Iron Pipe Flanges and Flanged Fittings	ASME B16.1
• Malleable Iron Threaded Fittings Class 150 and 300	ASME B16.3
Acero	
• Factory-Made wrought steel Buttweld Fittings	ASME B16.9
• Buttwelding Ends for Pipe, Valves, Flanges and Fittings	ASME B16.25
• Specification for Piping Fittings of wrought carbon steel and alloy steel for moderate temperatures	ASME A 234
• Steel Pipe Flanges Socket Welded and Threaded	ASME B16.5
• Forged Steel Fittings Socket Welded and Threaded	ASME B16.11
Cobre	
• Wrought copper and Bronze solder joint pressure Fittings	ASME B16.22
• Cast bronze Solder Joint Pressure Fittings	ASME B16.18
Plástico	
• Chlorinated polyvinyl Chloride (CPVC) specification for schedule 80 CPVC threaded fittings	ASTM F 437
• Specification for schedule 40 CPVC Socket-Type Fittings	ASTM F 438
• Specification for schedule 80 CPVC Socket-Type Fittings	ASTM F 439

Artículo 146.- Todas las tuberías enterradas deberán restringir el movimiento de todo codo, curva, doblez, reducción, T o tapón mediante bloques de concreto diseñados con este fin. Dichos bloques no pueden ser fabricados de una resistencia no menor a la que se obtiene mediante una mezcla de una parte de cemento, dos y media parte de arena y cinco partes de piedra.

SUB-CAPITULO VII TUBERÍAS AEREAAS

Artículo 147.- Las tuberías usadas para sistemas contra incendios deben exceder o por lo menos igualar los requerimientos establecidos por alguno de los siguientes estándares de fabricación:

Materiales y Dimensiones	Estándar
Tubería metálica:	
• Specifications for black and hot-dipped zinc-coated (galvanized) welded and seamless steel pipe for fire protection use	ASTM A 795
• Specification for welded and seamless steel pipe	ANSI/ASTM A 53
• Wrought steel pipe	ANSI/ASME B36.10M
• Specification for electric resistance-welded steel pipe	ASTM A 135
Tuberías de cobre:	
• Specification for seamless copper tube	ASTM B 75
• Specification for seamless copper water tube	ASTM B 88
• Specification for general requirements for wrought seamless copper and copper-alloy tube	ASTM B 251
• Fluxes for soldering applications of copper and copper-alloy tube	ASTM B 813
• Brazing filler metal (classification BCuP-4)	AWS A5.8
• Solder metal, 95-5 (tin-antimony-grade 95TA)	ASTM B 32
• Alloy metals	ASTM B 446
No metálicos	
• Nonmetallic piping specification for special listed chlorinated polyvinyl	ASTM F 442
• Specification for special listed polybutylene (PB) pipe	ASTM D 3309

Artículo 148.- Los accesorios para tuberías aéreas deben cumplir con los siguientes estándares:

Materiales y Dimensiones	Estándar
Hierro fundido	
• cast iron Threaded fittings, Class 125 and 250	ASME B16.4
• Cast Iron Pipe Flanges and Flanged Fittings	ASME B16.1
• Malleable Iron Threaded Fittings Class 150 and 300	ASME B16.3
Hierro ductile	
• Malleable Iron threaded fittings, class 150 and 300 steel	ASME B16.3
• Factory-made wrought steel buttweld fittings	ASME B16.9
• Buttwelding end for pipe, valves, flanges, and fittings	ASME B16.25
• Specification for piping fittings wrought carbon steel and alloy steel for moderate and elevated temperatures	ASTM A 235
• Steel pipe flanges and flanged fittings	ASME B16.5
• Forged steel fittings, socket welded and threaded copper	ASME B16.11
• Wrought copper and copper alloy solder joint pressure fittings	ASME B16.22
• Cast copper alloy solder joint pressure fittings	ASME B16.18
• Chlorinated polyvinyl chlorid (CPVC) specification for schedule 80 CPVC threaded fittings	ASTM F 437
• Specification for schedule 40 CPVC socket-type fittings	ASTM F 438
• Specification for schedule 80 CPVC socket-type fittings	ASTM F 439

Artículo 149.- Todo procedimiento de soldadura que se realice en redes de tuberías aéreas debe ser acorde con AWS B2.1.

SUB-CAPITULO VIII SUMINISTRO DE AGUA CONTRA INCENDIOS

Artículo 150.- Los diferentes tipos de fuente de suministro de agua contra incendios, deberán contar con la aprobación de la Autoridad Competente.

Artículo 151.- Interconexión con la red pública de agua. Donde se cumplan los requisitos de caudal / presión, sea aprobado por la Autoridad Competente y sea permitido por el presente RNE son permitidas las conexiones de la red de agua contra incendios de las edificaciones con la red pública de agua de la localidad.

Artículo 152.- Bombas de Agua Contra Incendios. Una instalación de bomba de agua contra incendios consiste en el conjunto formado por la bomba, motor, tablero controlador y reserva de agua. Deberá ser diseñada e instalada de acuerdo al estándar NFPA 20.

Artículo 153.- En edificaciones, donde sean requeridas bombas contra incendios con caudales menores a 499 gpm, estas no necesitan ser listadas para uso contra incendios.

Artículo 154.- Las bombas centrífugas horizontales para uso contra incendios, únicamente serán permitidas aquellas instaladas con presión positiva en la succión.

Artículo 155.- En sistemas de bombeo de arranque automático, deberá instalarse una bomba de mantenimiento de presión (*jockey pump*), la cual no necesita ser listada para uso contra incendios.

Artículo 156.- En edificaciones que cuenten con una bomba contra incendios con motor eléctrico, la fuente de alimentación eléctrica deberá ser independiente, no controlada por el interruptor general del edificio y cumplir con lo estipulado en el Capítulo 7 del Código Nacional Eléctrico – Tomo V (CNE)

En edificaciones residenciales, que cuenten con bombas de agua contra incendios con motor eléctrico, no será obligatoria la instalación de la fuente secundaria de energía solicitada en el CNE.

Artículo 157.- Tanque Elevado: Cuando se utilicen tanque elevado, como fuente de abastecimiento de los sistemas de agua contra incendios, estos deberán ser diseñados de acuerdo con el estándar NFPA 22.

Artículo 158.- Cuando el almacenamiento sea común para el agua de consumo y la reserva para el sistema contra incendios, deberá instalarse la salida del agua para consumo de manera tal que se reserve siempre el saldo de agua requerida para combatir el incendio.

Artículo 159.- Un sistema de agua contra de incendios de tipo montante húmeda se define como aquella que tiene todas sus tuberías llenas de agua la cual requiere una fuente de abastecimiento permanente capaz de satisfacer la demanda del sistema.

Artículo 160.- Un sistema de agua contra incendios de tipo montante seca se define como aquella que sus tuberías pueden o no estar llena de agua, y que no están conectadas directamente a una fuente de abastecimiento capaz de satisfacer la demanda del sistema. Esto se utilizan generalmente con el agua proveniente de las autobombas del Cuerpo de Bomberos.

SUB-CAPITULO IX ROCIADORES

Artículo 161.- Será obligatoria la instalación de sistemas de rociadores en las edificaciones en donde sean requerido por las Normas particulares de cada tipo de edificación.

Artículo 162.- Los rociadores deberán ser diseñados, instalados y mantenidos de acuerdo a lo indicado en el estándar NFPA 13.

SUB-CAPITULO X EXTINTORES PORTÁTILES

Artículo 163.- Toda edificación en general, salvo viviendas unifamiliares, debe ser protegida con extintores portátiles, de acuerdo con la NTP 350.043-1, en lo que se refiere al tipo de riesgo que protege, cantidad, distribución, tamaño, señalización y mantenimiento.

Artículo 164.- Únicamente para extintores de Polvo Químico Seco, se reconocerá como agentes extintores, los siguientes:

- Bicarbonato de sodio al 92% de porcentaje en peso
- Bicarbonato de potasio al 90% de porcentaje en peso
- Fosfato mono amónico al 75% de porcentaje en peso

Artículo 165.- En toda edificación donde se utilicen freidoras, planchas y/o cualquier otro dispositivo para fritura deberán utilizar extintores de Clasificación K.

NORMA A.140

BIENES CULTURALES INMUEBLES

CAPITULO I ASPECTOS GENERALES

Artículo 1.- La presente norma tiene como objetivo regular la ejecución de obras en bienes culturales inmuebles, con el fin de contribuir al enriquecimiento y preservación del Patrimonio Cultural Inmueble.

La presente norma proporciona elementos de juicio para la evaluación y revisión de proyectos en bienes culturales inmuebles.

Los alcances de la presente norma son complementarios a las demás normas del presente Reglamento referentes a las condiciones que debe tener una edificación según el uso al que se destina, y se complementa con las directivas establecidas en los planes urbanos y en las leyes y decretos sobre Patrimonio Cultural Inmueble.

Artículo 2.- Son Bienes Culturales Inmuebles integrantes del Patrimonio Cultural de la Nación, los edificios, obras de infraestructura, ambientes y conjuntos monumentales, centros históricos y demás construcciones o evidencias materiales resultantes de la vida y actividad humana urbanos y/o rurales, aunque estén constituidos por bienes de diversa antigüedad o destino y tengan valor arqueológico, arquitectónico, histórico, religioso, etnológico, artístico, antropológico, paleontológico, tradicional, científico o tecnológico, su entorno paisajístico y los sumergidos en espacios acuáticos del territorio nacional.

Artículo 3.- El Instituto Nacional de Cultura es el organismo rector responsable de la promoción y desarrollo de las manifestaciones culturales del país y de la investigación, preservación, conservación, restauración, difusión y promoción del Patrimonio Cultural de la Nación.

Los Gobiernos Regionales, Municipios Provinciales y Distritales, tienen como una de sus funciones promover la protección y difusión del Patrimonio Cultural de la Nación, dentro de su jurisdicción, y la defensa y conservación de los monumentos arqueológicos, históricos y artísticos, colaborando con los organismos regionales y nacionales competentes en su identificación, registro, control, conservación y restauración.

Artículo 4.- La tipología de Bienes Culturales Inmuebles, es la siguiente:

Ambiente Monumental: Es el espacio (urbano o rural), conformado por los inmuebles homogéneos con valor monumental. También se denomina así al espacio que comprende a un inmueble monumental y a su respectiva área de apoyo monumental.

Ambiente Urbano Monumental: Son aquellos espacios públicos cuya fisonomía y elementos, por poseer valor urbanístico en conjunto, tales como escala, volumétrica, deben conservarse total o parcialmente.

Centro Histórico: Es aquel asentamiento humano vivo, fuertemente condicionado por una estructura física proveniente del pasado, reconocido como representativo de la evolución de un pueblo.

El Centro Histórico es la zona monumental más importante desde la cual se origina y desarrolla una ciudad.

Las edificaciones en centros históricos y zonas urbanas monumentales pueden poseer valor monumental o de entorno.

Conjunto Monumental: Son aquellos grupos de construcciones, aisladas o reunidas, que por razones de su arquitectura, unidad e integración al paisaje, tengan un valor histórico, científico o artístico.

Inmuebles de valor de entorno: Son aquellos inmuebles que carecen de valor monumental u obra nueva.

Inmuebles de valor monumental: Son aquellos inmuebles que sin haber sido declarados monumentos revisten valor arquitectónico o histórico declarados expresamente por el Instituto Nacional de Cultura.

caciones, premisas de diseño, descripción esquemática del sistema o sistemas a instalar, características técnicas generales del sistema de telecomunicaciones y el número de unidades y metrado de los materiales.

2. Planos: Se adjuntarán el plano de ubicación y distribución de: ductos, conductos, cámaras, canaletas y accesos domiciliarios de la infraestructura.

Artículo 5°.- APROBACIÓN DEL PROYECTO TÉCNICO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE TELECOMUNICACIONES

La solicitud de aprobación de la edificación deberán acompañar el Proyecto Técnico para la implementación de las instalaciones de telecomunicaciones e incluirá lo previsto en el Artículo 4° de la presente Norma.

La aprobación del Proyecto Técnico estará a cargo de la municipalidad correspondiente, el mismo que estará previamente refrendado por un ingeniero electrónico o de telecomunicaciones, colegiado y habilitado por el Colegio de Ingenieros del Perú. En caso de compartición de infraestructura, la participación de otros profesionales será según la competencia requerida.

La ejecución del Proyecto Técnico de instalación de los ductos, cámaras, pedestales e infraestructura necesaria para la red de distribución de los servicios públicos de telecomunicaciones, estará bajo la dirección de un ingeniero electrónico o de telecomunicaciones, colegiado y habilitado por el Colegio de Ingenieros del Perú y bajo la responsabilidad de la urbanizadora o constructora.

Luego se procederá a la inspección técnica del Proyecto Técnico ejecutado y se emitirá un informe refrendado por un ingeniero electrónico o de telecomunicaciones colegiado y habilitado por el Colegio de Ingenieros del Perú, en el cual, de ser el caso se dará la conformidad de las instalaciones de telecomunicaciones y se procederá a la recepción de obra. De no ser conforme la ejecución del proyecto se emitirá un informe de todo aquello que no cumple la instalación de telecomunicaciones debidamente sustentado.

El solicitante de una autorización de edificación entregará al municipio el plano definitivo de la instalación de telecomunicaciones, registrando todas las modificaciones efectuadas durante el proceso de construcción.

Artículo 6°.- ANTENAS DE ESTACIONES BASE CELULAR E INALÁMBRICOS

La altura de los elementos de las estaciones base o repetidoras y niveles de potencia de las mismas, será la necesaria para el correcto funcionamiento del servicio, según las normas técnicas aplicables y se observará que no exceda de los valores de límites permisibles de radiaciones no ionizantes, de acuerdo a las normas nacionales pertinentes.

En todos los casos, los elementos que compongan las estaciones y que estén apoyados o fundados sobre el terreno, deberá tomarse en consideración que la altura de cada uno de los elementos de la estación se contará a partir del nivel de terreno.

En caso de ubicación de los elementos de la red de telecomunicaciones inalámbricas en azoteas o placas de cubiertas de edificios, la operadora del servicio inalámbrico, debe cumplir las siguientes condiciones:

1. No ocupar el área de emergencia o helipuertos, en caso de haberlos.
2. No ocupar el área de accesos a equipos de ascensores y de salida a terrazas, ni obstaculizar ductos.
3. Prever un área libre a partir de los bordes de la terraza, placa, azotea o cubierta del último piso.
4. Elementos como riendas, cables, tensores y similares, se permiten siempre y cuando no sean anclados o sujetos a elementos de fachada.
5. El estudio de cargas, de la capacidad portante y de sismicidad de las respectivas estructuras de soporte, la estabilidad y firmeza de las antenas en su base de apoyo estarán bajo la dirección de ingenieros competentes, colegiados y habilitados por el Colegio de Ingenieros del Perú.
6. La solicitud de aprobación del diseño para la instalación de los elementos que conforman una estación de la red de telecomunicaciones inalámbricas, debe ser presentada por el propietario, poseedor o tenedor del predio ante el Municipio en el formulario que adopte dicha entidad.

Artículo 7°.- REDES DE BAJO VOLTAJE EN SISTEMAS DE COMUNICACIONES (CABLEADO ESTRUCTURADO)

En toda edificación se deberá prever las condiciones necesarias que permita el cumplimiento de las Normas Técnicas Peruanas y de ser el caso las recomendaciones internacionales, entre ellas: ISO, CENELEC, IEEE, EIA/TIA.

NORMA EM.030

INSTALACIONES DE VENTILACIÓN

Artículo 1°.- GENERALIDADES

En las edificaciones para viviendas, edificios industriales, comerciales, de recreación, deben preverse las necesidades de instalaciones con ventilación natural mediante aberturas o ventanas al exterior, según lo dispuesto en los requisitos de ocupación o mediante ventilación mecánica.

El contenido de la presente norma se refiere principalmente a disposiciones para la ventilación mecánica.

La ventilación mecánica es desde la simple renovación del aire en un ambiente o conjunto determinado de ambientes sin ningún tratamiento, hasta la renovación del aire y su tratamiento con procesos diversos simples o combinados de limpieza, mezcla, humectación, deshumectación, calentamiento y enfriamiento.

La variedad de instalaciones de ventilación, los valores referenciales para la ventilación referidos a temperatura, humedad relativa y renovaciones por hora para locales de trabajo y especiales se presentan en el Anexo A.

Artículo 2°.- NORMAS

Para la instalación de los equipos se deberá tener en cuenta lo establecido en el Código Nacional de Electricidad, así como regirse por el Reglamento de Higiene Ocupacional del Subsector Electricidad.

Artículo 3°.- DEFINICIONES

Para la aplicación de lo dispuesto en la presente norma, se entiende por:

- VENTILACION MECÁNICA.- El procedimiento controlado de renovación de aire en locales cerrados, mediante elementos y dispositivos electromecánicos, a diferencia de la ventilación natural variable y aleatoria.

- INSTALACION DE CLIMATIZACION.- Es la que puede mantener automáticamente durante todo el año los valores máximos y mínimos de la temperatura y la humedad del aire de un local dentro de valores prescritos.

- AIRE EXTERIOR.- Aire tomado de la atmósfera libre.

- AIRE DE IMPULSIÓN.- Aire tratado y conducido a los locales.

- AIRE PRIMARIO.- Aire de impulsión a la salida de una planta central de tratamiento.

Artículo 4°.- APLICACIÓN DE LA VENTILACIÓN

La ventilación mecánica consistirá de ventilación forzada que suministre aire exterior, según lo dispuesto en esta Norma, o de aire acondicionado, como se establece en la Norma EM.050

La ventilación forzada que se requiera y que suministre aire exterior, operará donde la edificación o parte de ella esté ocupada por personas; cada habitación o ambiente se considerará separadamente, exceptuando ambientes menores como el ropero empotrado o similares conexos a las habitaciones principales apropiadamente ventiladas.

Se podrá eximir o variar de los requerimientos para ventilación forzada y el suministro de aire exterior o la extracción de humos o vapores nocivos, peligrosos o de algún otro modo objetables, sujetándose a la consideración de los riesgos, disposición de los componentes de la edificación y equipamiento, y al equipamiento especial para condiciones específicas de uso.

Artículo 5°.- REQUISITOS BASADOS EN EL USO

En general, cada habitación o ambiente ocupado, tendrá como mínimo, un cambio completo de aire cada 30 minutos, con las salvedades concernientes a cada uso específico, contenidas en los apartados respectivos, y las que se mencionan o continuación:

1. Se requerirá un mínimo de quince metro cúbicos de aire exterior por hora y por ocupante, pero manteniendo el mínimo de un cambio completo de aire cada 30 minutos, para las siguientes ocupaciones: Residencias especiales asilos para ancianos, huérfanos, etc. – Residencias obligatorias establecimientos de reclusión – Locales de espectáculos – Centros de reunión – Hospitales – Locales educacionales.

Si la velocidad de ingreso de aire exterior, excede de tres metros por segundo, la cota de la toma estará como mínimo a 2.40 m. sobre el nivel del piso terminado inmediatamente inferior.

2. En todas las edificaciones empleadas para estacionamiento o manejo de automóviles operando con su propio motor y en todas las edificaciones para almacenamiento o uso de líquidos inflamables, se proveerá una ventilación por extracción que produzca un cambio completo de aire cada doce minutos.

Tal extracción se tomará a nivel del suelo o lo más cercano posible.

3. En edificaciones o partes de estas, destinadas para plantas de lavado en seco, habrá un cambio completo de aire cada tres minutos.

4. Todos los cuartos de baño, duchas, botaderos y similares, que no tengan una ventana exterior dimensionada según como se dispone para otros ambientes, serán dotados de un sistema de extracción mecánica, que produzca un cambio completo de aire cada tres minutos, salvo que el aire de ventilación sea acondicionado, en cuyo caso, se requerirá un cambio completo de aire cada siete y medio minutos.

La recirculación de aire, no está permitida en tales ambientes.

5. La ventilación mecánica de cuartos de baño o servicios higiénicos para el público, se efectuará mediante un sistema aprobado de extracción que descargue al exterior de la edificación.

La ventilación de garajes en sótanos, deberá ser permanente y se efectuará por un sistema mecánico de impulsión y extracción que suministre un mínimo de doce metros cúbicos de aire exterior, por hora y por metro cuadrado de área de piso, incluyendo el área de circulación, pero manteniendo el mínimo de cambio completo de aire cada doce minutos.

La ventilación de bóvedas y cuartos de máquinas, ubicadas en sótanos, requiere un cambio completo de aire cada tres minutos durante los periodos de ocupación humana, salvo que estén dotados de ventilación permanente.

6. Las áreas en las que se efectúen trabajos de pintura por rociado, montaje de embarcaciones de fibra de vidrio o lugares peligrosos similares, habrá un cambio completo de aire por minuto.

El volumen a considerarse en el cálculo de la ventilación requerida se definirá como un mínimo de seis metros desde el sitio de trabajo en el plano horizontal y cuatro metros en una dirección vertical

Artículo 6°.- DUCTOS DE VENTILACIÓN

Todos los ductos de aire se construirán íntegramente de metal y otros materiales incombustibles aprobados, de resistencia adecuadamente igual.

En las instalaciones de ventiladores de ático, se instalará un termostato de incendio para parar el ventilador y un eslabón fusible para cerrar la abertura, un lugar del requisito anterior.

Los ductos serán plenamente estancos, sin más aberturas que las esenciales para el funcionamiento del sistema. Estarán sustancialmente asegurados o soportados, de miembros estructurales sustanciales, por colgadores metálicos, soportes laterales o sus equivalentes.

Los ductos no deberán atravesar ningún muro cortafuegos, a menos que sea inevitable y en tales casos, deberán proveerse puertas automáticas contra incendio o compuertas de cierre.

Los ductos se construirán de metal u otros materiales incombustibles, para darles resistencia estructural y durabilidad igual o mayor a la establecida por las normas adoptadas.

Cada junta de los ductos metálicos redondos, se asegurará contra desplazamientos, por lo menos con un tornillo metálico, excepto en las construcciones para viviendas unifamiliares o similares, en las cuales podrá usarse cinta plástica aprobada para sellar y asegura las juntas.

Ningún ducto ni equipo podrá instalarse en cajas de escaleras ni en espacios destinados a otras instalaciones o en donde puedan entorpecer la evacuación de los ocupantes o la labor de personal de emergencia.

Los ductos, provenientes de extracción de baños, campanas de cocina y secadores, deberán descargar el exterior de la edificación.

Artículo 7°.- ELIMINACIÓN DE HUMOS Y VAPORES CON GRASA, DE EQUIPOS DE COCINA EN LOCALES COMERCIALES

El diseño, instalación y uso de componentes de extracción tales como campanas, eliminadores de grasa, ductos, reguladores, aparatos de movimiento de aire, equipamiento auxiliar y equipos de extinción de incendios para el sistema de extracción y equipamiento de cocina, usado en aplicaciones de cocina comerciales, industriales, institucionales y similares, cumplirá con las normas técnicas adoptados, salvo las excepciones que se indican.

Los requisitos de este apartado, no son de aplicación a campanas y ductos, empleados para extraer únicamente calor, de unidades de cocina tales como, lavaderos, cafeteras, calentadores de agua y equipos similares de cocina en los que se anticipe producción de humo o vapores con grasa.

Todo equipo de cocina que se use en procesos asociados con producción de humo o vapores con grasa, será equipado con un sistema de extracción, compuesto de una campana, un sistema de ductos, equipo de eliminación de grasa y equipo contra incendios.

1. Posición

Las campanas no se alzarán más de dos metros y diez centímetros sobre el nivel del piso terminado.

La longitud y ancho de las campanas se extenderá un mínimo de treinta centímetros adicionales sobre el aparato que sirven.

Donde las condiciones de espacio lo permitan, las campanas tendrán una altura no menor de sesenta centímetros, configurando un reservorio que confine momentáneamente las burbujas de humo y grasa, hasta que el sistema de extracción pueda evacuarlo.

Las campanas de cocina se colocaran tan bajo como sea posible para incrementar su efectividad; y tendrán sus conexiones de extracción en la parte superior trasera.

2. Sistemas de extracción (ventilas) de aparatos a gas

Los sistemas de extracción (ventilas) de los aparatos de cocina que funcionen con gas, a excepción de hornos, se prolongarán a través o más allá de la rejilla o filtro de grasa y se regularán según lo disponga la norma de instalación correspondiente.

3. Características generales de campanas

Las campanas que se instalen encima de todo equipo de calentamiento o cocción en general y lavadoras con agua caliente o vapor, se construirán de materiales incombustibles, con uniones estancas y manteniendo una separación mínima de cuarenta y cinco centímetros, de todo material combustible sin protección.

Los sistemas de ductos crearan una velocidad, de acarreo del aire en el sistema de extracción, de no menos de siete y medio metros por segundo y no más de once metros por segundo. La velocidad del aire a través de la cara de la campana, será como mínimo de medio metro por segundo.

4. Ductos

Los ductos se conducirán al exterior tan directamente como sea posible.

El sistema de ductos será independiente sin ninguna conexión con otro sistema.

Los registros de inspección y limpieza, estarán equipados con puertas, deslizantes o balientes, con seguros, se colocaran a los lados de los tramos horizontales para prevenir goteos; su espaciamiento no excederá de seis metros.

Los tramos verticales situados al exterior de las edificaciones, serán soportados adecuadamente por las paredes exteriores. En el interior de los edificios irán encerrados en un pozo o chimenea de material resistente al fuego, según lo establecido en la Norma EM.060 de este Reglamento, que se extienda continuamente a través del techo.

En la base de cada tramo vertical se proveerá una trampa para residuos, con facilidades para limpieza.

Los ductos de extracción no deberán atravesar muros corta-fuegos. Si los ductos atraviesan particiones de material combustible, deberán guardar una separación de cuarenta y cinco centímetros; a menos que, la partición se haya aislado para obtener un protección mínima de una hora de resistencia al fuego; en cuyo caso, la separación podrá reducirse a siete y medio centímetros.

Artículo 8°.- CAMPANAS Y DUCTOS DE COCINAS DOMÉSTICAS

Las campanas de cocina con un ducto incombustible ventilarán al exterior de la edificación. Las campanas de cocina y ductos de metal, tendrán jutas herméticas y serán de un espesor no menor que el correspondiente al calibre 26 de acuerdo a norma adoptado.

Pueden instalarse campanas de cocina sin ductos. Los ductos de campanas de cocina o de sistemas de ventilación residenciales, deberán cumplir con las normas técnicas correspondientes y se aplicaran únicamente a las instalaciones que estén dentro de una unidad residencial unifamiliar.

Artículo 9°.- SISTEMA DE EXTRACCIÓN PARA VAPORES INFLAMABLES

Los sistemas de extracción para vapores inflamables, deberán cumplir con las normas técnicas sobre la materia. Si se usan ventiladores asociados a la extracción de vapores inflamables, deberán instalarse dispositivos de protección, que detengan la operación del ventilador en el caso de incendio.

Artículo 10°.- REQUISITOS DE VENTILACIÓN PARA USOS ESPECÍFICOS

1. Casa habitación, residencias y locales comerciales

1.1. Casa habitación unifamiliares

Las habitaciones destinadas a dormitorio o vivienda; así como, los otros espacios para ocupación humana, tales como vestíbulos, comedores, cocinas y cuartos de baño, serán provistas de ventilación, por medio de ventanas en paredes exteriores, con un área libre de ventilación no menor a un veinteavo (1/20) del área del piso de tales habitaciones.

1.2. Residencias transitorias, hoteles, moteles, pensiones y locales comerciales.

Las habitaciones destinadas a dormitorio o vivienda, serán provistas de ventilación por medio de ventanas, en paredes exteriores, con un área libre de ventilación, no menor a un veinteavo (1/20) del área del piso de tales habitaciones.

Otros espacios para ocupación humana, tales como vestíbulos, cuartos para casilleros individuales, comedores, cocinas y cuartos de baño, serán provistos de un sistema de ventilación operado mecánicamente.

1.3. Residencias especiales, asilos para ancianos, puericultorios, establecimientos de reclusión

Todos los ambientes habitualmente usados por seres humanos, serán dotados de ventilación, por medio de ventanas, con área libre de ventilación no menor a un veinteavo (1/20) de la superficie del piso de habitación; o, en caso contrario, mediante un sistema mecánico de ventilación.

2. Edificios de estacionamiento

Se deberá cumplir con lo señalado por el artículo 11° de la presente Norma.

3. Locales industriales

3.1. Locales industriales no peligrosos

Incluyen locales tales como: factorías, plantas de ensamblaje y manufactura, molinos, laboratorios, industrias lácteas, lavanderías, plantas frigoríficas, aserraderos, plantas de laminados, fabricas de cajas, talleres de carpintería con equipo fijo o portátil o herramientas que excedan un total de 14,92 kW y otros usos similares.

3.1.1. Todos los ambientes habitualmente usados por seres humanos, serán dotados de ventilación, por medio

de ventanas con un área libre de ventilación no menor a un veinteavo (1/20) de la superficie del piso de la habitación; o, en caso contrario mediante un sistema mecánico de ventilación.

3.1.2. Todos los ambientes de las edificaciones, en los cuales se use o almacene líquidos inflamables o se guarden o manejen automóviles, serán provistos de ventilación mecánica; salvo que, la autoridad responsable, pueda eximir de este requisito cuando la edificación cuente con aberturas sin obstrucciones y ventilación cruzada. El profesional responsable debe demostrar que es factible.

3.1.3. Se proveerá con sistemas individuales de extracción y equipos colectores de polvo, a todos los equipos y máquinas herramientas, que produzcan o generen fibras, residuos, raspaduras o polvo, combustibles y que excedan de 1,5 kW; o, a cualquier número de equipos o máquinas herramientas que excedan de 3,73 kW.

3.2. Locales industriales de alto riesgo (peligrosos)

Incluyen usos peligrosos, tales como el almacenamiento y uso de materiales que son fácilmente inflamables y se queman con extrema rapidez como sigue:

División 1: Almacenamiento y manejo de explosivos y materiales altamente combustibles, tales como, manufactura, venta y almacenamiento de explosivos; fabricas de polvo de aluminio; fabricas, almacenes y salas de venta de plásticos de nitrato de celulosa; molinos de cereales; molinos de harina y alimentos; elevadores de granos; fabricas de colchones; fabricas de jébe; plantas de papel de desecho; y, plantas de almacenamiento y procesado de poliestireno.

División 2: Almacenamiento y manejo de líquidos inflamables de las clases I, II y III; e incluirá, usos tales como destilerías, grandes plantas de gasolina, factorías de barnizado, grandes plantas de almacenamiento o carga de gas licuado de petróleo, manufactura de pinturas, pintura por rociado, almacenaje y manejo de adelgazantes y solventes de pinturas; y, almacenaje y manejo de compuestos de estireno.

3.2.1. Todos los ambientes, habitualmente usados por seres humanos, serán dotados de ventilación, por medio de ventanas, con un área libre de ventilación, no menor a un veinteavo (1/20) de la superficie del piso de la habitación.

3.2.2. Todos los ambientes de las edificaciones, en los cuales se use o almacene líquidos inflamables, serán provistos de ventilación mecánica.

3.2.3. En todas las edificaciones en las que se use o almacene líquidos inflamables, se proveerá una ventilación mecánica por extracción, suficiente para producir un cambio completo de aire cada 15 minutos.

3.2.4. Dicha extracción, se tomará de un punto al nivel del piso o cercano al mismo; y, deberá operar cuando la edificación este ocupada por seres humanos.

3.2.5. Se proveerán sistemas de extracción y equipos colectores de polvo, para todos los equipos y máquinas-herramienta que produzcan o generen fibras, residuos, raspaduras, polvo, etc., altamente combustibles.

3.3. Locales de espectáculos

Incluyen teatros, cinematógrafos, salas de conciertos, salas de conferencias y otros usos similares.

3.3.1. Todos los ambientes, habitualmente usados por seres humanos y todos los camarines o vestidores, serán dotados de ventilación, por medio de ventanas, con un área libre de ventilación no menor a un veinteavo (1/20) de la superficie del piso de la habitación; o, en caso contrario, mediante un sistema mecánico de ventilación.

3.3.2. Los registros o pasos de aire, situados detrás de un escenario, comunicados a una cabina de proyección, o que atraviesen un muro cortafuego, serán equipados de dispositivos automáticos de cierre con eslabones fusibles; y los ventiladores de suministros serán controlados por un dispositivo sensor de temperatura.

3.3.3. Ventiladores de escenario.- Habrá uno o más ventiladores, contruidos de metal u otros materiales incombustibles, cerca al centro y encima del punto mas alto de cualquier escenario permanente, erigidos encima del techo y con un área total de ventilación, igual por lo menos, al cinco por ciento del área de piso entre las paredes del escenario. Las puertas o tapas para los ventiladores, se abrirán por gravedad, se mantendrán cerradas y se

operaran mediante cordones que se extenderán hacia cada lado del escenario. Estos cordones estarán equipados con tres eslabones fusibles, uno de los cuales se colocará en el ventilador encima del nivel principal de techo y los otros dos en puntos aprobados, no afectados por las cabezas rociadoras. Tales eslabones se fundirán y separarán a 71 °C. Cada ventilador será abierto y cerrado por lo menos una vez antes de cada actuación.

3.3.4. Cabinas de proyección.- La ventilación de las cabinas de proyección, deberá cumplir, por lo menos, con lo siguiente:

- Dos o más ductos de suministros de aire exterior con rejillas de descarga ubicada en extremos opuestos, con el borde superior a una cota de treinta centímetros sobre el nivel del piso terminado y dimensionadas para permitir un cambio de aire cada tres minutos.

- Un sistema de extracción operado mecánicamente, independiente de los otros sistemas en el edificio, con el motor del extractor externo al sistema de ductos, con una o más salidas de aire, localizadas de modo que aseguren una circulación total y dimensionadas para un cambio de aire cada tres minutos, el sistema de extracción, deberá descargar al exterior del edificio, en un lugar tal que, el aire expulsado no pueda ser inmediatamente circulado dentro del sistema de suministro de aire.

- Tales sistemas de ventilación, también pueden servir para ambientes auxiliares, como los de generación y reboinado.

3.3.5. Proyectores. Las máquinas de proyección, serán equipadas cada una, con sistemas que extraigan aire de cada lámpara y descarguen directamente al exterior del edificio, mediante ductos de materiales rígidos (incluyendo conectores flexibles continuos aprobados para el propósito), de tal modo que el aire de expulsión, no sea recirculado dentro de sistemas de suministros o interconectado con otros sistemas. La capacidad de tales ductos será de:

- Treinta y seis metros cúbicos por hora, como mínimo para cada lámpara de arco conectado al sistema, o de acuerdo a la recomendación del fabricante.

- Cincuentaicuatro metros cúbicos por hora, como mínimo para cada lámpara de Xenón, o no menos que lo recomendado por el fabricante, para mantener una temperatura de operación en el alojamiento de la lámpara, no mayor de 54 °C.

3.4. Centros de reunión

Incluye usos tales como, casinos, cabaret, restaurantes, salas de baile, etc. Son exigibles requisitos de ventilación iguales a los indicados en 3.3.

3.5. Instalaciones deportivas

Incluye usos tales como, estadios, coliseos y estructuras cerradas con cúpula, piletas de natación, etc, y edificaciones auxiliares.

Todos los ambientes, habitualmente ocupados por seres humanos, tendrán ventilación conforme lo estipulado para lograr la ocupación más adecuada.

3.6. Hospitales

Incluyen también, sanatorios, postas médicas y en general todo establecimiento para la salud.

Todos los ambientes, habitualmente usados por seres humanos, serán dotados de ventilación, por medio de ventanas, con un área libre de ventilación, no menor a un veinteavo (1/20) de la superficie del piso de la habitación; o, en caso contrario, mediante un sistema mecánico de ventilación.

3.7. Locales educacionales

Incluyen usos tales como, bibliotecas, museos, etc. Son exigibles requisitos de ventilación iguales a los indicados en 3.3.1

Artículo 11º.- EJECUCIONES ESPECIALES DE VENTILACIÓN

Incluyen garajes de cualquier medida, edificios para estacionamiento de vehículos y sótanos para estacionamiento.

1. **Garajes.** Los garajes, cuya superficie de piso sea menor o igual a veinticinco metros cuadrados, se ventilarán en forma natural, mediante aberturas, con un área li-

bre de ventilación, no menor a ciento cincuenta centímetros cuadrados, ubicados cerca al nivel del piso, de preferencia en la puerta exterior.

2. **Garajes pequeños.** Hasta cien metros cuadrados de superficie de piso. Serán dotados de ventilación natural, mediante aberturas uniformemente distribuidas en paredes opuestas, con un área libre total, no menor a 0.2 metros cuadrados por cada espacio de estacionamiento; tales aberturas se situarán a cotas cercanas al piso y encima de la cota correspondientes al terreno exterior, en una pared; y, a cotas cercanas al techo en la pared opuesta. En caso contrario o de no lograrse ventilación transversal suficiente, serán provistas de ventilación mecánica.

3. **Garajes medianos y grandes.** Hasta mil metros cuadrados y más de mil metros cuadrados, de superficie de piso, respectivamente.

Serán dotados de ventilación natural, en forma similar a los garajes pequeños, con un área libre total de aberturas, no menor a 0.06 metros cuadrados por cada espacio de estacionamiento. En caso contrario o de no lograrse ventilación transversal suficiente, serán provistos de ventilación mecánica.

4. **Sótanos para estacionamiento.** Incluye también a los semi-sótanos cuyo, piso se encuentre a más de cincuenta centímetros por debajo de la cota correspondiente al terreno exterior.

Serán obligatoriamente provistos de ventilación mecánica. los elementos de ventilación se ubicarán dentro de los límites de la propiedad, descargando los gases de extracción, a una cota mínima de 2.50 metros sobre el nivel de la vereda.

Los semisótanos hasta con 1,50 m de diferencia de nivel con el terreno exterior podrán tener sólo ventilación natural.

5. **Caudal de aire.** Es obligatorio la presentación de los cálculos, que fundamenten la determinación del caudal, en base a un máxima concentración de cincuenta partes por millón, de monóxido de carbono (CO). En ningún caso, la renovación de aire será menor a doce metros cúbicos por hora y por metro cuadrado de superficie total de estacionamiento, incluyendo las áreas de circulación; ni, menor a un cambio completo de aire cada doce minutos.

6. **Alarmas de CO.** Cuando la ventilación de garajes grandes no sea permanente, deberá proveerse la instalación de alarmas audio-visuales que conecten automáticamente la ventilación, al sobrepasar el límite permitido, en la medida de la concentración de carbono.

7. **Velocidad máxima.** En ningún caso, la corriente de aire en ductos principales será mayor de doce metros por segundo, ni excederá el límite acústico permisible.

Artículo 12º.- REQUISITOS COMPLEMENTARIOS

1. **Temperatura del aire exterior.** Cuando la temperatura exterior sea menor de dieciocho grados centígrados, la temperatura mínima de ingreso, del aire de renovación, a ambientes habitualmente usados por seres humanos, en ningún caso deberá ser menor a dieciocho grados centígrados

2. **Altitud.** A partir de quinientos metros de altura sobre el nivel del mar. Deberán efectuarse las correcciones para que los caudales a la altitud de diseño, correspondan en peso a los caudales establecidos en este reglamento, basados en aire Standard a 20°C. y 760 mm. Hg. con un peso específico de 1.2 Kg. por metro cúbico.

3. **Humedad.** El aire de renovación, que ingrese a ambientes habitualmente usados por seres humanos, deberá tener una humedad relativa mínima de treinta por ciento

4. **Instalaciones complementarias.** Se regirán por las disposiciones pertinentes contenidas en otros apartados de este reglamento.

ANEXO

VALORES REFERENCIALES DE TEMPERATURA, HUMEDAD RELATIVA, RENOVACIONES Y CONCENTRACIONES MAXIMAS ADMISIBLES EN INSTALACIONES DE VENTILACIÓN

A.1.- INSTALACIONES DE VENTILACIÓN

Las instalaciones de ventilación se distinguen según el grado de preparación del aire de impulsión:

- a) Instalaciones elementales sin limpieza del aire
- Sólo extracción.
- b) Instalaciones con limpieza del aire
- Solo impulsión;
 - Impulsión más extracción
- c) Instalaciones con limpieza y tratamiento del aire de impulsión
- Con calentamiento.
 - Con enfriamiento.
 - Con humectación.
 - Con deshumectación.
 - Con humectación y deshumectación.
 - Instalaciones de ventilación con calefacción adicional.
 - Instalaciones de ventilación con calefacción y refrigeración.
 - Instalaciones de climatización.

A.2.- VALORES REFERENCIALES EN LA VENTILACIÓN

A.2.1. Tabla de valores referenciales que deben tener los ambientes de acuerdo a la temperatura exterior.

Aire Exterior Temperatura (°C)	Aire del local		
	Temperatura (°C)	Humedad relativa del aire (%)	
		Limite Inferior	Limite Exterior
Por debajo de:			
20	22	35	65
25	23	35	65
30	25	35	60
32	26	35	55

A.2.2. Renovaciones, temperatura y humedad relativa

Las instalaciones de ventilación producen condiciones de estado del aire en los locales a los que se aplican; dichas condiciones de estado, deben sujetarse a valores determinados según el uso de tales locales, los mismos que pueden distinguirse como:

- a) Locales de permanencia y de trabajo (véase Tabla); y,
b) Locales especiales (véase Tabla)

Tabla de renovaciones, temperatura y humedad relativa para locales de permanencia y de trabajo

TIPO DE LOCAL	RENOVACIONES POR HORA (Cantidad)	TEMPERA- TURA DEL AIRE (°C)	HUMEDAD RELATIVA (%)
Aseos			
- públicos	10-15	15	40-60
- en fábricas	8-10	15	40-60
- en oficinas	5-8	18	40-60
- en viviendas	3-4	20	40-60
Locales de trabajo	3-8	18-20	50-70
Salas de Exposiciones	2-3	15-18	50
Bibliotecas, Archivos	4-8	15-18	40-60
Oficinas	4-8	20	50-60
Duchas	10-15	22-25	70-85
Guardarropas	4-6	15	40-60
Restaurantes	5-10	20	55
Piscinas cubiertas	3-5	22-28	70-80
Aulas	6-8	20	60
Cantinas	6-8	18	55
Grandes almacenes	6-10	20	50-60
Cines y teatros			
- con prohibición de fumar	4-6	20	50-60
- sin prohibición de fumar	5-8	20	50-60
Hospitales			
- Salas de reconocimiento y de tratamiento	3-5	24	30-45
- Salas de hospitalización	2-5	20-22	50-60
- Baños	5-8	22	80-90
- Aseos	8-15	20	40-60

TIPO DE LOCAL	RENOVACIONES POR HORA (Cantidad)	TEMPERA- TURA DEL AIRE (°C)	HUMEDAD RELATIVA (%)
Cocinas (ver norma VDI 2052)			
- Cocinas pequeñas: h = 2,5 a 3,5 m	15-25	20	40-60
Tiendas	6-8	20	50-60
Escuelas			
- Aulas	4-5	20	60
- Pasillos, cajas de escaleras	2-3	18-20	50
- Aseos	5-8	18	40-60
- Gimnasios	2-3	15-18	50-75
- Piscinas de aprendizaje cubiertas	2-3	24	80-85
- Baños y lavados	5-8	22	80-90
Salas de actos	6-12	20	50
Salas de juntas	5-10	18	60-70

Tabla de renovaciones, temperatura y humedad relativa para locales especiales

TIPO DE LOCAL	RENOVACIONES POR HORA (Cantidad)	TEMPERA- TURA DEL AIRE (°C)	HUMEDAD RELATIVA (%)
Talleres de decapado	5-15	16-22	85
Tintorerías	10-20	16-24	85
Locales de pintura a pistola	20-50	22-25	55-65
Garajes:			
- pequeños	10-15	5	50
- grandes	5-8	5	50
Hospitales			
- Grupo de quirófanos	5-12	20-25	50-65
Cocinas:			
- Cocinas de tamaño medio:			
H = 3 a 4 m	20-30	18	50-70
H = 4 a 6 m	15-20	18	50-70
- Cocinas grandes			
H = 3 a 4 m	20-30	18	50-70
H = 4 a 6 m	15-30	18	50-70
Laboratorios (ver normas VDI 2051)	8-15	18-22	50-70
- Aspiración de digestores	200-400	-	-
Taller de barnizado	10-20	25-40	65-80
Salas de medición y de verificación	8-15	20-22	50-55
Naves de montaje	4-10	10-15	55-65
Lavanderías			
- Sala de lavado	15-20	23-26	75-85
- Sala de planchado	10-15	27	70
- Sala de calandria o prensado de ropa	10-15	27-30	65-70
Talleres en general	3-8	12-18	50-60

A.2.3. Concentraciones máximas admisibles (valores CMA) para gases nocivos en puestos de trabajo

Materia	Valor CMA	
	Partes por millón	mg/m ³
Acetaldehído	200	360
Acetona	1000	2400
Acido Acético	25	65
Acido cianhídrico	10	11
Acido fórmico	5	9
Alcohol etílico	1000	790 000
Amoniaco	50	35
Anhidrido Sulfuroso	5	13
Anilina	5	19
Arsenammina	0,05	0,2
Benceno	10	32
Bencina	500	2000
Bromo	0,1	0,7
Bulano	1000	2350
Cloro	0,5	1,5
Cloroformo	50	240

Materia	Valor CMA	
	Partes por millón	mg/m ³
Cloruro de hidrógeno	5	7
Dióxido de carbono	5000	9000
Dióxido de cloro	0,1	0,3
Eter etílico	400	1200
Fenol	5	19
Flúor	0,1	0,2
Fosfatina	0,1	0,15
Fosgeno	0,1	0,4
Mercurio	0,000007	0,1
Metilcloruro	50	105
Nitrobenceno	1	5
Oxido de carbono	50	55
Ozono	0,1	0,2
Plomo	0,000017	0,2
Seleniuro de hidrógeno	0,05	0,2
Sulfuro de carbono	20	60
Sulfuro de hidrógeno	10	15
Tetracloro-etileno	100	670
Tetracloruro de carbono	10	65
Toluol	200	750
Tricloroetileno	100	520
Xilol	200	870
Yodo	0,1	1

NORMA EM.040

INSTALACIONES DE GAS

CAPITULO 1 OBJETIVOS Y ALCANCES

1.1. La presente Norma Técnica de Edificaciones es de carácter obligatorio y de aplicación a nivel nacional, en todas aquellas edificaciones en la que se instalen redes interiores de gas.

1.2. El objetivo de esta Norma es establecer las previsiones constructivas que deben incluir en un proyecto de edificaciones de manera que sea posible la instalación y mantenimiento de redes interiores de gas natural y/o gas licuado de petróleo, y el equipamiento correspondiente; asimismo establece los criterios para el diseño de instalaciones de gas en las edificaciones.

1.3. El alcance de la presente Norma incluye las instalaciones de gas alimentadas por medio de redes y/o alimentadas por gas suministrado en envases a presión.

1.4. La presente Norma se basa en las Normas Técnicas Peruanas e Internacionales Vigentes, relacionadas al sistema de gas, en caso de controversia de la presente Norma, tendrá prioridad el DS 042-99-EM y el DS 027-94-EM

CAPITULO 2 DISPOSICIONES GENERALES

2.1. Los Proyectos de Instalaciones de Gas en Edificaciones y la Supervisión de los mismos, serán realizados por el profesional responsable y debidamente acreditado, en Instalaciones de Gas registrados ante la autoridad competente.

2.2. Se podrá aprobar, provisoriamente, diseños o sistemas constructivos que sean presentados ante la autoridad competente y que no estén contemplados en la presente Norma, siempre que su uso esté preestablecido en normas Internacionales Calificadas

CAPITULO 3 DEFINICIONES Y TERMINOLOGÍA

3.1. Para los efectos de la presente Norma, las siguientes definiciones y términos, relativos a instalaciones interiores en general, tendrán el significado que se indica:

3.1.1. **Abertura:** Cualquier espacio que comunica el interior con el exterior de un edificio, tales como, puertas, ventanas, conductos de basura y otros.

3.1.2. **Accesorio (fitting):** En un sistema de tuberías es usado como un elemento de unión, tal como un codo, una curva de retorno, una «tee», una unión, un reductor con rosca en sus extremos («bushing»), una cruz, o una tubería corta con rosca en sus extremos («nipple»). No incluye artículos tales como una válvula o un regulador de presión.

3.1.3. **Acometida:** Instalaciones que permiten el suministro de gas natural seco desde las redes de distribución según la categoría de consumidores. La acometida tiene como componentes el tubo de conexión, el medidor, los equipos de regulación y accesorios complementarios.

3.1.4. **Ambiente inflamable:** Aquel que contiene polvo, vapor o gas inflamable, en mezcla con el aire y en concentración tal que puede entrar en ignición por acción de una chispa o cualquier otro agente.

3.1.5. **Ampliación:** Operación realizada en una instalación interior de gas tendiente a aumentar la capacidad o longitud de la tuberías, potencia conectada o capacidad de los conductos de evacuación.

3.1.6. **Agua abajo:** Se entiende por "agua abajo de" o "corriente abajo de" a la expresión que ubica a un determinado objeto que se encuentra instalado posterior al de referencia en el sentido de la circulación del fluido.

3.1.7. **Agua arriba:** Se entiende por "agua arriba de" o "corriente arriba de" a la expresión que ubica a un determinado objeto que se encuentra instalado en forma precedente al de referencia en el sentido de la circulación del fluido.

3.1.8. **Aprobado:** Aceptable para la autoridad competente.

3.1.9. **Arranque de medidor:** Es el conjunto de elementos que conduce el gas desde el término de la acometida (empalme individual) o de la matriz interior (empalme múltiple), hasta la respectiva instalación interior. Incluye tubos, llaves de paso, medidores, y reguladores de servicio cuando corresponda.

3.1.10. **Autoridad competente:** Es el organismo del Estado responsable de la aplicación de cualquier parte de esta Norma, o el funcionario designado por este para ejercitar tal función.

3.1.11. **Batería de Cilindros:** Es el conjunto de elementos de una instalación interior de GL, formado por dos y hasta un máximo de diez cilindros (incluidos los cilindros para la reposición); incluye regulador de presión, piezas de tuberías, llave de paso general, conexiones flexibles, colector, etc.

3.1.12. **Caseta de Cilindros de GLP:** Es una caseta con material no inflamable, con una resistencia a la acción del fuego correspondiente, a lo menos, a la clase F - 120.

3.1.13. **Central de Abastecimiento:** Unidad de almacenamiento de GL destinada a suministrar gas, con ubicación dentro del terreno.

3.1.14. **Central de Distribución:** Central de GLP destinada a suministrar gas a la central de abastecimiento.

3.1.15. **Central de GLP:** Conjunto formado por uno o más tanques de GLP con sus accesorios, sistemas de control y protección y reja de seguridad; incluye el múltiple de interconexión de estanques cuando corresponda.

3.1.16. **Chimenea:** Ducto principal vertical que permite evacuar los gases de combustión de una manera segura al aire libre.

3.1.17. **Colector o Manifold:** Es el dispositivo formado por tubos de cobre tipo K o Acero con terminales que sirven, uno de ellos, para conectarlo al inversor y los otros, a las conexiones flexibles.

3.1.18. **Combustión:** Proceso químico de oxidación rápida entre un combustible y un comburente que produce la generación de energía térmica y luminosa, acompañada por la emisión de gases de combustión y, en ciertos casos, partículas sólidas.

3.1.19. **Componente:** Una parte esencial de un equipo de consumo que es capaz de realizar una función(es) independiente(s) y contribuir a la operación del equipo. Un ejemplo de un componente es un termostato. El termostato es capaz de una operación independiente, y contribuye a la operación del aparato controlando su ciclo de encendido-apagado.

3.1.20. **Condensado (condensación):** Un líquido separado del gas natural seco (inclusive gas combustible) debido a una reducción en la temperatura o a un aumento en la presión.

3.1.21. **Conexión Flexible:** Es el accesorio formado por un tubo de cobre o elastómero.

NORMA EM.050

INSTALACIONES DE CLIMATIZACIÓN

Artículo 1°.- GENERALIDADES

En las edificaciones para viviendas, edificios industriales, comerciales, de recreación o para otros tipos, pueden preverse las necesidades de instalaciones de climatización.

Las instalaciones de climatización debe ser capaces de proporcionar automáticamente condiciones de temperatura, humedad, movimiento y pureza del aire en un local o espacio determinado dentro de unos valores prescritos, de acuerdo a las necesidades de ventilación y controlar el ingreso de contaminantes del aire exterior.

Las instalaciones de climatización deben estar equipadas con elementos para el calentamiento, el enfriamiento, la humectación, la deshumectación y limpieza del aire de impulsión, así como con órganos de regulación de la temperatura y de la humedad relativa del aire del local.

Artículo 2°.- ALCANCE

La presente Norma establece las especificaciones generales de construcción para instalaciones de climatización a fin de conseguir que la construcción y la supervisión de obra tengan los elementos suficientes para conocer el sistema y la correcta instalación.

Debido al surgimiento de nuevos materiales y tecnologías aplicadas a las instalaciones de climatización se hace necesaria la continua actualización de estas especificaciones, las mismas que establecen los requisitos, materiales y reglas que deberán cumplirse para la ejecución de las obras.

Artículo 3°.- NORMAS

En la instalación de los equipos se deberá tener en cuenta lo establecido en el Código Nacional de Electricidad, así como regirse por el Reglamento de Higiene Ocupacional del Subsector Electricidad.

Artículo 4°.- DEFINICIONES

Para la aplicación de lo dispuesto en la presente Norma, se entiende por:

INSTALACIONES DE CLIMATIZACION. - Son las que pueden mantener automáticamente durante todo el año los valores máximos y mínimos de la temperatura y la humedad del aire de un local dentro de valores prescritos.

Artículo 5°.- CLASIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE CLIMATIZACIÓN

Tipo de Instalación	Clima constante de Edificio	Conveniente para clima variable de edificio		
		Por locales	Por grupos de locales	Por zonas
Instalaciones de climatización de un solo canal a baja presión	X			
Instalaciones de climatización de un solo canal a alta presión	X			
Instalaciones de climatización de doble conducto			X	X
Instalaciones de Climatización con aire primario y postcalentadores			X	
Instalaciones de climatización con aire primario y registros de mezcla				X
Instalaciones de climatización con aire primario y postventiladores				X
Instalaciones de climatización con aire primario y aparatos de inducción - Sist. de dos tuberías - Sist. de tres tuberías - Sist. de cuatro tuberías	X			

Artículo 6°.- CALIFICACIÓN DE MATERIALES Y EQUIPOS

Para que un equipo y material sea considerado como Aprobado, para un uso, para un ambiente o aplicación específico, la conformidad pertinente puede ser determinada por un laboratorio de pruebas o por una entidad de normalización o inspección reconocida, que esté comprometida con la evaluación de productos, como parte de sus programas de certificación y registro.

Para que un equipo o material tenga la calificación de Certificado debe llevar un sello, símbolo o marca identificatoria de un laboratorio de pruebas, o de una entidad de normalización o inspección reconocida, que esté comprometida con la evaluación de productos y que mantenga una inspección periódica de la producción de equipos o materiales certificados y cuya certificación garantice el cumplimiento de las normas o pruebas reconocidas.

Para que un equipo o material tenga la calificación de Registrado debe estar comprendido dentro de un registro publicado por un laboratorio de pruebas o por una entidad de normalización o inspección reconocida, que esté comprometida con la evaluación de productos y que mantenga una inspección periódica de la producción de equipos o materiales registrados y cuyo registro indique que cumplen con las normas reconocidas o que han sido probados y encontrados adecuados para el uso de una forma específica.

Artículo 7°.- CONSIDERACIONES GENERALES DE LA INSTALACIÓN

Los trabajos para las instalaciones de climatización deberán ejecutarse según las consideraciones siguientes:

1. En el proyecto de instalación deben estar descritos los equipos y materiales de todos los sistemas de acondicionamiento de aire, así como el catálogo con todos los conceptos y cantidades de materiales necesarios para la obra

2. Detalladas las instalaciones eléctricas, necesarias para la correcta puesta en marcha de los equipos, así como los esquemas de los circuitos de los sistemas de control.

3. Las conexiones finales de alimentación de agua y desagüe, a partir de las preparaciones dejadas en los cuartos de máquinas para la instalación correspondiente, continuando los trabajos con la misma calidad de materiales indicados en las especificaciones de instalaciones hidráulicas y sanitarias.

4. Llevar a cabo todos los trabajos de albañilería y pintura, que se requieran para la total terminación de lo anteriormente descrito, incluyendo entre otros, ranuras, perforaciones, resanes, construcción de bases y soportes para los distintos equipos, estos trabajos deberán ajustarse a las indicaciones de la supervisión y a las especificaciones generales de obra civil.

5. Elaboración de los planos de obra terminada utilizando para ello los planos arquitectónicos actualizados este requisito es indispensable para considerar culminados los trabajos del ejecutor de la obra y la entrega de la instalación.

NORMA EM.060

CHIMENEAS Y HOGARES

Artículo 1°.- GENERALIDADES

Las chimeneas, salidas de humos, ventilaciones, hornos, sus conexiones y transporte de productos de combustión, cumplirán con los requerimientos de la presente Norma.

En cuanto a los equipos, están comprendidos todos aquellos que son productores de calor por medio de la combustión de combustibles sólidos, líquidos o gases. Las aplicaciones se refieren a todas aquellas actividades que requieran la utilización del calor, ejemplos calderos, incineradores y hornos.

Artículo 2°.- DEFINICIONES

Para la aplicación de lo dispuesto en la presente Norma, se entiende por:

- **APARATO DE ALTO CALOR:** Se refiere a cualquier instalación o equipo en el cual la temperatura de los gases de combustión es superior a los 800 °C.

Anexo 2: Norma de calidad del aire interior

ANSI/ASHRAE 62.1 - 2007

ANSI/ASHRAE Standard 62.1-2007
(Supersedes ANSI/ASHRAE Standard 62.1-2004)
Includes ANSI/ASHRAE Addenda listed in Appendix I



ASHRAE STANDARD

Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality

See Appendix I for approval dates by the ASHRAE Standards Committee, the ASHRAE Board of Directors, and the American National Standards Institute.

This standard is under continuous maintenance by a Standing Standard Project Committee (SSPC) for which the Standards Committee has established a documented program for regular publication of addenda or revisions, including procedures for timely, documented, consensus action on requests for change to any part of the standard. The change submittal form, instructions, and deadlines may be obtained in electronic form from the ASHRAE Web site, <http://www.ashrae.org>, or in paper form from the Manager of Standards. The latest edition of an ASHRAE Standard may be purchased from ASHRAE Customer Service, 1791 Tullie Circle, NE, Atlanta, GA 30329-2305. E-mail: orders@ashrae.org. Fax: 404-321-5478. Telephone: 404-636-8400 (worldwide), or toll free 1-800-527-4723 (for orders in US and Canada).

© Copyright 2007 ASHRAE, Inc.

ISSN 1041-2336



www.ansi.org

**American Society of Heating, Refrigerating
and Air-Conditioning Engineers, Inc.**

1791 Tullie Circle NE, Atlanta, GA 30329

www.ashrae.org

ASHRAE Standing Standard Project Committee 62.1
Cognizant TC: TC 4.3, Ventilation Requirements and Infiltration

SPLS Liaison: Donald L. Brandt

Staff Liaison: Mark Weber

Dennis A. Stanke, *Chair*
Roger L. Hedrick, *Vice-Chair*
David S. Butler, Sr., *Chair (2003-2005)*
Leon E. Alevantis
Michael G. Apte
Michael Beaton
Lynn G. Bellenger
David C. Bixby
Hoy R. Bohanon, Jr.
Mark P. Buttner
Waller S. Clements
James L. Coggins
David R. Conover
Leonard A. Damiano

Richard A. Danks
Francis J. Fisher, Jr.
Francis Michael Gallo
John R. Girman
Scott Douglas Hanson
Donald C. Herrmann
Thomas P. Houston
Eli P. Howard, III
Roger L. Howard
Don MacMillan
Chris R. Magee
Carl A. Marbery
John K. McFarland

Christopher O. Muller
John E. Osborn
R. Dean Rasmussen
Walter L. Raynaud
Lisa J. Rogers
Lawrence J. Schoen
Sitaraman Chandra Sekhar
Harris M. Sheinman
Dennis M. Siano
Anthony J. Spata
Jan Sundell
Wayne R. Thomann
Dilip Y. Vyavaharkar
Michael W. Woodford

**Denotes members of voting status when the document was approved for publication.*

ASHRAE STANDARDS COMMITTEE 2006–2007

David E. Knebel, *Chair*
Stephen D. Kennedy, *Vice-Chair*
Michael F. Beda
Donald L. Brandt
Steven T. Bushby
Paul W. Cabot
Hugh F. Crowther
Samuel D. Cummings, Jr.
Robert G. Doerr
Roger L. Hedrick
John F. Hogan
Eli P. Howard, III
Frank E. Jakob
Jay A. Kohler

James D. Lutz
Carol E. Marriott
Merle F. McBride
Mark P. Modera
Ross D. Montgomery
H. Michael Newman
Stephen V. Santoro
Lawrence J. Schoen
Stephen V. Skalko
Both R. Subherwal
Jerry W. White, Jr.
James E. Woods
Richard D. Hermans, *BOD ExO*
Hugh D. McMillan, III, *CO*

Claire B. Ramspeck, *Assistant Director of Technology for Standards and Special Projects*

SPECIAL NOTE

This American National Standard (ANS) is a national voluntary consensus standard developed under the auspices of the American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE). *Consensus* is defined by the American National Standards Institute (ANSI), of which ASHRAE is a member and which has approved this standard as an ANS, as "substantial agreement reached by directly and materially affected interest categories. This signifies the concurrence of more than a simple majority, but not necessarily unanimity. Consensus requires that all views and objections be considered, and that an effort be made toward their resolution." Compliance with this standard is voluntary until and unless a legal jurisdiction makes compliance mandatory through legislation.

ASHRAE obtains consensus through participation of its national and international members, associated societies, and public review.

ASHRAE Standards are prepared by a Project Committee appointed specifically for the purpose of writing the Standard. The Project Committee Chair and Vice-Chair must be members of ASHRAE; while other committee members may or may not be ASHRAE members, all must be technically qualified in the subject area of the Standard. Every effort is made to balance the concerned interests on all Project Committees.

The Assistant Director of Technology for Standards and Special Projects of ASHRAE should be contacted for:

- a. interpretation of the contents of this Standard,
- b. participation in the next review of the Standard,
- c. offering constructive criticism for improving the Standard, or
- d. permission to reprint portions of the Standard.

DISCLAIMER

ASHRAE uses its best efforts to promulgate Standards and Guidelines for the benefit of the public in light of available information and accepted industry practices. However, ASHRAE does not guarantee, certify, or assure the safety or performance of any products, components, or systems tested, installed, or operated in accordance with ASHRAE's Standards or Guidelines or that any tests conducted under its Standards or Guidelines will be nonhazardous or free from risk.

ASHRAE INDUSTRIAL ADVERTISING POLICY ON STANDARDS

ASHRAE Standards and Guidelines are established to assist industry and the public by offering a uniform method of testing for rating purposes, by suggesting safe practices in designing and installing equipment, by providing proper definitions of this equipment, and by providing other information that may serve to guide the industry. The creation of ASHRAE Standards and Guidelines is determined by the need for them, and conformance to them is completely voluntary.

In referring to this Standard or Guideline and in marking of equipment and in advertising, no claim shall be made, either stated or implied, that the product has been approved by ASHRAE.

CONTENTS

ANSI/ASHRAE Standard 62.1-2007, Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality

SECTION	PAGE
Foreword.....	2
1 Purpose	2
2 Scope	3
3 Definitions.....	3
4 Outdoor Air Quality.....	5
5 Systems and Equipment.....	5
6 Procedures	11
7 Construction and System Start-Up.....	17
8 Operations and Maintenance	18
9 References	20
Normative Appendix A: Multiple-Zone Systems	20
Informative Appendix B: Summary of Selected Air Quality Guidelines	23
Informative Appendix C: Rationale for Minimum Physiological Requirements for Respiration Air Based on CO ₂ Concentration	31
Informative Appendix D: Acceptable Mass Balance Equations for Use with the IAQ Procedure	33
Normative Appendix E: Ventilation Rates for Health Care Facilities.....	34
Informative Appendix F: Separation of Exhaust Outlets and Outdoor Air Intakes	35
Informative Appendix G: Application and Compliance.....	36
Informative Appendix H: Documentation	38
Informative Appendix I: Addenda Description Information.....	41

NOTE

When addenda, interpretations, or errata to this standard have been approved, they can be downloaded free of charge from the ASHRAE Web site at <http://www.ashrae.org>.

© Copyright 2007 American Society of Heating,
Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc.
1791 Tullie Circle NE
Atlanta, GA 30329
www.ashrae.org
All rights reserved.

(This foreword is not part of this standard. It is merely informative and does not contain requirements necessary for conformance to the standard. It has not been processed according to the ANSI requirements for a standard and may contain material that has not been subject to public review or a consensus process. Unresolved objectors on informative material are not offered the right to appeal at ASHRAE or ANSI.)

FOREWORD

ANSI/ASHRAE Standard 62.1-2007 is the latest edition of Standard 62. The 2007 edition combines Standard 62.1-2004 and the eight approved and published addenda to the 2004 edition, thereby providing an easy-to-use consolidated standard. Specific information on the content of each addendum and approval dates for each addendum are included in Informative Appendix I at the end of this standard.

First published in 1973, Standard 62.1 is now updated on a regular basis using ASHRAE's continuous maintenance procedures. According to these procedures, Standard 62.1 is continuously revised by addenda that are publicly reviewed, approved by ASHRAE and ANSI, and published in a supplement approximately 18 months after each new edition of the standard, or in a new, complete edition of the standard, published every three years.

Standard 62.1 has undergone some key changes over the years, reflecting the ever-expanding body of knowledge, experience, and research related to ventilation and air quality. While the purpose of the standard has remained consistent—to specify minimum ventilation rates and other measures intended to provide indoor air quality that is acceptable to human occupants and that minimizes adverse health effects—the means of achieving this goal have evolved. In its first edition the standard adopted a prescriptive approach to ventilation by specifying both minimum and recommended outdoor airflow rates to obtain acceptable indoor air quality for a variety of indoor spaces. In its 1981 edition, the standard reduced minimum outdoor airflow rates and introduced an alternative performance-based approach, the Indoor Air Quality (IAQ) Procedure, which allowed for the calculation of the amount of outdoor air necessary to maintain the levels of indoor air contaminants below recommended limits. Today the standard still retains the two procedures for ventilation design, the IAQ Procedure and the Ventilation Rate Procedure.

In its 1989 edition, and in response to a growing number of buildings with apparent indoor air quality problems, the standard increased minimum outdoor airflow rates significantly and introduced a requirement for finding outdoor air intake flow requirements for multiple-zone, recirculating systems. The 1999 and 2001 editions made several minor changes and clarifications that did not impact the minimum required outdoor airflow rates. In its 2004 edition—the last time the standard was published in its entirety—the standard modified the IAQ Procedure to improve enforceability, but more significantly, it modified the Ventilation Rate Procedure, changing both the minimum outdoor airflow rates and the procedures for calculating both zone-level and system-level outdoor airflow rates.

The 2007 edition of the standard updates, revises and improves it in several ways, without changing minimum outdoor airflow rates. The standard:

Clarifies dehumidification analysis requirements in Section 5.10, and offers exceptions to the 65% RH limit requirement and to the net-positive intake-airflow requirement (Addendum 62.1a).

Corrects occupant category inconsistencies among Tables 5-2, 6-1, and 6-4, and provides additional information for several occupancy categories (Addendum 62.1b).

Updates references and clarifies the text in Informative Appendix B, particularly as related to subjective evaluation of air quality (Addendum 62.1c).

Updates the information presented in Table 4-1, to be consistent with the U.S. EPA National Ambient Air Quality Standards (NAAQS) as published at the time the addendum was approved, adding PM 2.5 as a criteria pollutant and adding the eight-hour standard for ozone (Addendum 62.1d).

Includes a new informative appendix, Appendix H, which summarizes the documentation requirements in the body of the standard thus providing a single point of reference for users (Addendum 62.1e).

Updates the purpose and scope of the standard to make them consistent with changes that have already been incorporated into the body of the standard. Specifically, it: excludes single-family houses and multiple-family structures of three or fewer stories from the scope, removes specific minimum outdoor airflow rates for areas that contain smoking or environmental tobacco smoke (ETS), and excludes thermal comfort requirements (Addendum 62.1f).

Requires proper design for buildings that contain both ETS and ETS-free areas, by requiring (briefly): classification of areas based on expected presence of ETS, pressurization of ETS-free areas, separation of ETS and ETS-free areas, and cautionary signage for ETS-areas (Addendum 62.1g).

Adds requirements for residential spaces in buildings with more than three stories to Table 6-1, and deletes Tables E-2 and E-3 from Appendix E, which provided ventilation requirements for residences and vehicles (Addendum 62.1h).

For more specific information on these changes and on other revisions made to the standard by other addenda, refer to Informative Appendix I at the end of this standard. Users of the standard are encouraged to use the continuous maintenance procedure to suggest changes for further improvements. A form for submitting change proposals is included in the back of this edition. The project committee for Standard 62.1 will take formal action on all change proposals received.

1. PURPOSE

1.1 The purpose of this standard is to specify minimum ventilation rates and other measures intended to provide indoor

air quality that is acceptable to human occupants and that minimizes adverse health effects.

1.2 This standard is intended for regulatory application to new buildings, additions to existing buildings, and those changes to existing buildings that are identified in the body of the standard.

1.3 This standard is intended to be used to guide the improvement of indoor air quality in existing buildings.

2. SCOPE

2.1 This standard applies to all spaces intended for human occupancy except those within single-family houses, multi-family structures of three stories or fewer above grade, vehicles, and aircraft.

2.2 This standard defines requirements for ventilation and air-cleaning system design, installation, commissioning, and operation and maintenance.

2.3 Additional requirements for laboratory, industrial, health care, and other spaces may be dictated by workplace and other standards, as well as by the processes occurring within the space.

2.4 Although the standard may be applied to both new and existing buildings, the provisions of this standard are not intended to be applied retroactively when the standard is used as a mandatory regulation or code.

2.5 This standard does not prescribe specific ventilation rate requirements for spaces that contain smoking or that do not meet the requirements in the standard for separation from spaces that contain smoking.

2.6 Ventilation requirements of this standard are based on chemical, physical, and biological contaminants that can affect air quality.

2.7 Consideration or control of thermal comfort is not included.

2.8 This standard contains requirements, in addition to ventilation, related to certain sources, including outdoor air, construction processes, moisture, and biological growth.

2.9 Acceptable indoor air quality may not be achieved in all buildings meeting the requirements of this standard for one or more of the following reasons:

- because of the diversity of sources and contaminants in indoor air;
- because of the many other factors that may affect occupant perception and acceptance of indoor air quality, such as air temperature, humidity, noise, lighting, and psychological stress;
- because of the range of susceptibility in the population; and
- because outdoor air brought into the building may be unacceptable or may not be adequately cleaned.

3. DEFINITIONS (SEE FIGURE 3.1)

acceptable indoor air quality: air in which there are no known contaminants at harmful concentrations as determined by cognizant authorities and with which a substantial majority (80% or more) of the people exposed do not express dissatisfaction.

air-cleaning system: a device or combination of devices applied to reduce the concentration of airborne contaminants, such as microorganisms, dusts, fumes, respirable particles, other particulate matter, gases, and/or vapors in air.

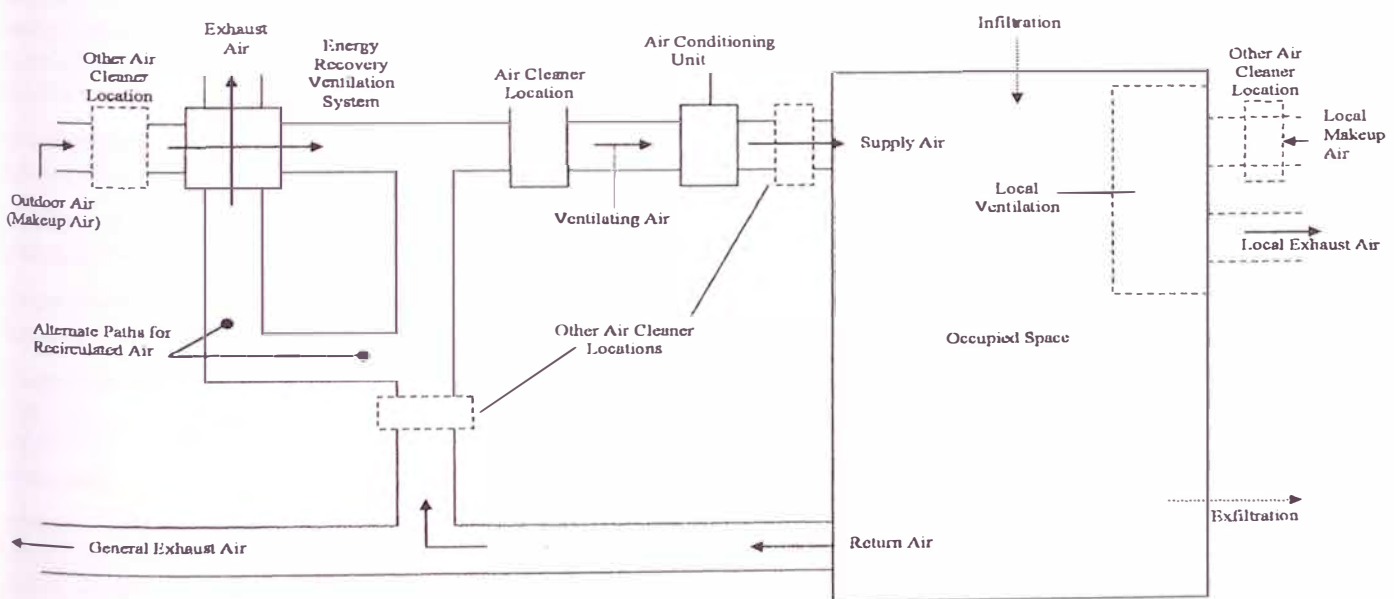


Figure 3.1 Ventilation system.

air conditioning: the process of treating air to meet the requirements of a conditioned space by controlling its temperature, humidity, cleanliness, and distribution.

air, ambient: the air surrounding a building; the source of outdoor air brought into a building.

air, exhaust: air removed from a space and discharged to outside the building by means of mechanical or natural ventilation systems.

air, indoor: the air in an enclosed occupiable space.

air, makeup: any combination of outdoor and transfer air intended to replace exhaust air and exfiltration.

air, outdoor: ambient air that enters a building through a ventilation system, through intentional openings for natural ventilation, or by infiltration.

air, recirculated: air removed from a space and reused a supply air.

air, return: air removed from a space to be then recirculated or exhausted.

air, supply: air delivered by mechanical or natural ventilation to a space, composed of any combination of outdoor air, recirculated air or transfer air.

air, transfer: air moved from one indoor space to another.

air, ventilation: that portion of supply air that is outdoor air plus any recirculated air that has been treated for the purpose of maintaining acceptable indoor air quality.

breathing zone: the region within an occupied space between planes 3 and 72 in. (75 and 1800 mm) above the floor and more than 2 ft (600 mm) from the walls or fixed air-conditioning equipment.

cognizant authority: an agency or organization that has the expertise and jurisdiction to establish and regulate concentration limits for airborne contaminants; or an agency or organization that is recognized as authoritative and has the scope and expertise to establish guidelines, limit values, or concentrations levels for airborne contaminants.

concentration: the quantity of one constituent dispersed in a defined amount of another.

conditioned space: that part of a building that is heated or cooled, or both, for the comfort of occupants.

contaminant: an unwanted airborne constituent that may reduce acceptability of the air.

energy recovery ventilation system: a device or combination of devices applied to provide the outdoor air for ventilation in which energy is transferred between the intake and exhaust airstreams.

environmental tobacco smoke (ETS): the “aged” and diluted combination of both side-stream smoke (smoke from the lit end of a cigarette or other tobacco product) and exhaled main-stream smoke (smoke that is exhaled by a smoker). ETS is commonly referred to as *secondhand smoke*.

ETS-free area: an area where no smoking occurs and that is separated from ETS areas according to the requirements of this standard.

Note: A no-smoking area is not necessarily an ETS-free area.

ETS area: spaces where smoking is permitted, as well as those not separated from spaces where smoking is permitted in accord with the requirements of Section 5 in this standard.

exfiltration: uncontrolled outward air leakage from conditioned spaces through unintentional openings in ceilings, floors, and walls to unconditioned spaces or the outdoors caused by pressure differences across these openings due to wind, inside-outside temperature differences (stack effect), and imbalances between supply and exhaust airflow rates.

industrial space: an indoor environment where the primary activity is production or manufacturing processes. The processes in these spaces may generate contaminants with characteristics and in quantities dictating that principles of worker safety and industrial hygiene be used to define contaminant control strategies, including ventilation. Also, the primary occupants of these spaces consist of the individuals involved in these processes.

infiltration: uncontrolled inward air leakage to conditioned spaces through unintentional openings in ceilings, floors, and walls from unconditioned spaces or the outdoors caused by the same pressure differences that induce exfiltration.

mechanical ventilation: ventilation provided by mechanically powered equipment, such as motor-driven fans and blowers, but not by devices such as wind-driven turbine ventilators and mechanically operated windows.

microorganism: a microscopic organism, especially a bacterium, fungus, or a protozoan.

natural ventilation: ventilation provided by thermal, wind, or diffusion effects through doors, windows, or other intentional openings in the building.

net occupiable space: the floor area of an occupiable space defined by the inside surfaces of its walls but excluding shafts, column enclosures, and other permanently enclosed, inaccessible, and unoccupiable areas. Obstructions in the space such as furnishings, display or storage racks, and other obstructions, whether temporary or permanent, may not be deducted from the space area.

occupiable space: an enclosed space intended for human activities, excluding those spaces intended primarily for other purposes, such as storage rooms and equipment rooms, that are only occupied occasionally and for short periods of time.

odor: a quality of gases, liquids, or particles that stimulates the olfactory organ.

readily accessible: capable of being reached quickly for operation without requiring those for whom ready access is required to climb over or remove obstacles or to resort to portable ladders, chairs, or other climbing aids.

ventilation: the process of supplying air to or removing air from a space for the purpose of controlling air contaminant levels, humidity, or temperature within the space.

volume, space: the total volume of an occupiable space enclosed by the building envelope, plus that of any spaces permanently open to the occupiable space, such as a ceiling attic used as a ceiling return plenum.

zone: one occupied space or several occupied spaces with similar occupancy category (see Table 6-1), *occupant density*, *zone air distribution effectiveness* (see Section 6.2.2.2), and *zone primary airflow* (see Section 6.2.5.1) per unit area.

Note: A ventilation zone is not necessarily an independent thermal control zone; however, spaces that can be combined for load calculations can often be combined into a single zone for ventilation calculations.

4. OUTDOOR AIR QUALITY

Outdoor air quality shall be investigated in accordance with Sections 4.1 and 4.2 prior to completion of ventilation system design. The results of this investigation shall be documented in accordance with Section 4.3.

4.1 Regional Air Quality. The status of compliance with national ambient air quality standards shall be determined for the geographic area of the building site. In the United States, compliance status shall be either in “attainment” or “non-attainment” with the national Ambient Air Quality Standards (NAAQS)¹ for each pollutant shown in Table 4-1. In the United States, areas with no EPA compliance status designation shall be considered “attainment” areas.

4.2 Local Air Quality. An observational survey of the building site and its immediate surroundings shall be conducted during hours the building is expected to be normally occupied to identify local contaminants from surrounding facilities that may be of concern if allowed to enter the building.

4.3 Documentation. Documentation of the outdoor air quality investigation shall be reviewed with building owners or their representative and shall include the following:

1. Regional air quality compliance status.

Note: Regional outdoor air quality compliance status for the United States is available from the U.S. Environmental Protection Agency located under www.epa.gov.
2. Local survey information, which may include the following:
 - a. Date of observations
 - b. Time of observations
 - c. Area surveyed
 - d. Description of nearby facilities
 - e. Observation of odors or irritants
 - f. Description of visible plumes or air contaminants
 - g. Description of nearby sources of vehicle exhaust
 - h. Direction of prevailing winds
3. Conclusions regarding the acceptability of outdoor air quality based on consideration of information from investigation.

5. SYSTEMS AND EQUIPMENT

5.1 Natural Ventilation. Use of natural ventilation systems designed in accordance with this section shall be permitted in lieu of or in conjunction with mechanical ventilation systems.

Exception: An engineered natural ventilation system when approved by the authority having jurisdiction need not meet the requirements of Sections 5.1.1 and 5.1.2.

5.1.1 Location and Size of Openings. Naturally ventilated spaces shall be permanently open to and within 8 m (25 ft) of operable wall or roof openings to the outdoors, the openable area of which is a minimum of 4% of the net occupiable floor area. Where openings are covered with louvers or otherwise obstructed, openable area shall be based on the free unobstructed area through the opening. Where interior spaces without direct openings to the outdoors are ventilated through adjoining rooms, the opening between rooms shall be permanently unobstructed and have a free area of not less than 8% of the area of the interior room nor less than 25 ft² (2.3 m²).

5.1.2 Control and Accessibility. The means to open required operable openings shall be readily accessible to building occupants whenever the space is occupied.

TABLE 4-1 National Primary Ambient Air Quality Standards for Outdoor Air as Set by the U.S. Environmental Protection Agency

Contaminant	Long Term			Short Term			
	Concentration Averaging			Concentration Averaging			
	µg/m ³	ppm		µg/m ³	ppm		
Sulfur dioxide	80	0.03	1 year ^b	365	0.14	24 hours ^a	
Particles (PM 10)	50	—	1 year ^{b,g}	150	—	24 hours ^a	
Particles (PM 2.5)	15	—	1 year ^{b,e}	65	—	24 hours ^f	
Carbon monoxide				40,000	35	1 hour ^a	
				10,000	9	8 hours ^a	
Oxidants (ozone)						0.08	8 hours ^c
						0.12	1 hour ^h
Nitrogen dioxide	100	0.053	1 year ^b				
Lead	1.5	—	3 months ^d				

^aNot to be exceeded more than once per year.

^bAnnual arithmetic mean.

^cThe three-year average of the fourth-highest daily maximum eight-hour average ozone concentrations measured at each monitor within an area over each year must not exceed 0.08 ppm.

^dThree-month period is a calendar quarter.

^eThree-year average of the annual arithmetic mean.

^fThe three-year average of the 98th percentile of 24-hour concentrations.

^gThe annual arithmetic mean.

^h(1) The standard is attained when the expected number of days per calendar year with maximum hourly average concentrations above 0.12 ppm is ≤1, as determined by Appendix H (40 CFR 50). (2) The one-hour NAAQS will no longer apply to an area one year after the effective date of the designation of that area for the eight-hour ozone NAAQS. The effective designation date for most areas is June 15, 2004 (40 CFR 50.9; see Federal Register of April 30, 2004 [69 FR 23996]).

5.2 Ventilation Air Distribution. Ventilating systems shall be designed in accordance with the following.

5.2.1 Designing for Air Balancing. The ventilation air distribution system shall be provided with means to adjust the system to achieve at least the minimum ventilation airflow as required by Section 6 under any load condition.

5.2.2 Plenum Systems. When the ceiling or floor plenum is used both to recirculate return air and to distribute ventilation air to ceiling-mounted or floor-mounted terminal units, the system shall be engineered such that each space is provided with its required minimum ventilation airflow.

Note: Direct connection of ventilation air ducts to ventilating terminal units is an alternate method of satisfying the intent of this requirement.

5.2.3 Documentation. The design documents shall specify minimum requirements for air balance testing or reference applicable national standards for measuring and balancing airflow. The design documentation shall state assumptions that were made in the design with respect to ventilation rates and air distribution.

5.3 Exhaust Duct Location. Exhaust ducts that convey potentially harmful contaminants shall be negatively pressurized relative to spaces through which they pass, so that exhaust air cannot leak into occupied spaces; supply, return, or outdoor air ducts; or plenums.

Exception: Exhaust ducts that are sealed in accordance with SMACNA Seal Class A.²

5.4 Ventilation System Controls. Mechanical ventilation systems shall include controls, manual or automatic, that enable the fan system to operate whenever the spaces served are occupied. The system shall be designed to maintain the

minimum outdoor airflow as required by Section 6 under any load condition.

Note: VAV systems with fixed outdoor air damper positions must comply with this requirement at minimum supply airflow.

5.5 Airstream Surfaces. All airstream surfaces in equipment and ducts in the heating, ventilating, and air-conditioning system shall be designed and constructed in accordance with the following requirements.

5.5.1 Resistance to Mold Growth. Material surfaces shall be determined to be resistant to mold growth in accordance with a standardized test method, such as the "Mold Growth and Humidity Test" in UL 181,¹⁰ ASTM C 1338,¹¹ or comparable test methods.

Exception: Sheet metal surfaces and metal fasteners.

Note: Even with this resistance, any airstream surface that is continuously wetted is still subject to microbial growth.

5.5.2 Resistance to Erosion. Airstream surface materials shall be evaluated in accordance with the "Erosion Test" in UL 181¹⁰ and shall not break away, crack, peel, flake off, or show evidence of delamination or continued erosion under test conditions.

Exception: Sheet metal surfaces and metal fasteners.

5.6 Outdoor Air Intakes. Ventilation system outdoor intakes shall be designed in accordance with the following.

5.6.1 Location. Outdoor air intakes, including doors and windows that are required as part of a natural ventilation system, shall be located such that the shortest distance from the intake to any specific potential outdoor contaminant source shall be equal to or greater than the separation distance listed in Table 5-1.

TABLE 5-1 Air Intake Minimum Separation Distance

Object	Minimum Distance, ft (m)
Significantly contaminated exhaust (Note 1)	15 (5)
Noxious or dangerous exhaust (Notes 2 and 3)	30 (10)
Vents, chimneys, and flues from combustion appliances and equipment (Note 4)	15 (5)
Garage entry, automobile loading area, or drive-in queue (Note 5)	15 (5)
Truck loading area or dock, bus parking/idling area (Note 5)	25 (7.5)
Driveway, street, or parking place (Note 5)	5 (1.5)
Thoroughfare with high traffic volume	25 (7.5)
Roof, landscaped grade, or other surface directly below intake (Notes 6 and 7)	1 (0.30)
Garbage storage/pick-up area, dumpsters	15 (5)
Cooling tower intake or basin	15 (5)
Cooling tower exhaust	25 (7.5)

Note 1: Significantly contaminated exhaust is exhaust air with significant contaminant concentration, significant sensory-irritation intensity, or offensive odor.
 Note 2: Laboratory fume hood exhaust air outlets shall be in compliance with NFPA 45-1991³ and ANSI/AIHA Z9.5-1992.⁴
 Note 3: Noxious or dangerous exhaust is exhaust air with highly objectionable fumes or gases and/or exhaust air with potentially dangerous particles, bioaerosols, or gases at concentrations high enough to be considered harmful. Information on separation criteria for industrial environments can be found in the ACGIH Industrial Ventilation Manual⁵ and in the ASHRAE Handbook—HVAC Applications.⁶
 Note 4: Shorter separation distances are permitted when determined in accordance with (a) Chapter 7 of ANSI Z223.1/NFPA 54-2002⁷ for fuel gas burning appliances and equipment, (b) Chapter 6 of NFPA 31-2001⁸ for oil burning appliances and equipment, or (c) Chapter 7 of NFPA 211-2003⁹ for other combustion appliances and equipment.
 Note 5: Distance measured to closest place that vehicle exhaust is likely to be located.
 Note 6: No minimum separation distance applies to surfaces that are sloped more than 45 degrees from horizontal or that are less than 1 in. (3 cm) wide.
 Note 7: Where snow accumulation is expected, distance listed shall be increased by the expected average snow depth.

Exception: Other minimum separation distances are acceptable if it can be shown that an equivalent or lesser rate of introduction of outdoor air contaminants will be attained.

Note: Appendix F presents an acceptable alternative method of determining the minimum separation distance.

5.6.2 Rain Entrainment. Outdoor air intakes that are part of the mechanical ventilation system shall be designed to manage rain entrainment in accordance with any one of the following:

- a. Limit water penetration through the intake to 0.07 oz/ft²·h (21.5 g/m²·h) of inlet area when tested using the rain test apparatus described in Section 58 of UL 1995.¹²
- b. Select louvers that limit water penetration to a maximum of 0.01 oz/ft² (3 g/m²) of louver free area at the maximum intake velocity. This water penetration rate shall be determined for a minimum 15-minute test duration when subjected to a water flow rate of 0.25 gal/min (16 mL/s) as described under the Water Penetration Test in AMCA 500-L-99¹³ or equivalent. Manage the water that penetrates the louver by providing a drainage area and/or moisture removal devices.
- c. Select louvers that restrict wind-driven rain penetration to less than 2.36 oz/ft²·h (721 g/m²·h) when subjected to a simulated rainfall of 3 in. (75 mm) per hour and a 29 mph (13 m/s) wind velocity at the design outdoor air intake rate with the air velocity calculated based on the louver face area.

Note: This performance corresponds to Class A (99% effectiveness) when rated according to AMCA 511-99¹⁴ and tested per AMCA 500-L-99.¹³

- d. Use rain hoods sized for no more than 500 fpm (2.5 m/s) face velocity with a downward-facing intake such that all intake air passes upward through a horizontal plane that intersects the solid surfaces of the hood before entering the system.
- e. Manage the water that penetrates the intake opening by providing a drainage area and/or moisture removal devices.

5.6.3 Rain Intrusion. Air-handling and distribution equipment mounted outdoors shall be designed to prevent rain intrusion into the airstream when tested at design airflow and with no airflow, using the rain test apparatus described in Section 58 of UL 1995.¹²

5.6.4 Snow Entrainment. Where climate dictates, outdoor air intakes that are part of the mechanical ventilation system shall be designed to manage melted snow blown or drawn into the system as follows:

- a. Suitable access doors to permit cleaning shall be provided.
- b. Outdoor air ductwork or plenums shall pitch to drains designed in accordance with the requirements of Section 5.11.

5.6.5 Bird Screens. Outdoor air intakes shall include a screening device designed to prevent penetration by a 0.5 in. (13 mm) diameter probe. The screening device material shall be corrosion resistant. The screening device shall be located, or other measures shall be taken, to prevent bird nesting within the outdoor air intake.

Note: Any horizontal surface may be subject to bird nesting.

5.7 Local Capture of Contaminants. The discharge from noncombustion equipment that captures the contaminants generated by the equipment shall be ducted directly to the outdoors.

Exception: Equipment specifically designed for discharge indoors in accordance with the manufacturer's recommendations.

5.8 Combustion Air. Fuel-burning appliances, both vented and unvented, shall be provided with sufficient air for combustion and adequate removal of combustion products, in accordance with manufacturer instructions. Products of combustion from vented appliances shall be vented directly outdoors.

5.9 Particulate Matter Removal. Particulate matter filters or air cleaners having a minimum efficiency reporting value (MERV) of not less than 6 when rated in accordance with ANSI/ASHRAE Standard 52.2¹⁵ shall be provided upstream of all cooling coils or other devices with wetted surfaces through which air is supplied to an occupiable space.

5.10 Dehumidification Systems. Mechanical air-conditioning systems with dehumidification capability shall be designed to comply with the following.

5.10.1 Relative Humidity. Occupied space relative humidity shall be limited to 65% or less when system performance is analyzed with outdoor air at the dehumidification design condition (that is, design dew point and mean coincident dry-bulb temperatures) and with the space interior loads (both sensible and latent) at cooling design values and space solar loads at zero.

Note: System configuration and/or climatic conditions may adequately limit space relative humidity at these conditions without additional humidity-control devices. The specified conditions challenge the system dehumidification performance with high outdoor latent load and low space sensible heat ratio.

Exception: Spaces where process or occupancy requirements dictate higher humidity conditions, such as kitchens, hot tub rooms that contain heated standing water, refrigerated or frozen storage rooms and ice rinks, and/or spaces designed and constructed to manage moisture, such as shower rooms, pools, and spas.

5.10.2 Exfiltration. For a building, the design minimum outdoor air intake shall be greater than the design maximum exhaust airflow when the mechanical air-conditioning systems are dehumidifying.

Exception: Where excess exhaust is required by process considerations and approved by the authority having jurisdiction, such as in certain industrial facilities.

Note: Although individual zones within a building may be neutral or negative with respect to outdoors or to other zones, net positive mechanical intake airflow for the building as a whole reduces infiltration of untreated outdoor air.

5.11 Drain Pans. Drain pans, including their outlets and seals, shall be designed and constructed in accordance with this section.

5.11.1 Drain Pan Slope. Pans intended to collect and drain liquid water shall be sloped at least 0.125 in. per foot (10 mm per meter) from the horizontal toward the drain outlet or shall be otherwise designed to ensure that water drains freely from the pan whether the fan is on or off.

5.11.2 Drain Outlet. The drain pan outlet shall be located at the lowest point(s) of the drain pan and shall be of sufficient diameter to preclude drain pan overflow under any normally expected operating condition.

5.11.3 Drain Seal. For configurations that result in negative static pressure at the drain pan relative to the drain outlet (such as a draw-through unit), the drain line shall include a P-trap or other sealing device designed to maintain a seal against ingestion of ambient air while allowing complete drainage of the drain pan under any normally expected operating condition, whether the fan is on or off.

5.11.4 Pan Size. The drain pan shall be located under the water-producing device. Drain pan width shall be sufficient to collect water droplets across the entire width of the water-producing device or assembly. For horizontal airflow configurations, the drain pan length shall begin at the leading face or edge of the water-producing device or assembly and extend downstream from the leaving face or edge to a distance of either:

- a. one half of the installed vertical dimension of the water-producing device or assembly, or
- b. as necessary to limit water droplet carryover beyond the drain pan to 0.0044 oz per ft² (1.5 mL per m²) of face area per hour under peak sensible and peak dew point design conditions, considering both latent load and coil face velocity.

5.12 Finned-Tube Coils and Heat Exchangers

5.12.1 Drain Pans. A drain pan in accordance with Section 5.11 shall be provided beneath all dehumidifying cooling coil assemblies and all condensate-producing heat exchangers.

5.12.2 Finned-Tube Coil Selection for Cleaning. Individual finned-tube coils or multiple finned-tube coils in series without adequate intervening access space(s) of at least 18 in. (457 mm) shall be selected to result in no more than 0.75 in. w.c. (187 Pa) combined pressure drop when dry coil face velocity is 500 fpm (2.54 m/s).

Exception: When clear and complete instructions for access and cleaning of both upstream and downstream coil surfaces are provided.

5.13 Humidifiers and Water-Spray Systems. Steam and direct evaporation humidifiers, air washers, and other water-spray systems shall be designed in accordance with this section.

5.13.1 Water Quality. Water shall originate directly from a potable source or from a source with equal or better water quality.

5.13.2 Obstructions. Air cleaners or ductwork obstructions, such as turning vanes, volume dampers, and duct offsets greater than 15 degrees, that are installed downstream of humidifiers or water spray systems shall be located a distance equal to or greater than the absorption distance recommended by the humidifier or water spray system manufacturer.

Exception: Equipment such as eliminators, coils, or evaporative media may be located within the absorption distance recommended by the manufacturer, provided a drain pan complying with the requirements of Section 5.11 is used to capture and remove any water that may drop out of the airstream due to impingement on these obstructions.

5.14 Access for Inspection, Cleaning, and Maintenance

5.14.1 Equipment Clearance. Ventilation equipment shall be installed with sufficient working space for inspection and routine maintenance (e.g., filter replacement and fan belt adjustment and replacement).

5.14.2 Ventilation Equipment Access. Access doors, panels, or other means shall be provided and sized to allow convenient and unobstructed access sufficient to inspect, maintain, and calibrate all ventilation system components for which routine inspection, maintenance, or calibration is necessary. Ventilation system components comprise, for example, air-handling units, fan-coil units, water-source heat pumps, other terminal units, controllers, and sensors.

5.14.3 Air Distribution System. Access doors, panels, or other means shall be provided in ventilation equipment, ductwork, and plenums, located and sized to allow convenient and unobstructed access for inspection, cleaning, and routine maintenance of the following:

- a. Outdoor air intake areaways or plenums
- b. Mixed air plenums
- c. Upstream surface of each heating, cooling, and heat-recovery coil or coil assembly having a total of four rows or less
- d. Both upstream and downstream surface of each heating, cooling, and heat-recovery coil having a total of more than four rows and air washers, evaporative coolers, heat wheels, and other heat exchangers
- e. Air cleaners
- f. Drain pans and drain seals
- g. Fans
- h. Humidifiers

5.15 Building Envelope and Interior Surfaces. The building envelope and interior surfaces within the building envelope shall be designed in accordance with the following.

5.15.1 Building Envelope. The building envelope, including roofs, walls, fenestration systems, and foundations, shall comply with the following:

1. A weather barrier or other means shall be provided to prevent liquid water penetration into the envelope.

Exception: When the envelope is engineered to allow incidental water penetration to occur without resulting in damage to the envelope construction.

2. An appropriately placed vapor retarder or other means shall be provided to limit water vapor diffusion to prevent condensation on cold surfaces within the envelope.

Exception: When the envelope is engineered to manage incidental condensation without resulting in damage to the envelope construction.

3. Exterior joints, seams, or penetrations in the building envelope that are pathways for air leakage shall be caulked, gasketed, weather-stripped, provided with continuous air barrier, or otherwise sealed to limit infiltration through the envelope to reduce uncontrolled entry of outdoor air moisture and pollutants.

Note: Where soils contain high concentrations of radon or other soil gas contaminants, the local authority having jurisdiction may have additional requirements, such as depressurization.

5.15.2 Condensation on Interior Surfaces. Pipes, ducts, and other surfaces within the building whose surface temperatures are expected to fall below the surrounding dew-point temperature shall be insulated. The insulation system thermal resistance and material characteristics shall be sufficient to prevent condensation from forming on the exposed surface and within the insulating material.

Exceptions:

- a. Where condensate will wet only surfaces that can be managed to prevent or control mold growth.
- b. Where local practice has demonstrated that condensation does not result in mold growth.

5.16 Buildings with Attached Parking Garages. In order to limit the entry of vehicular exhaust into occupiable spaces, buildings with attached parking garages shall:

1. maintain the garage pressure at or below the pressure of the adjacent occupiable spaces, or
2. use a vestibule to provide an airlock between the garage and the adjacent occupiable spaces, or
3. otherwise be designed to minimize migration of air from the attached parking garage into the adjacent occupiable spaces of the building.

5.17 Air Classification and Recirculation. Air shall be classified, and its recirculation shall be limited in accordance with the following sections.

5.17.1 Classification. Air (return, transfer, or exhaust air) leaving each space or location shall be designated at an expected air-quality classification not less than that shown in Tables 5-2 or 6-1 or as approved by the authority having

TABLE 5-2 Airstreams

Description	Air Class
Diazo printing equipment discharge	4
Commercial kitchen grease hoods	4
Commercial kitchen hoods other than grease	3
Laboratory hoods	4
Residential kitchen vented hoods	3

jurisdiction. The classification for air from spaces or locations that are not listed in Tables 5-2 or 6-1 shall be the same as the classification for air from the listed space type that is most similar in terms of occupant activities and building construction.

Exception: Classification of air from smoking spaces is not addressed. (Spaces that are expected to include smoking do not have a classification listed in Table 6-1.)

Note: Classifications in Tables 5-2 and 6-1 are based on relative contaminant concentration using the following subjective criteria:

- Class 1: Air with low contaminant concentration, low sensory-irritation intensity, and inoffensive odor.
- Class 2: Air with moderate contaminant concentration, mild sensory-irritation intensity, or mildly offensive odors. Class 2 air also includes air that is not necessarily harmful or objectionable but that is inappropriate for transfer or recirculation to spaces used for different purposes.
- Class 3: Air with significant contaminant concentration, significant sensory-irritation intensity, or offensive odor.
- Class 4: Air with highly objectionable fumes or gases or with potentially dangerous particles, bioaerosols, or gases, at concentrations high enough to be considered harmful.

5.17.2 Re-designation

5.17.2.1 Air Cleaning. If air leaving a space or location passes through an air-cleaning system, the cleaned air may be reclassified to a cleaner classification, using the subjective criteria noted above, with the approval of the authority having jurisdiction.

5.17.2.2 Energy Recovery. Class 2 air may be re-designated as Class 1 air in the process of recovering energy when it is diluted with outdoor air such that no more than 10% of the resulting airstream is Class 2 air. Class 3 air may be re-designated as Class 1 air in the process of recovering energy when it is diluted with outdoor air such that no more than 5% of the resulting airstream is Class 3 air.

5.17.2.3 Transfer. A mixture of air that has been transferred through or returned from more than one classification of space must be re-designated with the classification appropriate for the part of the mixture that has the highest contaminant concentration. For example, air returned from both a Class 1 and a Class 2 space served by a common system must be designated as Class 2 air.

5.17.3 Recirculation Limitations. When the Ventilation Rate Procedure of Section 6 is used to determine ventilation airflow values, recirculation of air shall be limited in accordance with the requirements of this section.

5.17.3.1 Class 1 Air. Class 1 air may be recirculated or transferred to any space.

5.17.3.2 Class 2 Air. Class 2 air may be recirculated within the space of origin. Class 2 air may be transferred or recirculated to other Class 2 or Class 3 spaces utilized for the same or similar purpose or task and involving the same or similar pollutant sources. Class 2 air may be recirculated or transferred to Class 4 spaces. Class 2 air shall not be recirculated or transferred to Class 1 spaces.

Note: Spaces that are normally Class 1 may be identified as “Spaces ancillary to Class 2 spaces” and as such classified as Class 2 spaces as permitted in Table 6-1.

5.17.3.3 Class 3 Air. Class 3 air may be recirculated within the space of origin. Class 3 air shall not be recirculated or transferred to any other space.

5.17.3.4 Class 4 Air. Class 4 air shall not be recirculated or transferred to any space nor recirculated within the space of origin.

5.17.4 Documentation. Design documentation shall indicate the justification for classification of air from any location not listed in Tables 5-2 or 6-1.

5.18 Requirements for Buildings Containing ETS Areas and ETS-Free Areas. The requirements of this section must be met when a building contains both ETS areas and ETS-free areas. Such buildings shall be constructed and operated in accordance with Sections 5.18.1 through 5.18.8. This section does not purport to achieve acceptable indoor air quality in ETS areas.

5.18.1 Classification. All spaces shall be classified as either ETS-free areas or ETS areas.

5.18.2 Pressurization. ETS-free areas shall be at a positive pressure with respect to any adjacent or connected ETS areas.

Note: Examples of methods for demonstrating relative pressure include engineering analysis, pressure differential measurement, and airflow measurement.

Exceptions:

- a. Dwelling units, including hotel and motel guestrooms, and adjacent properties under different ownership with separation walls that are structurally independent and that contain no openings. This exception shall apply only when:
 1. the separation walls are constructed as smoke barriers in accordance with the requirements of applicable standards;
 2. the separation walls include an air barrier consisting of a continuous membrane or surface treatment in the separation wall that has documented resistance to air leakage; continuity of the barrier shall be maintained at openings for pipes, ducts, and other conduits and at points where the barrier meets the outside walls and other barriers; and

3. interior corridors common to ETS and ETS-free areas are mechanically supplied with outdoor air at the rate of 0.1 cfm/ft² (0.5 L/s-m²).

- b. Adjacent spaces otherwise required to be held at negative pressure and posted with signs due to the presence of hazardous or flammable materials or vapors.

5.18.3 Separation. Solid walls, floors, ceilings, and doors equipped with automatic closing mechanisms shall separate ETS areas from ETS-free areas.

Exception: Openings without doors are permitted in the separation where engineered systems are designed to provide airflow from ETS-free areas into ETS areas, notwithstanding eddies that may occur in the immediate vicinity of the boundary between the ETS and ETS-free areas and reverse flow that may occur due to short-term conditions such as wind gusts.

Note: Examples of methods for demonstrating air motion are engineering analysis and the use of a directional airflow indicator at representative locations in the opening, such as on 1 ft (0.3 m) centers or at locations required for duct traverses in standard testing and balancing procedures, such as those described in ASHRAE Standard 111.²¹

5.18.4 Transfer Air. When air is transferred from ETS-free area to ETS areas, the transfer airflow rate shall be maintained regardless of whether operable doors or windows between ETS-free and ETS areas are opened or closed. Acceptable means of doing so include fixed openings in doors, walls, or floors, transfer grilles, transfer ducts, or unducted air plenums with air pressure differentials in compliance with Section 5.18.2.

5.18.5 Recirculation. Air-handling and natural ventilation system shall not recirculate or transfer air from an ETS area to an ETS-free area.

5.18.6 Exhaust Systems. Exhaust or relief air from an ETS area shall be discharged such that none of the air is recirculated back into any ETS-free area.

5.18.7 Signage. A sign shall be posted outside each entrance to each ETS area. The sign shall state, as a minimum, “This Area May Contain Environmental Tobacco Smoke” in letters at least 1 in. (25 mm) high or otherwise in compliance with accessibility guidelines.

Note: Based on the definition of ETS area, such a sign may be posted outside a larger ETS area that includes the area where smoking is permitted.

Exception: Instead of the specified sign, equivalent notification means acceptable to the authority having jurisdiction may be used.

5.18.8 Reclassification. An area that was previously an ETS area, but now meets the requirements of an ETS-free area, may be classified as such after intentional or allowed smoke exposure has stopped and odor and irritation from residual ETS contaminants are not apparent.

6. PROCEDURES

This section is not required for natural ventilation systems; natural ventilation systems shall be designed in accordance with Section 5.1.

6.1 General. Either the Ventilation Rate Procedure or the IAQ Procedure shall be used to design each ventilation system in a building, subject to the following considerations and restrictions.

6.1.1 Ventilation Rate Procedure. This is a prescriptive procedure in which outdoor air intake rates are determined based on space type/application, occupancy level, and floor area.

Note: The Ventilation Rate Procedure minimum rates are based on contaminant sources and source strengths that are typical for the listed space types.

6.1.2 IAQ Procedure. This is a design procedure in which outdoor air intake rates and other system design parameters are based on an analysis of contaminant sources, contaminant concentration targets, and perceived acceptability targets. The IAQ Procedure allows credit to be taken for controls that remove contaminants (for example, air-cleaning devices) or for other design techniques (for example, selection of materials with lower source strengths) that can be reliably demonstrated to result in indoor contaminant concentrations equal to or lower than those achieved using the Ventilation Rate Procedure. The IAQ Procedure may also be used where the design is intended to attain specific target contaminant concentrations or levels of acceptability of perceived indoor air quality.

6.2 Ventilation Rate Procedure. The design *outdoor air intake flow* (V_{oi}) for a ventilation system shall be determined in accordance with Sections 6.2.1 through 6.2.9.

Note: Additional explanation of terms used below is contained in Appendix A, along with a ventilation system schematic (Figure A.1).

6.2.1 Outdoor Air Treatment. If outdoor air is judged to be unacceptable in accordance with Section 4.1, each ventilation system that provides outdoor air through a supply fan shall comply with the following sections.

Exception: Systems supplying air for enclosed parking garages, warehouses, storage rooms, janitor's closets, trash rooms, recycling areas, shipping/receiving/distribution areas.

Note: Occupied spaces ventilated with outdoor air that is judged to be unacceptable are subject to reduced air quality when outdoor air is not cleaned prior to introduction to the occupied spaces.

6.2.1.1 Particulate Matter. When the building is located in an area where the national standard for PM₁₀¹ is exceeded, particle filters or air-cleaning devices shall be provided to clean the air at any location prior to its introduction to occupied spaces. Particulate matter filters or air cleaners shall have a Minimum Efficiency Reporting Value (MERV) of 6 or higher when rated in accordance with ANSI/ASHRAE Standard 52.2.¹⁵

6.2.1.2 Ozone. Air-cleaning devices for ozone shall be provided when the second-highest daily maximum one-hour average concentration exceeds 0.160 ppm (313 µg/m³). The ozone concentration for design purposes shall be determined in accordance with Appendix H to subchapter C, 40 CFR 50,¹ or equivalent.

Note: Monitored values for historical one-hour average ozone concentrations are available for United States locations at the AIRData Web site, located under www.epa.gov.

Such air-cleaning devices shall have a minimum volumetric ozone removal efficiency of 40% when installed, operated, and maintained in accordance with manufacturer recommendations and shall be approved by the authority having jurisdiction. Such devices shall be operated whenever outdoor ozone levels are expected to exceed 0.160 ppm (313 µg/m³).

Note: For United States locations, the one-hour average ozone concentration is expected to exceed the 0.160 ppm (313 µg/m³) limit when the Air Quality Index forecast exceeds 151 (category red, purple, or maroon). This forecast is available in local media or at the AIRNow Web site, located under www.epa.gov.

Exceptions: Air cleaning for ozone is not required when:

- The minimum system design outdoor air intake flow results in 1.5 ach or less.
- Control are provided that sense outdoor ozone level and reduce intake airflow to result in 1.5 ach or less while complying with the outdoor airflow requirements of Section 6.
- Outdoor air is brought into the building and heated by direct-fired, makeup air units.

6.2.1.3 Other Outdoor Contaminants. When the building is located in an area where the national standard for one or more contaminants not specifically addressed in Section 6.2.1 is exceeded, any design assumptions and/or calculation related to the impact on indoor air quality shall be included in the design documents.

6.2.2 Zone Calculations. Zone parameters shall be determined in accordance with Sections 6.2.2.1 through 6.2.2.3.

Note: In some cases it is acceptable to determine these parameters for only selected zones as outlined in Appendix A.

6.2.2.1 Breathing Zone Outdoor Airflow. The design outdoor airflow required in the *breathing zone* of the occupiable space or spaces in a zone, *i.e., the breathing zone outdoor airflow* (V_{bz}), shall be determined in accordance with Equation 6-1.

$$V_{bz} = R_p \cdot P_z + R_a \cdot A_z \quad (6-1)$$

where

zone floor area: the net occupiable floor area of the zone m² (ft²)

zone population: the largest number of people expected to occupy the zone during typical usage. If the number of people expected to occupy the zone fluctuates, P_z may be estimated based on averaging approaches described in Section 6.2.6.2

Note: If P_z cannot be accurately predicted during design, it shall be an estimated value based on the zone floor area and the default occupant density listed in Table 6-1.

R_p = outdoor airflow rate required per person as determined from Table 6-1

Note: These values are based on adapted occupants.

R_a = outdoor airflow rate required per unit area as determined from Table 6-1

Note: Equation 6-1 is the means of accounting for people-related sources and area-related sources for determining the outdoor air required at the *breathing zone*. The use of Equation 6-1 in the context of this standard does not necessarily imply that simple addition of sources can be applied to any other aspect of indoor air quality.

6.2.2.2 Zone Air Distribution Effectiveness. The *zone air distribution effectiveness* (E_z) shall be determined using Table 6-2.

6.2.2.3 Zone Outdoor Airflow. The design *zone outdoor airflow* (V_{oz}), i.e., the outdoor airflow that must be provided to the zone by the supply air distribution system, shall be determined in accordance with Equation 6-2.

$$V_{oz} = V_{bz}/E_z \quad (6-2)$$

6.2.3 Single-Zone Systems. When one air handler supplies a mixture of outdoor air and recirculated air to only one zone, the *outdoor air intake flow* (V_{ot}) shall be determined in accordance with Equation 6-3.

$$V_{ot} = V_{oz} \quad (6-3)$$

6.2.4 100% Outdoor Air Systems. When one air handler supplies only outdoor air to one or more zones, the *outdoor air intake flow* (V_{ot}) shall be determined in accordance with Equation 6-4.

$$V_{ot} = \sum_{all\ zones} V_{oz} \quad (6-4)$$

6.2.5 Multiple-Zone Recirculating Systems. When one air handler supplies a mixture of outdoor air and recirculated return air to more than one zone, the *outdoor air intake flow* (V_{ot}) shall be determined in accordance with Sections 6.2.5.1 through 6.2.5.4.

6.2.5.1 Primary Outdoor Air Fraction. When Table 6-3 is used to determine system ventilation efficiency, the *zone primary outdoor air fraction* (Z_p) shall be determined in accordance with Equation 6-5.

$$Z_p = V_{oz}/V_{pz} \quad (6-5)$$

where V_{pz} is the zone primary airflow, i.e., the primary airflow to the zone from the air handler including outdoor air and recirculated return air.

Note: For VAV systems, V_{pz} is the minimum expected primary airflow for design purposes.

6.2.5.2 System Ventilation Efficiency. The *system ventilation efficiency* (E_v) shall be determined using Table 6-3 or Appendix A.

6.2.5.3 Uncorrected Outdoor Air Intake. The design *uncorrected outdoor air intake* (V_{ou}) shall be determined in accordance with Equation 6-6.

$$V_{ou} = D \sum_{all\ zones} (R_p \cdot P_z) + \sum_{all\ zones} (R_a \cdot A_z) \quad (6-6)$$

The *occupant diversity*, D , may be used to account for variations in occupancy within the zones served by the system. The *occupancy diversity* is defined as

$$D = P_s / \sum_{all\ zones} P_z, \quad (6-7)$$

where the *system population* (P_s) is the total population in the area served by the system. Alternative methods may be used to account for population diversity when calculating V_{ou} , provided that the resulting value is no less than that determined by Equation 6-6.

Note: The *uncorrected outdoor air intake* (V_{ou}) is adjusted for diversity but uncorrected for ventilation efficiency.

6.2.5.4 Outdoor Air Intake. The design *outdoor air intake flow* (V_{ot}) shall be determined in accordance with Equation 6-8.

$$V_{ot} = V_{ou}/E_v \quad (6-8)$$

6.2.6 Design for Varying Operating Conditions

6.2.6.1 Variable Load Conditions. Ventilation systems shall be designed to be capable of providing the required ventilation rates in the breathing zone whenever the zones served by the system are occupied, including all full- and part-load conditions.

6.2.6.2 Short-Term Conditions. If it is known that peak occupancy will be of short duration and/or ventilation will be varied or interrupted for a short period of time, the design may be based on the average conditions over a time period T determined by Equation 6-9.

$$T = 3v/V_{bz} \quad (6-9a)$$

$$T = 50v/V_{bz} \quad (6-9b)$$

where

T = averaging time period, min

v = the volume of the zone for which averaging is being applied, ft³ (m³)

V_{bz} = the *breathing zone outdoor airflow* calculated using Equation 6-1 and the design value of the zone population P_z , cfm (L/s)

Acceptable design adjustments based on this optional provision include the following:

1. Zones with fluctuating occupancy: the *zone population* (P_z) may be averaged over time T .
2. Zones with intermittent interruption of supply air: the average outdoor airflow supplied to the *breathing zone* over time T shall be no less than the *breathing zone outdoor airflow* (V_{bz}) calculated using Equation 6-1.
3. Systems with intermittent closure of the outdoor air intake: the average outdoor air intake over time T shall be no less than the *minimum outdoor air intake* (V_{ot}) calculated using Equation 6-3, 6-4, or 6-8 as appropriate.

TABLE 6-1 MINIMUM VENTILATION RATES IN BREATHING ZONE
 (This table is not valid in isolation; it must be used in conjunction with the accompanying notes.)

Occupancy Category	People Outdoor Air Rate R_p		Area Outdoor Air Rate R_a		Notes	Default Values		Air Class	
	cfm/person	L/s-person	cfm/ft ²	L/s-m ²		Occupant Density (see Note 4)	Combined Outdoor Air Rate (see Note 5)		
						#/1000 ft ² or #/100 m ²	cfm/person		L/s-person
Correctional Facilities									
Cell	5	2.5	0.12	0.6		25	10	4.9	2
Dayroom	5	2.5	0.06	0.3		30	7	3.5	1
Guard stations	5	2.5	0.06	0.3		15	9	4.5	1
Booking/waiting	7.5	3.8	0.06	0.3		50	9	4.4	2
Educational Facilities									
Daycare (through age 4)	10	5	0.18	0.9		25	17	8.6	2
Daycare sickroom	10	5	0.18	0.9		25	17	8.6	3
Classrooms (ages 5–8)	10	5	0.12	0.6		25	15	7.4	1
Classrooms (age 9 plus)	10	5	0.12	0.6		35	13	6.7	1
Lecture classroom	7.5	3.8	0.06	0.3		65	8	4.3	1
Lecture hall (fixed seats)	7.5	3.8	0.06	0.3		150	8	4.0	1
Art classroom	10	5	0.18	0.9		20	19	9.5	2
Science laboratories	10	5	0.18	0.9		25	17	8.6	2
University/college laboratories	10	5	0.18	0.9		25	17	8.6	2
Wood/metal shop	10	5	0.18	0.9		20	19	9.5	2
Computer lab	10	5	0.12	0.6		25	15	7.4	1
Media center	10	5	0.12	0.6	A	25	15	7.4	1
Music/theater/dance	10	5	0.06	0.3		35	12	5.9	1
Multi-use assembly	7.5	3.8	0.06	0.3		100	8	4.1	1
Food and Beverage Service									
Restaurant dining rooms	7.5	3.8	0.18	0.9		70	10	5.1	2
Cafeteria/fast-food dining	7.5	3.8	0.18	0.9		100	9	4.7	2
Bars, cocktail lounges	7.5	3.8	0.18	0.9		100	9	4.7	2
General									
Break rooms	5	2.5	0.06	0.3		25	10	5.1	1
Coffee stations	5	2.5	0.06	0.3		20	11	5.5	1
Conference/meeting	5	2.5	0.06	0.3		50	6	3.1	1
Corridors	–	–	0.06	0.3		–	–	–	1
Storage rooms	–	–	0.12	0.6	B	–	–	–	1
Hotels, Motels, Resorts, Dormitories									
Bedroom/living room	5	2.5	0.06	0.3		10	11	5.5	1
Barracks sleeping areas	5	2.5	0.06	0.3		20	8	4.0	1
Laundry rooms, central	5	2.5	0.12	0.6		10	17	8.5	2
Laundry rooms within dwelling units	5	2.5	0.12	0.6		10	17	8.5	1
Lobbies/prefunction	7.5	3.8	0.06	0.3		30	10	4.8	1
Multipurpose assembly	5	2.5	0.06	0.3		120	6	2.8	1

TABLE 6-1 MINIMUM VENTILATION RATES IN BREATHING ZONE (continued)
 (This table is not valid in isolation; it must be used in conjunction with the accompanying notes.)

Occupancy Category	People Outdoor Air Rate R_p		Area Outdoor Air Rate R_a		Notes	Default Values		Air Class	
						Occupant Density (see Note 4)	Combined Outdoor Air Rate (see Note 5)		
	cfm/person	L/s-person	cfm/ft ²	L/s·m ²		#/1000 ft ² or #/100 m ²	cfm/person		L/s-person
Office Buildings									
Office space	5	2.5	0.06	0.3		5	17	8.5	1
Reception areas	5	2.5	0.06	0.3		30	7	3.5	1
Telephone/data entry	5	2.5	0.06	0.3		60	6	3.0	1
Main entry lobbies	5	2.5	0.06	0.3		10	11	5.5	1
Miscellaneous Spaces									
Bank vaults/safe deposit	5	2.5	0.06	0.3		5	17	8.5	2
Computer (not printing)	5	2.5	0.06	0.3		4	20	10.0	1
Electrical equipment rooms	—	—	0.06	0.3	B	—	—	—	1
Elevator machine rooms	—	—	0.12	0.6	B	—	—	—	1
Pharmacy (prep. area)	5	2.5	0.18	0.9		10	23	11.5	2
Photo studios	5	2.5	0.12	0.6		10	17	8.5	1
Shipping/receiving	—	—	0.12	0.6	B	—	—	—	1
Telephone closets	—	—	0.00	0.0		—	—	—	1
Transportation waiting	7.5	3.8	0.06	0.3		100	8	4.1	1
Warehouses	—	—	0.06	0.3	B	—	—	—	2
Public Assembly Spaces									
Auditorium seating area	5	2.5	0.06	0.3		150	5	2.7	1
Places of religious worship	5	2.5	0.06	0.3		120	6	2.8	1
Courtrooms	5	2.5	0.06	0.3		70	6	2.9	1
Legislative chambers	5	2.5	0.06	0.3		50	6	3.1	1
Libraries	5	2.5	0.12	0.6		10	17	8.5	1
Lobbies	5	2.5	0.06	0.3		150	5	2.7	1
Museums (children's)	7.5	3.8	0.12	0.6		40	11	5.3	1
Museums/galleries	7.5	3.8	0.06	0.3		40	9	4.6	1
Residential									
Dwelling unit	5	2.5	0.06	0.3	F,G	F	—	—	1
Common corridors	—	—	0.06	0.3		—	—	—	1
Retail									
Sales (except as below)	7.5	3.8	0.12	0.6		15	16	7.8	2
Mall common areas	7.5	3.8	0.06	0.3		40	9	4.6	1
Barbershop	7.5	3.8	0.06	0.3		25	10	5.0	2
Beauty and nail salons	20	10	0.12	0.6		25	25	12.4	2
Pet shops (animal areas)	7.5	3.8	0.18	0.9		10	26	12.8	2
Supermarket	7.5	3.8	0.06	0.3		8	15	7.6	1
Coin-operated laundries	7.5	3.8	0.06	0.3		20	11	5.3	2

TABLE 6-1 MINIMUM VENTILATION RATES IN BREATHING ZONE (continued)
 (This table is not valid in isolation; it must be used in conjunction with the accompanying notes.)

Occupancy Category	People Outdoor Air Rate		Area Outdoor Air Rate		Notes	Default Values			Air Class
	R_p		R_a			Occupant Density (see Note 4)	Combined Outdoor Air Rate (see Note 5)		
	cfm/person	L/s-person	cfm/ft ²	L/s-m ²		#/1000 ft ² or #/100 m ²	cfm/person	L/s-person	
Sports and Entertainment									
Sports arena (play area)	—	—	0.30	1.5	E	—			1
Gym, stadium (play area)	—	—	0.30	1.5		30			2
Spectator areas	7.5	3.8	0.06	0.3		150	8	4.0	1
Swimming (pool & deck)	—	—	0.48	2.4	C	—			2
Disco/dance floors	20	10	0.06	0.3		100	21	10.3	1
Health club/aerobics room	20	10	0.06	0.3		40	22	10.8	2
Health club/weight rooms	20	10	0.06	0.3		10	26	13.0	2
Bowling alley (seating)	10	5	0.12	0.6		40	13	6.5	1
Gambling casinos	7.5	3.8	0.18	0.9		120	9	4.6	1
Game arcades	7.5	3.8	0.18	0.9		20	17	8.3	1
Stages studios	10	5	0.06	0.3	D	70	11	5.4	1

GENERAL NOTES FOR TABLE 6-1

- 1 **Related requirements:** The rates in this table are based on all other applicable requirements of this standard being met.
- Smoking: This table applies to no-smoking areas. Rates for smoking-permitted spaces must be determined using other methods. See Section 6.2.9 for ventilation requirements in smoking areas.
- Air density: Volumetric airflow rates are based on an air density of 0.075 lb_{da}/ft³ (1.2 kg_{da}/m³), which corresponds to dry air at a barometric pressure of 1 atm (101.3 kPa) and an air temperature of 70°F (21°C). Rates may be adjusted for actual density but such adjustment is not required for compliance with this standard.
- 4 **Default occupant density:** The default occupant density shall be used when actual occupant density is not known.
- 5 **Default combined outdoor air rate (per person):** This rate is based on the default occupant density.
- 6 **Unlisted occupancies:** If the occupancy category for a proposed space or zone is not listed, the requirements for the listed occupancy category that is most similar in terms of occupant density, activities and building construction shall be used.
- 7 **Health-care facilities:** Rates shall be determined in accordance with Appendix E.

ITEM-SPECIFIC NOTES FOR TABLE 6-1

- A For high school and college libraries, use values shown for Public Assembly Spaces—Libraries.
- B Rate may not be sufficient when stored materials include those having potentially harmful emissions.
- C Rate does not allow for humidity control. Additional ventilation or dehumidification may be required to remove moisture.
- D Rate does not include special exhaust for stage effects, e.g., dry ice vapors, smoke.
- E When combustion equipment is intended to be used on the playing surface, additional dilution ventilation and/or source control shall be provided.
- F Default occupancy for dwelling units shall be two persons for studio and one-bedroom units, with one additional person for each additional bedroom.
- G Air from one residential dwelling shall not be recirculated or transferred to any other space outside of that dwelling.

6.2.7 Dynamic Reset. The system may be designed to reset the design outdoor air intake flow (V_{oi}) and/or space or zone airflow as operating conditions change. These conditions include but are not limited to:

1. Variations in occupancy or ventilation airflow in one or more individual zones for which ventilation airflow requirements will be reset.
Note: Examples of measures for estimating such variations include: occupancy scheduled by time-of-day, a direct count of occupants, or an estimate of occupancy or ventilation rate per person using occupancy sensors such as those based on indoor CO₂ concentrations.
2. Variations in the efficiency with which outdoor air is distributed to the occupants under different ventilation system airflows and temperatures.
3. A higher fraction of outdoor air in the air supply due to intake of additional outdoor air for free cooling or exhaust air makeup.

6.2.8 Exhaust Ventilation. Exhaust airflow shall be provided in accordance with the requirements in Table 6-4. Exhaust makeup air may be any combination of outdoor air, recirculated air, and transfer air.

6.2.9 Ventilation in Smoking Areas. Smoking areas shall have more ventilation and/or air cleaning than comparable no-smoking areas. Specific ventilation rate requirements cannot be determined until cognizant authorities determine the concentration of smoke that achieves an acceptable level of risk. Air from smoking areas shall not be recirculated or transferred to no-smoking areas.

6.3 Indoor Air Quality (IAQ) Procedure. The Indoor Air Quality (IAQ) Procedure is a performance-based design approach in which the building and its ventilation system are designed to maintain the concentrations of specific contaminants at or below certain limits identified during the building design and to achieve the design target level of perceived indoor air quality acceptability by building occupants and/or

TABLE 6-2 Zone Air Distribution Effectiveness

Air Distribution Configuration	E_z
Ceiling supply of cool air.	1.0
Ceiling supply of warm air and floor return.	1.0
Ceiling supply of warm air 15°F (8°C) or more above space temperature and ceiling return.	0.8
Ceiling supply of warm air less than 15°F (8°C) above space temperature and ceiling return provided that the 150 fpm (0.8 m/s) supply air jet reaches to within 4.5 ft (1.4 m) of floor level. <i>Note:</i> For lower velocity supply air, $E_z = 0.8$.	1.0
Floor supply of cool air and ceiling return provided that the 150 fpm (0.8 m/s) supply jet reaches 4.5 ft (1.4 m) or more above the floor. <i>Note:</i> Most underfloor air distribution systems comply with this proviso.	1.0
Floor supply of cool air and ceiling return, provided low-velocity displacement ventilation achieves unidirectional flow and thermal stratification.	1.2
Floor supply of warm air and floor return.	1.0
Floor supply of warm air and ceiling return.	0.7
Makeup supply drawn in on the opposite side of the room from the exhaust and/or return.	0.8
Makeup supply drawn in near to the exhaust and/or return location.	0.5

1. "Cool air" is air cooler than space temperature.
2. "Warm air" is air warmer than space temperature.
3. "Ceiling" includes any point above the *breathing zone*.
4. "Floor" includes any point below the *breathing zone*.
5. As an alternative to using the above values, E_z may be regarded as equal to air change effectiveness determined in accordance with ANSI/ASHRAE Standard 129¹⁶ for all air distribution configurations except unidirectional flow.

TABLE 6-3 System Ventilation Efficiency

Max (Z_p)	E_v
≤0.15	1.0
≤0.25	0.9
≤0.35	0.8
≤0.45	0.7
≤0.55	0.6
>0.55	Use Appendix A

1. "Max Z_p " refers to the largest value of Z_p , calculated using Equation 6-5, among all the zones served by the system.
2. For values of Z_p between 0.15 and 0.55, one may determine the corresponding value of E_v by interpolating the values in the table.
3. The values of E_v in this table are based on a 0.15 average outdoor air fraction for the system (i.e., the ratio of the *uncorrected outdoor air intake* V_{oi} to the total *zone primary airflow* for all the zones served by the air handler). For systems with higher values of the average outdoor air fraction, this table may result in unrealistically low values of E_v and the use of Appendix A may yield more practical results.

visitors. For the purposes of this procedure, acceptable perceived indoor air quality excludes dissatisfaction related to thermal comfort, noise and vibration, lighting, and psychological stressors.

6.3.1 Designs employing the IAQ Procedure shall comply with the requirements in the following sections.

6.3.1.1 Contaminant Sources. Contaminants of concern for purposes of the design shall be identified. For each

contaminant of concern, indoor and outdoor sources shall be identified, and the strength of each source shall be determined.

6.3.1.2 Contaminant Concentration. For each contaminant of concern, a target concentration limit and its corresponding exposure period and an appropriate reference to a cognizant authority shall be specified. (See Appendix B for some contaminant concentration guidelines.)

6.3.1.3 Perceived Indoor Air Quality. The criteria to achieve the design level of acceptability shall be specified in terms of the percentage of building occupants and/or visitors expressing satisfaction with perceived IAQ.

6.3.1.4 Design Approaches. Select one or a combination of the following design approaches to determine minimum space and system outdoor airflow rates and all other design parameters deemed relevant (e.g., air-cleaning efficiencies and supply airflow rates).

- a. Mass balance analysis. The steady-state equations in Appendix D, which describe the impact of air cleaning on outdoor air and recirculation rates, may be used as part of a mass balance analysis for ventilation systems serving a single space.
- b. Design approaches that have proved successful in similar buildings.
- c. Approaches validated by contaminant monitoring and subjective occupant evaluations in the completed building. An acceptable approach to subjective evaluation is presented in Appendix B, which may be used to validate the acceptability of perceived air quality in the completed building.
- d. Application of one of the preceding design approaches (a, b, or c) to specific contaminants and the use of the Ventilation Rate Procedure to address the general aspects of indoor air quality in the space being designed. In this situation, the Ventilation Rate Procedure would be used to determine the design ventilation rate of the space and the IAQ Procedure would be used to address the control of the specific contaminants through air cleaning or some other means.

6.3.2 Documentation. When the IAQ Procedure is used, the following information shall be included in the design documentation: the contaminants of concern considered in the design process, the sources and source strengths of the contaminants of concern, the target concentration limits and exposure periods and the references for these limits, the design approach used to control the contaminants of concern, and the background or justification for this design approach. If the design is based on an approach that has proved successful for similar buildings, the documentation shall include the basis for concluding that the design approach was successful in the other buildings and the basis for concluding that the previous buildings are relevant to the new design. If contaminant monitoring and occupant evaluation are to be used to demonstrate compliance, then the monitoring and evaluation plans shall also be included in the documentation.

TABLE 6-4 Minimum Exhaust Rates

Occupancy Category	Exhaust Rate, cfm/unit	Exhaust Rate, cfm/ft ²	Notes	Exhaust Rate, L/s-unit	Exhaust Rate, L/s·m ²	Air Class
Arenas	—	0.50	B	—	—	1
Art classrooms	—	0.70		—	3.5	2
Auto repair rooms	—	1.50	A	—	7.5	2
Barber shops	—	0.50		—	2.5	2
Beauty and nail salons	—	0.60		—	3.0	2
Cells with toilet	—	1.00		—	5.0	2
Copy, printing rooms	—	0.50		—	2.5	2
Darkrooms	—	1.00		—	5.0	2
Educational science laboratories	—	1.00		—	5.0	2
Janitor closets, trash rooms, recycling	—	1.00		—	5.0	3
Kitchenettes	—	0.30		—	1.5	2
Kitchens—commercial	—	0.70		—	3.5	2
Locker/dressing rooms	—	0.25		—	1.25	2
Locker rooms	—	0.50		—	2.5	2
Paint spray booths	—	—	F	—	—	4
Parking garages	—	0.75	C	—	3.7	2
Pet shops (animal areas)	—	0.90		—	4.5	2
Refrigerating machinery rooms	—	—	F	—	—	3
Residential kitchens	50/100	—	G	25/50	—	2
Soiled laundry storage rooms	—	1.00	F	—	5.0	3
Storage rooms, chemical	—	1.50	F	—	7.5	4
Toilets—private	25/50	—	E	12.5/25	—	2
Toilets—public	50/70	—	D	25/35	—	2
Woodwork shop/classrooms	—	0.50		—	2.5	2

A Stands where engines are run shall have exhaust systems that directly connect to the engine exhaust and prevent escape of fumes.
 When combustion equipment is intended to be used on the playing surface additional dilution ventilation and/or source control shall be provided.
 Exhaust not required if two or more sides comprise walls that are at least 50% open to the outside.
 Rate is per water closet and/or urinal. Provide the higher rate where periods of heavy use are expected to occur, e.g., toilets in theatres, schools, and sports facilities. The lower rate may be used otherwise.
 Rate is for a toilet room intended to be occupied by one person at a time. For continuous system operation during normal hours of use, the lower rate may be used. Otherwise use the higher rate.
 See other applicable standards for exhaust rate.
 For continuous system operation, the lower rate may be used. Otherwise use the higher rate.

6.4 Design Documentation Procedures. Design criteria and assumptions shall be documented and should be made available for operation of the system within a reasonable time after installation. See Sections 4.3, 5.2.3, 5.17.4, and 6.3.2 regarding assumptions that should be detailed in the documentation.

7. CONSTRUCTION AND SYSTEM START-UP

7.1 Construction Phase

7.1.1 Application. The requirements of this section apply to ventilation systems and the spaces they serve in new buildings and additions to or alterations in existing buildings.

7.1.2 Filters. Systems designed with particle filters shall not be operated without filters in place.

7.1.3 Protection of Materials. When recommended by the manufacturer, building materials shall be protected from

rain and other sources of moisture by appropriate in-transit and on-site procedures. Porous materials with visible microbial growth shall not be installed. Nonporous materials with visible microbial growth shall be decontaminated.

7.1.4 Protection of Occupied Areas

7.1.4.1 Application. The requirements of Section 7.1.4 apply when construction requires a building permit and entails sanding, cutting, grinding, or other activities that generate significant amounts of airborne particles or procedures that generate significant amounts of gaseous contaminants.

7.1.4.2 Protective Measures. Measures shall be employed to reduce the migration of construction-generated contaminants to occupied areas. Examples of acceptable measures include, but are not limited to, sealing the construction area using temporary walls or plastic sheathing, exhausting

the construction area, and/or pressurizing contiguous occupied areas.

7.1.5 Air Duct System Construction. Air duct systems shall be constructed in accordance with the following standards, as applicable:

- a. The following sections of SMACNA's *HVAC Duct Construction Standards—Metal and Flexible*:¹⁷
 - Section S1.9j of Section 1.6, Duct Construction and Installation Standards
 - Section 2.6, Installation Standards for Rectangular Ducts Using Flexible Liner
 - Section 3.5, Duct Installation Standards
 - Section 3.6, Specification for Joining and Attaching Flexible Duct
 - Section 3.7, Specification for Supporting Flexible Duct
 - Sections S6.1, S6.3, S6.4, and S6.5 of Section 6.1, Casing and Plenum Construction standards
- b. All sections of SMACNA's *Fibrous Glass Duct Construction Standards*¹⁸
- c. *NFPA 90A*,¹⁹ *Standard for the Installation of Air-Conditioning and Ventilating Systems*, and *NFPA 90B*,²⁰ *Standard for the Installation of Warm Air Heating and Air-Conditioning Systems*

7.2 System Start-Up

7.2.1 Application. The requirements of this section apply to the following ventilation systems:

- a. Newly installed air-handling systems.
- b. Existing air-handling systems undergoing supply air or outdoor airflow reduction—only the requirements of Section 7.2.2 shall apply to these altered systems.
- c. Existing air-handling distribution systems undergoing alterations affecting more than 25% of the floor area served by the systems—only the requirements of Section 7.2.2 shall apply to these altered systems.

7.2.2 Air Balancing. Ventilation systems shall be balanced in accordance with ASHRAE Standard 111,²¹ SMACNA's *HVAC Systems—Testing, Adjusting and Balancing*,²² or equivalent at least to the extent necessary to verify conformance with the total outdoor air flow and space supply airflow requirements of this standard.

7.2.3 Testing of Drain Pans. To minimize conditions of water stagnation that may result in microbial growth, drain pans shall be field tested under normal operating conditions to ensure proper drainage.

Exception: Field testing of drain pans is not required if units with factory-installed drain pans have been certified (attested in writing) by the manufacturer for proper drainage when installed as recommended.

7.2.4 Ventilation System Start-Up. Ventilation air distribution systems shall be clean of dirt and debris.

7.2.5 Outdoor Air Dampers. Prior to occupancy, each ventilation system shall be tested to ensure that outdoor air

dampers operate properly in accordance with the system design.

7.2.6 Documentation. The following ventilation system documentation shall be provided to the building owner or his/her designee, retained within the building, and made available to the building operating personnel:

- a. An operating and maintenance manual describing basic data relating to the operation and maintenance of ventilation systems and equipment as installed.
- b. HVAC controls information consisting of diagrams, schematics, control sequence narratives, and maintenance and/or calibration information.
- c. An air balance report documenting the work performed for Section 7.2.2.
- d. Construction drawings of record, control drawings, and final design drawings.
- e. Design criteria and assumptions.

8. OPERATIONS AND MAINTENANCE

8.1 General

8.1.1 Application. The requirements of this section apply to buildings and their ventilation systems and their components constructed or renovated after the adoption date of this section.

8.1.2 Operations and Maintenance. The ventilation system shall be operated and maintained at a minimum in accordance with the provisions of this standard.

8.1.3 Building Alterations or Change-of-Use. Ventilation system design, operation, and maintenance shall be reevaluated when changes in building use or occupancy category, significant building alterations, significant changes in occupant density, or other changes inconsistent with system design assumptions are made.

8.2 Operations and Maintenance Manual. An Operations and Maintenance (O&M) Manual, either written or electronic, shall be developed and maintained on site or in a centrally accessible location for the working life of the applicable ventilation system equipment or components. This manual shall be updated as necessary. The manual shall include, at a minimum, the O&M procedures, final design drawings, O&M schedules and any changes made thereto, and the maintenance requirements and frequencies detailed in Section 8.4.

8.3 Ventilation System Operation. Mechanical and natural ventilation systems shall be operated in a manner consistent with the O&M Manual.

8.4 Ventilation System Maintenance

8.4.1 Ventilation System Components. The building ventilation system components shall be maintained in accordance with the O&M Manual or as required by this section and summarized in Table 8-1.

8.4.1.1 Filters and Air-Cleaning Devices. All filters and air-cleaning devices shall be replaced or maintained as specified by the O&M Manual.

Anexo 3: Cálculo desarrollado por el software CHVAC

- Elite

FACULTAD DE ODONTOLOGIA DE LA USMP
HVAC Load Analysis

for



CHVAC COMMERCIAL
HVAC LOADS

Prepared By:

Lima, Peru

Wednesday, July 09, 2014



Building Summary Loads

Building peaks in March at 2pm.

Bldg Load Descriptions	Area Quan	Sen Loss	%Tot Loss	Lat Gain	Sen Gain	Net Gain	%Net Gain
Roof	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Wall	11,835	0	0.00	0	70,522	70,522	3.92
Glass	2,142	0	0.00	0	150,715	150,715	8.37
Floor Slab	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Skin Loads		0	0.00	0	221,237	221,237	12.28
Lighting	47,228	0	0.00	0	198,215	198,215	11.00
Equipment	19,000	0	0.00	0	79,742	79,742	4.43
People	1,098	0	0.00	207,632	330,882	538,514	29.90
Partition	14,377	0	0.00	0	61,893	61,893	3.44
Cool. Pret.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Heat. Pret.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Cool. Vent.	13,332	0	0.00	401,038	205,001	606,039	33.65
Heat. Vent.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Cool. Infil.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Heat. Infil.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Draw-Thru Fan	0	0	0.00	0	21,501	21,501	1.19
Blow-Thru Fan	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Reserve Cap.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Reheat Cap.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Supply Duct	0	0	0.00	0	59,231	59,231	3.29
Return Duct	0	0	0.00	0	14,808	14,808	0.82
Misc. Supply	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Misc. Return	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Building Totals		0	0.00	608,670	1,192,510	1,801,179	100.00

Building Summary	Sen Loss	%Tot Loss	Lat Gain	Sen Gain	Net Gain	%Net Gain
Ventilation	0	0.00	401,038	205,001	606,039	33.65
Infiltration	0	0.00	0	0	0	0.00
Pretreated Air	0	0.00	0	0	0	0.00
Zone Loads	0	0.00	207,632	891,968	1,099,600	61.05
Plenum Loads	0	0.00	0	0	0	0.00
Fan & Duct Loads	0	0.00	0	95,540	95,540	5.30
Building Totals	0	0.00	608,670	1,192,510	1,801,179	100.00

Check Figures

Total Building Supply Air (based on a 17° TD):	53,929 CFM
Total Building Vent. Air (24.72% of Supply):	13,332 CFM
Total Conditioned Air Space:	20,534 Sq.ft
Supply Air Per Unit Area:	2.6263 CFM/Sq.ft
Area Per Cooling Capacity:	136.8 Sq.ft/Ton
Cooling Capacity Per Area:	0.0073 Tons/Sq.ft
Heating Capacity Per Area:	0.00 Btuh/Sq.ft
Total Heating Required With Outside Air:	0 Btuh
Total Cooling Required With Outside Air:	150.10 Tons

**Air Handler #1 - Sum 01 - Total Load Summary**

Air Handler Description: Sum 01 Constant Volume - Proportion
 Supply Air Fan: Draw-Thru with program estimated horsepower of 0.53 HP
 Fan Input: 80% motor and fan efficiency with 0.8 in. water across the fan
 Sensible Heat Ratio: 0.79 --- This system occurs 1 time(s) in the building. ---

Air System Peak Time: 2pm in March.
 Outdoor Conditions: 86° DB, 75° WB, 113.96 grains

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

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

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

Zone space sensible gain:	57,920 Btuh	
Infiltration sensible gain:	0 Btuh	
Draw-thru fan sensible gain:	1,345 Btuh	
Supply duct sensible gain:	3,704 Btuh	
Reserve sensible gain:	0 Btuh	
Total sensible gain on supply side of coil:		62,969 Btuh

Cooling Supply Air: $62,969 / (.998 \times 1.1 \times 17) =$	3,372 CFM
Summer Vent Outside Air (35.6% of supply) =	1,200 CFM

Return duct sensible gain:	926 Btuh	
Return plenum sensible gain:	0 Btuh	
Outside air sensible gain:	18,452 Btuh	1,200 CFM
Blow-thru fan sensible gain:	0 Btuh	
Total sensible gain on return side of coil:		19,378 Btuh
Total sensible gain on air handling system:		82,347 Btuh

Zone space latent gain:	17,050 Btuh	
Infiltration latent gain:	0 Btuh	
Outside air latent gain:	35,095 Btuh	
Total latent gain on air handling system:		52,145 Btuh
Total system sensible and latent gain:		134,492 Btuh

Check Figures

Total Air Handler Supply Air (based on a 17° TD):	3,372 CFM
Total Air Handler Vent. Air (35.58% of Supply):	1,200 CFM
Total Conditioned Air Space:	1,956 Sq.ft
Supply Air Per Unit Area:	1.7238 CFM/Sq.ft
Area Per Cooling Capacity:	174.6 Sq.ft/Ton
Cooling Capacity Per Area:	0.0057 Tons/Sq.ft
Heating Capacity Per Area:	0.00 Btuh/Sq.ft
Total Heating Required With Outside Air:	0 Btuh
Total Cooling Required With Outside Air:	11.21 Tons

**Air Handler #2 - Sum 02 - Total Load Summary**

Air Handler Description: Sum 02 Constant Volume - Proportion
 Supply Air Fan: Draw-Thru with program estimated horsepower of 0.53 HP
 Fan Input: 80% motor and fan efficiency with 0.8 in. water across the fan
 Sensible Heat Ratio: 0.79 --- This system occurs 1 time(s) in the building. ---

Air System Peak Time: 2pm in March.
 Outdoor Conditions: 86° DB, 75° WB, 113.96 grains

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

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

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

Zone space sensible gain:	57,920 Btuh	
Infiltration sensible gain:	0 Btuh	
Draw-thru fan sensible gain:	1,345 Btuh	
Supply duct sensible gain:	3,704 Btuh	
Reserve sensible gain:	0 Btuh	
Total sensible gain on supply side of coil:		62,969 Btuh

Cooling Supply Air: $62,969 / (.998 \times 1.1 \times 17) =$	3,372 CFM
Summer Vent Outside Air (35.6% of supply) =	1,200 CFM

Return duct sensible gain:	926 Btuh	
Return plenum sensible gain:	0 Btuh	
Outside air sensible gain:	18,452 Btuh	1,200 CFM
Blow-thru fan sensible gain:	0 Btuh	
Total sensible gain on return side of coil:		19,378 Btuh
Total sensible gain on air handling system:		82,347 Btuh

Zone space latent gain:	17,050 Btuh	
Infiltration latent gain:	0 Btuh	
Outside air latent gain:	35,095 Btuh	
Total latent gain on air handling system:		52,145 Btuh
Total system sensible and latent gain:		134,492 Btuh

Check Figures

Total Air Handler Supply Air (based on a 17° TD):	3,372 CFM
Total Air Handler Vent. Air (35.58% of Supply):	1,200 CFM
Total Conditioned Air Space:	1,956 Sq.ft
Supply Air Per Unit Area:	1.7238 CFM/Sq.ft
Area Per Cooling Capacity:	174.6 Sq.ft/Ton
Cooling Capacity Per Area:	0.0057 Tons/Sq.ft
Heating Capacity Per Area:	0.00 Btuh/Sq.ft
Total Heating Required With Outside Air:	0 Btuh
Total Cooling Required With Outside Air:	11.21 Tons

**Air Handler #3 - Sum 03 - Total Load Summary**

Air Handler Description: Sum 03 Constant Volume - Proportion
 Supply Air Fan: Draw-Thru with program estimated horsepower of 0.53 HP
 Fan Input: 80% motor and fan efficiency with 0.8 in. water across the fan
 Sensible Heat Ratio: 0.79 --- This system occurs 1 time(s) in the building. ---

Air System Peak Time: 2pm in March.
 Outdoor Conditions: 86° DB, 75° WB, 113.96 grains

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

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

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

Zone space sensible gain:	57,920 Btuh	
Infiltration sensible gain:	0 Btuh	
Draw-thru fan sensible gain:	1,345 Btuh	
Supply duct sensible gain:	3,704 Btuh	
Reserve sensible gain:	0 Btuh	
Total sensible gain on supply side of coil:		62,969 Btuh

Cooling Supply Air: $62,969 / (.998 \times 1.1 \times 17) =$	3,372 CFM
Summer Vent Outside Air (35.6% of supply) =	1,200 CFM

Return duct sensible gain:	926 Btuh	
Return plenum sensible gain:	0 Btuh	
Outside air sensible gain:	18,452 Btuh	1,200 CFM
Blow-thru fan sensible gain:	0 Btuh	
Total sensible gain on return side of coil:		19,378 Btuh
Total sensible gain on air handling system:		82,347 Btuh

Zone space latent gain:	17,050 Btuh	
Infiltration latent gain:	0 Btuh	
Outside air latent gain:	35,095 Btuh	
Total latent gain on air handling system:		52,145 Btuh
Total system sensible and latent gain:		134,492 Btuh

Check Figures

Total Air Handler Supply Air (based on a 17° TD):	3,372 CFM
Total Air Handler Vent. Air (35.58% of Supply):	1,200 CFM
Total Conditioned Air Space:	1,956 Sq.ft
Supply Air Per Unit Area:	1.7238 CFM/Sq.ft
Area Per Cooling Capacity:	174.6 Sq.ft/Ton
Cooling Capacity Per Area:	0.0057 Tons/Sq.ft
Heating Capacity Per Area:	0.00 Btuh/Sq.ft
Total Heating Required With Outside Air:	0 Btuh
Total Cooling Required With Outside Air:	11.21 Tons

**Air Handler #4 - Oficina 01 - Total Load Summary**

Air Handler Description: Oficina 01 Constant Volume - Proportion
 Supply Air Fan: Draw-Thru with program estimated horsepower of 0.07 HP
 Fan Input: 80% motor and fan efficiency with 0.8 in. water across the fan
 Sensible Heat Ratio: 0.95 --- This system occurs 1 time(s) in the building. ---

Air System Peak Time: 3pm in January.
 Outdoor Conditions: 86° DB, 75° WB, 113.40 grains

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

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

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

Zone space sensible gain:	7,188 Btuh	
Infiltration sensible gain:	0 Btuh	
Draw-thru fan sensible gain:	167 Btuh	
Supply duct sensible gain:	460 Btuh	
Reserve sensible gain:	0 Btuh	
Total sensible gain on supply side of coil:		7,815 Btuh

Cooling Supply Air: $7,815 / (.998 \times 1.1 \times 17) =$	418 CFM
Summer Vent Outside Air (7.2% of supply) =	30 CFM

Return duct sensible gain:	115 Btuh	
Return plenum sensible gain:	0 Btuh	
Outside air sensible gain:	461 Btuh	30 CFM
Blow-thru fan sensible gain:	0 Btuh	
Total sensible gain on return side of coil:		576 Btuh
Total sensible gain on air handling system:		8,391 Btuh

Zone space latent gain:	341 Btuh	
Infiltration latent gain:	0 Btuh	
Outside air latent gain:	1,119 Btuh	
Total latent gain on air handling system:		1,460 Btuh
Total system sensible and latent gain:		9,851 Btuh

Check Figures

Total Air Handler Supply Air (based on a 17° TD):	418 CFM
Total Air Handler Vent. Air (7.17% of Supply):	30 CFM
Total Conditioned Air Space:	171 Sq.ft
Supply Air Per Unit Area:	2.4545 CFM/Sq.ft
Area Per Cooling Capacity:	207.7 Sq.ft/Ton
Cooling Capacity Per Area:	0.0048 Tons/Sq.ft
Heating Capacity Per Area:	0.00 Btuh/Sq.ft
Total Heating Required With Outside Air:	0 Btuh
Total Cooling Required With Outside Air:	0.82 Tons

**Air Handler #5 - Sala De Reuniones 01 - Total Load Summary**

Air Handler Description: Sala De Reuniones 01 Constant Volume - Proportion
 Supply Air Fan: Draw-Thru with program estimated horsepower of 0.06 HP
 Fan Input: 80% motor and fan efficiency with 0.8 in. water across the fan
 Sensible Heat Ratio: 0.85 --- This system occurs 1 time(s) in the building. ---

Air System Peak Time: 5pm in January.
 Outdoor Conditions: 85° DB, 75° WB, 115.28 grains

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

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

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

Zone space sensible gain:	6,964 Btuh	
Infiltration sensible gain:	0 Btuh	
Draw-thru fan sensible gain:	162 Btuh	
Supply duct sensible gain:	445 Btuh	
Reserve sensible gain:	0 Btuh	
Total sensible gain on supply side of coil:		7,571 Btuh

Cooling Supply Air: $7,571 / (.998 \times 1.1 \times 17) =$	405 CFM
Summer Vent Outside Air (29.6% of supply) =	120 CFM

Return duct sensible gain:	111 Btuh	
Return plenum sensible gain:	0 Btuh	
Outside air sensible gain:	1,713 Btuh	120 CFM
Blow-thru fan sensible gain:	0 Btuh	
Total sensible gain on return side of coil:		1,825 Btuh
Total sensible gain on air handling system:		9,396 Btuh

Zone space latent gain:	1,364 Btuh	
Infiltration latent gain:	0 Btuh	
Outside air latent gain:	4,611 Btuh	
Total latent gain on air handling system:		5,975 Btuh
Total system sensible and latent gain:		15,370 Btuh

Check Figures

Total Air Handler Supply Air (based on a 17° TD):	405 CFM
Total Air Handler Vent. Air (29.60% of Supply):	120 CFM
Total Conditioned Air Space:	182 Sq.ft
Supply Air Per Unit Area:	2.2233 CFM/Sq.ft
Area Per Cooling Capacity:	142.4 Sq.ft/Ton
Cooling Capacity Per Area:	0.0070 Tons/Sq.ft
Heating Capacity Per Area:	0.00 Btuh/Sq.ft
Total Heating Required With Outside Air:	0 Btuh
Total Cooling Required With Outside Air:	1.28 Tons



Air Handler #6 - Oficina De Coordinacion - Total Load Summary

Air Handler Description: Oficina De Coordinacion Constant Volume - Proportion
 Supply Air Fan: Draw-Thru with program estimated horsepower of 0.19 HP
 Fan Input: 80% motor and fan efficiency with 0.8 in. water across the fan
 Sensible Heat Ratio: 0.93 --- This system occurs 1 time(s) in the building. ---

Air System Peak Time: 3pm in January.
 Outdoor Conditions: 86° DB, 75° WB, 113.40 grains

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

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

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

Zone space sensible gain:	21,004 Btuh	
Infiltration sensible gain:	0 Btuh	
Draw-thru fan sensible gain:	488 Btuh	
Supply duct sensible gain:	1,343 Btuh	
Reserve sensible gain:	0 Btuh	
Total sensible gain on supply side of coil:		22,835 Btuh

Cooling Supply Air: $22,835 / (.998 \times 1.1 \times 17) =$	1,223 CFM
Summer Vent Outside Air (12.3% of supply) =	150 CFM

Return duct sensible gain:	336 Btuh	
Return plenum sensible gain:	0 Btuh	
Outside air sensible gain:	2,306 Btuh	150 CFM
Blow-thru fan sensible gain:	0 Btuh	
Total sensible gain on return side of coil:		2,642 Btuh
Total sensible gain on air handling system:		25,477 Btuh

Zone space latent gain:	1,705 Btuh	
Infiltration latent gain:	0 Btuh	
Outside air latent gain:	5,597 Btuh	
Total latent gain on air handling system:		7,302 Btuh
Total system sensible and latent gain:		32,779 Btuh

Check Figures

Total Air Handler Supply Air (based on a 17° TD):	1,223 CFM
Total Air Handler Vent. Air (12.27% of Supply):	150 CFM
Total Conditioned Air Space:	639 Sq.ft
Supply Air Per Unit Area:	1.9133 CFM/Sq.ft
Area Per Cooling Capacity:	234.0 Sq.ft/Ton
Cooling Capacity Per Area:	0.0043 Tons/Sq.ft
Heating Capacity Per Area:	0.00 Btuh/Sq.ft
Total Heating Required With Outside Air:	0 Btuh
Total Cooling Required With Outside Air:	2.73 Tons

**Air Handler #7 - Oficina De Psicologia - Total Load Summary**

Air Handler Description: Oficina De Psicologia Constant Volume - Proportion
 Supply Air Fan: Draw-Thru with program estimated horsepower of 0.09 HP
 Fan Input: 80% motor and fan efficiency with 0.8 in. water across the fan
 Sensible Heat Ratio: 0.87 --- This system occurs 1 time(s) in the building. ---

Air System Peak Time: 5pm in January.
 Outdoor Conditions: 85° DB, 75° WB, 115.28 grains

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

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

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

Zone space sensible gain:	10,322 Btuh	
Infiltration sensible gain:	0 Btuh	
Draw-thru fan sensible gain:	240 Btuh	
Supply duct sensible gain:	660 Btuh	
Reserve sensible gain:	0 Btuh	
Total sensible gain on supply side of coil:		11,221 Btuh

Cooling Supply Air: $11,221 / (.998 \times 1.1 \times 17) =$	601 CFM
Summer Vent Outside Air (25.0% of supply) =	150 CFM

Return duct sensible gain:	165 Btuh	
Return plenum sensible gain:	0 Btuh	
Outside air sensible gain:	2,142 Btuh	150 CFM
Blow-thru fan sensible gain:	0 Btuh	
Total sensible gain on return side of coil:		2,307 Btuh
Total sensible gain on air handling system:		13,528 Btuh

Zone space latent gain:	1,705 Btuh	
Infiltration latent gain:	0 Btuh	
Outside air latent gain:	5,763 Btuh	
Total latent gain on air handling system:		7,468 Btuh
Total system sensible and latent gain:		20,996 Btuh

Check Figures

Total Air Handler Supply Air (based on a 17° TD):	601 CFM
Total Air Handler Vent. Air (24.96% of Supply):	150 CFM

Total Conditioned Air Space:	267 Sq.ft
Supply Air Per Unit Area:	2.2512 CFM/Sq.ft
Area Per Cooling Capacity:	152.6 Sq.ft/Ton
Cooling Capacity Per Area:	0.0066 Tons/Sq.ft
Heating Capacity Per Area:	0.00 Btuh/Sq.ft

Total Heating Required With Outside Air:	0 Btuh
Total Cooling Required With Outside Air:	1.75 Tons

**Air Handler #8 - Rack 01 - Total Load Summary**

Air Handler Description: Rack 01 Constant Volume - Proportion
 Supply Air Fan: Draw-Thru with program estimated horsepower of 0.08 HP
 Fan Input: 80% motor and fan efficiency with 0.8 in. water across the fan
 Sensible Heat Ratio: 1.00 --- This system occurs 1 time(s) in the building. ---

Air System Peak Time: 5pm in January.
 Outdoor Conditions: 85° DB, 75° WB, 115.28 grains

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

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

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

Zone space sensible gain:	8,305 Btuh	
Infiltration sensible gain:	0 Btuh	
Draw-thru fan sensible gain:	193 Btuh	
Supply duct sensible gain:	531 Btuh	
Reserve sensible gain:	0 Btuh	
Total sensible gain on supply side of coil:		9,028 Btuh

Cooling Supply Air: $9,028 / (.998 \times 1.1 \times 17) =$	483 CFM
Summer Vent Outside Air (0.0% of supply) =	0 CFM

Return duct sensible gain:	133 Btuh	
Return plenum sensible gain:	0 Btuh	
Outside air sensible gain:	0 Btuh	0 CFM
Blow-thru fan sensible gain:	0 Btuh	
Total sensible gain on return side of coil:		133 Btuh
Total sensible gain on air handling system:		9,161 Btuh

Zone space latent gain:	0 Btuh	
Infiltration latent gain:	0 Btuh	
Outside air latent gain:	0 Btuh	
Total latent gain on air handling system:		0 Btuh
Total system sensible and latent gain:		9,161 Btuh

Check Figures

Total Air Handler Supply Air (based on a 17° TD):	483 CFM
Total Air Handler Vent. Air (0.00% of Supply):	0 CFM
Total Conditioned Air Space:	75 Sq.ft
Supply Air Per Unit Area:	6.4260 CFM/Sq.ft
Area Per Cooling Capacity:	98.6 Sq.ft/Ton
Cooling Capacity Per Area:	0.0101 Tons/Sq.ft
Heating Capacity Per Area:	0.00 Btuh/Sq.ft
Total Heating Required With Outside Air:	0 Btuh
Total Cooling Required With Outside Air:	0.76 Tons

**Air Handler #9 - Aula 201 - Total Load Summary**

Air Handler Description: Aula 201 Constant Volume - Proportion
 Supply Air Fan: Draw-Thru with program estimated horsepower of 0.39 HP
 Fan Input: 80% motor and fan efficiency with 0.8 in. water across the fan
 Sensible Heat Ratio: 0.80 --- This system occurs 1 time(s) in the building. ---

Air System Peak Time: 1pm in March.
 Outdoor Conditions: 85° DB, 75° WB, 115.47 grains

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

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

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

Zone space sensible gain:	42,320 Btuh	
Infiltration sensible gain:	0 Btuh	
Draw-thru fan sensible gain:	982 Btuh	
Supply duct sensible gain:	2,706 Btuh	
Reserve sensible gain:	0 Btuh	
Total sensible gain on supply side of coil:		46,009 Btuh

Cooling Supply Air: $46,009 / (.998 \times 1.1 \times 17) =$	2,464 CFM
Summer Vent Outside Air (32.1% of supply) =	792 CFM

Return duct sensible gain:	677 Btuh	
Return plenum sensible gain:	0 Btuh	
Outside air sensible gain:	11,308 Btuh	792 CFM
Blow-thru fan sensible gain:	0 Btuh	
Total sensible gain on return side of coil:		11,985 Btuh
Total sensible gain on air handling system:		57,994 Btuh

Zone space latent gain:	11,253 Btuh	
Infiltration latent gain:	0 Btuh	
Outside air latent gain:	24,042 Btuh	
Total latent gain on air handling system:		35,295 Btuh
Total system sensible and latent gain:		93,289 Btuh

Check Figures

Total Air Handler Supply Air (based on a 17° TD):	2,464 CFM
Total Air Handler Vent. Air (32.14% of Supply):	792 CFM
Total Conditioned Air Space:	1,042 Sq.ft
Supply Air Per Unit Area:	2,3657 CFM/Sq.ft
Area Per Cooling Capacity:	134.0 Sq.ft/Ton
Cooling Capacity Per Area:	0.0075 Tons/Sq.ft
Heating Capacity Per Area:	0.00 Btuh/Sq.ft
Total Heating Required With Outside Air:	0 Btuh
Total Cooling Required With Outside Air:	7.77 Tons



Air Handler #10 - Aula 202 - Total Load Summary

Air Handler Description: Aula 202 Constant Volume - Proportion
 Supply Air Fan: Draw-Thru with program estimated horsepower of 0.39 HP
 Fan Input: 80% motor and fan efficiency with 0.8 in. water across the fan
 Sensible Heat Ratio: 0.80 --- This system occurs 1 time(s) in the building. ---

Air System Peak Time: 2pm in March.
 Outdoor Conditions: 86° DB, 75° WB, 113.96 grains

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

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

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

Zone space sensible gain:	42,675 Btuh	
Filtration sensible gain:	0 Btuh	
Draw-thru fan sensible gain:	991 Btuh	
Supply duct sensible gain:	2,729 Btuh	
Reserve sensible gain:	0 Btuh	
Total sensible gain on supply side of coil:		46,394 Btuh

Cooling Supply Air: $46,394 / (.998 \times 1.1 \times 17) =$	2,485 CFM
Summer Vent Outside Air (31.9% of supply) =	792 CFM

Return duct sensible gain:	682 Btuh	
Return plenum sensible gain:	0 Btuh	
Outside air sensible gain:	12,178 Btuh	792 CFM
Draw-thru fan sensible gain:	0 Btuh	
Total sensible gain on return side of coil:		12,861 Btuh
Total sensible gain on air handling system:		59,255 Btuh

Zone space latent gain:	11,253 Btuh	
Filtration latent gain:	0 Btuh	
Outside air latent gain:	23,163 Btuh	
Total latent gain on air handling system:		34,416 Btuh
Total system sensible and latent gain:		93,671 Btuh

Check Figures

Total Air Handler Supply Air (based on a 17° TD):	2,485 CFM
Total Air Handler Vent. Air (31.87% of Supply):	792 CFM
Total Conditioned Air Space:	1,042 Sq.ft
Supply Air Per Unit Area:	2.3855 CFM/Sq.ft
Area Per Cooling Capacity:	133.4 Sq.ft/Ton
Cooling Capacity Per Area:	0.0075 Tons/Sq.ft
Heating Capacity Per Area:	0.00 Btuh/Sq.ft
Total Heating Required With Outside Air:	0 Btuh
Total Cooling Required With Outside Air:	7.81 Tons

**Air Handler #11 - Aula 203 - Total Load Summary**

Air Handler Description: Aula 203 Constant Volume - Proportion
 Supply Air Fan: Draw-Thru with program estimated horsepower of 0.39 HP
 Fan Input: 80% motor and fan efficiency with 0.8 in. water across the fan
 Sensible Heat Ratio: 0.80 --- This system occurs 1 time(s) in the building. ---

Air System Peak Time: 1pm in March.
 Outdoor Conditions: 85° DB, 75° WB, 115.47 grains

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

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

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

Zone space sensible gain:	42,320 Btuh	
Infiltration sensible gain:	0 Btuh	
Draw-thru fan sensible gain:	982 Btuh	
Supply duct sensible gain:	2,706 Btuh	
Reserve sensible gain:	0 Btuh	
Total sensible gain on supply side of coil:		46,009 Btuh

Cooling Supply Air: $46,009 / (.998 \times 1.1 \times 17) =$	2,464 CFM
Summer Vent Outside Air (32.1% of supply) =	792 CFM

Return duct sensible gain:	677 Btuh	
Return plenum sensible gain:	0 Btuh	
Outside air sensible gain:	11,308 Btuh	792 CFM
Blow-thru fan sensible gain:	0 Btuh	
Total sensible gain on return side of coil:		11,985 Btuh
Total sensible gain on air handling system:		57,994 Btuh

Zone space latent gain:	11,253 Btuh	
Infiltration latent gain:	0 Btuh	
Outside air latent gain:	24,042 Btuh	
Total latent gain on air handling system:		35,295 Btuh
Total system sensible and latent gain:		93,289 Btuh

Check Figures

Total Air Handler Supply Air (based on a 17° TD):	2,464 CFM
Total Air Handler Vent. Air (32.14% of Supply):	792 CFM
Total Conditioned Air Space:	1,042 Sq.ft
Supply Air Per Unit Area:	2.3657 CFM/Sq.ft
Area Per Cooling Capacity:	134.0 Sq.ft/Ton
Cooling Capacity Per Area:	0.0075 Tons/Sq.ft
Heating Capacity Per Area:	0.00 Btuh/Sq.ft
Total Heating Required With Outside Air:	0 Btuh
Total Cooling Required With Outside Air:	7.77 Tons



Air Handler #12 - Aula 204 - Total Load Summary

Air Handler Description: Aula 204 Constant Volume - Proportion
 Supply Air Fan: Draw-Thru with program estimated horsepower of 0.39 HP
 Fan Input: 80% motor and fan efficiency with 0.8 in. water across the fan
 Sensible Heat Ratio: 0.80 --- This system occurs 1 time(s) in the building. ---

Air System Peak Time: 2pm in March.
 Outdoor Conditions: 86° DB, 75° WB, 113.96 grains

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

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

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

Zone space sensible gain:	42,675 Btuh	
Infiltration sensible gain:	0 Btuh	
Draw-thru fan sensible gain:	991 Btuh	
Supply duct sensible gain:	2,729 Btuh	
Reserve sensible gain:	0 Btuh	
Total sensible gain on supply side of coil:		46,394 Btuh

Cooling Supply Air: $46,394 / (.998 \times 1.1 \times 17) =$	2,485 CFM
Summer Vent Outside Air (31.9% of supply) =	792 CFM

Return duct sensible gain:	682 Btuh	
Return plenum sensible gain:	0 Btuh	
Outside air sensible gain:	12,178 Btuh	792 CFM
Blow-thru fan sensible gain:	0 Btuh	
Total sensible gain on return side of coil:		12,861 Btuh
Total sensible gain on air handling system:		59,255 Btuh

Zone space latent gain:	11,253 Btuh	
Infiltration latent gain:	0 Btuh	
Outside air latent gain:	23,163 Btuh	
Total latent gain on air handling system:		34,416 Btuh
Total system sensible and latent gain:		93,671 Btuh

Check Figures

Total Air Handler Supply Air (based on a 17° TD):	2,485 CFM
Total Air Handler Vent. Air (31.87% of Supply):	792 CFM
Total Conditioned Air Space:	1,042 Sq.ft
Supply Air Per Unit Area:	2.3855 CFM/Sq.ft
Area Per Cooling Capacity:	133.4 Sq.ft/Ton
Cooling Capacity Per Area:	0.0075 Tons/Sq.ft
Heating Capacity Per Area:	0.00 Btuh/Sq.ft
Total Heating Required With Outside Air:	0 Btuh
Total Cooling Required With Outside Air:	7.81 Tons



Air Handler #13 - Aula 205 - Total Load Summary

Air Handler Description: Aula 205 Constant Volume - Proportion
 Supply Air Fan: Draw-Thru with program estimated horsepower of 0.39 HP
 Fan Input: 80% motor and fan efficiency with 0.8 in. water across the fan
 Sensible Heat Ratio: 0.80 --- This system occurs 1 time(s) in the building. ---

Air System Peak Time: 1pm in March.
 Outdoor Conditions: 85° DB, 75° WB, 115.47 grains

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

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

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

Zone space sensible gain:	42,320 Btuh	
infiltration sensible gain:	0 Btuh	
Draw-thru fan sensible gain:	982 Btuh	
Supply duct sensible gain:	2,706 Btuh	
Reserve sensible gain:	0 Btuh	
Total sensible gain on supply side of coil:		46,009 Btuh

Cooling Supply Air: $46,009 / (.998 \times 1.1 \times 17) =$	2,464 CFM
Summer Vent Outside Air (32.1% of supply) =	792 CFM

Return duct sensible gain:	677 Btuh	
Return plenum sensible gain:	0 Btuh	
Outside air sensible gain:	11,308 Btuh	792 CFM
Blow-thru fan sensible gain:	0 Btuh	
Total sensible gain on return side of coil:		11,985 Btuh
Total sensible gain on air handling system:		57,994 Btuh

Zone space latent gain:	11,253 Btuh	
Infiltration latent gain:	0 Btuh	
Outside air latent gain:	24,042 Btuh	
Total latent gain on air handling system:		35,295 Btuh
Total system sensible and latent gain:		93,289 Btuh

Check Figures

Total Air Handler Supply Air (based on a 17° TD):	2,464 CFM
Total Air Handler Vent. Air (32.14% of Supply):	792 CFM
Total Conditioned Air Space:	1,042 Sq.ft
Supply Air Per Unit Area:	2.3657 CFM/Sq.ft
Area Per Cooling Capacity:	134.0 Sq.ft/Ton
Cooling Capacity Per Area:	0.0075 Tons/Sq.ft
Heating Capacity Per Area:	0.00 Btuh/Sq.ft
Total Heating Required With Outside Air:	0 Btuh
Total Cooling Required With Outside Air:	7.77 Tons



Air Handler #14 - Aula 206 - Total Load Summary

Air Handler Description: Aula 206 Constant Volume - Proportion
 Supply Air Fan: Draw-Thru with program estimated horsepower of 0.39 HP
 Fan Input: 80% motor and fan efficiency with 0.8 in. water across the fan
 Sensible Heat Ratio: 0.80 --- This system occurs 1 time(s) in the building. ---

Air System Peak Time: 2pm in March.
 Outdoor Conditions: 86° DB, 75° WB, 113.96 grains

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

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

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

Zone space sensible gain:	42,675 Btuh	
Infiltration sensible gain:	0 Btuh	
Draw-thru fan sensible gain:	991 Btuh	
Supply duct sensible gain:	2,729 Btuh	
Reserve sensible gain:	0 Btuh	
Total sensible gain on supply side of coil:		46,394 Btuh

Cooling Supply Air: $46,394 / (.998 \times 1.1 \times 17) =$	2,485 CFM
Summer Vent Outside Air (31.9% of supply) =	792 CFM

Return duct sensible gain:	682 Btuh	
Return plenum sensible gain:	0 Btuh	
Outside air sensible gain:	12,178 Btuh	792 CFM
Blow-thru fan sensible gain:	0 Btuh	
Total sensible gain on return side of coil:		12,861 Btuh
Total sensible gain on air handling system:		59,255 Btuh

Zone space latent gain:	11,253 Btuh	
Infiltration latent gain:	0 Btuh	
Outside air latent gain:	23,163 Btuh	
Total latent gain on air handling system:		34,416 Btuh
Total system sensible and latent gain:		93,671 Btuh

Check Figures

Total Air Handler Supply Air (based on a 17° TD):	2,485 CFM
Total Air Handler Vent. Air (31.87% of Supply):	792 CFM
Total Conditioned Air Space:	1,042 Sq.ft
Supply Air Per Unit Area:	2.3855 CFM/Sq.ft
Area Per Cooling Capacity:	133.4 Sq.ft/Ton
Cooling Capacity Per Area:	0.0075 Tons/Sq.ft
Heating Capacity Per Area:	0.00 Btuh/Sq.ft
Total Heating Required With Outside Air:	0 Btuh
Total Cooling Required With Outside Air:	7.81 Tons

**Air Handler #15 - Aula De Usos Multiples 01 - Total Load Summary**

Air Handler Description: Aula De Usos Multiples 01 Constant Volume - Proportion
 Supply Air Fan: Draw-Thru with program estimated horsepower of 0.25 HP
 Fan Input: 80% motor and fan efficiency with 0.8 in. water across the fan
 Sensible Heat Ratio: 0.87
 --- This system occurs 1 time(s) in the building. ---

Air System Peak Time: 3pm in January.
 Outdoor Conditions: 86° DB, 75° WB, 113.40 grains

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

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

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

Zone space sensible gain:	26,947 Btuh	
Infiltration sensible gain:	0 Btuh	
Draw-thru fan sensible gain:	626 Btuh	
Supply duct sensible gain:	1,723 Btuh	
Reserve sensible gain:	0 Btuh	
Total sensible gain on supply side of coil:		29,296 Btuh

Cooling Supply Air: $29,296 / (.998 \times 1.1 \times 17) =$	1,569 CFM
Summer Vent Outside Air (19.1% of supply) =	300 CFM

Return duct sensible gain:	431 Btuh	
Return plenum sensible gain:	0 Btuh	
Outside air sensible gain:	4,613 Btuh	300 CFM
Blow-thru fan sensible gain:	0 Btuh	
Total sensible gain on return side of coil:		5,044 Btuh
Total sensible gain on air handling system:		34,340 Btuh

Zone space latent gain:	4,263 Btuh	
Infiltration latent gain:	0 Btuh	
Outside air latent gain:	11,193 Btuh	
Total latent gain on air handling system:		15,456 Btuh
Total system sensible and latent gain:		49,795 Btuh

Check Figures

Total Air Handler Supply Air (based on a 17° TD):	1,569 CFM
Total Air Handler Vent. Air (19.12% of Supply):	300 CFM
Total Conditioned Air Space:	553 Sq.ft
Supply Air Per Unit Area:	2.8386 CFM/Sq.ft
Area Per Cooling Capacity:	133.2 Sq.ft/Ton
Cooling Capacity Per Area:	0.0075 Tons/Sq.ft
Heating Capacity Per Area:	0.00 Btuh/Sq.ft
Total Heating Required With Outside Air:	0 Btuh
Total Cooling Required With Outside Air:	4.15 Tons



Air Handler #16 - Oficina De Psicopedagogia 01 - Total Load Summary

Air Handler Description: Oficina De Psicopedagogia 01 Constant Volume - Proportion
 Supply Air Fan: Draw-Thru with program estimated horsepower of 0.12 HP
 Fan Input: 80% motor and fan efficiency with 0.8 in. water across the fan
 Sensible Heat Ratio: 0.89 --- This system occurs 1 time(s) in the building. ---

Air System Peak Time: 3pm in January.
 Outdoor Conditions: 86° DB, 75° WB, 113.40 grains

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

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

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

Zone space sensible gain:	13,107 Btuh	
Infiltration sensible gain:	0 Btuh	
Draw-thru fan sensible gain:	304 Btuh	
Supply duct sensible gain:	838 Btuh	
Reserve sensible gain:	0 Btuh	
Total sensible gain on supply side of coil:		14,249 Btuh

Cooling Supply Air: $14,249 / (.998 \times 1.1 \times 17) =$	763 CFM
Summer Vent Outside Air (19.7% of supply) =	150 CFM

Return duct sensible gain:	210 Btuh	
Return plenum sensible gain:	0 Btuh	
Outside air sensible gain:	2,306 Btuh	150 CFM
Blow-thru fan sensible gain:	0 Btuh	
Total sensible gain on return side of coil:		2,516 Btuh
Total sensible gain on air handling system:		16,766 Btuh

Zone space latent gain:	1,705 Btuh	
Infiltration latent gain:	0 Btuh	
Outside air latent gain:	5,597 Btuh	
Total latent gain on air handling system:		7,302 Btuh
Total system sensible and latent gain:		24,067 Btuh

Check Figures

Total Air Handler Supply Air (based on a 17° TD):	763 CFM
Total Air Handler Vent. Air (19.66% of Supply):	150 CFM
Total Conditioned Air Space:	267 Sq.ft
Supply Air Per Unit Area:	2.8587 CFM/Sq.ft
Area Per Cooling Capacity:	133.1 Sq.ft/Ton
Cooling Capacity Per Area:	0.0075 Tons/Sq.ft
Heating Capacity Per Area:	0.00 Btuh/Sq.ft
Total Heating Required With Outside Air:	0 Btuh
Total Cooling Required With Outside Air:	2.01 Tons



Air Handler #17 - Rack 02 - Total Load Summary

Air Handler Description: Rack 02 Constant Volume - Proportion
 Supply Air Fan: Draw-Thru with program estimated horsepower of 0.08 HP
 Fan Input: 80% motor and fan efficiency with 0.8 in. water across the fan
 Sensible Heat Ratio: 1.00 --- This system occurs 1 time(s) in the building. ---

Air System Peak Time: 5pm in January.
 Outdoor Conditions: 85° DB, 75° WB, 115.28 grains

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

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

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

Zone space sensible gain:	8,305 Btuh	
Infiltration sensible gain:	0 Btuh	
Draw-thru fan sensible gain:	193 Btuh	
Supply duct sensible gain:	531 Btuh	
Reserve sensible gain:	0 Btuh	
Total sensible gain on supply side of coil:		9,028 Btuh

Cooling Supply Air: $9,028 / (.998 \times 1.1 \times 17) =$	483 CFM
Summer Vent Outside Air (0.0% of supply) =	0 CFM

Return duct sensible gain:	133 Btuh	
Return plenum sensible gain:	0 Btuh	
Outside air sensible gain:	0 Btuh	0 CFM
Blow-thru fan sensible gain:	0 Btuh	
Total sensible gain on return side of coil:		133 Btuh
Total sensible gain on air handling system:		9,161 Btuh

Zone space latent gain:	0 Btuh	
Infiltration latent gain:	0 Btuh	
Outside air latent gain:	0 Btuh	
Total latent gain on air handling system:		0 Btuh
Total system sensible and latent gain:		9,161 Btuh

Check Figures

Total Air Handler Supply Air (based on a 17° TD):	483 CFM
Total Air Handler Vent. Air (0.00% of Supply):	0 CFM
Total Conditioned Air Space:	75 Sq.ft
Supply Air Per Unit Area:	6.4260 CFM/Sq.ft
Area Per Cooling Capacity:	98.6 Sq.ft/Ton
Cooling Capacity Per Area:	0.0101 Tons/Sq.ft
Heating Capacity Per Area:	0.00 Btuh/Sq.ft
Total Heating Required With Outside Air:	0 Btuh
Total Cooling Required With Outside Air:	0.76 Tons



Air Handler #18 - Aula 301 - Total Load Summary

Air Handler Description: Aula 301 Constant Volume - Proportion
 Supply Air Fan: Draw-Thru with program estimated horsepower of 0.37 HP
 Fan Input: 80% motor and fan efficiency with 0.8 in. water across the fan
 Sensible Heat Ratio: 0.83 --- This system occurs 1 time(s) in the building. ---

Air System Peak Time: 2pm in March.
 Outdoor Conditions: 86° DB, 75° WB, 113.96 grains

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

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

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

Zone space sensible gain:	37,560 Btuh	
Infiltration sensible gain:	0 Btuh	
Draw-thru fan sensible gain:	931 Btuh	
Supply duct sensible gain:	2,566 Btuh	
Reserve sensible gain:	0 Btuh	
Total sensible gain on supply side of coil:		41,058 Btuh

Cooling Supply Air: $41,058 / (.998 \times 1.1 \times 16) =$	2,336 CFM
Summer Vent Outside Air (25.7% of supply) =	600 CFM

Return duct sensible gain:	642 Btuh	
Return plenum sensible gain:	0 Btuh	
Outside air sensible gain:	9,226 Btuh	600 CFM
Blow-thru fan sensible gain:	0 Btuh	
Total sensible gain on return side of coil:		9,868 Btuh
Total sensible gain on air handling system:		50,925 Btuh

Zone space latent gain:	8,525 Btuh	
Infiltration latent gain:	0 Btuh	
Outside air latent gain:	17,548 Btuh	
Total latent gain on air handling system:		26,073 Btuh
Total system sensible and latent gain:		76,998 Btuh

Check Figures

Total Air Handler Supply Air (based on a 16° TD):	2,336 CFM
Total Air Handler Vent. Air (25.68% of Supply):	600 CFM
Total Conditioned Air Space:	854 Sq.ft
Supply Air Per Unit Area:	2.7358 CFM/Sq.ft
Area Per Cooling Capacity:	133.1 Sq.ft/Ton
Cooling Capacity Per Area:	0.0075 Tons/Sq.ft
Heating Capacity Per Area:	0.00 Btuh/Sq.ft
Total Heating Required With Outside Air:	0 Btuh
Total Cooling Required With Outside Air:	6.42 Tons

**Air Handler #19 - Aula 302 - Total Load Summary**

Air Handler Description: Aula 302 Constant Volume - Proportion
 Supply Air Fan: Draw-Thru with program estimated horsepower of 0.37 HP
 Fan Input: 80% motor and fan efficiency with 0.8 in. water across the fan
 Sensible Heat Ratio: 0.83 --- This system occurs 1 time(s) in the building. ---

Air System Peak Time: 2pm in March.
 Outdoor Conditions: 86° DB, 75° WB, 113.96 grains

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

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

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

Zone space sensible gain:	37,864 Btuh	
Infiltration sensible gain:	0 Btuh	
Draw-thru fan sensible gain:	939 Btuh	
Supply duct sensible gain:	2,587 Btuh	
Reserve sensible gain:	0 Btuh	
Total sensible gain on supply side of coil:		41,390 Btuh

Cooling Supply Air: $41,390 / (.998 \times 1.1 \times 16) =$	2,355 CFM
Summer Vent Outside Air (25.5% of supply) =	600 CFM

Return duct sensible gain:	647 Btuh	
Return plenum sensible gain:	0 Btuh	
Outside air sensible gain:	9,226 Btuh	600 CFM
Blow-thru fan sensible gain:	0 Btuh	
Total sensible gain on return side of coil:		9,873 Btuh
Total sensible gain on air handling system:		51,263 Btuh

Zone space latent gain:	8,525 Btuh	
Infiltration latent gain:	0 Btuh	
Outside air latent gain:	17,548 Btuh	
Total latent gain on air handling system:		26,073 Btuh
Total system sensible and latent gain:		77,336 Btuh

Check Figures

Total Air Handler Supply Air (based on a 16° TD):	2,355 CFM
Total Air Handler Vent. Air (25.47% of Supply):	600 CFM
Total Conditioned Air Space:	854 Sq.ft
Supply Air Per Unit Area:	2.7579 CFM/Sq.ft
Area Per Cooling Capacity:	132.5 Sq.ft/Ton
Cooling Capacity Per Area:	0.0075 Tons/Sq.ft
Heating Capacity Per Area:	0.00 Btuh/Sq.ft
Total Heating Required With Outside Air:	0 Btuh
Total Cooling Required With Outside Air:	6.44 Tons



Air Handler #20 - Aula 303 - Total Load Summary

Air Handler Description: Aula 303 Constant Volume - Proportion
 Supply Air Fan: Draw-Thru with program estimated horsepower of 0.37 HP
 Fan Input: 80% motor and fan efficiency with 0.8 in. water across the fan
 Sensible Heat Ratio: 0.83 --- This system occurs 1 time(s) in the building. ---
 Air System Peak Time: 2pm in March.
 Outdoor Conditions: 86° DB, 75° WB, 113.96 grains

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

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

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

Zone space sensible gain:	37,560 Btuh	
Infiltration sensible gain:	0 Btuh	
Draw-thru fan sensible gain:	931 Btuh	
Supply duct sensible gain:	2,566 Btuh	
Reserve sensible gain:	0 Btuh	
Total sensible gain on supply side of coil:		41,058 Btuh

Cooling Supply Air: $41,058 / (.998 \times 1.1 \times 16) =$	2,336 CFM
Summer Vent Outside Air (25.7% of supply) =	600 CFM

Return duct sensible gain:	642 Btuh	
Return plenum sensible gain:	0 Btuh	
Outside air sensible gain:	9,226 Btuh	600 CFM
Blow-thru fan sensible gain:	0 Btuh	
Total sensible gain on return side of coil:		9,868 Btuh
Total sensible gain on air handling system:		50,925 Btuh

Zone space latent gain:	8,525 Btuh	
Infiltration latent gain:	0 Btuh	
Outside air latent gain:	17,548 Btuh	
Total latent gain on air handling system:		26,073 Btuh
Total system sensible and latent gain:		76,998 Btuh

Check Figures

Total Air Handler Supply Air (based on a 16° TD):	2,336 CFM
Total Air Handler Vent. Air (25.68% of Supply):	600 CFM
Total Conditioned Air Space:	854 Sq.ft
Supply Air Per Unit Area:	2.7358 CFM/Sq.ft
Area Per Cooling Capacity:	133.1 Sq.ft/Ton
Cooling Capacity Per Area:	0.0075 Tons/Sq.ft
Heating Capacity Per Area:	0.00 Btuh/Sq.ft
Total Heating Required With Outside Air:	0 Btuh
Total Cooling Required With Outside Air:	6.42 Tons

**Air Handler #21 - Aula 304 - Total Load Summary**

Air Handler Description: Aula 304 Constant Volume - Proportion
 Supply Air Fan: Draw-Thru with program estimated horsepower of 0.37 HP
 Fan Input: 80% motor and fan efficiency with 0.8 in. water across the fan
 Sensible Heat Ratio: 0.83 --- This system occurs 1 time(s) in the building. ---

Air System Peak Time: 2pm in March.
 Outdoor Conditions: 86° DB, 75° WB, 113.96 grains

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

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

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

Zone space sensible gain:	37,864 Btuh	
Infiltration sensible gain:	0 Btuh	
Draw-thru fan sensible gain:	939 Btuh	
Supply duct sensible gain:	2,587 Btuh	
Reserve sensible gain:	0 Btuh	
Total sensible gain on supply side of coil:		41,390 Btuh

Cooling Supply Air: $41,390 / (.998 \times 1.1 \times 16) =$	2,355 CFM
Summer Vent Outside Air (25.5% of supply) =	600 CFM

Return duct sensible gain:	647 Btuh	
Return plenum sensible gain:	0 Btuh	
Outside air sensible gain:	9,226 Btuh	600 CFM
Blow-thru fan sensible gain:	0 Btuh	
Total sensible gain on return side of coil:		9,873 Btuh
Total sensible gain on air handling system:		51,263 Btuh

Zone space latent gain:	8,525 Btuh	
Infiltration latent gain:	0 Btuh	
Outside air latent gain:	17,548 Btuh	
Total latent gain on air handling system:		26,073 Btuh
Total system sensible and latent gain:		77,336 Btuh

Check Figures

Total Air Handler Supply Air (based on a 16° TD):	2,355 CFM
Total Air Handler Vent. Air (25.47% of Supply):	600 CFM
Total Conditioned Air Space:	854 Sq.ft
Supply Air Per Unit Area:	2.7579 CFM/Sq.ft
Area Per Cooling Capacity:	132.5 Sq.ft/Ton
Cooling Capacity Per Area:	0.0075 Tons/Sq.ft
Heating Capacity Per Area:	0.00 Btuh/Sq.ft
Total Heating Required With Outside Air:	0 Btuh
Total Cooling Required With Outside Air:	6.44 Tons



Air Handler #22 - Aula 305 - Total Load Summary

Air Handler Description: Aula 305 Constant Volume - Proportion
 Supply Air Fan: Draw-Thru with program estimated horsepower of 0.37 HP
 Fan Input: 80% motor and fan efficiency with 0.8 in. water across the fan
 Sensible Heat Ratio: 0.83 --- This system occurs 1 time(s) in the building. ---

Air System Peak Time: 2pm in March.
 Outdoor Conditions: 86° DB, 75° WB, 113.96 grains

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

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

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

Zone space sensible gain:	37,560 Btuh	
Infiltration sensible gain:	0 Btuh	
Draw-thru fan sensible gain:	931 Btuh	
Supply duct sensible gain:	2,566 Btuh	
Reserve sensible gain:	0 Btuh	
Total sensible gain on supply side of coil:		41,058 Btuh

Cooling Supply Air: $41,058 / (.998 \times 1.1 \times 16) =$	2,336 CFM
Summer Vent Outside Air (25.7% of supply) =	600 CFM

Return duct sensible gain:	642 Btuh	
Return plenum sensible gain:	0 Btuh	
Outside air sensible gain:	9,226 Btuh	600 CFM
Blow-thru fan sensible gain:	0 Btuh	
Total sensible gain on return side of coil:		9,868 Btuh
Total sensible gain on air handling system:		50,925 Btuh

Zone space latent gain:	8,525 Btuh	
Infiltration latent gain:	0 Btuh	
Outside air latent gain:	17,548 Btuh	
Total latent gain on air handling system:		26,073 Btuh
Total system sensible and latent gain:		76,998 Btuh

Check Figures

Total Air Handler Supply Air (based on a 16° TD):	2,336 CFM
Total Air Handler Vent. Air (25.68% of Supply):	600 CFM
Total Conditioned Air Space:	854 Sq.ft
Supply Air Per Unit Area:	2.7358 CFM/Sq.ft
Area Per Cooling Capacity:	133.1 Sq.ft/Ton
Cooling Capacity Per Area:	0.0075 Tons/Sq.ft
Heating Capacity Per Area:	0.00 Btuh/Sq.ft
Total Heating Required With Outside Air:	0 Btuh
Total Cooling Required With Outside Air:	6.42 Tons

**Air Handler #23 - Aula 306 - Total Load Summary**

Air Handler Description: Aula 306 Constant Volume - Proportion
 Supply Air Fan: Draw-Thru with program estimated horsepower of 0.37 HP
 Fan Input: 80% motor and fan efficiency with 0.8 in. water across the fan
 Sensible Heat Ratio: 0.83 --- This system occurs 1 time(s) in the building. ---

Air System Peak Time: 2pm in March.
 Outdoor Conditions: 86° DB, 75° WB, 113.96 grains

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

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

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

Zone space sensible gain:	37,864 Btuh	
Infiltration sensible gain:	0 Btuh	
Draw-thru fan sensible gain:	939 Btuh	
Supply duct sensible gain:	2,587 Btuh	
Reserve sensible gain:	0 Btuh	
Total sensible gain on supply side of coil:		41,390 Btuh

Cooling Supply Air: $41,390 / (.998 \times 1.1 \times 16) =$	2,355 CFM
Summer Vent Outside Air (25.5% of supply) =	600 CFM

Return duct sensible gain:	647 Btuh	
Return plenum sensible gain:	0 Btuh	
Outside air sensible gain:	9,226 Btuh	600 CFM
Blow-thru fan sensible gain:	0 Btuh	
Total sensible gain on return side of coil:		9,873 Btuh
Total sensible gain on air handling system:		51,263 Btuh

Zone space latent gain:	8,525 Btuh	
Infiltration latent gain:	0 Btuh	
Outside air latent gain:	17,548 Btuh	
Total latent gain on air handling system:		26,073 Btuh
Total system sensible and latent gain:		77,336 Btuh

Check Figures

Total Air Handler Supply Air (based on a 16° TD):	2,355 CFM
Total Air Handler Vent. Air (25.47% of Supply):	600 CFM
Total Conditioned Air Space:	854 Sq.ft
Supply Air Per Unit Area:	2.7579 CFM/Sq.ft
Area Per Cooling Capacity:	132.5 Sq.ft/Ton
Cooling Capacity Per Area:	0.0075 Tons/Sq.ft
Heating Capacity Per Area:	0.00 Btuh/Sq.ft
Total Heating Required With Outside Air:	0 Btuh
Total Cooling Required With Outside Air:	6.44 Tons



Air Handler #24 - Oficina 02 - Total Load Summary

Air Handler Description: Oficina 02 Constant Volume - Proportion
 Supply Air Fan: Draw-Thru with program estimated horsepower of 0.07 HP
 Fan Input: 80% motor and fan efficiency with 0.8 in. water across the fan
 Sensible Heat Ratio: 0.96 --- This system occurs 1 time(s) in the building. ---

Air System Peak Time: 5pm in January.
 Outdoor Conditions: 85° DB, 75° WB, 115.28 grains

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

Zone Space sensible loss:	0 Btuh	
Infiltration sensible loss:	0 Btuh	0 CFM
Outside Air sensible loss:	0 Btuh	0 CFM
Supply Duct sensible loss:	0 Btuh	
Return Duct sensible loss:	0 Btuh	
Return Plenum sensible loss:	0 Btuh	
Total System sensible loss:		0 Btuh
Heating Supply Air: $0 / (.998 \times 1.08 \times 0) =$		0 CFM
Winter Vent Outside Air (0.0% of supply) =		0 CFM

Zone space sensible gain:	7,346 Btuh	
Infiltration sensible gain:	0 Btuh	
Draw-thru fan sensible gain:	171 Btuh	
Supply duct sensible gain:	470 Btuh	
Reserve sensible gain:	0 Btuh	
Total sensible gain on supply side of coil:		7,986 Btuh

Cooling Supply Air: $7,986 / (.998 \times 1.1 \times 17) =$	428 CFM
Summer Vent Outside Air (7.0% of supply) =	30 CFM

Return duct sensible gain:	117 Btuh	
Return plenum sensible gain:	0 Btuh	
Outside air sensible gain:	428 Btuh	30 CFM
Blow-thru fan sensible gain:	0 Btuh	
Total sensible gain on return side of coil:		546 Btuh
Total sensible gain on air handling system:		8,532 Btuh

Zone space latent gain:	341 Btuh	
Infiltration latent gain:	0 Btuh	
Outside air latent gain:	1,153 Btuh	
Total latent gain on air handling system:		1,494 Btuh
Total system sensible and latent gain:		10,025 Btuh

Check Figures

Total Air Handler Supply Air (based on a 17° TD):	428 CFM
Total Air Handler Vent. Air (7.02% of Supply):	30 CFM
Total Conditioned Air Space:	167 Sq.ft
Supply Air Per Unit Area:	2.5577 CFM/Sq.ft
Area Per Cooling Capacity:	200.1 Sq.ft/Ton
Cooling Capacity Per Area:	0.0050 Tons/Sq.ft
Heating Capacity Per Area:	0.00 Btuh/Sq.ft
Total Heating Required With Outside Air:	0 Btuh
Total Cooling Required With Outside Air:	0.84 Tons



ir Handler #25 - Aula De Usos Multiples 02 - Total Load Summary

Handler Description: Aula De Usos Multiples 02 Constant Volume - Proportion
 Apply Air Fan: Draw-Thru with program estimated horsepower of 0.25 HP
 Input: 80% motor and fan efficiency with 0.8 in. water across the fan
 Sensible Heat Ratio: 0.87 --- This system occurs 1 time(s) in the building. ---

System Peak Time: 3pm in January.
 Indoor Conditions: 86° DB, 75° WB, 113.40 grains

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

Room Space sensible loss: 0 Btuh
 Filtration sensible loss: 0 Btuh 0 CFM
 Outside Air sensible loss: 0 Btuh 0 CFM
 Supply Duct sensible loss: 0 Btuh
 Return Duct sensible loss: 0 Btuh
 Return Plenum sensible loss: 0 Btuh
 Total System sensible loss: 0 Btuh

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

Room space sensible gain: 26,947 Btuh
 Filtration sensible gain: 0 Btuh
 Draw-thru fan sensible gain: 626 Btuh
 Supply duct sensible gain: 1,723 Btuh
 Reserve sensible gain: 0 Btuh
 Total sensible gain on supply side of coil: 29,296 Btuh

Conditioning Supply Air: $29,296 / (.998 \times 1.1 \times 17) = 1,569$ CFM
 Summer Vent Outside Air (19.1% of supply) = 300 CFM

Return duct sensible gain: 431 Btuh
 Return plenum sensible gain: 0 Btuh
 Outside air sensible gain: 4,613 Btuh 300 CFM
 Draw-thru fan sensible gain: 0 Btuh
 Total sensible gain on return side of coil: 5,044 Btuh
 Total sensible gain on air handling system: 34,340 Btuh

Room space latent gain: 4,263 Btuh
 Filtration latent gain: 0 Btuh
 Outside air latent gain: 11,193 Btuh
 Total latent gain on air handling system: 15,456 Btuh
 Total system sensible and latent gain: 49,795 Btuh

Check Figures

Total Air Handler Supply Air (based on a 17" TD): 1,569 CFM
 Total Air Handler Vent. Air (19.12% of Supply): 300 CFM
 Total Conditioned Air Space: 553 Sq.ft
 Supply Air Per Unit Area: 2.8386 CFM/Sq.ft
 Area Per Cooling Capacity: 133.2 Sq.ft/Ton
 Cooling Capacity Per Area: 0.0075 Tons/Sq.ft
 Heating Capacity Per Area: 0.00 Btuh/Sq.ft
 Total Heating Required With Outside Air: 0 Btuh
 Total Cooling Required With Outside Air: 4.15 Tons



Air Handler #26 - Oficina De Psicopedagogia 02 - Total Load Summary

Air Handler Description: Oficina De Psicopedagogia 02 Constant Volume - Proportion
 Supply Air Fan: Draw-Thru with program estimated horsepower of 0.12 HP
 Fan Input: 80% motor and fan efficiency with 0.8 in. water across the fan
 Sensible Heat Ratio: 0.89 --- This system occurs 1 time(s) in the building. ---

Air System Peak Time: 3pm in January.
 Outdoor Conditions: 86° DB, 75° WB, 113.40 grains

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

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

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

Zone space sensible gain:	13,107 Btuh	
Infiltration sensible gain:	0 Btuh	
Draw-thru fan sensible gain:	304 Btuh	
Supply duct sensible gain:	838 Btuh	
Reserve sensible gain:	0 Btuh	
Total sensible gain on supply side of coil:		14,249 Btuh

Cooling Supply Air: $14,249 / (.998 \times 1.1 \times 17) =$	763 CFM
Summer Vent Outside Air (19.7% of supply) =	150 CFM

Return duct sensible gain:	210 Btuh	
Return plenum sensible gain:	0 Btuh	
Outside air sensible gain:	2,306 Btuh	150 CFM
Blow-thru fan sensible gain:	0 Btuh	
Total sensible gain on return side of coil:		2,516 Btuh
Total sensible gain on air handling system:		16,766 Btuh

Zone space latent gain:	1,705 Btuh	
Infiltration latent gain:	0 Btuh	
Outside air latent gain:	5,597 Btuh	
Total latent gain on air handling system:		7,302 Btuh
Total system sensible and latent gain:		24,067 Btuh

Check Figures

Total Air Handler Supply Air (based on a 17° TD):	763 CFM
Total Air Handler Vent. Air (19.66% of Supply):	150 CFM
Total Conditioned Air Space:	267 Sq.ft
Supply Air Per Unit Area:	2.8587 CFM/Sq.ft
Area Per Cooling Capacity:	133.1 Sq.ft/Ton
Cooling Capacity Per Area:	0.0075 Tons/Sq.ft
Heating Capacity Per Area:	0.00 Btuh/Sq.ft
Total Heating Required With Outside Air:	0 Btuh
Total Cooling Required With Outside Air:	2.01 Tons



Air Handler #27 - Rack 03 - Total Load Summary

Air Handler Description: Rack 03 Constant Volume - Proportion
 Supply Air Fan: Draw-Thru with program estimated horsepower of 0.08 HP
 Fan Input: 80% motor and fan efficiency with 0.8 in. water across the fan
 Sensible Heat Ratio: 1.00 --- This system occurs 1 time(s) in the building. ---
 Air System Peak Time: 5pm in January.
 Outdoor Conditions: 85° DB, 75° WB, 115.28 grains

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

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

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

Zone space sensible gain:	8,305 Btuh	
Infiltration sensible gain:	0 Btuh	
Draw-thru fan sensible gain:	193 Btuh	
Supply duct sensible gain:	531 Btuh	
Reserve sensible gain:	0 Btuh	
Total sensible gain on supply side of coil:		9,028 Btuh

Cooling Supply Air: $9,028 / (.998 \times 1.1 \times 17) =$	483 CFM
Summer Vent Outside Air (0.0% of supply) =	0 CFM

Return duct sensible gain:	133 Btuh	
Return plenum sensible gain:	0 Btuh	
Outside air sensible gain:	0 Btuh	0 CFM
Blow-thru fan sensible gain:	0 Btuh	
Total sensible gain on return side of coil:		133 Btuh
Total sensible gain on air handling system:		9,161 Btuh

Zone space latent gain:	0 Btuh	
Infiltration latent gain:	0 Btuh	
Outside air latent gain:	0 Btuh	
Total latent gain on air handling system:		0 Btuh
Total system sensible and latent gain:		9,161 Btuh

Check Figures

Total Air Handler Supply Air (based on a 17° TD):	483 CFM
Total Air Handler Vent. Air (0.00% of Supply):	0 CFM
Total Conditioned Air Space:	75 Sq.ft
Supply Air Per Unit Area:	6.4260 CFM/Sq.ft
Area Per Cooling Capacity:	98.6 Sq.ft/Ton
Cooling Capacity Per Area:	0.0101 Tons/Sq.ft
Heating Capacity Per Area:	0.00 Btuh/Sq.ft
Total Heating Required With Outside Air:	0 Btuh
Total Cooling Required With Outside Air:	0.76 Tons

Anexo 4: Catálogo de difusores y rejillas

METAL*AIRE®

QUICK SELECT

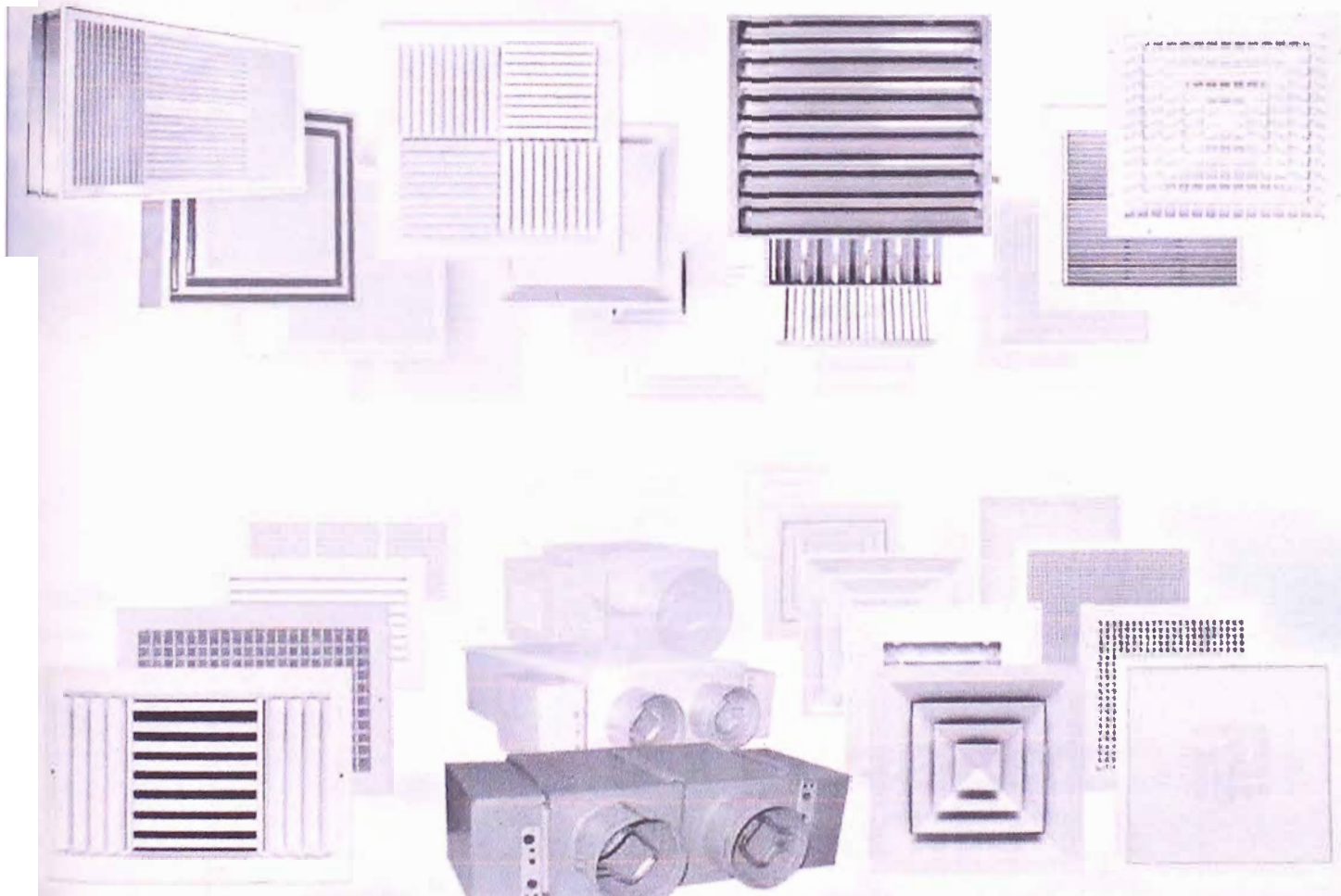
"AIR DISTRIBUTION SELECTION MADE EASY"

The METAL*AIRE Quick Select Catalog is designed to save you time selecting air distribution equipment. This catalog is a condensed version of our InfoSource catalogs and contains the dimensions and performance of the most used grilles, registers, diffusers and air terminal units.

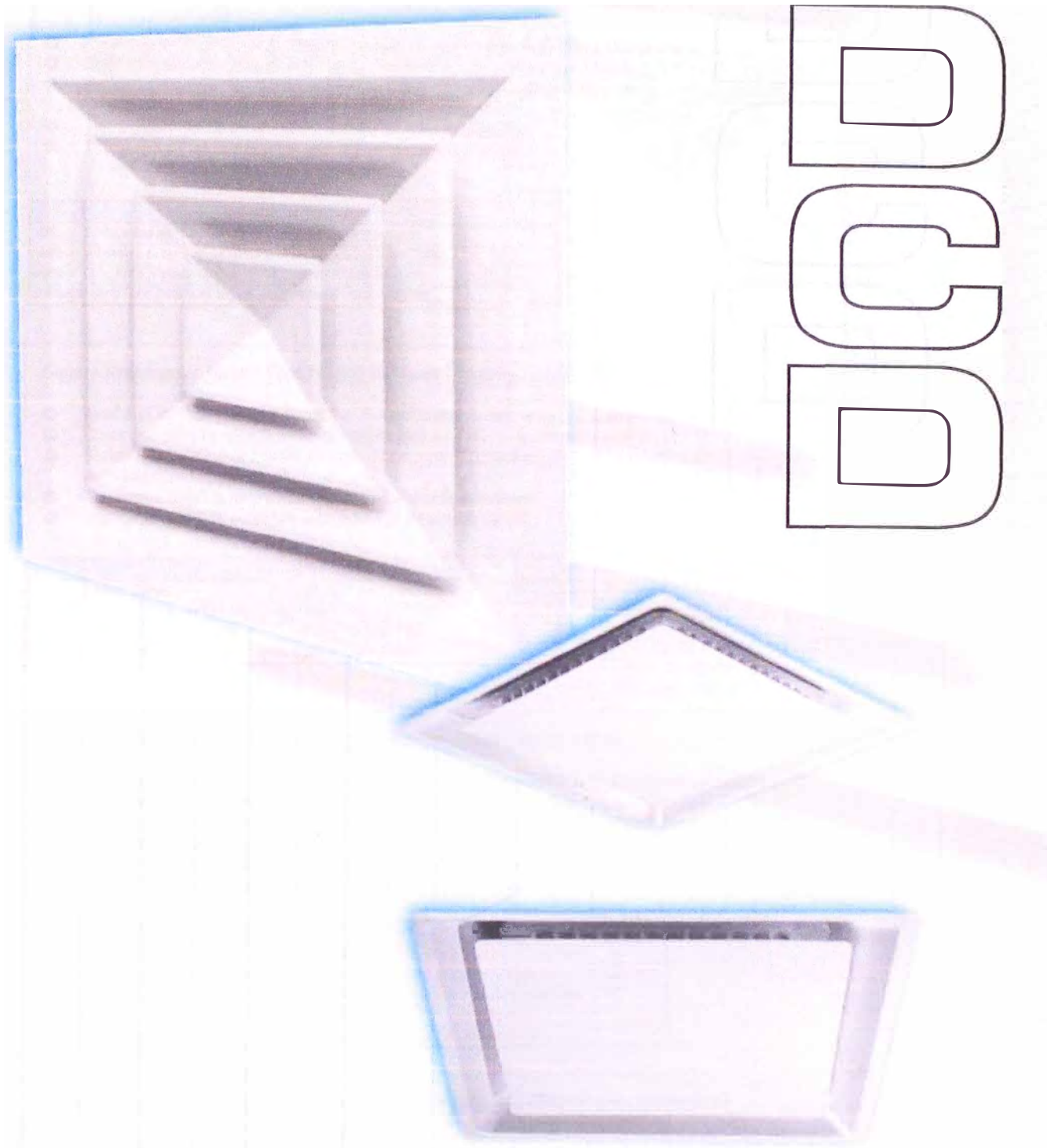
The Quick Select Catalog is divided into productlines. Each section begins with a summary that includes all our available models along with features and benefits of our products.

To obtain product information not included in the Quick Select Catalog, simply go to our web site at www.metalaire.com, or refer to our InfoSource catalogs.

Revised: May 11, 2007



At METAL*AIRE®, we continually work to improve our products. Product descriptions, dimensions, and performance are subject to change without notice. For the most current available literature visit our web page at www.metalaire.com. Contact your local METAL*AIRE® representative to verify product or performance details.



DCD

**DIRECTIONAL
CEILING DIFFUSERS**

DCD - Directional Ceiling Diffusers

5/2007



Model 5000
Aluminum
(Border 1
Surface Mount Shown)
Pg. 28

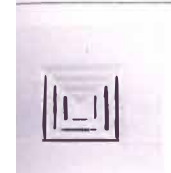


Straight Lip

Square/Rectangular Louver Face Ceiling Diffusers - Aluminum - Series 5000

- ⊛ Available in 1-way, 2-way opposite, 2-way corner, 3-way, and 4-way directional air patterns
- ⊛ Cores are easy to remove with spring loaded latches — no tools required
- ⊛ Series 5000 deflector blades are straight and do not include a horizontal lip, making this diffuser an excellent choice for high capacity applications
- ⊛ The series 5000 is an excellent choice for VAV applications
- ⊛ The series 5000 is available with optional induction vanes

Available Border Styles	
5000-1 Surface Mount	5000-6 T-bar Lay-in
5000-2 V-Beveled Drop Surface Mounting	5000-7 Concealed T-bar
5000-4 Drop Face Surface Mount	5000-8 Tegular T-bar
5000-46 Drop Face T-bar Lay-in	5000-9 Donn Finline



Model 5500
Aluminum
(Border 6
T-bar Lay-in Shown)
Pg. 30

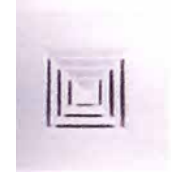


Horizontal Lip

Square/Rectangular Louver Face Ceiling Diffusers - Aluminum - Series 5500

- ⊛ Available in 1-way, 2-way opposite, 2-way corner, 3-way, and 4-way directional air patterns
- ⊛ Cores are easy to remove with spring loaded latches — no tools required
- ⊛ Series 5500 deflector blades include a horizontal lip, making this diffuser an excellent choice for high induction applications
- ⊛ The series 5500 is an excellent choice for VAV applications
- ⊛ The series 5500 is available with optional induction vanes

Available Border Styles	
5500-1 Surface Mount	5500-6 T-bar Lay-in
5500-2 V-Beveled Drop Surface Mounting	5500-7 Concealed T-bar
5500-4 Drop Face Surface Mount	5500-8 Tegular T-bar
5500-46 Drop Face T-bar Lay-in	5500-9 Donn Finline



Model 5500S
Steel
(Border 6
T-bar Lay-in Shown)
Pg. 32



Horizontal Lip

Square/Rectangular Louver Face Ceiling Diffusers - Steel - Series 5500S

- ⊛ Available in 1-way, 2-way opposite, 2-way corner, 3-way, and 4-way directional air patterns
- ⊛ Cores are easy to remove with spring loaded latches — no tools required
- ⊛ Series 5500S deflector blades include a horizontal lip, making this diffuser an excellent choice for high induction applications
- ⊛ The series 5500S is an excellent choice for VAV applications
- ⊛ The series 5500S is also available with optional induction vanes.

Available Border Styles	
5500S-1 Surface Mount	5500SR-1 Flush Mount w/Integral Round Neck
5500S-2 V-Beveled Drop Surface Mounting	5500SR-2 V-Beveled Drop Surface Mounting - Round Neck
5500S-6 T-bar Lay-in	5500SR-6 T-bar Lay-in w/Integral Round Neck
5500S-8 Tegular T-bar	5500SR-8 Tegular T-bar - Round Neck
5500S-9 Donn Finline	5500SR-9 Donn Finline - Round Neck



Model 5200
Pg. 38

Square/Rectangular Diffusers - Economical Square Diffusers - Aluminum - Series 5200

- ⊛ Removable core for concealed mounting
- ⊛ Optional built-in opposed blade damper
- ⊛ Available in 1 way, 2 way opposite, 2 way corner, 3 way, and 4 way directional air patterns

Available Border Styles	
5200-1 Surface Mount	
5200-2 Beveled Drop Surface Mounting	
5200-6 T-bar Lay-in	

DCD - Directional Ceiling Diffusers



Model 5700
Pg. 40

Series 5700 - Fixed
Series 5700A - Adjustable

Square Face Diffusers - Round Neck 2-Cone - Steel/Aluminum/Aluminized Steel Adjustable/Non-Adjustable - Series 5700

- ✱ The series 5700 provides a tight horizontal 360° discharge pattern for superior induction and occupant comfort
- ✱ Series 5700 can be converted in the field to a 3 cone diffuser with the addition of the optional Snap-58
- ✱ Lay-in border designed to be installed in standard 15/16" wide tees
- ✱ T-bar Lay-in border 6 can be used in surface mounting applications by adding optional T-bar plaster frame (TBPF)
- ✱ Cores are easy to remove without tools
- ✱ The series 5700 is an excellent choice for VAV applications

Steel	Aluminized Steel	Aluminum
5700-1 Surface Mount	5700-1 AS Surface Mount	5700-1 AL Surface Mount
5700-6 T-bar Lay-in	5700-6 AS T-bar Lay-in	5700-6 AL T-bar Lay-in
5700-6P T-bar Lay-in Panel		
5700-7 Concealed T-bar	5700-7 AS Concealed T-bar	
5700-9 Donn Finline	5700-9 AS Donn Finline	
Metric/Steel	Metric/Aluminized Steel	Metric/Aluminum
M5700-6 T-bar Lay-in 600mm x 600mm	M5700-6 AS T-bar Lay-in 600mm x 600mm	M5700-6 AL T-bar Lay-in 600mm x 600mm

Adjustable/Steel	Adjustable/Aluminized Steel	Adjustable/Aluminum
5700A-1 Surface Mount	5700A-1 AS Surface Mount	
5700A-6 T-bar Lay-in	5700A-6 AS T-bar Lay-in	5700A-6 AL T-bar Lay-in
5700A-7 Concealed T-bar	5700A-7 AS Concealed T-bar	

Directional Ceiling Diffusers



DCD



Model 5750
Pg. 44

Square Panel Face Diffusers - Round Neck - Uni-Flo - Steel/Aluminized Steel - Series 5750

- ✱ Attractive single panel design blends well with all ceilings
- ✱ The series 5750 provides a tight 360° discharge pattern for superior induction and occupant comfort
- ✱ T-bar Lay-in border type 6 designed to be installed in standard 15/16" wide tees
- ✱ Border type 6 can be used in surface mounting applications by adding optional T-bar plaster frame (TBPF)
- ✱ Face panel is easy to remove without tools
- ✱ The series 5750 is an excellent choice for VAV applications

Steel	Aluminized Steel
5750-1 Surface Mount	5750-1 AS Surface Mount
5750-6 T-bar Lay-in	5750-6 AS T-bar Lay-in
5750-7 Concealed T-bar	5750-7 AS Concealed T-bar
5750-9 Donn Finline	5750-9 AS Donn Finline

Metric/Steel	Metric/Aluminized Steel
M5750-6 T-bar Lay-in - 600mm x 600mm	M5750-6 AS T-bar Lay-in - 600mm x 600mm



Model 5800
Pg. 48

Series 5800 - Fixed
Series 5800A - Adjustable

Square Face Diffusers - Round Neck 3-Cone - Steel/Aluminum/Aluminized Steel Adjustable/Non-Adjustable - Series 5800

- ✱ The series 5800 provides a tight 360° discharge pattern for superior induction and occupant comfort
- ✱ T-bar Lay-in border type 6 is designed to be installed in standard 15/16" wide tees
- ✱ border type 6 can be used in surface mounting applications by adding optional T-bar plaster frame (TBPF)
- ✱ Cores are easy to remove without tools
- ✱ The Series 5800 is an excellent choice for VAV applications

Steel	Aluminized Steel	Aluminum
5800-1 Surface Mount	5800-1 AS Surface Mount	5800-1 AL Surface Mount
5800-6 T-bar Lay-in	5800-6 AS T-bar Lay-in	5800-6 AL T-bar Lay-in
5800-6P T-bar Lay-in Panel		
5800-7 Concealed T-bar	5800-7 AS Concealed T-bar	
Metric/Steel	Metric/Aluminized Steel	Metric/Aluminum
M5800-6 T-bar Lay-in 600mm x 600mm	M5800-6 AS T-bar Lay-in 600mm x 600mm	M5800-6 AL T-bar Lay-in 600mm x 600mm

Adjustable/Steel	Adjustable/Aluminized Steel
5800A-1 Surface Mount	5800A-1 AS Surface Mount
5800A-6 T-bar Lay-in	5800A-6 AS T-bar Lay-in

DCD - Directional Ceiling Diffusers

5/2007

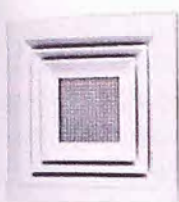


Series Phenomenator®
Pg. 52

Square Panel Face Diffusers - Round Neck - Ultra High Performance - Series Phenomenator®

- ✳ The highest induction ratio of any commercial air diffuser available
- ✳ Excellent selection for providing exceptional comfort, especially in executive offices, conference rooms, and board rooms
- ✳ Can improve productivity by maintaining draft-free comfort in many applications
- ✳ Designed for applications calling for minimal temperature differences in a space
- ✳ Solves comfort problems in applications such as reception areas and entrance ways
- ✳ Diffuser can be applied in critical applications requiring minimal temperature gradients

Steel	Aluminized Steel	Metric/Steel	Metric/Aluminized Steel
Phenom-1 Surface Mount	Phenom-1 AS Surface Mount	M-Phenom-6 T-bar Lay-in - 600mm x 600mm	M-Phenom-6 AS T-bar Lay-in - 600mm x 600mm
Phenom-6 T-bar Lay-in	Phenom-6 AS T-bar Lay-in		
Phenom-7 Concealed T-bar	Phenom-7 AS Concealed T-bar		
Phenom-9 Donn Finline	Phenom-9 AS Donn Finline		



Model 5500 DAF-CC5
Additional product information available at www.metalaire.com

Concentric Supply/Return Ceiling Diffusers - Louvered Face - Cube Core Series 5500 DAF-CC5

- ✳ 5500 DAF-CC5 concentric supply/return diffuser is designed for high capacity application
- ✳ Cube core return
- ✳ 4-way air patterns only
- ✳ Choice of 6 mounting frames
- ✳ Snap-in/out core - simplifies installation
- ✳ Sizes to handle full range of standard tonnage roof-top units
- ✳ Supply/Return plenums are by others

Available Border Styles
5500 DAF-CC5-1 Surface Mount
5500 DAF-CC5-2 V-Beveled Drop Surface Mounting
5500 DAF-CC5-4 Deep Drop Frame
5500 DAF-CC5-6 T-bar Lay-in
5500 DAF-CC5-7 Concealed T-bar
5500 DAF-CC5-8 Tegular T-bar Lay-in



Model 9000
Pg. 56

Square/Rectangular Diffusers - Modular Core - Supply - Extruded Aluminum - Series 9000 Mod-Flo

- ✳ The series 9000 is a directional ceiling diffuser available in a wide range of field capabilities
- ✳ Modular cores can be adjusted to obtain 1-way, 2-way opposite, 2-way corner, 3-way, and 4-way air patterns
- ✳ Cores are easy to remove with spring loaded latches - no tools required
- ✳ T-bar Lay-in border type 6 can be used in surface mounting applications by adding optional T-bar plaster frame (TBPF)
- ✳ The series 9000 is an excellent choice for VAV applications

Available Styles
9000-1 Surface Mount
9000-2 Beveled Frame
9000-6 T-bar Lay-in
9000-7 Concealed Spline
9000-8 Tegular T-bar
9000-9 Donn Finline

LEADING THE INDUSTRY IN PRODUCT LITERATURE

WITH THE CHOICE OF OUR PRE-FLITE CATALOG, QUICK SELECT CATALOG, INFOSOURCE CATALOG, INFOSOURCE CD AND OUR WEB SITE, WWW.METALAIRES.COM, YOU PICK THE FORMAT FOR PRODUCT INFORMATION THAT BEST SUITS YOUR AIR DISTRIBUTION DESIGN NEEDS.

PRE-FLIGHT - Product Overview Catalog

The METALAIRES Pre-Flite catalog is a condensed reference guide containing concise listings of our entire product line including grilles, registers, diffusers, and air terminal units. This catalog can be used to help select the type of device, along with available order styles. The catalog includes photos of each model along with the features and model guide, a great tool when you are trying to select a device for your project.



QUICK SELECT CATALOG - Air Distribution Selection Made Easy

The METALAIRES Quick Select Catalog is designed to save you time selecting air distribution equipment. This catalog is a compact version of our InfoSource Catalogs and includes drawings and performance for our most popular products. The Quick Select Catalog is broken into product types with each section beginning with a model summary that includes features and benefits of our products. To obtain product information not included in the Quick Select Catalog, simply go to our web site at www.metalaires.com.



INFOSOURCE CATALOG SUITE

Complete Guide to Air Distribution Selection

The METALAIRES InfoSource Catalog suite is the leading product catalog in the industry. Included in these catalogs are the complete product listings, drawings, product features and benefits, product performance data, specifications, and model specifications. These catalogs are organized to make it quick and easy to find the information you are looking for.



INFOSOURCE CD

Our InfoSource CD has set the standard in the industry for air distribution product selection. This CD contains a complete library of all our catalogs and submittals along with our air terminal unit selection program.



INFOSOURCE CATALOG SUITE

- Ceiling Diffusers Catalog
- Grilles & Registers Catalog
- Air Terminal Unit Catalog
- Formations Catalog

WEBSITE: WWW.METALAIRES.COM

METALAIRES leads the industry with a web site that contains all the product literature and performance data needed to design your air distribution system. Our web site includes all our submittals, catalogs, installation manuals, as well as other valuable information to aid you in air distribution design.



Mi METAL INDUSTRIES, INC.

METALAIRES

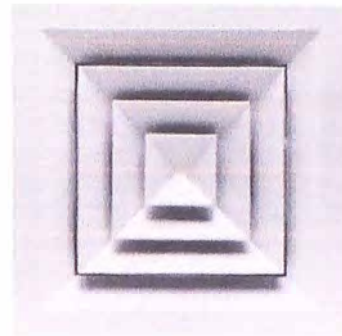
DCD - Directional Ceiling Diffusers

5/2007

➤ Square/Rectangular Louver Face ➤ Series 5000 ➤ Extruded Aluminum

Product Details

- ⊕ Available in 1, 2-way opposite, 2-way corner, 3, and 4-way directional air patterns
- ⊕ Cores are easy to remove with spring loaded latches - no tools required
- ⊕ 5000 series deflector blades are straight and do not include a horizontal lip, making this diffuser an excellent choice for high capacity applications
- ⊕ The 5000 series is an excellent choice for VAV applications
- ⊕ The 5000 series is available with optional induction vanes

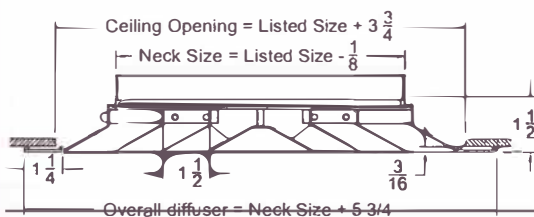


Model 5000-1 S4 Shown

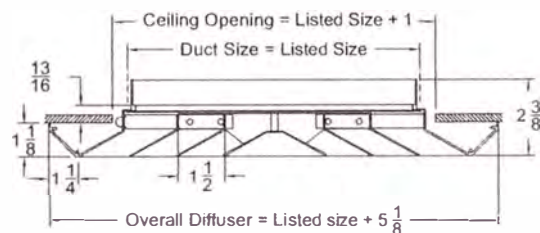
Standard Finish: 01 White

Dimensions are in inches

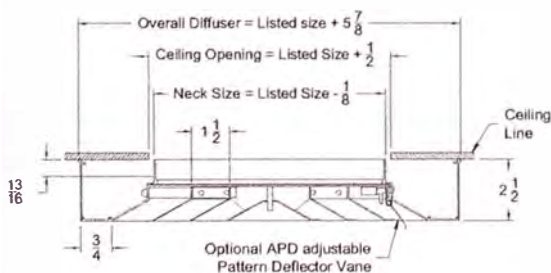
Square/Rectangular Louver Face Ceiling Diffusers Surface Mount - Removable Core Model 5000-1



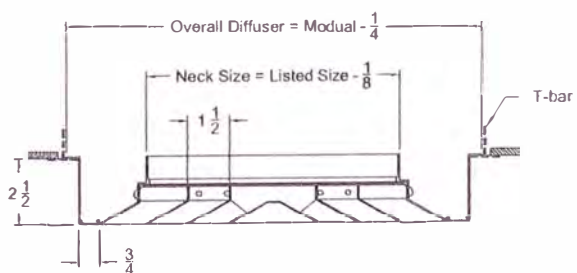
Square/Rectangular Louver Face Ceiling Diffusers V-Beveled Drop Surface Mounting - Removable Core Model 5000-2



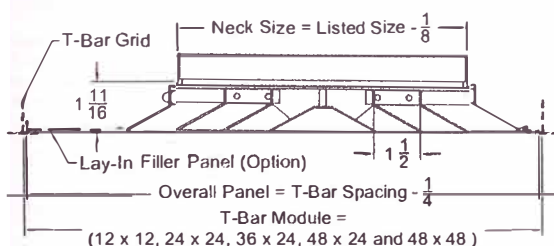
Square/Rectangular Louver Face Ceiling Diffusers Drop Face Surface Mount - Removable Core Model 5000-4



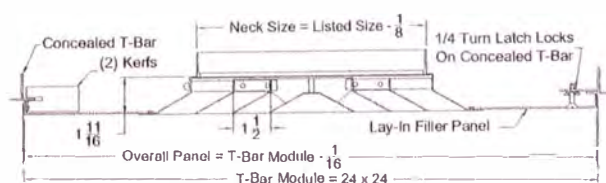
Square/Rectangular Louver Face Ceiling Diffusers Drop Face - T-bar Lay-in - Removable Core Model 5000-46



Square/Rectangular Louver Face Ceiling Diffusers T-bar Lay-in - Removable Core Model 5000-6



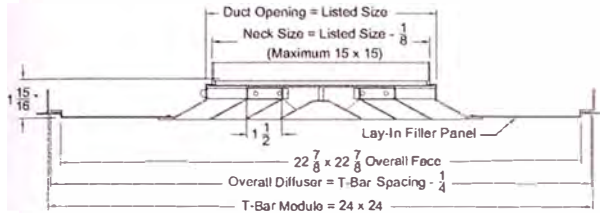
Square/Rectangular Louver Face Ceiling Diffusers Concealed Spline - Removable Core Model 5000-7



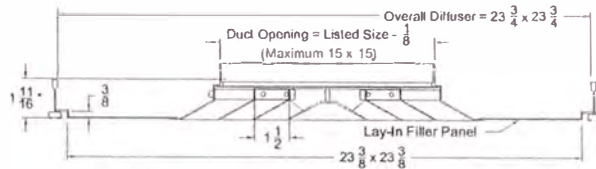
For more product information visit us at www.metalaire.com

DCD - Directional Ceiling Diffusers

Square/Rectangular Louver Face Ceiling Diffusers
Tegular T-bar - Removable Core
 Model 5000-8



Square/Rectangular Louver Face Ceiling Diffusers
Donn Fineline - Removable Core
 Model 5000-9

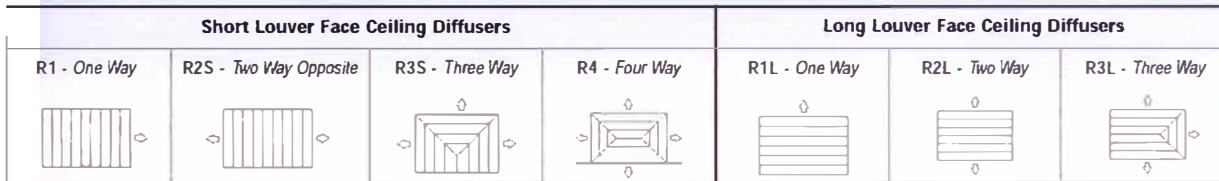


Directional Ceiling Diffusers

Air Patterns - (Square) Louver Face Ceiling Diffusers

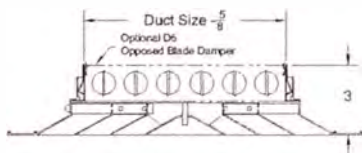


Air Patterns - (Rectangular)

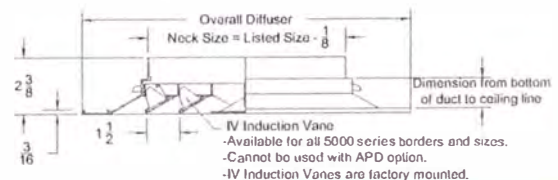


Options and Accessories

Square/Rectangular Louver Face Ceiling Diffusers
 Option: D5 Opposed Blade Damper



Square/Rectangular Louver Face Ceiling Diffusers
 Option: IV Induction Vane (see page DCD-37 for performance)



Option: APD Air Pattern Controller allows adjustment from horizontal to vertical from the face of the diffuser



Optional APD Adjustable Pattern Deflector Vane
 - Available for all 5000 series borders and sizes,
 - Cannot be used with IV Induction Vanes option,
 - APDs are factory mounted.

1. Available Finishes	2. Available Accessories	3. Available Options	4. Construction Details
Standard Finish: 01 White Optional Finish 02 Aluminum paint 03 Black 24 Mill finish 28 Custom color Note: Anodized Finish not available	Square and Rectangular Neck: D5 - Opposed Blade Damper- Steel221 D5A - Opposed Blade Damper- Aluminum221 LØ - Equalizing Grid221 TR - Square to Round Transition220 TR DEEP - Square to Round Transition - Deep221 Round Neck: G3 - Equalizing Grid220 BDS - Butterfly Damper220 RSD - Radial Shutter Damper220	Factory Mounted: IV - Induction Vanes APD - Air Pattern Deflectors allows adjustment from horizontal to vertical air pattern from the face of the diffuser Note: IV (Induction Vanes) can not be used with APD (Air Pattern Deflector) option and vice-versa	- Available air patterns: S1, S2, S3, S4, R1S, R1L, R2S, R2L, R3S, R3L, R4 and SC - For 5000-6 (D5) models only: 21" x 21" neck in 24" x 24" module is available in S4 pattern only Note: IV (Induction Vanes) can not be used with APD (Air Pattern Deflector) option and vice-versa

DCD

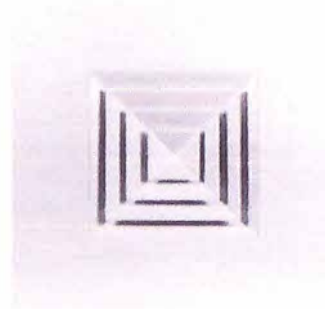
DCD - Directional Ceiling Diffusers

5/2007

➔ Square/Rectangular Louver Face ➔ Series 5500 ➔ Aluminum

Product Details

- ⊛ Available in 1, 2-way opposite, 2-way corner, 3, and 4-way directional air patterns
- ⊛ Cores are easy to remove with spring loaded latches - no tools required
- ⊛ 5500 series deflector blades include a horizontal lip, making this diffuser an excellent choice for high induction applications
- ⊛ The 5500 series is an excellent choice for VAV applications
- ⊛ The 5500 series is available with optional induction vanes

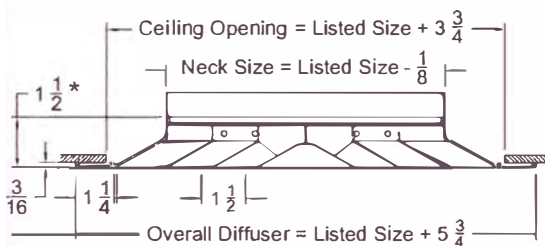


Model 5500-2 S4 Shown

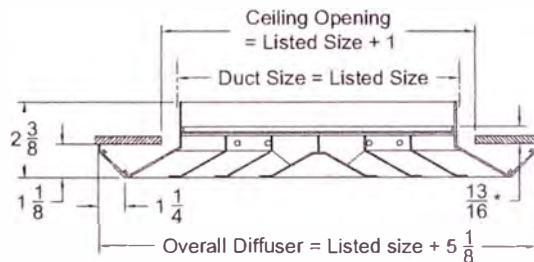
Standard Finish: 01 White

Dimensions are in inches

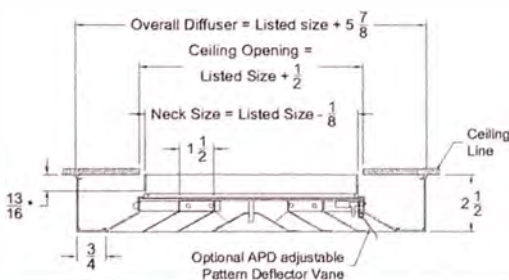
Square/Rectangular Louver Face Ceiling Diffusers
Surface Mount
Model 5500-1



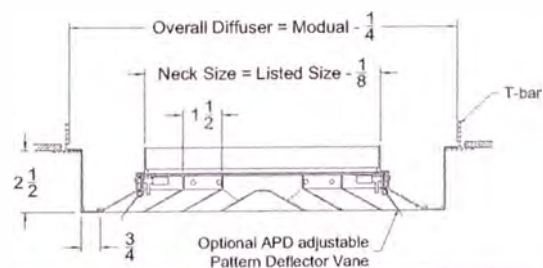
Square/Rectangular Louver Face Ceiling Diffusers
V-Beveled Drop Surface Mounting
Model 5500-2



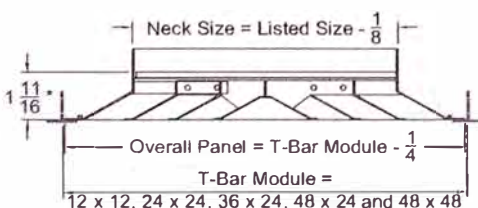
Square/Rectangular Louver Face Ceiling Diffusers
Drop Face Surface Mount
Model 5500-4



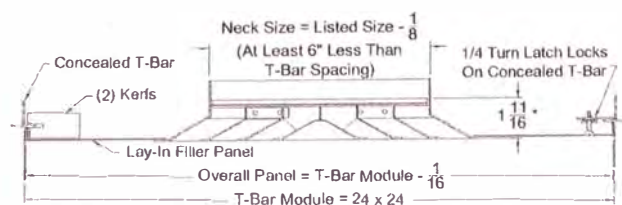
Square/Rectangular Louver Face Ceiling Diffusers
Drop Face T-bar Lay-in
Model 5500-46



Square/Rectangular Louver Face Ceiling Diffusers
T-bar Lay-in
Model 5500-6

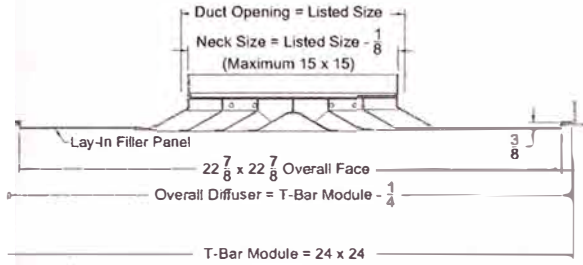


Square/Rectangular Louver Face Ceiling Diffusers
Concealed Spline
Model 5500-7

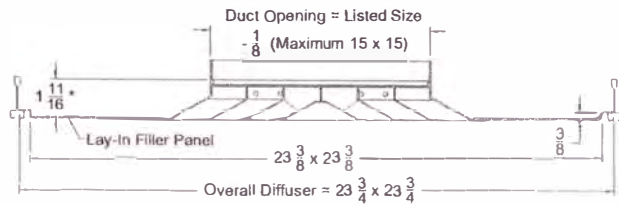


DCD - Directional Ceiling Diffusers

Square/Rectangular Louver Face Ceiling Diffusers
Tegular T-bar
Model 5500-8



Square/Rectangular Louver Face Ceiling Diffusers
Donn Finline
Model 5500-9



Air Patterns - (Square) Louver Face Ceiling Diffusers

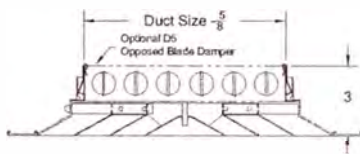
S1 - One Way	S2 - Two Way Opposite	SC - Two Way Corner	S3 - Three Way	S4 - Four Way

Air Patterns - (Rectangular)

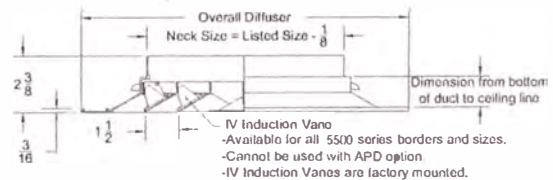
Short Louver Face Ceiling Diffusers				Long Louver Face Ceiling Diffusers		
R1 - One Way	R2S - Two Way Opposite	R3S - Three Way	R4 - Four Way	R1L - One Way	R2L - Two Way	R3L - Three Way

Options and Accessories

Square/Rectangular Louver Face Ceiling Diffusers
Option: D5 Opposed Blade Damper



Square/Rectangular Louver Face Ceiling Diffusers
Option: IV Induction Vane (see page DCD-37 for performance)



Option: APD Air Pattern Controller allows adjustment from horizontal to vertical from the face of the diffuser



Optional APD Adjustable Pattern Deflector Vane
- Available for all 5500 series borders and sizes.
- Cannot be used with IV Induction Vanes option.
- APDs are factory mounted.

1. Available Finishes	2. Available Accessories	3. Available Options	4. Construction Details
Standard Finish: 01 White Optional Finish 02 Aluminum paint 03 Black 24 Mill finish 28 Custom color Note: Anodized Finish not available	(Shipped Unattached) Square and Rectangular Neck: D5 - Opposed Blade Damper - Steel221 D5A - Opposed Blade Damper - Aluminum ..221 L9 - Equalizing Grid221 TR - Square to Round Transition220 Round Neck: G3 - Equalizing Grid220 BDS - Butterfly Damper220 RSD - Radial Shutter Damper220	Factory Mounted: IV - Induction Vanes APD - Air Pattern Deflectors allows adjustment from horizontal to vertical air pattern from the face of the diffuser Note: IV (Induction Vanes) can not be used with APD (Air Pattern Deflector) option and vice-versa	Available air patterns: S1, S2, S3, S4, R1S, R1L, R2S, R2L, R3S, R3L, R4 and SC (I type) For 5500-6 models only: 21" x 21" neck in 24" x 24" module is available in S4 pattern only

See Page DCD-36 for Performance Notes

For more product information visit us at www.metalaire.com



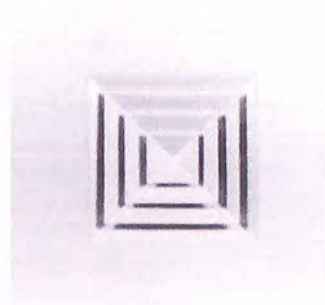
DCD - Directional Ceiling Diffusers

5/2007

➔ Square/Rectangular Louver Face ➔ Series 5500S ➔ Steel

Product Details

- ⊛ Available in 1, 2-way opposite, 2-way corner, 3, and 4-way directional air patterns
- ⊛ Cores are easy to remove with spring loaded latches - no tools required
- ⊛ 5500S series deflector blades include a horizontal lip, making this diffuser an excellent choice for high induction applications
- ⊛ The 5500S series is an excellent choice for VAV applications
- ⊛ The 5500S is also available with optional induction vanes

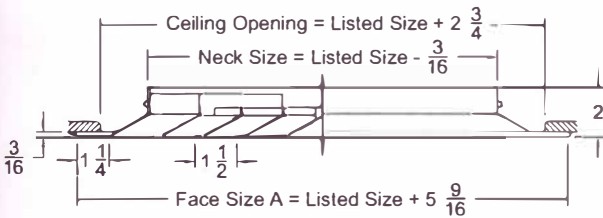


Model 5500S-6 S4 Shown

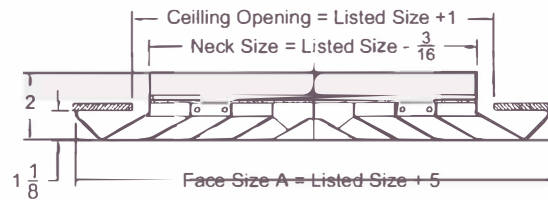
Standard Finish: 01 White

Dimensions are in inches

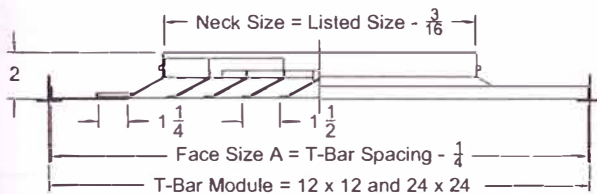
Square/Rectangular Louver Face Ceiling Diffusers
Surface Mount - Steel
Model 5500S-1



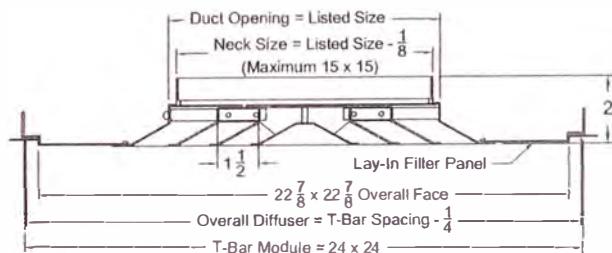
Square/Rectangular Louver Face Ceiling Diffusers
V-Beveled Drop Surface Mounting - Steel
Model 5500S-2



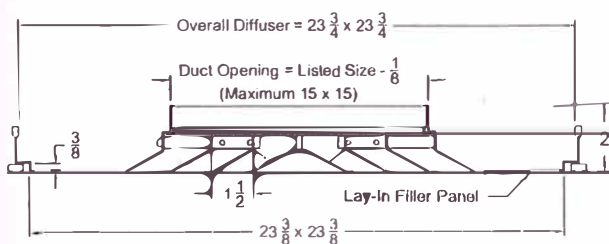
Square/Rectangular Louver Face Ceiling Diffusers
T-bar Lay-in - Steel
Model 5500S-6



Square/Rectangular Louver Face Ceiling Diffusers
Tegular T-bar - Steel
Model 5500S-8



Square/Rectangular Louver Face Ceiling Diffusers
Donn Fineline - Steel
Model 5500S-9



DCD - Directional Ceiling Diffusers



Air Patterns - (Square) Louver Face Ceiling Diffusers				
S1 - One Way 	S2 - Two Way Opposite 	SC - Two Way Corner 	S3 - Three Way 	S4 - Four Way

Air Patterns - (Rectangular)						
Short Louver Face Ceiling Diffusers				Long Louver Face Ceiling Diffusers		
R1 - One Way 	R2S - Two Way Opposite 	R3S - Three Way 	R4 - Four Way 	R1L - One Way 	R2L - Two Way 	R3L - Three Way

Options and Accessories

Square/Rectangular Louver Face Ceiling Diffusers
Option: D5 Opposed Blade Damper

Square/Rectangular Louver Face Ceiling Diffusers
Option: IV Induction Vane (see page DCD-37 for performance)

IV Induction Vane
- Available for all 5500S series borders and sizes.
- Cannot be used with APD option.
- IV Induction Vanes are factory mounted.

Option: APD Air Pattern Controller allows adjustment from horizontal to vertical from the face of the diffuser

Optional APD Adjustable Pattern Deflector Vane
- Available for all 5000 series borders and sizes,
- Cannot be used with IV Induction Vanes option,
- APDs are factory mounted.

1. Available Finishes	2. Available Accessories	3. Available Options	4. Construction Details
Standard Finish: 01 White Optional Finish 02 Aluminum 03 Black 28 Custom Color	(Shipped Unattached) Square and Rectangular Neck: D5 - Opposed Blade Damper - Steel221 D5A - Opposed Blade Damper - Aluminum221 L9 - Equalizing Grid221 TR - Square to Round Transition220 Round Neck: G3 - Equalizing Grid220 BDS - Butterfly Damper220 RSD - Radial Shutter Damper220	Factory Mounted: IV - Induction Vanes APD - Air Pattern Deflectors allows adjustment from horizontal to vertical air pattern from the face of the diffuser Note: IV (Induction Vanes) can not be used with APD (Air Pattern Deflector) option and vice-versa	<ul style="list-style-type: none"> Available air patterns: S1, S2, S3, S4, R1S, R1L, R2S, R2L, R3S, R3L, R4 and SC For 5500S-6 models only: 21x21 neck in 24x24 module is available in S4 pattern only

See Page DCD-52 for Performance Notes

DCD - Directional Ceiling Diffusers

5/2007

Series 5500/5500S - Performance

Models 5500 (frame styles: -1, -2, -4, -46, -6, -7, -8, -9)

Models 5500S (frame styles: -1, -2, -4, -46, -6, -7, -8, -9)

(S1) 1-Way Square Air Pattern

NECK SIZE Ak	Ps Pt	NECK VELOCITY					
		200	300	400	500	600	700
		.018 .020	.040 .046	.071 .081	.111 .127	.160 .182	.218 .248
6 x 6 Ak = .087	TOTAL CFM	50	75	100	125	150	175
	THROW	5-9	8-15	13-20	18-26	22-31	26-37
	NC	-	-	-	-	23	28
9 x 9 Ak = .197	TOTAL CFM	113	169	225	281	338	394
	THROW	8-16	12-21	17-27	22-32	27-38	31-44
	NC	-	-	-	24	29	34
12 x 12 Ak = .350	TOTAL CFM	200	300	400	500	600	700
	THROW	11-22	16-27	21-33	26-38	31-44	35-50
	NC	-	-	22	27	32	37
15 x 15 Ak = .546	TOTAL CFM	313	469	625	781	938	1094
	THROW	12-24	17-30	23-35	28-41	33-47	37-52
	NC	-	-	24	29	34	39
18 x 18 Ak = .787	TOTAL CFM	450	675	900	1125	1350	1575
	THROW	14-26	22-32	33-45	36-48	38-52	40-56
	NC	-	20	25	30	35	40
21 x 21 Ak = 1.071	TOTAL CFM	613	919	1225	1531	1837	2144
	THROW	16-28	26-34	33-43	37-51	40-55	42-58
	NC	-	21	26	31	36	41
24 x 24 Ak = 1.399	TOTAL CFM	800	1200	1600	2000	2400	2800
	THROW	19-29	28-36	39-45	40-53	41-59	44-61
	NC	-	22	27	32	37	42
27 x 27 Ak = 1.770	TOTAL CFM	1013	1519	2025	2531	3037	3544
	THROW	21-31	30-39	35-49	41-55	43-60	46-64
	NC	-	23	28	33	38	43

Models 5500 (-1, -2, -4, -46, -6, -7, -8, -9)

Models 5500S (-1, -2, -4, -46, -6, -7, -8, -9)

(SC) 2-Way Adjacent or or (S2) Opposite Pattern

NECK SIZE Ak	Ps Pt	NECK VELOCITY					
		200	300	400	500	600	700
		.018 .020	.040 .046	.071 .081	.111 .127	.160 .182	.218 .248
6 x 6 Ak = .087	TOTAL CFM	50	75	100	125	150	175
	CFM/SIDE	25	38	50	63	75	88
	THROW	3-6	7-12	11-17	16-23	20-28	24-34
9 x 9 Ak = .197	TOTAL CFM	113	169	225	281	338	394
	CFM/SIDE	56	84	113	141	169	197
	THROW	5-10	9-15	13-21	18-27	23-32	27-38
12 x 12 Ak = .350	TOTAL CFM	200	300	400	500	600	700
	CFM/SIDE	100	150	200	250	300	350
	THROW	7-14	12-20	16-26	21-31	26-37	30-42
15 x 15 Ak = .546	TOTAL CFM	313	469	625	781	938	1094
	CFM/SIDE	156	234	313	391	469	547
	THROW	10-19	14-25	19-30	25-36	30-41	33-47
18 x 18 Ak = .787	TOTAL CFM	450	675	900	1125	1350	1575
	CFM/SIDE	225	338	450	563	675	788
	THROW	12-23	16-28	22-34	27-39	32-45	36-51
21 x 21 Ak = 1.071	TOTAL CFM	613	919	1225	1531	1837	2144
	CFM/SIDE	306	459	613	766	919	1072
	THROW	12-24	17-30	23-35	28-41	33-47	37-52
24 x 24 Ak = 1.399	TOTAL CFM	800	1200	1600	2000	2400	2800
	CFM/SIDE	400	600	800	1000	1200	1400
	THROW	12-22	16-28	21-34	27-39	32-45	36-50
27 x 27 Ak = 1.770	TOTAL CFM	1013	1519	2025	2531	3037	3544
	CFM/SIDE	506	759	1013	1266	1519	1772
	THROW	8-15	12-21	17-27	22-32	27-38	31-43
	NC	-	23	28	33	38	43

See Page DCD-36 for Performance Notes

DCD - Directional Ceiling Diffusers

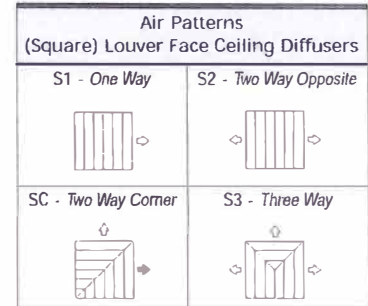
Series 5500/5500S - Performance

Models 5500 (-1, -2, -4, -46, -6, -7, -8, -9)

Models 5500S (-1, -2, -4, -46, -6, -7, -8, -9)

(S3) 3 Way Square Pattern

NECK SIZE Ak	Ps Pt Side Designation	NECK VELOCITY											
		200		300		400		500		600		700	
		.013 A	.016 B	.030 A	.036 B	.053 A	.063 B	.083 A	.099 B	.120 A	.142 B	.163 A	.194 B
6 x 6 Ak = .100	TOTAL CFM	50	75	100	125	150	175						
	CFM/SIDE	19	13	28	19	38	25	47	31	56	38	66	44
	THROW	3-5	2-4	6-11	6-10	10-16	10-16	15-22	15-21	20-28	19-27	24-33	23-32
	NC	0		0		0		0		23		28	
9 x 9 Ak = .225	TOTAL CFM	113	169	225	281	338	394						
	CFM/SIDE	42	28	63	42	84	56	105	70	127	84	148	98
	THROW	4-8	3-6	8-14	7-12	12-19	11-18	17-25	16-23	22-31	21-29	26-36	24-34
	NC	0		0		0		24		29		34	
12 x 12 Ak = .400	TOTAL CFM	200	300	400	500	600	700						
	CFM/SIDE	75	50	113	75	150	100	188	125	225	150	263	175
	THROW	6-12	5-9	10-17	8-15	15-23	13-20	20-29	18-26	24-34	22-31	28-40	26-37
	NC	0		0		22		27		32		37	
15 x 15 Ak = .625	TOTAL CFM	313	469	625	781	938	1094						
	CFM/SIDE	75	50	176	117	234	156	293	195	352	234	410	273
	THROW	6-12	5-9	12-22	10-18	17-27	15-23	23-33	20-29	27-38	25-35	31-44	29-40
	NC	0		0		24		29		34		39	
18 x 18 Ak = .900	TOTAL CFM	450	675	900	1125	1350	1575						
	CFM/SIDE	169	113	253	169	338	225	422	281	506	338	591	394
	THROW	10-20	8-16	15-25	12-21	20-31	17-27	25-37	22-32	30-42	27-38	34-48	31-44
	NC	0		20		25		30		35		40	
21 x 21 Ak = 1.225	TOTAL CFM	613	919	1225	1531	1837	2144						
	CFM/SIDE	230	153	345	230	459	306	574	383	689	459	804	536
	THROW	12-23	10-19	16-28	14-24	22-34	19-30	27-40	24-36	32-45	29-41	36-51	33-47
	NC	0		21		26		31		36		41	
24 x 24 Ak = 1.600	TOTAL CFM	800	1200	1600	2000	2400	2800						
	CFM/SIDE	300	200	450	300	600	400	750	500	900	600	1050	700
	THROW	12-24	11-22	17-30	16-27	23-35	21-33	28-41	26-38	33-47	31-44	37-52	35-50
	NC	0		22		27		32		37		42	
27 x 27* Ak = 2.025	TOTAL CFM	1013	1519	2025	2531	3037	3544						
	CFM/SIDE	380	253	759	506	949	633	1139	759	1329	886	1329	886
	THROW	12-23	12-24	17-29	17-19	22-34	22-35	27-40	28-40	32-46	33-46	36-51	37-52
	NC	0		23		28		33		38		43	



Directional Ceiling Diffusers

DCD

See Page DCD-36 for Performance Notes

DCD - Directional Ceiling Diffusers

5/2007

Series 5500/5500S - Performance

Models 5500 (-1, -2, -4, -46, -6, -7, -8, -9 frame styles)
 Models 5500S (-1, -2, -4, -46, -6, -7, -8, -9 frame styles)
 (S4) 4-Way Square Pattern

NECK SIZE Ak	Ps Pt	NECK VELOCITY					
		200	300	400	500	600	700
		.013 .016	.030 .036	.053 .063	.083 .099	.120 .142	.163 .194
6 x 6 Ak = .100	TOTAL CFM	50	75	100	125	150	175
	CFM/SIDE	13	19	25	31	38	44
	THROW	2-4	6-10	10-16	15-21	19-27	23-32
	NC	-	-	-	-	23	28
9 x 9 Ak = .225	TOTAL CFM	113	169	225	281	338	394
	CFM/SIDE	28	42	56	70	84	98
	THROW	3-6	7-12	11-18	16-23	21-29	24-34
	NC	-	-	-	24	29	34
12 x 12 Ak = .400	TOTAL CFM	200	300	400	500	600	700
	CFM/SIDE	50	75	100	125	150	175
	THROW	5-9	8-15	13-20	18-26	22-31	26-37
	NC	-	-	22	27	32	37
15 x 15 Ak = .625	TOTAL CFM	313	469	625	781	938	1094
	CFM/SIDE	78	117	156	195	234	273
	THROW	6-12	10-18	15-23	20-29	25-35	29-40
	NC	-	-	24	29	34	39
18 x 18 Ak = .900	TOTAL CFM	450	675	900	1225	1350	1575
	CFM/SIDE	113	169	225	306	338	394
	THROW	8-16	12-21	17-27	22-32	27-38	31-44
	NC	-	20	25	30	35	40
21 x 21 Ak = 1.225	TOTAL CFM	613	919	1225	1531	1837	2144
	CFM/SIDE	153	230	306	383	459	536
	THROW	10-19	14-24	19-30	24-36	29-41	33-47
	NC	-	21	26	31	36	41
24 x 24 Ak = 1.600	TOTAL CFM	800	1200	1600	2000	2400	2800
	CFM/SIDE	200	300	400	500	600	700
	THROW	11-22	16-27	21-33	26-38	31-44	35-50
	NC	-	22	27	32	37	42
27 x 27* Ak = 2.025	TOTAL CFM	1013	1519	2025	2531	3037	3544
	CFM/SIDE	253	380	506	633	759	886
	THROW	12-24	17-29	22-35	28-40	33-46	37-52
	NC	-	23	28	33	38	43
33 x 33* Ak = 3.025	TOTAL CFM	1513	2269	3025	3781	4537	5294
	CFM/SIDE	378	567	756	945	1134	1323
	THROW	12-23	17-29	22-34	27-40	33-46	36-51
	NC	-	24	29	34	39	44



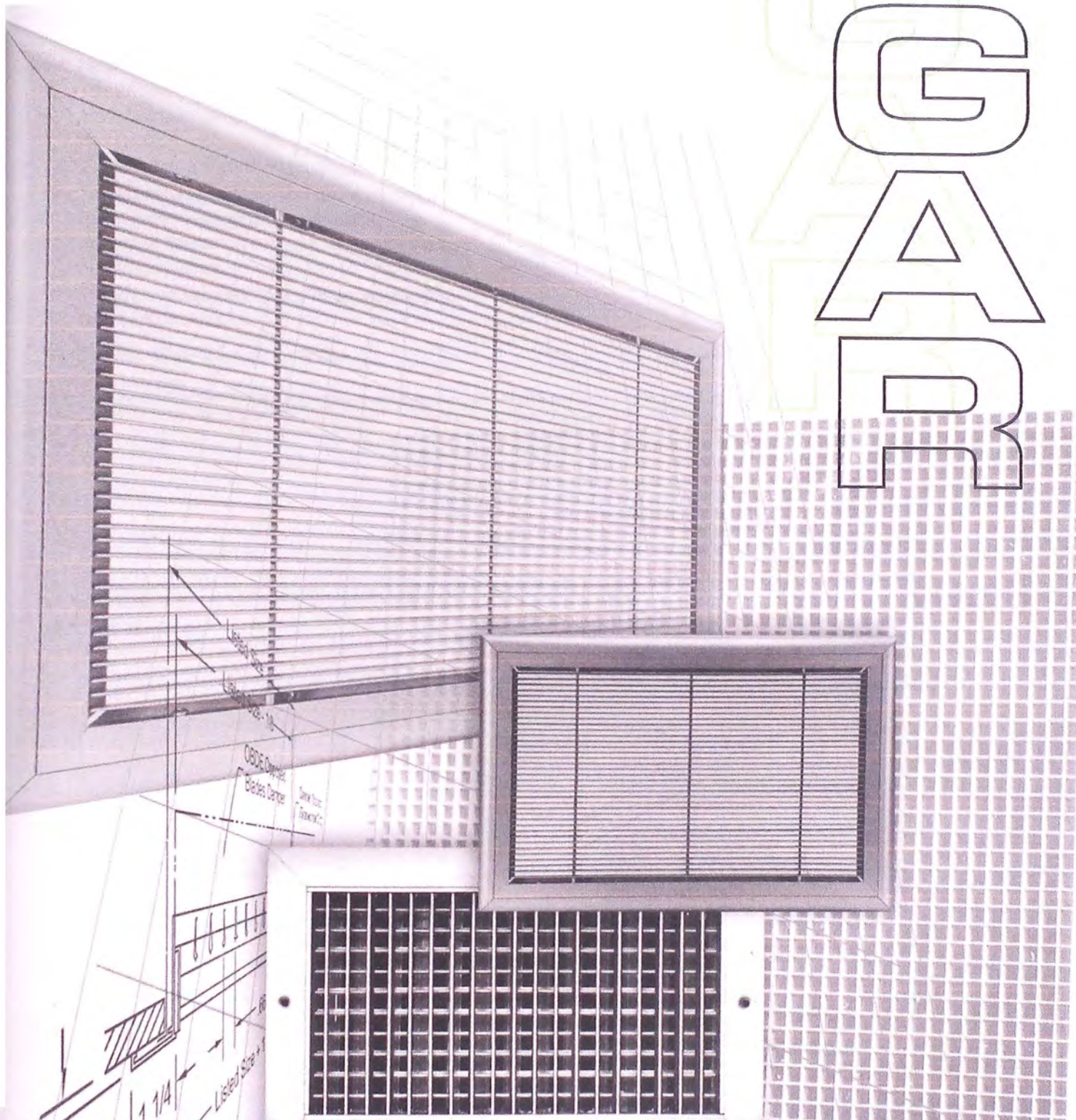
Series 5500/5500S - Performance Notes:

All data are tested in accordance with ANSI/ASHRAE 70-1991

Definition of Units:

- CFM - Cubic feet per minute (air)
- fpm - Velocity of air stream in feet per minute
- Pv - Velocity pressure (inches of water column)
- Pt - Total pressure (inches of water column)
- Ps - Static pressure = Pt - Pv (inches of water column)
- Throw - Cataloged throw is horizontal distances in feet to the terminal velocities of 150 - 50 fpm with ambient supply air temperature.
- NC - Noise criterion, sound pressure level. NC ratings are based on sound power level (Lw) RE: 10E-12 watts minus a 10 dB room attenuation in all octave bands
- Ak - Area Factor

GARD



GRILLES & REGISTERS

5/32

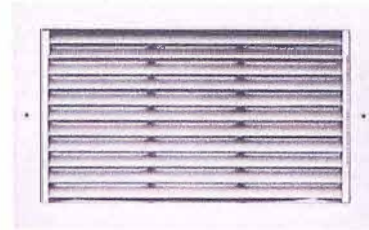
GAR - Grilles and Registers

5/2007

Return and Exhaust Grilles Series RH Aluminum

Product Details

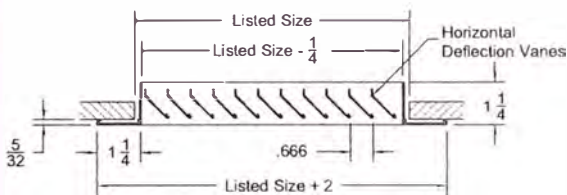
- ✱ The RH series of return grilles combine the advantages of corrosion resistant construction and durability with attractive design, solid performance, and competitive pricing
- ✱ This economical series of rollformed aluminum return grilles and registers are available in a number of borders to integrate into a wide range of ceiling systems
- ✱ The RH is an excellent choice for exhaust and return applications
- ✱ See page GAR-63 for performance



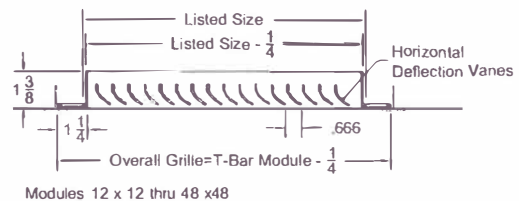
Model RH-1 Shown
Standard Finish: 01 White

Sideview, dimensions are in inches

Return and Exhaust Grille - Surface Mount Model RH-1



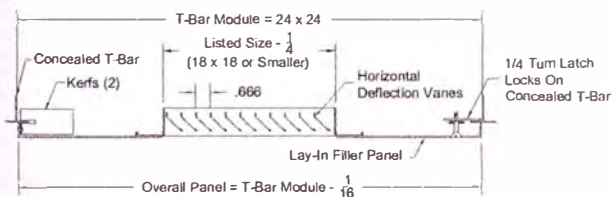
Return and Exhaust Grille - T-bar Lay-in Model RH-6



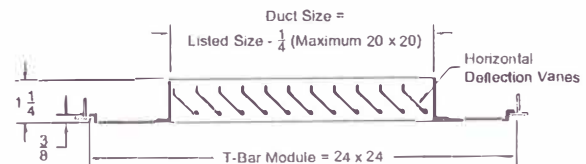
Modules 12 x 12 thru 48 x 48

T-bar Module	12 x 12	24 x 12	24 x 24	48 x 24	36 x 36	48 x 48
Nominal Neck Size	10 x 10	22 x 10	22 x 22	46 x 22	34 x 34	46 x 46

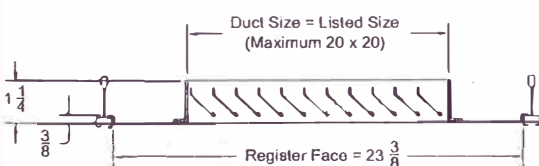
Return and Exhaust Grille - Concealed Spline Model RH-7



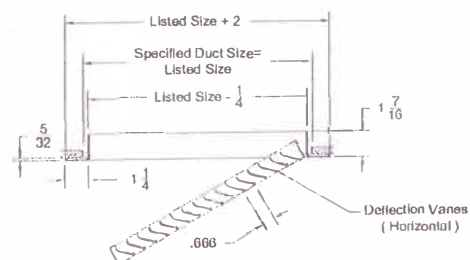
Return and Exhaust Grille - T-bar T-bar Model RH-8



Return and Exhaust Grille - Donn Fineline Model RH-9



Return and Exhaust Grille - Surface Mount Hinged Face Model RH-H-1



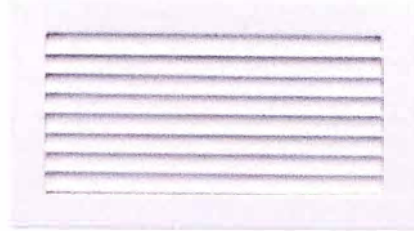
Grilles and Reg

GAR - Grilles and Registers

Return Grilles → Series RHE → Extruded Aluminum

Product Details

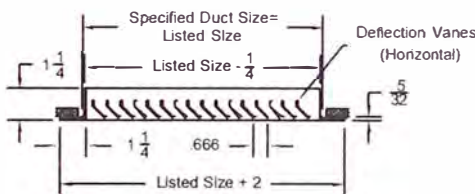
- ✦ The series RHE is our premier extruded aluminum product, offering superior construction and high performance. This unit is built for durability
- ✦ The series RHE is available with an optional hinge to allow access behind the grille face
- ✦ Series RHE is an excellent choice for projects requiring exhaust or return applications
- ✦ See page GAR-63 for performance



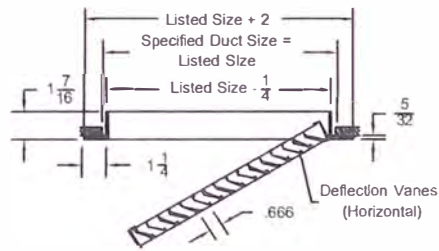
Model RHE-1 Shown
Standard Finish: 01 White

Sideview, dimensions are in inches

Return Grille - Surface Mount
Model RHE-1



Return Grille - Surface Mount - Hinged Face
Model RHE-H-1



Notes for Models RH (-1, -6, -7, -8, -9), RH-H-1

1. Available Finishes	2. Available Accessories	3. Available Options	4. Construction Details
Standard Finish: 01 White Optional Finish 02 Aluminum paint 03 Black 24 Mill finish 28 Custom color	OBD - Steel - Opposed Blade Damper221 OBDA - Aluminum - Opposed Blade Damper...221 L9 - Equalizing Grid221 PF - Plaster Frame222	Reverse Sizes (blades parallel to short side) Hinged Core Insect Screen	<ul style="list-style-type: none"> • Odd/fractional sizes are available • Oversized units made in multiple sections, each with full flanges. Mullion strips provided for joining units in field

Notes for Models RHE-1, RHE-H-1

1. Available Finishes	2. Available Accessories	3. Available Options	4. Construction Details
Standard Finish: 01 White Optional Finish 02 Aluminum paint 03 Black 04 Clear Anodized 24 Mill finish 28 Custom color	OBD - Steel - Opposed Blade Damper221 OBDA - Aluminum - Opposed Blade Damper...221 L9 - Equalizing Grid221 PF - Plaster Frame222	Reverse Sizes (blades parallel to short side) Hinged Core Insect Screen	<ul style="list-style-type: none"> • All sizes have extruded aluminum frames and blades • Odd/fractional sizes are available • Oversized units made in multiple sections, each with full flanges. Mullion strips provided for joining units in the field

Grilles and Registers

GAR

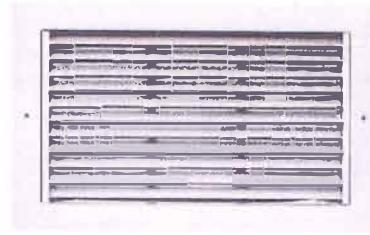
GAR - Grilles and Registers

5/2007

Return Grilles → Series SRH → Steel

Product Details

- ✱ The series SRH is designed for applications requiring steel construction
- ✱ This economical series of return grilles and registers is available a number of borders to integrate into a wide range of ceiling system
- ✱ Series SRH is an excellent choice for exhaust and return applications

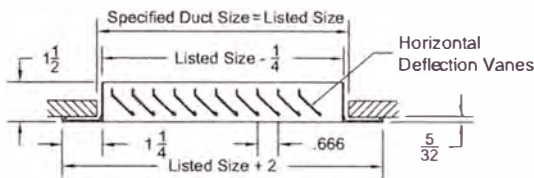


Model SRH-1 Shown

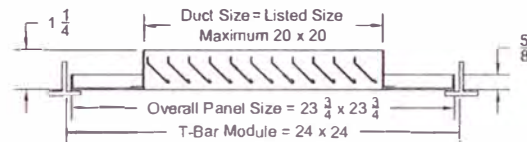
Standard Finish: 01 White

Sideview, dimensions are in inches

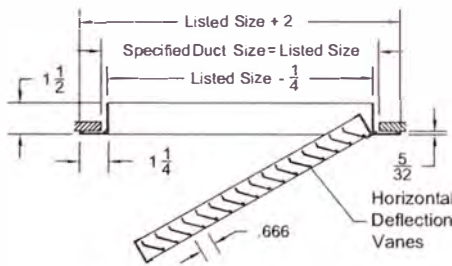
Return Grille - Surface Mount
Model SRH-1



Return Grille - T-bar Lay-in
Model SRH-6



Return Grille - Surface Mount - Hinged Face
Model SRH-H-1



1. Available Finishes

Standard Finish:
01 White
Optional Finish
02 Aluminum paint
03 Black
28 Custom color

2. Available Accessories

OBD - Steel - Opposed Blade Damper221
OBDA - Aluminum - Opposed Blade Damper .221
L9 - Equalizing Grid221
PF - Plaster Frame222

3. Available Options

Reverse Sizes (blades parallel to short side)
Hinged Core
Insect Screen

4. Construction Details

- Frame and blades are steel
- Odd/fractional sizes are available
- Oversized units made in multiple sections, each with full flanges. Mullion strips provided for joining units in the field

Performance Notes for Series RH, SRH & RHE

All data are tested in accordance with ANSI/ASHRAE 70-1991

Definition of Units:

- CFM - Cubic feet per minute (air)
- Nk Vel - Neck Velocity of air stream in feet per minute
- Ps - Negative Static pressure (inches of water column)
- NC - Noise criterion, sound pressure level. NC ratings are based on sound power level (Lw) RE: 10E-12 watts minus a 10 dB room attenuation in all octave bands
- Ak - Area Factors

GAR - Grilles and Registers

Series RH, SRH & RHE - Performance

Models RH (-1, -6, -7, -8, -9), RH-H-1, RHE-1, RHE-H-1, SRH (-1, -6), SRH-H-1

CFM	Ak	NECK SIZE													
		10" x 6"	12" x 6"	10" x 8"	12" x 8"	18" x 6"	12" x 12"	16" x 12"	18" x 12"	20" x 12"	24" x 12"	18" x 18"	20" x 18"	20" x 20"	24" x 18"
		.40	.47	.53	.63	.71	.95	1.27	1.42	1.58	1.90	2.14	2.37	2.63	2.85
100	Nk Vel Ps	240 .007	200 .005												
150	Nk Vel Ps	360 .016	300 .011	270 .009	225 .006	200 .005									
200	Nk Vel Ps	480 .029	400 .020	360 .016	300 .011	267 .009	200 .005								
250	Nk Vel Ps	600 .046	500 .032	450 .026	375 .018	333 .014	250 .008								
300	Nk Vel Ps	720 .066	600 .046	540 .037	450 .026	400 .020	300 .011	225 .006	200 .005						
350	Nk Vel Ps	840 .089	700 .062	630 .050	525 .035	467 .028	350 .016	263 .009	233 .007	210 .006					
400	Nk Vel Ps		800 .081	720 .066	600 .046	533 .036	400 .020	300 .011	267 .009	240 .007	200 .005				
450	Nk Vel Ps		900 .103	810 .083	675 .058	600 .046	450 .026	338 .014	300 .011	270 .009	225 .006	200 .005			
500	Nk Vel Ps				750 .071	667 .056	500 .032	375 .018	333 .014	300 .011	250 .008	222 .006	200 .005		
550	Nk Vel Ps				825 .086	733 .068	550 .038	413 .022	367 .017	330 .014	275 .010	244 .008	220 .006		
600	Nk Vel Ps				900 .103	800 .081	600 .046	450 .026	400 .020	360 .016	300 .011	267 .009	240 .007	216 .006	200 .005
650	Nk Vel Ps					867 .095	650 .054	488 .030	433 .024	390 .019	325 .013	289 .011	260 .009	234 .007	217 .006
700	Nk Vel Ps						700 .062	525 .035	467 .028	420 .022	350 .016	311 .012	280 .010	252 .008	233 .007
750	Nk Vel Ps						750 .071	563 .040	500 .032	450 .026	375 .018	333 .014	300 .011	270 .009	250 .008
	NC			40			35		30				25		

CFM	Ak	NECK SIZE													
		22" x 22"	30" x 18"	24" x 24"	36" x 18"	30" x 24"	36" x 24"	30" x 30"	36" x 30"	48" x 24"	42" x 30"	42" x 36"	48" x 36"	48" x 42"	48" x 48"
		3.19	3.56	3.80	4.27	4.75	5.70	5.94	7.12	7.60	8.31	9.67	11.40	13.30	15.20
700	Nk Vel Ps	208 005													
800	Nk Vel Ps	238 .007	213 .006	200 .005											
1000	Nk Vel Ps	298 .011	267 .009	250 .008	222 .006	200 .005									
1200	Nk Vel Ps	357 .016	320 .013	300 .011	267 .009	240 .007	200 .005								
1400	Nk Vel Ps	417 .022	373 .017	350 .015	311 .012	280 .010	233 .007	224 .006							
1600	Nk Vel Ps	476 .028	427 .023	400 .020	356 .016	320 .013	267 .009	256 .008	213 .006	200 .005					
2000	Nk Vel Ps	595 .044	533 .036	500 .031	444 .025	400 .020	333 .014	320 .013	267 .009	250 .008	229 .007				
2500	Nk Vel Ps	744 .069	667 .056	625 .049	556 .039	500 .031	417 .022	400 .020	333 .014	313 .012	286 .010	238 .007	208 .005		
3000	Nk Vel Ps	893 .100	800 .080	750 .070	667 .056	600 .045	500 .031	480 .029	400 .020	375 .018	343 .015	286 .010	250 .008	214 .006	
3500	Nk Vel Ps			875 .096	778 .076	700 .061	583 .043	560 .039	467 .027	438 .024	400 .020	333 .014	292 .011	250 .008	219 .006
4000	Nk Vel Ps				889 .099	800 .080	667 .056	640 .051	533 .036	500 .031	457 .026	381 .018	333 .014	286 .010	250 .008
4500	Nk Vel Ps					900 .101	750 .070	720 .065	600 .045	563 .040	514 .033	429 .023	375 .018	321 .013	281 .010
5000	Nk Vel Ps						833 .087	800 .080	667 .056	625 .049	571 .041	476 .028	417 .022	357 .016	313 .012
6000	Nk Vel Ps								800 .080	750 .070	686 .059	571 .041	500 .031	429 .023	375 .018
	NC			40					35				30		25

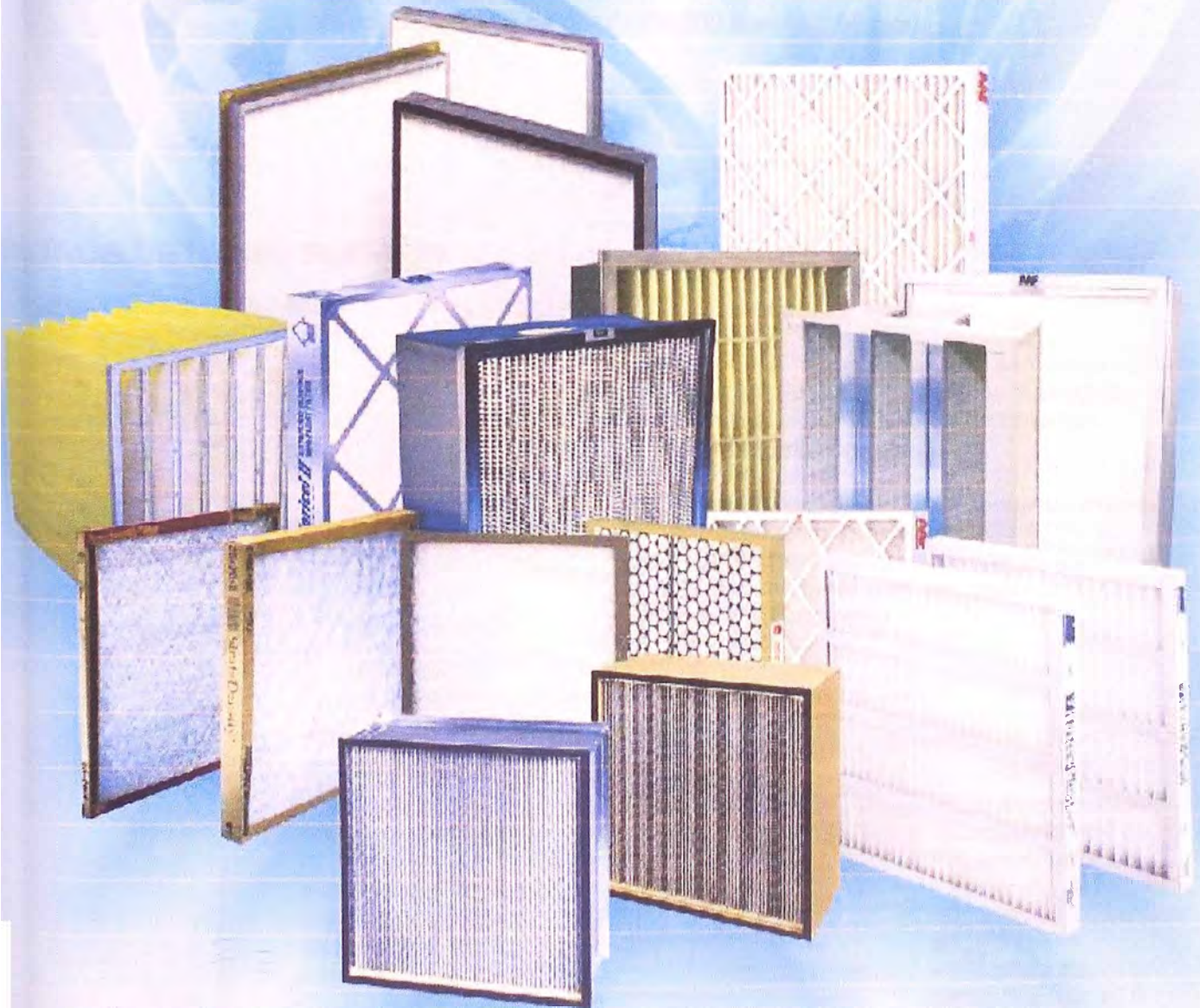
For performance notes, see page GAR-174

Anexo 5: Catálogo de filtros de aire



Soler & Palau

FILTROS DE AIRE

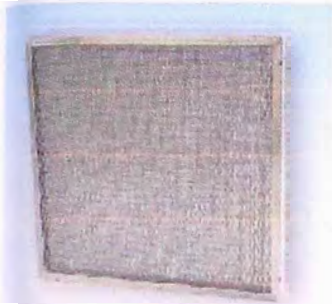




Soler & Palau



FILTROS DE AIRE



FMA FILTRO LAVABLE PERMANENTE DE ALUMINIO

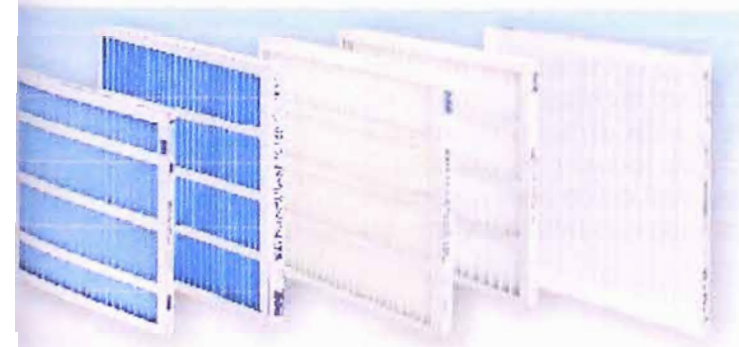
Prefiltro con marco de aluminio y capas de aluminio plisado.
Velocidad máx. de operación 625 ft/min. (3.18m/s).
En 1 o 2 " de espesor.



FCA FILTRO DE CARBÓN ACTIVADO (DEODORIZANTE)

Filtro de carbón activado para el control de olores, integra un prefiltro con fibras de poliéster y una esponja de poliuretano para la fijación del carbón activado.
Velocidad máxima de operación 500 ft/min. (2.55 m/s).

FILTROS DE PANEL PLISADO



Características Técnicas:

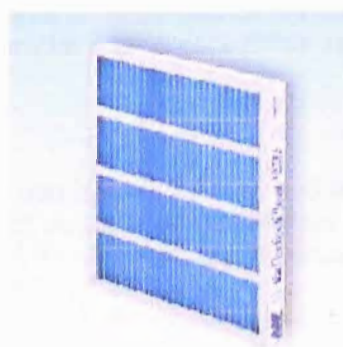
- Media DuraFlex™ autosoportable e indeformable, brindándole características de fácil manejo, con alta eficiencia en filtración.
- No absorbe humedad.
- 100% incinerable.
- Libre de corrosión debido a que no contiene en su estructura piezas metálicas.
- Resistente a medianas temperaturas (77 °C).
- Velocidad máxima de operación (2"): 625 ft/min (3.18 m/seg.)



FPP FILTRO DE PANEL PLISADO

Características de Filtración: MERV 6.

Eficiencia de filtración: 25 30 % (ASHRAE Standard 52.2).



FPE FILTRO DE PANEL PLISADO (MERV(8))

- Con antimicrobial.
- Características de Filtración: MERV 8
- Eficiencia de filtración: 70 % (ASHRAE Standard 52.2)
- Eficiencia inicial en partículas 3.0 10.0 micras.



Soler & Palau



OTRAS OPCIONES EN FILTRACIÓN NO ESTÁNDAR S&P*



AMERGLASS 5700

Filtro desechable de fibra de vidrio con marco de cartón.
Arrestancia promedio de 80.85%.
Disponible en espesores de 1" y 2".
Recomendado como prefiltro en sistemas de manejo de aire.
Aplicaciones industriales y comerciales.



PERFECT PLEAT PF

Filtro tipo plisado de media sintética Duraflex con marco de cartón
Eficiencia de 30% en marcha de polvo ASHRAE
Disponible en espesor de 1"
Recomendado para aplicaciones de tipo comercial ligero, en sistemas de bajo volumen de aire, resistente al maltrato y humedad.



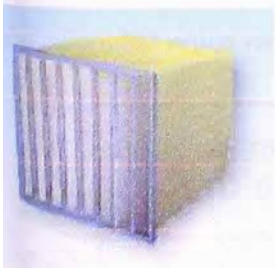
PERFECTPLEAT

Filtro tipo plisado de media sintética Duraflex, con marco de cartón.
Eficiencias de 30% y 65% en marcha de polvo ASHRAE.
Disponible en espesores de 1" y 2".
Recomendado como filtro para aplicaciones comerciales o como prefiltro en sistemas de alta eficiencia.
Resistente al maltrato y humedad.



VARICEL II

Filtro de tipo cartucho para uso comercial, tipo miniplisado con marco de cartón y opción de metal con cabezal de montaje.
Eficiencias de 65%, 85% y 95% en mancha de polvo ASHRAE.
Disponible en espesor de 4".
Recomendado como filtro de alta eficiencia para unidades manejadoras de aire y sistema de volumen variable.



DRIPAK

Filtro de bolsa disponible en fibra de vidrio o fibra sintética.
eficiencias de 40-45%, 50-55%, 60-65%, 80-85% y 90-95% en mancha de polvo ASHRAE.
Disponible en largos de 12" a 36".
Recomendado como filtro final en sistemas comerciales e industriales con baja caída de presión inicial y gran capacidad de retención de polvo.



VARICEL I

Filtro de tipo cartucho para uso rudo industrial, tipo plisado con marco de metal y opción de cabezal de montaje.
Eficiencias de 65%, 85% y 95% en mancha de polvo ASHRAE.
Disponible en espesores de 6" y 12".
Recomendado como filtro de alta eficiencia para condiciones de alta humedad y temperatura.

*Para información y cotización de estos productos comunicarse al departamento Comercial S&P.



FUNDAMENTOS Y GENERALIDADES DE LA FILTRACIÓN

Un **filtro** es un dispositivo que utilizamos para remover los componentes no deseados del aire, sean sólidos o gases.

Es importante considerar que el filtro es un obstáculo al paso del aire, es decir genera una caída de presión. Dicha caída de presión (inicial y final) deberá ser considerada dentro del sistema a calcular, para evitar desviaciones en los cálculos.

Valores de diferencial de presión según tipo de filtro

Tipo de filtro	Eficiencia	Resistencia Inicial		Resistencia Final	
		mm c.a.	Inches w.g.	mm c.a.	inches w.g.
Metálico 1"	< 10 %	2.54	0.10 "	12.7	0.50 "
Metálico 2"	< 10 %	5.08	0.20 "	25.4	1"
Panel -plano 2"	20%	6.35	0.25 "	25.4	1 "
Plisado	25 - 30 %	7.62	0.3	25.4	1 "
Cartucho 4"	90 - 95%	17.78	0.7	38.1	1.5 "
Bolsa 21"	90 - 95%	18.80	0.74	25.4	1 "

Terminología importante en Filtración Mecánica

- Arrestancia:** Capacidad de un filtro para retener partículas de 5 micras y mayores, se expresa en porcentaje.
- Eficiencia:** Capacidad que tiene un filtro para retener partículas de 1 micra y mayores, se expresa en porcentaje.
- Eficiencia DOP:** Capacidad para retener partículas de 0.3 micras y mayores, se expresa en porcentaje.
- MERV:** Valor Reportado de Eficiencia Mínima

Esta prueba se basa en el estándar 52.2 de ASHRAE y evalúa la capacidad de un filtro para retener partículas en 3 rangos de tamaño: 0.3 1.0, 1.0 3.0 y 3.0 10.0 micras.

Se expresa como un número entero, entre más grande sea el número mayor es la eficiencia del filtro.

Equivalencias entre valores de estándares ASHRAE

MERV STD. 52.2	Dust Efficiency STD. 52.1 %	Arrestancia Promedio STD: 52.1 %	Rango de tamaño de partículas micras
1 - 4	< 20	60 - 80	> 10.0
5 - 8	< 20 - 35	80 - 95	3.0 - 10.0
9 - 12	40 - 75	> 95 - 98	1.0 - 3.0
13 - 16	80 - 95 +	> 98- 99	0.3 - 1.0

Anexo 6: Performance del Chiller

Unit Tag	Qty	Model No	Cooling Capacity (TR)	Nominal Voltage	Refrigerant Type
UNIT1	1	YLAA0156HE40XCBSXTX	150.6	380-3-60	R410A

PIN:

YLAA0156HE	40XCBSXTXH	XXBLXCXX45	SXXXXXHXXX	YAXXPXXXXX	XXX1XXEXXX			
...5...10	...5...20	...5...30	...5...40	...5...50	...5...60	...5...70	...5...80	...5...90

Evaporator Data		Evaporator Data (Cont.)		Performance Data	
EWIWT (°F)	54.9	Min. Flow Rate (USGPM)	120	EER (EER)	11.2
LWT (°F)	44.6	Max. Flow Rate (USGPM)	625	IPLV (EER)	15.5
Design Flow Rate (USGPM)	350.4			NPLV (EER)	16
Pressure Drop (ft H2O)	16.7	Condenser Data		Physical Data	
	Water	Ambient Temp. Design (°F)	90	Rigging Wt. (lb)	7269
Cooling Factor (h.ft ² .F/Btu)	0.0001	Altitude (ft)	0	Operating Wt. (lb)	7353
Water Volume (USGAL)	10	User Min. Operating Air Temp. (°F)	41		
		User Max. Operating Air Temp. (°F)	113		

Electrical Data

Circuit	1	2	3	4
Compressor RLA	64 / 64	64 / 64 / 64		
Fan QTY/FLA (each)	6 / 27	4 / 18		
High LRA Current	355 / 355	355 / 355 / 355		

Single Point

Min. Circuit Ampacity	388		
Recommended Fuse/CB Rating	450		
Max. Inverse Time CB Rating	450		
Max. Dual Element Fuse Size (A)	450		
Unit Short Circuit Withstand (STD)	5 [kA]		
Wire Lugs Per Phase	2	Operating Condition Electrical Data	
Wire Range (Lug Size)	#4 - 500 kcmil	Compressor kW	144.5
Starter Type	Across The Line	Total Fan kW	16.8
		Total kW	161.3

Notes:

Certified in accordance with the AHRI Air-Cooled Water Chilling Packages Using Vapor Compression Cycle Certification Program, which is based on AHRI Standard 550/590 (I-P). Certified units may be found in the AHRI Directory at www.ahridirectory.org. Auxiliary components included in total kW - Oil heaters, Chiller controls. Auxiliary power is already included in the compressor and fan power.



Part Load Rating Data

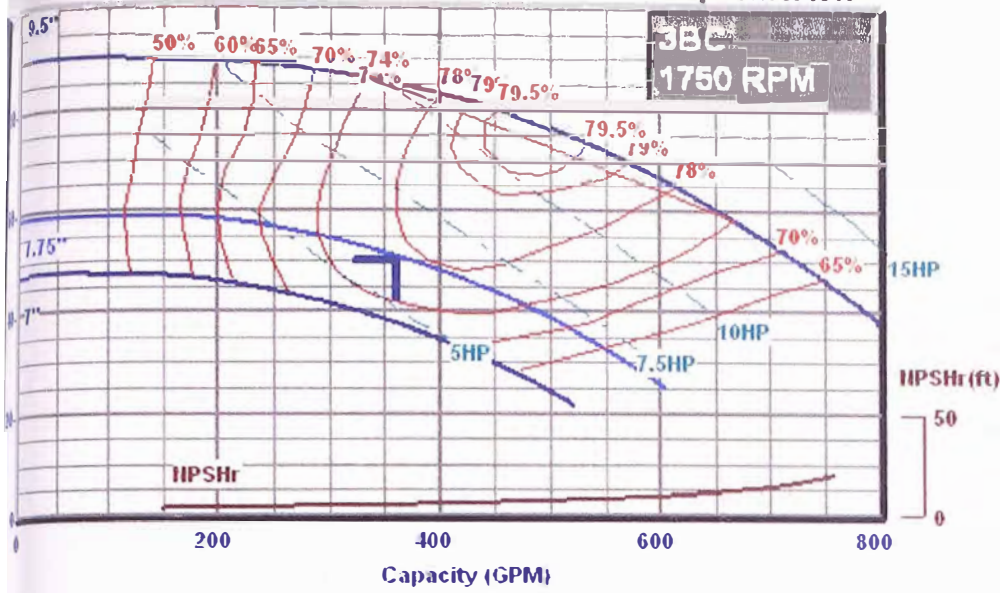
Stage	Ambient (°F)	Capacity (TR)	Compressor kW	Unit Efficiency
1	90	150.6	161.3	11.2
2	95	119.5	136.4	10.5
3	95	87.4	100.7	10.4
4	95	58.9	66.5	10.6

5	95	27.6	32.5	10.2
---	----	------	------	------

Sound Power Levels (In Accordance with AHRI 370)

Stage	Ambient (°F)	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K	LWA
1	90	100	99	95	95	92	88	85	82	97
2	95	100	99	95	95	91	88	85	81	97
3	95	98	97	93	93	89	86	83	79	95
4	95	98	97	93	93	89	85	82	79	95
5	95	93	92	88	88	85	81	78	75	90

Anexo 7: Performance de la bomba primaria



In Size = 4 " Min Imp Dia = 7 " Design Capacity = 360.0 GPM
 Pipe Size = 3 " Max Imp Dia = 9.5 " Design Head = 50.0 Feet
 Cut Dia = 7.75 " Motor Size = 7.5 HP

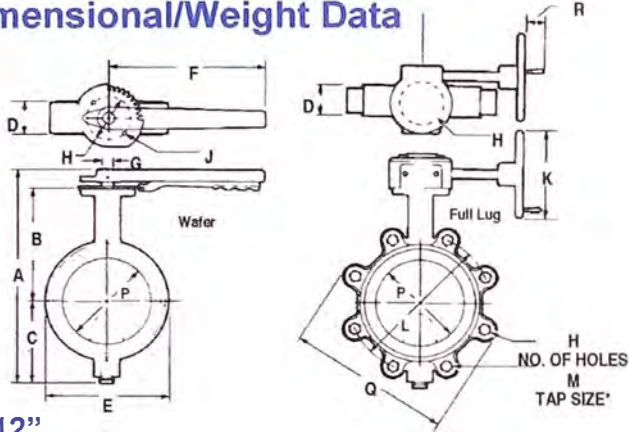
Bell & Gossett



Anexo 8: Válvula mariposa

Butterfly Valve

Dimensional/Weight Data



2"-12"

Size	2	2 1/2	3	4	5	6	8	10	12
A	9 3/8	10 1/8	10 11/16	13	14	15 1/8	17 1/4	20 1/2	23 1/2
B	5 1/8	5 1/16	6	7	7 3/16	7 1/2	9 3/16	10 1/2	12 1/16
C	3	3 1/4	3 11/16	4 9/16	5 1/4	5 7/8	6 1/2	8 3/8	9 13/16
D	1 3/4	1 7/8	1 7/8	2 1/8	2 1/4	2 1/4	2 7/8	2 13/16	3 1/2
E	4	4 3/8	5 1/4	6 1/4	7 1/8	8 1/2	10 1/2	12 1/2	14 3/4
F	8	8	8	11	11	11	16	16	16
G	.561	.561	.561	.686	.686	.811	.936	1.123	1.247
H	3 1/4	3 1/4	3 1/4	3 1/4	3 1/4	3 1/4	4 1/4	4 1/4	4 3/4
J	.266	.266	.266	.266	.266	.266	.563	.563	.563
K	6	6	6	6	6	6	10	10	12
L	4 3/4	5 1/2	6	7 1/2	8 1/2	9 1/2	11 1/4	14 1/4	17
M*	1/2-11 UNC	1/2-11 UNC	1/2-11 UNC	1/2-11 UNC	1/2-10 UNC	1/2-10 UNC	1/2-10 UNC	1/2-9 UNC	1/2-9 UNC
N	4	4	4	8	8	8	8	12	12
P	2	2 1/2	3	4	5	6	8	10	12
Q	6	7	7 1/2	9	10	11	13 1/2	16	19
R	3	3	3	3	3	3	3	3	3

*For drilled lugs, add 1/4"

These are approximate dimensions. Please contact factory for certified prints on exact dimensions.

Materials of Construction

Body	Cast Iron/ASTM A-126-B
Stem	416 Stainless Steel ASTM A-582
Discs	Ductile Iron Nickel-Coated ASTM A-395 Class 40-60-18
Seats	Buna-N ASTM D-2000

*Optional materials available upon request

Operating Torque Data Approximate Values (inch pounds)

These seating torque values are for sizing actuators only. Wet (normal) service is where valve seat is lubricated with a clean, non-abrasive line medium. Dry (Gas, Air, Abrasive) service is where valve seat operates under non-lubricated conditions.

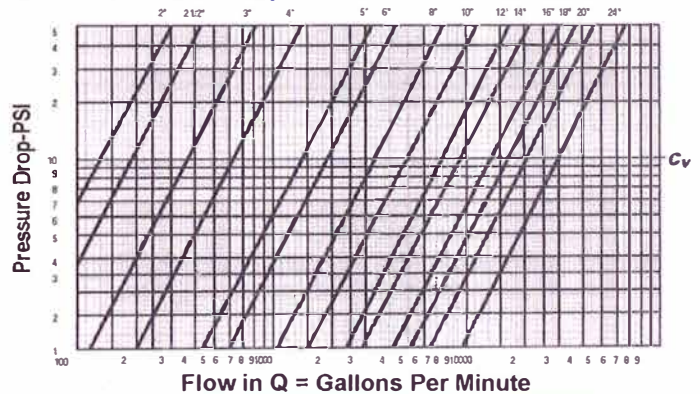
Torque values are for ambient temperatures.

Torque values can vary depending upon temperature, pressure, line medium and resilient seat material.

Key Design Features:

- Specifically designed for HVAC applications
- Meets MSS-SP-67 and API 609
- ANSI Class 125/150 lb.
- 200 PSI WOG rated
- Low operating torque
- Streamlined disc minimizes turbulence and pressure drop
- One-piece resilient seat eliminated flange gaskets
- Stem O-rings prevent atmospheric contamination from entering line medium
- Two-piece stem allows for easy assembly and maintenance
- Long neck allows ample clearance for piping insulation
- All valves 100% hydrostatically pressure tested on both sides
- Maximum temperature 0°F-200°F continuous or 0°F-225°F intermittent
- Seat field-replaceable without special tools

Maximum Flow/Pressure Drop Data Flow with Valve Full Open



Size	Approximate Butterfly Valve Operating Torque (In-Lbs)					
	0 PSI		100 PSI		200 PSI	
	Wet	Dry	Wet	Dry	Wet	Dry
2	130	175	160	220	190	250
2 1/2	150	200	190	250	225	300
3	200	275	260	350	300	400
4	330	450	420	550	450	600
5	375	500	620	825	675	900
6	675	900	900	1200	1100	1450
8	900	1200	1200	1600	1500	2000
10	1900	2500	2250	3000	2900	3800
12	2400	3200	3400	4500	4500	6000

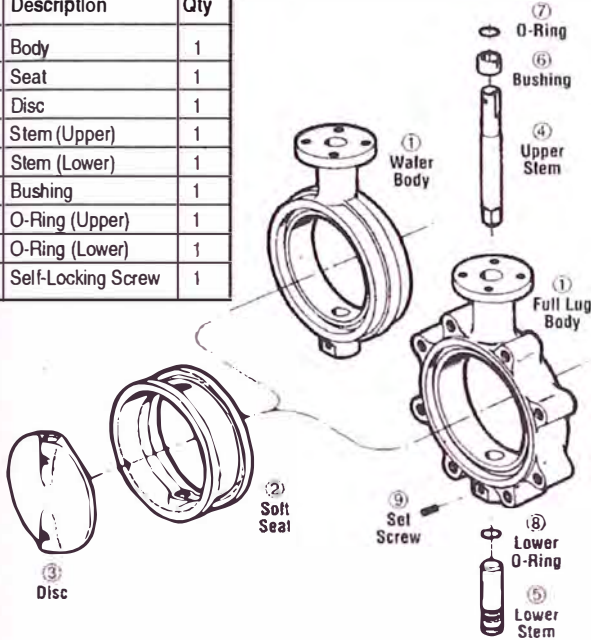
JOB NAME _____
 LOCATION _____

 CONTRACTOR _____
 CONTRACTOR P.O. NO. _____

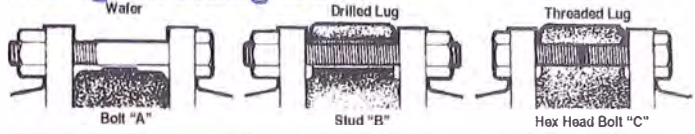
ITEMS	QUANTITY
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

Parts List

2'-12"		
Number	Description	Qty
1	Body	1
2	Seat	1
3	Disc	1
4	Stem (Upper)	1
5	Stem (Lower)	1
6	Bushing	1
7	O-Ring (Upper)	1
8	O-Ring (Lower)	1
9	Self-Locking Screw	1



Flange Bolting Data

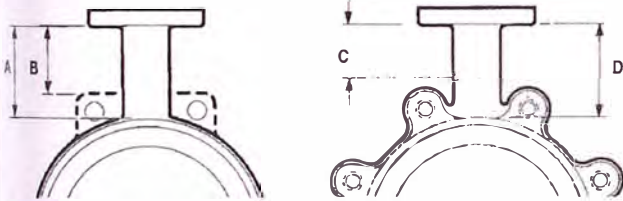


Wafer Body				
Size	Number Required	Bolt Size	Bolt Length "A"	Stud Length "B"
2	4	1/4-11	4 1/4	4 1/4
2 1/2	4	1/4-11	4 1/4	5 1/4
3	4	1/4-11	4 3/4	5 1/4
4	8	1/4-11	5	5 1/2
5	8	1/4-11	5 1/2	6
6	8	1/4-10	5 1/2	6
8	8	1/4-10	6	6 1/2
10	12	1/4-9	6 3/4	7 1/4
12	12	1/4-9	7	7 1/4

Full Lug and Semi-Lug Bodies			
Size	Bolt Size	Lug Body	
		Number Required	Hex Head Bolt Length "C"
2	1/4-11	8	1 1/2
2 1/2	1/4-11	8	1 1/2
3	1/4-11	8	1 1/2
4	1/4-11	16	1 1/2
5	1/4-10	16	1 3/4
6	1/4-10	16	1 3/4
8	1/4-10	16	2
10	1/4-9	24	2 1/4
12	1/4-9	24	2 1/4

All dimensions in inches

Extended Neck Dimensional Data



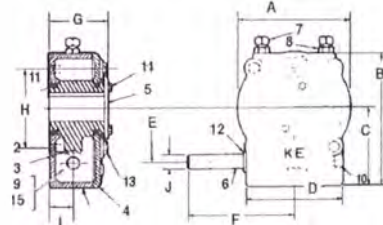
Size	Wafer		Lug Style	
	A	B	C	D
2	3	-	2 1/4	3 1/4
2 1/2	3 1/4	-	2 1/4	3 1/2
3	3	-	1 3/4	3 1/2
4	3 1/2	-	2 1/4	3 3/4
5	3 3/4	-	2 1/4	3 3/4
6	3 1/4	-	2 1/4	3 7/8
8	3 1/2	-	2	3 11/16
10	3 3/4	2 3/4*	2 1/4	3 3/4
12	4 1/4	2 1/2*	2 1/4	4 1/4

*Guide Lugs provided on 10" and larger

Size	Weight Data*								
	2"	2 1/2"	3"	4"	5"	6"	8"	10"	12"
2'-12" Wafer	5	7	8	11	15	19	34	59	94
2'-12" Full-Lug	7	8	9	17	21	25	42	73	112

*Valve only

Gear Operator Dimensional Data



1-KE & 2-KE Gear Operator Parts List					
Det. No.	Quant.	Description	Det. No.	Quant.	Description
1	1	Housing	9	2	Thrust Bearing
2	1	Drive Sleeve	10	1	Freeze Plug
3	1	Worm	11	2	O-Ring
4	1	Cover Plate	12	1	Seal
5	1	Indicator Plate	13	2	Hex Cap Screw
6	1	Worm Shaft	14	2	Hex Cap Screw
7	2	Stop Screw	15	1	Roll Pin
8	2	Lock Nut			

Bev	Size	A	B	C	D	E	F	G	H	I	Ratio	Wt
2"-6"	OKE	4 1/4	4 1/8	2 3/8	2 3/8	1.725	7	2 1/4	2 3/8	1.0625	24-1	6#
8"-12"	1-KE	5 1/4	6 3/8	3 3/8	4 1/4	2.500	10	2 3/8	3 3/8	1.1250	38-1	10#

Anexo 9: Válvula multipropósito

Plus Two Multi-Purpose Valve



HYDRONIC COMPONENTS & SYSTEMS

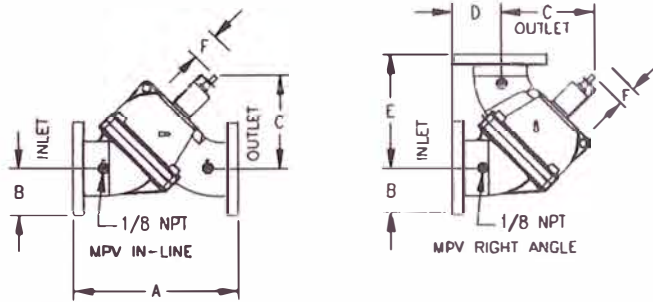
Do it once.
Do it right.  **Taco**[®]

Dimensional Data

Dimensions & Weights

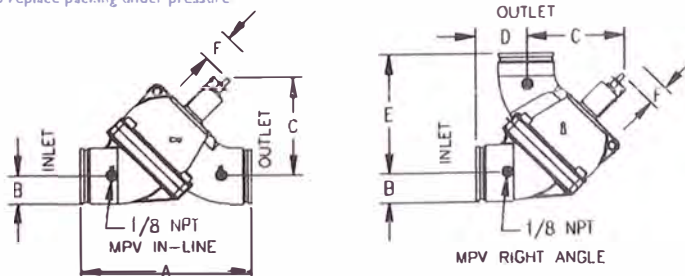
Model Number	Size	Conn.	A	B (125#)	B (250#)	C	D	E	F	C _v	Weight (125#)	Weight (250#)
MPV 015-4	1½ (38.1) NPT	Threaded	6.50 (165)	1.44 (037)	1.44 (037)	4.70 (119)	2.39 (061)	5.64 (143)	1.3 (33.0)	69	12 (5.5)	12 (5.5)
MPV 020-4	2 (50.8) NPT	Threaded	6.50 (165)	1.44 (037)	1.44 (037)	4.70 (119)	2.39 (061)	5.64 (143)	1.3 (33.0)	77	12 (5.5)	12 (5.5)
MPV 025-4	2½ (63.5) NPT	Threaded	11.88 (302)	1.93 (049)	1.93 (049)	4.97 (126)	3.50 (089)	7.30 (185)	1.6 (40.6)	122	32 (15)	32 (15)
MPV 030-4*	3 (76.2)	Flanged	11.75 (298)	3.75 (095)	4.13 (105)	6.15 (156)	3.90 (099)	7.85 (199)	1.8 (45.7)	209	38 (17)	46 (21)
MPV 040-4*	4 (101.6)	Flanged	13.75 (349)	4.50 (114)	4.50 (114)	8.51 (216)	4.18 (106)	9.63 (245)	2.1 (53.3)	366	67 (30)	84 (38)
MPV 050-4*	5 (127.0)	Flanged	17.63 (448)	5.00 (127)	5.50 (140)	11.26 (286)	5.25 (133)	12.28 (312)	2.4 (61.0)	459	105 (48)	126 (57)
MPV 060-4*	6 (152.4)	Flanged	20.35 (517)	5.50 (140)	6.25 (159)	11.28 (287)	6.07 (154)	14.23 (361)	2.7 (68.6)	701	134 (61)	176 (80)
MPV 080-4*	8 (203.2)	Flanged	25.88 (657)	6.75 (171)	7.50 (191)	13.58 (345)	6.75 (171)	19.13 (486)	3.9 (99.1)	1200	293 (133)	341 (155)
MPV 100-4*	10 (254.0)	Flanged	30.00 (762)	8.00 (203)	8.75 (222)	15.82 (402)	8.81 (224)	21.20 (538)	4.4 (111.8)	1826	466 (212)	536 (243)
MPV 120-4*	12 (304.8)	Flanged	36.00 (914)	9.50 (241)	10.25 (260)	17.54 (446)	9.98 (253)	26.64 (667)	4.9 (124.5)	2430	724 (329)	811 (368)

NOTE: Dimensions are in inches. Metric dimensions are in millimeters and are in parentheses (). Weights are in lb (kg).
 "F" is the distance required to replace packing under pressure. "A, C, D, E, F" apply to 250# valve also.
 *Append "A" for 250# working pressure (e.g. Model Number MPV 030-4A).



Model Number	Size	Conn.	A	B	C	D	E	F	C _v	Weight
MPVG 015-4	1½ (38.1)	Grooved	6.50 (165)	1.35 (034)	4.70 (119)	2.39 (061)	5.64 (143)	1.3 (33.0)	69	10 (4.5)
MPVG 020-4	2 (50.8)	Grooved	6.50 (165)	1.35 (034)	4.70 (119)	2.39 (061)	5.64 (143)	1.3 (33.0)	77	10 (4.5)
MPVG 025-4	2½ (63.5)	Grooved	11.88 (302)	1.55 (039)	4.97 (126)	3.50 (089)	7.30 (185)	1.6 (40.6)	122	16 (7)
MPVG 030-4	3 (76.2)	Grooved	11.75 (298)	1.85 (047)	6.15 (156)	3.90 (099)	7.85 (199)	1.8 (45.7)	209	22 (10)
MPVG 040-4	4 (101.6)	Grooved	13.75 (349)	2.32 (059)	8.51 (216)	4.18 (106)	9.63 (245)	2.1 (53.3)	366	43 (20)
MPVG 050-4	5 (127.0)	Grooved	17.63 (448)	2.90 (074)	11.26 (286)	5.25 (133)	12.28 (312)	2.4 (61.0)	459	78 (35)
MPVG 060-4	6 (152.4)	Grooved	20.35 (517)	3.41 (087)	11.28 (287)	6.07 (154)	14.23 (361)	2.7 (68.6)	701	106 (48)
MPVG 080-4	8 (203.2)	Grooved	25.88 (657)	4.50 (114)	13.58 (345)	6.75 (171)	19.13 (486)	3.9 (99.1)	1200	240 (109)
MPVG 100-4	10 (254.0)	Grooved	30.00 (762)	5.50 (140)	15.82 (402)	8.81 (224)	21.20 (538)	4.4 (111.8)	1826	395 (179)
MPVG 120-4	12 (304.8)	Grooved	36.00 (914)	6.50 (165)	17.54 (446)	9.98 (253)	26.64 (677)	4.9 (124.5)	2430	609 (276)

NOTE: Dimensions are in inches. Metric dimensions are in millimeters and are in parentheses (). Weights are in lb (kg).
 "F" is the distance required to replace packing under pressure.

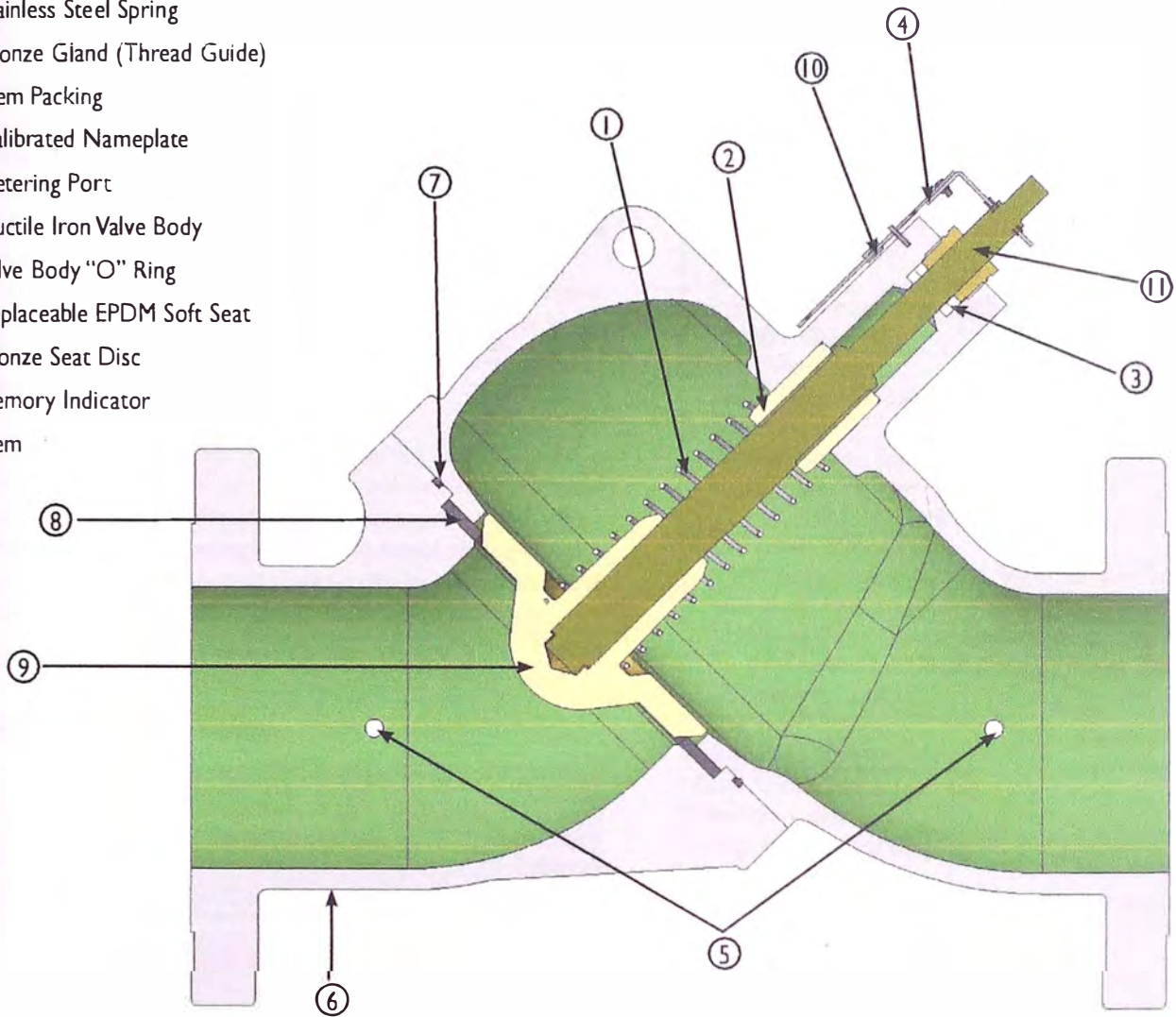


HYDRONIC COMPONENTS & SYSTEMS

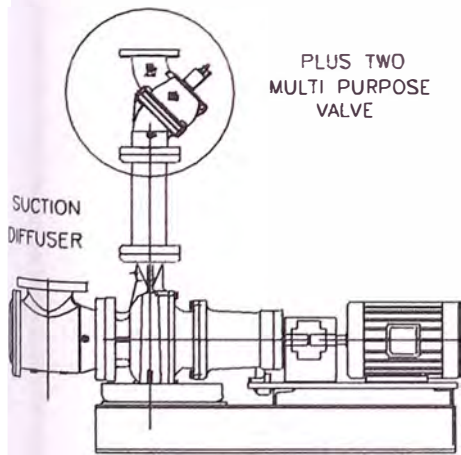
Do it once.
 Do it right. **Taco**

Taco Inc., 1160 Cranston Street, Cranston, RI 02920 / (401) 942-8000 / Fax (401) 942-2360
 Taco (Canada) Ltd., 6180 Ordan Drive, Mississauga, Ontario L5T 2B3 / (905) 564-9422 / Fax (905) 564-9436
www.taco-hvac.com

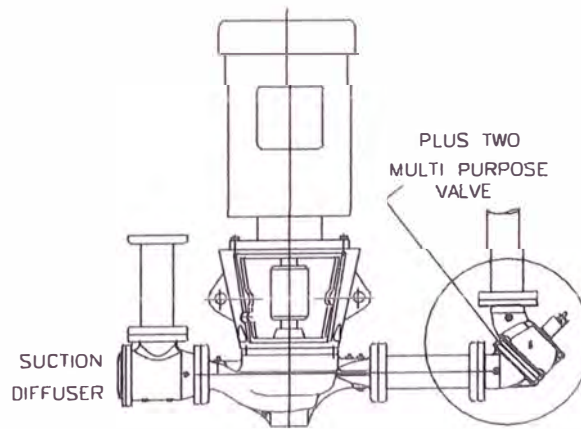
- ① Stainless Steel Spring
- ② Bronze Gland (Thread Guide)
- ③ Stem Packing
- ④ Calibrated Nameplate
- ⑤ Metering Port
- ⑥ Ductile Iron Valve Body
- ⑦ Valve Body "O" Ring
- ⑧ Replaceable EPDM Soft Seat
- ⑨ Bronze Seat Disc
- ⑩ Memory Indicator
- ⑪ Stem



Typical Installation



BASE MOUNTED SINGLE SUCTION PUMP



VERTICAL IN-LINE PUMP

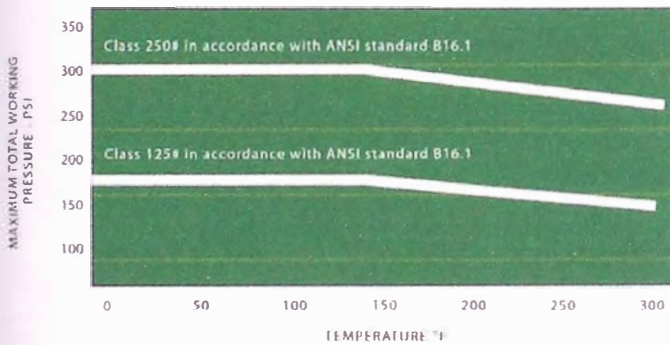
Design

The new Taco "Plus Two" Multi-Purpose Valve combines all the valve functions that are normally required on the discharge side of a centrifugal pump in a hydronic heating or cooling system into one body. It is a Shut-Off Valve, a Non-Slam Check Valve, a Balancing Valve, and a Flow Metering Valve, and now it is field convertible from a straight pattern to a 90 degree right angle pattern. In addition the new "Plus Two" Multi-Purpose Valves have low pressure drops, equal to or better than any valve on the market today, and the stem seal packing can be replaced under full system pressure.

With sizes ranging from 1 1/2" through 12" the new "Plus Two" Multi-Purpose valves are made of Ductile Iron with stainless steel and bronze fitted construction to provide years of trouble free service. Each valve is available in *150# psi working pressure with flanged or grooved end connections or *250# psi working pressure with flanged or grooved end connections (1 1/2", 2" and 2 1/2" units are threaded connections).

*Consult Pressure/Temperature ratings chart

Pressure-Temperature Ratings



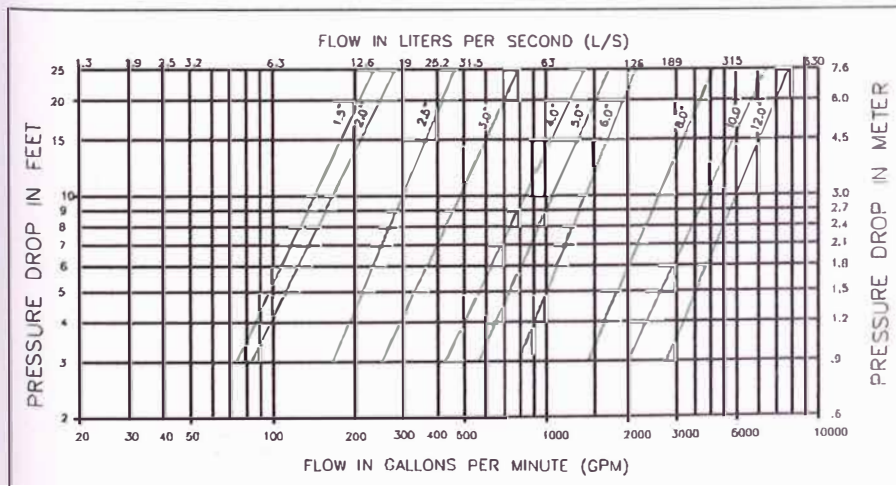
Features

- Horizontal or Vertical Installation
- Field convertible to a Right Angle Valve
- Stem Seal Packing Replaceable Under Pressure
- Bronze Fitted Construction
- Five (5) Valves in One:
 - Shut Off Valve
 - Flow Control Valve (Globe Style)
 - Non Slam Check Valve
 - Flow Metering Valve
- Straight Pattern Valve can be Converted to a Right Angle Pattern Valve
- Memory Indicator, Pointer & Scale
- Schrader Valve Metering Connections
- "O" Ring Sealed Valve Body
- Replaceable "Soft Seat"
- Low Pressure Drop (Equal to or Better than any Comparable Valve on the Market Today)
- Available in 125 psi Working Pressure (Flanged or Grooved End Connections) and 250 psi Working Pressure (Flanged or Grooved End Connections)

Materials of Construction

- Body: Ductile Iron
- Seat Disc: Bronze
- Spring: Stainless Steel (302)
- Gland: Bronze
- Stem Packing: Asbestos free Teflon impregnated Aramid Fiber
- Seat: EPDM
- Body "O" Ring: EPDM
- Stem: Bronze/Stainless Steel (416)

Pressure Loss Curve (Curves represent valve fully open)



Anexo 10: Difusor de succión



Submittal Data Information

Suction Diffuser

301-028

SUPERSEDES: 301-028 February 15, 1993

EFFECTIVE: July 15, 2003

JOB _____ ENGINEER _____ CONTRACTOR _____ REP. _____

ITEM	QUANTITY	MODEL NO.	SIZE
------	----------	-----------	------

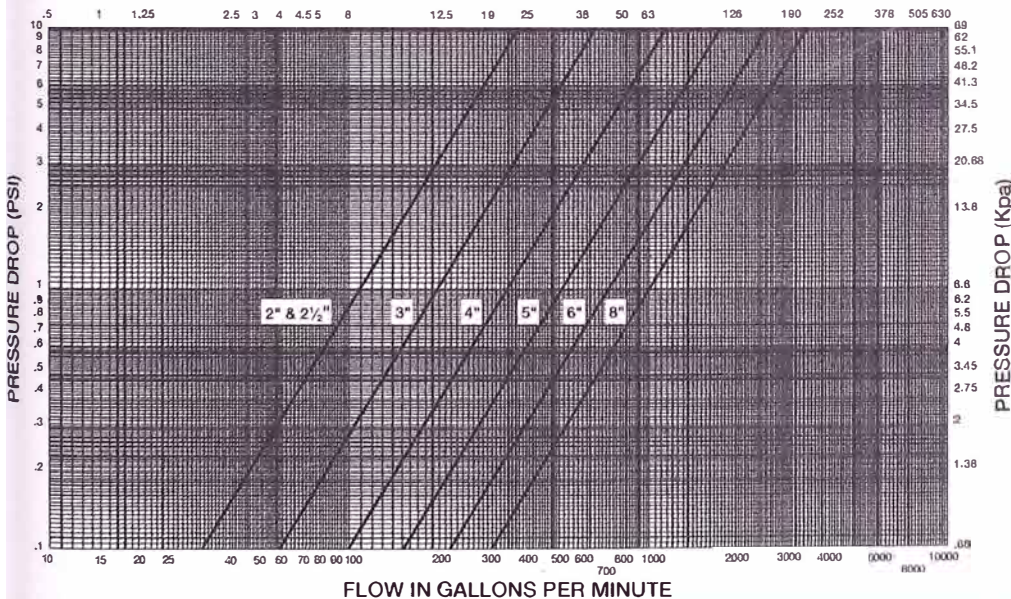
DIMENSIONS

Model Number	System	Pump	C _v	Free Area (Sq. In.)	A	B	C	C*	D	H	J	Weight
SD020015	2 FLGD (50.8)	1½ FLGD (38.1)	55	40 (25806)	7½ (179.4)	7¾ (187.3)	8½ (215.9)	5 ¾ (146)	¾ (19.1)	2¾ (60.3)	4⅝ (117.5)	33 (15.00)
SD020020	2 FLGD (50.8)	2 FLGD (50.8)	90	40 (25806)	7½ (179.4)	7¾ (187.3)	8½ (215.9)	5 ¾ (146)	¾ (19.1)	2¾ (60.3)	4⅝ (117.5)	35 (16.00)
SD025020	2½ FLGD (60.3)	2 FLGD (50.8)	90	40 (25806)	7½ (179.4)	7½ (179.4)	8½ (215.9)	5 ¾ (146)	¾ (19.1)	2½ (63.5)	4⅝ (117.5)	34 (15.4)
SD025025	2½ FLGD (60.3)	2½ FLGD (63.5)	110	40 (25806)	7½ (179.4)	7½ (179.4)	8½ (215.9)	5 ¾ (146)	¾ (19.1)	2½ (63.5)	4⅝ (117.5)	34 (15.4)
SD030020	3 FLGD (76.2)	2 FLGD (50.8)	90	40 (25806)	7½ (179.4)	7¾ (187.3)	8½ (215.9)	5 ¾ (146)	¾ (19.1)	2¾ (60.3)	4⅝ (117.5)	45 (20.4)
SD030025	3 FLGD (76.2)	2½ FLGD (63.5)	110	40 (25806)	7½ (179.4)	7¾ (187.3)	8½ (215.9)	5 ¾ (146)	¾ (19.1)	2¾ (60.3)	4⅝ (117.5)	45 (20.4)
SD030030	3 FLGD (76.2)	3 FLGD (76.2)	200	50 (32258)	7⅝ (180.9)	7¾ (187.3)	8¼ (209.6)	5½ (139.7)	1 (25.4)	2⅝ (58.7)	4⅞ (104.8)	57 (25.9)
SD040030	4 FLGD (101.6)	3 FLGD (76.2)	200	50 (32258)	7⅝ (180.9)	7¾ (187.3)	8¼ (209.6)	5½ (139.7)	1 (25.4)	2⅝ (58.7)	4⅞ (104.8)	62 (28.1)
SD040040	4 FLGD (101.6)	4 FLGD (101.6)	350	80 (51613)	9⅝ (242.9)	7¼ (184.2)	8¼ (209.6)	6 (152.4)	1 (25.4)	3½ (88.9)	5⅜ (136.5)	95 (43.1)
SD050040	5 FLGD (127)	4 FLGD (101.6)	350	80 (51613)	9⅝ (242.9)	7¼ (184.2)	9¼ (234.9)	6 (152.4)	1 (25.4)	3½ (88.9)	5⅜ (136.5)	112 (50.8)
SD050050	5 FLGD (127)	5 FLGD (127)	520	125 (80645)	10 (254)	9⅞ (246.1)	12 (304.8)	8 (203.2)	1 (25.4)	3 (76.2)	5⅝ (136.5)	150 (68.1)
SD060040	6 FLGD (152.4)	4 FLGD (101.6)	350	80 (51613)	9⅝ (242.9)	7¼ (184.2)	9¼ (234.9)	6 (152.4)	1 (25.4)	3½ (88.9)	5⅜ (136.5)	125 (56.7)
SD060050	6 FLGD (152.4)	5 FLGD (127)	520	125 (80645)	10 (254)	9⅞ (246.1)	12 (304.8)	8 (203.2)	1 (25.4)	3 (76.2)	5⅝ (136.5)	160 (72.6)
SD060060	6 FLGD (152.4)	6 FLGD (152.4)	760	150 (96774)	11 (279.4)	8¾ (222.3)	13 (330.2)	8¼ (209.6)	1 (25.4)	3 (76.2)	5⅞ (141.3)	180 (81.7)
SD080060	8 FLGD (203.2)	6 FLGD (152.4)	760	150 (96774)	11 (279.4)	8¾ (222.3)	13 (330.2)	8¼ (209.6)	1 (25.4)	3 (76.2)	5⅞ (141.3)	205 (93.1)
SD080080	8 FLGD (203.2)	8 FLGD (203.2)	1000	275 (177419)	11¾ (298.5)	13⅞ (347.7)	17½ (444.5)	11½ (292.1)	1¼ (31.8)	2¾ (69.9)	5¼ (133.3)	280 (127.1)
SD100080	10 FLGD (254)	8 FLGD (203.2)	1000	275 (177419)	11¾ (298.5)	13⅞ (347.7)	17½ (444.5)	11½ (292.1)	1¼ (31.8)	2¾ (69.9)	5¼ (133.3)	298 (135.3)

NOTE: Dimensions are in inches. Metric dimensions are in millimeters and are in parentheses ().

*C Dimension for Optional Split Strainer.

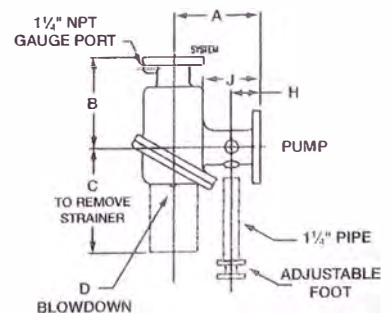
PRESSURE DROP CURVE FLOW IN LITERS PER SECOND



CONSTRUCTION

- Cast Iron Body
- Bronze Start-up Strainer
- Permanent Stainless Steel Strainer
- 175 PSIG Working Pressure (Maximum)
- 250°F Maximum Temperature
- Flow is Directed Through Strainer

DIMENSION DRAWING



PIPE USED WITH ADJUSTABLE FOOT SUPPORT SUPPLIED BY CONTRACTOR.

Do it Once. Do it Right.

TACO, INC., 1160 Cranston Street, Cranston, RI 02920 Telephone: (401) 942-8000 FAX: (401) 942-2360.
TACO (Canada), Ltd., 6180 Ordan Drive, Mississauga, Ontario L5T 2B3. Telephone: 905/564-9422. FAX: 905/564-9436.

Visit our web site at: <http://www.taco-hvac.com>

Printed in USA
Copyright 2003
TACO, Inc.

Anexo 11: Tanque separador de aire

ASME Tangential Air Separators

Features:

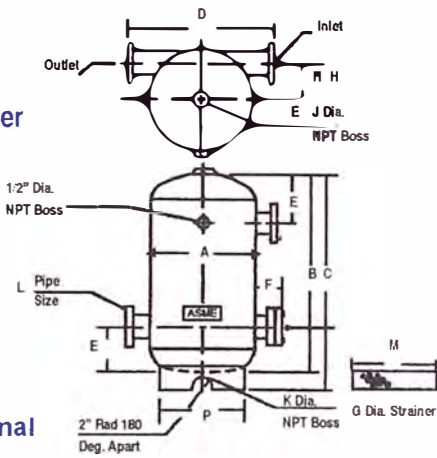
- ASME Constructed and stamped
- 125 PSIG design pressure
- 375°F maximum operating temperature
- Carbon steel construction
- Tangential design results in small unit
- Provides air free fluid flow which protects against damage and system noise
- Helps prevent waterlogged compression tanks
- Stainless steel strainer

- 2" and 2 1/2" Pipe sizes are NPT
- 3" and larger pipe sizes are flanged
- 2" and 2 1/2" strainer access is Pipe Cap
- Grooved inlet and outlet connections are available on all sizes

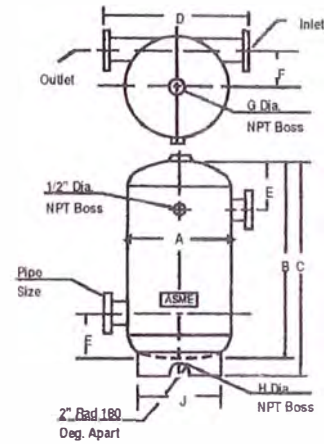
Options:

- Higher ASME working pressures available
- Larger sizes through 36"
- Special materials of construction ASME available
- Grooved connections available

Separator with Strainer



Separator without Strainer



Dimensional Data

Model No.	Pipe Size	With Strainer—Dimensions in Inches													Ship Wt.
		A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	P	
TASS020	2	12	19 1/2	22 1/2	16 7/8	5 1/2	2 1/8	2	4 3/16	1 1/4	1	2	16 1/2	9 1/2	49
TASS025	2 1/2	12	19 1/2	22 1/2	16 7/8	5 1/2	2 1/8	2 1/2	4 1/16	1 1/4	1	2 1/2	16 1/2	9 1/2	64
TASS030	3	12	19 1/2	22 1/2	19 3/4	5 3/4	2 1/2	3	3 3/4	1 1/4	1	3	17 1/8	9 1/2	69
TASS040	4	14	29	32	21 1/4	9 1/8	2 1/2	4	4 1/4	1 1/2	2	4	19 1/2	11 1/2	111
TASS050	5	14	29	32	21 3/4	9 1/8	2 1/2	5	3 3/4	1 1/2	2	5	19 1/2	11 1/2	138
TASS060	6	20	41	44	28	13 1/4	2 1/2	6	6 1/4	2	2	6	25	18	236
TASS080	8	20	41	44	28	13 1/4	3	8	5 3/4	2	2	8	29	18	359
TASS100	10	30	58	60 1/2	41	19	3 1/2	10	9 1/8	2	2	10	25 1/2	24	663
TASS120	12	30	58	60 1/2	41	19	3 1/2	12	8 1/8	2	2	12	26 1/2	24	747
TASS140	14	36	75 1/2	78	46 7/8	22	3 1/2	14	10 3/16	2	2	14	42 1/2	30	1493

Model No.	Pipe Size	Without Strainer—Dimensions in Inches								Ship Wt.	
		A	B	C	D	E	F	G	H		J
TAS020	2	12	19 1/2	22 1/2	16 7/8	5 1/2	4 7/16	1 1/4	1	9 1/2	41
TAS025	2 1/2	12	19 1/2	22 1/2	16 7/8	5 1/2	4 1/16	1 1/4	1	9 1/2	56
TAS030	3	12	19 1/2	22 1/2	19 3/4	5 3/4	3 3/4	1 1/4	1	9 1/2	59
TAS040	4	14	29	32	21 1/4	9 1/8	4 1/4	1 1/2	2	11 1/2	97
TAS050	5	14	29	32	21 3/4	9 1/8	3 3/4	1 1/2	2	11 1/2	118
TAS060	6	20	41	44	28	13 1/4	6 1/4	2	2	18	201
TAS080	8	20	41	44	28	13 1/4	5 3/16	2	2	18	299
TAS100	10	30	58	60 1/2	41	19	9 1/8	2	2	24	563
TAS120	12	30	58	60 1/2	41	19	8 1/8	2	2	24	647
TAS140	14	36	75 1/2	78	46 7/8	22	10 3/16	2	2	30	1366

Sizes 16, 18, 20 and larger available upon request

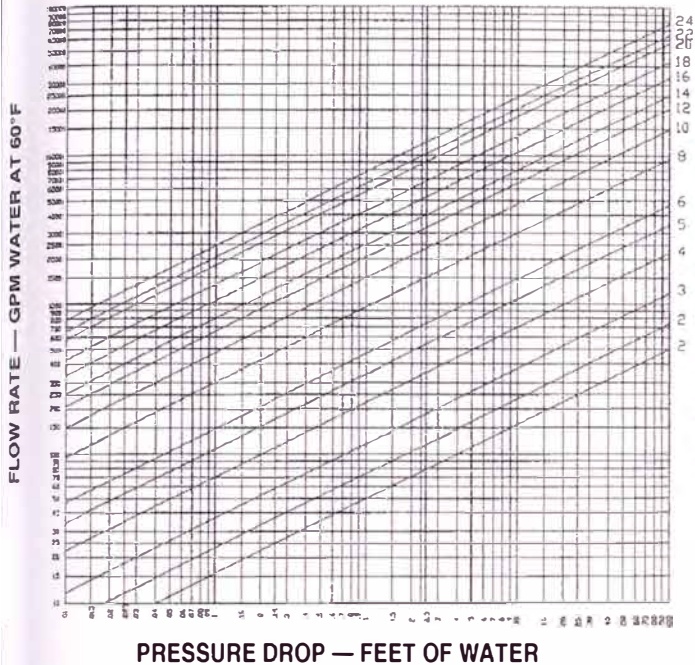
JOB NAME _____
 LOCATION _____

 CONTRACTOR _____
 CONTRACTOR P.O. NO. _____

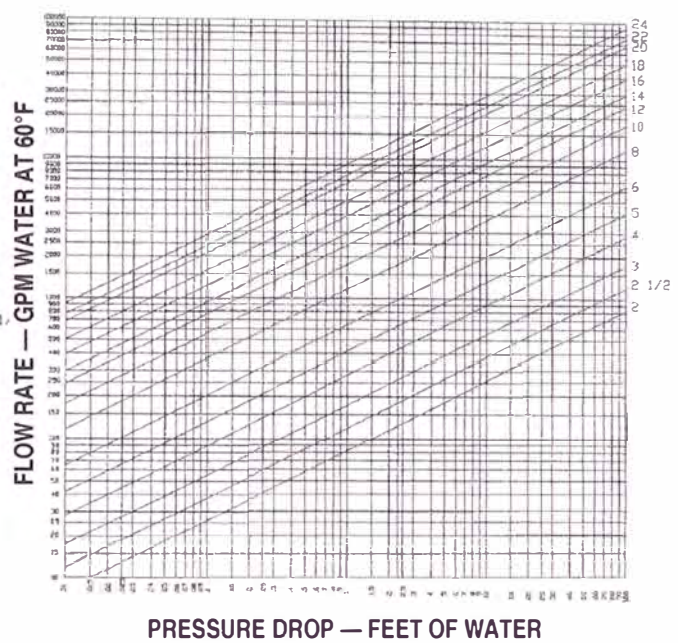
ITEMS	QUANTITY
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

Air Separator Pressure Drop Charts

Air Separator with Strainer

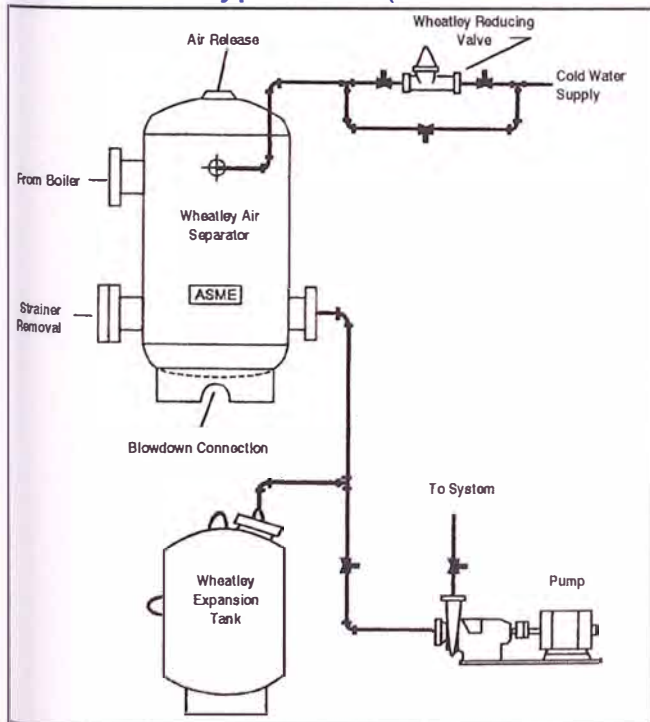


Air Separator without Strainer

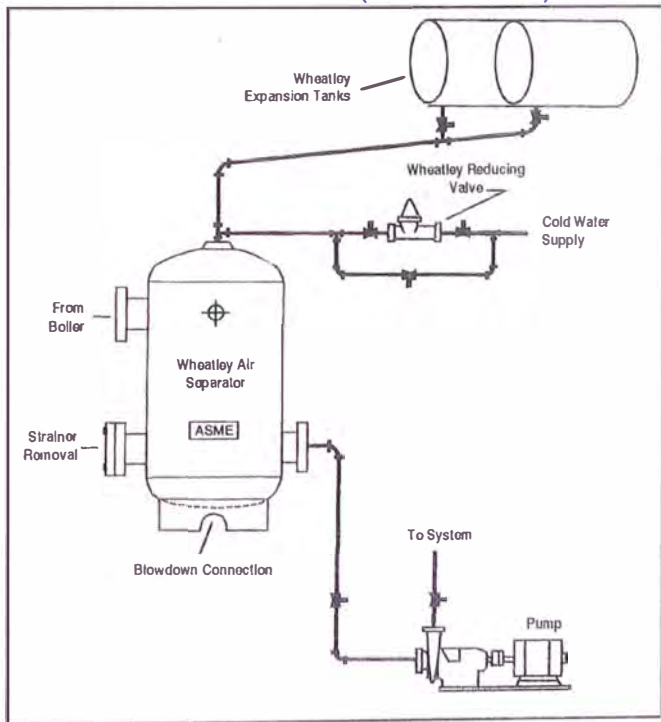


Typical Piping Details

With Bladder Type Tanks (WPA/WFA Series)

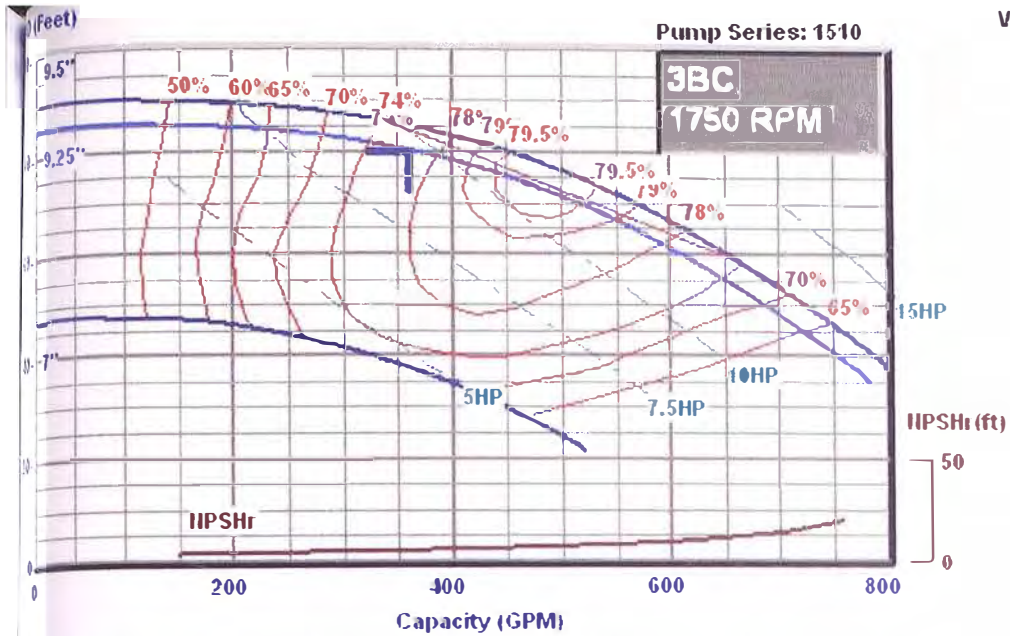


With Plain Steel Tanks (WPS Series)



Anexo 12: Performance de la bomba secundaria

Version 3.0.3



Imp Size = 4"
Age Size = 3"

Min Imp Dia = 7"
Max Imp Dia = 9.5"
Cut Dia = 9.25"

Design Capacity = 360.0 GPM
Design Head = 80.0 Feet
Motor Size = 15 HP

Bell & Gossett
 **ITT Industries**

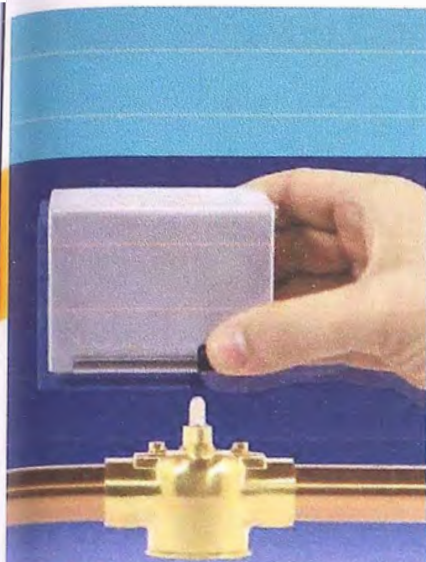
Anexo 13: Válvula de dos vías

TAC Erie Product Guide

Quality HVAC Controls



TAC Erie Family of Products



TAC Erie's motorized hydronic valves, the PopTop™, provide convenient, reliable and easy installation for a variety of heating and cooling applications. Installation is a snap with easy, one-handed removal or engagement of the actuator to the valve body. Push the button and lift. It's that simple.

Features:

- One-handed engagement or removal of the motorized actuator to the valve body.
- Valve actuator can be easily attached after the valve body has been installed into the system.
- Mounts quickly and easily without the need of linkages or calibration.
- Available in 2-way and 3-way port configurations, 1/2" (15mm) through 1-1/4" (32mm) sweat or 1/2" (15mm) to 1" (30mm) threaded connections, 1.0 to 8.0 Cv range.
- Available factory coupled, or as individual bodies and actuators.
- Direct replacement for all existing PopTop™ applications.
- Rugged 300 PSIG rated brass forged body design for long life.
- UL listed actuator.



POPTOP™ ZONE VALVES

- 1/2", 3/4", 1" and 1-1/4" Sweat, NPT and Inverted Flare Union.
- Two-position (on/off), 2-way and 3-way.
- General close-off or High close-off.
- Low voltage or line voltage.



POPTOP™ MODULATING VALVES

- 1/2", 3/4", and 1-1/4" Sweat, NPT.
- Three-wire (on/off), 2-way and 3-way.
- 0-10, 0-5, 5-10 VDC or 4-20 mA proportional inputs.
- Spring return or non-spring return.
- Time out feature available.



DAMPER ACTUATORS

- Direct and linkage drive.
- Spring return or motor driven open and closed.
- 2-wire or 3-wire control with end switch.
- Clockwise or counter-clockwise rotation.



BOILER BOSS

- Single and multiple zone circular, zone valve and hydronic heating/cooling air handlers.
- LED readouts and status indicators.
- Priority Plus® and low-limit protection.



THERMOSTATS AND CONTROLLERS

- Heating and cooling, low and line voltage outputs.
- Digital display or dial control.
- Three-wire floating, modulating output.
- 0-10 VDC or 4-20 mA proportional outputs.

PopTop™ 2-Position Zone Valves

Erie's line of motorized hydronic valves, the PopTop, provides convenient, reliable, and easy installation for a variety of heating and cooling applications. The PopTop makes installation a snap with easy, one-handed removal or engagement of the actuator to the valve body.



Features:

- Brass forged 300 psig rated body
- Meets or exceeds ANSI IV standard for close off
- Wide variety of Cv's for better control
- 2-way and 3-way

POPTOP VALVE BODIES

PopTop valves are designed for two position (on/off) control of fluid flow in a wide variety of heating and cooling applications.

2-way		
Model	Connection	Cv
VT2211	1/2" Sweat	1.0
VT2212		2.5
VT2213		3.5
VT2221	1/2" NPT	1.0
VT2222		2.5
VT2223		3.5
VT2312	3/4" Sweat	2.5
VT2313		3.5
VT2315		5.0
VT2317		7.5
VT2322	3/4" NPT	2.5
VT2323		3.5
VT2325		5.0
VT2327		7.5
VT2413	1" Sweat	3.5
VT2415		5.0
VT2417		7.5
VT2427	1" NPT	8.0
VT2517	1-1/4" Sweat	8.0
VT2341	3/4" Inverted flare	1.0
VT2342		2.5
VT2343		3.5

3-way		
Model	Connection	Cv
VT3211	1/2" Sweat	1.5
VT3212		3.0
VT3213		4.0
VT3221	1/2" NPT	1.5
VT3222		3.0
VT3223		4.0
VT3312	3/4" Sweat	3.0
VT3313		4.0
VT3315		5.0
VT3317		7.5
VT3322	3/4" NPT	3.0
VT3323		4.0
VT3325		5.0
VT3327		7.5
VT3413	1" Sweat	4.0
VT3415		5.0
VT3417		7.5
VT3427	1" NPT	8.0
VT3517	1-1/4" Sweat	8.0
VT3341	3/4" Inverted flare	1.5
VT3342		3.0
VT3343		4.0

Options
VSxxxx

Steam - High Temperature
Must be used with High
Temperature Actuator

PopTop™ 2-Position Actuators

The following tables contain a complete listing of Erie 2-Position actuator combinations for 24 and 120 Vac. The same combinations are available for 208 Vac (D designator) and 230 Vac (U designator). The end switch option, (designated by the A at the end of the part #) is not available in the combination of 277 Vac with high temperature.



Features:

- Sized to fit most baseboard applications.
- Terminal block option.
- UL Listed



Features:

- Offers same great features of the General Close-off actuator plus up to 25% more close-off pressure rating.
- Close-off up to 75 psi.
- UL Listed

GENERAL CLOSE-OFF (GCO) ACTUATORS

2-way			
Model	Action	Voltage	Options
AG13A020	On/Off	24 Vac	18" leads
AG13A01A	On/Off	24 Vac	Terminal block, end switch
AG13A02A	On/Off	24 Vac	18" leads, end switch
AG14A020	On/Off	24 Vac	Steam, 18" leads
AG14A00A	On/Off	24 Vac	Steam, end switch
AG14A02A	On/Off	24 Vac	Steam, 18" leads, end switch
AG13B020	On/Off	120 Vac	18" leads
AG13B02A	On/Off	120 Vac	18" leads, end switch
AG14B020	On/Off	120 Vac	Steam, end switch
AG14B02A	On/Off	120 Vac	Steam, 18" leads, end switch

HIGH CLOSE-OFF (HCO) ACTUATORS

2-way			
Model	Action	Voltage	Options
AH13A020	On/Off	24 Vac	18" leads
AH13A01A	On/Off	24 Vac	Terminal block, end switch
AH13A02A	On/Off	24 Vac	18" leads, end switch
AH14A020	On/Off	24 Vac	Steam, 18" leads
AH14A00A	On/Off	24 Vac	Steam, end switch
AH14A02A	On/Off	24 Vac	Steam, 18" leads, end switch
AH13B020	On/Off	120 Vac	18" leads
AH13B02A	On/Off	120 Vac	18" leads, end switch
AH14B020	On/Off	120 Vac	Steam, end switch
AH14B02A	On/Off	120 Vac	Steam, 18" leads, end switch

Normally Open Actuators 2-way only

Model	Action	Voltage	Options
AG23A020	On/Off	24 Vac	18" leads
AG23A01A	On/Off	24 Vac	Terminal block, end switch
AG23A02A	On/Off	24 Vac	18" leads, end switch
AG24A020	On/Off	24 Vac	Steam, 18" leads
AG24A02A	On/Off	24 Vac	Steam, 18" leads, end switch
AG23B020	On/Off	120 Vac	18" leads
AG23B02A	On/Off	120 Vac	18" leads, end switch
AG24B020	On/Off	120 Vac	Steam, end switch
AG24B00A	On/Off	120 Vac	Steam, terminal block, end switch
AG24B02A	On/Off	120 Vac	Steam, 18" leads, end switch

Normally Open Actuators 2-way only

Model	Action	Voltage	Options
AH23A020	On/Off	24 Vac	18" leads
AH23A01A	On/Off	24 Vac	Terminal block, end switch
AH23A02A	On/Off	24 Vac	18" leads, end switch
AH24A020	On/Off	24 Vac	Steam, 18" leads
AH24A02A	On/Off	24 Vac	Steam, 18" leads, end switch
AH23B020	On/Off	120 Vac	18" leads
AH23B02A	On/Off	120 Vac	18" leads, end switch
AH24B020	On/Off	120 Vac	Steam, end switch
AH24B00A	On/Off	120 Vac	Steam, terminal block, end switch
AH24B02A	On/Off	120 Vac	Steam, 18" leads, end switch

PopTop™ 2-Position Zone Valve Assemblies

2-way normally open and additional combinations are also available, see bulletin F-26496.



Features:

- Factory assembled valve and actuator combinations.
- Quicker installation time and easier maintenance
- UL Listed



Features:

- Offers the same great features as the General Close-Off assemblies, plus up to 25% more close-off psi.
- UL Listed

GENERAL CLOSE-OFF (GCO) ASSEMBLIES

2-way Normally Closed GCO

Model	Action	Cv	Close-off psig ^a p
VT2211G13_020	1/2" Sweat	1.0	60
VT2212G13_020		2.5	40
VT2213G13_020		3.5	25
VT2221G13_020	1/2" NPT	1.0	60
VT2222G13_020		2.5	40
VT2223G13_020		3.5	25
VT2312G13_020	3/4" Sweat	2.5	40
VT2313G13_020		3.5	25
VT2315G13_020		5.0	20
VT2317G13_020		7.5	17
VT2322G13_020	3/4" NPT	2.5	40
VT2323G13_020		3.5	25
VT2325G13_020		5.0	20
VT2327G13_020		7.5	17
VT2415G13_020	1" Sweat	5.0	20
VT2417G13_020		7.5	17
VT2427G13_020	1" NPT	8.0	17
VT2517G13_020	1-1/4" Sweat	8.0	17
VT2343G13_020	3/4" Inverted Flare	3.5	25

2-way Valve Assemblies^a GCO

Model	Action	Cv	Close-off psig ^a p
VT3211G13_020	1/2" Sweat	1.5	60
VT3212G13_020		3.0	40
VT3213G13_020		4.0	25
VT3221G13_020	1/2" NPT	1.5	60
VT3222G13_020		3.0	40
VT3223G13_020		4.0	25
VT3312G13_020	3/4" Sweat	3.0	40
VT3313G13_020		4.0	25
VT3315G13_020		5.0	20
VT3317G13_020		7.5	17
VT3322G13_020	3/4" NPT	3.0	40
VT3323G13_020		4.0	25
VT3325G13_020		5.0	20
VT3327G13_020		7.5	17
VT3415G13_020	1" Sweat	5.0	20
VT3417G13_020		7.5	17
VT3427G13_020	1" NPT	8.0	17
VT3517G13_020	1-1/4" Sweat	8.0	17
VT3343G13_020	3/4" Inverted Flare	4.0	25

Options

VTxxxxx3_020

200°F Max Hot Water Application
Select AC Voltage

A-24, B-120, D-208, U-230, T-277

VSxxxxx4_020

250°F Max Hot Water Application
or 15 PSI Max Steam Application
A High Temperature Actuator Must Be
Used with VSXXXX

HIGH CLOSE-OFF (HCO) ASSEMBLIES

2-way Normally Closed HCO

Model	Action	Cv	Close-off psig ^a p
VT2211H13_020	1/2" Sweat	1.0	75
VT2212H13_020		2.5	50
VT2213H13_020		3.5	30
VT2221H13_020	1/2" NPT	1.0	75
VT2222H13_020		2.5	50
VT2223H13_020		3.5	30
VT2312H13_020	3/4" Sweat	2.5	50
VT2313H13_020		3.5	30
VT2315H13_020		5.0	25
VT2317H13_020		7.5	20
VT2322H13_020	3/4" NPT	2.5	50
VT2323H13_020		3.5	30
VT2325H13_020		5.0	25
VT2327H13_020		7.5	20
VT2415H13_020	1" Sweat	5.0	25
VT2417H13_020		7.5	20
VT2427H13_020	1" NPT	8.0	20
VT2517H13_020	1-1/4" Sweat	8.0	20
VT2343H13_020	3/4" Inverted Flare	3.5	30

3-way Valve Assemblies^a HCO

Model	Action	Cv	Close-off psig ^a p
VT3211H13_020	1/2" Sweat	1.5	75
VT3212H13_020		3.0	50
VT3213H13_020		4.0	30
VT3221H13_020	1/2" NPT	1.5	75
VT3222H13_020		3.0	50
VT3223H13_020		4.0	30
VT3312H13_020	3/4" Sweat	3.0	50
VT3313H13_020		4.0	30
VT3315H13_020		5.0	25
VT3317H13_020		7.5	20
VT3322H13_020	3/4" NPT	3.0	50
VT3323H13_020		4.0	30
VT3325H13_020		5.0	25
VT3327H13_020		7.5	20
VT3415H13_020	1" Sweat	5.0	25
VT3417H13_020		7.5	20
VT3427H13_020	1" NPT	8.0	20
VT3517H13_020	1-1/4" Sweat	8.0	20
VT3343H13_020	3/4" Inverted Flare	4.0	30

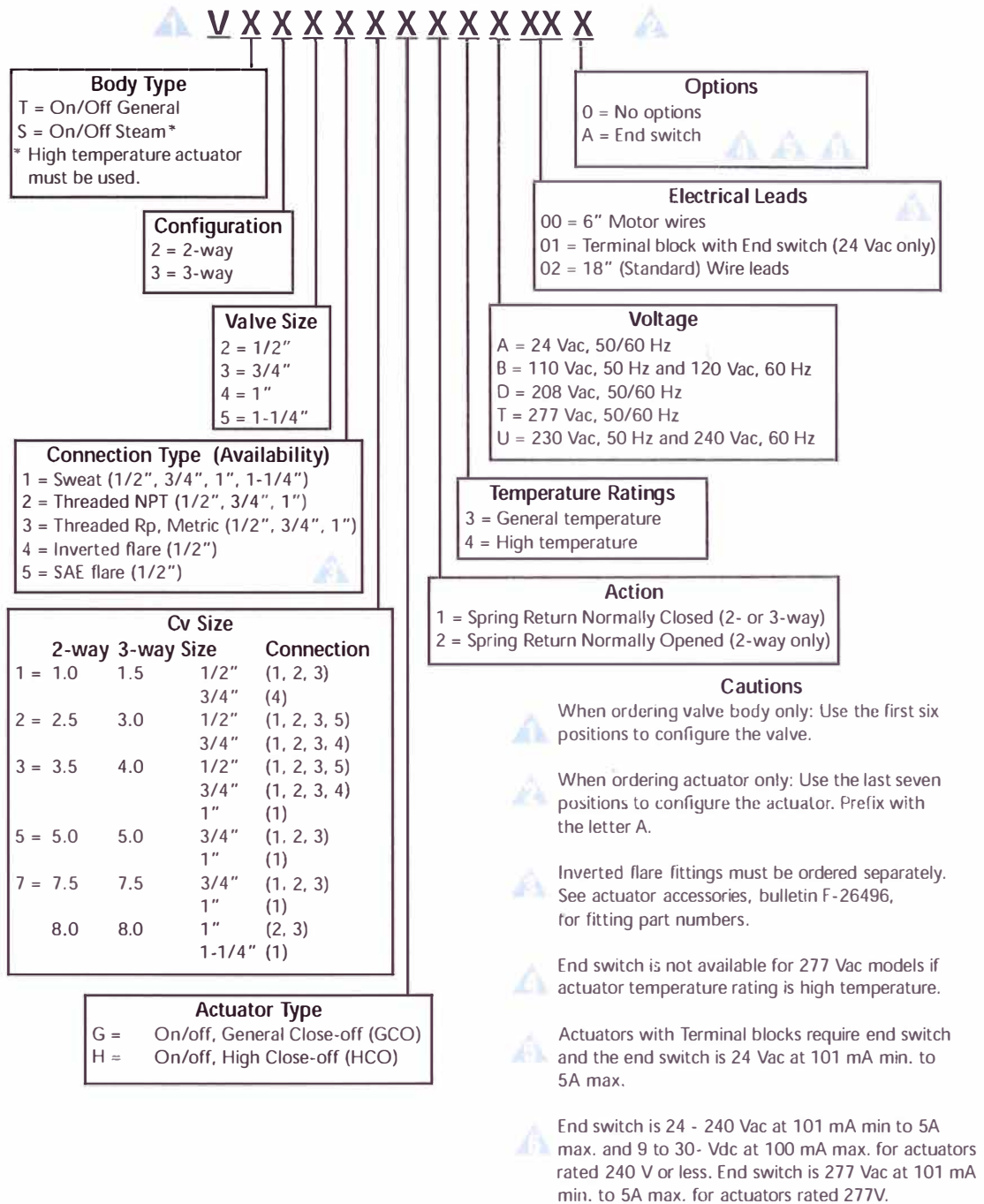
a — Normally closed to B-port

Options

• Normally Closed Option is available with 2- or 3-way assemblies

• Normally Open option is available with 2-way assemblies only

Part Numbering System
TWO POSITION ZONE VALVES, SPRING RETURN ACTUATORS



Body and Actuator Combination: Temperature Configurations	
<p>Body Configuration VTXXXX T = General S = Steam If body configuration is T, actuator temp rating can be 3 or 4. If body configuration is S, actuator temp rating must be 4.</p>	<p>Actuator Spring Return Mode AXX3XXXX 3 = General temperature 4 = High temperature If actuator temp rating is 3, body style must be T. If actuator temp rating is 4, body style can be S or T.</p>

PopTop™ Modulating Valves and Actuators

Erie offers a modern, cost effective range of electrically operated, modulating, temperature control valves and actuators available from any supplier. These highly reliable valves are designed specifically for use in fan coil, VAV reheat, unit ventilator, AHU, baseboard, and radiant applications. The compact design installs in small end compartments and still allows service access. Designed for use in closed hydronic heating and cooling applications.

PopTop modulating valves are available in the following configurations.

- 1/2", 3/4", 1", 1-1/4" • Sweat or threaded connection
- 2-way and 3-way • Cv 1.0 to 8.0

Features:

- Brass forged 300 psig rated bodies
- Patented equal percentage flow plug up to 4.0 Cv while 7.5 and 8.0 Cv are linear
- Meets or exceeds ANSI IV standard for close off
- Wide variety of ports and Cv's for better control



Features:

- 3-wire floating and 1 to 10 Vdc or 4 to 20 mA proportional control
- Magnetic clutch to maximize motor life and gear train
- Manual override
- Position indicator
- Thermoplastic enclosure
- UL Listed



POPTOP MODULATING VALVE BODIES

2-way

Model	Connection	Cv
VM2211	1/2" Sweat	1.0
VM2212		2.0
VM2213		4.0
VM2221	1/2" NPT	1.0
VM2222		2.0
VM2223		4.0
VM2312	3/4" Sweat	2.0
VM2313		4.0
VM2317		7.5
VM2322	3/4" NPT	2.0
VM2323		4.0
VM2327		7.5
VM2413	1" Sweat	4.0
VM2417		7.5
VM2427	1" NPT	8.0
VM2517	1-1/4" Sweat	8.0

3-way

Model	Connection	Cv
VM3211	1/2" Sweat	1.0
VM3212		2.0
VM3213		4.0
VM3221	1/2" NPT	1.0
VM3222		2.0
VM3223		4.0
VM3312	3/4" Sweat	2.0
VM3313		4.0
VM3317		7.5
VM3322	3/4" NPT	2.0
VM3323		4.0
VM3327		7.5
VM3413	1" Sweat	4.0
VM3417		7.5
VM3427	1" NPT	8.0
VM3517	1-1/4" Sweat	8.0

POPTOP MODULATING ACTUATORS

PopTop Non-Spring Return Actuator

Model	Control Signal	Time-Out
AT33A000 ^a	3-wire floating	N/A
AT33A00T		*
AP33A000	proportional	N/A

a—Non-spring return, 3-wire floating actuators without the time-out option should be used only with controllers that provide time-out

PopTop Spring Return Actuator

Model	Control Signal	Position	Time-Out
AT13A000	3-wire floating	N.C.	*
AT23A00T		N.O.	*
AP13A000	proportional	N.C.	N/A
AP23A000		N.O.	N/A

PopTop™ Modulating Non-Spring Return Valve Assemblies



Features:

- Quicker installation time
- Easier maintenance
- Compatible with most DDC systems
- UL listed

THREE-WIRE FLOATING, 24 VAC MODULATING,
NON-SPRING RETURN

2-way Three-wire Floating

Model ^{a/b}	Connection	Cv	Close-off psig _p
VM2211T33A00x	1/2" Sweat	1.0	50
VM2212T33A00x		2.0	50
VM2213T33A00x		4.0	35
VM2221T33A00x	1/2" NPT	1.0	50
VM2222T33A00x		2.0	50
VM2223T33A00x		4.0	35
VM2312T33A00x	3/4" Sweat	2.0	50
VM2313T33A00x		4.0	35
VM2317T33A00x		7.5	35
VM2322T33A00x	3/4" NPT	2.0	50
VM2323T33A00x		4.0	35
VM2327T33A00x		7.5	35
VM2413T33A00x	1" Sweat	4.0	35
VM2417T33A00x		7.5	35
VM2427T33A00x	1" NPT	8.0	35
VM2517T33A00x	1-1/4" Sweat	8.0	35

3-way Assemblies - Three-wire Floating

Model	Connection	Cv	Close-off psig _p
VM3211T33A000	1/2" Sweat	1.0	50
VM3212T33A000		2.0	50
VM3213T33A000		4.0	35
VM3221T33A000	1/2" NPT	1.0	50
VM3222T33A000		2.0	50
VM3223T33A000		4.0	35
VM3312T33A000	3/4" Sweat	2.0	50
VM3313T33A000		4.0	35
VM3317T33A000		7.5	35
VM3322T33A000	3/4" NPT	2.0	50
VM3323T33A000		4.0	35
VM3327T33A000		7.5	35
VM3413T33A000	1" Sweat	4.0	35
VM3417T33A000		7.5	35
VM3427T33A000	1" NPT	8.0	35
VM3517T33A000	1-1/4" Sweat	8.0	35

Options

a. x = Option designation: T= Time-out, 0=No option

b. Non-spring return, 3-wire floating actuator without the time-out option should be used only with controllers that provide time-out



Features:

- Offers the same great features as the three-wire floating assemblies
- Operating range of 0 to 10 Vdc or 4 to 20 mA proportional control
- Jumper selectable operating ranges
- UL Listed

PROPORTIONAL, 24 VAC 0 TO 10 VDC,
OR 4 TO 20 MA, NON-SPRING RETURN

2-way Proportional

Model	Connection	Cv	Close-off psig _p
VM2211P33A000	1/2" Sweat	1.0	50
VM2212P33A000		2.0	50
VM2213P33A000		4.0	35
VM2221P33A000	1/2" NPT	1.0	50
VM2222P33A000		2.0	50
VM2223P33A000		4.0	35
VM2312P33A000	3/4" Sweat	2.0	50
VM2313P33A000		4.0	35
VM2317P33A000		7.5	35
VM2322P33A000	3/4" NPT	2.0	50
VM2323P33A000		4.0	35
VM2327P33A000		7.5	35
VM2413P33A000	1" Sweat	4.0	35
VM2417P33A000		7.5	35
VM2427P33A000	1" NPT	8.0	35
VM2517P33A000	1-1/4" Sweat	8.0	35

3-way Assemblies - Proportional

Model	Connection	Cv	Close-off psig _p
VM3211P33A000	1/2" Sweat	1.0	50
VM3212P33A000		2.0	50
VM3213P33A000		4.0	35
VM3221P33A000	1/2" NPT	1.0	50
VM3222P33A000		2.0	50
VM3223P33A000		4.0	35
VM3312P33A000	3/4" Sweat	2.0	50
VM3313P33A000		4.0	35
VM3317P33A000		7.5	35
VM3322P33A000	3/4" NPT	2.0	50
VM3323P33A000		4.0	35
VM3327P33A000		7.5	35
VM3413P33A000	1" Sweat	4.0	35
VM3417P33A000		7.5	35
VM3427P33A000	1" NPT	8.0	35
VM3517P33A000	1-1/4" Sweat	8.0	35

PopTop™ Modulating Spring Return Valve Assemblies

Spring return actuators return to the normal position when the power is lost for more than two seconds.



Features:

- Quicker installation time
- Easier maintenance
- Compatible with most DDC systems
- UL listed

THREE-WIRE FLOATING, 24 VAC MODULATING, SPRING RETURN

2-way Three-wire Floating

Model ^a	Connection	Cv	Close-off psig _p
VM2211Tx3A00T	1/2" Sweat	1.0	50
VM2212Tx3A00T		2.0	20
VM2213Tx3A00T		4.0	20
VM2221Tx3A00T	1/2" NPT	1.0	50
VM2222Tx3A00T		2.0	20
VM2223Tx3A00T		4.0	20
VM2312Tx3A00T	3/4" Sweat	2.0	20
VM2313Tx3A00T		4.0	20
VM2317Tx3A00T		7.5	15
VM2322Tx3A00T	3/4" NPT	2.0	20
VM2323Tx3A00T		4.0	20
VM2327Tx3A00T		7.5	15
VM2413Tx3A00T	1" Sweat	4.0	20
VM2417Tx3A00T		7.5	15
VM2427Tx3A00T	1" NPT	8.0	15
VM2517Tx3A00T	1-1/4" Sweat	8.0	15

3-way Three-wire Floating

Model ^b	Connection	Cv	Close-off psig _p
VM3211T13A00T	1/2" Sweat	1.0	50
VM3212T13A00T		2.0	20
VM3213T13A00T		4.0	20
VM3221T13A00T	1/2" NPT	1.0	50
VM3222T13A00T		2.0	20
VM3223T13A00T		4.0	20
VM3312T13A00T	3/4" Sweat	2.0	20
VM3313T13A00T		4.0	20
VM3317T13A00T		7.5	15
VM3322T13A00T	3/4" NPT	2.0	20
VM3323T13A00T		4.0	20
VM3327T13A00T		7.5	15
VM3413T13A00T	1" Sweat	4.0	20
VM3417T13A00T		7.5	15
VM3427T13A00T	1" NPT	8.0	15
VM3517T13A00T	1-1/4" Sweat	8.0	15

Options

a. Spring action designation: N.C.=1, N.O.=2

b. Normally closed to B-port



Features:

- Offers the same great features as the three-wire floating assemblies
- Operating range of 0 to 10 Vdc or 4 to 20 mA proportional control
- Jumper selectable operating ranges
- UL Listed

PROPORTIONAL, 24 VAC 0 TO 10 VDC, OR 4 TO 20 MA, SPRING RETURN

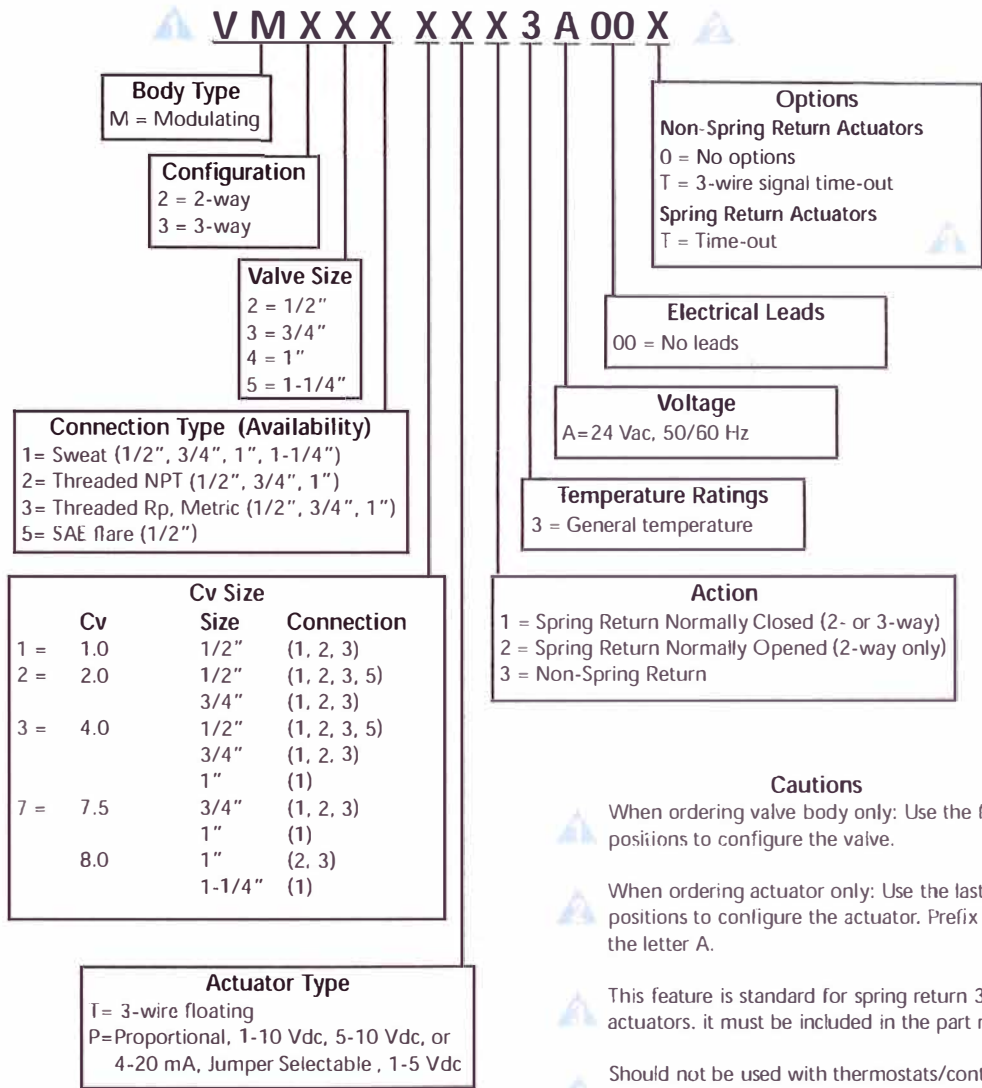
2-way Proportional

Model ^a	Connection	Cv	Close-off psig _p
VM2211Px3A000	1/2" Sweat	1.0	50
VM2212Px3A000		2.0	20
VM2213Px3A000		4.0	20
VM2221Px3A000	1/2" NPT	1.0	50
VM2222Px3A000		2.0	20
VM2223Px3A000		4.0	20
VM2312Px3A000	3/4" Sweat	2.0	20
VM2313Px3A000		4.0	20
VM2317Px3A000		7.5	15
VM2322Px3A000	3/4" NPT	2.0	20
VM2323Px3A000		4.0	20
VM2327Px3A000		7.5	15
VM2413Px3A000	1" Sweat	4.0	20
VM2417Px3A000		7.5	15
VM2427Px3A000	1" NPT	8.0	15
VM2517Px3A000	1-1/4" Sweat	8.0	15

3-way Assemblies - Proportional

Model ^b	Connection	Cv	Close-off psig _p
VM3211P13A000	1/2" Sweat	1.0	50
VM3212P13A000		2.0	20
VM3213P13A000		4.0	20
VM3221P13A000	1/2" NPT	1.0	50
VM3222P13A000		2.0	20
VM3223P13A000		4.0	20
VM3312P13A000	3/4" Sweat	2.0	20
VM3313P13A000		4.0	20
VM3317P13A000		7.5	15
VM3322P13A000	3/4" NPT	2.0	20
VM3323P13A000		4.0	20
VM3327P13A000		7.5	15
VM3413P13A000	1" Sweat	4.0	20
VM3417P13A000		7.5	15
VM3427P13A000	1" NPT	8.0	15
VM3517P13A000	1-1/4" Sweat	8.0	15

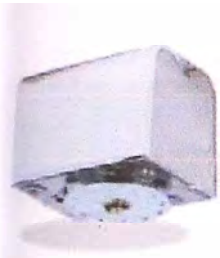
Part Numbering System
ERIE POPTOP™ MODULATING, SPRING AND NON-SPRING RETURN ACTUATORS



Model	Action	Available Actuators		
		Position	Actuator Type	Option
AT13A00T	Spring Return	N.C.	3-wire Floating	With Time-out
AT23A00T	Spring Return	N.O.	3-wire Floating	With Time-out
AT33A000	Non-Spring Return		3-wire Floating	None
AT33A00T	Non-Spring Return		3-wire Floating	With Time-out
AP13A000	Spring Return	N.C.	Proportional	None
AP23A000	Spring Return	N.O.	Proportional	None
AP33A000	Non-Spring Return		Proportional	None

Erie Damper Actuators

Damper Actuators provide control for forced air zoning and draft control of solid fuel boilers and furnaces. The exclusive lost-motion drive protects the gear train from damage.



Features:

- Direct or linkage drive
- Simple 2-wire thermostat control
- Optional end switch
- Quick mounting
- CW or CCW models
- Quiet operation
- UL Recognized

L SERIES, TWO-POSITION, MOTOR OPEN, SPRING RETURN

Light Duty - 45 in. oz. Motor Driven

Model	Drive/Rotation	Voltage
0453L0077GA00	Direct CW	24 Vac
0453L0077GB00		120 Vac
0453L0077GA01		24 Vac, end switch
0453L0077GB01		120 Vac, end switch
0453L0038GA00	Linkage CW	24 Vac
0453L0038GB00		120 Vac
0453L0038GA01		24 Vac, end switch
0453L0038GB01		120 Vac, end switch
0453L0074GA00	Direct CCW	24 Vac
0453L0074GB00		120 Vac
0453L0034GA00	Linkage CCW	24 Vac
0453L0034GB00		120 Vac



Features:

- Direct or linkage drive
- Simple 2-wire thermostat control
- Optional end switch
- CW or CCW models
- Quiet operation
- UL Recognized
- Quick mounting

H SERIES, TWO-POSITION, MOTOR OPEN, SPRING RETURN

Medium Duty - 55 in. oz. Motor Driven

Model	Drive/Rotation	Voltage
0453H0077GA00	Direct CW	24 Vac
0453H0077GB00		120 Vac
0453H0077GA01		24 Vac, end switch
0453H0077GB01		120 Vac, end switch
0453H0038GA00	Linkage CW	24 Vac
0453H0038GB00		120 Vac
0453H0038GA01		24 Vac, end switch
0453H0038GB01		120 Vac, end switch
0453H0074GA00	Direct CCW	24 Vac
0453H0074GB00		120 Vac
0453H0034GA00	Linkage CCW	24 Vac
0453H0034GB00		120 Vac

Part Numbering System

ERIE TWO POSITION, SPRING RETURN DAMPER ACTUATORS

0 4 5 3 X XX XX X X XX

Damper Operator

Duty Rating

Light Duty = L
Medium Duty = H
Heavy Duty = R

Temperature Rating

Standard = 00

Options

00 = No options
01 = End switch

Voltage

A=24 Vac, 50/60 Hz
B=110/120 Vac, 50/60 Hz
U=220/230 Vac, 50/60 Hz

Configuration

Direct Drive, CW Rotation = 77 (L, H, R)
Direct Drive, CCW Rotation = 74 (L, H)
Linkage Drive, CW Rotation = 38 (L, H)
Linkage Drive, CCW Rotation = 34 (L, H)

Leads

40" cord = A
60" cord = B
none = E
18" standard = G



Features:

- Direct drive
- Quick mounting
- Two-position motor driven open and motor drive close

R SERIES, MOTOR OPEN, MOTOR CLOSED

Heavy Duty - 150 in. oz. Motor Driven

Model	Drive	Voltage	Control
0453R0077GA00	Direct	24 Vac	3-wire
0453R0077GB00	Direct	120 Vac	3-wire
0453R0077GU00	Direct	230 Vac	3-wire

Shaft Kits for L, H, and R Series

Model	Description	Diameter
453-52	6" to 12" shaft hardware	5/16"
453-69	12" to 120" shaft hardware	5/16"

Boiler Boss

Featuring the ZoneTrak™ Window and Priority Plus

Boiler Boss Relays

Boiler Boss relays are the most advanced and reliable single and multiple zone switching relays on the market today. Simplified wiring and universal compatibility makes installation clear.



Features:

- Domestic hot water priority zone
- 10 amp replaceable sealed contact relays
- Auto Test relay testing
- Priority Plus
- ZoneTrak for status indication

SINGLE AND MULTI-ZONE CONTROL RELAYS FOR CIRCULATORS

The SR Single and Multiple-zone series control relays incorporate up to six double pole/single throw zone relays to provide control to a multi-zone hydronic system. Most models include Priority Plus.

Single and Multi-Zone Control for Circulators

Model	Description
SR100	1 Zone, DPDT, Universal relay
SR100AT	1 Zone, DPDT, Universal relay with Auto Test
SR201	2 Zone relay with Priority Plus ^a
SR201AT	2 Zone relay with Priority Plus ^a and Auto Test
SR201B	2 Zone relay Priority ^b
SR301	3 Zone relay with Priority Plus ^a
SR301AT	3 Zone relay with Priority Plus ^a and Auto Test
SR301B	3 Zone relay Priority ^b
SR601	4 to 6 Zone expandable relay with Priority Plus ^a
SR601AT	4 to 6 Zone expandable relay with Priority Plus ^a and Auto Test
SR601B	4 to 6 Zone expandable relay Priority ^b
EXP-10	1 Zone expansion for SR Relay replacement

^a— In addition to priority only logic, Priority Plus allows non-priority heating zones to be locked out for up to one hour on a call for priority domestic hot water heating.

^b— Priority only logic locks out non-priority heating zones indefinitely.



Features:

- Domestic hot water priority zone
- Replaceable sealed contact relays
- Selectable 90 or 180 second fan delay

HYDRONIC AIR HANDLER PACKAGE

The WA300 controls up to two heat/cool air handlers or one heat/cool air handlers plus a radiant floor zone with DHW priority input/output and burner contacts.

Hydronic Air Handler Package

Model	Description
WA300	2 Zone Ht/Cl logic with DHW priority



Features:

- Domestic hot water priority zone
- 10 amp replaceable sealed contact relays
- Priority Plus
- ZoneTrak for status indication
- ZoneLink for priority extension
- 75 VA high capacity transformer

ZONE CONTROL SYSTEM FOR ZONE VALVES, CIRCULAR, AND BOILER

The VL500 controls up to five zone valves, an indirect system, a circulator, and boiler control—all in one controller. The ZoneLink™ feature allows an unlimited amount of controllers to be linked together.

Zone Control System

Model	Description
VL500	5 Zone or 4/1 priority zone with Zonelink

Injection Pump and Valve Mixing Controls



Features:

- Boiler low temperature return protection
- Built in transformer and relays
- Exclusive "Sure Start" pump control
- Pump "Exercise" cycle
- Large, bright LED display
- Exclusive boiler short cycle protection
- Priority inputs

INJECTION PUMP MIXING CONTROL

The system 3000 injection Pump Mixing Control with reset provides control of the water temperature in the secondary (radiant) loop of a heating system, based on outdoor air temperature and design temperature settings using an injection pump. It also provides protection against boiler condensation by monitoring and controlling the return water temperature.

Injection Pump Mixing Control

Model	Description
BB3000	Indoor/Outdoor reset injection pump mixing control



Features:

- Boiler low temperature return protection
- Built in transformer and relays
- Accurate proportional control of mixing valve
- Large, bright LED display
- Exclusive boiler short cycle protection

VALVE MIXING CONTROL

The System 3600 3-way Mixing Valve Control with reset provides control of the water temperature in the secondary (radiant) loop of a heating system. The system applies accurate proportional control to 3-way or 4-way mixing valves based on indoor/outdoor reset temperatures. It also provides protection against boiler condensation by monitoring and controlling the return water temperature.

Mixing Control

Model	Description
BB3600	Indoor/Outdoor reset 3- or 4-way valve mixing control

Thermostats, Non-Digital

Erie offers advanced design in electronic microprocessor based thermostats and controllers. Erie combines the simplicity of a thermostat with the versatility and power of a controller. Ease of installation is combined with the flexibility of applications and maximum compatibility. Proportional plus integral (PI) control algorithms with advanced adaptive logic guides the microprocessor based units. This provides precise and stable control under varying system capacity and load conditions, without the need for tuning or calibrating the control algorithm.



Features:

- 0-10 Vdc heat and/or cool outputs
- Operates at 50 or 60 Hz
- Fan continuous operation

0-10 Vdc CONTROLLER THERMOSTATS

The T167 thermostats provide proportional control of cooling fan coil damper and fan system.

T167	
Model	Description
TA167-1 ^a	Heating and cooling
TA167-3	Heating or cooling, On/off only
TB167-1	Heating and cooling

^a Model has no deadband between heating and cooling. If using as a heat/cool control, an optional changeover thermostat (680-243-x) is required.



Features:

- Manual or automatic changeover
- Line voltage 3-speed fan control
- 24 to 277 Vac

ON/OFF ELECTRONIC THERMOSTATS FOR 24 TO 277 Vac

The T155 thermostats are designed for low and line voltage on/off control of valves, relays, and fan motors in various applications.

T155	
Model	Description
TA155-10	Heating and cooling, with 3-speed fan control manual changeover, Heat/Off/Cool switch
TA155-17	Heating or cooling, with 3-speed fan control, On/Off switch
TA155-18	Heating or cooling
TB155-10	Heating and cooling, with 3-speed fan control, auto changeover, On/Off switch
TB155-15	Heating and cooling, with auto changeover



Features:

- 2-pipe or 4-pipe configurations
- Line voltage 3-speed fan control
- 24 to 240 Vac
- Bellows sensor

ON/OFF THERMOSTATS FOR 24 TO 250 Vac

The T500 thermostats are designed for low and line voltage on/off control of valves, relays, and fan motors in various applications.

T500	
Model	Description
T511	Heating or cooling, 2-pipe with 3-speed fan control and Celsius dial
T511-F	Heating or cooling, 2-pipe with 3-speed fan control and Fahrenheit dial
T513	Heating or cooling, 4-pipe with 3-speed fan control and Celsius dial
T513F	Heating or cooling, 2-pipe with 3-speed fan control and Fahrenheit dial



Features:

- Adjustable heat anticipator
- Fahrenheit and Celsius capability
- Mercury free

ON/OFF THERMOSTATS

The 31-100 series thermostats are designed for applications which require a single pole/double throw switch, adjustable heat anticipator and fixed cooling and anticipator.

31-100 SERIES	
Model	Description
31-100	Heating or cooling, No switches, Celsius
31-101	Heating and cooling, 1-speed fan, Celsius
31-102	Heating or cooling, No switches, Fahrenheit
31-103	Heating and cooling, 1-speed fan, Fahrenheit

Thermostats - Digital



Features:

- LCD display
- On/off temperature control output
- Three-wire floating control output
- Multiple speed fan switching
- 2-pipe/4-pipe configuration
- Summer/Winter changover option
- Setback capability
- Staged heat option
- Operates at 50 or 60 Hz
- Fahrenheit or Celsius display

MICROPROCESSOR THERMOSTATS, DIGITAL DISPLAY, CONTROLLER, 3-WIRE FLOATING, AND ON/OFF

The T158 thermostats provide microprocessor control of fan coil units, air handling units, and terminal units and feature an LCD.

T158

Model	Description
TA158-1	Heating and cooling, On/off only
TA158-2	Heating or cooling, On/off only, with 3-speed fan control
TB158-1	Heating and cooling
TB158-2	Heating and cooling with 3-speed fan control
TB158-3	Heating or cooling with 3-speed fan control
TB158-7*	Heating or cooling*
TB158-15	Heating or cooling
TB158-17	Heating and cooling with 1-speed fan control
TB158-18	Heating or cooling with 1-speed fan control

* Mode control feature not included on this model



Features:

- Large, easy to read LCD
- 1°F OR 2°F selectable heating operating differential
- Short cycle protection
- Mechanical low limit protection (FP model)
- Non-programmable
- Fahrenheit and Celsius display capability

LOW VOLTAGE WITH DIGITAL DISPLAY

The T200 thermostats are designed for low voltage heating, cooling, and single stage heat pump applications and feature an LCD.

T200

Model	Description
T201	Heating only, No fan control
T201-FP	Heating only, No fan control with low limit protection
T204	Cooling only, Fan control
T205	Heating/cooling, Fan control
T205-FP	Heating/cooling, Fan control with low limit protection
T207	Heating/cooling, Fan control, B&O terminals
T207-FP	Heating/cooling, Fan control, B&O terminals with low limit protection



Features:

- LCD display
- 0-10 Vdc or 4-20 mA outputs
- Low voltage fan cycling operation
- Multiple speed fan switching
- 2-pipe/4-pipe configuration
- Summer/Winter changover option
- Setback capability
- Staged heat option
- Operates at 50 or 60 Hz
- Fahrenheit or Celsius display

MICROPROCESSOR THERMOSTATS, DIGITAL DISPLAY, CONTROLLER, 0-10 Vdc OR 4-20 mA

The T168 thermostats provide digital control of fan coil units, air handling units, and terminal units and feature an LCD.

T168

Model	Description
TA168-1	Heating and cooling, Auxiliary heat feature
TA168-2	Heating or cooling, 3-speed fan control, fan cycling, Auxiliary heat feature
TA168-3	Heating or cooling, 3-speed fan control, fan cycling
TA168-4	Heating or cooling
TA168-5	Heating or cooling, fan cycling
TA168-6	Heating or cooling, fan cycling, 1-speed fan control, Auxiliary heat feature
TA168-7	Heating or cooling, fan cycling, 1-speed fan control
TA168-8	Heating or cooling, fan cycling, 1-speed fan control
TA168-9	Heating or cooling



Features:

- Fahrenheit or Celsius display
- Setback from occupancy, clock or BMS
- LCD display with backlight
- Keypad lockout
- Remote sensor option
- Changeover sensor option

MICROPROCESSOR STAND ALONE THERMOSTATS

The T170 thermostats provide microprocessor control of fan coil units, air handling units and terminal units.

T170

Model	Description
TA170-16	Heating and cooling, Auxiliary heat feature
TA170-18	Heating or cooling, 3-speed fan control, fan cycling, Auxiliary heat feature
TB170-9	Heating and cooling, 3-speed fan control, fan cycling

Copyright © 2007, TAC

All brand names, trademarks and registered trademarks are the property of their respective owners. Information contained within this document is subject to change without notice. All rights reserved.

F-27085-3 04-07



www.tac.com

1354 Clifford Avenue
Loves Park, IL 61111
815-637-3000

t.a.c.®

Anexo 14: Circuit setter

ACCU-FLO Balancing Valve

The Taco Accu-Flo combines superior engineering and design, precision machining and 100% factory testing to ensure the highest quality fixed port venturi balancing valve on the market today. Accuracy of the Taco Accu-Flo is 4-5 times greater than variable orifice balancing valves.



ACCU-FLO Balancing Valve is the sta

THE BENEFITS OF TACO FIXED PORT VENTURI BALANCING

Don't sacrifice your system's efficiency by using an outdated conventional variable orifice balancing valve where the norm is poor balancing accuracy, high pressure drops, low regains, and inability to read low flows.

SAVE YOUR SYSTEM...

The Taco Accu-Flo Balancing Valve Offers:

- Accuracy 4-5 times greater than variable orifice balancing valves.
- Flow measurement independent of stem and ball position.
- Ability to read nameplate setting not required to determine flow.
- Tamper resistant memory stop for accurate resetting.
- Positive shut-off.
- Ability to read low flows.

The Taco Accu-Flo combines superior engineering and design, precision machining and 100% factory testing to ensure the highest quality fixed port venturi balancing valve on the market today.

QUALITY THROUGH DESIGN...

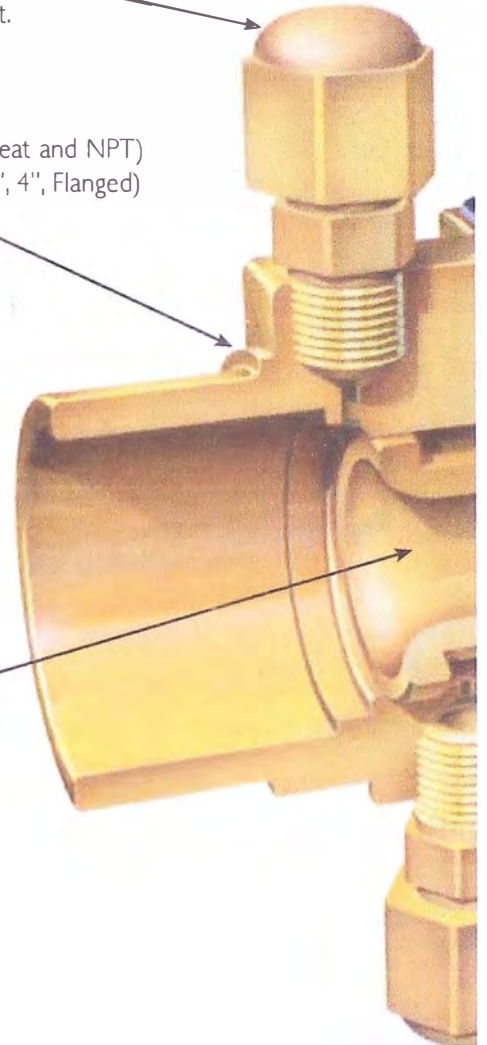
The Taco Accu-Flo Balancing Valve Features:

- Modified venturi design.
- Blowout-proof stem.
- Ball valve construction.
- Calibrated nameplate for presetting.
- Rated to: 1/2"-2": 300 PSI, 250°F;
2-1/2"-4": Class 125

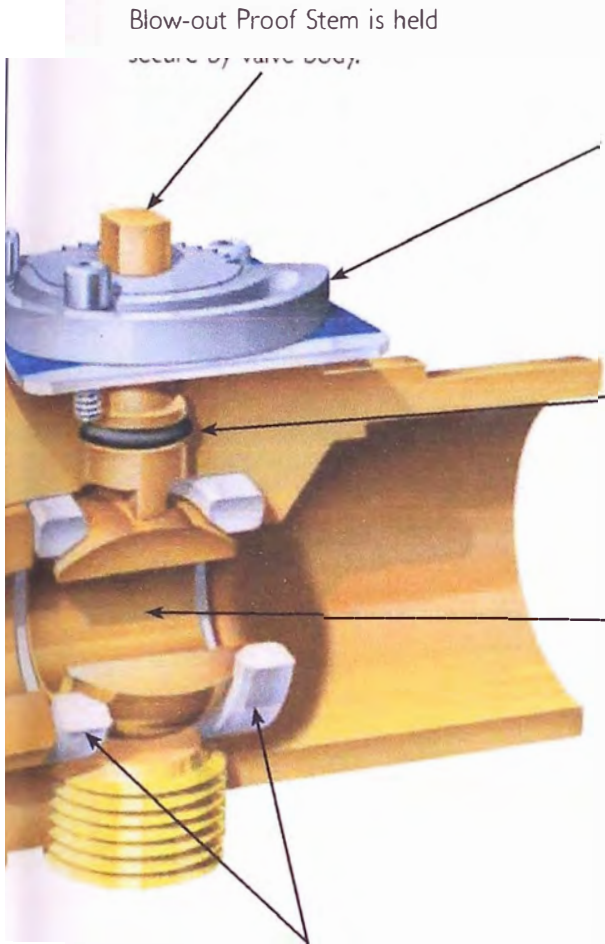
Schrader Style Pressure Port allows for easy differential pressure gauge attachment.

Bronze Body (1/2"-2", Sweat and NPT)
Cast Iron Body (2-1/2", 3", 4", Flanged)

Modified Venturi Flow Measurement section ensures precise and consistent differential readings, even at low flows, for accurate valve setting.



Standard for accuracy & dependability.



Blow-out Proof Stem is held
secure by valve body.

Teflon Seats
prevent leakage.

Schrader Style
Pressure Port



Calibrated Nameplate with tamper
resistant memory stop.

Fast and accurate resetting if
shut off feature is used.

O-Ring Seal prevents leakage.

Accu-Flo can be installed in any position.

Ball Valve construction for reliable use as a
balancing and shut-off valve.

**Accu-Flo functions as a positive shut-off valve when
in the "closed" position, to allow for maintenance
and/or service work on the system.**

**Precision machining, tight tolerances,
and 100% factory testing ensures the
highest quality valve.**

**Flow measurement does not depend on
the position of the stem and ball.**

Differential Pressure Gauge

To achieve the greatest accuracy, use
the Taco 779 Dual Readout Meter

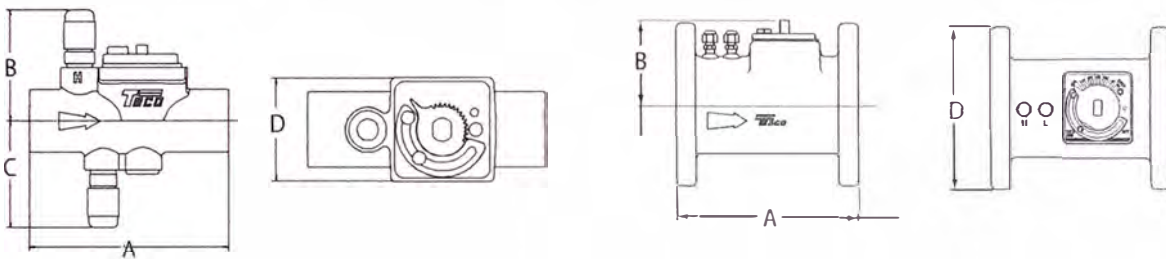
Model No.	Reading Range	% of Accuracy Full Scale
779	0-10" 0-100"	3% 3%

ACCU-FLO DIMENSIONS

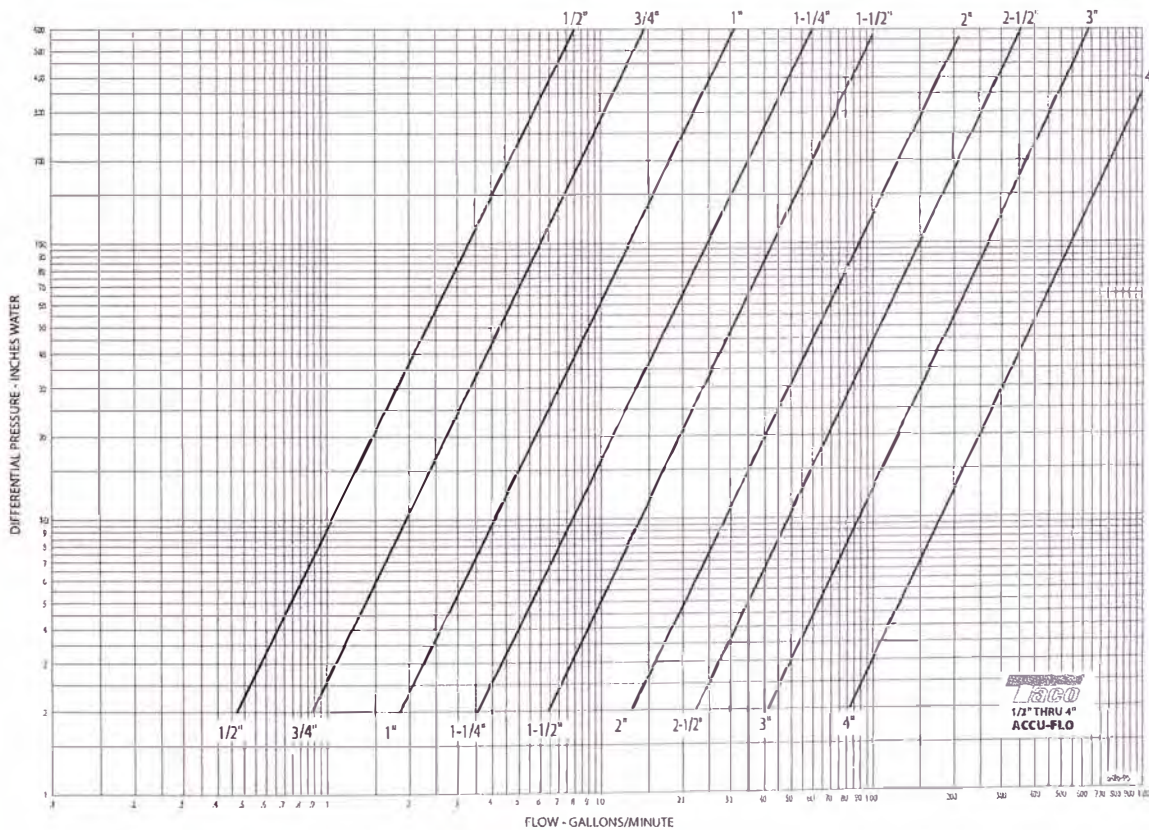
Size	Product #	Conn.	DIMENSIONS								MATERIAL		APPROX. WEIGHTS		
			A		B		C		D		Body	Venturi	lbs.	kg.	Cv Full Open Position
			In.	mm	In.	mm	In.	mm	In.	mm					
1/2"	ACUF-050-AC	Sweat	3-1/4	82	2	51	2	51	1-1/2	38	Bronze	Brass	7/8	.4	2.12
	ACUF-050-AT	NPT	3-1/4	82	2	51	2	51	1-1/2	38	Bronze	Brass	7/8	.4	
3/4"	ACUF-075-AC	Sweat	3-1/4	82	2-1/8	54	2-1/8	54	1-1/2	38	Bronze	Brass	7/8	.4	3.9
	ACUF-075-AT	NPT	3-1/4	82	2-1/8	54	2-1/8	54	1-1/2	38	Bronze	Brass	1-1/4	.6	
1"	ACUF-100-AC	Sweat	4	101	2-1/8	57	2-1/8	54	1-5/8	41	Bronze	Brass	1-1/8	.5	8.4
	ACUF-100-AT	NPT	4	101	2-1/8	57	2-1/8	54	1-5/8	41	Bronze	Brass	1-3/8	.6	
1-1/4"	ACUF-125-AC	Sweat	5-1/8	130	2-1/2	63	2-3/8	60	2	51	Bronze	Brass	3-1/8	1.4	17.3
	ACUF-125-AT	NPT	5-1/8	130	2-1/2	63	2-3/8	60	2-1/4	57	Bronze	Brass	3-1/4	1.5	
1-1/2"	ACUF-150-AC	Sweat	5-7/8	149	2-5/8	67	2-1/2	64	2-3/16	56	Bronze	Brass	3-3/4	1.7	28.3
	ACUF-150-AT	NPT	5-7/8	149	2-5/8	67	2-1/2	64	2-3/4	70	Bronze	Brass	4-3/8	2.0	
2"	ACUF-200-AC	Sweat	6-3/4	171	2-3/4	70	2-3/4	70	2-3/4	70	Bronze	Brass	5-7/8	2.7	62.3
	ACUF-200-AT	NPT	6-3/4	171	2-3/4	70	2-3/4	70	3-3/8	86	Bronze	Brass	7	3.2	
2-1/2"	ACUF-250-AF	Flanged	8	200	3-5/8	92	-	-	7	178	Cast Iron	TFE	24	10.9	12.2
3"	ACUF-300-AF	Flanged	8-3/16	255	4	102	-	-	7-1/2	191	Cast Iron	TFE	32	14.3	21.2
4"	ACUF-400-AF	Flanged	10	250	4-3/4	121	-	-	9	229	Cast Iron	TFE	60	26.9	44.4

1/2" - 2" SWEAT AND THREAD

2-1/2", 3", 4" FLANGED



FLOW MEASUREMENT CHART



Anexo 15: Fan coil de agua helada

FH Fan-Coil Units

Low-Profile, Horizontal



FH Fan-Coil Units: Innovative design simplifies installation and service

Owners

AHRI Standard 440-certification ensures exacting performance. The FH fan-coil unit's 3-speed, direct-drive motor allows optimized cabinet airflow and sound performance. Enhanced sound levels are achieved through an electronic fan-speed controller (SCR) which allows further motor-speed tuning.

FH concealed model fan-coil units are constructed of galvanized steel, surpassing the ASTM 125-hour, salt-spray test for corrosion and rust. Exposed-cabinet model FHX features durable, powder-coated, galvanealed steel that resists fading, scratches and fingerprints.

Concerned about Indoor Air Quality? Sloped drain pans are standard on all FH units, and are easily removed to provide access to the coils for cleaning. Optional stainless-steel drain pans and coil casings are available. IAQ lining options include foil-faced or elastomeric, closed-cell-foam insulation.

Designers

The FH unit's impressive list of standard features provides unparalleled design flexibility. Configuration options include rear-ducted or bottom-ducted return. Ceiling access is achieved through architectural-louvered or solid return-air panels, or a telescoping-duct panel for adjustable unit recessing.

Available with chilled-water or DX cooling coils, and hot-water, steam or electric heating coils, FH fan coils produce the ultimate in comfort and flexibility.

Contractors

FH horizontal fan-coil units provide maximum performance while reducing installed cost to the contractor. Ultra-low-profile design (maximum 10" for concealed models; 12" for exposed cabinets) allows installation virtually anywhere. Bottom access to all components through available hinged-cover access doors makes service easy.

For fast-track jobs, the FH Quick Ship unit is available in 5, 10 or 15 days with an impressive list of unit options and controls.

Factory-Mounted Control Packages

A wide variety of control options and thermostats are offered. Factory-mounting and wiring of DDC controls by others is also available.

FH Fan-Coil Unit Airflow (CFM)	
Model and Unit Size	Nominal
FHP/FHF 20	250
FHX 20	250
FHP/FHF 25	400
FHX 25	350
FHP/FHF 30	500
FHX 30	450
FHP/FHF 40	750
FHX 40	650
FHP/FHF 50	1000
FHX 50	850
FHP/FHF 60	1400
FHX 60	1200

Actual performance may vary based on model, options and operating conditions. Ask your Johnson Controls representative for complete performance information.



Silent Relays

Silent, solid-state relays are available for fan and electric-heat control in sound-sensitive environments.

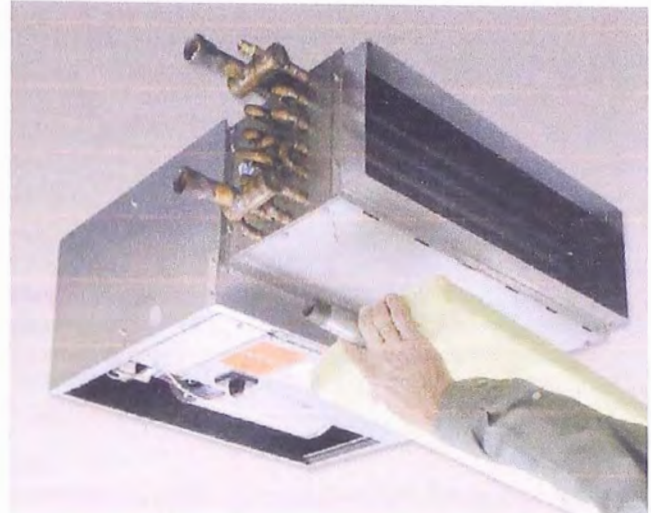
Factory-Furnished Valve Packages

Valve packages provided by the factory ensure proper fit, operation and performance.

Electric Heat

A variety of kW and voltage configurations are available. Options include door-interlock disconnects, low-voltage controls, and silent, solid-state relays. All control and electric-heat configurations include single-point-power connection and are cETL listed as an assembly.



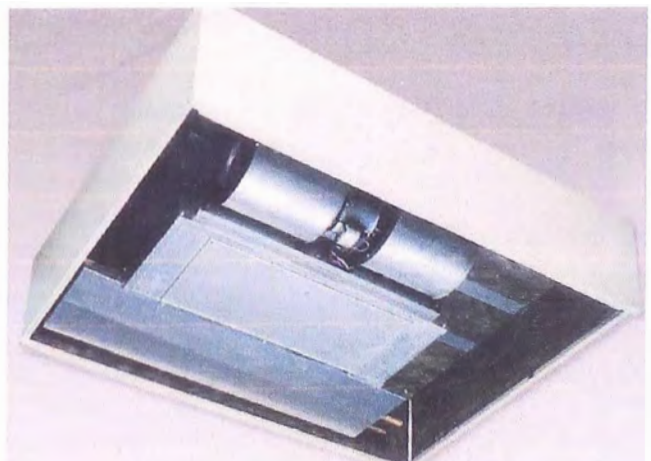
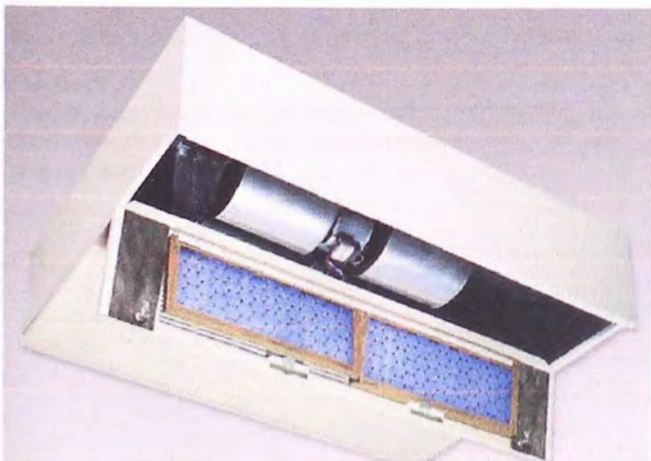


Electrical Enclosure

The bottom-hinged electrical enclosure provides access to a spacious electrical compartment. This compartment houses all electric-heat and control components. Terminal strips are furnished for simple power-wiring and control-wiring connections. Multiple knockouts allow wiring entries from either side of the compartment.

Drain Pan

Standard drain pans are externally insulated, single-wall, galvanized steel with an option for stainless steel. Drain pans are available with secondary drain connection. On concealed models, the FH Series drain pan is easily removable for cleaning or reversing connections.

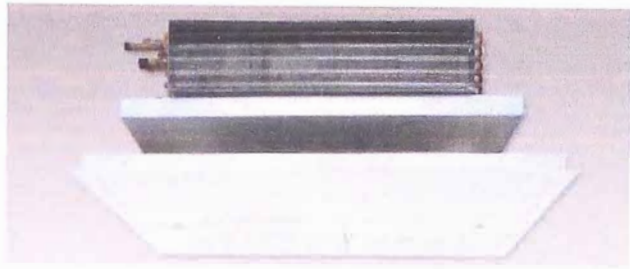
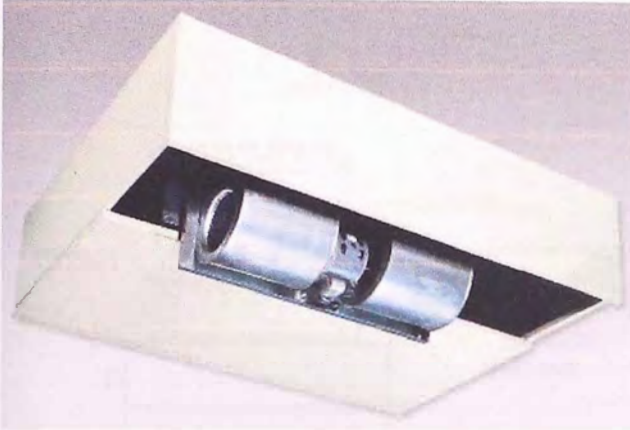


Filters

One-inch throwaway filters are tight-fitting to prevent air bypass. Filters are easily removable from the bottom through the access panel.

Access Panels

Full access to the unit for installation and service is available with both of the bottom panels removed. All electrical and piping services are accessed from the bottom.



Telescoping Bottom Panel

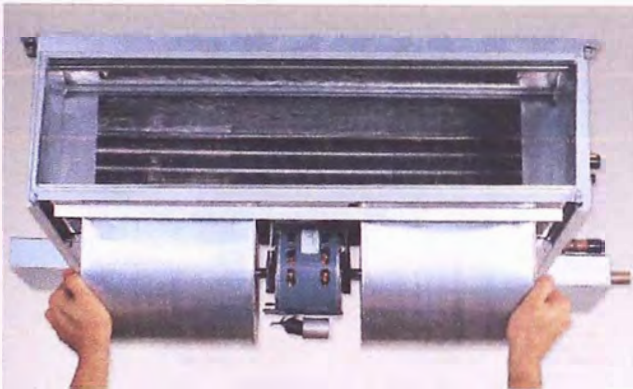
The telescoping bottom panel allows for fully recessing the unit while permitting service access into the ceiling plenum. The architectural ceiling panel is finished with a durable powder-coat paint.

Coils

All units are available in 2-pipe or 4-pipe configurations. The heating coil may be placed in the reheat or preheat position. On concealed models, heating and cooling coils are available with right, left or opposite-side connections.

Powder-Coated Painted Surface

Exposed-cabinet model FHX, as well as ceiling-access panels and supply and return-air grilles, feature a powder-coat finish that resists scuffing, scratching, fading, and fingerprints.



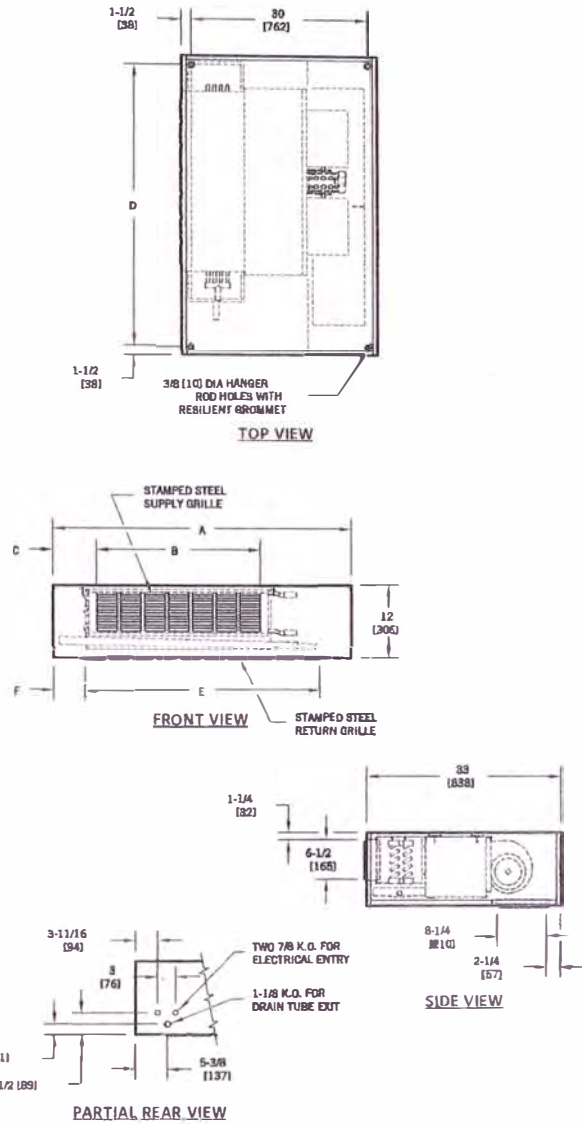
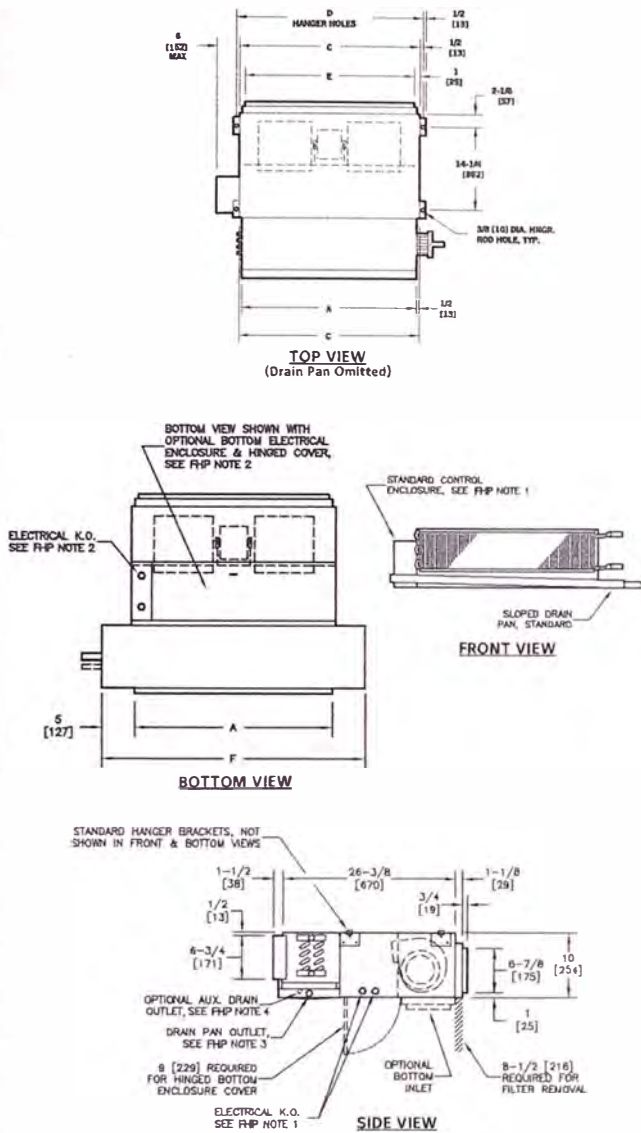
Fan Deck

The fan assembly is easily removed without disconnecting the ductwork for service access to motors and blowers at, or away from, the unit.



Model FHP Plenum Return Dimensional Data

Model FHX Exposed Cabinet Dimensional Data



Unit Size	Dimension				
	A	C	D	E	F
20	20" [508]	21" [533]	22" [559]	19" [483]	30" [762]
25	26" [660]	27" [686]	28" [711]	25" [635]	36" [914]
30	30" [762]	31" [787]	32" [813]	29" [737]	40" [1016]
40	40" [1016]	41" [1041]	42" [1067]	39" [991]	50" [1270]
50	50" [1270]	51" [1295]	52" [1321]	49" [1245]	60" [1524]
60	60" [1524]	61" [1549]	62" [1575]	59" [1499]	70" [1778]

Unit Size	Dimension				
	A	C	D	E	F
20	40" [1016]	19-1/2" [495]	6-1/4" [159]	27-1/2" [699]	6-1/4" [159]
25	46" [1168]	23-1/2" [597]	6-1/4" [159]	35-1/2" [902]	5-1/4" [133]
30	50" [1270]	27-1/2" [699]	7-1/4" [184]	39-1/2" [1003]	5-1/4" [133]
40	60" [1524]	39-1/2" [1003]	6-1/4" [159]	47-1/2" [1207]	6-1/4" [159]
50	70" [1778]	47-1/2" [1207]	7-1/4" [184]	59-1/2" [1511]	5-1/4" [133]
60	80" [2032]	59-1/2" [1511]	6-1/4" [159]	67-1/2" [1715]	6-1/4" [159]

GENERAL NOTES:

1. All dimensions in inches [mm] and are ± 1/4" [6mm]. Metric values are soft conversion.

2. Left-hand unit shown; right-hand unit opposite.

FHP NOTES:

- Standard control enclosure is mounted on unit side opposite cooling-coil connections. Unit casing includes (2) knockouts on each side. Provide sufficient clearance to access electrical controls and comply with applicable codes and ordinances.
- Optional bottom control enclosure with hinged cover replaces standard side-mounted enclosure and includes (2) additional knockouts on bottom of unit, on left side.

- Standard, externally foam-coated, galvanized-steel drain pan has 7/8" ODM copper outlet. Stainless-steel drain pan has 3/4" MPT galvanized-steel outlet.
- Auxiliary drain outlet is 5/8" ODM copper or 3/8" MPT galvanized steel respectively.

- See coil connection drawings for coil connection sizes and locations.

FHX NOTES:

- Electrical enclosure size and location may vary with optional features. Provide sufficient clearance to access electrical controls and comply with applicable codes and ordinances.
- Drain piping should be routed through casing opening indicated to provide proper drain slope.

- Louvered bottom panel is assembled and removable for access to filter and fan assembly.

4. Fixed bottom panel is removable for access to optional electrical enclosure, coil, and drain pan.

5. Internal insulation of field-piping may be required.

6. Field-piping casing penetrations must be cut in the field to match individual job requirements.

NOTE: All data and dimensions are subject to change without notice.

Ask your Johnson Controls representative for current submittal drawings and other unit arrangements.

FH Fan-Coil Unit Features

STANDARD FEATURES:

Construction

All Units

- AHRI Standard 440-certified and labeled
- Galvanized-steel construction
- 1/2" thick fiberglass insulation
- 1 1/2" duct discharge collar
- Four-point hanger mounting holes

Plenum Units

- Integral filter rack with 1" throwaway filter
- Integral rear-ducted return—field-reversible to bottom return

Exposed Units

- Stamped louver supply-air and return-air grille
- Durable powder-coat paint
- 18 gauge bottom-panel construction

Coils

- Cooling: 3 or 4-row chilled water or DX, heat-pump compatible
- Heating: 1 or 2-row hot water or steam—reheat or preheat position
- 6 total rows of cooling and heating coils maximum
- 1/2" O.D. seamless copper tubes
- 0.016" tube-wall thickness
- High-efficiency, aluminum-fin surface for optimizing heat transfer, pressure drop and carryover
- Left-hand or right-hand, same or opposite-side connections
- Access to entering and leaving air sides for cleaning
- Removable for service
- Manual air vents

Drain Pans

- Single-wall, galvanized-steel, externally insulated
- Positively sloped to drain connection
- Removable, field-reversible
- 7/8" O.D. primary-drain connection

Fan Assemblies

- Forward-curved, DWDI, centrifugal-type blowers
- 115-volt, single-phase, three-tap PSC motors
- Quick-disconnect motor connections
- Removable fan/motor deck for service

Electrical

- cETL listed for safety compliance
- Electrical junction box for field-wiring terminations
- Terminal block for field connections

Electric Heat

- ETL-listed as an assembly for safety compliance
- Integral electric-heat assembly with removable elements for easy service
- Automatic-reset primary and back-up secondary thermal limits
- Single-point-power connection
- Bottom-hinged electrical enclosure

OPTIONAL FEATURES:

Construction

All Units

- Foil-faced fiberglass insulation
- Elastomeric, closed-cell-foam insulation

Plenum Units

- Bottom return
- 1" pleated filters (MERV 6)
- Spare 1" throwaway filters
- Telescoping-bottom panels

Exposed Units

- 1" pleated filters (MERV 6)
- Double-deflection discharge grille
- Ducted supply and/or return

Coils

- Automatic air vents
- Stainless-steel coil casings
- 0.025" tube wall (standard on steam)

Drain Pans

- Stainless-steel construction with external insulation
- 5/8" O.D. secondary-drain connection
- Auxiliary drip pans, galvanized or stainless-steel

Fan Assemblies

- 208-230, 220 & 277-volt, single-phase, three-tap PSC motors

Electrical

- Bottom-hinged-cover electrical enclosure
- SCR fan-speed controller (high speed only)
- Fan-relay packages
- Silent, solid-state fan relays
- Toggle-disconnect switch
- Condensate-overflow switch (drain pan)
- Main fusing
- Unit and remote-mounted, three-speed fan switches

Electric Heat

- Manual-reset, secondary thermal limits
- Door-interlocking disconnect switches
- Main fusing
- Field-installable with ETL-listed kit
- Silent relay/contactors

Piping Packages

- Factory-assembled – shipped loose for field installation
- 1/2" and 3/4", 2-way and 3-way, normally closed, two-position, electric, motorized valves
- Isolation ball valves with memory stop
- Fixed-flow and adjustable-flow control devices
- Unions and P/T ports
- Floating-point, modulating control valves
- High-pressure, close-off actuators (1/2" = 50 PSIG; 3/4" = 25 PSIG)

Thermostats

- Remote-mounted analog, digital-display, or programmable
- 2-pipe and 4-pipe control sequences
- Automatic and manual changeover
- Integral, three-speed, fan switches

Anexo 16: Catálogo de chiller

AIR-COOLED
SCROLL CHILLERS

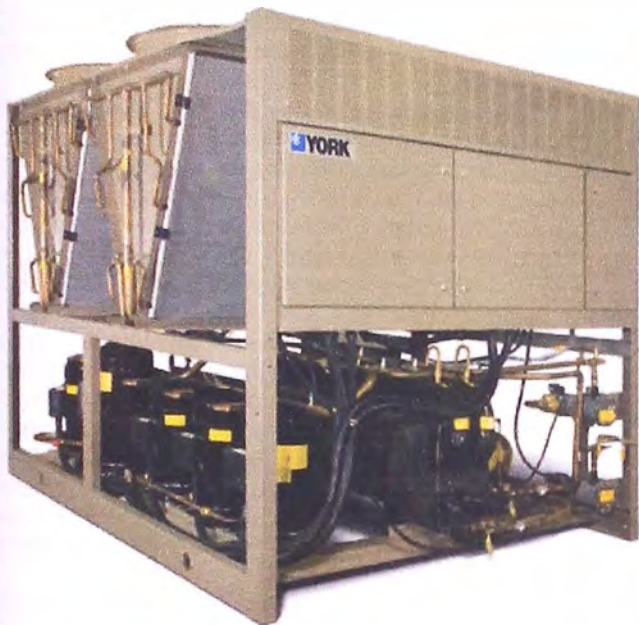
Economical, Innovative, and Environmentally Friendly



 **YORK**[®]

BY JOHNSON CONTROLS

Environmental responsibility ... standard



The YORK® Tempo™ chiller, manufactured by Johnson Controls, enables you to be a leader in environmental design through innovative technology without premium cost-adds. It delivers greater efficiency, economy and versatility to help you keep up with today's and tomorrow's demands.

It is a self-contained cooling solution that is light-weight and compact for convenient installation on the ground or on building rooftops. Advanced controls and a hydronic-pump kit make the Tempo unit a plug-and-play solution that combines smart design with lower cost of ownership.

Sustainable-design ensures LEED points

Tempo chillers are optimized for operation with HFC-410A refrigerant, which has zero ozone-depletion potential (ODP) and no phase-out date set by Environmental Protection Agency (EPA). With its advanced design, the chiller requires 30%–50% less refrigerant compared to a conventional chiller. This ensures that all models of this chiller qualify for the Enhanced Refrigerant Management Credit.

Industry-recognized design and performance

Since their introduction in 2008, Tempo chillers have received multiple, prestigious HVAC-industry awards that recognize their superior design and performance.



As a member of the U.S. Green Building Council, Johnson Controls is committed to developing products that support the LEED-certification program, like Tempo chillers.



Silver Award in
Consulting-Specifying Engineer
magazine's 2008
Product of the Year competition



Bronze Award in the
*Air-Conditioning, Heating,
and Refrigeration NEWS* magazine's
2008 Dealer Design Competition



2008
Readers Choice Award
from RSES® Journal

Lower total cost of ownership

YORK Tempo chillers are optimized to reduce cost of ownership through improved efficiency, reliability, and maintenance.

Energy usage 15%–20% below industry average

Tempo chillers offer industry-leading, off-design efficiency (IPLV) for the real-world conditions typical during 99% of operating hours. The design efficiency of the chiller always meets or exceeds the ASHRAE 90.1 standards. Compared to an average chiller, the Tempo chillers can save up to 15%–20% in annual operating and energy costs!

Easy and economical maintenance

Tempo chillers use significantly less refrigerant compared to a typical chiller. This saves time in refrigerant isolation and removal. For added convenience, isolation valves in the discharge and suction lines are standard. The microchannel coils are rugged and can be safely pressure-washed at up to 1500 psi, saving labor costs and simplifying maintenance cycles.

Corrosion-resistant condenser coils

Tempo chillers use microchannel coils that have fins, tubes, and headers made with aluminum. These coils are lightweight and robust. They are similar in design to the radiator coils in your car that can last a long time with minimal wear.

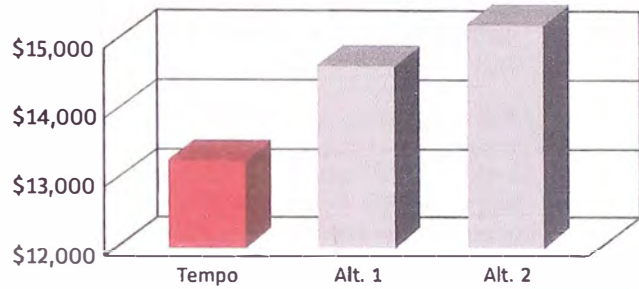
Heat recovery boosts system efficiency

Tempo chillers provide optional factory-installed heat-exchangers in the refrigerant circuit to recover heat that would normally be wasted to environment. This captured heat can be used for water heating or preheating in conjunction with a boiler.

Maximize usable space

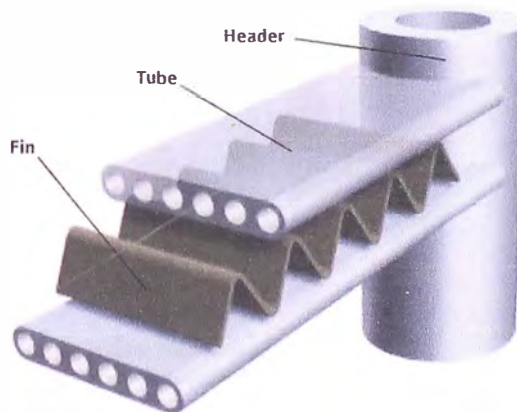
Tempo chillers are lighter, smaller, and quieter. You can add tons of capacity without adding tons of structural support. Its packaged pump kits help recover usable building space. With lowest sound levels in its class, the Tempo chiller is very quiet, and often sound walls can be either eliminated or lowered, reducing installation costs.

Chiller Annual Operating Cost



Chiller	Capacity	EER	IPLV	Operating Cost
Tempo	65.0	9.6	15.0	\$ 13,044
Alt. 1	65.0	10.2	13.5	\$ 14,494
Alt. 2	65.0	9.6	13.0	\$ 15,051

Higher IPLV of Tempo chillers results in lower operating costs.



Microchannel coil design is similar to an automotive radiator, with aluminum header, tubes, and fins to minimize the occurrence of galvanic corrosion.

Features for variety of applications

Wide range of operation

Tempo chillers can operate at ambient temperatures as low as 0°F and as high as 125°F.

If ambient temperatures could drop low enough during chiller operation that freezing of the chilled water is a possibility, remote evaporators can be used to keep the chilled-water piping within the building.

Stable low-load operation can be accomplished with a hot-gas bypass control.

Power and control

The chiller is designed to operate with wide range of power-supply voltages: 200V, 230V, 380V, 460V, 575V at 60Hz and 380-415V at 50Hz. Power wiring is easy with a single-point power connection. For convenience, power-wiring choices include main non-fused disconnect and breakers for each circuit. A factory-installed control transformer eliminates

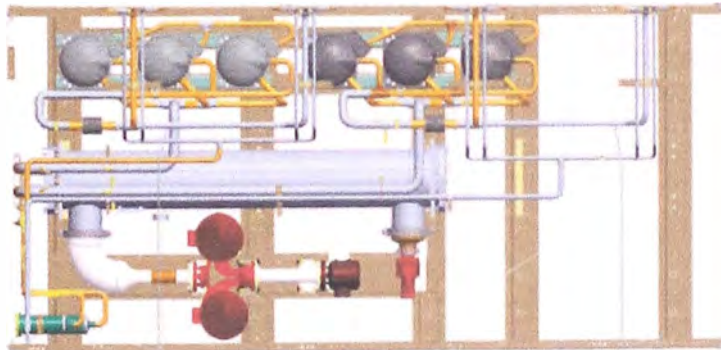
the cost of separate controls wiring. The control panel has a 40-character screen that displays descriptive messages in plain language for convenient trouble-shooting.

Factory-installed pumps

Pump kits can be configured for a wide range of flows and heads, with single or dual pumps (standby). Features include strainer/suction guide, flow switch, freeze protection, air-vent port, and triple-duty valve (circuit balancing/check valve/shutoff). Pump curves are available in selection software for easy configuration to match your application.

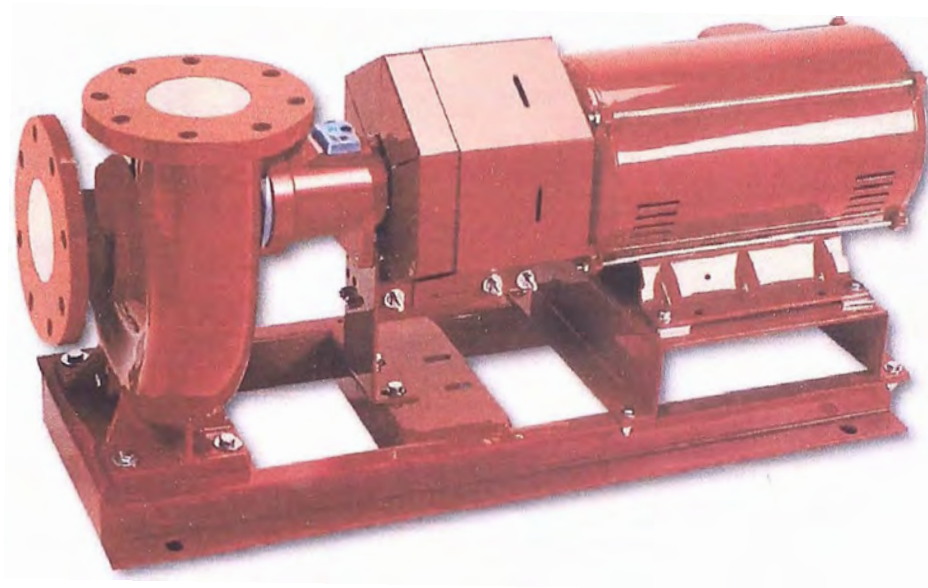
Protection against weather and vandalism

Choose from variety of enclosure options for added safety, visual screening, protection from accidental damage and wind-blown debris. Options include wire-mesh or louver panels for full unit protection, hail guards to protect exposed end coils, and V-guards to protect piping to coils.



A hydronic-pump kit, shown in red in this plan-view illustration, can help reduce or eliminate mechanical-room space requirements.

Anexo 17: Catálogo de bomba



Series 1510 Centrifugal Pumps

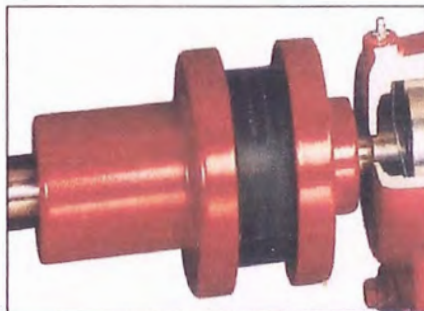
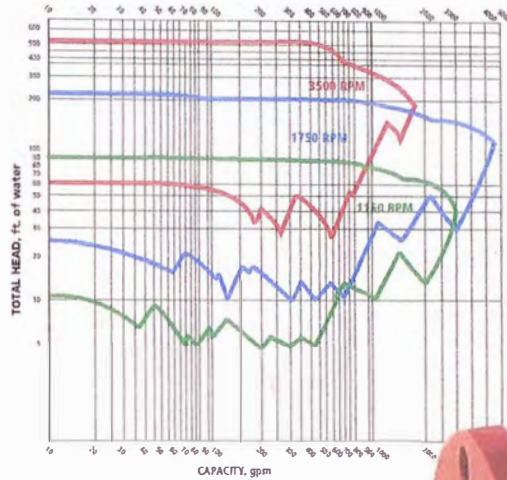
The industry standard in end suction pump design.

B-206F

 **Bell & Gossett**
a xylem brand

Series 1510 End Suction Pumps define true pull-out capability.

Bell & Gossett Series 1510 pump is like no other pump available today. It was designed with specific features to extend pump life, provide optimum hydraulic performance, and reduce maintenance time and costs – all while providing a true back pull-out capability.

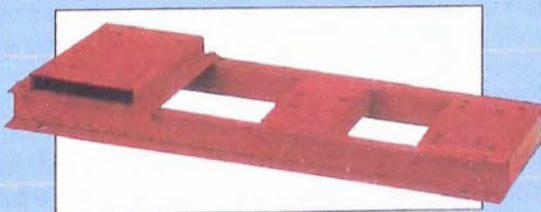


True back pull-out design

End section pump suppliers have used the term “back pull-out” for years. Truly defined, the statement should indicate ease of service and disassembly of the pump for service. Specifically, the bearing frame and impeller should be able to be removed for service without disturbing the pump volute or motor assembly. This capability substantially reduces pump downtime and decreases maintenance costs. Bell & Gossett’s Series 1510 fully meets these parameters.

Center drop-out spacer coupling

Unlike conventional jaw type or rigid style couplings, a center drop-out spacer coupling allows removal of the bearing frame and rotating element without disturbing the pump end pipe alignment or motor electrical connections.



Heavy-duty base plate assembly

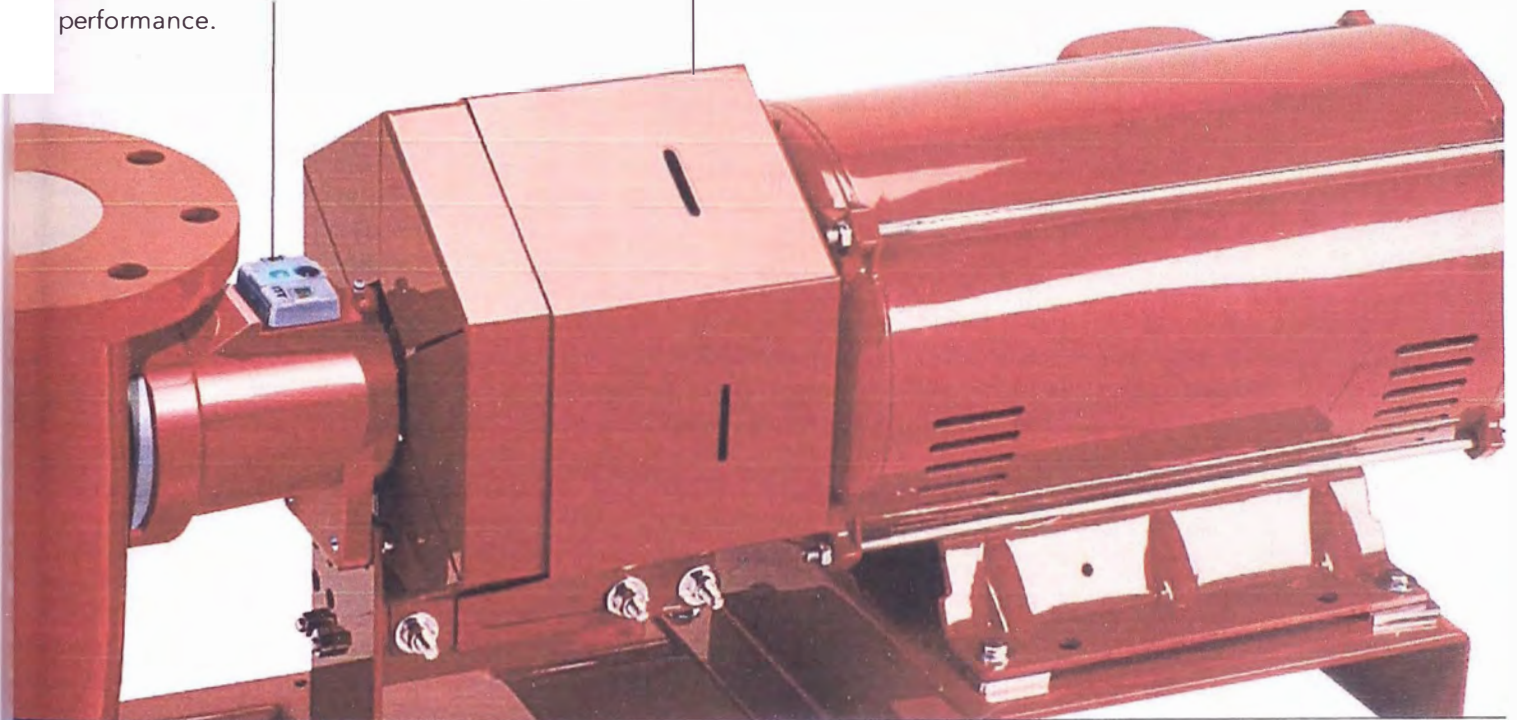
The Series 1510 base plate provides a heavy-duty saddle assembly, full seam welds, closed ends and an open top to provide ease of access for proper equipment grouting. Meets Hydraulic Institute Standards ANSI/HI 9.6.4-2009 (Figure 9.6.4.2.3.1) for recommended acceptable unfiltered field vibration limits.

Patented i-ALERT™ condition monitor option

Continuously measures vibration and temperature at the outboard bearing and automatically indicates when pre-set levels of vibration and temperature have been exceeded, so that changes can be made before failure occurs. A visual indication of pump health makes walk-around inspections more efficient and accurate. This onboard pump intelligence helps minimize life-cycle costs while maximizing performance.

ANSI/OSHA-compliant coupling guard

The coupling guard complies with ANSI B15.1 and OSHA 1910.219. The guard offers increased protection against potential injuries. The guards include slotted viewing windows for easy inspections.



Foot-mounted volute

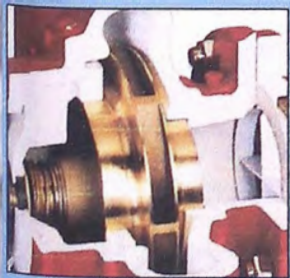
An integrally cast volute foot ensures that the alignment between the volute and motor assembly is maintained. Without this type of support, the piping weight alone can cause distortion leading to premature bearing, shaft and seal failure. In hot water applications, the solid foundation of the Series 1510 eliminates the deflections, which would otherwise exist within an unsupported overhung volute during normal thermal expansion of the system piping against the volute.

Self-flushing mechanical seal

Bell & Gossett was the first to introduce self-flushing mechanical seals to the HVAC industry. This standard feature ensures maximum seal face lubrication, heat dissipation and debris removal without vulnerable external flush tubing. The internal flushing action passes two and a half to three times the liquid over the seal faces compared to common externally flushed stuffing box configurations.

Balance standards

Impellers are balanced to Hydraulic Institute Standards ANSI/HI 9.6.4-2009. The allowable residual unbalance in the impeller rotating assembly conforms to ANSI grade G6.3 (Ref. ISO 1940).



ESP-Design PLUS system selection software.

With Xylem's easy-to-navigate web site and proprietary software allows you to quickly produce accurate, comprehensive specs, schematics and drawings that meet the needs of your building project, cutting the approval process time in half and protecting your job deadlines. The program includes automatic calculations of payback and operating costs, equipment schedules, submittals and more.

Trust the name that set the standard in the industry.

By choosing Xylem as your single-source provider for all your pumps and pumping system needs, you'll have the tools and resources you need to select the most efficient, high-performing system for your project. With more than 90 years of pump, HVAC and plumbing systems experience, Bell & Gossett delivers the knowledge you need to design a complete system that fits your application. And because we're part of Xylem, the largest pump manufacturer in the world, you can feel confident you'll get tough, high performing products you can depend on.

Your local Bell & Gossett Representative is an experienced professional with a wealth of technical expertise. Because they know systems from design to operation, they can give you the advice and support you need to successfully install, operate and maintain your systems.

Unparalleled training and product support.

The famous Bell & Gossett Little Red Schoolhouse[®] opened in 1954 as a dedicated facility for training. Over the past 60 years we have trained more than 60,000 engineers, contractors and installers in the proper design, installation and maintenance of HVAC systems. Our fully equipped learning center is the only facility of its kind, and Bell & Gossett is proud to set the standard for professional education and HVAC and pump system innovation.



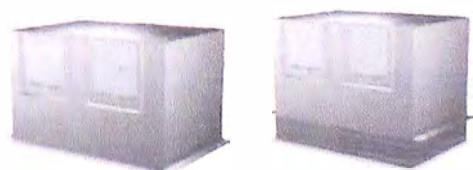
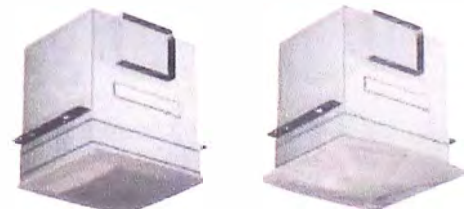
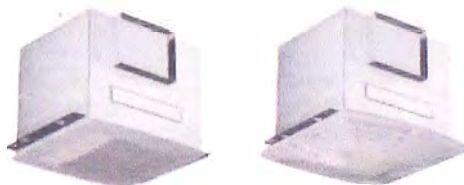
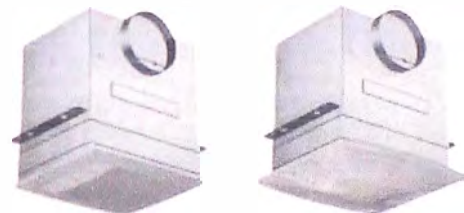
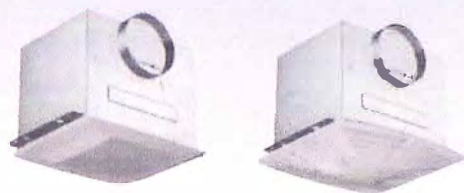
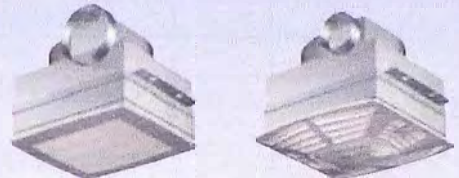
Xylem Inc.
8200 N. Austin Avenue
Morton Grove, Illinois 60053
Phone: (847) 966-3700
Fax: (847) 965-8379
www.bellgossett.com

Bell & Gossett is a trademark of Xylem Inc. or one of its subsidiaries.
© 2014 Xylem Inc. B-206F May 2014

Anexo 18: Catálogo de ventiladores

Ceiling & Cabinet Exhaust Fans

SP			CSP		BENEFITS
A	B	C	A	B	
✓	✓	✓	✓	✓	Backdraft damper
✓			✓		Spring Loaded Aluminum Backdraft Damper (sizes A110 and up)
✓			✓		Rotatable Discharge Outlet
✓	✓		✓	✓	Removable Power Assembly
✓			✓		External Electrical Access
✓	✓		✓	✓	Electrical Knockouts
✓			✓		Acoustic Insulation
✓	✓	✓	✓	✓	Disconnect (Plug Type)
✓	✓	✓	✓	✓	Electrical Junction Box
✓	✓				Attractive Designer Grille
			✓	✓	Access Panel
✓	✓	✓	✓	✓	Mounting Brackets
✓	✓		✓	✓	Embossed Steel Housing
✓	✓	✓	✓	✓	Compatible with Speed Controls



SELLING POINTS

- Quiet
- Compact Size
- Broadest Performance in the Industry
- 3 Year Warranty
- Extensive Accessory Offering
- UL listed for above showers w/ GFCI branch protected circuit
- Preferred 3 to 1 over the competition
- Number 1 in product quality
- Number 1 in customer satisfaction

OPTIONS

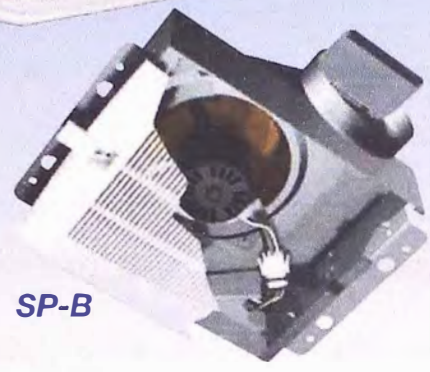
- Grilles
- Lights
- Ceiling Radiation Dampers (CRD)
- Vibration Isolation Kits
- Speed Controls
- Motion Detectors
- Time Delays
- Roof Discharge Accessories
- Wall Discharge Accessories
- Transitions
- Filters
- Contractor Paks



Ceiling Exhaust - SP



SP-A



SP-B

SP SERVICE CHART	IN STOCK	3 DAY	10 DAY
Standard Construction	✓	✓	✓
Speed Control, Mounted & Wired		✓	✓
Light, SP-A50, 70, 90, 110, 125 SP-B50, 80, 150		✓	✓
Light, SP-B70, 90, 110		✓	✓
Fan/CRD UL Listed Assembly		✓	✓
277 volt SP-A 110, 125, 190		✓	✓
277 volt SP-B 110, 150, 200		✓	✓
Contractor 4-Packs		✓	✓
Motion Sensor - Grille Mounted			✓

Model SP Ceiling Exhaust fans are designed for clean air applications where low sound levels are desired. Low sound levels are achieved through quiet running forward curved wheels.

PERFORMANCE

Models SP-A, SP-B, and SP-C are compact exhaust fans with performance capabilities of 29 cfm to 1600 cfm and up to 1 in. wg.

OPTIONS AND ACCESSORIES

- Lights (See below)
- See pages 25-27 for full stock accessory listing

STANDARD FEATURES

SP FANS			
A	B	C	
✓	✓	✓	Backdraft Damper - Prevents unwanted backdrafts.
✓			Spring Loaded Aluminum Backdraft Damper - Eliminates rattling or unwanted backdrafts (sizes 110 and up).
✓			Outlet - Both square and round outlets are field rotatable from horizontal to vertical discharge.
✓	✓	✓	Round Outlet (4 or 6 in.) - up to size A90 Versatile for quick, easy connections.
✓	✓		Power Assembly - Removes quickly for maintenance.
✓			External Electrical Access - Eliminates removing motor pack, saving installation time.
✓	✓		Electrical Knockout - Eliminates drilling holes.
✓	✓	✓	Disconnect (Plug Type) - Servicing is quick and safe.
✓	✓		Electrical Junction Box - Large for easy wiring.
✓	✓		Attractive Designer Grille - Concealed attachment screws securely fasten grille to housing for quiet, rattle free operation.
✓	✓	✓	Mounting Brackets - Fully adjustable for multiple installation types.
✓	✓		Housing - Embossed galvanized steel for rigidity and low profile for height restricted areas.
✓	✓	✓	PSC Compatible Motors - 50 cycle, 220v, and 240v options. 60 cycle, 115v, 208v, 220v, 230v, and 277v options. (Check factory for availability)

PRISMATIC LENS



The prismatic lens design provides approximately 25% more light than a traditional frosted lens. The lens may be easily removed to replace light bulbs. (Patent Pending)

FROSTED LENS



The frosted lens option is a traditional design which lets approximately 80% of light through the lens. The lens may be easily removed to replace light bulbs.

COMPACT FLUORESCENT LAMPS (CFL)



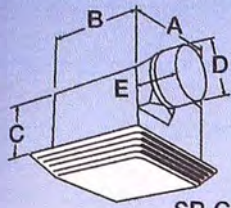
- Quick start bulbs (1 or 2)
- Reflective light box (Patent Pending)
- Produce 90% less heat
- Lower energy costs
- Two 13 watt CFL bulbs equals 100 watts of incandescent light (included)

INCANDESCENT LAMPS

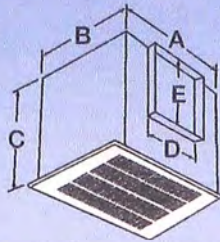


- Dimmable
- Reflective light box (Patent Pending)
- Low first-cost light
- One bulb provides up to 100 watts of light (by others)

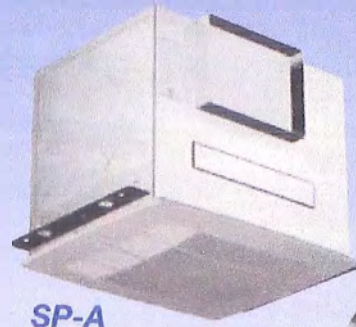
Ceiling Exhaust - SP



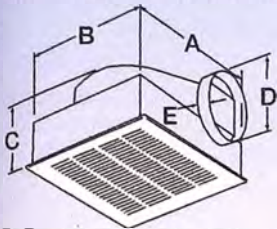
SP-C50



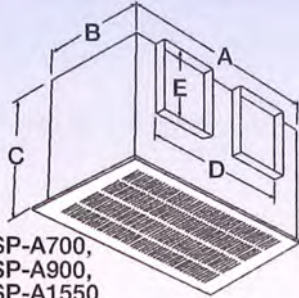
SP-A110 through SP-A510
and SP-A710 & SP-A780



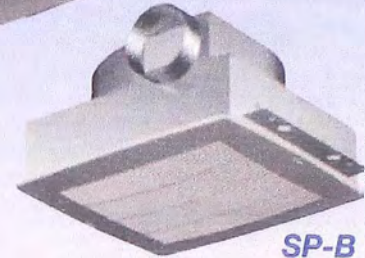
SP-A



SP-B50 through SP-B200



SP-A700,
SP-A900,
SP-A1550



SP-B

SP PERFORMANCE & DIMENSIONAL DATA - IN STOCK

Order stock products online at www.greenheck.com/qd

MODEL	A	B	C	OUTLET		RPM	AMPS	WATTS	SONES @ 0 in.	HVI SONES	GRILLE SIZE	PERFORMANCE IN INCHES WG								
				D	E							0	.1	.125	.25	.375	.5	.625	.75	1
SP-C50-QD	7½	7¼	3¾	3 dia. x 1¾		1680	0.80	46	2.9	2.0	9¼ x 9	52	49	48	46	43	37	29		
SP-B50-QD	13¾	11½	6¼	4 dia. x ¾		625	0.50	38	1.4	1.4	14½ x 12¾	67	53	51	40	29				
SP-B70-QD	13¾	11½	6¼	4 dia. x ¾		675	0.53	45	1.9	1.4	14½ x 12¾	77	70	68	57	49	39			
SP-B80-QD	13¾	11½	6¼	4 dia. x ¾		900	0.60	54	1.9	2.5	14½ x 12¾	87	80	78	68	61	54	44	30	
SP-B90-QD	13¾	11½	7¼	6 dia. x 1¼		700	0.65	50	1.9	2.0	14½ x 12¾	102	92	88	75	59	45	30		
SP-B110-QD	13¾	11½	7¼	6 dia. x 1¼		950	1.14	80	2.0	1.5	14½ x 12¾	133	114	110	97	95	94	91	85	50
SP-B150-QD	13¾	11½	7¼	6 dia. x 1¼		1050	1.70	129	3.0	2.5	14½ x 12¾	160	156	155	154	152	149	147	138	92
SP-B200-QD	13¾	11½	7¼	6 dia. x 1¼		1100	2.20	173	4.4	4	14½ x 12¾	197	195	194	191	187	184	181	166	128
SP-A50-QD	13¾	10¾	11¾	6 dia. x 1		700	0.31	18	1.9	.7	14¾ x 12¾	76	51	47	30					
SP-A70-QD	13¾	10¾	11¾	6 dia. x 1		850	0.27	20	1.9	.8	14¾ x 12¾	83	70	66	42					
SP-A90-QD	13¾	10¾	11¾	6 dia. x 1		900	0.34	29	1.9	1.0	14¾ x 12¾	99	88	84	61	25				
SP-A110-QD	13¾	10¾	10½	8	6	950	0.58	49	1.3	.8	14¾ x 12¾	119	110	106	88					
SP-A125-QD	13¾	10¾	10½	8	6	1100	0.62	53	1.4	1.2	14¾ x 12¾	135	123	121	104					
SP-A190-QD	13¾	10¾	10½	8	6	1400	1.30	113	3.2	2.0	14¾ x 12¾	216	197	192	167	133				
SP-A200-QD	13¾	11½	11¼	8	8	900	0.43	48	1.9	2.0	14¾ x 12¾	247	225	220	196	172	142	105	67	
SP-A250-QD	14	11¾	11½	8	8	1000	0.77	83	2.9	2.0	14¾ x 12¾	272	251	246	227	210	185	157	119	
SP-A290-QD	14	11¾	11½	8	8	1050	0.72	81	3.2	2.5	14¾ x 12¾	315	293	287	257	231	207	175	124	
SP-A390-QD	14	11¾	11½	8	8	1350	1.34	135	5.4	4.5	14¾ x 12¾	410	395	391	368	345	325	307	279	
SP-A410-QD	18	14¾	14½	8	8	1000	1.74	121	4.1	3.0	19¾ x 16¾	443	413	405	351	305				
SP-A510-QD	18	14¾	14½	8	8	1070	3.30	224	6.0	4.5	19¾ x 16¾	557	512	501	439	392	325			
SP-A700-QD	23¾	11½	6¾	19½	8	1100	3.20	350	1.9	5.5	25¼ x 13½	757	729	723	700	679	649	613	560	396
SP-A710-QD	18	14¾	14½	10	8	1080	4.40	285	7.4	6.0	19¾ x 16¾	752	714	701	653	588	485	320		
SP-A780-QD	18	14¾	14½	10	8	1600	3.30	348	10.2	8.5	19¾ x 16¾	812	782	775	741	704	665	625	581	
SP-A900-QD	23¾	14¾	14½	18¾	8	950	4.00	285	5.2	4.5	25 x 16¾	955	907	896	841	773	701			
SP-A1050-QD	23¾	14¾	14½	18¾	8	1095	6.30	420	7.2	6.0	25 x 16¾	1125	1059	1043	964	885	796	662		
SP-A1410-QD	23¾	14¾	14½	18¾	8	1450	7.40	786	11.6	9.5	25 x 16¾	1455	1414	1404	1353	1307	1262	1218	1174	
SP-A1550-QD	23¾	14¾	14½	18¾	8	1610	8.60	818	12.4	10.0	25 x 16¾	1607	1568	1558	1506	1449	1407	1369	1323	

All dimensions in inches. Performance shown is for Model SP exhaust for installation type B: Free inlet, Ducted outlet. Performance ratings include the effects of an inlet grille and backdraft damper in the airstream. Speed (RPM) shown is nominal. Performance is based on actual speed of test. The sound ratings shown are loudness values in fan sones at 5 ft. (1.5m) in a hemispherical free field calculated per AMCA Standard 301. Values are for installation type B: free inlet sone levels. The AMCA Certified Ratings Sound Seal applies to some ratings only.

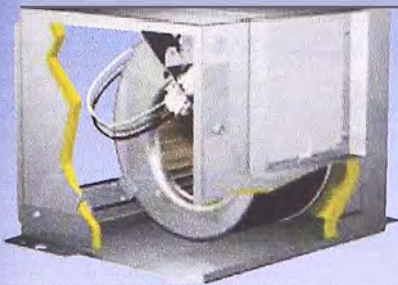
Greenheck Fan Corporation certifies that the SP models shown herein are licensed to bear the AMCA Seal. The ratings shown are based on tests and procedures performed in accordance with AMCA Publication 211 and AMCA Publication 311 and comply with the requirements of the AMCA Certified Ratings Program.



For complete product information refer to catalog Model SP and CSP, or contact your local representative.



Inline Cabinet Exhaust – CSP



SERVICE CHART

	IN STOCK	3 DAY	10 DAY
CSP-B110 through -A1550 – 115 Volt Mtr Construction	✓	✓	✓
CSP-A1750 through -A3600		✓	✓
CSP-B110 through -A190 with 277 Volt Motor		✓	✓

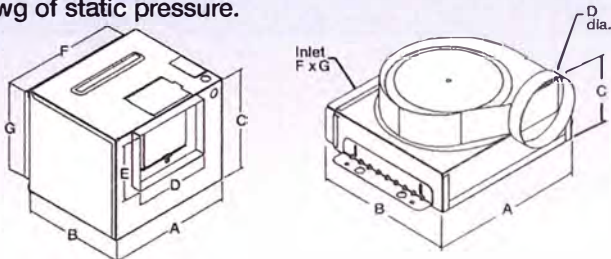
STANDARD FEATURES

CSP FANS		
A	B	
✓	✓	Aluminum Backdraft Damper – Prevents unwanted backdrafts.
✓		Spring Loaded Aluminum Backdraft Damper – Eliminates rattling and unwanted backdrafts.
✓	✓	Power Assembly – Removes quickly and is rotatable from horizontal to vertical discharge.
✓	✓	External Electrical Access – Eliminates removing motor pack, saving installation time.
✓	✓	Access Panel – Gain easy access to internal components once installed.
✓	✓	Mounting Brackets – Fully adjustable for multiple installation types.
✓	✓	Compatible with Speed Controllers

Model CSP Inline Cabinet fans are designed for clean air applications where low sound levels are desired. Low sound levels are achieved through quiet running forward curved wheels.

PERFORMANCE

Models CSP-B110 through A3600 are duct mounted with performance capabilities of 77 cfm to 3,778 cfm and up to 1 in. wg of static pressure.



CSP-A110-A3600

CSP-B110-B200

CSP PERFORMANCE AND DIMENSIONAL DATA - IN STOCK Order stock products online at www.greenheck.com/qd

	MODEL	A	B	C	D	E	F	G	RPM	AMPS	WATTS	WT	PERFORMANCE IN INCHES WG														
																					0	.125	.25	.375	.5	.75	1
													CFM	Sones	CFM	Sones	CFM	Sones	CFM	Sones	CFM	Sones	CFM	Sones	CFM	Sones	
MODELS IN STOCK	CSP-B110	13%	11½	7¼	6	1¼	10¼	3¼	950	1.14	80	10¼	CFM 103 Sones 2.0	99 2.1	98 2.3	97 2.6	96 2.7	86 3.3									
	CSP-B150	13%	11½	7¼	6	1¼	10¼	3¼	1050	1.70	129	10¼	151 2.5	149 2.7	148 2.9	147 3.1	145 3.4	134 3.9									
	CSP-B200	13%	11½	7¼	6	1¼	10¼	3¼	1100	2.20	173	10¼	186 3.4	183 3.7	182 4.0	180 4.1	178 4.1	169 4.5									
	CSP-A110	13%	10%	10½	8	6	12	9¼	950	0.62	51	16	CFM 124 Sones 1.1	110 1.1	102 1.3	77 1.3											
	CSP-A125	13%	10%	10½	8	6	12	9¼	1100	0.63	55	16	CFM 138 Sones 1.4	124 1.3	113 1.4	91 1.7											
	CSP-A190	13%	10%	10½	8	6	12	9¼	1400	1.10	100	16	CFM 215 Sones 2.3	198 2.2	180 2.7	159 2.9	121 3.0										
	CSP-A200	14	10%	11¼	8	8	12½	10	900	0.43	48	23	CFM 254 Sones 0.8	225 0.8	203 1.3	177 1.5	145 1.9	70 2.1									
	CSP-A250	14	10%	11¼	8	8	12½	10	1000	0.79	83	23	CFM 266 Sones 1.3	241 1.5	221 2.3	205 3.3	187 3.4	132 3.0									
	CSP-A290	14	10%	11¼	8	8	12½	10	1050	0.71	80	23	CFM 318 Sones 1.6	292 1.8	265 2.6	248 3.3	229 4.0	144 3.4									
	CSP-A390	14	10%	11¼	8	8	12½	10	1350	1.33	144	23	CFM 412 Sones 2.8	397 2.8	382 3.2	363 3.7	339 4.7	309 6.5									
	CSP-A410	18	14%	14½	8	8	16%	13¼	1000	1.87	139	36	CFM 447 Sones 2.2	403 2.2	364 2.5	316 2.7	217 2.7										
	CSP-A510	18	14%	14½	8	8	16%	13¼	1070	3.11	217	36	CFM 545 Sones 3.1	506 2.8	464 2.8	405 2.7	324 3.1										
	CSP-A700	23%	11%	10½	19½	8	22%	11%	1100	3.20	350	34	CFM 766 Sones 2.6	752 2.4	739 2.4	726 2.5	702 2.6	635 3.0	418 4.9								
	CSP-A710	18	14%	14½	10	8	16%	13¼	1080	4.40	325	36	CFM 737 Sones 3.2	688 3.2	635 3.3	566 2.7	474 2.5										
	CSP-A780	18	14%	14½	10	8	16%	13¼	1600	3.77	405	36	CFM 813 Sones 3.8	776 3.6	747 3.5	707 3.4	671 3.5	603 3.8	527 4.3								
	CSP-A900	23%	14%	14½	18¼	8	22%	13¼	950	4.87	328	39	CFM 908 Sones 3.7	840 3.8	782 4.0	714 4.0	631 4.1										
	CSP-A1050	23%	14%	14½	18¼	8	22%	13¼	1095	6.65	455	39	CFM 1182 Sones 6.3	1093 5.9	1013 5.8	922 6.0	832 6.0										
	CSP-A1410	23%	14%	14½	18¼	8	22%	13¼	1450	7.80	822	39	CFM 1584 Sones 6.3	1533 6.2	1483 6.3	1439 6.5	1395 6.8	1293 7.6	1181 8.6								
	CSP-A1550	23%	14%	14½	18¼	8	22%	13¼	1610	8.32	830	39	CFM 1672 Sones 8.6	1604 8.5	1542 8.4	1484 8.5	1427 8.5	1306 8.5	1171 8.4								
	3 & 10 DAY	CSP-A1750	35	14%	14%	28	6	32¼	13	1130	6.60	550	68	CFM 1842 Sones 6.9	1749 6.7	1619 6.4	1463 6.3	1283 6.4	771 6.8								
CSP-A2150		35	14%	14%	28	6	32¼	13	1100	7.80	735	68	CFM 2249 Sones 7.6	2156 7.5	2044 7.2	1900 6.7	1701 6.6	1114 7.2									
CSP-A3600		45½	16½	16½	40	11	43¼	14%	1100	7.10	1330	122	CFM 3778 Sones 8.8	3622 8.4	3460 8.0	3280 7.8	3091 7.6	2551 7.8	1750 8.5								

All dimensions in inches. Performance shown is for Model CSP inline for installation type D: Insulated Ducted inlet, Ducted outlet. Performance ratings include the effects of a backdraft damper in the airstream. Speed (RPM) shown is nominal. Performance is based on actual speed of test. The sound ratings shown are loudness values in fan sones at 5 ft. (1.5m) from the test inlet duct in a hemispherical free field calculated per AMCA Standard 301. Values are for installation type D: Ducted inlet fan sone levels. Ratings do not include the effects of duct end correction.

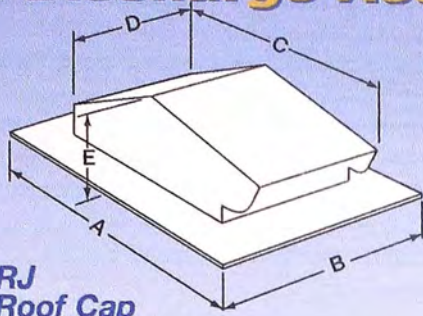
For complete product information refer to catalog Model SP and CSP, or contact your local representative.



Greenheck Fan Corporation certifies that the CSP models shown herein are licensed to bear the AMCA Seal. The ratings shown are based on tests and procedures performed in accordance with AMCA Publication 211 and AMCA Publication 311 and comply with the requirements of the AMCA Certified Ratings Program.

CEILING & CABINET EXHAUST – CSP

Roof Discharge Accessories

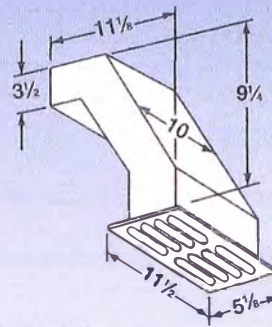


MODEL RJ Pitched Roof Cap

- Steel construction with black enamel finish
- Integral flashing flange
- Built in birdscreen and damper

MODEL	FOR USE WITH SIZES	A	B	C	D	E	THROAT
RJ-4	C50, B50-B80	11	9 $\frac{1}{4}$	8 $\frac{1}{4}$	5 $\frac{5}{16}$	4 $\frac{1}{2}$	4 in. Dia.
RJ-6 x 9	B90-B200 A50-A390	18 $\frac{3}{4}$	14 $\frac{1}{4}$	14 $\frac{1}{2}$	10 $\frac{3}{16}$	6 $\frac{1}{2}$	6 x 9
RJ-10 x 10	A410-A1550	18 $\frac{1}{2}$	27 $\frac{1}{2}$	15 $\frac{1}{4}$	23 $\frac{3}{16}$	9 $\frac{1}{2}$	10 x 10

All dimensions in inches.

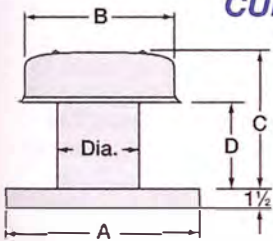


MODEL EL - 10x3 Elbow Discharge with Grille

- Designed for installation under roof eaves
- Painted steel louvered grille
- Built in damper
- For SP/CSP sizes 50-290

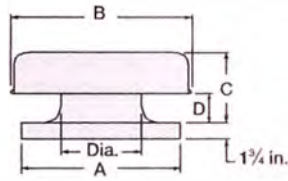
Flat Roof Caps

CURB CAP



MODEL RCC-7

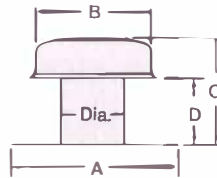
- Weathertight aluminum construction
- Integral birdscreen
- Built in curb cap
- Requires roof curb



MODEL GRS

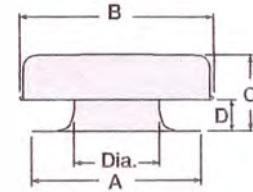
- All aluminum exterior construction
- Galvanized steel internal supports
- Integral birdscreen
- Built in curb cap
- Requires roof curb

FLASHING FLANGE



MODEL RFC-7

- Weathertight aluminum construction
- Integral birdscreen
- Built in flashing flange



MODEL GRSF

- All aluminum exterior construction
- Galvanized steel internal supports
- Integral birdscreen
- Built in flashing flange

MODEL	FOR USE WITH SIZES	A	B	C	D	DIA.
RCC-7	50-390	15	12	10	6 $\frac{1}{8}$	7
GRS-10	410-710	19	20 $\frac{1}{2}$	6 $\frac{1}{4}$	3	10 $\frac{1}{4}$
GRS-12	780-1050	22	24 $\frac{3}{4}$	7 $\frac{1}{8}$	3 $\frac{1}{4}$	12 $\frac{1}{4}$
GRS-16	1410-2150	26	28 $\frac{3}{8}$	8 $\frac{1}{4}$	3 $\frac{1}{4}$	16 $\frac{1}{16}$
GRS-20	3600	30	35	9 $\frac{1}{4}$	4 $\frac{1}{4}$	20 $\frac{1}{16}$

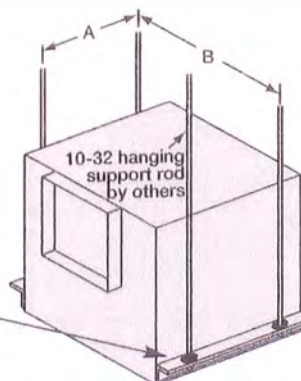
All dimensions in inches.

MODEL	FOR USE WITH SIZES	A	B	C	D	DIA.
RFC-7	50-390	18	12	10	6 $\frac{1}{8}$	7
GRSF-10	410-710	23	20 $\frac{1}{2}$	6 $\frac{1}{4}$	3	10 $\frac{1}{4}$
GRSF-12	780-1050	26	24 $\frac{3}{4}$	7 $\frac{1}{8}$	3 $\frac{1}{4}$	12 $\frac{1}{4}$
GRSF-16	1410-2150	30	28 $\frac{3}{8}$	8 $\frac{1}{4}$	3 $\frac{1}{4}$	16 $\frac{1}{16}$
GRSF-20	3600	34	35	9 $\frac{1}{4}$	4 $\frac{1}{4}$	20 $\frac{1}{16}$

All dimensions in inches.

HANGING VIBRATION ISOLATORS

Vibration isolator kits are available for suspended installations. Kits include all hardware necessary to mount one unit, with the exception of 10-32 threaded rod to be supplied by others. Fan mounting brackets include pre-punched mounting holes for ease of installation.



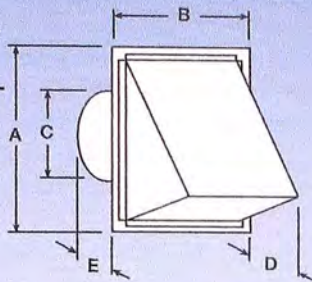
UNIT SIZE	A	B
B50-B200	4 $\frac{1}{2}$	15 $\frac{1}{2}$
A60-A190	5 $\frac{1}{2}$	14 $\frac{1}{2}$
A200-A390	6 $\frac{1}{4}$	15 $\frac{1}{2}$
A410, A510 A710, A780	9 $\frac{1}{4}$	19 $\frac{1}{2}$
A700	5 $\frac{1}{2}$	25 $\frac{1}{2}$
A900-A1050 A1410-A1550	9 $\frac{1}{4}$	25 $\frac{1}{2}$
A1750, A2150	9 $\frac{1}{4}$	36 $\frac{1}{2}$
A3600	9 $\frac{1}{4}$	48 $\frac{1}{2}$

All dimensions in inches.

Wall Discharge Accessories

MODEL WC (Round Connection) Hooded Wall Cap

- Aluminum construction - aluminum finish
- For outside wall applications
- Built in birdscreen (not available on WC-4) and damper

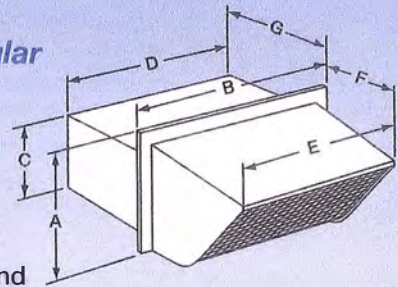


MODEL	FOR USE WITH SIZES	A	B	C	D	E
WC-4	C50, B50-B80	6½	6	4	2¾	8.5
WC-6	B90-B200 A50-A190	8	8	6	4½	8.5
WC-8	A200-A510	11	11	8	5½	8.5

All dimensions in inches.

MODEL WC (Square/Rectangular Connections) Hooded Wall Cap

- Steel construction with black enamel finish
- For outside wall applications
- Built in birdscreen and damper

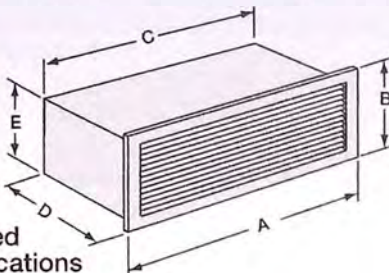


MODEL	FOR USE WITH SIZES	A	B	C	D	E	F	G
WC-10 x 3	50-290	5½	12¾	3½	10¼	11½	4¼	5
WC-8 x 8	200-510	10¼	10¼	8¼	8¼	8¼	6¼	5
WC-18 x 8	700-1550	10¼	20¼	8¼	18¼	18¼	6¼	5

All dimensions in inches.

MODEL WL Wall Louvered Discharge

- Anodized aluminum grille
- Built in damper
- Not recommended for exterior applications exposed to severe weather conditions. An external wall louver is recommended for such applications.

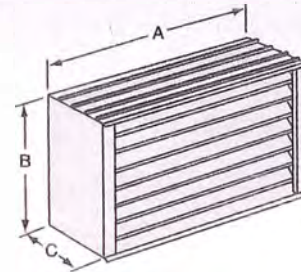


MODEL	FOR USE WITH SIZES	A	B	C	D	E
WL-10 x 3	50-290	12	5¼	10	7¾	3½
WL-18 x 6	390-1550	19¾	8	18	9	6

All dimensions in inches.

MODEL BVE Brick Vent

- Designed for installation in masonry walls
- Anodized aluminum construction
- Built in aluminum mesh insect screen

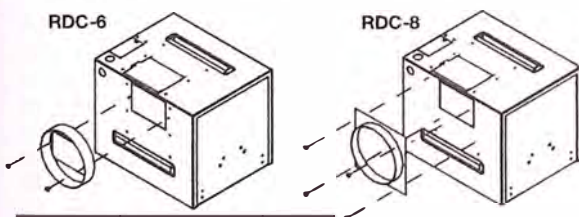


MODEL	FOR USE WITH SIZES	A	B	C
BVE808	50-290	8½	7¾	4
BVE128	390-510	12	7¾	4
BVE157	700-1050	15½	7¾	4

All dimensions in inches.

MODEL RDC Round Duct Connector

- Replaces the standard square discharge duct-connector and damper.
- Uses existing mounting holes
- Galvanized steel construction
- RDC 6 includes a damper
- RDC 8 **does not** include a damper



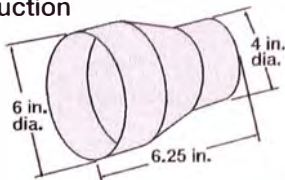
MODEL	FOR USE WITH SIZES	DIA.
RDC-6	A110-A190	6
RDC-8	A200-A510	8

All dimensions in inches.

MODEL TR 6x4 Transition Duct Reducer

- Reduces duct from 6 to 4 inches.
- Galvanized steel construction

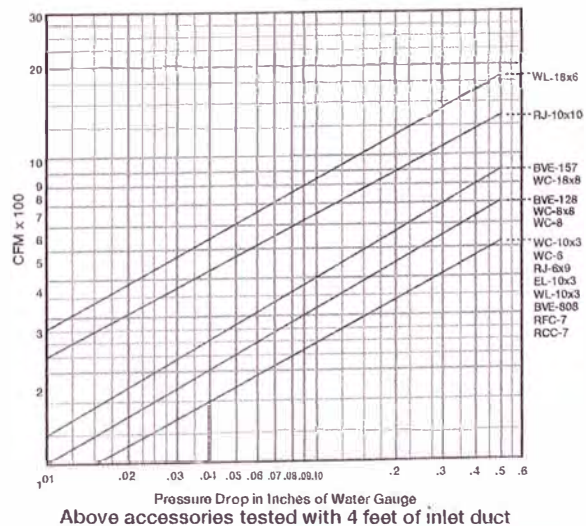
MODEL	FOR USE WITH SIZES
TR 6 x 4	B50-B200
	A50-A90
	A110-A180*



*Used in conjunction with RDC-6.
All dimensions in inches.

ACCESSORY PRESSURE DROPS

The chart below can be used with all of the discharge accessories shown on these two pages. Specific pressure drop values for these accessories must be included in total system calculations for proper fan selection.



Accessories

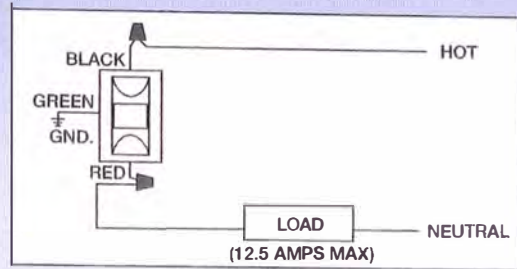
MOTION DETECTORS



Motion detectors may be used with Models SP and CSP fans, or fan and light combinations. Motion detectors use a passive infrared motion detector that will automatically turn on the fan when a change in temperature is sensed. They have a viewing area of 180 degrees, however they must be placed in the line-of-sight. They also have an adjustable time delay shutoff setting of 1 to 20 minutes.

Model MDW - For use on fan or lights. Available shipped loose.

- Rated for 115V
- UL/cUL Listed
- Requires 2 x 4 handy box

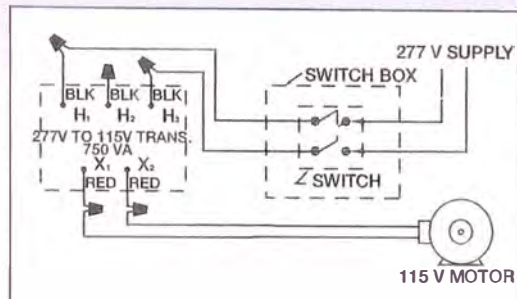


TRANSFORMERS

Transformers are available for applications requiring voltage reduction. Selection is based on motor amperage. All transformers are shipped loose.



- Model T-2.0** - UL/cUL Listed
 - Rated for 230/277 to 115, 2 Amps
- Model T-4.3** - UL/cUL Listed
 - Rated for 230/277 to 115, 4.3 Amps
- Model T-6.5** - UL/cUL Listed
 - Rated for 230/277 to 115, 6.5 Amps
- Model T-8.6** - UL/cUL Listed
 - Rated for 230/277 to 115, 8.6 Amps



CEILING RADIATION DAMPER



The Greenheck SP-A and SP-B ceiling radiation dampers are UL/cUL Classified, rated at three to four hours fire resistance, and are available on all SP-A and SP-B fans and fan/light combinations. This design saves space by allowing the dampers to be mounted directly beneath the fan.

SP MODEL	CRD	LENGTH	WIDTH	HEIGHT
A50 - A190	310	13.38	11.13	3
B50 - B200 A200 - A390	320	14.38	12.25	3
A410 - A510 A710 - A780	350	18.44	14.81	3
A-700	700	24.19	12.31	3
A800 - A1550	360	24.19	14.81	3

All dimensions in inches.

FILTERS

Fans used in most applications, even where air is not excessively dirty, will collect airborne dirt on wheels and motors over time. Accumulations of dirt on the fan wheel will sharply reduce performance and cause imbalance. Dirt buildup on the motor can cause it to overheat. All of these conditions will shorten the life of the fan. To help reduce this accumulation, washable aluminum mesh filters are available to trap dirt before it enters the fan. These filters should be regularly cleaned to maintain performance. Fig. A (Filter Loss Chart) shows the effect the filter will have on performance. To determine the added resistance, divide the desired cfm by the filter area (ft²). This will give FPM. Use this with the filter loss chart to get the added resistance.

In addition to reducing dirt accumulations on the motor and wheel, filters also reduce sound levels.

DIMENSIONAL DATA

SP MODEL	DESIGNER GRILLE	FILTER MODEL	FILTER AREA (FT ²)
SP-A50 - A190	F-200	F-210	.620
SP-B50 - B200, A200 - A390	F-200	F-220	.785
SP-A410 - A510 SP-A710 - A780	NA	F-250	1.319
SP-A800 - A1550	NA	F-260	1.797

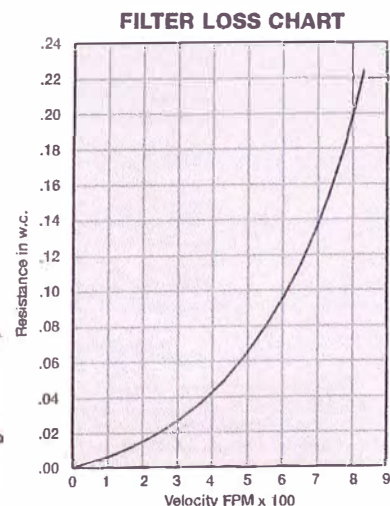


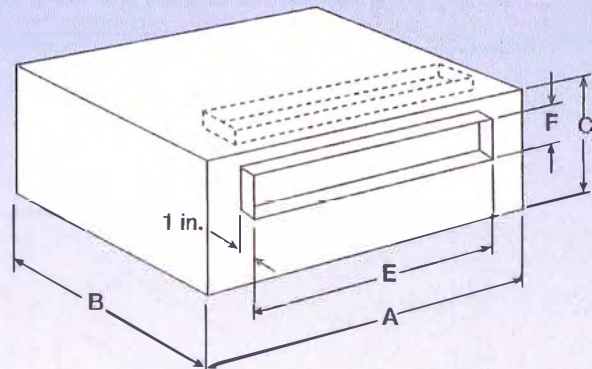
FIG. A



Cabinet Exhaust Belt Drive – BCF



SERVICE CHART	5 DAY	10 DAY
BCF-106 through 212	✓	✓



Model BCF Cabinet fans are belt drive, and are designed for low sound levels in supply, exhaust or ducted return applications. Designed in a low profile cabinet with heights ranging from 11 in. to 23 in. Fan wheels are galvanized steel, forward curved, centrifugal type.

PERFORMANCE

Performance capabilities range from 170 cfm to 3,330 cfm for single fan models and 620 cfm to 5,875 cfm for double fan models and up to 1.5 in. wg of static pressure.

STANDARD CONSTRUCTION FEATURES

- Galvanized steel housing
- Hinged access panel on sizes (106, 206, 107, 207), bolted access panels on all larger sizes
- Motor and drive frame isolated on shock mounts
- Inlet and outlet duct connection flanges
- Ball bearing motors

- Fan shafts mounted in ball bearing pillow blocks
- Adjustable motor pulley
- Static resistant belts
- Corrosion resistant fasteners

OPTIONS AND ACCESSORIES

- Upblast Discharge
- Fiberglass Insulation
- Filter Boxes and Filters
- Slide Out Filter Box
- Side Access Doors
- Isolators
- UL/cUL 705 Electrical
- Dual Drives
- Greenheck Coatings (See coatings page 103)

BCF STANDARD CONDENSED PERFORMANCE RANGES & DIMENSIONAL DATA

MODEL	A	B	C	E	F	CFM	PERFORMANCE IN INCHES WG					
							.125	.25	.5	.75	1	1.5
BCF-106	20	22	11	12	6	170	743	988				
						490	1391	1499	1721	1923	2113	2468
						770	2086	2153				
BCF-107	23	29	13	15	8	360	596	726				
						1080	1419	1468	1561	1654	1744	1915
						1260	1642	1683				
BCF-108	26	32	16	18	10	650	537	660	868			
						1450	964	1022	1141	1259	1370	1578
						1850	1200	1247	1339			
BCF-110	32	36	19	24	12	860	490	593	755			
						2000	950	984	1070	1169	1262	1426
						2285	1077	1103	1173	1257		
BCF-112	36	42	23	28	14	930	413	495	639	764		
						2530	887	927	1004	1076	1144	1266
						3330	1146	1176	1237	1294		
BCF-206	34	22	11	26	6	620	1003	1171	1437			
						980	1397	1525	1754	1942	2110	2427
						1295	1777	1871				
BCF-207	38	29	13	30	8	760	623	742				
						1805	1202	1266	1385	1498	1600	1803
						2185	1429	1483	1587			
BCF-208	44	32	16	36	10	1150	541	669				
						2700	982	1048	1180	1299	1411	1619
						3475	1230	1281	1385			
BCF-210	48	36	19	40	12	1660	501	590	756			
						3940	975	1029	1120	1203	1280	1429
						4510	1100	1149	1235	1310		
BCF-212	58	42	23	50	14	2050	438	515	642	765		
						5110	919	964	1021	1085	1151	1271
						5875	1047	1078	1137	1193		

All dimensions in inches. Performance shown is for installation type D: Ducted Inlet, Ducted outlet. Power rating (BHP) does not include drive losses. Performance ratings do not include the effects of appurtenances in the airstream.

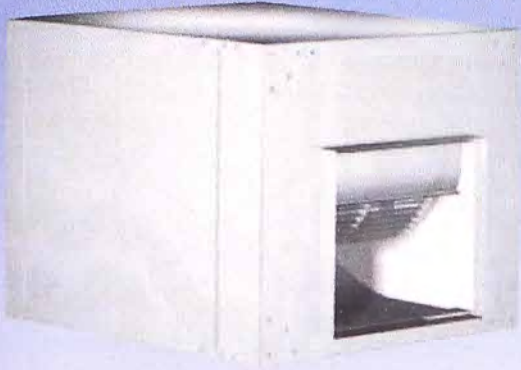
For complete product information refer to catalog Model BCF, or contact your local representative.



Greenheck Fan Corporation certifies that the BCF models shown herein are licensed to bear the AMCA Seal. The ratings shown are based on tests and procedures performed in accordance with AMCA Publication 211 and comply with the requirements of the AMCA Certified Ratings Program.



Ceiling Exhaust Belt Drive – BDF



SERVICE CHART	3 DAY	5 DAY	10 DAY
BDF – 80, 90 and 100	✓	✓	✓
BDF – All models and sizes	✓	✓	✓

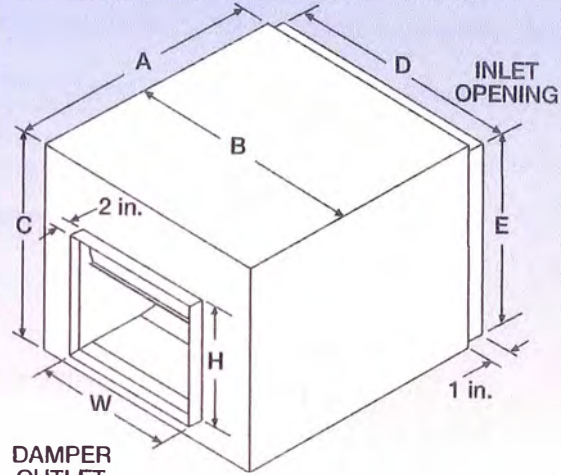
Model BDF are belt drive duct fans. These fans are designed for low sound levels in supply, exhaust or ducted return applications. Forward curved wheels provide high efficiency with low sound levels.

PERFORMANCE

Performance capabilities range from 400 cfm to 17,000 cfm and up to 2.5 in. wg of static pressure.

STANDARD CONSTRUCTION FEATURES

- Galvanized steel housing and forward curved wheel
- Side access panels
- Motor and drive frame isolated on shock mounts
- Inlet and outlet duct connection flanges
- Ball bearing motors
- Fan shafts mounted in ball bearings
- Adjustable motor pulley
- Fan shaft pulley
- Static resistant belts



DAMPER
OUTLET
OPENING

OPTIONS AND ACCESSORIES

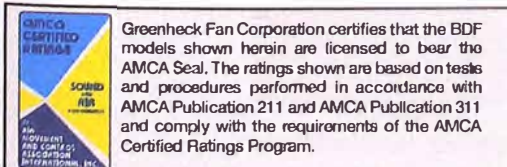
- UL/cUL 705 Electrical
- Insulation
- Filter Boxes
- Gravity and Motorized Dampers
- External Isolators
- Dual Drives
- Greenheck Coatings (See coatings page 103)
- Top Horizontal Mounting Arrangement

BDF STANDARD PERFORMANCE & DIMENSIONAL DATA

MODEL	A	B	C	DAMPER OUTLET OPENING (WxH)	INLET OPENING (DxE)	MIN/MAX CFM	SONES @ .25 in.	PERFORMANCE IN INCHES WG						
								0	.25	.75	1.25	1.75		
BDF-80	23¼	18½	15½	9¾ x 8¾	15½ x 12½	400	4.7	373	717					
						1100	10.8	1025	1183	1404	1660			
BDF-90	24¼	21¼	18¾	12¼ x 10½	18¼ x 15¾	800	4.1	334	584					
						1850	11.4	771	884	1113	1318	1506		
BDF-100	26¼	22¾	20¾	13¾ x 11¾	19¾ x 17¾	950	4.9	303	515					
						2150	11	686	747	960	1155			
BDF-120	33	27¼	22¾	16 x 13¾	24¾ x 19¾	1250	4.9	247	433					
						3050	13.3	604	645	815	985			
BDF-150	34¾	32¾	27¾	19¾ x 16¾	28¾ x 23¾	2200	5.7	289	382					
						4900	18.7	643	686	769	853	977		
BDF-180	40¾	41¾	31¾	22½ x 18¾	37½ x 27¾	3000	5.7	189	321					
						7200	18.8	453	508	621	732	831		
BDF-200	50¾	49¾	39¾	23¾ x 25¼	45¾ x 36	5000	12.5	222	310	464				
						17,000	42	755	783					

All dimensions in inches. Performance shown is for installation type D: ducted Inlet, ducted outlet. Power rating (BHP/kW) does not include drive losses. Performance ratings do not include the effects of appurtenances in the airstream. The sound ratings shown are loudness values in fan sones at 5 ft. (1.5m) from the test inlet duct in a hemispherical free field calculated per AMCA Standard 301. Values shown are for installation type D: ducted inlet, ducted outlet. Ratings do not include the effects of duct end correction.

For complete product information refer to catalog Model BDF, or contact your local representative.



Greenheck Fan Corporation certifies that the BDF models shown herein are licensed to bear the AMCA Seal. The ratings shown are based on tests and procedures performed in accordance with AMCA Publication 211 and AMCA Publication 311 and comply with the requirements of the AMCA Certified Ratings Program.



BDF Model is listed for Electrical (UL/cUL 705 with TEFC motor only. File no. E40001.)



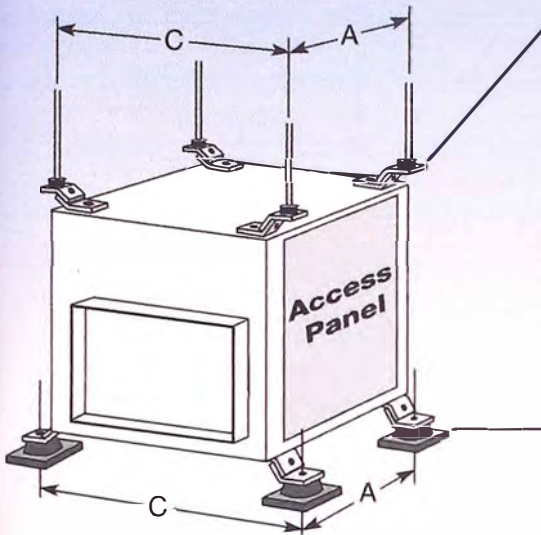
Ceiling Exhaust Belt Drive – BDF

HORIZONTAL MOUNTING

All BDF fans have been designed to be mounted horizontally. For ease of installation knockouts are provided at each location where mounting brackets are shown in diagram at right. Universally adjustable brackets are available to mount the fan in hanging or base mounted positions.

UNIT SIZE	A	C
80	20 $\frac{3}{4}$	22 $\frac{1}{8}$
90	21 $\frac{3}{4}$	25 $\frac{3}{8}$
100	23 $\frac{3}{4}$	27 $\frac{3}{8}$
120	30 $\frac{1}{2}$	31 $\frac{1}{8}$
150	32	35
180	37 $\frac{3}{8}$	44
200	47 $\frac{3}{8}$	51 $\frac{1}{2}$

All dimensions in inches.



HANGING ISOLATORS – Complete hanging isolator kits are available with either neoprene or spring isolators. The isolators are sized to match the weight of the fan. (Hanging rods supplied by others.)



HANGING NEOPRENE



HANGING SPRING

BASE ISOLATORS – Complete base isolator kits are available with either neoprene or spring isolators and are sized to match the weight of the fan.



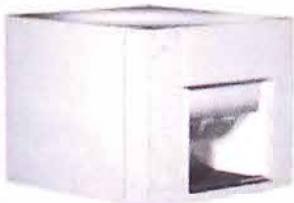
STANDING NEOPRENE



STANDING SPRING

MULTI DISCHARGE POSITIONS

BDF fans have been designed for horizontal mounting and are standard with a Bottom Horizontal Discharge. Optional Top Horizontal Discharge is also available.

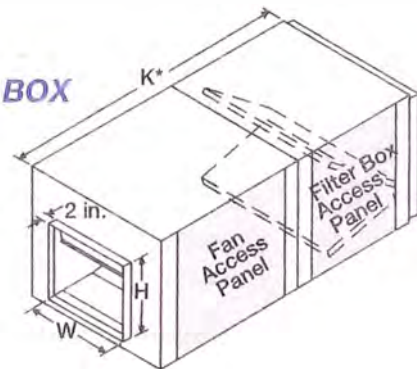


BOTTOM HORIZONTAL (STANDARD)



TOP HORIZONTAL (OPTIONAL)

FILTER BOX



Filter boxes incorporate a vee bank design constructed of galvanized steel. Filters are available in 1 in. or 2 in. throwaway (pleated) or permanent (washable aluminum mesh). Side access panels are standard for easy maintenance.

UNIT SIZE	K*	FILTER SIZE	NO. FILTERS
80	49 $\frac{3}{8}$	16 x 20	2
90	54 $\frac{3}{8}$	20 x 25	2
100	51 $\frac{1}{8}$	20 x 20	2
120	63 $\frac{1}{8}$	12 x 25	4
150	62 $\frac{1}{8}$	16 x 20	8
180	75 $\frac{3}{8}$	20 x 25	6
200	85 $\frac{1}{4}$	16 x 25	12

K* is length of fan and filter box combined. All dimensions in inches.

**Anexo 19: OSINERGMIN_GART - Pliego tarifario
máximo del servicio público electricidad**

Pliego Tarifario Máximo del Servicio Público de Electricidad


[Regresar al Mapa...](#)
Empresa: Edelnor

Pliego	Vigencia	Sector	Interconexión
LIMA NORTE	4/May/2014	1	SEIN

MEDIA TENSIÓN

	UNIDAD	TARIFA Sin IGV
TARIFA MT 2: TARIFA CON DOBLE MEDICIÓN DE ENERGÍA ACTIVA Y CONTRATACIÓN O MEDICIÓN DE DOS POTENCIAS 2E2P		
Cargo Fijo Mensual	S./mes	3.81
Cargo por Energía Activa en Punta	ctm. S./,kW.h	18.33
Cargo por Energía Activa Fuera de Punta	ctm. S./,kW.h	15.32
Cargo por Potencia Activa de Generación en HP	S./,kW-mes	35.18
Cargo por Potencia Activa de Distribución en HP	S./,kW-mes	9.20
Cargo por Exceso de Potencia Activa de Distribución en HFP	S./,kW-mes	10.34
Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del total de la Energía Activa	ctm. S./,kVar.h	3.59
TARIFA MT 3: TARIFA CON DOBLE MEDICIÓN DE ENERGÍA ACTIVA Y CONTRATACIÓN O MEDICIÓN DE UNA POTENCIA 2E1P		
Cargo Fijo Mensual	S./mes	3.02
Cargo por Energía Activa en Punta	ctm. S./,kW.h	18.33
Cargo por Energía Activa Fuera de Punta	ctm. S./,kW.h	15.32
Cargo por Potencia Activa de generación para Usuarios:		
Presentes en Punta	S./,kW-mes	31.43
Presentes Fuera de Punta	S./,kW-mes	21.41
Cargo por Potencia Activa de redes de distribución para Usuarios:		
Presentes en Punta	S./,kW-mes	10.20
Presentes Fuera de Punta	S./,kW-mes	10.25
Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del total de la Energía Activa	ctm. S./,kVar.h	3.59
TARIFA MT 4: TARIFA CON SIMPLE MEDICIÓN DE ENERGÍA ACTIVA Y CONTRATACIÓN O MEDICIÓN DE UNA POTENCIA 1E1P		
Cargo Fijo Mensual	S./mes	3.02
Cargo por Energía Activa	ctm. S./,kW.h	16.05
Cargo por Potencia Activa de generación para Usuarios:		
Presentes en Punta	S./,kW-mes	31.43
Presentes Fuera de Punta	S./,kW-mes	21.41
Cargo por Potencia Activa de redes de distribución para Usuarios:		
Presentes en Punta	S./,kW-mes	10.20
Presentes Fuera de Punta	S./,kW-mes	10.25
Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del total de la Energía Activa	ctm. S./,kVar.h	3.59
BAJA TENSIÓN		
	UNIDAD	TARIFA Sin IGV
TARIFA BT 2: TARIFA CON DOBLE MEDICIÓN DE ENERGÍA ACTIVA Y CONTRATACIÓN O MEDICIÓN DE DOS POTENCIAS 2E2P		
Cargo Fijo Mensual	S./mes	3.81
Cargo por Energía Activa en Punta	ctm. S./,kW.h	19.90
Cargo por Energía Activa Fuera de Punta	ctm. S./,kW.h	16.63
Cargo por Potencia Activa de Generación en HP	S./,kW-mes	37.19
Cargo por Potencia Activa de Distribución en HP	S./,kW-mes	44.56
Cargo por Exceso de Potencia Activa de Distribución en HFP	S./,kW-mes	34.51
Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del total de la Energía Activa	ctm. S./,kVar.h	3.59
TARIFA BT 3: TARIFA CON DOBLE MEDICIÓN DE ENERGÍA ACTIVA Y CONTRATACIÓN O MEDICIÓN DE UNA POTENCIA 2E1P		
Cargo Fijo Mensual	S./mes	3.02
Cargo por Energía Activa en Punta	ctm. S./,kW.h	19.90
Cargo por Energía Activa Fuera de Punta	ctm. S./,kW.h	16.63
Cargo por Potencia Activa de generación para Usuarios:		
Presentes en Punta	S./,kW-mes	34.39
Presentes Fuera de Punta	S./,kW-mes	23.56
Cargo por Potencia Activa de redes de distribución para Usuarios:		
Presentes en Punta	S./,kW-mes	46.31
Presentes Fuera de Punta	S./,kW-mes	42.04
Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del total de la Energía Activa	ctm. S./,kVar.h	3.59
TARIFA BT 4: TARIFA CON SIMPLE MEDICIÓN DE ENERGÍA ACTIVA Y CONTRATACIÓN O MEDICIÓN DE UNA POTENCIA 1E1P		
Cargo Fijo Mensual	S./mes	3.02
Cargo por Energía Activa	ctm. S./,kW.h	17.42
Cargo por Potencia Activa de generación para Usuarios:		
Presentes en Punta	S./,kW-mes	34.39
Presentes Fuera de Punta	S./,kW-mes	23.56
Cargo por Potencia Activa de redes de distribución para Usuarios:		
Presentes en Punta	S./,kW-mes	46.31
Presentes Fuera de Punta	S./,kW-mes	42.04
Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del total de la Energía Activa	ctm. S./,kVar.h	3.59
TARIFA BT 5A: TARIFA CON DOBLE MEDICIÓN DE ENERGÍA 2E		

a) Usuarios con demanda máxima mensual de hasta 20kW en HP y HFP		
	Cargo Fijo Mensual	S./mes 3,02
	Cargo por Energía Activa en Punta	ctm. S./,kW.h 105,04
	Cargo por Energía Activa Fuera de Punta	ctm. S./,kW.h 16,63
	Cargo por Exceso de Potencia en Horas Fuera de Punta	S./,kW-mes 40,27
b) Usuarios con demanda máxima mensual de hasta 20kW en HP y 50kW en HFP		
	Cargo Fijo Mensual	S./mes 3,02
	Cargo por Energía Activa en Punta	ctm. S./,kW.h 118,35
	Cargo por Energía Activa Fuera de Punta	ctm. S./,kW.h 16,63
	Cargo por Exceso de Potencia en Horas Fuera de Punta	S./,kW-mes 40,27
TARIFA BT5B:	TARIFA CON SIMPLE MEDICIÓN DE ENERGÍA 1E	
No Residencial	Cargo Fijo Mensual	S./mes 2,41
	Cargo por Energía Activa	ctm. S./,kW.h 39,60
TARIFA BT5B	TARIFA CON SIMPLE MEDICIÓN DE ENERGÍA 1E	
Residencial	a) Para usuarios con consumos menores o iguales a 100 kW.h por mes	
	0 - 30 kW.h	
	Cargo Fijo Mensual	S./mes 2,35
	Cargo por Energía Activa	ctm. S./,kW.h 28,95
	31 - 100 kW.h	
	Cargo Fijo Mensual	S./mes 2,35
	Cargo por Energía Activa - Primeros 30 kW.h	S./mes 8,69
	Cargo por Energía Activa - Exceso de 30 kW.h	ctm. S./,kW.h 38,60
	b) Para usuarios con consumos mayores a 100 kW.h por mes	
	Cargo Fijo Mensual	S./mes 2,41
	Cargo por Energía Activa	ctm. S./,kW.h 39,60
TARIFA BT5C:	TARIFA CON SIMPLE MEDICIÓN DE ENERGÍA 1E - Alumbrado Público	
	Cargo Fijo Mensual	S./mes 3,47
	Cargo por Energía Activa	ctm. S./,kW.h 42,56
TARIFA BT6:	TARIFA A PENSIÓN FIJA DE POTENCIA 1P	
	Cargo Fijo Mensual	S./mes 2,41
	Cargo por Potencia	ctm. S./,W 16,87
TARIFA BT7:	TARIFA CON SIMPLE MEDICION DE ENERGIA 1E	
No residencial	Cargo Comercial del Servicio Prepago - Sistema recarga Códigos/Tarjetas	S./mes 2,14
	Cargo por Energía Activa	ctm. S./,kW.h 38,97
TARIFA BT7:	TARIFA CON SIMPLE MEDICION DE ENERGIA 1E	
Residencial	a) Para usuarios con consumos menores o iguales a 100 kW.h por mes	
	0 - 30 kW.h	
	Cargo Comercial del Servicio Prepago - Sistema de recarga Códigos/Tarjetas	S./mes 2,09
	Cargo por Energía Activa	ctm. S./,kW.h 28,49
	31 - 100 kW.h	
	Cargo Comercial del Servicio Prepago - Sistema de recarga Códigos/Tarjetas	S./mes 2,09
	Cargo por Energía Activa - Primeros 30 kW.h	S./mes 8,55
	Cargo por Energía Activa - Exceso de 30 kW.h	ctm. S./,kW.h 37,98
	b) Para usuarios con consumos mayores a 100 kW.h por mes	
	Cargo Comercial del Servicio Prepago - Sistema de recarga Códigos/Tarjetas	S./mes 2,14
	Cargo por Energía Activa	ctm. S./,kW.h 38,97

Nota: Las empresas no deben aplicar precios superiores a los consignados en el presente cuadro.