

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

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

**“COMPARACION DEL CONSUMO ENERGETICO
ENTRE DOS SISTEMAS DE CLIMATIZACION
DISEÑADOS PARA UN EDIFICIO DE
DEPARTAMENTOS EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL”**

TRABAJO FINAL DE GRADUACION

Examen Complexivo

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO MECANICO

Presentado por:

CATHERINE ELIZABETH RIVERA PROCEL

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2015

AGRADECIMIENTO

A todas las personas que de alguna manera colaboraron en la elaboración de este informe para la obtención del Título Universitario

DEDICATORIA

A mi Madre que está en el Cielo.
A mis abuelitos y tíos que hicieron
posible mi educación y me guiaron
en cada momento de mi vida.
A mi esposo por estar.
A mis hijas que son mi más grande
motivación de superación.

TRIBUNAL DE SUSTENTACION

ING. JORGE SILVA

ING. EDUARDO DONOSO

DECLARACION EXPRESA

“La responsabilidad del contenido desarrollado en la presente propuesta de examen complejo me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual del mismo a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL”

(Reglamentó de Graduación de la ESPOL)

CATHERINE ELIZABETH RIVERA PROCEL

RESUMEN

El presente informe es sobre el diseño de un sistema de climatización para el Edificio de departamentos construyéndose en la Av. Francisco de Orellana. En el diseño del proyecto hubo un primer factor limitante a considerar y es el espacio donde se ubicarán las unidades condensadoras, por esto se realizaron dos diseños: La primera opción diseñada fue un sistema de enfriamiento de Expansión Directa; la segunda opción fue diseñada con un sistema de enfriamiento de Volumen Variado. Al tener estas dos opciones se realizó un análisis comparativo entre el costo de la instalación de cada uno de los sistemas con el consumo de energía eléctrica teórico, lo cual sirvió para que el cliente analice las variables de inversión. El sistema de volumen variable tiene equipos más eficientes por lo tanto el consumo de energía es menor, pero el costo es un 30% más alto en comparación con el sistema de expansión directa. Para calcular la capacidad de carga térmica se utilizó el programa de cálculo "CHVAC- Full comercial Loads Calculation Program" tomando en consideración factores como, luces, vidrio, paredes, confort térmico, condiciones exteriores ambientales. Para el diseño de ductos y rejillas se tomaron las normas dadas por la Sociedad Americana de Ingenieros en Calefacción Refrigeración y Aire Acondicionado ASHRAE, donde se consideran los niveles de ruido, velocidad de flujo de aire en ductos, en difusores y en rejillas. Como conclusión se

decidió utilizar el sistema con equipos de Expansión directa. La
decisión no se basó solamente en la menor inversión por departamento con
el mismo confort , si no que peso mucho el inconveniente que causaria al
tener un solo equipo exterior y ocurriera algun tipo de daño, mas que el
hecho de que el costo de energía eléctrica y mantenimiento sería menor y
que esta inversión inicial se recuperaría en un tiempo determinado.

INDICE GENERAL

	Pag.
RESUMEN	1
INDICE GENERAL	3
AVREBIATURAS ,.....	6
INDICE DE FIGURAS	7
INDICE DE TABLAS	8
INDICE DE PLANOS	9
INTRODUCCION	10
CAPITULO 1	
1.1 CRITERIOS DE DISEÑO	12
1.1.1 CINDICIONES EXTERIORES DE DISEÑO	12
1.1.2 CONDICIONES INTERIORES DE DISEÑO	12
1.2 CALCULO DE CARGA TERMICA	13
1.3 DESCRPCION GENRAL DE LOS SISTEMAS DE AIRE	
ACONDICIONADO	20
CAPITULO 2	
2.1 DESCRIPCION DE LOS SISTEMAS UTILIZADOS	24
2.1.1 ALTERNATIVA 1 - DISEÑO DEL SISTEMA PARA	
LOS DEPARTAMENTOS CON SISTEMA DE EQUIPOS	
DE EXPANSION DIRECTA	24

2.1.1.1 EVAPORADOR	25
2.1.1.2 COMPRESOR	25
2.1.1.3 EL COMPRESOR FORMA DE TRABAJO	26
2.1.1.4 CONDENSADOR	26
2.1.1.5 PROCESO DE EXPANSION	26.
2.1.2 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL SISTEMA	27
2.1.2.1 VENTAJAS	27
2.1.2.2 DESVENTAJAS	27
2.2 ALTERNATIVA 2 - DISEÑO DEL SISTEMA PARA LOS DEPARTAMENTOS CON SISTEMA DE COLUMNEN VARIABLE	27
2.2.1 ELEMENTOS DEL SISTEMA INVERTE	29
2.2.2 VENTAJAS Y CARACTERISTICAS.....	30
2.2.3 DESVENTAJAS	30
CAPITULO 3	
3.1 ANALISIS ECONOMICO Y DE CONSUMO DE ENRGIA DE LOS SISTEMAS	31
3.1 ANALISIS ECONOMICO.	31
3.2 ANALISIS COMPARATIVO DEL CONSUMO DE ENRGIA ...	32
3.2.1 ANTECEDENTES	32
3.2.2 DESARROLLO	33
3.2.3 ANALISIS	34

3.2. CONCLUSIONES	35
ANEXOS	37
BLIBLIOGRAFIA	46

ABREVIATURAS

FPM	pies por minuto
NC	Valor relativo que toma en cuenta el nivel de absorción del ruido en un área
RH	Humedad Relativa
HVAC	Heating, Ventilating, and Air Conditioning
ASHRAE	Sociedad Americana de ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado
VRF	Variable Refrigerant Flow

INDICE FIGURAS

	Pag.
Figura 1. Ubicación del Edificio	11
Figura 2. Fuentes de calor	14
Figura 3. Criterios de diseño	14
Figura 4. Parámetros de diseño – factor de ocupación	16
Figura 5. Parámetros de diseño – factor de vidrio	17
Figura 6. Parámetros de diseño – factor U de pared	17
Figura 7: Parámetros dimensionales del área a climatizar	18
Figura 8: Resultados del cálculo de Carga	19
Figura 9: Sistema de Expansión Directa	24
Figura 10: Instalacion de un sistema VRF	29

INDICE DE TABLAS

	Pag.
Tabla 1. Costo del Suministro e instalación alternativa 1 Sistema Climatización	31
Tabla 2 . Costo del Suministro e instalación alternativa 2 Sistema Climatización	32
Tabla 3. Costo del Suministro e instalación Sistema de Extracción	32
Tabla 4. Eficiencia de equipos, consumo de energía por hora (Alternativa 1)	33
Tabla 5. Eficiencia de equipos, consumo de energía por hora (Alternativa 2)	34
Tabla 6. Análisis del consumo energético en cargas parciales	35

INDICE DE PLANOS

Plano 1.	Sótano
Plano 2.	Planta baja
Plano 3.	Mezzanine
Plano 4.	Piso 1 – Parqueos
Plano 5.	Piso 2 – Parqueos
Plano 6.	Planta tipo de departamentos – Piso 6, 7, 9 Y 11 (alternativa 1)
Plano 7.	Planta tipo de departamentos – Piso 3, 4, 5, 8, 10 Y 12 (alternativa 1)
Plano 8.	Piso Terraza (alternativa 1)
Plano 9.	Planta tipo de departamentos – Piso 6, 7, 9 Y 11 (alternativa 2)
Plano 10.	Planta tipo de departamentos – Piso 3, 4, 5, 8, 10 Y 12 (alternativa 2)
Plano 11.	Piso Terraza (alternativa 2)

INTRODUCCIÓN

El proyecto como estudio de diseño se viene desarrollando desde el año 2012 para en el mes de abril de 2014 empezar la construcción del mismo, para este estudio intervienen las empresas encargadas en lo que se refiere a Agua potable y agua servida, alcantarillado, instalaciones eléctricas, instalaciones de Climatización, Sistema contra incendios.. etc.

El lugar de construcción de edificio es un área rodeada de construcciones, ver figura 1, por esto para cada ingeniería existieron limitantes que se debieron considerar, para el diseño del sistema de climatización la primera limitante a considerar fue el espacio donde se instalarían las unidades condensadoras pues el edificio tiene 10 pisos de departamentos, cada piso tiene 14 departamentos, los departamento tiene dos, tres o cuatro ambientes dependiendo del modelo, lo que equivale a un promedio de más de 370 unidades condensadoras, nosotros como la compañía diseñadora del sistema de climatización decidimos realizar dos alternativas de diseño la primera con equipos de expansión directa (un evaporador más un condensador) y como segunda alternativa se combina el sistema con unidades multi Split o sistema de volumen variado (una unidad condensadora (no mayor a 60.000 Btu/h más varias unidades evaporadoras) con equipos de expansión directa si se diera el caso que en el departamento la suma de las capacidades sea mayor a 60.000 Btu/h., con esto se pudo obtener un

cuadro comparativo entre los dos alternativas (cuadro se compara consumo eléctrico teórico), el cliente eligió la alternativa de expansión directa para climatización del proyecto.



Figura 1: Ubicación del Edificio

CAPITULO 1

1.1 CRITERIOS DE DISEÑO

El diseño del sistema de Aire Acondicionado de cada uno de los ambientes, ha sido realizado de acuerdo a las consideraciones permisibles de cargas térmicas, confort térmico, condiciones exteriores ambientales y niveles de ruido. Así mismo, los criterios del Sistema de Ventilación Mecánica están aplicados de acuerdo a las normas sugeridas por la ASHRAE y a los requerimientos de cada ambiente y cada aplicación.

1. 1.1 CONDICIONES EXTERIORES DE DISEÑO

Las condiciones exteriores de diseño para la ciudad de Guayaquil, son las siguientes:

Temperatura de Bulbo seco:	92 °F
Temperatura de Bulbo húmedo:	80 °F

1. 1.2 CONDICIONES INTERIORES DE DISEÑO

A) DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO.-

Las condiciones interiores de diseño consideradas son las siguientes:

Temperatura de Bulbo seco:	74 °F +/- 3°F
Humedad Relativa:	55 % RH +/- 10%

Velocidad del aire en los ductos: ver anexo 1

Ductos Principales:	1200 FPM
Ductos secundarios:	900 FPM

Velocidad de salida del aire:

Rejillas y Difusores de suministro:	500 FPM
Rejillas de retorno:	450 a 500 FPM

Niveles de Ruido: ver anexo 2 y 3

Consultorios:	De 25 a 30 NC.
Halls y Áreas Públicas:	De 35 a 40 NC.

B) DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN MECÁNICA.- ver anexo 4

Para los Baños:	
Cambios por hora:	De 8 a 10

1.2 CALCULO DE CARGA TERMICA

La carga térmica que debe contrarrestar el diseño de aire acondicionado se debe a la existencia de las siguientes fuentes de calor:

- Radiación Solar incidente sobre el inmueble
- Transmisión de calor a través de la paredes, ventanas, techos
- Aportación de calor por los equipos de iluminación
- Generación Calor por equipos de oficina
- Contribución de calor emitido pos las personas.

Para determinar la máxima carga térmica se deben considerar los valores extremos para cada uno de los conceptos como se ve en la figura 2.

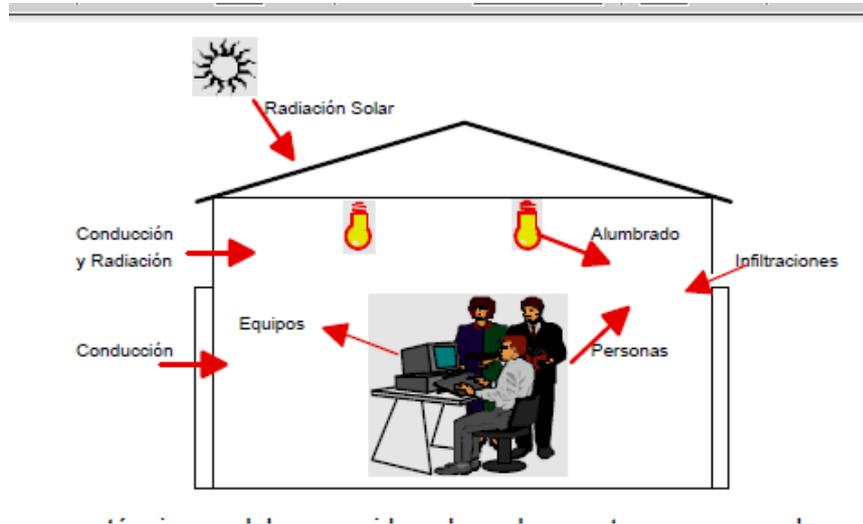


Figura 2: Fuentes de Calor

En la figura 3 se ingresan las condiciones de diseño

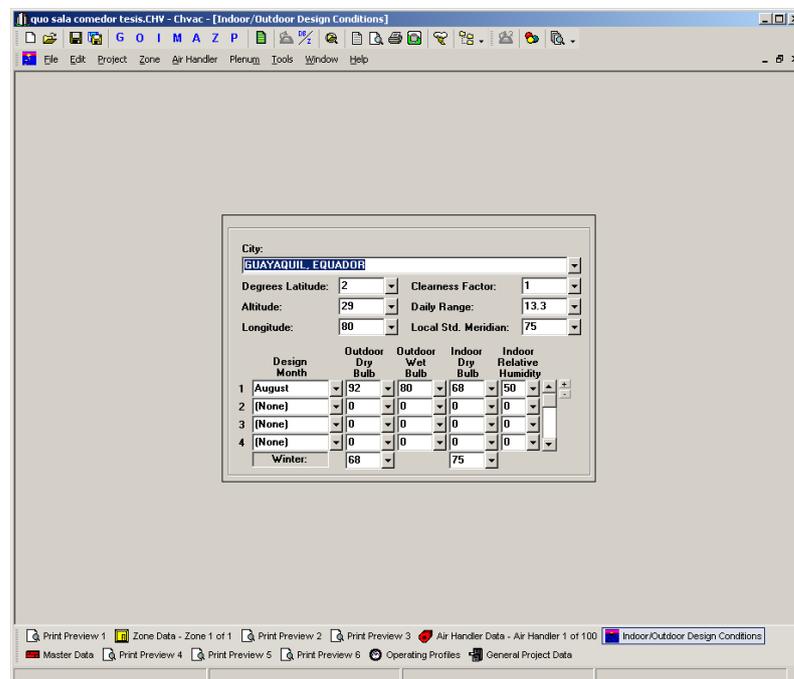


Figura 3: Condiciones de diseño

Usando el programa de cálculo “CHVAC- Full comercial Loads Calculation Program” procedemos a realizar un análisis de las características físicas del local que contribuyen con la ganancia de calor y proceder con el cálculo de la misma:

1. Se Selecciona los parámetros de Diseño como lo son:

- **Operating profiles.** Se refiere a los porcentajes de personas, luces, equipos que se usan a lo largo de las horas funcionales del local.
(Figura 4)

- **People:** Se refiere al número de personas basadas en “pies cuadrados por persona” , el factor de diversidad, calor sensible y latente que aporta típicamente una persona dentro de un supermercado. Estos valores son estándar y están basados en estudios publicados. - “ASHRAE handbook of fundamentals 1989”
(Figura 4)

- **Watts per Sq Foot:** se refiere al calor aportado por luces y equipos en relación al area. Estos valores son estándar. *(Figura 4)*

- **Building Operation Hour:** Horario de funcionamiento del Local
(Figura4)

- **General:** Se ingresa los valores de altura de paredes y altura de tumbado así como el método de cálculo (se usa el método CLTD) (Figura 5 , figura 6)
- **Safety Factors:** Se recomienda un factor de seguridad para nuestro calculo el cual varia de 0 a 20; En nuestro caso se escoge un factor de seguridad del 10%

The screenshot shows a software interface with several sections:

- Operating Profiles:**
 - People: 1
 - Lighting: 1
 - Equipment: 1
- Watts Per Sq. Foot:**
 - Lighting: 1
 - Equipment: 1
- People:**
 - Square Feet per Person: 70
 - People Diversity Factor (%): 100
 - Sensible Heat per Person:
 - Latent Heat per Person:
- Building Operation:**
 - Opening Hour:
 - Closing Hour:

Default People Diversity Factor

The people diversity factor is shown in Table 1.1, page 1.3 of ASHRAE's GRP 158. This factor is used to account for people moving around in the building. Although the maximum number of people should be entered for each zone to insure enough supply air, this number should be reduced somewhat at the air handler level to avoid oversizing. The people diversity factor is normally 100 percent (100) except in certain situations. Buildings with auditoriums typically need people diversity factors.

This input serves as a default value that you can override on the Air Handler Data window for any air handlers where you want to use a different people diversity factor than the one you enter here.

Figura 4: Parámetros de diseño – factor de ocupación

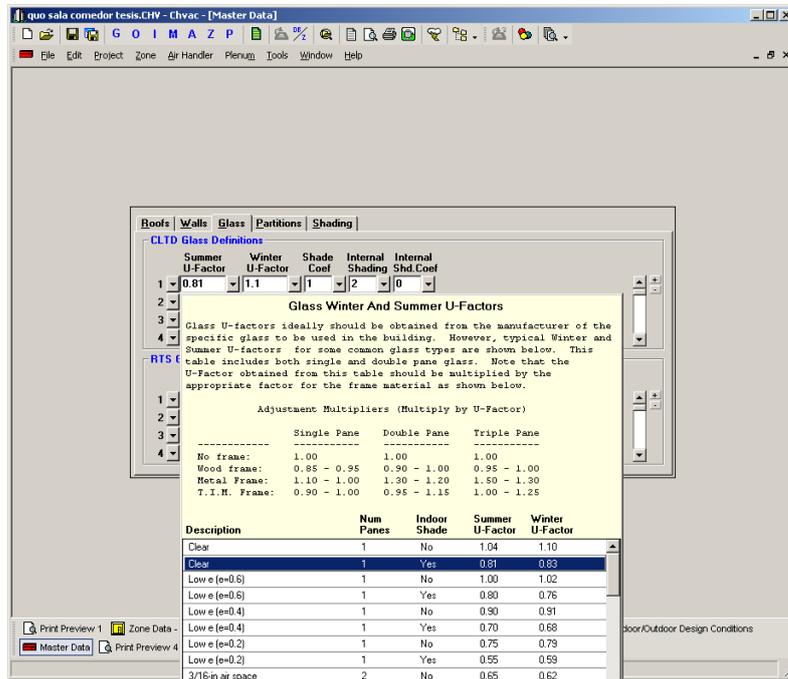


Figura 5: Parámetros de diseño – factor de vidrio

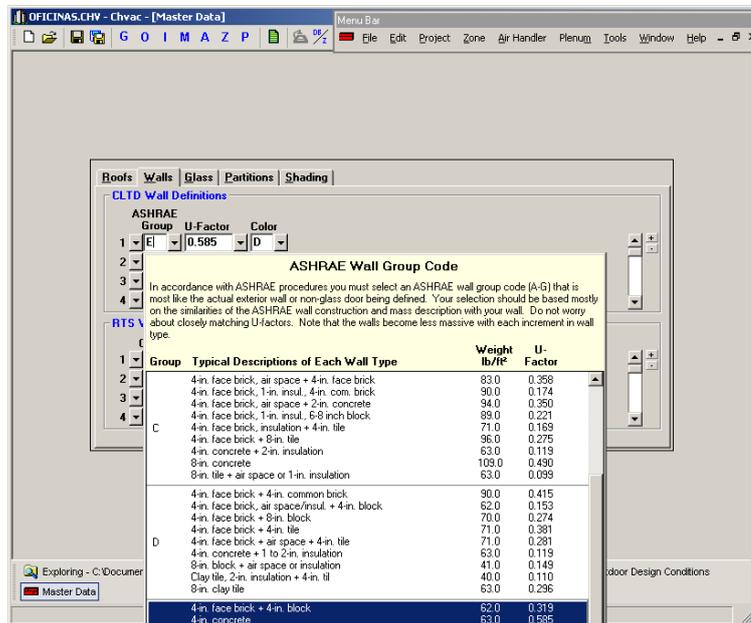


Figura 6: Parámetros de diseño – factor U de pared

Se Ingresa las dimensiones físicas del área a climatizar. Se toma el área total de Planta Baja sin considerar mezzanine y Bodegas con el objetivo de encontrar una densidad de carga promedio. Las dimensiones a ingresar son de las paredes exteriores así como de las particiones internas, área de losa de equipos e incidencia solar. Figura 7

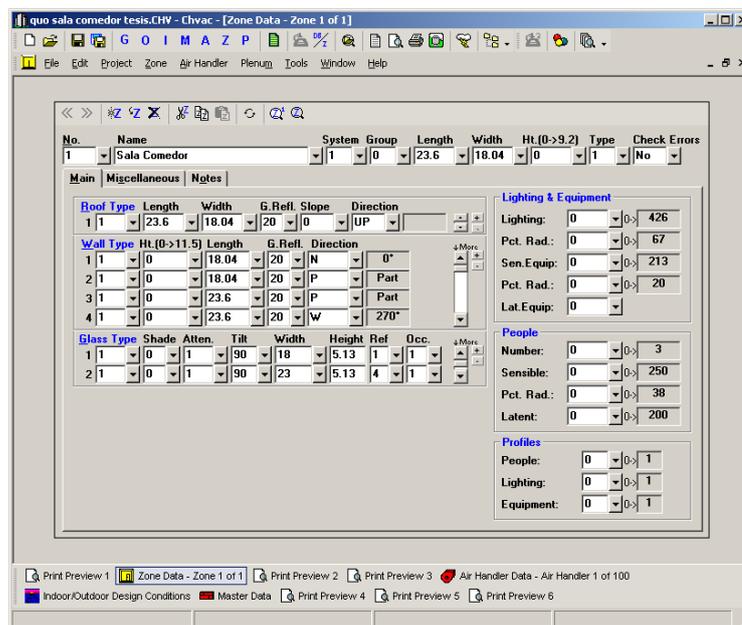


Figura 7: Parámetros dimensionales del área a climatizar

El CHVAC calcula la carga de enfriamiento acorde a los parámetros seleccionados. Esta carga no es la total debido a que falta considerar las Infiltraciones las cuales se calcularan a continuación. Figura 8

Chvac - Full Commercial HVAC Loads Calculation Program				Elite Software Development, Inc.			
pRe.jkEr				QUO			
Hell				Page 7			
Building Summary Loads							
Building peaks in August at 6pm.							
Bldg Load Descriptions	Area Quan	Sen Loss	%Tot Loss	Lat Gain	Sen Gain	Net Gain	%Net Gain
Roof	426	0	0.00	0	1,183	1,183	2.94
Wall	269	0	0.00	0	7,309	7,309	18.17
Glass	210	0	0.00	0	25,552	25,552	63.54
Floor Slab	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Skin Loads		0	0.00	0	34,044	34,044	84.66
Lighting	426	0	0.00	0	1,525	1,525	3.79
Equipment	213	0	0.00	0	763	763	1.90
People	3	0	0.00	596	745	1,341	3.33
Partition	479	0	0.00	0	882	882	2.19
Cool. Pret.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Heat. Pret.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Cool. Vent.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Heat. Vent.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Cool. Infil.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Heat. Infil.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Draw-Thru Fan	0	0	0.00	0	1,659	1,659	4.13
Blow-Thru Fan	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Reserve Cap.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Reheat Cap.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Supply Duct	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Return Duct	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Misc. Supply	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Misc. Return	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Building Totals		0	0.00	596	39,619	40,215	100.00
Building Summary		Sen Loss	%Tot Loss	Lat Gain	Sen Gain	Net Gain	%Net Gain
Ventilation		0	0.00	0	0	0	0.00
Infiltration		0	0.00	0	0	0	0.00
Pretreated Air		0	0.00	0	0	0	0.00
Zone Loads		0	0.00	596	37,960	38,556	95.87
Plenum Loads		0	0.00	0	0	0	0.00
Fan & Duct Loads		0	0.00	0	1,659	1,659	4.13
Building Totals		0	0.00	596	39,619	40,215	100.00
Check Figures							
Total Building Supply Air (based on a 13° TD):				2,773	CFM		
Total Building Vent. Air (0.00% of Supply):				0	CFM		
Total Conditioned Air Space:				426	Sq.ft		
Supply Air Per Unit Area:				6.5144	CFM/Sq.ft		
Area Per Cooling Capacity:				127.0397	Sq.ft/Ton		
Cooling Capacity Per Area:				0.0079	Tons/Sq.ft		
Heating Capacity Per Area:				0.00	Btuh/Sq.ft		
Total Heating Required With Outside Air:				0	Btuh		
Total Cooling Required With Outside Air:				3.35	Tons		

Figura 8: Resultados del cálculo de Carga

1.3 DESCRIPCION GENERAL DE LOS SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO

Para la ejecución del Proyecto “EDIFICIO QUO” de la ciudad de Guayaquil, se han previsto las siguientes consideraciones en cuanto al Sistemas de Acondicionamiento de Aire y de Ventilación Mecánica:

- ◆ Sistema de Climatización de los departamentos (Área Social, habitaciones) todos los pisos
- ◆ Sistema de Climatización de Hall de ascensores.
- ◆ Sistema de Extracción Mecánica de los baños.
- ◆ Sistema de Extracción Mecánica de Parqueos.
- ◆ Sistema de Extracción para descarga de olores cocinas

- **Área de Departamentos (pisos del 3 al 12).-**

En las áreas de departamentos que comprenden Área social, habitaciones se ha considerado el suministro de aire frío por medio de unidades tipo fan coil, las mismas que están compuestas de una unidad evaporadora y una unidad condensadora conectadas entre sí por medio de tubería de cobre. El evaporador será instalado en el interior del área, dentro del tumbado. Las unidades condensadoras estarán instaladas en la cubierta, en los lugares donde indican los planos. El aire será suministrado a través de ductos fabricados en plancha rígida de lana de vidrio, contruidos de acuerdo a las normas, conectándose a difusores de aire, tal como se indica en los planos. El retorno del aire en la mayoría de los casos se lo realizara por plenum colocado una rejillas de tumbado abatibles para facilitar el acceso al equipo en caso de requerir reparación o mantenimiento, si el retorno es por otro tipo de rejilla se deberá dejar tapas de registro para permitir acceso para el mantenimiento y revisión de los equipos.

- **Planta Baja y Mezzanine.-**

En estas áreas se han considerado el suministro de aire frío de unidades tipo fan coil y unidades tipo ducto, las mismas que están compuestas de una unidad evaporadora y una unidad condensadora conectadas entre sí por medio de tubería de cobre. El evaporador tipo ducto será instalado en el

interior del área del mezzanine en un cuarto de equipos creado especialmente para este efecto y los equipos tipo Fan coil serán instalados entre el tumbado falso y la losa. La unidad condensadora estará instalada al costado del edificio, en los lugares donde indican los planos. El aire será suministrado a través de ductos fabricados en plancha rígida de lana de vidrio, contruidos de acuerdo a las normas, conectándose a difusores de aire, tal como se indica en los planos. El retorno del aire se lo realizara por medio de rejillas de tumbado conectadas a ductos que llevaran el aire hacia los equipos,

- **Hall de ascensores.-**

En las áreas de hall de ascensores se han considerado el suministro de aire frío y filtrado por medio de unidades tipo fan coil, las mismas que están compuestas de una unidad evaporadora y una unidad condensadora conectadas entre sí por medio de tubería de cobre. El evaporador tipo horizontal será instalado en el interior del área, dentro del tumbado. La unidad condensadora estará instalada, en los lugares donde indican los planos. El aire será suministrado a través de ductos fabricados en plancha rígida de lana de vidrio, contruidos de acuerdo a las normas, conectándose a difusores lineales, tal como se indica en los planos. El retorno del aire se lo realizara por medio de rejillas de tumbado que deberán ser abatibles para permitir acceso para el mantenimiento y revisión de los equipos.

- **Sistema de ventilación mecánica de los Baños.**

Los baños de mezzanine contarán con un sistema que consta de un ventilador tipo IN LINEA este ventilador estará conectado a un ducto de tol galvanizado cuya descarga se realizara por medio de una rejilla hacia el sitio que se indica en los planos.

Los baños de cada departamento contarán con ventiladores individuales los cuales funcionarán al prender la luz del baño. Estos ventiladores estarán conectados a un ducto de PVC cuya descarga se realizara hacia un pozo como se indica en los planos.

- **Sistema De Extracción Mecánica del Subsuelo (Parqueos).-**

El Contratista Mecánico proveerá el sistema para realizar la extracción del monóxido de carbono del Subsuelo a través de ductos construidos en tol galvanizado.

Este sistema contará con rejillas ubicadas cerca del nivel del piso, de acuerdo como se indica en los planos. Los ductos estarán conectados a ventiladores de extracción en línea, los cuales descargarán el aire contaminado a través de louvers.

CAPITULO 2

2.1 DESCRPCION DE LOS SISTEMAS UTILIZADOS

2.1.1 Alternativa 1: Diseño de climatización en los departamentos con equipos de EXPANSION DIRECTA .-

Los equipos de expansión directa tradicionales basan su funcionamiento en el enfriamiento directo del aire al distribuirlo por el intercambiador de calor, donde se expande el refrigerante. Dicho aire se conduce a través de ductos hasta llegar a las estancias que se desean climatizar. Sus componentes son un compresor, el intercambiador de calor en interacción con el aire de los ductos, el intercambiador de calor que interactúa con el exterior y ventiladores para mover el aire en los ductos.

Un circuito simple de refrigeración se construye como muestran la figura 9.



Figura 9: Sistema de Expansión Directa

A continuación se describe los componentes individuales para aclarar el conjunto final:

2.1.1.1. Evaporador

Un refrigerante en forma líquida absorberá calor cuando se evapore, y este cambio de estado produce un enfriamiento en un proceso de refrigeración. Si a un refrigerante a la misma temperatura que la del ambiente se le permite expandirse a través de una boquilla con una salida a la atmósfera, el calor lo tomará del aire que lo rodea y la evaporación se llevará a cabo a una temperatura que corresponderá a la presión atmosférica.

El elemento donde esto se lleva a cabo es el evaporador cuyo trabajo es sacar calor de sus alrededores y así producir una refrigeración.

2.1.1.2. Compresor

El proceso de refrigeración implica un circuito cerrado.

Cuando el refrigerante va hacia el evaporador este es alimentado por un tanque. La presión en el tanque será alta, hasta que su presión se iguale a la del evaporador. Por esto la circulación del refrigerante cesará y la temperatura tanto en el tanque como en el evaporador se elevará gradualmente hasta alcanzar la temperatura ambiente.

Para mantener una presión menor y con esto una temperatura más baja, es necesario sacar el vapor del evaporador. Esto lo realiza el compresor el cual aspira vapor del evaporador. En términos sencillos, el compresor se puede comparar a una bomba que transporta vapor en el circuito del refrigerante.

En un circuito cerrado a la larga prevalece una condición de equilibrio.

2.1.1.3. El compresor, forma de trabajo

El refrigerante sale del evaporador, o bien como vapor saturado o ligeramente recalentado y entra en el compresor donde es comprimido. La compresión se realiza igual que en un motor de explosión, esto es por el movimiento de un pistón.

El compresor necesita una energía y produce un trabajo. Este trabajo es transferido al vapor refrigerante y se le llama trabajo de compresión.

A causa de este trabajo de compresión, el vapor sale del compresor a una presión distinta y la energía extra aplicada produce un fuerte recalentamiento del vapor.

2.1.1.4. Condensador

El refrigerante deja su calor en el condensador y el calor es transferido a un medio que se encuentra a más baja temperatura. La cantidad de calor que suelta el refrigerante es el absorbido en el evaporador más el calor recibido por el trabajo de compresión.

El calor se transfiere a un medio que puede ser aire o agua, el único requisito es que su temperatura sea más baja que la correspondiente a la presión de condensación del refrigerante.

2.1.1.5. Proceso de expansión

El líquido procedente del condensador penetra en un tanque colector, el recipiente.

La presión en el recipiente es más alta que la presión en el evaporador a causa de la compresión (incremento de presión) que se lleva a cabo en el compresor. Para disminuir la presión, al mismo nivel del evaporador hay que colocar un dispositivo que lleve a cabo este proceso el cual se llama de

estrangulación o expansión, por lo que este dispositivo es conocido por dispositivo de estrangulación o dispositivo de expansión. Normalmente se utiliza una válvula llamada por tanto válvula de estrangulación o válvula de expansión.

Delante de la válvula de expansión el fluido estará a una temperatura por encima del punto de ebullición. Al reducirle rápidamente su presión se producirá un cambio de estado, el líquido empezará a hervir y a evaporarse.

2.1.2 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL SISTEMA

2.1.2.1 VENTAJAS

- Bajo costo inicial
- Fácil de instalación, sobre todo en edificios ya construidos

2.1.2.2 DESVENTAJAS

- Elevado costo de operación y mantenimiento
- No aportan aire de renovación
- Gran impacto estético exterior

2.2 Para la alternativa 2 del diseño de climatización en los departamentos se consideró equipos de SISTEMAS DE VOLUMEN VARIABLE.-

Los Sistemas de Climatización de Caudal Variable de Refrigerante son relativamente equipos modernos en comparación con los otros sistemas, en la actualidad hay varios fabricantes (japoneses y coreanos), que ofrecen este tipo de sistemas al mercado del aire acondicionado. En Ingles VRF

(VARIABLE REFRIGERANT FLOW) como se ve en la figura 10, las empresas fabricantes han incorporado sus avances en materia electrónica y de control a este tipo de sistemas de climatización por lo que estos sistemas cumplen a la perfección con lo que se demanda hoy en día a un sistema de climatización: factibilidad de diseño, flexibilidad, eficiencia energética, fiabilidad, facilidad de instalación, reducido mantenimiento, equipos silenciosos, facilidad de uso y amigable al medio ambiente (poco a poco se ha ido reemplazando el R-22 por refrigerante ecológicos como R-407 o R-410).

El parámetro o variable que se modifica en estos sistemas es el caudal o flujo del refrigerante. Que se regula gracias a diversas tecnologías en los compresores (Inverter) y a las válvulas de expansión electrónicas o válvulas de modulación de pulsos, estas incorporadas en unidades interiores o exteriores, con el fin de ajustar la capacidad a la demanda. La idea no es otra que entregar a cada unidad interior el refrigerante (potencia frigorífica) que demanda la zona que climatiza. De esta manera se consigue que el consumo no es el total del sistema, sino que es en función de la potencia que se entrega.

Estos sistemas son ideales para aplicaciones de carga variable, ya que el régimen del compresor Inverter se adapta a la variabilidad de la carga térmica del edificio. Las principales aplicaciones comerciales y residenciales son en oficinas, hoteles, comercio, viviendas unifamiliares. Etc.

Los sistemas de Caudal Variable de Refrigerante VRF permiten conectar varias unidades interiores a una sola unidad exterior o conjunto de unidades exteriores por medio de un circuito frigorífico principal de dos tuberías de cobre debidamente aisladas.

Se puede decir que los sistemas VRF derivan de los llamados sistemas Multisplit utilizando la tecnología Inverter y válvulas de expansión electrónicas para conseguir el control continuo del caudal de refrigerante en función de la demanda de la instalación lo que reduce al mínimo los costos de operación.

Frente a los sistemas convencionales que operan con corriente alterna y regulan la temperatura conectando o apagando el compresor, los sistemas de tecnología inverte son capaces de variar la corriente en el compresor de alterna a continua para ajustar la capacidad a la demanda energética.

g) VRV (¿Volumen? Caudal de Refrigerante Variable)
Una unidad exterior y múltiples interiores unidas por tuberías de refrigerante
Regulación de velocidad en el compresor y válvulas de expansión electrónicas

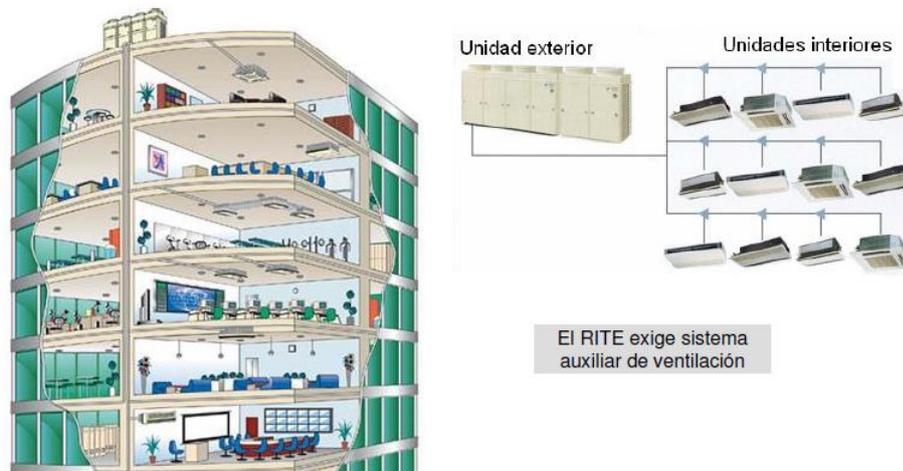


Figura 10: Instalación de un sistema VRF

2.2.1 Los elementos fundamentales del sistema invertir son 3: el convertidos, el invertir y el compresor.

- Convertidor: componente de invertir cuya función específica es transformar la corriente alterna en corriente continua.
- Inverter: el elemento fundamental del sistema es un dispositivo electrónico de control situado en la unidad exterior que permite modificar la frecuencia de la corriente y de este modo, la velocidad del compresor.
- Compresor: compresor especial de velocidad variable, Modula la capacidad para justar la demanda.

2.2.2 Ventajas y características

- Máxima zonificación, cada usuario o espacio dispone de su control
- Fácil diseño
- Bajos niveles sonoros
- Eficiencia energética y ahorro de energía. Elevados rendimientos y tecnología
- Reducido espacio para la instalación de unidades exteriores compactas
- Elevada flexibilidad en cuanto a trazados, longitudes del sistema, número de unidades interiores por sistema
- Menores espacio para paso de tuberías
- Reducidos costos de operación
- Múltiples de unidades exteriores

2.2.3 DESVENTAJAS

- Elevado costo inicial
- Distribución de refrigerante a través de una red de tuberías de cobre susceptible a fugas.

:

CAPITULO 3

3. Análisis económico y análisis de consumo energético de los sistemas

3.1. Análisis económico

Cada cuadro de alternativa tiene el valor en dólares del sistema de climatización, se detalla un valor total en Btu/h ya que se han considerado la suma de las capacidades de cada pisos según se demuestra en la tabla 1 y tabla 2, en estos valores están incluidos los costos de equipos, materiales necesarios para la instalación (ductos, rejilla, tubería de cobre, etc.), materiales necesarios para el arranque y mano de obra.

El costo de la alternativa 2 es 30% más alto que la alternativa 1

AREA DE SERVICIOS PISO	CANTIDAD DE BTU/H	ALTERNATIVA 1	
		TIPO DE SISTEMA	PRECIO \$
mezzanine y planta baja	612.000	EXPANSION DIRECTA	85.680,00
PISO 3 - 12	7.980.000	EXPANSION DIRECTA	1.117.200,00
HALL DE ASCENSORES piso 3 - 12	360.000	EXPANSION DIRECTA	50.400,00
		TOTAL \$	1.253.280,00

Tabla 1: costo del suministro e instalación de la alternativa 1 en el sistema de climatización

AREA DE SERVICIOS PISO	CANTIDAD DE BTU/H	ALTERNATIVA 2	
		TIPO DE SISTEMA	PRECIO \$
mezzanine y planta baja	612.000	EXPANSION DIRECTA	85.680,00
PISO 3 - 12	7.980.000	VRF Y MULTI SPLIT	1.675.800,00
HALL DE ASCENSORES piso 3 - 12	360.000	EXPANSION DIRECTA	50.400,00
		TOTAL \$	1.811.880,00

Tabla 2: costo del suministro e instalación de la alternativa 2 en el sistema de climatización

El valor del sistema de extracción de baños, cocina y sótano se detalla en la tabla 3

EXTRACCION SOTANOS 14.588 CFM EXTRACCION BODEGAS 2.500 CFM EXTRACCION BAÑOS 12.000 CFM EXTRACCION COCINAS 30.000 CFM <ul style="list-style-type: none"> Incluye ductos metálicos, equipos de extracción y mano de obra 		75.573,00
	TOTAL \$ (Valor igual para las dos alternativas)	75.573,00

Tabla 3: costo del suministro e instalación del sistema de Extracción de cocinas, baños y sótano.

3.2. Análisis comparativo de consumo de energía : entre el sistema de Expansión Directa versus el sistema de expansión directa y variable de refrigerante

3.2.1 Antecedentes:

Para la primera alternativa El edificio será climatizado con sistema tipo “expansión Directa”, en la segunda alternativa es una combinación de

equipos de volumen variable para los departamentos y equipo de expansión directa para Hall de Ascensores, los fan coil (unidades evaporadoras) no se incluye en este análisis porque para ambas comparaciones los equipos interiores son ventiladores que consumen prácticamente lo mismo en ambos sistemas.

3.2.2 Desarrollo

Este análisis vamos a comparar el consumo en Kw de ambas alternativas, considerando a carga total, esto es que el Edificio esté totalmente lleno, los valores son los siguientes: ANEXO 5

LTERNATIVA 1

DESCRIPCION	EFICIENCIA DEL EQUIPO	cantidad EQUIPOS	CONSUMO DE ENERGIA kWatt	COMSUMO ENERGIA POR CAPACIDAD DE EQUIPOS kWatt	COSTO DE LA ENERGIA \$/ kw/h
EXPANSION DIRECTA EQUIPOS DE 48.000 Btu/h	13	1	3,69	3,69	1,85
EQUIPOS DE 36.000 Btu/h	13	11	2,77	30,46	15,23
EQUIPOS DE 24.000 Btu/h	13	4	1,85	7,38	3,69
EQUIPOS DE 18.000 Btu/h	13	5	1,38	6,92	3,46
EQUIPOS DE 12.000 Btu/h	13	17	0,92	15,69	7,85
TOTAL CONSUMO POR PISO				64,15	32,08
TOTAL CONSUMO 10 PISOS DE DEPARTAMENTOS				641,54	320,77

Tabla 4: Eficiencia de equipos, consumo de energía por hora (alternativa 1)

ALTERNATIVA 2

DESCRIPCION	EFICIENCIA DEL EQUIPO	cantidad EQUIPOS	CONSUMO DE ENERGIA kWatt	COMSUMO ENERGIA POR CAPACIDAD DE EQUIPOS kWatt	COSTO DE LA ENERGIA \$/ kw/h
EXPANSION DIRECTA EQUIPOS DE 36.000 Btu/h	13	1	2,77	2,77	1,38
VRF					
COND 120.000	21	1	4,76	4,76	2,38
COND 100.000	21	1	5,71	5,71	2,86
MINI VRF					
COND 60000	21	6	2,86	17,14	8,57
COND 48000	21	4	2,29	9,14	4,57
COND 36000	21	1	1,71	1,71	0,86
TOTAL CONSUMO POR PISO				41,25	20,62
TOTAL CONSUMO 10 PISOS DE DEPARTAMENTOS				412,45	206,23

Tabla 5: Eficiencia de equipos, consumo de energía por hora (alternativa 2)

3.2.3 Análisis:

Por los resultados expuestos a plena carga, el consumo con equipos solo expansión directa es el 36% mayor; pero esto no ocurre en la realidad, es por esto que tenemos que analizar cuando la carga fluctúa, esto es si el edificio está al 25%, al 50% o 75%.

Los equipos de Volumen Variable trabajan cargas parciales, según tabla adjunta, pero debemos recordar que si el edificio está por ejemplo al 75% de la carga, los enfriadores trabajaran e irán modulando la carga, no así el sistema de expansión directa, es decir si el equipo de un área no está prendido el consumo es cero, igual si los salones no funcionan su consumo será cero ya que sus equipos por ser individuales estarán apagados. Por tanto si bien es cierto que los enfriadores de VRF son más eficientes y

pueden trabajar a cargas parciales, la ventaja que tenemos con el otro sistema es su versatilidad de que si no están prendidos no consumen.

% DE CARGA	SISTEMA	\$ / KW/h
75	ALTERNATIVA 1	240,58
	ALTERNATIVA 2	154,67
50	ALTERNATIVA 1	160,38
	ALTERNATIVA 2	103,11
25	ALTERNATIVA 1	80,19
	ALTERNATIVA 2	51,56

Tabla 6: Análisis de consumo energético en cargas parciales

3.2.4 Conclusión:

La mayor parte de la demanda energética en el mundo está asociada con el acondicionamiento del ambiente interior, ya que se estima que los equipos de climatización consumen 50 por ciento de la energía total de una edificación. Lo ideal sería reducir su uso para aminorar costos y emisiones de CO₂ al ambiente.

La reducción de consumo energético en el mundo se ha vuelto una prioridad; especialmente, en la industria de la climatización. Este hecho ha desencadenado una serie de comparaciones entre distintos métodos, ubicando tres como los de mayor eficiencia: sistemas centralizados enfriados por agua, los de expansión directa tradicional y los de variación de flujo de refrigerante.

Para nuestro estudio al revisar los datos adjuntos, el sistema de refrigerante en sus dos versiones consumen menos que usando para todo el edificio el sistema de Expansión Directa, en cambio con el sistema de refrigerante de

Volumen Variable que pueden prenderse y apagarse dependiendo la demanda.

Y para abonar más al sistema de refrigerante, podemos decir que para el mantenimiento de los equipos, es mucho más sencillo y menos problemático el sistema de Volumen Variable por su considerable menor número de unidades, el costo inicial se lo recuperaría en un aproximado de un año si se considera el uso al 100% del sistema por un periodo de 10 horas diarias de uso, el dueño del proyecto vio como un gran factor a considerar el problema si se daña la unidad condensadora del sistema VRF, todo el departamento se quedaría sin sistema de climatización, por lo que se decidió a utilizar el sistema tradicional de climatización con Equipos de Expansión Directa..

ANEXOS

ANEXO 1

Low and Medium Pressure Ducts

- Maximum friction rate *0.1 - 0.2 inches W.G./100 ft*
- Velocity *1,500 - 2,000 ft/min (8 - 10 m/s)*

Air Flow Rate		Maximum Velocity	
<i>(m³/h)</i>	<i>(CFM)</i>	<i>(m/s)</i>	<i>(ft/min)</i>
< 300	< 175	2.5	490
< 1,000	< 590	3	590
< 2,000	< 1,200	4	785
< 4,000	< 2,350	5	980
< 10,000	< 5,900	6	1,180
> 10,000	> 5,900	7	1,380

ANEXO 2

System Design Guidelines

Design Criteria for Room Loudness

Room Type	Sones	Room Type	Sones
<i>Auditoriums</i>		<i>Indoor sports activities</i>	
Concert and opera halls	1.0 to 3	Gymnasiums	4 to 12
Stage theaters	1.5 to 5	Coliseums	3 to 9
Movie theaters	2.0 to 6	Swimming pools	7 to 21
Semi-outdoor amphitheaters	2.0 to 6	Bowling alleys	4 to 12
Lecture halls	2.0 to 6	Gambling casinos	4 to 12
Multi-purpose	1.5 to 5	<i>Manufacturing areas</i>	
Courtrooms	3.0 to 9	Heavy machinery	25 to 60
Auditorium lobbies	4.0 to 12	Foundries	20 to 60
TV audience studios	2.0 to 6	Light machinery	12 to 36
<i>Churches and schools</i>		Assembly lines	12 to 36
Sanctuaries	1.7 to 5	Machine shops	15 to 50
Schools & classrooms	2.5 to 8	Plating shops	20 to 50
Recreation halls	4.0 to 12	Punch press shops	50 to 60
Kitchens	6.0 to 18	Tool maintenance	7 to 21
Libraries	2.0 to 6	Foreman's office	5 to 15
Laboratories	4.0 to 12	General storage	10 to 30
Corridors and halls	5.0 to 15	<i>Offices</i>	
<i>Hospitals and clinics</i>		Executive	2 to 6
Private rooms	1.7 to 5	Supervisor	3 to 9
Wards	2.5 to 8	General open offices	4 to 12
Laboratories	4.0 to 12	Tabulation/computation	6 to 18
Operating rooms	2.5 to 8	Drafting	4 to 12
Lobbies & waiting rooms	4.0 to 12	Professional offices	3 to 9
Halls and corridors	4.0 to 12	Conference rooms	1.7 to 5
		Board of Directors	1 to 3
		Halls and corridors	5 to 15

Note: Values shown above are room loudness in sones and are not fan sone ratings. For additional detail see AMCA publication 302 - Application of Sone Rating.

System Design Guidelines

Design Criteria for Room Loudness (cont.)

Room Type	Sones	Room Type	Sones
<i>Hotels</i>		<i>Public buildings</i>	
Lobbies	4.0 to 12	Museums	3 to 9
Banquet rooms	8.0 to 24	Planetariums	2 to 6
Ball rooms	3.0 to 9	Post offices	4 to 12
Individual rooms/suites	2.0 to 6	Courthouses	4 to 12
Kitchens and laundries	7.0 to 12	Public libraries	2 to 6
Halls and corridors	4.0 to 12	Banks	4 to 12
Garages	6.0 to 18	Lobbies and corridors	4 to 12
<i>Residences</i>		<i>Retail stores</i>	
Two & three family units	3 to 9	Supermarkets	7 to 21
Apartment houses	3 to 9	Department stores (main floor)	6 to 18
Private homes (urban)	3 to 9	Department stores (upper floor)	4 to 12
Private homes (rural & suburban)	1.3 to 4	Small retail stores	6 to 18
<i>Restaurants</i>		Clothing stores	4 to 12
Restaurants	4 to 12	<i>Transportation (rail, bus, plane)</i>	
Cafeterias	6 to 8	Waiting rooms	5 to 15
Cocktail lounges	5 to 15	Ticket sales office	4 to 12
Social clubs	3 to 9	Control rooms & towers	6 to 12
Night clubs	4 to 12	Lounges	5 to 15
Banquet room	8 to 24	Retail shops	6 to 18
<i>Miscellaneous</i>			
Reception rooms	3 to 9		
Washrooms and toilets	5 to 15		
Studios for sound reproduction	1 to 3		
Other studios	4 to 12		

Note: Values shown above are room loudness in sones and are not fan sone ratings. For additional detail see AMCA publication 302 - Application of Sone Rating.

ANEXO 4

General Ventilation Design

Suggested Air Changes

Type of Space	Air Change Frequency (minutes)
Assembly Halls	3-10
Auditoriums	4-15
Bakeries	1-3
Boiler Rooms	2-4
Bowling Alleys	2-8
Dry Cleaners	1-5
Engine Rooms	1-1.5
Factories (General)	1-5
Forges	1-2
Foundries	1-4
Garages	2-10
Generating Rooms	2-5
Glass Plants	1-2
Gymnasiums	2-10
Heat Treat Rooms	0.5-1
Kitchens	1-3
Laundries	2-5
Locker Rooms	2-5
Machine Shops	3-5
Mills (Paper)	2-3
Mills (Textile)	5-15
Packing Houses	2-15
Recreation Rooms	2-8
Residences	2-5
Restaurants	5-10
Retail Stores	3-10
Shops (General)	3-10
Theaters	3-8
Toilets	2-5
Transformer Rooms	1-5
Turbine Rooms	2-6
Warehouses	2-10

1305-V1Z12

Midea

COMMERCIAL AIR CONDITIONERS

R410A VRF Series 60Hz
V4 Plus /V4 Plus S/ V4 Plus R/ V4 Plus W/ Mini VRF

ISO 9001:2015
CERTIFIED
100% ISO 14001
100% ISO 45001

100% Midea Building & Technology Equipment Co., Ltd. is certified under the ISO 14001 International Standard for environmental management.
Certificate No. 10110202001

CVC
100% ISO 9001
100% ISO 14001
100% ISO 45001

100% Midea Building & Technology Equipment Co., Ltd. is certified under the ISO 9001 International Standard for quality assurance.
Certificate No. 10110202001

Commercial Air Conditioner Business Units
Midea Group
Add: Wafu region of Midea commercial air conditioner department Industry Avenue,
Business Square, Foshan, Guangdong P.R.China Postal code: 528311
Tel: 46-357-2220000 Fax: 46-357-2227000
http://global.midea.com.cn
http://www.midea.com

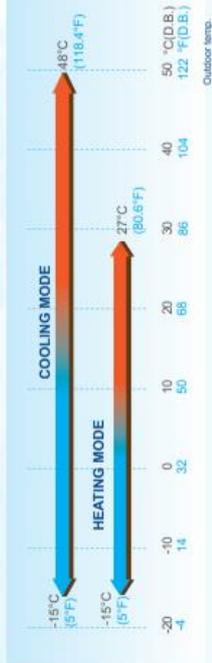
Note: This data is for reference only. For detailed product information, please refer to the product manual or contact our sales representatives for further information.

Dealer information

Wide operation temperature range

Up to 48°C(118.4°F) in cooling mode and down to -15°C(5°F) in heating mode.

The operation range of the Mini VRF system works to reduce limitations on installation locations. The wide operation range of the Mini VRF system greatly increases the number of possible installation locations where the system can run stably.

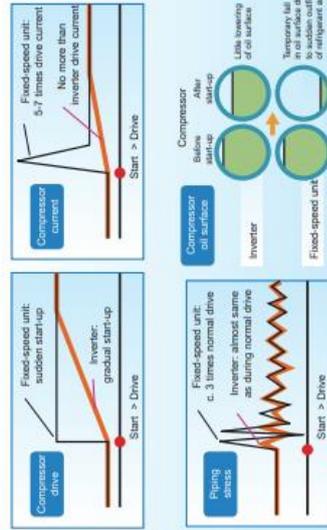


Mini VRF system operates stably at extreme temperatures ranging from minus 15°C(5°F) to 48°C(118.4°F)

Smooth control

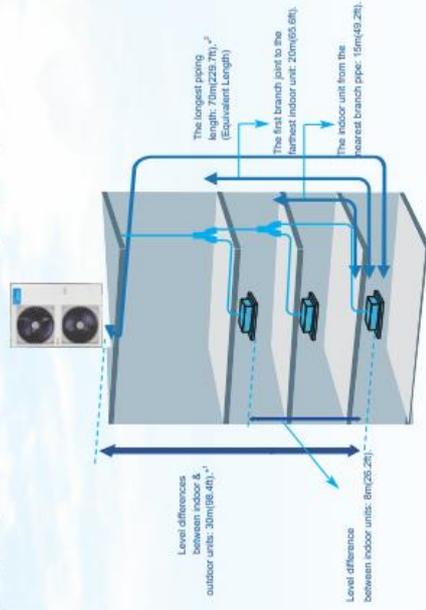
By using all inverter-driven compressors, Midea is able to significantly reduce the electrical and mechanical stresses that are placed on fixed-speed compressors during start-up. Current absorption on an inverter-driven compressor is smoothed out at start-up thus reducing the wear on the electrical and mechanical components and increasing reliability.

Start-up using all inverter-driven compressor



Flexible piping design

The Mini VRF provides a max. piping length possibility of 100m(328ft), a maximum height difference between outdoor and indoor units of 30m(98.4ft). The height difference between indoors unit can be up to 8m(26.2ft). These generous allowances facilitate an extensive array of system designs.



Note 1) when outdoor unit up level difference is 30m, when outdoor unit down level difference is 20m(65.6ft).

2) Longest piping length

Model	Model A	Model C
Max. piping length	70m(229.7ft)	100m(328ft)
Total piping length	100m(328ft)	100m(328ft)

Auto-restart function

Even if an extended power failure occurs, the A/C system automatically restarts with the same settings. A power failure will not cause any settings to be lost, thus eliminating the need for re-programming.

Easy maintenance

Forced cooling button makes outdoor unit run in cooling mode at any condition, so it is very easy for you to charge refrigerant to the system when it need to be done.

The self-diagnosis function detects malfunctions in major locations in the system and displays the type of malfunction and location. This allows service and maintenance to be performed more efficiently.





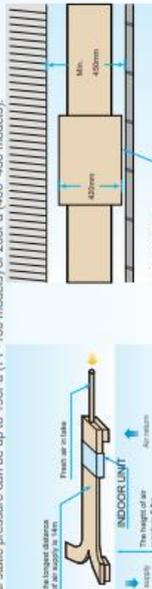
High Static Pressure Duct



- Auto Restart
- Fresh Air
- Auto Addressing
- Cleanable Panel
- Follow Me
- Anti-Cold Air Function
- Wireless Control
- Connectable To Duct

Flexible duct design

Four speed fan motor (medium high speed as an option only for 71~160 model)
External static pressure can be up to 198Pa (71~160 models) or 250Pa (400~450 models).



The max distance of air supply is about 45.9ft (14m) while the height of air supply is about 21.3ft (6.5m).
With 16~1732m(420mm) thickness body, the minimum distance above the ceiling is 17~2322m(450mm).

Added flexibility with four speed fan

Just exchange the wiring connection of 'M' and 'Me' (for 71~160 model)

Convenient installation

The EXV is fixed inside the indoor unit (for 71~450 model), no need extra connection.
Standard filter placed in an aluminum frame, which is removable downward from bottom.
Flange for air inlet/outlet duct connection is standard.

Flexible control and convenient for maintenance

Standard Wired remote controller KJR-108/KJR-128, and wireless remote controller R05 is as an option.
The display board is connected with the E-box in factory, easier trouble-shooting by LED display.
Easy access filters both in rear & bottom
Standard functional port such as remote on/off dry contact.

Option:



Double-skin drainage pan, double protect for your ceiling (for 71~450 model)

Model	MDV-D170T1/1001-S	MDV-D170T1/1001-S	MDV-D170T1/1001-S	MDV-D170T1/1001-S	MDV-D170T1/1001-S
Power Supply	7.1	8	8	8	8
	208-230V/50~60Hz	208-230V/50~60Hz	208-230V/50~60Hz	208-230V/50~60Hz	208-230V/50~60Hz
Capacity	Cooling	6.15k	7.75k	9.65k	11.2
	Heating	34.20k	27.90k	30.70k	34.20k
Power Equal	Cooling	8.87k	7.70k	8.88k	10.18k
	Heating	27.50k	20.00k	24.10k	27.00k
Rated Current	Cooling	38.5	32.5	42.5	50
	Heating	1.1	1.1	1.8	2.3
Indoor air flow (l/s)	min	1.28(1.56)	1.32	2.26(2.02)	2.26(2.02)
	max	1.28(1.56)	1.32	2.26(2.02)	2.26(2.02)
EER (refrigerant static pressure)	CPM	1.20(1.22)	1.34(1.36)	1.34(1.36)	1.34(1.36)
	Pa	40(30~180)	40(30~180)	40(30~180)	50(20~180)
Sound Pressure (R.M.A.S.)	dB(A)	48~64	50~67	50~67	50~67
	dB(A)	48~64	50~67	50~67	50~67
Type	R410A				
Refrigerant	R410A				
Net dimension	31~2164x18~1130x21~1164(952~426-080)				
Packing dimension	43~2584x~1130x21~1164(1102~407-080)				
Net/Gross Weight	kg	48.5(52)	50.5(54)	50.5(54)	50.5(54)
Piping Connections	Liquid (P/size)	Ø16(1/2)	Ø16(1/2)	Ø16(1/2)	Ø16(1/2)
	Gas (P/size)	Ø25(1)	Ø25(1)	Ø25(1)	Ø25(1)
	Clear (P/size)	Ø25(1)	Ø25(1)	Ø25(1)	Ø25(1)
	Drain (P/size)	Ø16(1/2)	Ø16(1/2)	Ø16(1/2)	Ø16(1/2)
Standard Controller	Wired controller (R), (R05) (71~160 model) Wireless controller (R), (R05) (71~160 model)				

Model	MDV-D170T1/1001-S	MDV-D170T1/1001-S	MDV-D170T1/1001-S	MDV-D170T1/1001-S	MDV-D170T1/1001-S
Power Supply	14	16	16	16	16
	208-230V/50~60Hz	208-230V/50~60Hz	208-230V/50~60Hz	208-230V/50~60Hz	208-230V/50~60Hz
Capacity	Cooling	12.027	13.727	20.585	26.545
	Heating	47.803	54.000	116.000	153.885
Power Equal	Cooling	13.707	15.477	26.545	29.484
	Heating	24.000	27.400	103.000	170.000
Rated Current	Cooling	57	65	100	100
	Heating	2.2	2.4	3.8	3.8
Indoor air flow (l/s)	min	3.032(2.71)	3.032(2.71)	7.000(2.64)	7.000(2.64)
	max	3.032(2.71)	3.032(2.71)	7.000(2.64)	7.000(2.64)
EER (refrigerant static pressure)	CPM	1.33(1.35)	1.45(1.47)	1.45(1.47)	1.45(1.47)
	Pa	50(20~180)	50(20~180)	50(20~180)	50(20~180)
Sound Pressure (R.M.A.S.)	dB(A)	53~64	54~63	54~63	54~63
	dB(A)	53~64	54~63	54~63	54~63
Type	R410A				
Refrigerant	R410A				
Net dimension	47~1611x1534x21~58(17200~420-020)				
Packing dimension	58~1846x~1732x21~58(1830~480~180)				
Net/Gross Weight	kg	85.5(78)	85.5(78)	85.5(78)	85.5(78)
Piping Connections	Liquid (P/size)	Ø16(1/2)	Ø16(1/2)	Ø16(1/2)	Ø16(1/2)
	Gas (P/size)	Ø25(1)	Ø25(1)	Ø25(1)	Ø25(1)
	Clear (P/size)	Ø25(1)	Ø25(1)	Ø25(1)	Ø25(1)
	Drain (P/size)	Ø16(1/2)	Ø16(1/2)	Ø16(1/2)	Ø16(1/2)
Standard Controller	Wired controller (R), (R05) (71~160 model) Wireless controller (R), (R05) (71~160 model)				

Note:
1. Nominal cooling capacities are based on the following conditions: return air temp.: 30.5°C (86.9°F) and outdoor temp.: 35°C (95°F).
2. Indoor air flow (horizontal) is based on the following conditions: return air temp.: 30.5°C (86.9°F) and outdoor temp.: 35°C (95°F).
3. Sound Level is measured 4.0m (13.1ft) below the unit.
* Specifications are subject to change without prior notice for product improvement.



Outdoor Unit

Specifications

208-230V-60Hz

MDV-K230V-DC1
MDV-K230V-DC2
MDV-K230V-DC3
MDV-K230V-DC4



Model	MDV-K208V-DC1	MDV-K208V-DC2	MDV-K208V-DC3	MDV-K208V-DC4	MDV-K230V-DC1	MDV-K230V-DC2	MDV-K230V-DC3	MDV-K230V-DC4
Power supply	V-Pk-Hz	208-230V-60Hz						
	kW	10.5	12	14	14	15.5	15.5	15.5
	Btu/h	35,800	40,900	47,800	47,800	52,000	52,000	52,000
Cooling	Capacity*	9.642	10.340	12.083	12.083	13.185	13.185	13.185
	Input	3.26	3.25	3.95	3.95	4.52	4.52	4.52
	EER	3.02	3.19	3.54	3.54	3.43	3.43	3.43
Heating	Capacity*	11.5	13.2	15.4	15.4	17	17	17
	Btu/h	39,200	45,000	52,000	52,000	59,000	59,000	59,000
	Coef. of performance	3.5	3.47	4.16	4.16	4.77	4.77	4.77
Indoor unit connectable	Max. quantity of indoor units	5	6	6	6	7	7	7
	Max. quantity of indoor units (board pressure level)	5	6	6	6	7	7	7
Compressor	Type	Rotary						
	Input	3.010	3.010	3.010	3.010	4.240	4.240	4.240
Outdoor air flow	Refrigerant oil	no. 12						
	Capacity	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000
Refrigerant piping	Liquid side	φ18(φ9.53)						
	Gas side	φ25(φ15.9)						
Outdoor fan motor	Type	DC motor						
	Brand	Panasonic						
Outdoor fan	Output	2465	2465	2465	2465	2465	2465	2465
	Type	Acid fan						
Outdoor unit Dimension	Body (WxHxD)	312(312)x125(125)x256(256)						
	Packing (WxHxD)	403(403)x144(144)x108(108)						
Weight	Net weight	195.7(2)	209.4(209.4)	209.4(209.4)	209.4(209.4)	220.5(220.5)	220.5(220.5)	220.5(220.5)
	Gross weight	174.2(7)	233.7(233.7)	233.7(233.7)	233.7(233.7)	244.7(244.7)	244.7(244.7)	244.7(244.7)
Refrigerant	Charged volume	8.6(3)	8.6(3)	8.6(3)	8.6(3)	8.6(3)	8.6(3)	8.6(3)
	Power Wiring	3 core x 4.0						
Connection wiring	Signal wiring	3 core shielded wire x 0.75						

Note:
1. The cooling conditions: indoor temp.: 27°C (80.6°F), outdoor temp.: 35°C (95°F), indoor temp.: 27°C (80.6°F), outdoor temp.: 35°C (95°F), indoor temp.: 27°C (80.6°F), outdoor temp.: 35°C (95°F).
2. The heating conditions: indoor temp.: 20°C (68°F), outdoor temp.: 7°C (44.6°F), indoor temp.: 20°C (68°F), outdoor temp.: 7°C (44.6°F), indoor temp.: 20°C (68°F), outdoor temp.: 7°C (44.6°F).
3. Second level: Anemostatic standard conversion value, measured at a point 1 m (3.28 ft) in front of the unit at a height of 1 m (3.28 ft) for 100 models (for 100 models), during actual operation. These values are normally somewhat higher as a result of ambient conditions.
4. The above data may be changed without notice for future improvement on quality and performance.

Outdoor Unit

Specifications

380-415V-3N-60Hz

MDV-K380V-DC1
MDV-K380V-DC2
MDV-K380V-DC3



Model	MDV-K380V-DC1	MDV-K380V-DC2	MDV-K380V-DC3	MDV-K380V-DC4
Power supply	V-Pk-Hz	380-415V-3N-60Hz	380-415V-3N-60Hz	380-415V-3N-60Hz
	kW	40.500	47.800	52.000
	Btu/h	137,800	163,800	177,000
Cooling	Capacity*	34.5	40.5	43.5
	Input	12.5	14.5	15.5
	EER	2.76	2.79	2.83
Heating	Capacity*	45.000	52.000	56.000
	Btu/h	153,000	177,000	190,000
	Coef. of performance	3.5	3.47	3.47
Indoor unit connectable	Max. quantity of indoor units	8	8	8
	Max. quantity of indoor units (board pressure level)	8	8	8
Compressor	Type	Rotary	Rotary	Rotary
	Input	3.010	3.010	3.010
Outdoor air flow	Refrigerant oil	no. 12	no. 12	no. 12
	Capacity	6.000	6.000	6.000
Refrigerant piping	Liquid side	φ18(φ9.53)	φ18(φ9.53)	φ18(φ9.53)
	Gas side	φ25(φ15.9)	φ25(φ15.9)	φ25(φ15.9)
Outdoor fan motor	Type	DC motor	DC motor	DC motor
	Brand	Panasonic	Panasonic	Panasonic
Outdoor fan	Output	2465	2465	2465
	Type	Acid fan	Acid fan	Acid fan
Outdoor unit Dimension	Body (WxHxD)	352(352)x144(144)x108(108)	352(352)x144(144)x108(108)	352(352)x144(144)x108(108)
	Packing (WxHxD)	403(403)x144(144)x108(108)	403(403)x144(144)x108(108)	403(403)x144(144)x108(108)
Weight	Net weight	209.4(209.4)	233.7(233.7)	244.7(244.7)
	Gross weight	174.2(7)	233.7(233.7)	244.7(244.7)
Refrigerant	Charged volume	8.6(3)	8.6(3)	8.6(3)
	Power Wiring	3 core x 4.0	3 core x 4.0	3 core x 4.0
Connection wiring	Signal wiring	3 core shielded wire x 0.75	3 core shielded wire x 0.75	3 core shielded wire x 0.75

Note:
1. The cooling conditions: indoor temp.: 27°C (80.6°F), outdoor temp.: 35°C (95°F), indoor temp.: 27°C (80.6°F), outdoor temp.: 35°C (95°F), indoor temp.: 27°C (80.6°F), outdoor temp.: 35°C (95°F).
2. The heating conditions: indoor temp.: 20°C (68°F), outdoor temp.: 7°C (44.6°F), indoor temp.: 20°C (68°F), outdoor temp.: 7°C (44.6°F), indoor temp.: 20°C (68°F), outdoor temp.: 7°C (44.6°F).
3. Second level: Anemostatic standard conversion value, measured at a point 1 m (3.28 ft) in front of the unit at a height of 1 m (3.28 ft) for 100 models (for 100 models), during actual operation. These values are normally somewhat higher as a result of ambient conditions.
4. The above data may be changed without notice for future improvement on quality and performance.

Full DC Inverter
Mini VRF

Full DC Inverter
Mini VRF



V4 Plus Cooling Only Unit

Model	MDC-25121R-W (25kVt)		MDC-35121R-W (35kVt)		MDC-50121R-W (50kVt)		MDC-75121R-W (75kVt)		MDC-100121R-W (100kVt)	
	UPHr-Hz	250V-50Hz	350V-50Hz	500V-50Hz	750V-50Hz	1000V-50Hz	1500V-50Hz	2000V-50Hz	2500V-50Hz	3000V-50Hz
Power supply	UPHr-Hz	250V-50Hz	350V-50Hz	500V-50Hz	750V-50Hz	1000V-50Hz	1500V-50Hz	2000V-50Hz	2500V-50Hz	3000V-50Hz
	RT	7.2	8.0	8.5	9.5	11.4	12.8	14.4	16.0	17.6
	WV	29.2	28	33.5	40	45	50	55	60	65
	Blah	80,000	85,000	114,200	136,500	153,500	170,500	187,500	204,500	221,500
Cooling	Health	21,872	24,888	28,810	34,440	38,760	43,080	47,400	51,720	56,040
	WV	5.87	6.05	6.23	6.41	6.59	6.77	6.95	7.13	7.31
	WVWV	4.29	3.89	3.7	3.52	3.34	3.16	2.98	2.8	2.62
	BER	50-130	50-130	50-130	50-130	50-130	50-130	50-130	50-130	50-130
Cooling Mode	Total Capacity	50-130	50-130	50-130	50-130	50-130	50-130	50-130	50-130	50-130
	Max. Quantity	13	16	18	20	22	24	26	28	30
Sound Pressure Level	dB(A)	57	57	58	58	59	60	60	60	60
	dB(A)	57	57	58	58	59	60	60	60	60
Pipe Connections	Liquid pipe	Ø12(Ø12.7)	Ø12(Ø12.7)	Ø12(Ø12.7)	Ø12(Ø12.7)	Ø12(Ø12.7)	Ø12(Ø12.7)	Ø12(Ø12.7)	Ø12(Ø12.7)	Ø12(Ø12.7)
	Gas pipe	Ø19(Ø19.05)	Ø19(Ø19.05)	Ø19(Ø19.05)	Ø19(Ø19.05)	Ø19(Ø19.05)	Ø19(Ø19.05)	Ø19(Ø19.05)	Ø19(Ø19.05)	Ø19(Ø19.05)
Outdoor fan motor	Motor output	750	750	750	750	750	750	750	750	750
	Fan type	AC	AC	AC	AC	AC	AC	AC	AC	AC
DC Inverter compressor	Capacity	11,800	11,800	11,800	11,800	11,800	11,800	11,800	11,800	11,800
	Compressor	27.6-2	27.6-2	27.6-2	27.6-2	27.6-2	27.6-2	27.6-2	27.6-2	27.6-2
Fixed (coil) compressor	Capacity	15,500	15,500	15,500	15,500	15,500	15,500	15,500	15,500	15,500
	Compressor	27.6	27.6	27.6	27.6	27.6	27.6	27.6	27.6	27.6
Refrigerant	Type	R410A	R410A	R410A	R410A	R410A	R410A	R410A	R410A	R410A
	Factory Charging	22(10)	22(10)	22(10)	22(10)	22(10)	22(10)	22(10)	22(10)	22(10)
Unit Dimension	Net (W×H×D)	372×252×835	372×252×835	372×252×835	372×252×835	372×252×835	372×252×835	372×252×835	372×252×835	372×252×835
	Packing Size (W×H×D)	403×195×1525	403×195×1525	403×195×1525	403×195×1525	403×195×1525	403×195×1525	403×195×1525	403×195×1525	403×195×1525
Unit weight	Net	56(24.5)	56(24.5)	56(24.5)	56(24.5)	56(24.5)	56(24.5)	56(24.5)	56(24.5)	56(24.5)
	Gross weight	57(24.6)	57(24.6)	57(24.6)	57(24.6)	57(24.6)	57(24.6)	57(24.6)	57(24.6)	57(24.6)
Operating Temp. Range-cooling	°F(°C)	21F(-5.4)~93F(33.3)	21F(-5.4)~93F(33.3)	21F(-5.4)~93F(33.3)	21F(-5.4)~93F(33.3)	21F(-5.4)~93F(33.3)	21F(-5.4)~93F(33.3)	21F(-5.4)~93F(33.3)	21F(-5.4)~93F(33.3)	21F(-5.4)~93F(33.3)

Notes:
 1. Nominal conditions
 2. Second level: Acoustic character conversion value, measured at a position 1m(3.28ft) in front of the unit and 1.3m(4.26ft) above the floor.
 3. Refrigerant pipe size listed here only for above the total equivalent length < 50m(164.04ft). For the data when total equivalent length > 50m(164.04ft) please refer to technical manual.
 4. The above data may be changed without notice for further improvement on quality and performance.

Model	MDC-25121R-W (25kVt)		MDC-35121R-W (35kVt)		MDC-50121R-W (50kVt)		MDC-75121R-W (75kVt)		MDC-100121R-W (100kVt)	
	UPHr-Hz	250V-50Hz	350V-50Hz	500V-50Hz	750V-50Hz	1000V-50Hz	1500V-50Hz	2000V-50Hz	2500V-50Hz	3000V-50Hz
Power supply	UPHr-Hz	250V-50Hz	350V-50Hz	500V-50Hz	750V-50Hz	1000V-50Hz	1500V-50Hz	2000V-50Hz	2500V-50Hz	3000V-50Hz
	RT	7.2	8.0	8.5	9.5	11.4	12.8	14.4	16.0	17.6
	WV	29.2	28	33.5	40	45	50	55	60	65
	Blah	80,000	85,000	114,200	136,500	153,500	170,500	187,500	204,500	221,500
Cooling	Health	21,872	24,888	28,810	34,440	38,760	43,080	47,400	51,720	56,040
	WV	5.87	6.05	6.23	6.41	6.59	6.77	6.95	7.13	7.31
	WVWV	4.29	3.89	3.7	3.52	3.34	3.16	2.98	2.8	2.62
	BER	50-130	50-130	50-130	50-130	50-130	50-130	50-130	50-130	50-130
Cooling Mode	Total Capacity	50-130	50-130	50-130	50-130	50-130	50-130	50-130	50-130	50-130
	Max. Quantity	13	16	18	20	22	24	26	28	30
Sound Pressure Level	dB(A)	57	57	58	58	59	60	60	60	60
	dB(A)	57	57	58	58	59	60	60	60	60
Pipe Connections	Liquid pipe	Ø12(Ø12.7)	Ø12(Ø12.7)	Ø12(Ø12.7)	Ø12(Ø12.7)	Ø12(Ø12.7)	Ø12(Ø12.7)	Ø12(Ø12.7)	Ø12(Ø12.7)	Ø12(Ø12.7)
	Gas pipe	Ø19(Ø19.05)	Ø19(Ø19.05)	Ø19(Ø19.05)	Ø19(Ø19.05)	Ø19(Ø19.05)	Ø19(Ø19.05)	Ø19(Ø19.05)	Ø19(Ø19.05)	Ø19(Ø19.05)
Outdoor fan motor	Motor output	750	750	750	750	750	750	750	750	750
	Fan type	AC	AC	AC	AC	AC	AC	AC	AC	AC
DC Inverter compressor	Capacity	11,800	11,800	11,800	11,800	11,800	11,800	11,800	11,800	11,800
	Compressor	27.6-2	27.6-2	27.6-2	27.6-2	27.6-2	27.6-2	27.6-2	27.6-2	27.6-2
Fixed (coil) compressor	Capacity	15,500	15,500	15,500	15,500	15,500	15,500	15,500	15,500	15,500
	Compressor	27.6	27.6	27.6	27.6	27.6	27.6	27.6	27.6	27.6
Refrigerant	Type	R410A	R410A	R410A	R410A	R410A	R410A	R410A	R410A	R410A
	Factory Charging	22(10)	22(10)	22(10)	22(10)	22(10)	22(10)	22(10)	22(10)	22(10)
Unit Dimension	Net (W×H×D)	372×252×835	372×252×835	372×252×835	372×252×835	372×252×835	372×252×835	372×252×835	372×252×835	372×252×835
	Packing Size (W×H×D)	403×195×1525	403×195×1525	403×195×1525	403×195×1525	403×195×1525	403×195×1525	403×195×1525	403×195×1525	403×195×1525
Unit weight	Net	56(24.5)	56(24.5)	56(24.5)	56(24.5)	56(24.5)	56(24.5)	56(24.5)	56(24.5)	56(24.5)
	Gross weight	57(24.6)	57(24.6)	57(24.6)	57(24.6)	57(24.6)	57(24.6)	57(24.6)	57(24.6)	57(24.6)
Operating Temp. Range-cooling	°F(°C)	21F(-5.4)~93F(33.3)	21F(-5.4)~93F(33.3)	21F(-5.4)~93F(33.3)	21F(-5.4)~93F(33.3)	21F(-5.4)~93F(33.3)	21F(-5.4)~93F(33.3)	21F(-5.4)~93F(33.3)	21F(-5.4)~93F(33.3)	21F(-5.4)~93F(33.3)

Notes:
 1. Nominal conditions
 2. Second level: Acoustic character conversion value, measured at a position 1m(3.28ft) in front of the unit and 1.3m(4.26ft) above the floor.
 3. Refrigerant pipe size listed here only for above the total equivalent length < 50m(164.04ft). For the data when total equivalent length > 50m(164.04ft) please refer to technical manual.
 4. The above data may be changed without notice for further improvement on quality and performance.

BIBLIOGRAFIA

- 1 Manual de Aire Acondicionado – HANDBOOK OF AIR
CONDITIONING SYSTEM DESING- Carrier Air Conditioning Company
– marcombo – Barcelona – 1970 – capitulo 2 – tabla 7

- 2 Manual de Aire Acondicionado – HANDBOOK OF AIR
CONDITIONING SYSTEM DESING- Carrier Air Conditioning Company
– marcombo – Barcelona – 1970 – capitulo 1

- 3 Manual de Aire Acondicionado – HANDBOOK OF AIR
CONDITIONING SYSTEM DESING- Carrier Air Conditioning Company
– marcombo – Barcelona – 1970 – capitulo 3 – tabla 20

- 4 Manual de Aire Acondicionado – HANDBOOK OF AIR
CONDITIONING SYSTEM DESING- Carrier Air Conditioning Company
– marcombo – Barcelona – 1970 – capitulo 2 – página 84

- 5 Engineering Cookbook – A handbook for the Mechanical designer –
Loren Cook Company – Second Edition – 1999 – pagina 41

- 6 Engineering Cookbook – A handbook for the Mechanical designer –
Loren Cook Company – Second Edition – 1999 – pagina 35 / 36

- 7 Engineering Cookbook – A handbook for the Mechanical designer –
Loren Cook Company – Second Edition – 1999 – pagina 41

- 8 Manual de Aire Acondicionado – HANDBOOK OF AIR
CONDITIONING SYSTEM DESIGN- Carrier Air Conditioning Company
– marcombo – Barcelona – 1970 – capítulo 1 (cálculo de carga)

PLANOS