

Ingeniería electromecánicas Instalaciones de acondicionamiento de aire

1. Presentación

1.1 Introducción

En años anteriores se decía que, en el área metropolitana y estados de la República Mexicana considerados como Zona del altiplano (altitudes mayores a 1000 metros sobre el nivel del mar), para lograr un confort en el aire interior de los inmuebles, era suficiente contar con Ventilación Cruzada ; sin embargo, hoy en día, se requiere una Instalación de Acondicionamiento de Aire en aquellos edificios donde antiguamente no era necesario. La razón fundamental radica principalmente en la diferencia de la arquitectura y de la construcción entre hoy y ayer.

Los edificios de hoy en día, son diseñados con ventanales que llegan a superar en ocasiones el 75 % de la superficie exterior del mismo (fachadas), dando como resultado una ganancia excesiva de calor por concepto de radiación solar a través de cristales, traduciéndose en un fuerte consumo de energía eléctrica en los equipos de Acondicionamiento de Aire. Otras razones por las cuales se ha venido incrementando el uso de Instalaciones para el Acondicionamiento de Aire, son : utilización de cancelas de gran altura que no permiten el cambio de aire en los locales profundos ; locales con alto porcentaje de ocupación, necesidad de equipo de cómputo y la necesaria iluminación artificial, que con ello aumenta la carga térmica en el interior del edificio ; edificios de gran altura (mayores a 20 metros) y ubicación aislada, donde no es posible tener Ventilación Cruzada debido a las fuertes corrientes de aire. En el área metropolitana y ciudades de mayor población de la República, la fuerte contaminación ocasionada por gases de escapes, polvos, vapores y olores de vehículos e instalaciones industriales, ha hecho intolerable para los usuarios de edificios, el confort por medio de Ventilación Cruzada. Por lo anterior , se ha evaluado que es necesario contar con una norma sobre Acondicionamiento de Aire, Refrigeración y Ventilación Mecánica. para la UNAM, considerando necesidades específicas, como son : en salas de cómputo, laboratorios de investigación, auditorios, herbarios, etc.

El material de esta Norma, se presenta en nueve capítulos en el orden normal del procedimiento de diseño. Primero, se establecen consideraciones generales; después, los sistemas de acondicionamiento de aire; siguen, los sistemas de conducción de aire ; posteriormente, los aislamientos térmicos y acústicos, los sistemas de conducción de fluidos hidráulicos y de refrigeración; y finalmente los capítulos de control de temperatura y humedad, y cámaras de refrigeración.

Se incluyeron asimismo los capítulos “Métodos de Instalaciones” y “Especificaciones Generales”, con el propósito de complementar el diseño y prever problemas posteriores en la construcción, conservación y mantenimiento.

1.2 Objetivo

El objetivo es analizar los criterios, recomendaciones, procedimientos y normas para la planeación, diseño, construcción, operación y mantenimiento de las instalaciones de Acondicionamiento de Aire en las áreas que las requieran y mantener el nivel de servicio y seguridad en lo que respecta a suministro y utilización del Aire Acondicionado que demandan los usuarios de los inmuebles para cumplir con sus objetivos de Docencia, Investigación y Difusión de la Cultura.

De suma importancia es la utilización de la Tecnología de Punta que integre el Uso Eficiente de la Energía, por lo que se deberán incorporar los últimos avances tanto en Sistemas, Equipos y Accesorios para lograrlo.

1.3 Campo de Aplicación

Dirigida a las áreas involucradas con el que hacer de la Planeación, Diseño y Construcción de la UNAM, para su aplicación obligatoria en los edificios existentes, nuevos, ampliaciones, remodelaciones y adecuaciones, de acuerdo con los criterios que adelante se indican, pues es importante señalar que la implementación del diseño de las Instalaciones para Acondicionamiento de Aire, no se aplica indiscriminadamente en todos los edificios, sino que se deben seguir los criterios que para este fin se incluyen en esta norma.

1.4 Referencias

- Normas de Diseño de Instalaciones Eléctricas.
- NOM-CC-1
Sistemas de Calidad. Vocabulario”.
- NOM-CC-2
Sistemas de Calidad. Gestión de Calidad. Guía para la selección y uso de Normas de Aseguramiento de Calidad.
- NOM-CC-3
Sistemas de Calidad Modelo para el Aseguramiento de la Calidad aplicable al Proyecto/Diseño, Fabricación, Instalación y Servicio.
- NOM-CC-4
Sistemas de Calidad Modelo para el Aseguramiento de la Calidad, aplicable a la Fabricación e Instalación.
- NOM-CC-5
Sistemas de Calidad Modelo para el Aseguramiento de la Calidad, aplicable a la Fabricación. Pruebas Finales.
- NOM-CC-6
Sistemas de Calidad. Gestión de la Calidad y Elementos de un Sistema de Calidad. Directrices Generales.
- NOM-CC-7
Sistemas de Calidad. Auditorías de la Calidad.
- NOM-CC-8
Sistemas de Calidad. Calificación y Certificación de Auditores.
- AMERIC
Asociación Mexicana de Empresas del Ramo de Instalaciones para la Construcción.

2. Requisitos y consideraciones de diseño

2.1 Criterios para Definir los Sistemas.

2.1.1 Cuando por razones del uso de los locales, ubicación, tamaño u orientación de los inmuebles, y que no se permita el paso libre del aire (ventilación cruzada) ; se deben presentar para su aprobación por escrito de la DGOC las propuestas del o los sistemas para acondicionamiento de aire o ventilación mecánica.

2.1.2 Los inmuebles ubicados en localidades de altitudes menores a 1000 metros sobre el nivel del mar y cuando las temperaturas de diseño exterior sean iguales o mayores a las indicadas en la tabla No. 2.1, se resolverán con cualquiera de los sistemas de acondicionamiento de aire mencionados en esta norma, previa autorización de la DGOC.

2.1.3 Como guía de lo anterior, se presenta la siguiente tabla.

Tabla 2.1 Locales y Sistemas por Utilizar

LOCAL	SISTEMA Altitudes de 1000 m.s.n.m. y mayores	SISTEMA Temperaturas de diseño exteriores de 32°C y mayores.
Aulas de 30 Alumnos y Mayores	Enfriamiento Evaporativo	Aire Acondicionado
Bibliotecas (Acervo y Lectura)	Ventilación Mecánica	Aire Acondicionado
Laboratorios de 30 Alumnos y Mayores	Ventilación Mecánica	Aire Acondicionado
Bioterios	Aire Acondicionado	Aire Acondicionado
Quirófanos de Enseñanza e Investigación	Aire Acondicionado	Aire Acondicionado
Registro	Aire Acondicionado	Aire Acondicionado
Cuarto Sonoamortiguado	Ventilación Mecánica	Aire Acondicionado
Cuarto Oscuro	Ventilación Mecánica	Ventilación Mecánica
Director	Ventilación Mecánica	Aire Acondicionado
Subdirector	Ventilación Mecánica	Aire Acondicionado
Jefe de Área	Ventilación Mecánica	Aire Acondicionado
Jefe de Departamento	Ventilación Mecánica	Aire Acondicionado
Becarios	Ventilación Mecánica	Aire Acondicionado
Salas de Juntas	Ventilación Mecánica	Aire Acondicionado
Cubículos de Investigación	Ventilación Mecánica	Aire Acondicionado
Área Secretarial con Sala de Espera	Ventilación Mecánica	Aire Acondicionado
Cafetería	Enfriamiento Evaporativo	Aire Acondicionado
Salas de Cómputo	Aire Acondicionado	Aire Acondicionado
Sanitarios Interiores	Ventilación Mecánica	Ventilación Mecánica
Cocinas	Ventilación Mecánica	Ventilación Mecánica
Auditorios	Enfriamiento Evaporativo	Aire Acondicionado

En áreas pequeñas donde exista la posibilidad de colocar unidades en fachada se deben utilizar unidades tipo ventana en capacidades de 1, 1.5, 2, 2.5 y 3 TR.

Cuando se quieran acondicionar áreas donde no hay espacio en plafones para colocar equipos o ductos, se debe acondicionar con unidades tipo mini-split en capacidades de 1 a 3 toneladas de refrigeración, considerando que se colocará la unidad condensadora en el exterior. Cuidando que el recorrido de tubería no debe exceder de 20 m.

En áreas donde se tenga espacio en plafón para paso de ductos, se deben utilizar unidades tipo paquete, debiéndose localizar la unidad en el exterior ; podrán ser en capacidades de 3 ,4,5,6,7.5,10,12.5,15,20,25,30,40 TR.

Unidades tipo paquete con bomba de calor en capacidades de 2, 2.5, 3, 4, 5, 7.5, 10, 15, 20 T.R.

Unidades tipo paquete con volumen variable solo en capacidades de 25 T.R. en adelante.

Se deben utilizar equipos divididos con serpentín por expansión directa en capacidades de 1.5, 2.5, 3.5, 4, 5, 7.5, 10, 15, 20, 30, 40 y 50 T.R.

Si se desea acondicionar un edificio con áreas donde se requiera control de temperatura individual se debe acondicionar con unidades tipo fan-coil sin gabinete para instalar en plafón, estas unidades deben ser en capacidades de 200 a 400 pcm ; hasta 1200 pcm con una enfriadora de agua mini chillers con condensador enfriado por aire o enfriado por agua, podrán ser en capacidades desde 5 T.R. hasta 45 T.R. La enfriadora debe instalarse en el exterior.

Si hay espacio y se requiere manejar volúmenes de aire mayores de 1200 pcm, con caídas de presión hasta 1" de c.a. se deben utilizar unidades manejadoras ligeras para instalar en plafón en capacidades hasta 5000 pcm, podrán instalarse con serpentín de calefacción.

2.1.4 Para locales especiales según el Instituto, Laboratorio o Facultad de que se trate, y antes de iniciar el anteproyecto, se debe recabar de los usuarios las Especificaciones Técnicas del Equipo a instalarse y/o proceso a efectuarse, solicitando por escrito como mínimo los siguientes datos:

- a. Nombre del Equipo.
- b. Capacidad.
- c. Consumo eléctrico.
- d. Disipación de calor del equipo.
- e. Condiciones ambientales interiores con sus tolerancias.
- f. Temperatura de bulbo seco y húmedo.
- g. Humedad relativa.
- h. Gradiente(s) de presión.
- i. Horario y duración de los procesos.
- j. Especificar si se trabaja con gases corrosivos.

2.1.5 Para solicitudes específicas, se debe consultar previamente con la DP, DGOSG-UNAM.

2.1.6 De acuerdo con el tipo de sistema de acondicionamiento de aire, se debe realizar el proyecto de tal manera que se demuestre el uso eficiente de la energía, tales como:

- a. En Volumen Constante: Sistema Economizador.
- b. En Volumen Variable : Implementarlo cuando se justifique, tanto en el aire, como en el agua.
- c. Utilización de motores de alta eficiencia.

2.1.7 El uso de Control Digital para la operación automática de los sistemas de acondicionamiento de aire, se debe consultar y coordinar previamente con la DGOC.

2.2 Condiciones de Diseño Interior

2.2.1 Para locales donde únicamente se deban mantener condiciones de diseño interior para confort durante el verano, se debe observar lo siguiente:

TEMPERATURA DE DISEÑO EXTERIOR	TEMPERATURA DE DISEÑO INTERIOR	HUMEDAD RELATIVA INTERIOR
(Bulbo Seco)	(Bulbo Seco)	(%)
30° C	23° C +/-2° C	50 % +/- 5 %
32° C	23° C +/-2° C	50 % +/- 5 %
35° C	25° C +/-2° C	50 % +/- 5 %

2.2.2 En cuanto a las condiciones de diseño interior durante el Invierno, y cuando se requiera acondicionar locales muy específicos, se deben mantener las siguientes condiciones :

- a. Temperatura de bulbo seco: 21° C +/- 2° C
- b. Humedad relativa: 45 % +/- 5 %.

2.3 Condiciones de Diseño Exterior

2.2.3 Las condiciones de diseño exterior para una gran parte de las principales ciudades de los Estados de la República Mexicana, se deben utilizar (para los cálculos de las cargas térmicas de los sistemas de acondicionamiento de aire), las que indica la AMERIC o la DGOC.

3. Sistemas de conducción de aire

3.1 Clasificación de Ductos

3.1.1 El aire cuando se transporta en un ducto, tiene que soportar dos cargas en su estructura, una la impuesta por la presión y otra por la velocidad. La primera es conocida como "Presión estática" y es la que a través de las paredes del ducto, normalmente tiene mayor efecto. La impuesta por la velocidad produce turbulencias ejerciendo una carga pulsante y variable en las paredes del ducto y es conocida como "Presión de velocidad".

Cuando se diseña un ducto, deben tomarse en cuenta los siguientes parámetros:

- a. Deformación y Deflexión (Estabilidad Funcional).
- b. Hermeticidad.
- c. Vibración
- d. Generación y/o transportación de ruido.
- e. Exposición al maltrato tanto físico como climatológico.
- f. Soportación
- g. Pérdidas por fricción.
- h. Velocidad del aire.
- i. Infiltraciones.
- j. Distancia y recorrido desde el equipo de manejo hasta su descarga.
- k. Espacio disponible para su instalación.
- l. Proceso ó tipo de fluido a conducir.
- m. Aspecto económico (costo inicial y de operación).

Estos parámetros son primordiales para decidir el tipo de ducto que se deba diseñar y construir. Con éste conocimiento, es importante ver ahora la clasificación de los ductos en términos de su velocidad y presión, de acuerdo a normas internacionales.

3.2 Sistemas de Ductos

3.2.1 En general se pueden clasificar los sistemas de conducción de aire, atendiendo a su presión y velocidad, como se muestra en las siguientes tablas:

Tabla No. 3.1 Ductos de Baja Presión y/o Velocidad

Clase de Ducto	Presión Estática	Presión	Velocidad (m/seg)
Baja Presión	50.8 mm	Positiva o Negativa	12.70 o Menor
Baja Presión	25.4 mm	Positiva o Negativa	12.70 o Menor
Baja Presión	12.7 mm	Positiva o Negativa	10.16 o Menor

Tabla No. 3.2 Ductos de Alta Presión y/o Velocidad

Clase de Ducto	Presión Estática	Presión	Velocidad (m/seg)
Alta Presión	254 mm	Positiva	10.16 o Mayor
Media Presión	152 mm	Positiva	10.16 o Mayor
Media Presión	101 mm	Positiva	10.16 o Mayor
Media Presión	76 mm	Positiva o Negativa	20.32 o Menor

3.2.2 La construcción de los ductos debe ser:

- a. Ductos de 18" y menores:
Cañuela plana.
- b. Ductos de 19" a 36"
Junta de plegado saliente de 1" con gancho deslizante cada 1.14 m centro a centro como máximo.
- c. Ductos de 37" a 54"
Junta de plegado saliente de 1 1/8" con refuerzo de solera de 2" x 1/4", cada 1.14 m centro a centro.
- d. Ductos de 55" a 85"
Junta de plegado saliente de 1/8" con refuerzo de solera de 1" x 1/4" cada 1.14 m centro a centro.
- e. Ductos de 86" en adelante
Junta de plegado saliente de 1 1/8" con refuerzo de solera de 1" x 3/8", cada 0.84 m centro a centro.
- f. Todos los ductos deben ser cruzados en diagonal.
- g. Los traslapes deben ser en el sentido del flujo de aire.
- h. Todos los remaches o tornillos de las conexiones en juntas, deben ser espaciados no más de 10 cm entre centros.
- i. Debe contarse con botaguas cuando los ductos atraviesen por techos o muros exteriores para evitar infiltraciones o goteos.
- j. Se debe adaptar un pretil alrededor de dicho paso, la altura del pretil tendrá cuando menos 10 cm.
- k. Los ductos clasificados anteriormente se pueden utilizar según el inmueble de que se trate, previo estudio técnico-económico que demuestre la mejor opción.
- l. Para conseguir el control de las condiciones ambientales de diseño interiores, utilizando cualquiera de estos ductos, se podrán diseñar los siguientes sistemas:

3.3 Volumen Constante

Es el sistema que mantiene el volumen de aire constante para que permanezcan las condiciones de diseño, operando el equipo de manejo de aire a plena capacidad todo el tiempo. El control de temperatura se logra mediante el termostato de cuarto el cual envía una señal automática, para que no siga circulando el fluido enfriado a través del evaporador o serpentín de enfriamiento.

Este sistema es el más comúnmente usado, es sencillo de diseñar, instalar y operar; Su costo inicial es bajo, de operación silenciosa y cuando la localización del equipo de manejo de aire, es accesible, facilita su mantenimiento.

El cálculo del sistema de ductos debe realizarse por cualquiera de los siguientes métodos: de reducción de velocidad, fricción constante ó de recuperación estática.

Los equipos de manejo de aire deben ser del tipo Unizona, Multizona, Ventilador-Serpentín ó combinación de Unizona y Caja de desvío con ventilador.

Se debe tomar en cuenta que, el costo de operación de este sistema, es normalmente alto, ya que el ventilador siempre está funcionando a su plena capacidad.

3.4 Volumen Variable

Es el sistema que varía el volumen de aire manejado para que permanezcan las condiciones de diseño interiores. El equipo de manejo de aire opera a capacidades variables y el control automático de temperatura se logra mediante el termostato de cuarto, el cual envía su señal para que el equipo de manejo de aire disminuya o incremente el volumen de suministro, según se requiera.

Este sistema ofrece ventajas que lo hace recomendable para aplicación en zonas interiores que sólo requieren enfriamiento y zonas perimetrales que requieren tanto calefacción como enfriamiento. Sus principales ventajas son:

- a. Control individual por local o zonas.
- b. Equipo de Enfriamiento de Agua Helada y/o Expansión Directa.
- c. Suministro de aire de reposición a través del equipo de manejo de aire.

Los sistemas de ductos pueden ser diseñados con alta ó baja velocidad, calculados con el método de recuperación estática, lo cual permite obtener la misma presión en cada terminal, además de ser un sistema autobalanceado, ayudando a mantener el sistema estable.

- a. Bajo costo de operación y consumo de energía.
- b. Alto costo inicial.

3.5 Recomendaciones para el Diseño de Ductos.

3.5.1 Cuando se utiliza el sistema de alta velocidad, se deben emplear ventiladores de la clase II, debido al incremento en la presión estática. Se debe tener mucho cuidado al diseñar los ductos, requiriendo una particular atención en la selección y localización de los codos, curvas y cambios de sección para evitar excesivas caídas de presión y posibles problemas de generación de ruidos.

3.5.2 Debido a que las cantidades de aire varían de acuerdo a la carga, la presión en los mismos, también varia, siendo necesario que éstos sean sellados en todas sus juntas, para prevenir fugas ó infiltraciones de aire.

3.5.3 Las rejillas y difusores, deben ser seleccionados cuidadosamente, de modo que no se generen ruidos cuando trabajan a su máxima capacidad y que funcionen eficientemente cuando manejan el flujo mínimo.

Los difusores deben ser de 4, 3, 2 vías, dependiendo la distribución de aire que se necesite, deben estar en armonía con los elementos de decoración de los locales.

En todos los casos deben contar con control de volumen

Los difusores de aire.- deben ser de diseño rectilíneo en lámina galvanizada con acabado de pintura horneada.

Rejillas de inyección.- Deben ser del tipo doble deflexión.

Rejillas de retorno y extracción.- Deben estar construidas en aluminio extruido.

Rejillas para toma de aire exterior.- Deben estar construidas de aluminio, su diseño debe impedir la entrada de agua de lluvia.

3.5.4 El ventilador debe seleccionarse cerca del punto de máxima eficiencia y el motor debe tener la capacidad para permitir que el ventilador maneje un 20 % de aire extra sin sobrecargas. Esto evita que el motor se sobrecargue al arrancar el sistema en las mañanas. El motor debe ser de alta eficiencia.

3.5.5 Los materiales empleados en la construcción de los ductos, dependiendo del sistema que se haya seleccionado: Aire Acondicionado, Enfriamiento Evaporativo (Aire Lavado), Ventilación Mecánica, (Inyección y/ó Extracción); serán de lámina galvanizada, lámina de aluminio, lámina de acero inoxidable, spiroducto, ducto metálico flexible, ducto flexible de fibra de vidrio ó ducto de fibra de vidrio rígida.

3.5.6 La sección de los ductos debe ser de sección rectangular ó circular.

3.5.7 En cualquiera de los sistemas que se emplee, al diseñar las redes de ductos, los recorridos de los mismos, no deben exceder los 50 m. desde el equipo de manejo hasta el último difusor o rejilla de inyección, con objeto de que las caídas de presión en los mismos, no sean excesivas.

3.5.8 La relación ancho-peralte de ducto no debe exceder de 5:1

3.5.9 Todos los ductos, deben ser fijados perfectamente por un soporte en la losa o en el muro

3.6 Niveles de Ruido Recomendados

El tipo de ocupación, sonidos del medio ambiente, respuesta del oído humano al sonido, el volumen de cada local, la absorción de sonido de los acabados interiores y el nivel de potencia de sonido emitido por el equipo de manejo de aire, son los parámetros que se deben considerar para el diseño de ductos así como la apropiada selección de difusores y rejillas para distribución del aire.

La siguiente tabla indica los niveles de ruido recomendables para los inmuebles que se construyen en la UNAM:

Tipo de Local	Nivel de Ruido
Oficinas Provadas	30-40
Oficinas Generales	35-45
Salas de Juntas	20-35

Salas de Conferencias	25-35
Salas de Cómputo	35-45
Laboratorios	30-40
Auditorios	25-35
Teatros	25-35
Sala de conciertos	20-30
Bibliotecas	30-40
Cafeterías	35-45

3.7 Calibres de Lámina para la Construcción de Ductos.

Como una guía para la adecuada manufactura y cuantificación de ductos utilizados en los sistemas de acondicionamiento de aire, y de acuerdo a los parámetros indicados en el inciso 3.4.1 de esta norma, se incluyen las siguientes tablas de calibres recomendados para ductos rectangulares y redondos:

Tabla 3.4 Ductos Rectangulares

Lado mayor del ducto cm	Lamina galvanizada Espesor mm	Lamina de aluminio Espesor mm
hasta 30	0.559	0.508
de 31 a 76	0.071	0.635
de 71 a 152	0.0863	0.812
de 153 a 180	1.016	1.016

Tabla 3.5 Ductos Circulares

Diámetro del ducto cm	Lamina galvanizada Espesor mm.	Lamina de aluminio Espesor mm
hasta 20	0.071	0.635
de 23 a 61	0.863	0.712
de 64 a 91	1.016	1.016
de 94 a 122	1.016	1.016

Para la extracción de campanas de cocinas se empleará lámina negra de 1.513 mm de espesor soldada en sus uniones instalando una trampa de grasa en su primer codo vertical.

3.8 Ductos no Metálicos

Como su nombre lo indica, estos ductos deben ser fabricados con materiales no metálicos como son la fibra de vidrio, poliestireno expandido, PVC, asbesto cemento, etc., pero en la UNAM, se deben utilizar solamente en casos muy especiales, y bajo la aprobación de la, DGOC; por lo que en esta norma únicamente se hace referencia a las normas internacionales, las cuales se deben consultar y aplicar para el diseño de este tipo de ductos.

3.9 Selladores y Adhesivos

Este artículo complementario describe la función que desarrollan y cumplen los selladores y adhesivos en la construcción de ductos.

3.9.1 Selladores.

Son los materiales utilizados para asegurar y optimizar la hermeticidad de las juntas de los ductos.

- a. Barrera de vapor.

b. Selladores de vapor.

Se fabrican de diferentes materiales y compuestos químicos, dependiendo del rango de temperatura y humedad tanto del fluido que se transporta, como del material con el que se construyan los ductos. Algunos de estos selladores deben tener propiedades para usarse como selladores y adhesivos a la vez, debiendo tener muy buena adhesión para los materiales a unir (aislamiento térmico y ducto): en caso de haber movimiento entre ambos materiales, deben ser lo suficientemente flexibles para absorber estos movimientos y cambios de temperatura desde la más baja hasta la más alta tanto exterior como interior, sin que se produzcan grietas o pierdan su adhesión.

Si el sellador se usa como sello de vapor, debe tener una alta propiedad de transmisión de vapor, especialmente en instalaciones donde se tengan altas temperaturas y propiedades inversas, para bajas temperaturas. Existen en el mercado diferentes fabricantes de selladores, los cuales dan información técnica para decidir el más apropiado según las necesidades de la instalación.

3.9.2 Adhesivos.

Estos materiales son utilizados para pegar o unir a los ductos, aislamientos térmicos, barreras de vapor y barreras contra la intemperie. No deben usarse adhesivos elaborados con harina de trigo, porque son excelente alimento de las roedores y demás bichos. Los mejores adhesivos son los elaborados con resinas de acetatos de polivinil tienen un color de acuerdo a sus propiedades y usos uno de las principales es que deben ser retardadores de fuego, no tener humos tóxicos y que su aplicación se haga con brocha y con espátula. Existen adhesivos asfálticos utilizados para unir y sellar y formar una barrera de vapor en juntas traslapadas. Estos adhesivos, secan lentamente, por lo que los materiales deben unirse y sujetarse apropiadamente durante el tiempo de secado. También existen cintas adhesivas para utilizarse en cubiertas laminadas con el aislamiento térmico de los ductos de 1 milímetro de espesor y de 51, 64 y 75 cm. de ancho y resistencia a la tensión de 126 K., y para soportar temperaturas desde 4.4 hasta 82 ° C, sin perder sus propiedades, con retardador de flama. Como un resumen se presentan las siguientes características técnicas que deben llenar los adhesivos para se utilización en instalaciones de acondicionamiento de aire:

Adhesivos hechos de:

- a. Resinas de acetato de polivinil.
- b. Asfálticos.
- c. Cintas adhesivas.

Propiedades:

- a. Pegar o adherir adecuadamente el aislamiento térmico al ducto.
- b. Deben ser selladores de tuberías y ductos.
- c. Retardadores de flama.
- d. Resistencia a la tensión mínima de 126 K.
- e. Soportar temperaturas desde 4.4, hasta 82 °C.
- f. No ser tóxicos.
- g. Resistente a los ácidos.

3.10 Ductos Flexibles

Son los ductos utilizados para conectar accesorios o equipos terminales tales como cajas de mezcla, cajas de volumen variable, unidades de inducción, difusores y rejillas lineales, etc, a los ramales principales, y se fabrican de acuerdo a la patente del fabricante de :

3.10.1 Alambre reforzado en espiral y cubierto con tela de vinil, el interior una tela del mismo material debidamente sellado y remata con collares metálicos los cuales se unen con los diferentes dispositivos a los cuales se una por medio de grapas. Estos ductos son los más flexibles.

3.10.2 Doble banda de lámina galvanizada recubiertas con tela de vinilo reforzada, debidamente sellada, se rematan también con collares metálicos los cuales se unen a los diferentes dispositivos, por medio de tornillos. Estos ductos son menos flexibles que los de alambre reforzado.

3.10.3 Metal flexible, el cual por ser todavía menos flexible que los anteriores se usa únicamente en instalaciones con ductos de baja presión o velocidad. No es muy recomendable por no ser lo suficientemente hermético y puede presentar fugas de aire.

3.10.4 Ductos flexibles con aislamiento térmico y barrera de vapor integrada de fábrica. Su utilización es donde se requieran niveles de ruido muy bajos. Para su correcta instalación deben seguirse fielmente las instrucciones del fabricante lo cual amerita también una supervisión minuciosa durante el proceso de instalación, por lo cual su uso es muy restringido.

4. Aislamientos térmicos y acústicos

4.1 Clasificación de Aislamientos

4.1.1 Morteros y cementos.- Consisten en polvos ó gránulos los cuales al mezclarse con agua adquieren plasticidad y adhesividad permitiendo ser arrojados ó soplados a la superficie por aislar siendo adecuados para cubrir superficies irregulares.

4.1.2 Flexibles ó semi-rígidos.- Estos materiales varían en sus grados de compresibilidad y flexibilidad siendo generalmente en forma de placas, colchonetas ó preformados y se disponen en forma de hojas, rollos, medias cañas, en diferentes tipos de formas y densidades, orgánicos e inorgánicos, con superficies con barrera de vapor, reflectivas ó dependiendo de su ubicación ó lugar de instalación, terminadas con tratamiento a prueba de intemperie ó para resistir abusos mecánicos. Su espesor, dimensiones ó forma de presentación permiten un manejo y facilidad de aplicación. Sin embargo medidas estándar son generalmente usadas. Los materiales más comunes son la fibra de vidrio, los poliestirenos expandidos los elastómeros y la lana mineral.

Para el aislamiento interior de ductos se usa las placas fabricadas con largas fibras de vidrio de alta densidad comprimidas con una resina termoendurecida con acabado resistente a la erosión y al fuego logrando un aislamiento térmico y acústico que evita la propagación del ruido de los equipos y del flujo del aire. Se debe utilizar en los ductos que conectan a los equipos y en los sistemas de alta velocidad. Se debe tener cuidado cuando se utilice éste aislamiento, en señalar que las dimensiones del ducto respectivo son interiores tomando en cuenta el espesor del aislamiento.

4.1.3 Rígidos.- Estos materiales se encuentran disponibles en forma de bloques u hojas en tamaños estándar y se utilizan para el aislamiento de grandes tanques, hogares ó tuberías de gran tamaño. Por las últimas investigaciones, queda prohibido el uso del asbesto por ser cancerígeno.

4.1.4 Formados en sitio.- Estos son normalmente espumas de poliestireno ó poliuretano que se aplican en forma de rocío sobre las superficies formando un aislamiento de espuma rígida ó semi-rígida.

4.1.5 Materiales accesorios.- Para los aislamientos se incluyen: elementos de fijación, adhesivos, barreras de vapor, selladores y terminados a prueba de intemperie y contra abusos mecánicos.

4.2 Propiedades

4.2.1 Conductividad térmica.- La habilidad de un material para retardar el flujo de calor, está dado por su conductividad térmica o conductancia. Un material con una baja conductividad térmica es un material aislante y dependiendo de su valor, es la eficiencia del mismo. Por lo tanto el diseñador debe consultar los datos obtenidos en pruebas de laboratorio que proporcionan los diferentes fabricantes, para determinar el tipo, espesor, densidad y la temperatura de operación del aislamiento que va considerar y tomarlo en cuenta en sus cálculos

4.2.2 Resistencia a diferentes cargas.- Algunos aislamientos no tienen suficiente resistencia a cargas concentradas, cargas de compresión, al corte a la tensión ó a la intemperie, por lo que se debe especificar el acabado de los mismos de acuerdo a su ubicación y a los elementos a que estén expuestos.

4.2.3 Resistencia a la intemperie y medio ambiente.- Los aislamientos térmicos deben ser resistentes a su descomposición por formación de bacterias, hongos ó provocar enfermedades como el caso del asbesto, prevenir ó retardar el fuego, resistir la erosión, puesto que las partículas arrastradas por el aire provocan irritación en la piel, ser inodoros, no retener ó absorber olores, ser dimensionalmente estables, resistentes a la acción de los químicos, tener buena resistividad eléctrica, atenuar los ruidos, absorber las vibraciones y no producir humos tóxicos.

4.2.4 Limitaciones para el uso de aislamientos.- Queda restringido el uso de poliestirenos y elastómeros en el interior de los edificios por ser combustibles.

4.3 Barreras de Vapor

Dependiendo de las condiciones de operación ó del ambiente que lo rodea, la presencia de humedad ó hielo en un aislamiento, disminuyen sus propiedades y lo llegan a destruir. Por lo cual se requiere de una barrera de vapor, y que generalmente consiste en una película de aluminio en capas traslapadas y selladas perfectamente. Los conductos de fluidos calientes no requieren de barrera de vapor.

4.4 Aislamientos en el Exterior de los Ductos

Para el aislamiento de los ductos de Aire Acondicionado, se utiliza la colchoneta de fibra de vidrio con una densidad de 16 K./m³ (1 libra por pie cúbico). Si la dimensión del lado mayor del ducto excede los 100 cm. se deberán utilizar accesorios de fijación (clips) ó placas de una densidad de 24 K./m³ (1.5 Lb/pie³) de densidad para evitar el abolsamiento del aislamiento.

4.4.1 Aislamientos para aire caliente.- Los ductos que conducen aire caliente para calefacción se deben aislar con colchoneta de fibra de vidrio y cubiertos con papel kraft para proteger su superficie.

4.4.2 Aislamientos para aire frío.- Los ductos que conducen aire frío se deben aislar con colchoneta de fibra de vidrio y recubrir con una barrera de vapor de papel kraft y aluminio de 0.025 mm (0.001") de espesor con un traslape de 50 mm sellado en sus juntas. Es recomendable el uso de la colchoneta de fibra de vidrio integrada con el papel kraft y el papel aluminio reforzado, con cinta en sus uniones, pues es más económica, resistente, fácil de aplicar y tiene una apariencia más uniforme.

4.4.3 Aislamientos para ventilación y enfriamiento evaporativo.- Estos ductos no se deben aislar, solo deben sellarse en sus uniones

4.4.4 Aislamientos para chimeneas y extracción de cocinas.- Se debe emplear colchoneta armada de lana mineral de 50 mm (2") de espesor. Terminados con cemento monolítico.

4.5 Acabados

4.5.1 Acabados para ductos expuestos a la intemperie.- Además de su aislamiento respectivo, se deben cubrir con una capa de manta, sellador en toda su superficie y terminados con pintura vinílica.

4.5.2 Acabados para ductos expuestos a abusos mecánicos.- Además del aislamiento respectivo, se deben cubrir con una protección de metal desplegado de 0.6 Kg./m² y una capa de cemento monolítico de 6 mm de espesor.

4.6 Espesores

4.6.1 Espesores de aislamientos para ductos interiores.- El espesor del aislamiento para ductos instalados en los interiores de los edificios debe ser de 25.4 mm (1") y una densidad de 24 Kg./m³ (1.5 Lb/pie³) y debe tener un recubrimiento de neopreno para evitar su erosión.

4.6.2 Espesores de aislamientos para ductos exteriores.- El espesor del aislamiento para ductos instalados en los exteriores de los edificios, debe ser de 51 mm.

4.7 Especificaciones Tecnicas para Aislamientos en el Interior de los Ductos.

4.7.1 Velocidades y temperaturas permisibles.- El uso del aislamiento en el interior de los ductos tiene un doble propósito: como aislamiento térmico y como aislamiento acústico, con la función de absorber ruidos indeseables ocasionados por el flujo de aire, por vibraciones y por los propios equipos. Se debe utilizar en ductos que operan con una velocidad del aire mayor a 30.5 m/seg. (6,000 pie/min.) con temperaturas hasta de 1200 C (2480 F).y en los ductos que conectan a los equipos, en una longitud de 5.00 m a partir de éstos.

Al especificar éste tipo de aislamiento, de debe indicar que la dimensión del ducto es libre en el interior del mismo, sin tomar en cuenta el espesor de dicho aislamiento.

4.7.2 Conductividad térmica.- Debe cumplir con las normas ASTM 1071 tipo: I ó II; tener mínimo valor de NRC de 0.45 ó 0.55 y tener una conductividad térmica (k) a 240 C (750 F) de 0.31 ó 0.27 y cumplir con la norma NFPA 90A y 90B.

4.7.3 Procedimientos para su aplicación.- La aplicación de este aislamiento debe ser, cortándolo con precisión para un perfecto ajuste de sus juntas, evitando que existan interrupciones ó protuberancias. Se debe adherir al ducto procurando que el adhesivo cubra el 90 % de la superficie. Se deben utilizar

sujetadores (clips) cuya longitud no permita que el aislamiento se comprima mas del 10 %. Deben utilizarse ángulos sujetadores en sus juntas transversales para evitar daños al aislamiento, cuando la velocidad del aire exceda los 20.3 m/seg. (4,000 pie/min.).

4.8 Aislamientos en Tuberías

Para los aislamientos de tuberías de Aire Acondicionado, se utilizan varios tipos, pudiendo ser en medias cañas preformadas, tubos preformados ó para diámetros mayores en forma de colchoneta, ó en placas seccionadas y adaptadas al diámetro de la tubería. Los materiales normalmente utilizados son la fibra de vidrio, el poliestireno expandido y los elastómeros, en diferentes formas, medidas y densidades, con ó sin barrera de vapor integral.

4.8.1 Aislamientos de tuberías para fluidos calientes.- Las tuberías que conducen fluidos calientes se aislarán con medias cañas preformadas de fibra de vidrio aglutinada con resina fenólica de fraguado térmico y moldeadas para ajustarse a la superficie de la tubería de medidas comerciales tanto de fierro como de cobre, con una densidad de 80 Kg./m³ (5 Lb/pie³).

4.8.2 Aislamientos de tuberías para fluidos fríos.- Las tuberías que conducen fluidos fríos se aislarán con medias cañas preformadas de fibra de vidrio aglutinada con resina fenólica de fraguado térmico y moldeadas para ajustarse a la superficie de la tubería de medidas comerciales tanto de fierro como de cobre, con una densidad de 80 Kg./m³ (5 Lb/pie³) cubriéndolo con una barrera de vapor. Esta barrera de vapor consiste en una cubierta de papel kraft asfaltado, película de aluminio de 0.025 mm (0.001") de espesor y refuerzo de fibra de vidrio. Las medias cañas de poliestireno expandido con una densidad de 16 Kg./m³ (1 Lb/pie³) y los tubos de elastómeros con una densidad de 32 Kg./m³ (2 Lb/pie³) solo pueden ser utilizadas en tuberías instaladas en los exteriores de los edificios.

4.8.3.- Acabados del aislamiento de tuberías.

a. Tuberías instaladas en el interior de los edificios.

- Para fluidos calientes.- Además del aislamiento respectivo, debe dejarse la cubierta de manta con dos manos de pintura vinílica como acabado final.
- Para fluidos fríos.- Además del aislamiento respectivo, el terminado final será con una barrera de vapor como se indicó en el punto 7.2. sellando debidamente sus juntas

• Tuberías instaladas en el exterior de los edificios.

- Además del acabado indicado, deben protegerse con un recubrimiento rígido de lamina de aluminio lisa ó corrugada de calibre 32 con traslapes de 51 mm, sujetas con flejes ó remaches pop. En el caso de la lámina lisa, las juntas ó perforaciones, deben estar perfectamente selladas.

4.8.4 Espesores para el aislamiento de tuberías.

Tipo	Diámetros	Diámetros	Diámetros
Fluidos Calientes	13 a 38 cm.	50 a 76 cm.	Mayores de 100 mm.
Agua Caliente	19	25	
Vap. R. Condens.	25	25	38
Fluidos Fríos			
A.Hel y Refrig.	25	76	51

Nota: En todos los casos se deben respetar las normas respectivas de ASHRAE, AMERIC y las recomendaciones de los fabricantes de los aislamientos.

5. Sistemas de conducción de fluidos hidráulicos y refrigeración

Como parte primordial de un Sistema de Acondicionamiento de Aire, se debe poner atención en el diseño de los circuitos que conducen los fluidos integrantes del sistema, por lo que el proyectista de esta especialidad debe tener la debida coordinación con el Arquitecto responsable del proyecto así como con los proyectistas de otras especialidades, desde la etapa del anteproyecto, para solicitar oportunamente los espacios necesarios para la ubicación de sus equipos, trayectoria de los circuitos de fluidos, vigilando y solicitando que esos lugares que se le asignen, sean los más convenientes para que se pueda acceder fácilmente a los equipos durante su instalación, operación y mantenimiento, explicando las necesidades para su conexión, ventilación, iluminación, aislamiento, soportes, protección contra la intemperie, daños mecánicos y maniobras.

Los circuitos que transportan fluidos, (conductos o tuberías), deben ajustarse estrictamente para su diseño, a los lineamientos que se indican en esta norma, incluyendo a los materiales necesarios, válvulas, conexiones, e instrumentos de medición que los integran.

Es conveniente subrayar que los sistemas de Acondicionamiento de Aire que mayormente se utilizan son:

Agua Helada o Refrigerada

a. Cuando el sistema lleva Unidad Generadora de Agua y este tiene Condensador Enfriado por Agua, requiere de dos circuitos:

- Un circuito que transporte y distribuya el Agua Helada que demande la Carga Térmica del Edificio.
- Otro circuito que transporte el Agua de Condensación para proporcionar el gasto necesario y eliminar el calor rechazado por el Refrigerante en el Condensador de la Unidad Generadora de Agua, y la Torre de Enfriamiento.
- Cuando la Unidad Generadora de Agua utiliza Condensador Enfriado por Aire, entonces únicamente se requiere el circuito de agua helada.

Expansión Directa

Los sistemas de expansión directa como se mencionó anteriormente pueden ser con equipos autocontenidos, paquetes o de ventana, mismos que no requieren la instalación de ningún circuito de refrigeración porque de fábrica vienen todos los elementos en un gabinete y con la carga de refrigerante necesaria.

Cuando el equipo seleccionado es del tipo dividido, la Unidad Manejadora de Aire contiene en su sección correspondiente el o los serpentines de enfriamiento, los cuales se tienen que interconectar con su Unidad(es) Condensadora(s), normalmente enfriada por aire- complementaria(s), por medio del o los circuitos de tuberías de refrigeración, mismos que deberán ser diseñados con los lineamientos que se incluyen en esta norma.

5.1 Sistemas de Conducción de Fluidos Hidráulicos.

5.1.1 Ubicación de la Casa de Máquinas.

a. De preferencia debe ubicarse en el centro de carga del edificio o conjunto, con el fin de que los recorridos de tuberías sean lo más corto y recto posibles.

b. Deben tener los espacios requeridos por el fabricante de los equipos para circulación del personal de operación, para mantenimiento, ventilación y maniobras de limpieza y reposición de partes, altura suficiente para la conexión de Cabezales, Tuberías, Conexiones, Válvulas e Instrumentos de Medición, mismos que deben instalarse a alturas adecuadas para su manejo y lectura.

5.1.2 Ubicación de la Unidades Manejadoras de Aire.

a. Deben ubicarse lo mas cercano al área que van a servir y que la distancia mayor desde la descarga hasta el último difusor o rejilla de inyección, no exceda de 50 metros.

b. Estos equipos preferentemente deben instalarse a cubierto para protegerlos contra la intemperie. A estos locales se les llama "Cuartos de Equipos" y al igual que la Casa de Máquinas, se deben prever los espacios y alturas suficientes para que se conecten a los ductos de inyección, retorno y toma de aire exterior así como a las tuberías, válvulas, conexiones e instrumentos de medición y que a la vez se les

pueda dar limpieza a filtros, serpentines y transmisiones; contar con buena iluminación y ventilación naturales y dejar desagües de condensados y del agua utilizada para limpieza de las partes que lo ameriten.

5.1.3 Arreglo o sistemas de Tuberías.

Los circuitos de tuberías de agua helada y agua caliente que se describieron anteriormente se pueden diseñar en los siguientes arreglos:

- a. Retorno Directo. Cuando el número de Unidades Manejadoras de Aire sea de 5 o menos y su ubicación sean tan cortos o cercanos entre ellos y las Unidades Generadoras de Agua y Unidades de bombeo, que no afecte al balanceo del sistema.
- b. Retorno Inverso. Cuando el número de Unidades Manejadoras de Aire sea mayor de 5 y que su ubicación en el edificio o conjunto bien sea por servicio, orientación y nivel, requiera que el agua circule a través de sus serpentines en el menor tiempo posible, propiciando menores problemas de balanceo en su(s) circuito(s).
- c. Retorno Combinado. Como en los anteriores debe tomarse en cuenta el número de Unidades Manejadoras de Aire, su ubicación, para decidir el diseño de este arreglo de tuberías se deben observar las mismas normas criterios y lineamientos indicados en las Normas de Diseño de Instalaciones Hidráulicas. Sin embargo mencionaremos que dependiendo de la velocidad, diámetro y acabado interior de los tubos así como la longitud de los mismos, se deberá vigilar siempre las pérdidas por fricción totales del circuito.

5.1.4 Velocidades recomendadas en tuberías. La siguiente tabla indica las velocidades del agua recomendadas según la sección del circuito a que correspondan:

Tabla: Velocidades Recomendadas en el Agua

Servicio	Rango de Velocidades
Descarga de Bombas	2.43 3.65
Succión de Bombas	1.22 2.13
Línea de Drenaje	1.22 2.13
Cabezales	1.22 4.57
Columnas	0.91 3.04
Servicios Generales	1.52 3.04
Agua de Reposición	.091 2.13

a. En esta tabla se indican las velocidades más recomendables tomando en cuenta los efectos de la erosión en el interior de las tuberías así como los niveles de ruido por el movimiento del agua, turbulencias y aire en suspensión, permisibles en instalaciones de Acondicionamiento de Aire.

b. Complementariamente a lo anterior, los circuitos de agua se deben diseñar previo análisis técnico-económico para determinar la mejor selección del diámetro de las tuberías contra la potencia necesaria en el motor o motores de las bombas seleccionadas. La pérdida por fricción máxima permisible es de 3.04 Mts por cada 30.478 Mts (10 pies por cada 100 pies) de longitud equivalente de tubería en sistemas grandes. Aunque conviene mencionar que en diámetros y gastos menores a 100 mm., el incremento o disminución de los diámetros impactan en pequeña proporción en el costo inicial de la instalación mientras que diámetros mayores de 100 mm. si es conveniente analizar las pérdidas por fricción contra la potencia requerida para mover los gastos que demande el sistema.

5.1.5 Determinación de la Carga Total del Sistema.

Una vez que se tenga trazada la trayectoria de tuberías e indicados los diámetros de los diferentes tramos del circuito o circuitos, el diseñador debe determinar la carga total del sistema, y para lo cual es conveniente seguir los siguientes pasos:

- a. Medir a escala cada uno de los tramos rectos del circuito que se considere o más largo o que presente la mayor pérdida por fricción del sistema.
- b. Indicar la pérdida por fricción equivalente en cada tramo referente a las válvulas y conexiones contenidas en el mismo.
- c. Indicar la longitud equivalente de tramo recto de tubería a cada uno de las válvulas y conexiones.
- d. Considerar la caída de presión en el equipo tanto evaporador o condensador de acuerdo a los datos proporcionados por el fabricante, así como la del Serpentin más alejado o el que presente la caída mayor en el circuito. en este punto es conveniente mencionar que el proyectista debe verificar mediante varias tentativas cuál es el circuito que presente la mayor caída de presión.
- e. Efectuar la suma de todos los incisos anteriores.

5.1.6 Factor de Diversidad.

- a. En el diseño de un circuito de agua se debe considerar también la orientación de las áreas a las que sirve la Unidad de Manejo de Aire, para poder aplicar adecuadamente el o los factores de diversidad con el objeto de disminuir los caudales y diámetros de las tuberías. Para efectuar lo anterior es conveniente considerar lo siguiente:
- b. El flujo del agua que requieren las Unidades de Manejo de Aire debe controlarse automáticamente para compensar las variaciones de carga.
- c. El factor de diversidad se puede aplicar únicamente a aquellos circuitos que alimenten zonas con más de una orientación.

5.2 Selección de Bombas

5.2.1 Una vez que se hayan definido y calculado trayectorias, gastos, diámetros y carga total del sistema de acuerdo a los pasos mencionados, se tienen los parámetros necesarios para efectuar la selección más conveniente de la o las bombas.

5.2.2 Existen varios criterios para hacerlo, dependiendo de cuantas bombas se vayan a instalar y si se conectarán en paralelo o en serie, sin embargo como criterio general, dependiendo de la capacidad total del sistema, es usual instalar 3 Unidades de bombeo en paralelo de las cuales 2 operan normalmente y una queda como reserva, pero conectadas de tal manera que se puedan ciclar de acuerdo al programa o rutina de operación del sistema.

5.2.3 Es importante señalar que en los sistemas nuevos no se debe considerar ningún factor de seguridad en la carga total de los mismos debido a que los equipos, tuberías válvulas y conexiones están limpias y presentan una resistencia menor al paso del agua que la indicada en las tablas correspondientes y en caso de aplicarse este factor, cuando entren en operación el sistema, se manejará un gasto mayor del calculado, requiriéndose mayor potencia en los motores de las bombas, llegándose el caso de que se protejan térmicamente suspendiendo el servicio.

5.2.4 Es normativo vigilar que el fabricante haga la selección en el lado izquierdo de la curva de operación de la bomba. En esta curva de operación, deben estar indicados el modelo de la bomba, diámetros de la Succión y de la Descarga, Diámetro y modelo del Impulsor, Eficiencia y Potencia requerida. Esta curva debe incluirse obligatoriamente en la Memoria de Cálculo.

5.2.5 Al diseñar el sistema, se deben considerar los siguientes criterios en la conexión de las bombas:

- a. Que la tubería de succión sea lo más corta y directa posible. Aumentar la dimensión de la tubería de succión por lo menos un diámetro del de la conexión de succión de la bomba.
- b. Que a la succión no se le formen bolsas de aire, para lo cual se deben instalar reducciones excéntricas.
- c. Instalar siempre los codos en la succión verticalmente y nunca horizontales.

d. Indicar las válvulas, conexiones e instrumentos de medición necesarios en la succión y descarga de las bombas para controlar el gasto, potencia de acuerdo a la demanda y carga del sistema.

5.3 Bombeo Primario y Secundario

La utilización de estos circuitos depende de los siguientes factores:

- a. Que la capacidad del sistema sea de 300 toneladas de refrigeración o mayores.
- b. Que sea un conjunto integrado por varios edificios.
- c. Que exista una Casa de Máquinas Central.
- d. Que el sistema sea de volumen variable.
- e. Que para su balanceo se utilicen válvulas de equilibrio.
- f. Que se presente antes de su diseño, un estudio técnico-económico, para demostrar su costo-beneficio.

5.4 Diseño de Circuitos de Refrigeración

5.4.1 Recomendaciones generales

Para el diseño de los circuitos de refrigeración es conveniente observar las siguientes recomendaciones:

- a. Que las tuberías integrantes del circuito sean lo más corto posibles.
- b. Que las tuberías integrantes del circuito, no interfieran con las circulaciones, accesos, puertas y ventanas del inmueble.
- c. Que los dispositivos y accesorios que integren el circuito se instalen en lugares adonde se puedan acceder para su operación y mantenimiento.
- d. Evitar que los recorridos de las tuberías queden expuestos al abuso mecánico. Cuando esto no se pueda evitar, deben protegerse con camisas de tubo conduit galvanizado de pared delgada.
- e. Las conexiones utilizadas deben ser de cobre de radio largo, evitando en lo posible, uniones intermedias, con el fin de reducir el costo, caída de presión y posibilidad de fugas.
- f. Deben instalarse con una pendiente mínima de 0.5% en dirección al flujo del refrigerante.
- g. Evitar la formación de trampas innecesarias.
- h. Evitar que en su recorrido pasen por fuentes de calor.
- i. Si por razones de espacio, no se pueda instalar una sola línea o tubería tanto de líquido como de succión, se deben usar dos o más líneas de diámetros menores en paralelo.
- j. En los cambios de dirección de horizontal a vertical, deben estar bien soportadas, de tal manera que no se incluya el propio peso de las líneas verticales, y vigilando que no se transmitan ruidos y vibraciones a la estructura.
- k. Además de los elementos antivibratorios que traiga el compresor, deben diseñarse los soportes que eviten transmisión de ruido y vibración a la estructura, pero que permitan el libre movimiento, evitando dobleces y curvas en las tuberías.
- l. Para diámetros de 25.375 mm en las líneas de succión y mayores, de 0.875 mm en las líneas de líquido y mayores, deben instalarse conexiones flexibles.

5.4.2 Diseño de líneas de succión.

La función básica de esta línea es la de retornar el gas con aceite al compresor evitando la formación de grumos tanto de aceite como de refrigerante, por estas razones deben diseñarse a velocidades entre 6.09 m/seg. y 1.52 m/seg. en tramos verticales y de 3.81 m/seg. en líneas horizontales, con pendiente de 0.5% hacia el compresor; la caída de presión incluyendo válvulas y conexiones, no debe excederse de 13.78 KPa, si el diseño del circuito requiere mayores velocidades en las líneas verticales, es necesario aumentar el diámetro de las tuberías en los tramos horizontales para mantener las caídas de presión dentro de los rangos normativos. Para el

diseño de estas tuberías es necesario consultar las tablas correspondientes, según el refrigerante usado, la capacidad, caídas de presión, longitud equivalente y velocidad, así como las recomendaciones del fabricante del equipo por instalar.

5.4.3 Diseño de líneas de líquido.

Debido a que el aceite y el refrigerante en forma líquida son miscibles, no presentan los problemas mencionados en las líneas de succión, sin embargo hay que vigilar el subenfriamiento el cual debe ser entre 1.1 a 2.7 °C al entrar a la válvula de expansión para evitar la formación de burbujas y la caída de presión no debe exceder a 13.78 KPa. Estas tuberías deben aislarse térmicamente, para conservar el subenfriamiento y a la vez evitar la condensación. Como en el caso de las líneas de succión es necesario consultar las tablas similares a las descritas en el artículo 5.4.2.

6. Controles de temperatura y humedad

Como complemento importante de los sistemas de acondicionamiento de aire, se debe diseñar un sistema de control automático de temperatura y humedad, con el objeto de garantizar que se logren las condiciones ambientales interiores de acuerdo al proyecto correspondiente.

La presente norma, presenta los criterios que se deben observar para definir el sistema de control automático más conveniente al inmueble, según el sistema de acondicionamiento de aire utilizado.

Un control automático se utiliza dondequiera que una condición variable se desee controlar. Dicha condición puede existir en un sólido, líquido ó un gas y puede ser presión temperatura, humedad ó el gasto ó volumen de un fluido. El control automático de una variable está ligado a un sistema que maneja a una segunda variable. La segunda variable, llamada variable manipulada produce un cambio en la variable controlada. Un sistema de control automático se puede aplicar desde una simple regulación de una temperatura, hasta el control preciso de un proceso ó el manejo de un sistema inteligente.

6.1 Funciones de los Elementos de un Sistema de Control Automático

Función	Ejecutada por
Mide los cambios en una ó más variables controladas.	Sensor del control.
Transforma los cambios en fuerza ó energía que pueda ser usada por el elemento final de control.	Mecanismo del control, controlador.
Transmite la fuerza ó energía del punto de transformación al punto de la acción correctiva.	Elementos de un circuito del control: alambrado en eléctrico, tubería en neumático, varillas en meecánico.
Usa la fuerza ó energía para posicionar al elemento final del control y efectúa un cambio correctivo en la condición controlada.	Adecuador: motor, válvula.
Detecta el cumplimiento del cambio correctivo.	Elemento sensor del control.
Manda terminar el cambio correctivo para prevenir la sobre-corrección.	Mecanismo controlador, actuador o elemento controlador.

Para la integración de las funciones anteriores se requiere de un número considerable de elementos que formen un sistema de control automático. Dependiendo de la complejidad, el tamaño del mismo y de la clase de energía que sea más adecuada para solucionar el problema de control, determinará el tipo de equipo que sea seleccionado. Los tipos más comunes para el control automático son los hidráulicos, los eléctricos, los electrónicos, los neumáticos ó una combinación de ellos, pudiendo ser a su vez de acción de dos posiciones (on-off), de acción flotante ó de acción proporcional.

6.2 Elementos que Integran un Sistema de Control

6.2.1 Termostato de cuarto. Modulante ó de uno ó varios pasos, para calefacción y/ó refrigeración.

6.2.2 Termostato de cuarto con selector de velocidades. Normalmente utilizados en unidades

ventilador-serpentin.

6.2.3 Termostato de bulbo remoto. De uno ó dos potenciómetros.

6.2.4 Humidistato. De cuarto ó de ducto.

6.2.5 Sensores:

- a. De temperatura. De cuarto ó de ducto.
- b. De humedad. De cuarto ó de ducto.
- c. De presión. Sencilla ó diferencial.
- d. De Presencia
- e. De entalpia. Utilizados normalmente en economizadores.

6.2.6 Controladores

- a. De temperatura. De dos ó más posiciones ó modulantes.
- b. De humedad.
- c. De punto de rocío.

6.2.7 Motores modulantes. Con ó sin resorte para regreso.

6.2.8 Actuadores. Para compuertas ó para válvulas.

6.2.9 Compuertas. Para aire, contra incendio.

6.2.10 Válvulas. Solenoides, de tres vías, de dos vías, para refrigerantes, para agua y para vapor.

6.2.11 Interruptores. Auxiliares, de flujo para aire y para agua.

6.2.12 Potenciómetros auxiliares.

6.2.13 Humidificadores. De vapor y de agua.

6.3 Sistemas Automatizados de Edificios con Control Digital o "Inteligentes".

El uso eficiente y el ahorro de energía en los equipos y sistemas electromecánicos utilizados en la UNAM, son de observación obligatoria, y las tecnologías de punta por medio de los "Sistemas automatizados de edificios con control digital", ayudan a lograr lo anterior. Por esta razón se presentan en este artículo las funciones que pueden integrarse a estos sistemas automatizados de edificios con control digital.

Es importante señalar que estos sistemas se deben diseñar de tal manera que su protocolo o lenguaje sea abierto, o sea, debe poder comunicarse o intercomunicarse con la mayor cantidad de marcas digitalizadas que existen en el mercado.

Es conveniente mencionar que a la fecha no existen normas oficiales que fijen criterios definidos en cuanto a alcance de equipos y/o sistemas que se deban integrar, pues esto depende de cada inmueble, inversión, amortización, financiamiento, ubicación, materiales constructivos, institución, procesos a realizarse, ocupación, horario, etc., por lo que en esta norma, se presentan únicamente las funciones que pueden desarrollarse mediante estos sistemas.

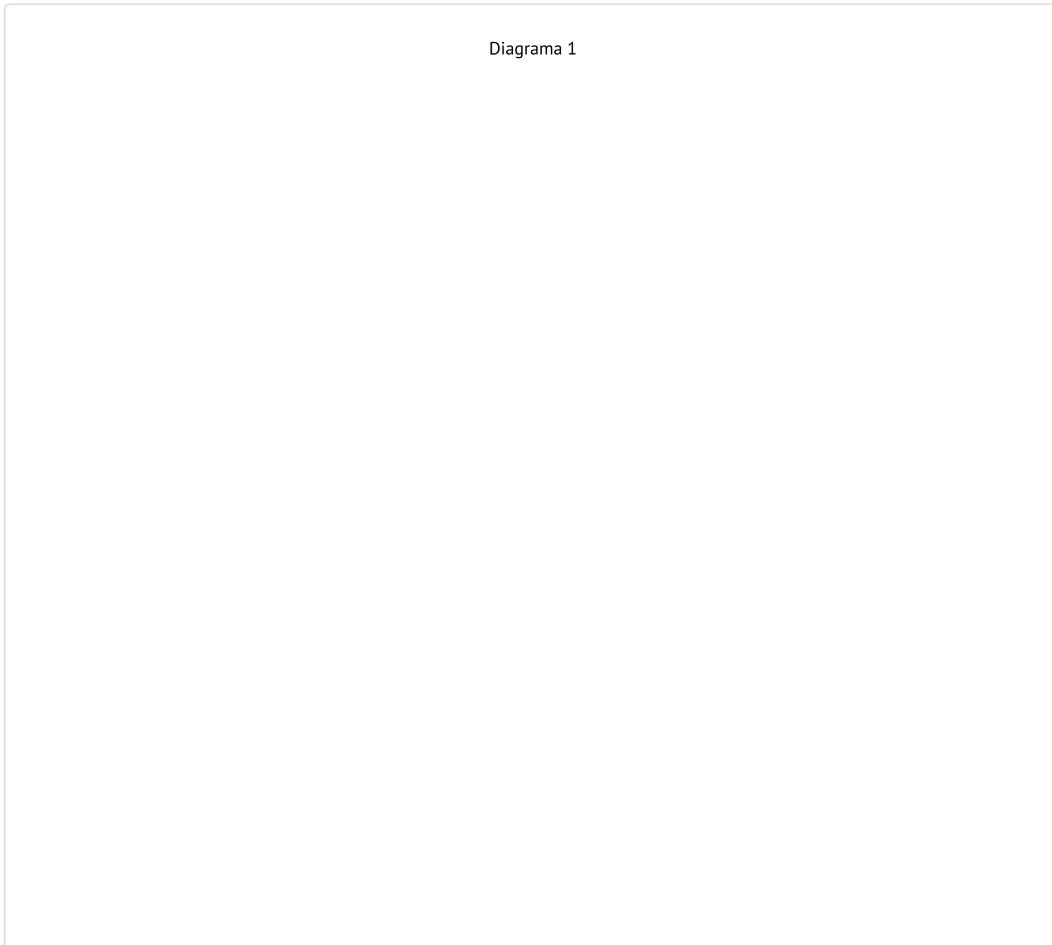
6.3.1 Funciones Principales:

- a. Arranque y paro de los equipos de acuerdo con un horario preestablecido, pudiendo ser modificado según las condiciones exteriores e interiores.
- b. Llevar registro de las personas que acceden al sistema y las operaciones que ejecutan.
- c. Llevar un registro de todas las emergencias ó alarmas que se presentan.
- d. Llevar un registro de paros y arranques y del tiempo de operación.
- e. Puede tomar decisiones para proteger a los equipos que estén trabajando fuera de los parámetros predeterminados.
- f. Puede permitir el alumbrado y el acondicionamiento de aire a los locales que trabajan fuera de su horario normal, registrando dichos movimientos.

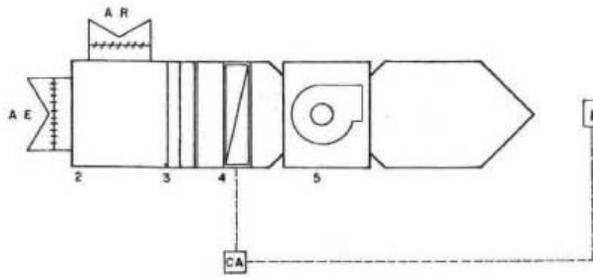
- g. Puede invertir el ciclo de funcionamiento de los equipos centrales para permitir un trabajo parejo de los mismos ó para efectos de mantenimiento.
- h. Permite el acceso en forma remota mediante una línea telefónica común y un módem.
- i. La computadora debe elaborar gráficas del comportamiento del sistema.
- j. Los puntos de ajuste y programas deben ser modificados desde la computadora central ó en forma remota a través del módem.
- k. Debe llevar un registro del consumo de energéticos y su tendencia y generar un reporte de los mismos.
- l. Debe incorporársele sensores de movimiento ó de presencia para modificar las condiciones de la temperatura y alumbrado en determinados locales ó para registrar las rondas de vigilancia.
- m. Debe aumentar los puntos de ajuste y programarse para una demanda menor en periodos de alto costo de energía.
- n. Debe monitorear la presión del sistema contra incendio y mandar una alarma por baja presión.
- o. En caso de incendio debe indicar el punto donde se generó la alarma y si es confirmada puede parar el equipo de manejo de aire y presurizar las escaleras de emergencia.
- p. Debe verificar el nivel de las cisternas y accionar una alarma en caso de bajo nivel.
- q. Debe programar la clorinación del agua.
- r. Debe monitorear a las bombas del cárcamo y en nivel alto generar una alarma.
- s. Debe ser integrado con un circuito cerrado de televisión y vigilar los accesos ó puntos estratégicos, así como registrar los accesos y salidas del personal al inmueble.

6.4 Diagramas de Control

Diagrama 1



6.4 Diagramas de Control



UNIDAD MANEJADORA TIPO UNIZONA
Con serpentín de expansión directa (5 toneladas de Refrigeración como máximo)

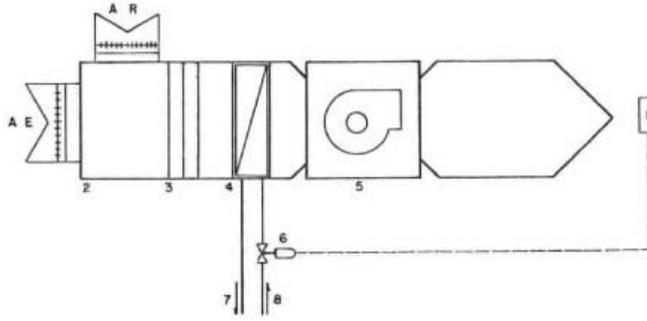
SIMBOLOGÍA

- 1 Termostato de cuarto con un paso para refrigeración
- 2 Sección de mezclas
- 3 Sección de filtros
- 4 Sección de serpentines
- 5 Sección de ventilador

AR Aire de retorno
AE Aire exterior
CA Contactor Auxiliar Unidad Condensadora

(https://www.obras.unam.mx/pagina/docs/normatividad/proyectos_de_ingenieria/AA/ai_ct01.pdf)

Diagrama 2



UNIDAD MANEJADORA TIPO UNIZONA
 Con serpentín de expansión directa (5 toneladas de Refrigeración como mínimo)

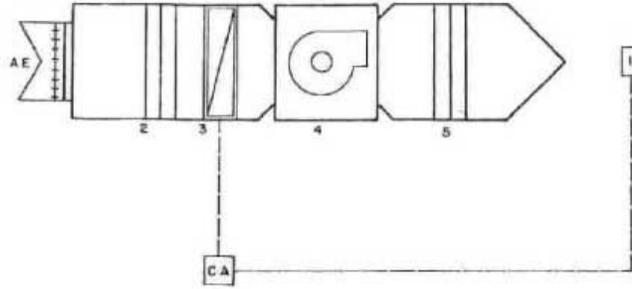
SIMBOLOGÍA

- 1 Termostato de cuarto con un paso para refrigeración
- 2 Sección de mezclas
- 3 Sección de filtros
- 4 Sección de serpentines
- 5 Sección de ventilador
- 6 Válvula solenoide para refrigerante
- 7 Línea de succión
- 8 Línea de líquido

AR Aire de Retorno
 AE Aire exterior

(https://www.obras.unam.mx/pagina/docs/normatividad/proyectos_de_ingenieria/AA/ai_ct02.pdf)

Diagrama 3



UNIDAD MANEJADORA TIPO UNIZONA
 Con serpentín de expansión directa, 100% de aire exterior (5
 Toneladas de refrigeración como máximo)

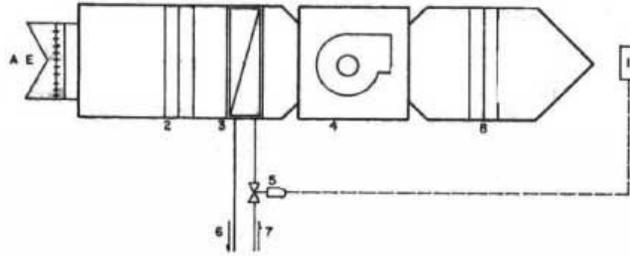
SIMBOLOGÍA

- 1 Termostato de cuarto con un paso Para refrigeración
- 2 Sección de prefiltro
- 3 Sección de serpentines
- 4 Sección de ventilador
- 5 Sección de filtros finales

AE Aire Exterior
 CA Contactor Auxiliar Unidad Condensadora

(https://www.obras.unam.mx/pagina/docs/normatividad/proyectos_de_ingenieria/AA/ai_ct03.pdf)

Diagrama 4



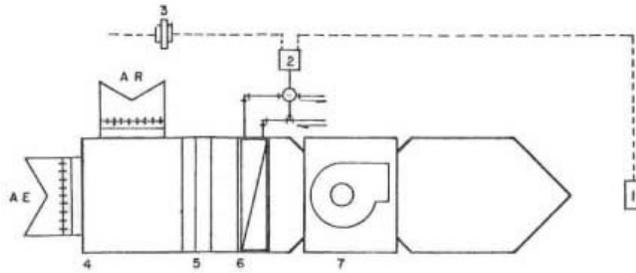
UNIDAD MANEJADORA TIPO UNIZONA
 Con serpentín de expansión directa, 100% de aire exterior (5 toneladas de refrigeración como mínimo)

SIMBOLOGÍA

- 1 Termostato de cuarto con un paso para refrigeración
 - 2 Sección de prefiltro
 - 3 Sección de serpentines
 - 4 Sección de ventilador
 - 5 Válvula solenoide para refrigerante
 - 6 Línea de succión
 - 7 Línea de líquido
 - 8 Sección de filtros finales
- AE Aire Exterior

(https://www.obras.unam.mx/pagina/docs/normatividad/proyectos_de_ingenieria/AA/ai_ct04.pdf)

Diagrama 5



UNIDAD MANEJADORA TIPO UNIZONA
Con serpentín de agua refrigerada

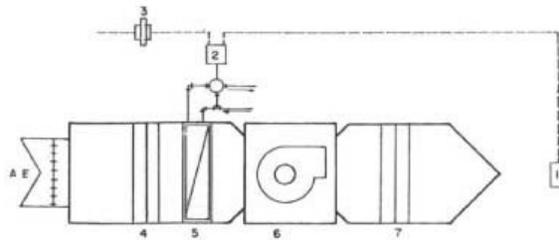
SIMBOLOGÍA

- 1 Termostato modulante de cuarto
- 2 Válvula motorizada modulante de Tres vías para agua
- 3 Transformador
- 4 Sección de mezclas
- 5 Sección de filtros
- 6 Sección de serpentines
- 7 Sección de ventilador

AE Aire Exterior
AR Aire de Retorno

(https://www.obras.unam.mx/pagina/docs/normatividad/proyectos_de_ingenieria/AA/ai_ct05.pdf)

Diagrama 6



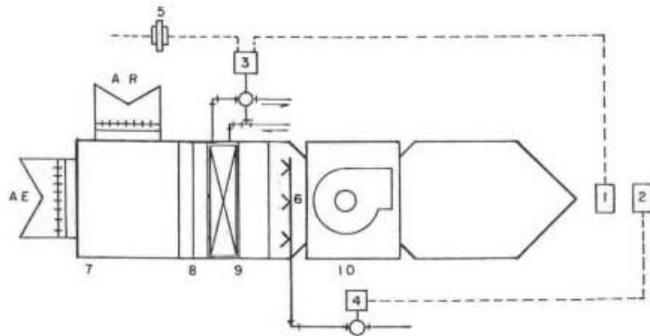
UNIDAD MANEJADORA TIPO UNIZONA
Con serpentín de agua refrigerada y 100% de aire exterior

SIMBOLOGÍA

- 1 Termostato modulante de cuarto
- 2 Válvula motorizada modulante de tres vías para agua
- 3 Transformador
- 4 Sección de prefiltros
- 5 Sección de serpentines
- 6 Sección de ventilador
- 7 Sección de filtros finales

AE Aire Exterior

Diagrama 7

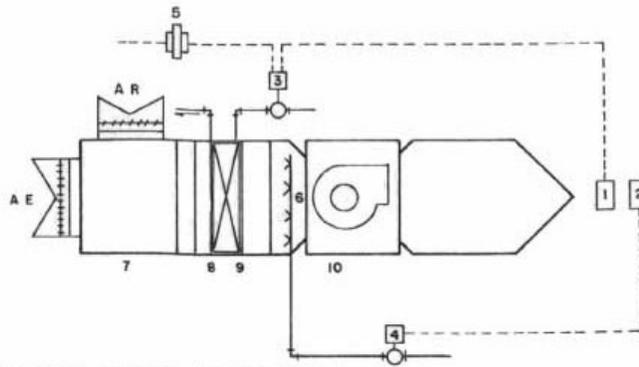


UNIDAD MANEJADORA TIPO UNIZONA
Con serpentín para calefacción por agua caliente y
Humidificación con vapor

SIMBOLOGÍA

- | | | | |
|---|---|----|-----------------------|
| 1 | Termostato modulante de cuarto | 10 | Sección de ventilador |
| 2 | Humidostato de dos posiciones para cuarto | AE | Aire Exterior |
| 3 | Válvula motorizada modulante de Tres vías para agua | AR | Aire de Retorno |
| 4 | Válvula solenoide para vapor | | |
| 5 | Transformador | | |
| 6 | Humidificador | | |
| 7 | Sección de mezclas | | |
| 8 | Sección de filtros | | |
| 9 | Sección de serpentines | | |

Diagrama 8



UNIDAD MANEJADORA TIPO UNIZONA

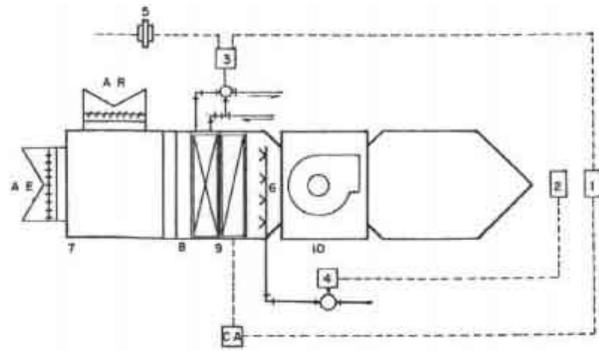
Con serpentín para calefacción por vapor y humidificación con vapor

SIMBOLOGÍA

- | | | | |
|---|---|----|------------------------|
| 1 | Termostato modulante de cuarto | 9 | Sección de serpentines |
| 2 | Humidostato de dos posiciones para Cuarto | 10 | Sección de ventilador |
| 3 | Válvula motorizada modulante con Resorte contra falla de corriente de | AE | Aire Exterior |
| | Dos vías para vapor | | |
| 4 | Válvula solenoide para vapor | | |
| 5 | Transformador | | |
| 6 | Humidificador | | |
| 7 | Sección de mezclas | | |
| 8 | Sección de filtros | | |

(https://www.obras.unam.mx/pagina/docs/normatividad/proyectos_de_ingenieria/AA/ai_ct08.pdf)

Diagrama 9



UNIDAD MANEJADORA TIPO UNIZONA

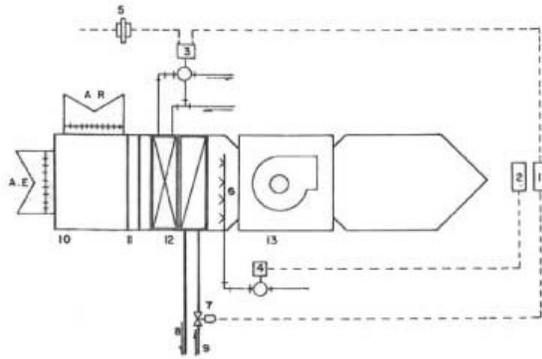
Con serpentín expansión directa, serpentín de calefacción por agua caliente y humidificación con vapor (5 toneladas de refrigeración como máximo)

SIMBOLOGÍA

- | | | | |
|---|---|----|---|
| 1 | Termostato modulante de cuarto con un paso para refrigeración | 9 | Sección de serpentines |
| 2 | Humidostato de dos posiciones para cuarto | 10 | Sección de ventilador |
| 3 | Válvula motorizada modulante de tres vías para agua caliente | CA | Contactora Auxiliar Unidad Condensadora |
| 4 | Válvula solenoide para vapor | AE | Aire Exterior |
| 5 | Transformador | AR | Aire de Retorno |
| 6 | Humidificador | | |
| 7 | Sección de mezclas | | |
| 8 | Sección de filtros | | |

(https://www.obras.unam.mx/pagina/docs/normatividad/proyectos_de_ingenieria/AA/ai_ct09.pdf)

Diagrama 10



UNIDAD MANEJADORA TIPO UNIZONA

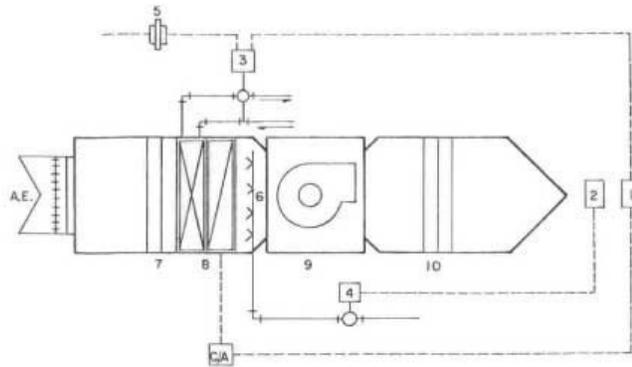
Con serpentín de expansión directa, serpentín de calefacción por agua caliente y humidificación con vapor (5 toneladas de refrigerante como mínimo)

SIMBOLOGÍA

- | | | | |
|---|---|----|------------------------|
| 1 | Termostato modulante de cuarto con un paso para refrigeración | 9 | Línea de líquido |
| 2 | Humidostato de dos posiciones para cuarto | 10 | Sección de mezclas |
| 3 | Válvula motorizada modulante de tres vías para agua caliente | 11 | Sección de filtros |
| 4 | Válvula solenoide para vapor | 12 | Sección de serpentines |
| 5 | Transformador | 13 | Sección de ventilador |
| 6 | Humidificador | AE | Aire Exterior |
| 7 | Válvula solenoide para refrigerante | AR | Aire de Retorno |
| 8 | Línea de succión | | |

(https://www.obras.unam.mx/pagina/docs/normatividad/proyectos_de_ingenieria/AA/ai_ct010.pdf)

Diagrama 11



UNIDAD MANEJADORA TIPO UNIZONA

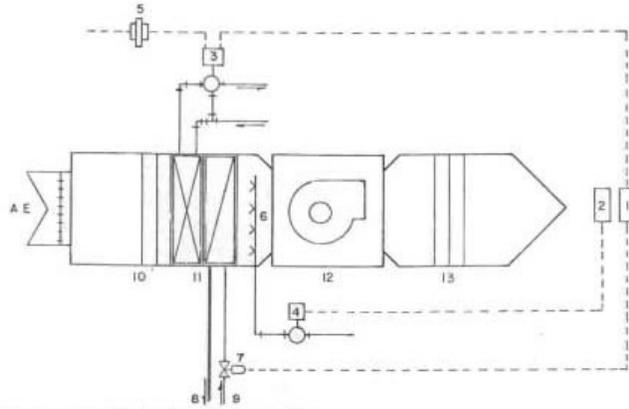
Con serpentín de expansión directa, serpentín de calefacción por agua caliente y humidificación con vapor y 100% de aire exterior (5 toneladas de refrigeración como máximo)

SIMBOLOGÍA

- | | | | |
|---|---|----|--|
| 1 | Termostato modulante de cuarto con un paso para refrigeración | 9 | Sección de ventilador |
| 2 | Humidostato de dos posiciones para cuarto | 10 | Sección de filtros finales |
| 3 | Válvula motorizada modulante de tres vías para agua | AE | Aire exterior |
| 4 | Válvula solenoide para vapor | CA | Contactador Auxiliar Unidad Condensadora |
| 5 | Transformador | | |
| 6 | Humidificador | | |
| 7 | Sección de prefiltros | | |
| 8 | Sección de serpentines | | |

(https://www.obras.unam.mx/pagina/docs/normatividad/proyectos_de_ingenieria/AA/ai_ct011.pdf)

Diagrama 12



UNIDAD MANEJADORA TIPO UNIZONA

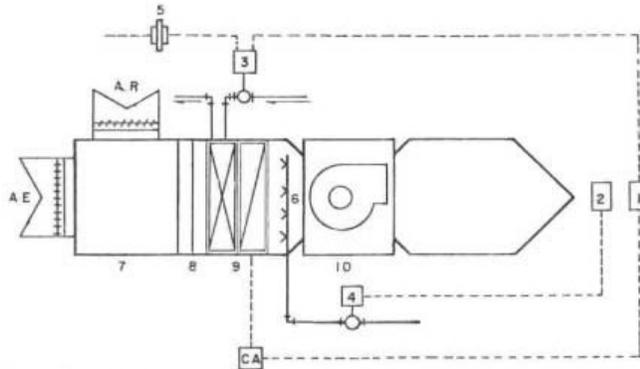
Con serpentín de expansión directa, serpentín de calefacción con agua caliente y humidificación con vapor y 100% de aire exterior (5 toneladas de refrigeración como mínimo)

SIMBOLOGÍA

- | | | | |
|---|---|----|----------------------------|
| 1 | Termostato modulante de cuarto con un paso para refrigeración | 9 | Línea de líquido |
| 2 | Humidostato de dos posiciones para cuarto | 10 | Sección de prefiltros |
| 3 | Válvula motorizada modulante de Tres vías para agua | 11 | Sección de serpentines |
| 4 | Válvula solenoide para vapor | 12 | Sección de ventilador |
| 5 | Transformador | 13 | Sección de filtros finales |
| 6 | Humidificador | AE | Aire Exterior |
| 7 | Válvula solenoide para refrigerante | | |
| 8 | Líneas de succión | | |

(https://www.obras.unam.mx/pagina/docs/normatividad/proyectos_de_ingenieria/AA/ai_ct012.pdf)

Diagrama 13



UNIDAD MANEJADORA TIPO UNIZONA

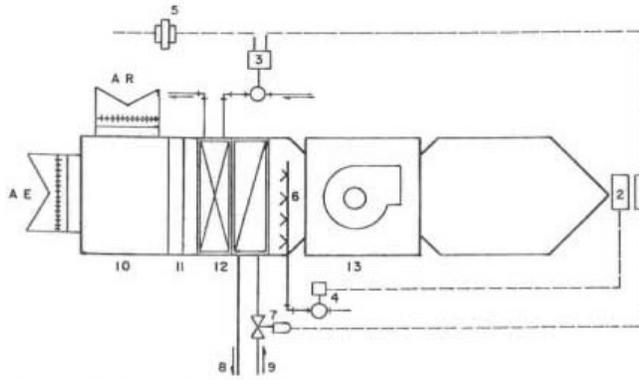
Con serpentín de expansión directa, serpentín de calefacción por vapor y humidificación con vapor (5 toneladas de refrigeración como máximo)

SIMBOLOGÍA

- | | | | |
|---|---|--------------|---------------------------|
| 1 | Termostato modulante de cuarto con un paso para refrigeración | 9 | Sección de serpentines |
| 2 | Humidostato de dos posiciones para cuarto | 10 | Sección de ventilador |
| 3 | Válvula motorizada modulante con resorte contra falla de corriente de dos días para vapor | CA | Contactor Auxiliar Unidad |
| 4 | Válvula solenoide para vapor | Condensadora | |
| 5 | Transformador | AE | Aire Exterior |
| 6 | Humidificador | AR | Aire de Retorno |
| 7 | Sección de mezclas | | |
| 8 | Sección de filtros | | |

(https://www.obras.unam.mx/pagina/docs/normatividad/proyectos_de_ingenieria/AA/ai_ct013.pdf)

Diagrama 14



UNIDAD MANEJADORA TIPO UNIZONA

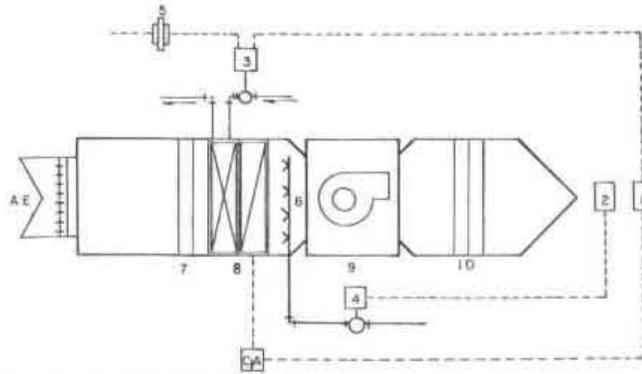
Con serpentín de expansión directa, serpentín de calefacción por vapor y humidificación con vapor (5 toneladas de refrigeración como mínimo)

SIMBOLOGÍA

- | | |
|--|---------------------------|
| 1 Termostato modulante de cuarto con un paso para refrigeración | 9 Línea de líquido |
| 2 Humidostato de dos posiciones para cuarto | 10 Sección de mezclas |
| 3 Válvula motorizante con resorte contra falla de corriente de dos vías para vapor | 11 Sección de filtros |
| 4 Válvula solenoide para vapor | 12 Sección de serpentines |
| 5 Transformador | 13 Sección de ventilador |
| 6 Humidificador | AE Aire Exterior |
| 7 Válvula solenoide para refrigerante | AR Aire de Retorno |
| 8 Línea de succión | |

(https://www.obras.unam.mx/pagina/docs/normatividad/proyectos_de_ingenieria/AA/ai_ct014.pdf)

Diagrama 15



UNIDAD MANEJADORA TIPO UNIZONA

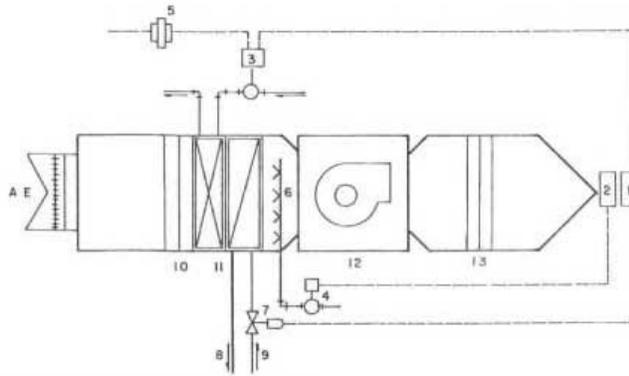
Con serpentín de expansión directa, serpentín de calefacción por vapor y humidificación con vapor y 100% de aire exterior (5 toneladas de refrigeración como mínimo)

SIMBOLOGÍA

- | | |
|---|-------------------------------|
| 1 Termostato modulante de cuarto con un paso para refrigeración | 9 Sección de ventilador |
| 2 Humidostato de dos posiciones para cuarto | 10 Sección de filtros finales |
| 3 Válvula motorizada modulante con resorte contra falla de corriente de dos vías para vapor | CA Contactor Auxiliar Unidad |
| 4 Válvula solenoide para vapor | Condensadora |
| 5 Transformador | AE Aire Exterior |
| 6 Humidificador | |
| 7 Sección de prefiltro | |
| 8 Sección de serpentines | |

(https://www.obras.unam.mx/pagina/docs/normatividad/proyectos_de_ingenieria/AA/ai_ct015.pdf)

Diagrama 16



UNIDAD MANEJADORA TIPO UNIZONA

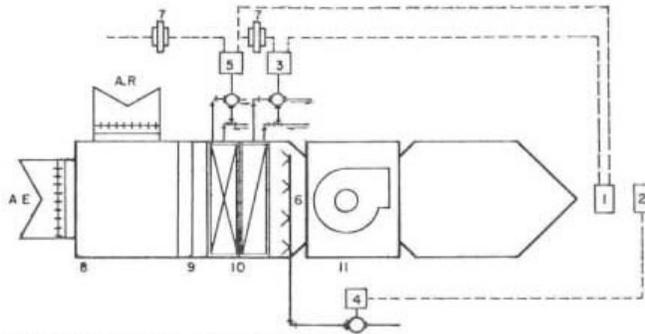
Con serpentín de expansión directa, serpentín de calefacción por vapor y humidificación con vapor y 100% de aire exterior (5 toneladas de refrigeración como mínimo)

SIMBOLOGÍA

- | | | | |
|---|---|----|----------------------------|
| 1 | Termostato modulante de cuarto con un paso para refrigeración | 9 | Línea de líquido |
| 2 | Humidostato de dos posiciones para cuarto | 10 | Sección de prefiltros |
| 3 | Válvula motorizada modulante con resorte contra falla de corriente de dos vías para vapor | 11 | Sección de serpentines |
| 4 | Válvula solenoide para vapor | 12 | Sección de ventilador |
| 5 | Transformador | 13 | Sección de filtros finales |
| 6 | Humidificador | AE | Aire Exterior |
| 7 | Válvula solenoide | | |
| 8 | Línea de succión | | |

(https://www.obras.unam.mx/pagina/docs/normatividad/proyectos_de_ingenieria/AA/ai_ct016.pdf)

Diagrama 17



UNIDAD MANEJADORA TIPO UNIZONA

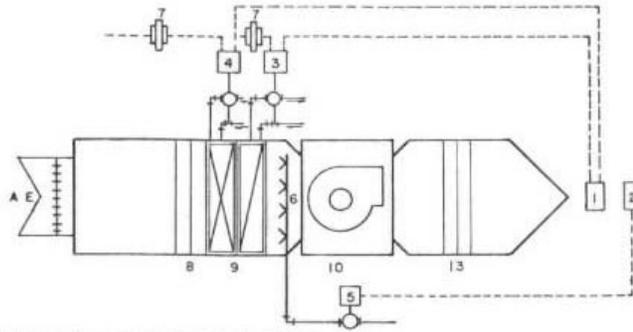
Con serpentín de agua refrigerada, serpentín de calefacción por agua caliente y humidificación con vapor

SIMBOLOGÍA

- | | | | |
|---|---|----|------------------------|
| 1 | Termostato modulante con doble potenciómetro para cuarto | 9 | Sección de filtros |
| 2 | Humidostato de dos posiciones para cuarto | 10 | Sección de serpentines |
| 3 | Válvula motorizada modulante de tres vías para agua refrigerada | 11 | Sección de ventilador |
| 4 | Válvula solenoide para vapor | AE | Aire Exterior |
| 5 | Válvula motorizada modulante de tres vías para agua caliente | AR | Aire de Retorno |
| 6 | Humidificador | | |
| 7 | Transformador | | |
| 8 | Sección de mezclas | | |

(https://www.obras.unam.mx/pagina/docs/normatividad/proyectos_de_ingenieria/AA/ai_ct017.pdf)

Diagrama 18



UNIDAD MANEJADORA TIPO UNIZONA

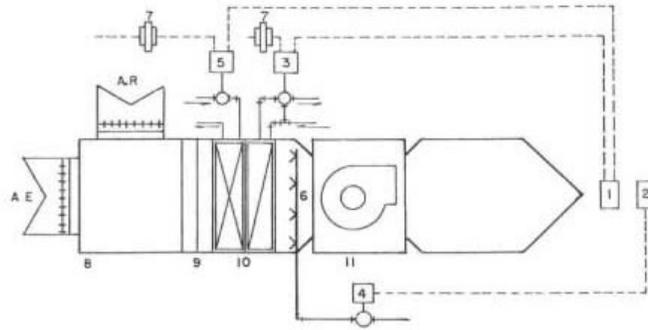
Con serpentín de agua refrigerada, serpentín de calefacción por agua caliente y humidificación con vapor y 100% de aire exterior

SIMBOLOGÍA

- | | |
|---|-------------------------------|
| 1 Termostato modulante con doble potenciómetro para cuarto | 8 Sección de prefiltros |
| 2 Humidostato de dos posiciones para cuarto | 9 Sección de serpentines |
| 3 Válvula motorizada modulante de tres vías para agua refrigerada | 10 Sección de ventilador |
| 4 Válvula motorizada modulante de tres vías para agua caliente | 11 Sección de filtros finales |
| 5 Válvula solenoide de dos vías para vapor | AE Aire Exterior |
| 6 Humidificador | |
| 7 Transformador | |

(https://www.obras.unam.mx/pagina/docs/normatividad/proyectos_de_ingenieria/AA/ai_ct018.pdf)

Diagrama 19



UNIDAD MANEJADORA TIPO UNIZONA

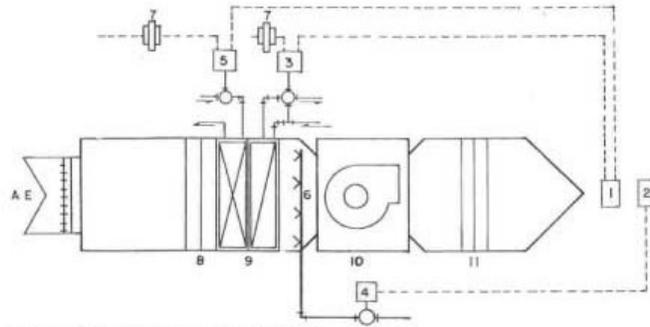
Con serpentín de agua refrigerada, serpentín de calefacción por Vapor y humidificación con vapor

SIMBOLOGÍA

- | | | | |
|---|--|----|------------------------|
| 1 | Termostato modulante con doble potenciómetro para cuarto | 8 | Sección de mezclas |
| 2 | Humidostato de dos posiciones para cuarto | 9 | Sección de filtros |
| 3 | Válvula motorizada modulante de tres vías para agua refrigerada | 10 | Sección de serpentines |
| 4 | Válvula solenoide para vapor | 11 | Sección de ventilador |
| 5 | Válvula modulante con resorte contra falla de corriente de dos vías para vapor | AE | Aire Exterior |
| 6 | Humidificador | AR | Aire de Retorno |
| 7 | Transformador | | |

(https://www.obras.unam.mx/pagina/docs/normatividad/proyectos_de_ingenieria/AA/ai_ct019.pdf)

Diagrama 20



UNIDAD MANEJADORA TIPO UNIZONA

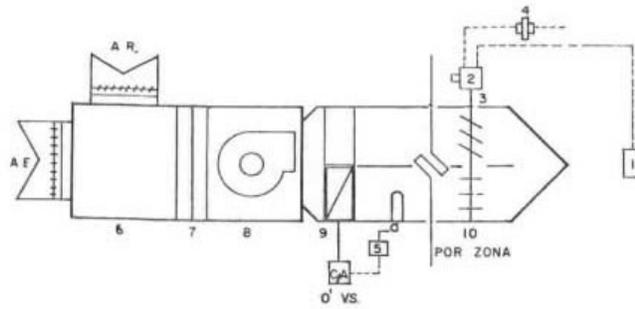
Con serpentín de agua refrigerada, serpentín de calefacción por vapor, humidificación con vapor y 100% de aire exterior

SIMBOLOGÍA

- | | | | |
|---|---|----|----------------------------|
| 1 | Termostato modulante con doble potenciómetro para cuarto | 8 | Sección de prefiltros |
| 2 | Humidostato de dos posiciones para cuarto | 9 | Sección de serpentines |
| 3 | Válvula motorizada modulante de tres vías para agua refrigerada | 10 | Sección de ventilador |
| 4 | Válvula solenoide para vapor | 11 | Sección de filtros finales |
| 5 | Válvula motorizada modulante con resorte contra falla de corriente de dos vías para vapor | | AE Aire Exterior |
| 6 | Humidificador | | |
| 7 | Transformador | | |

(https://www.obras.unam.mx/pagina/docs/normatividad/proyectos_de_ingenieria/AA/ai_ct020.pdf)

Diagrama 21



UNIDAD MANEJADORA TIPO MULTIZONA

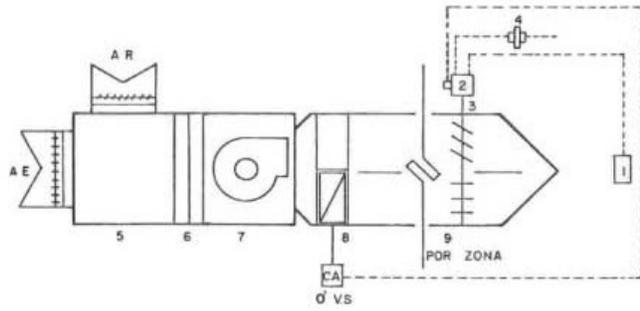
Con serpentín de expansión directa (cuatro zonas como mínimo)

SIMBOLOGÍA

- | | | | |
|---|---|----|--|
| 1 | Termostato modulante de cuarto | 9 | Sección de serpentín |
| 2 | Motor modulante para compuerta | 10 | Sección de compuertas |
| 3 | Juego de accesorios para compuerta | CA | Contactador Auxiliar unidad Condensadora |
| 4 | Transformador | AE | Aire Exterior |
| 5 | Control de temperatura de bulbo remoto con un paso para refrigeración | AR | Aire de Retorno |
| 6 | Sección de mezclas | VS | Válvula solenoide |
| 7 | Sección de filtros | | |
| 8 | Sección de ventilador | | |

(https://www.obras.unam.mx/pagina/docs/normatividad/proyectos_de_ingenieria/AA/ai_ct021.pdf)

Diagrama 22



UNIDAD MANEJADORA TIPO MULTIZONA

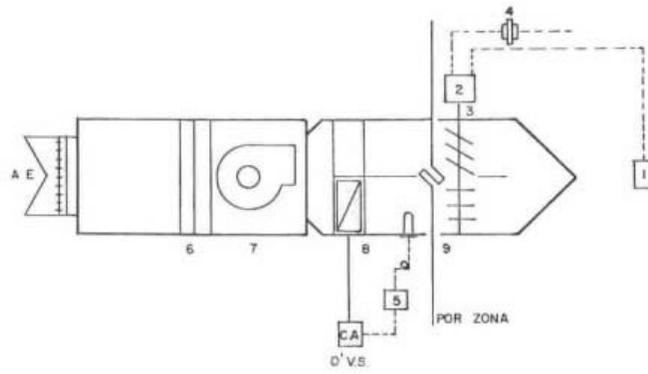
Con serpentín de expansión directa (tres zonas como máximo)

SIMBOLOGÍA

1	Termostato modulante de cuarto	CA	Contacto Auxiliar Unidad Condensadora
2	Motor modulante para compuerta con interruptor auxiliar 1 P 2 T	AE	Aire exterior
3	Juego de accesorios para compuerta	AR	Aire de retorno
4	Transformador	VS	Válvula solenoide
5	Sección de mezclas		
6	Sección de filtros		
7	Sección de ventilador		
8	Sección de serpentines		
9	Sección de compuertas		

(https://www.obras.unam.mx/pagina/docs/normatividad/proyectos_de_ingenieria/AA/ai_ct022.pdf)

Diagrama 23



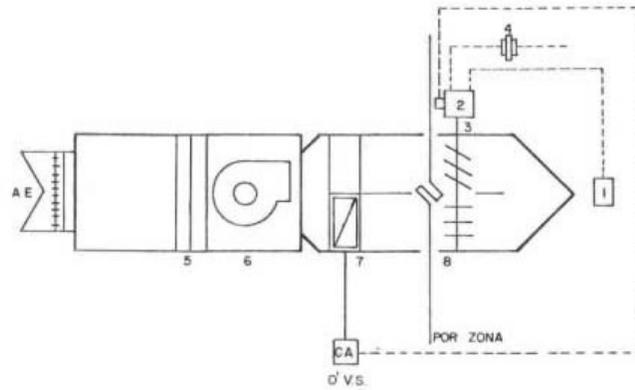
UNIDAD MANEJADORA TIPO MULTIZONA
 Con serpentín de expansión directa, 100% de aire exterior
 (cuatro zonas como mínimo)

SIMBOLOGÍA

- | | | | |
|---|---|----|--|
| 1 | Termostato modulante de cuarto | 9 | Sección de compuertas |
| 2 | Motor modulante para compuerta | CA | Contactor Auxiliar Unidad Condensadora |
| 3 | Juego de accesorios para compuerta | AE | Aire Exterior |
| 4 | Transformador | VS | Válvula solenoide |
| 5 | Control de temperatura de bulbo remoto con un paso para refrigeración | | |
| 6 | Sección de filtros | | |
| 7 | Sección de ventilador | | |
| 8 | Sección de serpentines | | |

(https://www.obras.unam.mx/pagina/docs/normatividad/proyectos_de_ingenieria/AA/ai_ct023.pdf)

Diagrama 24



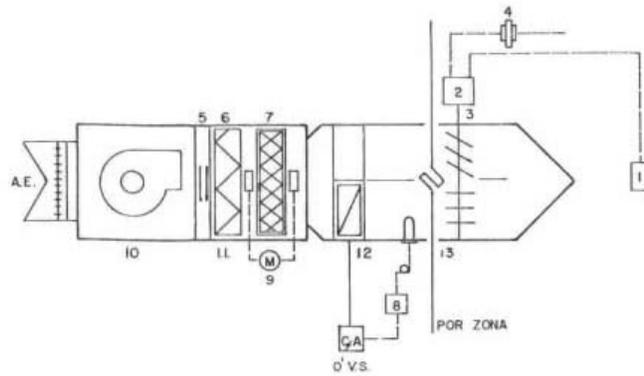
UNIDAD MANEJADORA TIPO MULTIZONA
 Con serpentín de expansión directa, 100% de aire exterior
 (tres zonas como máximo)

SIMBOLOGÍA

- | | | |
|---|---|---|
| 1 | Termostato modulante de cuarto | CA Contactor Auxiliar Unidad Condensadora |
| 2 | Motor modulante para compuerta con interruptor auxiliar 1P 2T | AE Aire Exterior |
| 3 | Juego de accesorios para compuerta | VS Válvula solenoide |
| 4 | Transformador | |
| 5 | Sección de filtros | |
| 6 | Sección de ventilador | |
| 7 | Sección de serpentines | |
| 8 | Sección de compuertas | |

(https://www.obras.unam.mx/pagina/docs/normatividad/proyectos_de_ingenieria/AA/ai_ct024.pdf)

Diagrama 25



UNIDAD MANEJADORA TIPO MULTIZONA

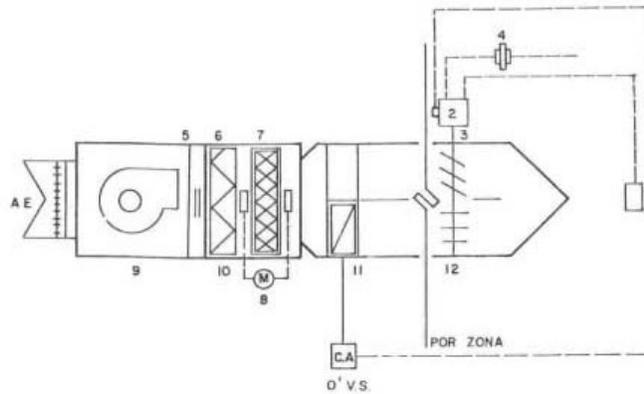
Con serpentín de expansión directa, 100% de aire exterior y
Filtrado absoluto (cuatro zonas como mínimo)

SIMBOLOGÍA

1	Termostato modulante de cuarto	9	Manómetro diferencial
2	Motor modulante para compuerta	10	Sección de ventilador
3	Juego de accesorios para compuerta	11	Sección de filtros
4	Transformador	12	Sección de serpentines
5	Filtros metálicos	13	Sección de compuertas
6	Filtros tipo bolsa	CA	Contactador Auxiliar Unidad Condensadora
7	Filtros absolutos	AE	Aire Exterior
8	Control de temperatura de bulbo remoto con un paso para refrigeración	VS	Válvula Solenoide

(https://www.obras.unam.mx/pagina/docs/normatividad/proyectos_de_ingenieria/AA/ai_ct025.pdf)

Diagrama 26



UNIDAD MANEJADORA TIPO MULTIZONA

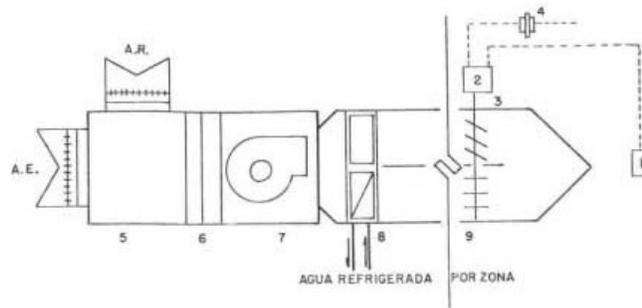
Con serpentín de expansión directa, 100% de aire exterior y Filtrado absoluto (tres zonas como máximo)

SIMBOLOGÍA

- | | | | |
|---|---|----|--|
| 1 | Termostato modulante de cuarto | 9 | Sección de filtros |
| 2 | Motor modulante para compuerta con interruptor auxiliar 1P 2T | 10 | Sección de serpentines |
| 3 | Juego de accesorios para compuerta | 11 | Sección de compuertas |
| 4 | Transformador | CA | Contactor Auxiliar Unidad Condensadora |
| 5 | Filtros metálicos | AE | Aire Exterior |
| 6 | Filtros tipo bolsa | VS | Válvula Solenoide |
| 7 | Filtros absolutos | | |
| 8 | Manómetro diferencial | | |
| 9 | Sección de ventilador | | |

(https://www.obras.unam.mx/pagina/docs/normatividad/proyectos_de_ingenieria/AA/ai_ct026.pdf)

Diagrama 27



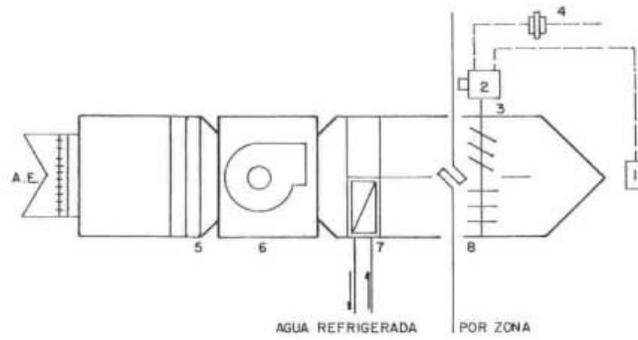
UNIDAD MANEJADORA TIPO MULTIZONA
Con serpentín de agua refrigerada

SIMBOLOGÍA

- | | | |
|---|-------------------------------------|--------------------|
| 1 | Termostato modulante de cuarto | AE Aire Exterior |
| | | AR Aire de Retorno |
| 2 | Motor modulante para compuerta | |
| 3 | Juego de accesorios para compuertas | |
| 4 | Transformador | |
| 5 | Sección de mezclas | |
| 6 | Sección de filtros | |
| 7 | Sección de ventilador | |
| 8 | Sección de serpentines | |
| 9 | Sección de compuertas | |

(https://www.obras.unam.mx/pagina/docs/normatividad/proyectos_de_ingenieria/AA/ai_ct027.pdf)

Diagrama 28



UNIDAD MANEJADORA TIPO MULTIZONA

Con serpentín de agua refrigerada, 100% de aire exterior

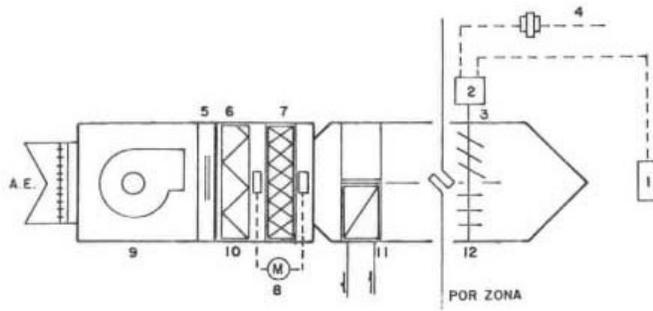
SIMBOLOGÍA

- 1 Termostato modulante de cuarto
- 2 Motor modulante para compuerta
- 3 Juego de accesorios para compuerta
- 4 Transformador
- 5 Sección de filtros
- 6 Sección de ventilador
- 7 Sección de serpentines
- 8 Sección de compuertas

AE Aire Exterior

(https://www.obras.unam.mx/pagina/docs/normatividad/proyectos_de_ingenieria/AA/ai_ct028.pdf)

Diagrama 29



UNIDAD MANEJADORA TIPO MULTIZONA

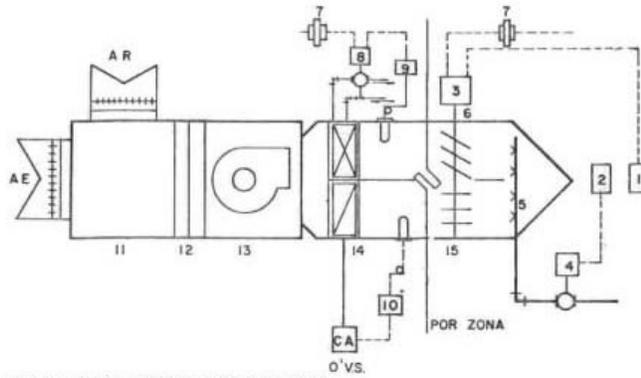
Con serpentín de agua refrigerada, 100% de aire exterior y filtrado absoluto

SIMBOLOGÍA

- | | | | |
|----|------------------------------------|----|------------------------|
| 1 | Termostato modulante de cuarto | 11 | Sección de serpentines |
| 2 | Motor modulante para compuerta | 12 | Sección de compuertas |
| 3 | Juego de accesorios para compuerta | | |
| 4 | Transformador | | |
| 5 | Filtros metálicos | | |
| 6 | Filtros tipo bolsa | | |
| 7 | Filtros absolutos | | |
| 8 | Manómetro diferencial | | |
| 9 | Sección ventilador | | |
| 10 | Sección de filtros | | |
- AE Aire Exterior**

(https://www.obras.unam.mx/pagina/docs/normatividad/proyectos_de_ingenieria/AA/ai_ct029.pdf)

Diagrama 30



UNIDAD MANEJADORA TIPO MULTIZONA

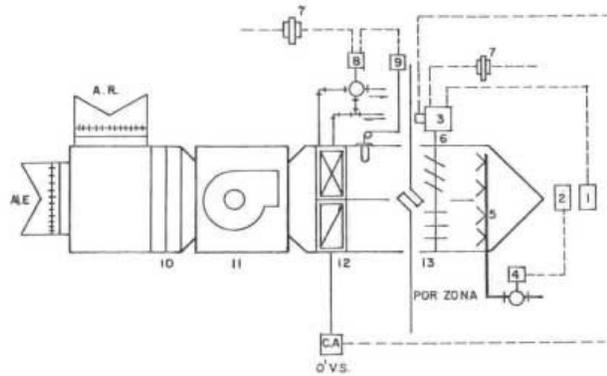
Con serpentín de expansión directa, serpentín de calefacción por agua caliente y humidificación con vapor (cuatro zonas como mínimo)

SIMBOLOGÍA

1	Termostato modulante de cuarto	9	Control de temperatura modulante de bulbo remoto	CA	Contactar Auxiliar Unidad Condensador
2	Humidostato de dos posiciones de cuarto	10	Control de temperatura de bulbo remoto con un paso para refrigeración	a	Aire Exterior
3	Motor modulante para compuerta	11	Sección de mezclas	AR	Aire de Retorno
4	Válvula solenoide para vapor	12	Sección de filtros	VS	Válvula
5	Humidificador	13	Sección de ventilador		
6	Juego de accesorios para compuerta	14	Sección de serpentines		
7	Transformador	15	Sección de compuertas		
8	Válvula motorizada modulante de tres vías para agua				

(https://www.obras.unam.mx/pagina/docs/normatividad/proyectos_de_ingenieria/AA/ai_ct030.pdf)

Diagrama 31



UNIDAD MANEJADORA TIPO MULTIZONA

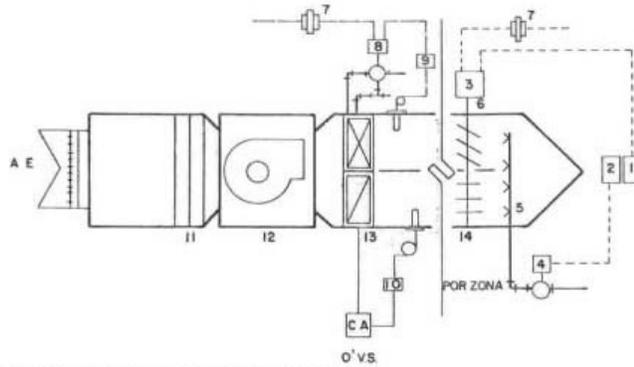
Con serpentín de directa, serpentín de calefacción por agua caliente, humidificación con vapor (tres zonas como máximo)

SIMBOLOGÍA

1	Termostato modulante de cuarto	8	Control de temperatura modulante para bulbo remoto
2	Humidostato de dos posiciones de cuarto	9	Sección de filtros
3	Motor modulante para compuerta con interruptor auxiliar 1P 2T	10	Sección de ventilador
4	Válvula solenoide para vapor	11	Sección de serpentines
5	Humidificador	12	Sección de compuertas
6	Juego de accesorios para compuerta	CA	Contactor Auxiliar Unidad Condensadora
7	Transformador	AE	Aire Exterior
8	Válvula motorizada modulante de tres vías para agua caliente	AR	Aire de Retorno
		VS	Válvula Solenoide

(https://www.obras.unam.mx/pagina/docs/normatividad/proyectos_de_ingenieria/AA/ai_ct031.pdf)

Diagrama 32



UNIDAD MANEJADORA TIPO MULTIZONA

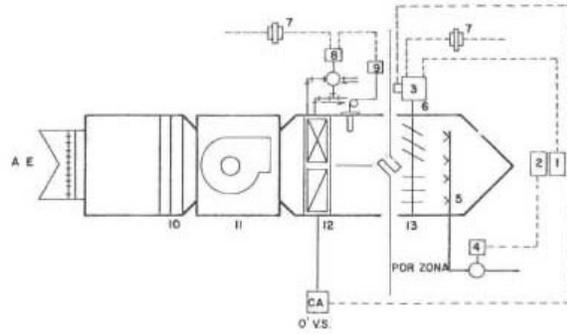
Con serpentín de expansión directa, serpentín de calefacción por agua caliente, humidificación con vapor y 100% aire exterior (cuatro zonas como mínimo)

SIMBOLOGÍA

1 Termostato modulante de cuarto	8 Control de temperatura modulante de bulbo remoto	CA Contactor Auxiliar Unidad Condensadora
2 Humidostato de dos posiciones de cuarto	9 Control de temperatura de bulbo remoto con un paso para refrigeración	AE Aire Exterior
3 Motor modulante para compuerta	10 Sección de filtros	VS Válvula Solenoide
4 Válvula solenoide	11 Sección de ventilador	
5 Humidificador	12 Sección de serpentines	
6 Juego de accesorios para compuerta	13 Sección de compuertas	
7 Transformador		
8 Válvula motorizada modulante de tres vías para agua		

(https://www.obras.unam.mx/pagina/docs/normatividad/proyectos_de_ingenieria/AA/ai_ct032.pdf)

Diagrama 33



UNIDAD MANEJADORA TIPO MULTIZONA

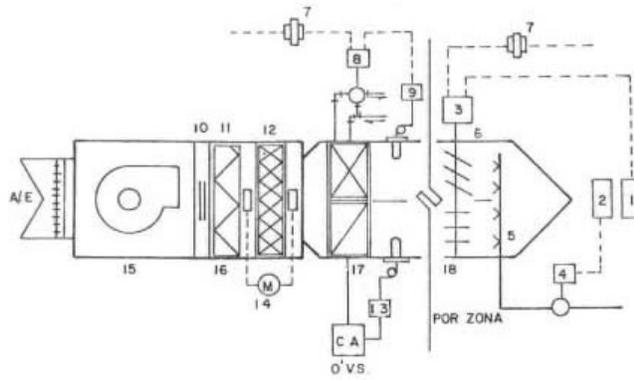
Con serpentín de expansión directa, serpentín de calefacción por agua caliente, humidificación con vapor y 100% aire exterior (tres zonas como máximo)

SIMBOLOGÍA

1	Termostato modulante de cuarto	8	Control de temperatura modulante de bulbo remoto
2	Humidostato de dos posiciones de cuarto	9	Sección de filtros
3	Motor modulante para compuerta con interruptor auxiliar 1P 2T	10	Sección de ventilador
4	Válvula solenoide	11	Sección de serpentines
5	Humidificador	12	Sección de compuertas
6	Juego de accesorios para compuerta	CA	Contactor Auxiliar Unidad Condensadora
7	Transformador	AE	Aire Exterior
8	Válvula motorizada modulante de tres vías para agua	VS	Válvula Solenoide

(https://www.obras.unam.mx/pagina/docs/normatividad/proyectos_de_ingenieria/AA/ai_ct033.pdf)

Diagrama 34



UNIDAD MANEJADORA TIPO MULTIZONA

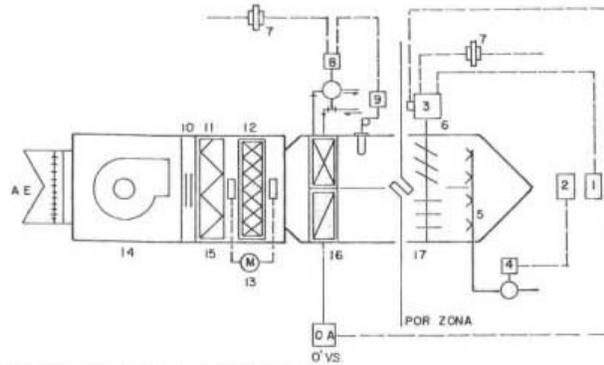
Con serpentín de expansión directa, serpentín de calefacción por agua caliente, humidificación con vapor, 100% aire exterior y filtrado absoluto (cuatro zonas como mínimo)

SIMBOLOGÍA

1 Termostato modulante de cuarto	8 Control de temperatura modulante de bulbo remoto	16 Sección de serpentines
2 Humidostato de dos posiciones de cuarto	9 Filtro metálico	17 Sección de compuertas
3 Motor modulante para compuerta	10 Filtros tipo bolsa	CA Contactor Auxiliar Unidad Condensadora
4 Válvula solenoide	11 Filtros absolutos	AE Aire Exterior
5 Humidificador	12 Control de temperatura de bulbo remoto con un paso para refrigeración	VS Válvula Solenoide
6 Juego de accesorios para compuerta	13 Manómetro diferencial	
7 Transformador	14 Sección de ventilador	
8 Válvula motorizada de tres vías para agua	15 Sección de filtros	

(https://www.obras.unam.mx/pagina/docs/normatividad/proyectos_de_ingenieria/AA/ai_ct034.pdf)

Diagrama 35



UNIDAD MANEJADORA TIPO MULTIZONA

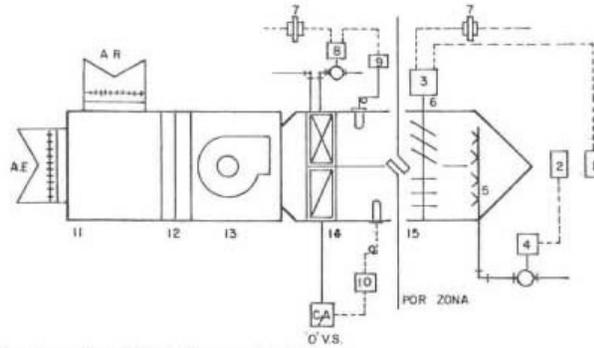
Con serpentín de expansión directa, serpentín de calefacción por agua caliente, humidificación con vapor, 100% aire exterior y filtrado absoluto (tres zonas como máximo)

SIMBOLOGÍA

1 Termostato modulante de cuarto	9 Control de temperatura modulante con bulbo remoto	CA Contactor Auxiliar Unidad Condensadora
2 Humidostato de dos posiciones de cuarto	10 Filtros metálicos	AE Aire Exterior
3 Motor modulante para compuerta con interruptor auxiliar 1P 2T	11 Filtros tipo bolsa	VS Válvula Solenoide
4 Válvula solenoide para vapor	12 Filtros absolutos	
5 Humidificador	13 Manómetro diferencial	
6 Juego de accesorios para compuerta	14 Sección de ventilador	
7 Transformador	15 Sección de filtros	
8 Válvula motorizada modulante de tres vías para agua	16 Sección de serpentines	
	17 Sección de compuertas	

(https://www.obras.unam.mx/pagina/docs/normatividad/proyectos_de_ingenieria/AA/ai_ct035.pdf)

Diagrama 36



UNIDAD MANEJADORA TIPO MULTIZONA

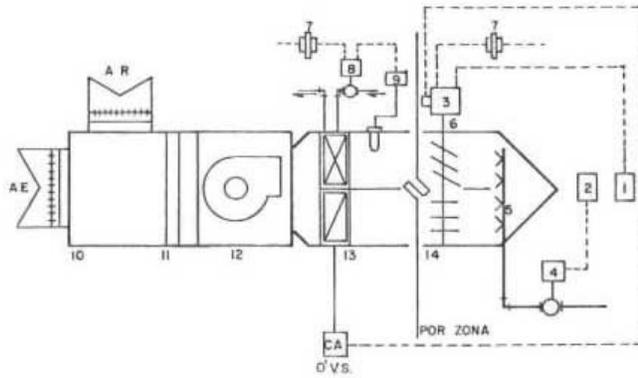
Con serpentín de expansión directa, serpentín de calefacción, por vapor y humidificación con vapor (cuatro zonas como mínimo)

SIMBOLOGÍA

1	Termostato modulante de cuarto	9	Control de temperatura modulante de bulbo remoto	CA	Contactador Auxiliar
2	Humidostato de dos posiciones de cuarto	10	Control de temperatura de bulbo remoto con un paso para refrigeración	Unidad	Condensador
3	Motor modulante para compuerta	11	Sección de mezclas	a	Aire Exterior
4	Válvula solenoide para vapor	12	Sección de filtros	AR	Aire de Retorno
5	Humidificador	13	Sección de ventilador	VS	Válvula Solenoide
6	Juego de accesorios para compuerta	14	Sección de serpentines		
7	Transformador	15	Sección de compuertas		
8	Válvula motorizada modulante con resorte contra falla de corriente de dos vías para vapor				

(https://www.obras.unam.mx/pagina/docs/normatividad/proyectos_de_ingenieria/AA/ai_ct036.pdf)

Diagrama 37



UNIDAD MANEJADORA TIPO MULTIZONA

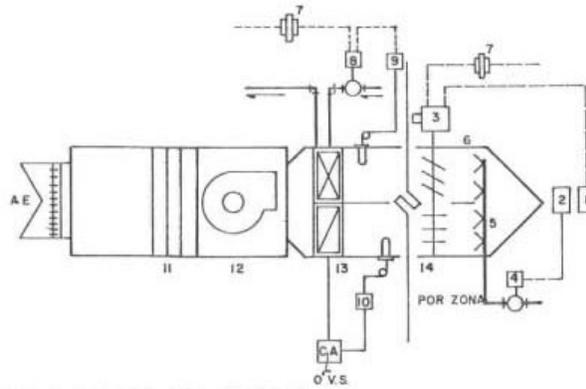
Con serpentín de expansión directa, serpentín de calefacción por vapor y humidificación con vapor (tres zonas como máximo)

SIMBOLOGÍA

1	Termostato modulante de cuarto	8	Válvula motorizada modulante con resorte contra falla de corriente de dos vías para vapor	CA	Contactor Auxiliar Unidad Condensadora
2	Humidostato de dos posiciones de cuarto	9	Control de temperatura modulante de bulbo remoto	AE	Aire Exterior
3	Motor modulante para compuerta con interruptor auxiliar 1P 2 T			AR	Aire de Retorno
4	Válvula solenoide para vapor	10	Sección de mezclas	VS	Válvula Solenoide
5	Humidificador	11	Sección de filtros		
6	Juego de accesorios para compuerta	12	Sección de ventilador		
7	Transformador	13	Sección de serpentines		
		14	Sección de compuertas		

(https://www.obras.unam.mx/pagina/docs/normatividad/proyectos_de_ingenieria/AA/ai_ct037.pdf)

Diagrama 38



UNIDAD MANEJADORA TIPO MULTIZONA

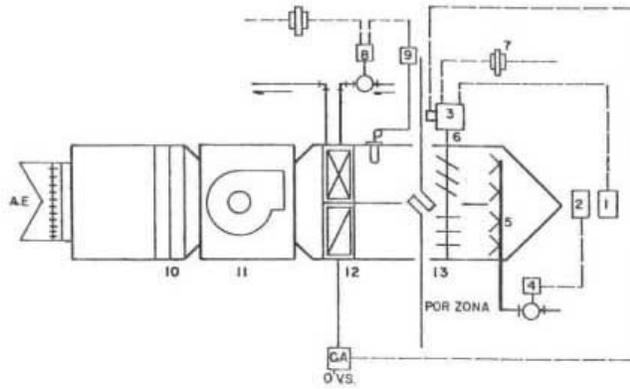
Con serpentín de expansión directa, serpentín de calefacción por vapor, humidificación con vapor y 100% aire exterior (cuatro zonas como mínimo)

SIMBOLOGÍA

1	Termostato modulante de cuarto	8	Control de temperatura modulante de bulbo remoto	CA	Contactor Auxiliar Unidad Condensad
2	Humidostato de dos posiciones de cuarto	9	Control de temperatura de bulbo remoto con un paso para refrigeración	ora	
3	Motor modulante para compuerta	10	Sección de filtros	AE	Aire Exterior
4	Válvula solenoide para vapor	11	Sección de ventilador	VS	Válvula
5	Humidificador	12	Sección de serpentines		
6	Juego de accesorios para compuerta	13	Sección de compuertas		
7	Transformador				
8	Válvula motorizada modulante con resorte contra falla de corriente de dos vías para vapor				

(https://www.obras.unam.mx/pagina/docs/normatividad/proyectos_de_ingenieria/AA/ai_ct038.pdf)

Diagrama 39



UNIDAD MANEJADORA TIPO MULTIZONA

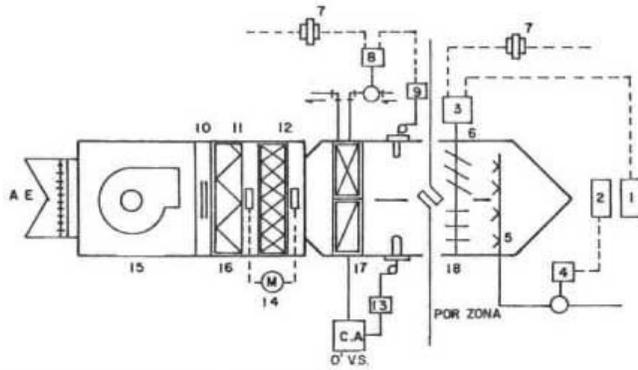
Con serpentín de expansión directa, serpentín de calefacción por vapor, humidificación con vapor y 100% aire exterior (tres zonas como máximo)

SIMBOLOGÍA

1	Termostato modulante de cuarto	8	Válvula motorizada modulante con resorte contra falla de corriente de dos vías para vapor	CA	Contactor Auxiliar Unidad Condensadora
2	Humidostato de dos posiciones de cuarto	9	Control de temperatura modulante de bulbo remoto	AE	Aire Exterior
3	Motor modulante para compuerta con interruptor auxiliar 1P 2T	10	Sección de filtros	VS	Válvula
4	Válvula solenoide para vapor	11	Sección de ventilador		
5	Humidificador	12	Sección de serpentines		
6	Juego de accesorios para compuerta	13	Sección de compuertas		
7	Transformador				

(https://www.obras.unam.mx/pagina/docs/normatividad/proyectos_de_ingenieria/AA/ai_ct039.pdf)

Diagrama 40



UNIDAD MANEJADORA TIPO MULTIZONA

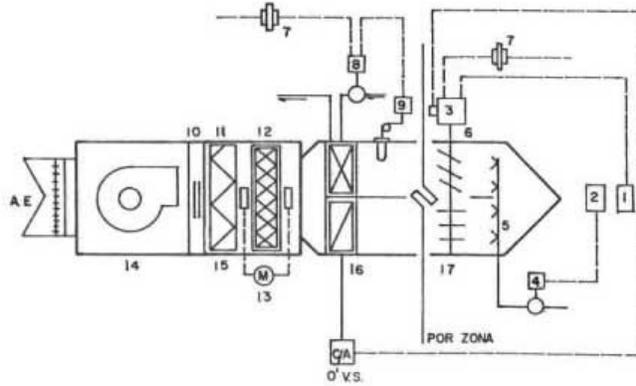
Con serpentín de expansión directa, serpentín de calefacción
 Por vapor, humidificación con vapor, 100% de aire exterior y
 Filtrado absoluto (cuatro zonas como mínimo)

SIMBOLOGÍA

- | | | |
|---|--|--|
| 1 Termostato modulante de cuarto | 9 Control de temperatura modulante de bulbo remoto | 17 Sección de serpentines |
| 2 Humidostato de dos posiciones de cuarto | 10 Filtros metálicos | 18 Sección de compuertas |
| 3 Motor modulante para compuerta | 11 Filtros tipo bolsa | AE Aire exterior |
| 4 Válvula solenoide para vapor | 12 Filtros absolutos | CA Contador auxiliar unidad condensadora |
| 5 Humidificador | 13 Control de temperatura de bulbo remoto con un paso para refrigeración | VS Válvula Solenoide |
| 6 Juego de accesorios para compuerta | 14 Manómetro diferencial | |
| 7 Transformador | 15 Sección de ventilador | |
| 8 Válvula motorizada modulante con resorte contra falla de corriente de dos vías para vapor | 16 Sección de filtros | |

(https://www.obras.unam.mx/pagina/docs/normatividad/proyectos_de_ingenieria/AA/ai_ct040.pdf)

Diagrama 41



UNIDAD MANEJADORA TIPO MULTIZONA

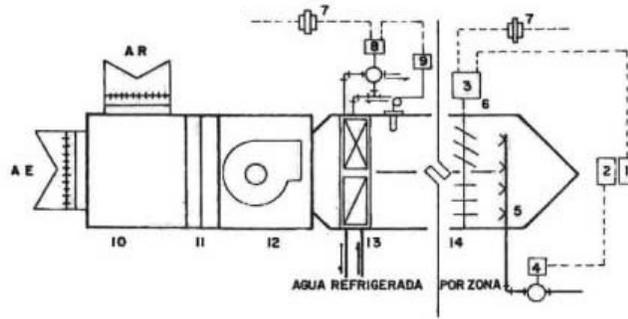
Con serpentín de expansión directa, serpentín de calefacción por vapor, humidificación con vapor, 100% aire exterior y filtrado absoluto (tres zonas como máximo)

SIMBOLOGÍA

1	Termostato modulante de cuarto	resorte contra falla de corriente de dos vías para vapor	16	Sección de aspersores	
2	Humidostato de dos posiciones de cuarto	9	Control de temperatura modulante de bulbo remoto	17	Sección de compuertas
3	Motor modulante para compuerta con interruptor auxiliar 1P 2T	10	Filtro metálico	CA	Contactor Auxiliar Unidad Condensadora
4	Válvula solenoide para vapor	11	Filtro tipo bolsa	AE	Aire Exterior
5	Humidificador	12	Filtros absolutos	VS	Válvula Solenoide
6	Juego de accesorios para compuerta	13	Manómetro diferencial		
7	Transformador	14	Sección de ventilador		
8	Válvula solenoide modulante con	15	Sección de filtros		

(https://www.obras.unam.mx/pagina/docs/normatividad/proyectos_de_ingenieria/AA/ai_ct041.pdf)

Diagrama 42



UNIDAD MANEJADORA TIPO MULTIZONA

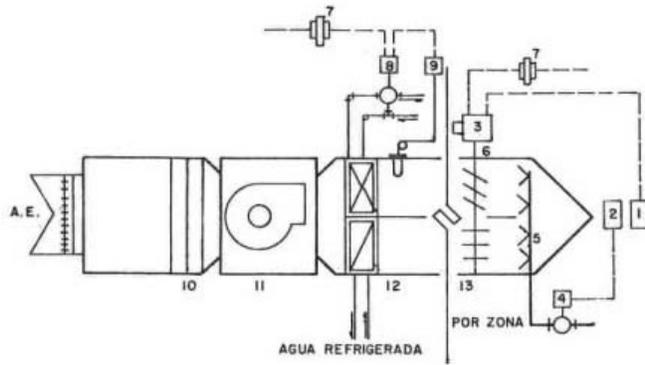
Con serpentín de agua refrigerada, serpentín de calefacción por agua caliente y humidificación con vapor

SIMBOLOGÍA

- | | |
|---|--|
| 1 Termostato modulante de cuarto de cuarto | 9 Control de temperatura modulante de bulbo remoto |
| 2 Humidostato de dos posiciones de cuarto | 10 Sección de mezclas |
| 3 Motor modulante para compuerta | 11 Sección de filtros |
| 4 Válvula solenoide para vapor | 12 Sección de ventilador |
| 5 Humidificador | 13 Sección de serpentines |
| 6 Juego de accesorios para compuerta | 14 Sección de compuertas |
| 7 Transformador | AE Aire Exterior |
| 8 Válvula motorizada modulante de tres vías para agua | AR Aire de Retorno |

(https://www.obras.unam.mx/pagina/docs/normatividad/proyectos_de_ingenieria/AA/ai_ct042.pdf)

Diagrama 43



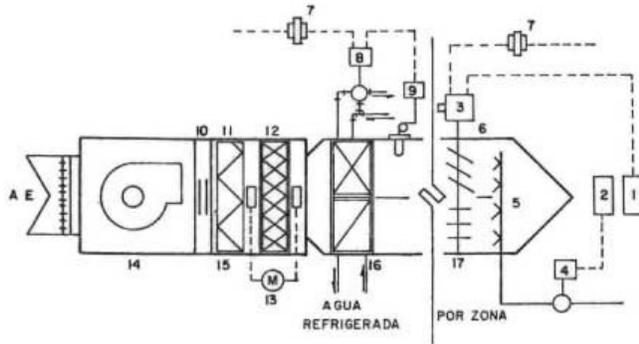
UNIDAD MANEJADORA TIPO MULTIZONA
 Con serpentín de agua refrigerada, serpentín de calefacción por
 Agua caliente, humidificación con vapor y 100% aire exterior

SIMBOLOGÍA

- | | |
|---|--|
| 1 Termostato modulante de cuarto | 9 Control de temperatura modulante de bulbo remoto |
| 2 Humidostato de dos posiciones de cuarto | 10 sección de filtros |
| 3 Motor modulante para compuerta | 11 Sección de ventilador |
| 4 Válvula solenoide para vapor | 12 Sección de serpentines |
| 5 Humidificador | 13 Sección de compuertas |
| 6 Juego de accesorios para compuerta | AE Aire Exterior |
| 7 Transformador | |
| 8 Válvula motorizada modulante de tres vías para agua | |

(https://www.obras.unam.mx/pagina/docs/normatividad/proyectos_de_ingenieria/AA/ai_ct043.pdf)

Diagrama 44



UNIDAD MANEJADORA TIPO MULTIZONA

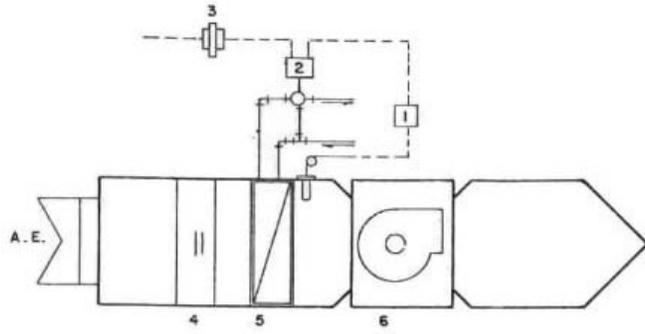
Con serpentín de agua refrigerada, serpentín de calefacción por Agua caliente, humidificación con vapor, 100% aire exterior y Filtrado absoluto

SIMBOLOGÍA

1	Termostato modulante de cuarto	9	Control de Temperatura modulante
2	Humidostato de dos posiciones de cuarto	10	Filtros metálicos
3	Motor modulante para compuerta	11	Filtros tipo bolsa
4	Válvula solenoide para vapor	12	Filtros absolutos
5	Humidificador	13	Manómetro diferencial
6	Juego de accesorios para compuerta	14	Sección de ventilador
7	Transformador	15	Sección de filtros
8	Válvula motorizada modulante de tres vías para agua	16	Sección de serpentines
		17	Sección de compuertas
		AE	Aire exterior

(https://www.obras.unam.mx/pagina/docs/normatividad/proyectos_de_ingenieria/AA/ai_ct044.pdf)

Diagrama 45



UNIDAD MANEJADORA TIPO UNIZONA
 Para aire primario con serpentín de agua refrigerada

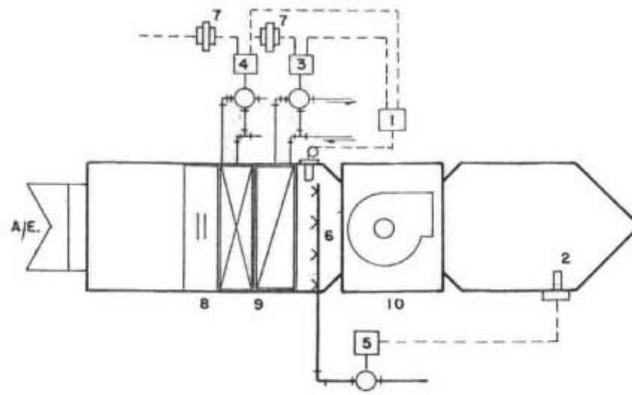
SIMBOLOGÍA

- 1 Control de temperatura modulante de bulbo remoto
- 2 Válvula motorizada modulante de tres vías para agua
- 3 Transformador
- 4 Sección de filtros
- 5 Sección de serpentines
- 6 Sección de ventilador

AE Aire Exterior

(https://www.obras.unam.mx/pagina/docs/normatividad/proyectos_de_ingenieria/AA/ai_ct045.pdf)

Diagrama 46



UNIDAD MANEJADORA TIPO UNÍSONA

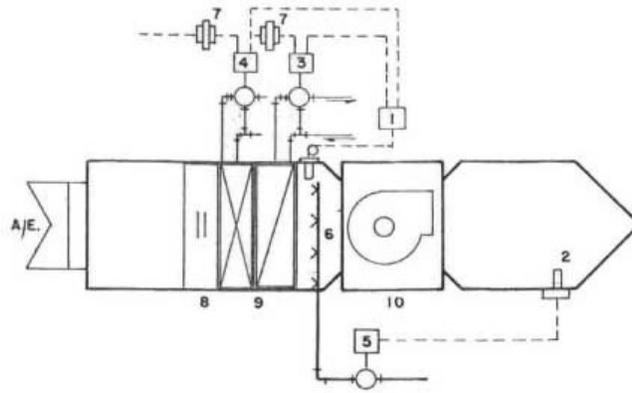
Para aire primario con serpentín de agua refrigerada, serpentín
De calefacción por agua caliente y humidificación con vapor.

SIMBOLOGÍA

- | | |
|---|---------------------------|
| 1 Control de temperatura modulante
bulbo remoto con doble
potenciómetro | 8 Sección de filtros |
| 2 Humidostato de dos posiciones
para ducto | 9 Sección de serpentines |
| 3 Válvula motorizada modulante de
tres vías para agua refrigerada | 10 Sección de ventilador. |
| 4 Válvula motorizada modulante de
tres vías para agua caliente | AE Aire exterior |
| 5 Válvula solenoide para vapor | |
| 6 Humidificador | |
| 7 Transformador | |

(https://www.obras.unam.mx/pagina/docs/normatividad/proyectos_de_ingenieria/AA/ai_ct046.pdf)

Diagrama 47



UNIDAD MANEJADORA TIPO UNÍSONA

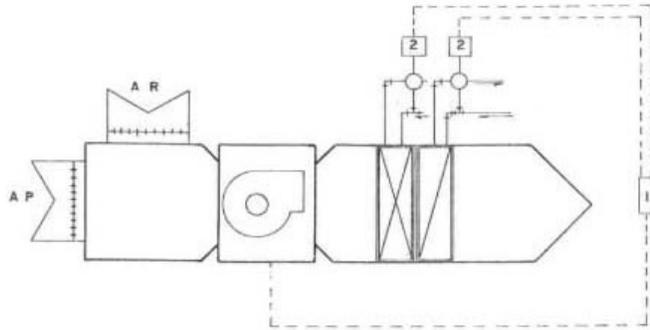
Para aire primario con serpentín de agua refrigerada, serpentín de calefacción por agua caliente y humidificación con vapor.

SIMBOLOGÍA

- | | |
|---|---------------------------|
| 1 Control de temperatura modulante
bulbo remoto con doble
potenciómetro | 8 Sección de filtros |
| 2 Humidostato de dos posiciones
para ducto | 9 Sección de serpentines |
| 3 Válvula motorizada modulante de
tres vías para agua refrigerada | 10 Sección de ventilador. |
| 4 Válvula motorizada modulante de
tres vías para agua caliente | AE Aire exterior |
| 5 Válvula solenoide para vapor | |
| 6 Humidificador | |
| 7 Transformador | |

(https://www.obras.unam.mx/pagina/docs/normatividad/proyectos_de_ingenieria/AA/ai_ct047.pdf)

Diagrama 48



UNIDAD INDIVIDUAL
 Serpentin-ventilador con serpentín de agua refrigerada y
 Serpentin de calefacción por agua caliente.

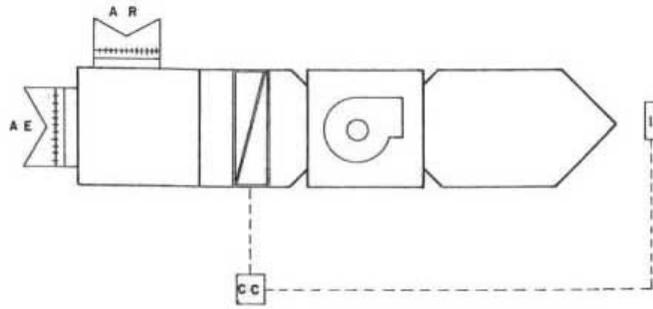
SIMBOLOGÍA

- 1 Termostato de cuarto de dos posiciones, calefacción-refrigeración con interruptor de tres velocidades para el ventilador
- 2 Válvula automática de tres vías para agua

AP Aire Primario
 AR Aire de retorno

(https://www.obras.unam.mx/pagina/docs/normatividad/proyectos_de_ingenieria/AA/ai_ct048.pdf)

Diagrama 49



UNIDAD AUTOCONTENIDA

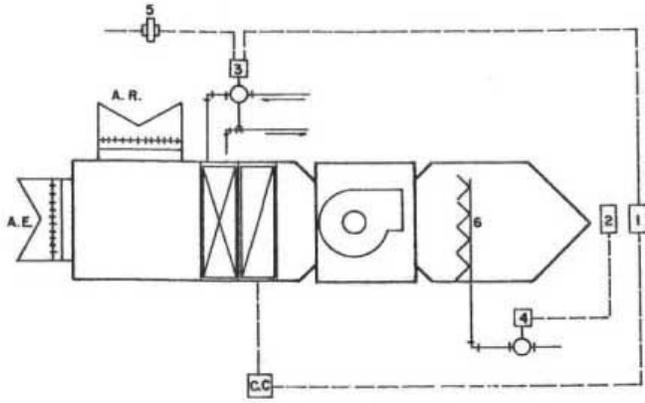
SIMBOLOGÍA

- 1 Termostato de cuarto con un paso para refrigeración

AR Aire DE Retorno
 AE Aire Exterior
 CC Contactor de Condensadora

(https://www.obras.unam.mx/pagina/docs/normatividad/proyectos_de_ingenieria/AA/ai_ct049.pdf)

Diagrama 50



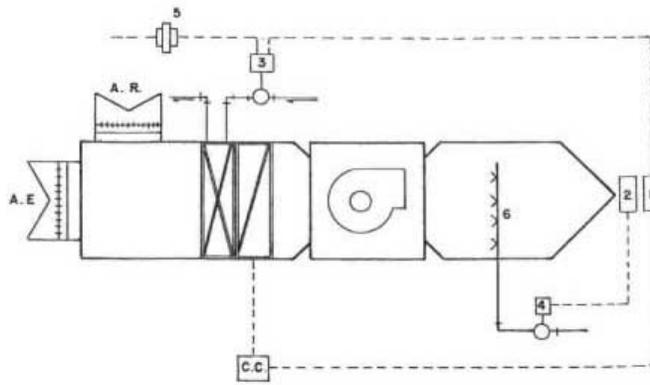
UNIDAD AUTOCONTENIDA
 Con serpentín de calefacción por agua caliente y
 Humidificación con vapor en ducto

SIMBOLOGÍA

- | | | | |
|---|---|----|----------------------------|
| 1 | Termostato modulante de cuarto con un paso para refrigeración | CC | Contactora de Condensadora |
| 2 | Humidostato de dos posiciones para cuarto | AE | Aire Exterior |
| 3 | Válvula motorizada modulante de tres vías par agua | AR | Aire de Retorno |
| 4 | Válvula solenoide para vapor | | |
| 5 | Transformador | | |
| 6 | Humidificador de ducto | | |

(https://www.obras.unam.mx/pagina/docs/normatividad/proyectos_de_ingenieria/AA/ai_ct050.pdf)

Diagrama 51



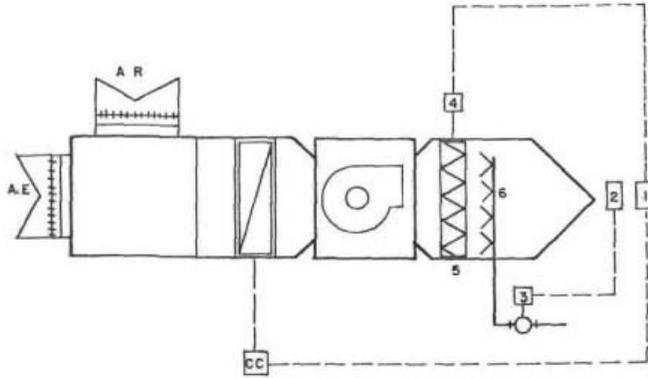
UNIDAD AUTOCONTENIDA
 Con serpentín de calefacción por vapor y humidificación con Vapor en ducto

SIMBOLOGÍA

- | | | | |
|---|---|----|----------------------------|
| 1 | Termostato modulante de cuarto con un paso para refrigeración | AE | Aire Exterior |
| 2 | Humidostato de dos posiciones para cuarto | AR | Aire de Retorno |
| 3 | Válvula motorizada modulares con resorte contra falla de corriente de dos vías para vapor | CC | Contactora de Condensadora |
| 4 | Válvula solenoide para vapor | | |
| 5 | Transformador | | |
| 6 | Humidificador de ducto | | |

(https://www.obras.unam.mx/pagina/docs/normatividad/proyectos_de_ingenieria/AA/ai_ct051.pdf)

Diagrama 52



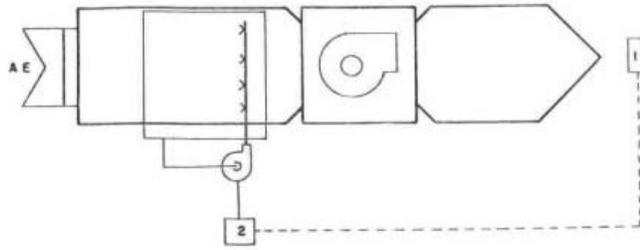
UNIDAD AUTOCONTENIDA
 Con serpentín de calefacción por resistencias eléctricas y
 Humidificación con vapor

SIMBOLOGÍA

- | | | | |
|---|--|----|----------------------------|
| 1 | Termostato de cuarto de dos etapas para calefacción y una para refrigeración | CC | Contactora de Condensadora |
| 2 | Humidostato de dos posiciones para cuarto | AR | Aire de Retorno |
| 3 | Válvula solenoide | AE | Aire Exterior |
| 4 | Contactora de resistencia | | |
| 5 | Resistencias eléctricas | | |
| 6 | Humidificador de ducto | | |

(https://www.obras.unam.mx/pagina/docs/normatividad/proyectos_de_ingenieria/AA/ai_ct052.pdf)

Diagrama 53



UNIDAD DE ENFRIAMIENTO EVAPORATIVO

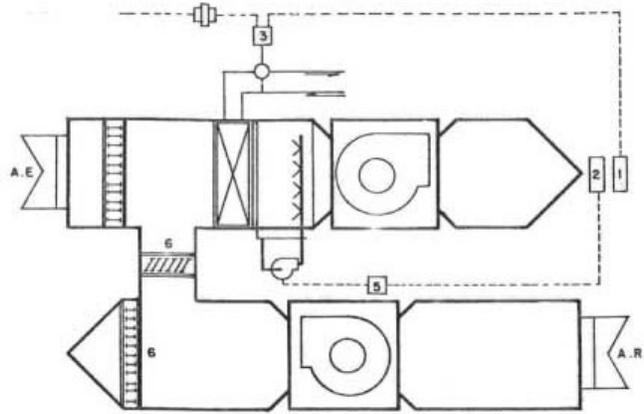
SIMBOLOGÍA

- 1 Termostato de cuarto con un paso para refrigeración
- 2 Arrancador de la bomba

AE Aire Exterior

(https://www.obras.unam.mx/pagina/docs/normatividad/proyectos_de_ingenieria/AA/ai_ct053.pdf)

Diagrama 54



**UNIDAD DE ENFRIAMIENTO EVAPORATIVO Y CALEFACCIÓN
POR AGUA CALIENTE**

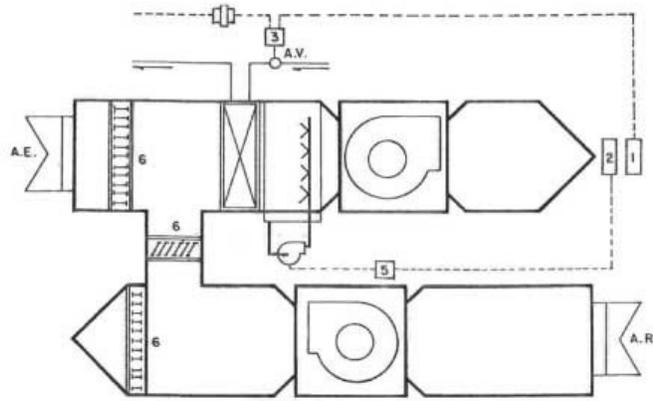
SIMBOLOGÍA

- 1 Termostato modulante de cuarto para calefacción
- 2 Humidostato de cuarto
- 3 Válvula motorizada modulante de tres vías para agua
- 4 Transformador
- 5 Arrancador de la bomba
- 6 Compuertas de acción manual

AE Aire Exterior
AR Aire de Retorno

(https://www.obras.unam.mx/pagina/docs/normatividad/proyectos_de_ingenieria/AA/ai_ct054.pdf)

Diagrama 55



UNIDAD POR ENFRÍAMIENTO EVAPORATIVO Y CALEFACCIÓN POR VAPOR

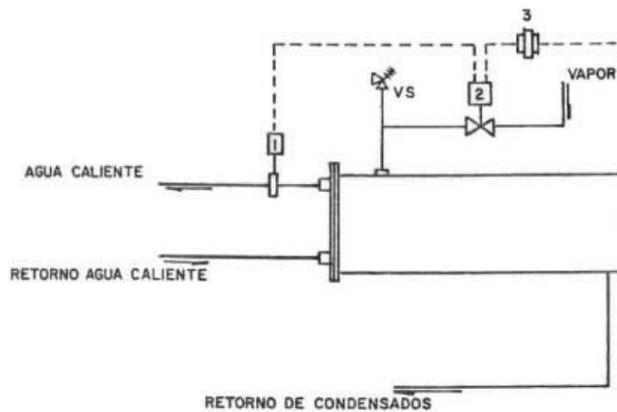
SIMBOLOGÍA

- 1 Termostato modulante de cuarto para calefacción
- 2 Humidostato de cuarto
- 3 Válvula motorizada modulante con resorte contra falla de corriente de dos vías para vapor
- 4 Transformador
- 5 Arrancador de la bomba
- 6 Compuertas de acción manual

AE Aire Exterior
AR Aire de Retorno

(https://www.obras.unam.mx/pagina/docs/normatividad/proyectos_de_ingenieria/AA/ai_ct055.pdf)

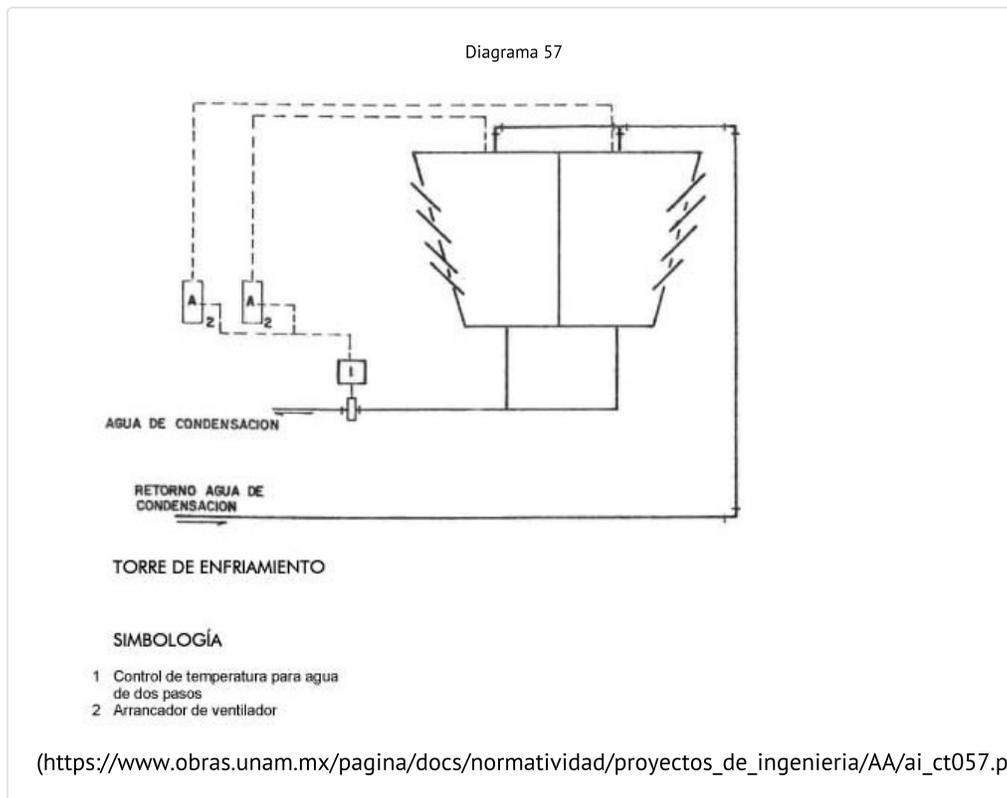
Diagrama 56



INTERCAMBIADOR DE CALOR
Tipo instantáneo vapor agua

SIMBOLOGÍA

- 1 Control de temperatura para agua
- 2 Válvula de control de vapor
- 3 Transformador
- VS Válvula de Seguridad



7. Cámaras de refrigeración

7.1 Criterios para Definir los Sistemas de Acondicionamiento en Cámaras Frías Prefabricadas

7.1.1 Consideraciones para determinar la capacidad de la cámara.

- a. Dimensiones de la cámara, largo, ancho, alto (m³)
- b. Tipo de aplicación (congelación o conservación)
- c. Temperatura del cuarto
- d. Temperatura ambiente
- e. Diferencial de temperatura
- f. Aislamiento, grosor y tipo
- g. Carga del producto por almacenar
- h. Número de personas
- i. Número de motores y capacidades
- j. Alumbrado en Watt.

7.1.2 Se debe considera la carga por transmisión de calor de techo, pisos, particiones, muros.

7.1.3 Se debe considerar la ganancia de calor por infiltración de aire

7.1.4 Considerar la carga por alumbrado, personas, motores

7.1.5 Una vez obtenida la carga requerida, considerar la capacidad del compresor basada en 24, 16, o 12 hrs. de operación.

7.1.6 El acabado interior de la cámara debe estar de acuerdo a las necesidades del usuario, pensando en mantener éste, limpio de hongos y sustancias dañinas.

- 7.1.7 Se debe considerar una mirilla en la puerta.
- 7.1.8 La iluminación interior de la cámara debe ser controlada desde el interior y del exterior.
- 7.1.9 La cerradura de la puerta debe tener dispositivo especial, para poder abrirla desde el interior en caso de emergencia.
- 7.1.10 La cámara debe tener alarma sonora y visual, accionada desde el interior.
- 7.1.11 En la selección de la cámara se debe hacer, que esta sea desmontable, para casos de reubicación o de crecimiento.
- 7.1.12 El piso de la cámara debe ser aislante térmico y antiderrapante.
- 7.1.13 Se debe tener cuidado, que el local donde se instalará la cámara este perfectamente impermeabilizada.
- 7.1.14 Los evaporadores deben ser seleccionados en tamaño y número, que permitan que la instalación sea flexible.
- 7.1.15 Los condensadores deben instalarse en sitios con mucha ventilación natural (patios interiores, terrazas, azoteas, etc.)
- 7.1.16 Se debe considerar drenaje en el área de condensadores, para drenar las aguas que se generan en el ciclo de descarche.

7.2 Criterios de Diseño para Cámaras Frigoríficas Construidas en Sitio

Para llevar a cabo el diseño de una cámara frigorífica construida en el sitio de la obra, se debe hacer un balance térmico, similar al que se hace para el aire acondicionado, considerando los siguientes conceptos:

7.2.1 Transmisión de calor

- La transmisión de calor es a través de pisos, techos, muros, etc.; estos se deben aislar con placas de poliestireno o poliuretano.
- Para cámaras de conservación se recomienda un espesor de aislamiento de 3".
- Para cámaras de congelación se recomienda un espesor de aislamiento de 4 a 6".
- El material aislante debe quedar perfectamente impermeabilizado en sus dos caras, con el objeto de evitar que el contacto del aislamiento con el aire exterior produzca condensación.
- La carga térmica se debe calcular por medio de la siguiente expresión:

$$Q = A U (t_1 - t_2)$$

Donde :

Q, es la ganancia térmica en (BTU/h)

A, Área de paredes exteriores, techos y pisos en (pie²)

U, Coeficiente de conductancia, combinado de los materiales de aislamiento, impermeabilización barreras de vapor y acabados finales, en (BTU/hr pie² °F).

(t₁-t₂) , diferencia de temperatura entre el exterior y el interior.

- Se debe considerar si hay acción del sol o si la cámara está situada donde la media de las máximas temperaturas va afectada por otros factores, si la cámara va situada directamente sobre el suelo o si una pared va junto a otro espacio refrigerado.

7.2.2 Infiltraciones de Aire

- Las infiltraciones, son las del aire del medio exterior que entra a los espacios refrigerados, durante los períodos de aperturas de puertas y al cambio de aire obligado por gases producidos por los productos que se van a conservar.
- Siendo difícil calcular analíticamente la cantidad de aire que entra al local, se ha determinado en forma experimental. La tabla No. 7.4.1, proporciona el número de BTU por 24 horas que entran en la cámara, estas cifras pueden ser aumentadas en un 25 o un 50% para casos de servicio duro de circunstancias (ejemplo : frigoríficos comerciales o restaurantes).

c. La carga debida a infiltración se halla multiplicando el factor hallado en la tabla para la diferencia de temperatura y volumen comprendido por el volumen interior.

d. Las cargas se calculan a base de BTU por 24 horas (BTU x 0.252 Kcal cada 24 horas)

7.2.3 Carga de los Productos

a. Esta carga constituye la cantidad de calor que debe quitarse a un producto que está colocado en un frigorífico para que baje su temperatura a la de la cámara, lo cual se hace en períodos de 12 a 20 horas (representando en la mayoría de los casos la carga más importante). Si la temperatura de la cámara está por encima de 32° F (0° C) se necesita considerar solamente el calor sensible.

b. En la tabla 7.4.2 (anexo 5) nos proporciona datos de varios productos para almacenar.

c. El calor sensible se puede hallar por la siguiente ecuación:

$BTU/24 \text{ horas} = 1 \text{ libra de producto que debe enfriarse en 24 horas} \times \text{el calor específico antes de congelación} \times \text{la diferencia de temperatura entre el producto y la cámara}$ (En nuestro sistema de unidades hay que poner Kcal equivalentes a BTU y K en vez de libras).

d. Como las formulas están dadas para enfriar los productos en 24 horas, cuando se desea tiempo más corto de enfriamiento, se puede hallar por la siguiente ecuación:

$Libras/24 \text{ horas} = \text{libras de producto} \times 24 \text{ horas} / \text{tiempo requerido de enfriamiento}$. Este valor se sustituye en la ecuación previa.

e. Si se elige un tiempo menor de 24 horas debe tenerse cuidado de que el tiempo empleado no sea demasiado corto. Cuanto más corto sea el tiempo de enfriamiento, mayor ha de ser el equipo necesario.

f. Los calores específicos de varios productos están en la tabla 7.4.2 (para largo plazo de almacenamiento de frutas y vegetales a de agregarse una carga adicional, debido a que estos productos "respiran" y emiten calor en el proceso), esta cantidad de calor, puede hallarse en la tabla 7.4.2 en la columna encabezada con el título "respiración".

7.2.4 Carga Suplementaria

g. El equipo empleado en grandes bodegas está representado por el alumbrado y equipo para carga o descarga, los cuales en general trabajan esporádicamente, acostumbrándose no tomarlos en cuenta como carga térmica.

h. En el caso de vitrinas refrigeradas para supermercados, etc. estas unidades llevan cierta carga de alumbrado, la cual debe tomarse en consideración por medio de las siguientes expresiones:

El calor debido a las luces se puede hallar por:

$Watts \times 3.415 \times 24 = BTU/24 \text{ horas}$.

El calor debido a motores :

$Motor \text{ hp} \times 2545 \times 24 = BTU/24 \text{ horas}$

El calor debido a las personas que trabajan en el espacio refrigerado es :

$Número \text{ de personas} \times 800 \times 24 = BTU/24 \text{ horas}$.

7.2.5 Carga Total de Enfriamiento

a. La carga total de enfriamiento = Transmisión de calor + Infiltraciones de aire + carga de los productos + carga suplementaria.

b. Si el equipo de refrigeración fuese elegido de acuerdo con la carga de enfriamiento calculada como se ha dicho, habría que trabajar 24 horas continuas al día. Por tanto, es deseable elegir un equipo que tenga suficiente capacidad para la carga de enfriamiento, sin que el funcionamiento sea continuo. La capacidad del equipo se debe elegir de acuerdo al tiempo deseado de funcionamiento, es :

c. Capacidad del equipo deseado $BTU/hora = \text{Carga total de enfriamiento en 24 horas} / \text{tiempo deseado de funcionamiento}$.

d. Por último, se debe considerar que el equipo requerirá mantenimiento, y que la cámara debe seguir trabajando.

8. Métodos de instalación

Los métodos de instalación deben apegarse a las normas que se relacionan con el diseño, construcción, mantenimiento y ahorro de energía eléctrica ; por lo que se requiere mencionar la importancia de éstos, ya que se deben utilizar en todas las instalaciones de acondicionamiento de aire, refrigeración y ventilación mecánica, de cualquier inmueble de la UNAM, de acuerdo a su ubicación, especialidad y capacidad.

8.1 Ductos

8.1.1 Todos los ductos de lámina galvanizada deben construirse de acuerdo con los estándares para construcción de ductos para aire acondicionado de Smacna, edición 1985

8.1.2 Los ductos deben construirse con lámina galvanizada para engargolar, de primera calidad en los calibres que a continuación se indican, dependiendo de las dimensiones del ducto:

a. Ductos rectangulares

Lado mayor hasta:	Calibre
12"	26
30"	24
54"	22
84"	20
100"	18

b. Ductos redondos

Diámetro	Calibre spiro	Calibre rolado
2" a 8"	28	28
9" a 14"	28	26
15" a 26"	26	24
27" a 36"	24	22
51" a 60"	20	18
61" a 84"	18	16

8.1.3 Cuando el ducto lleve aislamiento interior, las medidas indicadas se considerarán netas y, por lo tanto, las dimensiones deben incrementarse en el doble del espesor del aislamiento en ambas direcciones.

8.1.4 El interior de los ductos debe ser liso.

8.1.5 Todas las caras de los ductos mayores de 12" serán reforzadas con venteos o ranuras verticales

8.1.6 Los codos a 90° deben construirse con un radio de 1.5, solo en condiciones extraordinarias se aceptarán codos con radio de 1.

8.1.7 Los codos cuadrados podrán ser utilizados, siempre y cuando se instalen deflectores de acuerdo a

los estándares SMACNA

8.1.8 Las salidas para conexiones con ducto flexible a difusores o rejillas deben hacerse con conexiones cónicas o rectas tipo cola de paloma. En todos los casos debe instalarse una compuerta de mariposa en cada salida.

8.1.9 Los soportes de los ductos se instalarán bajo los estándares SMACNA 1985

8.1.10 Los soportes para ductos horizontales bajo losa de concreto, podrán ser de tira o tipo trapecio de ángulo y varilla roscada.

8.1.11 Los soportes se espaciarán 2.44 m

8.1.12 El amarre con la losa se hará con ancla roscada para los soportes tipo tira y con taquete expansores para los soportes tipo trapecio.

8.1.13 Los ductos de inyección deben ir aislados en su totalidad.

8.1.14 Los ductos de retorno sólo se aislarán cuando pasen por áreas no acondicionadas o cocinas, o expuestos a la intemperie, etc., o cuando lo determine la DGOSG.

8.1.15 El aislamiento de ductos será de fibra de vidrio de 24.5 mm (1") y una libra por pie cúbico de densidad, con forro exterior de hoja de aluminio montada en papel "kraft", o equivalente, traslapes de 4 cm, fijado a los ductos con sellador adhesivo.

a. Dimensiones del aislamiento :

25.4mm (1") para ductos interiores.

51mm (2") para ductos exteriores (independientemente del recubrimiento).

8.2 Tuberías y Accesorios

8.2.1 La tubería para gas refrigerante, debe ser de cobre tipo "L"

8.2.2 La tubería para agua helada, debe ser de cobre tipo "M" hasta 3 1/2" de diámetro y de fierro negro soldable cédula 40, desde 4" de diámetro en adelante.

8.2.3 Los accesorios (codos, tees, coples, etc.) deben ser del mismo material que la tubería.

8.2.4 Todas las tuberías horizontales, necesarias para los sistemas de aire acondicionado de los edificios, deben instalarse preferentemente abajo del nivel de la losa.

8.2.5 Las redes principales deben colocarse aparentes y preferentemente en las zonas de circulaciones del edificio para facilitar los trabajos de mantenimiento. Deben preferirse para el paso de las tuberías los lugares como : ductos verticales, trincheras, andadores, cuartos de maquinas, etc.

8.2.6 Las derivaciones secundarias también se colocarán aparentes.

8.2.7 Debe evitarse instalar tuberías sobre equipos eléctricos o sobre lugares que puedan ser peligrosos para los operarios al efectuar los trabajos de mantenimiento.

8.2.8 Las tuberías horizontales de alimentación de cada instalación especial se conectarán formando ángulos rectos entre sí y el desarrollo de las tuberías debe ser paralelo a los ejes de la estructura.

8.2.9 Las tuberías que forman las redes principales de alimentación de las instalaciones especiales (tales como de refrigeración, agua helada, etc.) se podrán colocar agrupadas en un mismo plano, siempre y cuando se cumpla con la separación especificada entre las tuberías, señalada en el subíndice l).

8.2.10 Las tuberías que forman las redes secundarias, deben disponerse como se indica para las redes principales, pero alojándolas en un plano superior o inferior al plano de las redes principales, con el propósito de permitir el cruzamiento de las tuberías. La conexión de las líneas secundarias con las principales, debe hacerse en ángulo recto utilizando para ello una "T" con la boca hacia arriba o hacia abajo, de acuerdo con la posición del plano de las redes secundarias y a las indicaciones del proyecto.

8.2.11 Las tuberías verticales, deben instalarse a plomo, paralelas y evitando los cambios de dirección innecesarios.

8.2.12 La separación de las tuberías que corren paralelamente debe ser la suficiente para poder realizar sin dificultad trabajos de mantenimiento. La distancia mínima de separación entre tuberías será igual a dos veces el diámetro del tubo de mayor sección, medida de centro a centro de dichas tuberías ; por este cálculo se considera incluido dentro del diámetro de la tubería el espesor del aislamiento térmico, en su caso.

8.2.13 Las tuberías de gas refrigerante en laboratorios deben quedar separadas un mínimo de 20 cm de cualquier canalización de la instalación eléctrica o de tuberías que conduzcan corrosivos.

8.2.14 Al instalar las tuberías, deberán tomarse en cuenta la dilatación que pueda ocurrir y los colgantes, pasos y forma de inserción estarán gobernados por este fenómeno.

8.2.15 Deben evitarse las trampas de agua y bolsas de aire .Se deben instalar válvulas de drenaje y eliminadoras de aire en tuberías verticales

8.2.16 Las conexiones entre tuberías de diferente material deben hacerse mediante junta dieléctrica

8.2.17 Todos los codos soldados serán de radio largo

8.2.18 Las uniones soldadas en la tubería se hará con soldaduras continuas y los extremos biselados.

8.2.19 Todos los soportes y sus partes, deben satisfacer los requerimientos del Capítulo I, sección 6, del Código ASA B-31.1, para tuberías de presión.

8.2.20 Los soportes, tirantes, abrazaderas, etc. deben ser de fácil adquisición y que su producción permita un abasto suficiente.

8.2.21 En tablas y detalles del proyecto ejecutivo, se deben indicar las dimensiones y diseños de las diferentes partes de los soportes, de acuerdo con la siguiente clasificación:

a. Tuberías agrupadas:

- Instalación en el entrepiso.
- Instalación en ductos verticales.
- Instalación en trincheras.

b. Tuberías separadas:

- Instalación en el entrepiso.
- Instalación en ductos verticales.

8.2.22 Ninguna tubería debe quedar ahogada en elementos estructurales, como trabes, losas, columnas, etc., pero se podrán cruzar a través de dichos elementos, en cuyo caso, es indispensable dejar preparaciones para el paso de las mismas. Las preparaciones para tuberías de alimentación de diámetros de 75 mm y menores, se harán dejando camisas que compartan una holgura igual a dos diámetros de la tubería mayor, en el sentido horizontal y un diámetro de la tubería mayor en el sentido vertical (en el interior de estos pasos no se permitirá alojar uniones con soldadura) ; en todos los casos se obtendrá la autorización de la DGOC.

8.2.23 Las tuberías subterráneas deben encofrarse con concreto de $f'c = 150 \text{ Kg/cm}^2$ cubriendo todos los tubos, más un sobreancho de 5 cm a cada lado o de acuerdo a lo que indique la DGOC

8.2.24 Cuando sea necesario aplicar recubrimientos especiales, para protección contra corrosión, la DGOC proporcionará especificaciones aplicables a cada caso ; y deben ser aplicados previamente a la colocación del aislamiento.

8.2.25 En caso de que las tuberías crucen las azoteas se deben colocar soportes de concreto simple, en todos los cambios de dirección horizontal.

8.2.26 Las tuberías horizontales múltiples se soportarán mediante trapecio de Unicanal con abrazaderas.

8.2.27 Todas las tuberías verticales se soportarán con Unicanal y abrazadera

8.2.28 Los insertos para colgantes deben ser Grinnell o equivalente aprobado

8.2.29 Se deben considerar preparaciones en la tubería como coples a 3000 lbs, para colocar instrumentos de medición como termopozos para termómetros , manómetros, interruptor de flujo.

8.2.30 Se deben instalar mangueras flexibles en la succión y descarga de las bomba, enfriadoras de agua y en juntas constructivas al pasar una tuberías de un edificio a otro

8.2.31 Aislamiento para tuberías será con hojas de elastomero de $\frac{3}{4}$ " de espesor para diámetros mayores a 2 $\frac{1}{2}$ " Para diámetros menores de 2 $\frac{1}{2}$ " el aislamiento será en tubos preformados.

8.2.32 Los soportes deben colocarse sobre el aislamiento, no se admitirán soportes directamente al tubo.

8.2.33 Las tuercas de unión, bridas, juntas de expansión y válvulas, deben quedar fuera de elementos estructurales o muros. Cuando se proyecten válvulas de seccionamiento de zona empotradas en los muros, deben quedar alojadas en cajas de lámina con puertas embisagradas.

8.2.34 Todas las tuberías y equipos deben pintarse de acuerdo con las normas de colores que indique la DGOC.

8.2.35 El aislamiento térmico de las tuberías no debe colocarse antes de que la tubería haya sido probada y aceptada.

8.2.36 Se deben proteger los aislamientos con un recubrimiento de lámina en los lugares donde las tuberías estén sujetas a abrasión o abuso mecánico.

8.3 Válvulas

8.3.1 Las válvulas para 2" (50mm) de diámetro y menores deben ser roscadas, tipo bola de bronce para 400 psig WOG a 200°, con bola y vástago de bronce o acero inoxidable. Cuando se utilicen con tubo de cobre debe considerarse el conector fierro a cobre

8.3.2 Las válvulas de corte de 2 $\frac{1}{2}$ " (64mm) y mayores deben ser, del tipo compuerta, 125 lbs SWP, bridadas. Los asientos serán de bronce

8.3.3 Válvulas eliminadoras de aire deben ser Sarco 13-W

8.3.4 Las válvulas deben quedar localizadas en lugares accesibles y que permitan su fácil operación : no deben instalarse con el vástago hacia abajo.

8.4 Ventiladores

8.4.1 Los ventiladores deben ser de los tipos que se indiquen en los planos o catálogo de conceptos

8.4.2 Cada ventilador debe ser probado de acuerdo al último código AMCA y debe llevar el sello de certificación de AMCA

8.4.3 Todos los equipos que estén instalados sobre piso deben soportarse sobre una base de concreto de 10 a 15 cm de peralte.

8.4.4 Los ventiladores para extracción de grasas deben tener rotores de aluminio, registros de inspección y cople para drenaje

8.5 Unidades Manejadoras

8.5.1 Las unidades manejadoras unizonas o multizonas se suministrarán a menos que se indique lo contrario, completas, con ventilador centrífugo, charola de condensados, serpentín de enfriamiento o calefacción, caja de mezcla filtros tipo permanente, motor para ventilador con base ajustable y transmisión.

8.5.2 Las transmisiones deben cumplir con los estándares de la Mechanical Power Transmission Associati

8.6 Bombas

8.6.1 Las bombas deben ser del tipo centrífugo de doble succión con carcaza bipartida, succión lateral o para instalaciones en línea según se especifique. Serán de una etapa, tendrán sello mecánico, cople flexible y accesorios de bronce.. Las curvas certificadas de la bombas serán entregadas por el contratista , indicando capacidad, carga, potencia y eficiencia a flujos desde cero hasta 125% del de diseño.

8.6.2 La bomba y el motor deben estar montados en una base común de acero estructural.

8.7 Unidades FAN-COIL

8.7.1 Las unidades deben ser certificadas de acuerdo al estandar 440 de ARI

8.7.2 Deben contar con charola de condensados aislada con poliestireno

8.7.3 Deben tener filtros permanentes de 1" de espesor

8.7.4 Todos los serpentines para agua deben ser probados contra fugas a 300 psig con aire y sumergidos en agua, la presión máxima de trabajo es de 300 psig y la temperatura máxima de entrada es de 200°F.

8.7.5 Los ventiladores deben ser tipo centrífugo FC de doble ancho y doble entrada.

8.7.6 Cualquiera que fuese el caso de la instalación de un equipo para el Acondicionamiento del Aire, sea unidad de ventana, mini-split, paquete, enfriadora, etc., el instalador debe revisar las recomendaciones del fabricante , y las consideraciones necesarias para la operación óptima del equipo.

8.7.7 Se deben considerar las áreas de servicio para mantenimiento.

8.7.8 En unidades fan-coil, cajas de volumen variable se deben dejar registros en plafón para inspección de equipos, cambios de motores, cierre de válvulas, etc.

8.7.9 Cuando se requiera instalar equipos en la azotea, se deberá solicitar al especialista que corresponda una base de concreto de 10 a 15 cm. de peralte.

8.7.10 Cuando se instalen equipos donde no exista abuso mecánico, se deberán solicitar al especialista correspondiente preparaciones para el drenaje de los equipos, debe ser con tubo de PVC, con una trampa

8.7.11 Cuando se instalen equipos donde exista abuso mecánico, se debe solicitar al especialista correspondiente preparaciones para dicho drenaje, debe ser con tubo de fierro galvanizado, o fierro negro.

8.7.12 Todos los ventiladores deben contar con protecciones adecuadas para las poleas y bandas de las transmisiones.

8.7.13 Se deben instalar mallas de protección en las descargas de los ventiladores

8.7.14 Cuando se utilice un sistema de enfriamiento por agua helada, Se debe dejar una preparación en la tubería de succión a la bomba para conectar un tanque de expansión.

9. Especificaciones generales

9.1 Ductos

9.1.1 Ductos en lámina galvanizada, marca Galvak, o equivalente.

9.1.2 Aislamiento de fibra de vidrio incluye papel bond-alum, marca Vitrofibras o equivalente.

9.1.3 Rejillas y disosores con control de volumen, marca Titus, Innes, Nammm, o equivalente.

9.1.4 Compuertas de control de volumen de una hoja hasta 12" de peralte, marca Innes, o equivalente.

9.1.5 Compuertas de control de volumen de más de 12" de peralte, serán de hojas múltiples, marca Innes o equivalente.

9.1.6 Compuertas en derivaciones tipo "Y" deben ser tipo bandera con varilla para operación desde el exterior, marca innes o equivalente.

9.1.7 Compuertas contra incendio , deben estar certificadas por U.L. y deben ser para 1.5 hrs, marca Innes, Namm, Etherm o equivalente.

9.1.8 Lonas ahuladas del No. 10, marca Fortoflex o equivalente.

9.1.9 Lona de asbesto en extracciones de cocinas, marca Garlock, o equivalente.

9.2 Tuberías

9.2.1 Las tuberías, codos, tees de 2 ½" (64 mm) de diámetro y mayores deben ser de acero soldable con costura, marca Tamsa, o equivalente.

9.2.2 Las tuberías, codos, tees de 2" (51 mm) de diámetro y menores deben ser de tubo de cobre tipo "M" para agua marca Nacobre, Urrea, o equivalente.

9.2.3 Las uniones con los equipos se deben hacer mediante bridas, para medidas de 2 ½" (64mm) de diámetro y mayores.

- 9.2.4 Las uniones con los equipos se harán mediante tuercas unión, para medidas de 2" (51mm) y menores, marca Nacobre, Urrea, o equivalente.
- 9.2.5 Para la unión de la tubería de cobre tipo "M" debe ser soldadura del No.95 y pasta fundente.
- 9.2.6 Para la unión de la tubería de acero soldable, se debe usar soldadura eléctrica, utilizando electrodo del calibre adecuado al espesor de la tubería, clasificación AWS E-6010 para base y E 7018 para relleno.
- 9.2.7 Para tuberías horizontales de acero, se deben instalar soportes tipo Cronimex o equivalente.
- 9.2.8 Para tuberías horizontales de cobre, se utilizarán soportes Cronimex o equivalentes.
- 9.3 Válvulas
- 9.3.1 Válvulas de corte, marca Walwoth, Nibco, Urrea o equivalente.
- 9.3.2 Válvulas eliminadoras de aire marca Sarco, Armstron, o equivalente.
- 9.4 Soportería
- 9.4.1 Soportería para tubería en tubos horizontales de acero, marca Cronimex.
- 9.4.2 Para tuberías horizontales de cobre, marca Cronimex o equivalente.
- 9.4.3 Los insertos para colgantes deben ser marca Grinnell o equivalente.
- 9.4.4 Las varillas para colgantes deben ser galvanizadas, excepto para ambientes corrosivos.
- 9.5 Aislamientos
- 9.5.1 Para tuberías de agua helada, deben ser tipo elastomero, marca Insul-tube, Armaflex, Rubatex, o equivalente.
- 9.5.2 Para tuberías de agua caliente y vapor fibra de vidrio, marca Vitrofibras, o equivalente.
- 9.5.3 Para tuberías de refrigerante, marca Insul-tube.
- 9.6 Accesorios
- 9.6.1 Termómetros, de la marca Tserice, Metron, o equivalente.
- 9.6.2 Manómetros, de la marca Metron o equivalente.
- 9.6.3 Mangueras flexibles, marca Manguera Flex, Anaflex o equivalente.
- 9.7 Ventiladores
- 9.7.1 Ventiladores de inyección o extracción tipo Vent-Set, de la marca ABB, Air Equipos, Armee Chicago, Tasa Champion.
- 9.7.2 Ventiladores Centrífugos en línea, marca Air Equipos, Armee Chicago, Tasa Champion, Loren Cook, Penn, Greenheck.
- 9.7.3 Ventiladores Centrífugos para techo, marca Greenheck, Penn, Loren Cook.
- 9.7.4 Ventiladores Centrífugos para techo con filtro, de la marca Greenheck, Penn, Loren Cook, o equivalente.
- 9.8 Unidades Tipo Ventana
- 9.8.1 Capacidades en T.R.
- 9.8.2 Voltaje disponible, fases, ciclos.
- 9.8.3 Accesorios como resistencias eléctricas para calefacción.
- 9.8.4 Marca Carrier, Trane, Lenox, Recold, o equivalente.
- 9.9 Unidades FAN-COIL
- 9.9.1 Capacidades en T.R.
- 9.9.2 Cantidad de aire a manejar, temperaturas de entrada al serpentín.
- 9.9.3 Serpentín para agua helada o expansión directa.
- 9.9.4 Voltaje disponible, fases, ciclos.

- 9.9.5 Marca Carrier, Trane, Lenox, Recold, o equivalente.
- 9.10 Unidades Tipo Mini Split
 - 9.10.1 Capacidades en TR.
 - 9.10.2 Voltaje disponible, fases, ciclos.
 - 9.10.3 Marca, Carrier, Trane, Lenox, Recold, o equivalente.
- 9.11 Unidades Tipo Paquete (Paquete con bomba de calor, Paquete con volumen variable).
 - 9.11.1 Capacidades en T.R.
 - 9.11.2 Cantidad de aire a manejar.
 - 9.11.3 Caída de Presión del sistema.
 - 9.11.4 Voltaje disponible, fases, ciclos.
 - 9.11.5 Accesorios para calefacción a base de resistencias eléctricas, o con gas.
 - 9.11.6 Marca Carrier, Trane, Lenox, Recold, o equivalente.
- 9.12 Equipos Divididos (con unidades manejadoras y condensadoras).
 - 9.12.1 Capacidades en T.R.
 - 9.12.2 Cantidad de aire a manejar.
 - 9.12.3 Caída de presión del sistema.
 - 9.12.4 Temperaturas de entrada y salida del serpentín.
 - 9.12.5 Serpentín para agua helada o expansión directa.
 - 9.12.6 Voltaje disponible, fases, ciclos.
 - 9.12.7 Marca Carrier, Trane, Lenox, Recold, o equivalente.
- 9.13 Unidades Enfriadoras de Agua (enfriadas por aire o enfriadas por agua)
 - 9.13.1 Capacidades en T.R.
 - 9.13.2 Temperaturas de entrada y salida del agua.
 - 9.13.3 Flujo de agua en el condensador y en el evaporador.
 - 9.13.4 Temperatura exterior.
 - 9.13.5 Voltaje disponible, fases, ciclos.
 - 9.13.6 Marca Carrier, Trane, York, Dunham-Bush o equivalente.
- 9.14 Torres de Enfriamiento
 - 9.14.1 Capacidad en galones por minuto.
 - 9.14.2 Temperatura exterior bulbo seco y bulbo húmedo.
 - 9.14.3 Voltaje disponible, fases, ciclos.
 - 9.14.4 Marca Industrial Mexicana, Reymosa, o equivalente.
- 9.15 Bombas
 - 9.15.1 Tipo.
 - 9.15.2 Capacidades en galones por minuto.
 - 9.15.3 Temperatura de operación.
 - 9.15.4 Carga total del sistema.
 - 9.15.5 Voltaje disponible, fases, ciclos.
 - 9.15.6 Marca Taco, Aurora Picsa, o equivalente.
- 9.16 Cajas de Control de Volumen Variable

- 9.16.1 Tipo.
 - 9.16.2 Sencilla o doble pared.
 - 9.16.3 Con serpentín de calefacción.
 - 9.16.4 Capacidad en pcm.
 - 9.16.5 Marca Tuttle & Bailey, Trane, York, o equivalente.
 - 9.17 Cámaras de Refrigeración (prefabricadas)
 - 9.17.1 Muros, techo y pisos, de panel prefabricado.
 - 9.17.2 Tipo de aplicación (la que determine la Dependencia) (para congelar o conservar).
 - 9.17.3 Temperatura de la cámara (la que requiera la Dependencia).
 - 9.17.4 Características del producto por almacenar (lo determinará la Dependencia).
 - 9.17.5 Con puerta, bisagras, cerrojo, y herrajes especiales para refrigeración.
 - 9.17.6 Equipo evaporador y unidad condensadora, capacidad en TR.
 - 9.17.7 Acabados interiores, los determinará la DGOC
 - 9.17.8 Alumbrado interior de la cámara
 - 9.17.9 Marca Frigo.Mex.I, Corporación Gil, Frigus Bohn, o equivalente.
 - 9.18 Extractores
- Se deben seleccionar para una velocidad de salida no mayor a 2000 PCM.

Dirección General de Obras y Conservación Hecho en México 2020, todos los derechos reservados. Esta página puede ser reproducida con fines no lucrativos, siempre y cuando no se mutile, se cite la fuente completa y su dirección electrónica. De otra forma requiere permiso de la institución. Sitio web administrado por: Dirección General de Obras y Conservación. Créditos.
 (https://www.obras.unam.mx/pagina/index.php/main/creditos) De la institución. Sitio web administrado por: Dirección General de Obras y Conservación. Créditos.
 Revolución 2045, Coyoacán, Ciudad Universitaria, C.P. 04510, Ciudad de México. Mapa. (https://www.obras.unam.mx/pagina/index.php/main/index/page/ubicacion)
 (https://www.obras.unam.mx/pagina/index.php/main/index/page/ubicacion)
 Aviso de Privacidad.
 (https://www.obras.unam.mx/pagina/docs/privacidad/Aviso_de_Privacidad_Integral_DGOC.pdf)
 Aviso de Privacidad Simplificado.
 (https://www.obras.unam.mx/pagina/docs/privacidad/Aviso_de_Privacidad_Simplificado_DGOC.pdf)