

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA



**“DISEÑO DE UN SISTEMA DE AIRE
ACONDICIONADO CON VOLUMEN DE
REFRIGERANTE VARIABLE DE 1140 M² PARA
EL AHORRO DE ENERGIA ELECTRICA.
SUNAT DE VILLA EL SALVADOR”**

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

ISAAC STHIDF SANCHEZ CABEZAS

Callao, diciembre, 2017

PERÚ

DEDICATORIA

A mi familia entera que me apoyaron durante todo este tiempo, en las buenas y en las malas, siento que este trabajo es poco comparado con todo lo que han dado y apostado por mí, por eso se los dedico con todo mi cariño para ustedes.

AGRADECIMIENTOS

A Dios y al universo por haber conspirado para mantenerme firme y no decaer a pesar de las adversidades presentadas durante este gran esfuerzo y dedicación que comprendió mi carrera como Ingeniero Mecánico.

A mi familia que colaboró conmigo en diferentes oportunidades especialmente a mi madre que supo sacarme adelante ante cualquier adversidad que se presentó.

A los profesores del ciclo de tesis por sus maravillosas consultas interpretativas donde ofrecieron su apoyo en cada clase magistral con la que nos asesoraron.

INDICE

INDICE DE TABLAS	7
INDICE DE FIGURAS	11
RESUMEN	14
ABSTRACT.....	15
CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
1.1 Identificación del problema	16
1.2 Formulación del problema	17
1.2.1 Problema general	17
1.2.2 Problemas específicos	17
1.3 Objetivos de la investigación	17
1.3.1 Objetivo general	17
1.3.2 Objetivos específicos.....	17
1.4 Justificación	18
1.4.1 Justificación práctica	18
1.4.2 Justificación tecnológica.....	18
1.4.3 Justificación socioeconómica	19
1.5 Importancia	19
CAPITULO II: MARCO TEORICO	21
2.1 Antecedentes del estudio	21

2.1.1 Antecedentes internacionales	21
2.1.2 Antecedentes nacionales	23
2.2 Marco conceptual	25
2.2.1 Confort térmico	25
2.2.2 Análisis del local y estimación de carga	31
2.2.3 Principios de cálculo de carga de refrigeración	32
2.2.4 Ganancias internas de calor	33
2.2.5 Ganancias de calor a través de la estructura del edificio	37
2.2.6 Ventilación para una calidad de aire interior aceptable	44
2.2.7 Empleo del diagrama psicrométrico	45
2.2.8 Tuberías de refrigeración para aire acondicionado	55
2.2.9 Equipos comerciales de aire acondicionado	58
2.2.10 Sistemas de volumen de refrigerante variable o flujo de refrigerante variable	61
2.2.11 Programas de ingeniería en aire acondicionado	69
2.3 Definición de términos básicos	72
CAPITULO III: VARIABLES E HIPOTESIS	77
3.1 Variables de la investigación	77
3.1.1 Variable dependiente	77
3.1.2 Variable independiente	77

3.2 Operacionalización de variables	77
3.3 Hipótesis	78
3.3.1 Hipótesis general.....	78
3.3.2 Hipótesis específicas	78
CAPITULO IV: METODOLOGIA.....	79
4.1 Tipo de investigación	79
4.2 Diseño de la investigación	79
4.2.1 Parámetros básicos de la investigación	80
4.2.2 Etapas de la investigación	81
4.2.3 Desarrollo de la Investigación	84
4.3 Población y muestra	136
4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	137
4.5 Procedimiento de recolección de datos	138
4.6 Procesamiento estadístico y análisis de datos	139
CAPITULO V: RESULTADOS	140
CAPITULO VI: DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	143
6.1 Contrastación de hipótesis con los resultados.....	143
6.2 Contrastación de resultados con otros estudios similares	143
CAPITULO VII: CONCLUSIONES.....	145
CAPITULO VIII: RECOMENDACIONES.....	147

CAPITULO IX: REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	149
ANEXOS	154
ANEXO 1 MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	155
ANEXO 2 FACTORES DE ALMACENAMIENTO SOBRE CARGA TERMICA, APORTACIONES SOLARES	156
ANEXO 3 APORTACIONES SOLARES A TRAVES DEL VIDRIO SENCILLO.....	157
ANEXO 4 RESISTENCIA TERMICA R DE MATERIALES DE CONSTRUCCION Y DE AISLAMIENTO.....	163
ANEXO 5 TASAS RECOMENDADAS DE GANANCIA DE CALOR RADIANTE Y CONVECTIVA DE APARATOS ELÉCTRICOS NO HABITADOS DURANTE CONDICIONES DE OCIO (LISTO PARA COCINAR).....	166
ANEXO 6 GANANCIA DE CALOR RECOMENDADA DE EQUIPO DE COMPUTADORA TÍPICO	166
ANEXO 7 GANANCIA DE CALOR RECOMENDADA DE IMPRESORAS LÁSER Y COPIADORAS TÍPICAS.....	167
ANEXO 8 TASAS MINIMAS DE VENTILACION EN LAS ZONAS DE RESPIRACION.....	168
ANEXO 9 COEFICIENTES GLOBALES DE TRANSFERENCIA DE CALOR PARA EL EDIFICIO SUNAT VILLA EL SALVADOR	171

ANEXO 10 PROCESO PSICROMETRICO DEL AIRE PERTENECIENTA AL AMBIENTE SUPERVISOR ORIENTACION.....	175
ANEXO 11 PROCESO PSICROMETRICO DEL AIRE PERTENECIENTE AL AMBIENTE SUPERVISOR ORIENTACION	176
ANEXO 12 REPORTE DE RESUMEN DE CARGA TOTAL DE CADA AMBIENTE	177
ANEXO 13 PSICROMETRIA DE CADA AMBIENTE (cont.).....	192
ANEXO 14 REPORTE ENERGETICO DE LA PSICROMETRIA.....	205
ANEXO 15 ESQUEMA DE CONEXIÓN TE TUBERIAS DE LA UNIDAD EXTERIOR DEL SISTEMA I.....	212
ANEXO 16 ESQUEMA DE CONEXIÓN TE TUBERIAS DE LA UNIDAD EXTERIOR DEL SISTEMA II.....	213
ANEXO 17 ESQUEMA DE FUERZA Y CONTROL ELECTRICO DEL SISTEMA I.....	214
ANEXO 18 ESQUEMA DE FUERZA Y CONTROL ELECTRICO DEL SISTEMA II.....	215
ANEXO 19 ARBOL DE LA RED DE TUBERIAS DEL SISTEMA I.....	216
ANEXO 20 ARBOL DE LA RED DE TUBERIAS DEL SISTEMA II.....	217
ANEXO 21 CATALOGO DE UNIDADES EXTERIORES.....	218
ANEXO 22 CATÁLOGO DE UNIDADES INTERIORES	219
ANEXO 23 FICHAS TECNICAS.....	222

ANEXO 24 PLANOS INICIALES DE ARQUITECTURA	235
ANEXO 25 PLANOS MECANICOS DE PLANTA Y CORTE	236

INDICE DE TABLAS

TABLA N° 2.1: Ecuaciones para predecir la sensación térmica y de varones, mujeres, y varones y mujeres combinados.....	27
TABLA N° 2.2: Tasas representativas en las que el calor y la humedad son dados por los seres humanos en diferentes estados de actividad	34
TABLA N° 2.3: Densidades de potencia luminosa usando el método espacio por espacio	36
TABLA N° 2.4: Diferencia equivalente de temperatura (°C) muros soleados o en sombra	40
TABLA N° 2.5: Diferencia equivalente de temperatura (°C) techo soleado o en sombra	40
TABLA N° 2.6: Correcciones de las diferencias equivalente de temperatura (°C)	41
TABLA N° 2.7: factores totales de ganancia solar a través del vidrio	42
TABLA N° 2.8: materiales recomendados para los tubos y accesorios según las aplicaciones	55
TABLA N° 2.9: Dimensiones, pesos y tolerancias en el diámetro y espesor de pared para tamaños te tubo de cobre nominales o estándar.....	57
TABLA N° 3.1: Operacionalización de las variables.....	77

TABLA N° 4.1: Información geométrica del 1° piso obtenida de los planos	87
TABLA N° 4.2: Información geométrica del 2° piso obtenida de los planos	88
TABLA N° 4.3: Representación de colores para pared interna de las tablas N° 4.1 y 4.2.....	89
TABLA N° 4.4: Número de personas por ambiente.....	90
TABLA N° 4.5: Calor emitido por los equipos eléctricos.....	92
TABLA N° 4.6: Resistencia térmica de elementos del muro exterior de concreto	93
TABLA N° 4.7: Resistencia térmica de elementos para ventana interior....	94
TABLA N° 4.8: Resistencia térmica de elementos para piso intermedio de concreto	95
TABLA N° 4.9: Resistencia térmica de elementos para piso intermedio de ladrillo hueco	97
TABLA 4.10: Máxima aportación solar a 12° latitud sur.....	98
TABLA 4.11: Transmisión de calor en pared soleada tipo suroeste	102
TABLA 4.12: Transmisión de calor en pared soleada tipo sureste	103
TABLA 4.13: calor total transferido por radiación de todos los muros soleados a diferentes horas del día.....	104

TABLA 4.14: Resumen de carga térmica total supervisor orientación	106
TABLA N° 4.15: Resumen de cálculos para supervisor orientación.....	107
TABLA N° 4.16: Datos de entrada al Elite CHVAC para el ambiente supervisión orientación	108
TABLA N° 4.17: Resumen de cargas del ambiente supervisor orientación del Elite CHVAC	108
TABLA N° 4.18: Resumen de cargas térmicas de cada ambiente.....	109
TABLA N° 4.19: Caudal de aire fresco para cada ambiente	111
TABLA N° 4.20: Valores psicométricos iniciales obtenidos gráficamente	115
TABLA N° 4.21: Resumen de las propiedades de cada estado de los procesos psicométricos	123
TABLA N° 4.22: Resumen de calores liberados o absorbidos en cada proceso psicométrico	123
TABLA N° 4.23: Resumen de carga térmica requerido para los equipos de cada ambiente del primer piso	125
TABLA N° 4.24: Resumen de carga térmica requerido para los equipos de cada ambiente del segundo piso.....	125
TABLA N° 4.25: Cantidad y capacidad nominal de equipos de enfriamiento en el 1° piso	126

TABLA N° 4.26: Cantidad y capacidad nominal de equipos de enfriamiento del 2° piso	127
TABLA N° 4.27: Datos técnicos de los tipos de tubería de cobre	133
TABLA N° 4.28: Costo de operación del sistema VRV	134
TABLA N° 4.29: Costo de operación de un sistema de agua helada	135
TABLA N° 4.30: Costo de operación de un sistema convencional	136
TABLA N° 4.31: Técnicas e instrumentos.....	138
TABLA N° 5.1: Relación de las unidades exteriores.....	140
TABLA N° 5.2: Relación de las unidades interiores del sistema I	141
TABLA N° 5.3: relación de las unidades interiores del sistema II	142
TABLA N° 5.4: Tubería y bifurcadores.....	142

INDICE DE FIGURAS

FIGURA N° 2.1: Zonas de confort para invierno y verano según ASHRAE	28
FIGURA N° 2.2: Configuración esquemática de un muro con enlucido	44
FIGURA N° 2.3: Proceso típico de acondicionamiento de aire representado sobre el diagrama psicométrico	47
FIGURA N° 2.4: Recta RSHF dibujada entre los puntos que representan las condiciones del aire local y las condiciones de impulsión.....	49
FIGURA N° 2.5: Recta RSHF dibujada sobre el esquema del diagrama psicométrico	50
FIGURA N° 2.6: Recta de GSHF dibujada entre los puntos que representan las condiciones del aire de entrada y a la salida del equipo acondicionador	51
FIGURA N° 2.7: Recta de GSHF dibujada en el diagrama psicométrico	52
FIGURA N° 2.8: Mezcla adiabática de dos corrientes de aire húmedo ...	54
FIGURA N° 2.9: Representación de los diámetros de tubería en un sistema con volumen de refrigerante variable.....	58
FIGURA N° 2.10: Equipo decorativo tipo pared.....	59
FIGURA N° 2.11: Principio de funcionamiento del sistema de aire acondicionado de expansión directa	60

FIGURA N° 2.12: Funcionamiento del sistema de aire acondicionado de expansión no directa	61
FIGURA N° 2.13: Sistema VRV frio solo y frio calor.....	62
FIGURA N° 2.14: ejemplos de sistema VRF de recuperación de calor de tres tuberías	63
FIGURA N° 2.15: Grupo de unidades exteriores instalados en el IPD.....	65
FIGURA N° 2.16: Tipos comunes de unidades interiores VRF.....	66
FIGURA N° 2.17: Interfaz del software de selección de equipos VRF marca Midea	67
FIGURA N° 2.18: Datos generales de ingreso del proyecto en el Elite CHVAC	71
FIGURA N° 2.19: Carta psicométrica del Elite Psychart.....	72
FIGURA N° 4.1: Vista de planta del ambiente supervisor orientación	84
FIGURA N° 4.2: Red de resistencias térmicas a través de un muro vertical de concreto con elucido de cemento.....	94
FIGURA N° 4.3: Red de resistencias térmicas a través de un piso intermedio de concreto con enlucido de cemento.....	96
FIGURA N° 4.4: Recta que una las condiciones exteriores (31 °C y 80%HR) e interior (22 °C y 55%HR).....	112

FIGURA N° 4.5: Recta de referencia que une el punto pivot con el factor de calor sensible	113
FIGURA N° 4.6: Recta de condiciones que pasa por el punto de sala "S" paralela a la recta de referencia	114
FIGURA N° 4.7: Condiciones "i" en la recta de condiciones	115
FIGURA N° 4.8: Ubicación del punto de mezcla dentro de la carta psicométrica.....	119
FIGURA N° 4.9: ubicación del punto "X" fuera del proceso psicométrico	120
FIGURA N° 4.10: Condiciones de proceso representados en un esquema de principio	122
FIGURA N° 4.11: Ingreso de longitud de tubería al programa LatsHvac del sistema I	130
FIGURA N° 4.12: Mensaje emitido por el programa LatsHvac luego de clicar auto piping	130
FIGURA N° 4.13: Red del sistema de tuberías y equipos del sistema I....	131
FIGURA N° 4.14: Condiciones generales de las propiedades para la invalidación del sistema I	132

RESUMEN

La presente tesis propuso el diseño de un sistema de aire acondicionado con volumen de refrigerante variable capaz de atender todas y cada una de las necesidades de confort del usuario definido por ASHRAE en la SUNAT de Villa el Salvador para sus 14 ambientes comprendidos entre el 1° y 2° piso tanto oficinas administrativas y de atención al público, con un sistema eficiente que contribuye al ahorro de energía eléctrica.

Esta tesis requirió de una investigación tipo tecnológica y de un nivel de investigación aplicada, así como de un diseño no experimental. En la presente investigación los instrumentos de recolección de datos que se usó fueron fichas bibliográficas, hemerográfica, entre otros. Para la contratación de la hipótesis se realizó la comparación de los resultados teóricos con los resultados de los programas Elite y LatsHVAC para carga térmica y dimensionamiento de tubería de refrigeración respectivamente.

Como resultados se obtuvieron dos sistemas; para el primer piso un sistema de 38.25 TON y para el segundo piso 36.66 TON con eficiencia a carga parcial de IEER = 20.87 y de IEER = 20.13 respectivamente, y como conclusión principal se pudo afirmar que el uso de un sistema que trabaje a carga parcial garantiza que el consumo de energía se ajuste a lo requerido por el usuario generando un ahorro energético.

Palabras claves: Diseño de un sistema de aire acondicionado, volumen de refrigerante variable, ahorro de energía eléctrica

ABSTRACT

This thesis proposed the design of an air conditioning system with variable refrigerant volume capable of meeting each and every one of the comfort needs of the user defined by ASHRAE in the SUNAT of Villa el Salvador for its 14 environments included in the 1st and 2nd floor both administrative and customer service offices, with an efficient system that contributes to saving electric energy.

This thesis required a type of technological research and a level of applied research, as well as a non-experimental design. In the present investigation, the data collection instruments that were used were bibliographic, hemerographic, among others. For the hiring of the hypothesis, the comparison of the theoretical results with the results of the Elite and LatsHVAC programs for thermal load and dimensioning of cooling pipes respectively was carried out.

As results, two systems were obtained; for the first floor a system of 38.25 TON and for the second floor 36.66 TON with partial load efficiency of IEER = 20.87 and IEER = 20.13 respectively, and as a main conclusion it was possible to affirm that the use of a system that works at partial load guarantees that the energy consumption is adjusted to what is required by the user, generating energy savings.

Keywords: Design of an air conditioning system, variable refrigerant volume, electric energy saving.

CAPITULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Identificación del problema

El Centro de servicio al Contribuyente y Centro de Control de Fiscalización Zona Sur 2 de Lima Metropolitana, SUNAT de Villa el Salvador abrió sus puertas al público en abril de este presente año 2017 sin contar con un sistema de que brinde el confort a sus 1140 m² entre oficinas administrativas y atención al público para que realicen y cumplan sus funciones de manera eficiente. Además según la conferencia realizada por Jhonson Controls en agosto 2016 esta equivale aproximadamente al 38% de consumo energético total de edificio típico comercial.

La carencia de un sistema de aire acondicionado que brinde confort para desarrollar funciones específicas y que este consuma una cantidad considerable de energía hace que la SUNAT de Villa El Salvador no se encuentre en condiciones para operar de manera adecuada.

Debido a que este establecimiento es de gran magnitud requieren un sistema de aire acondicionado con volumen de refrigerante variable (VRV o VRF) que brinde las condiciones de confort de temperatura, humedad del aire, ruido, ventilación y purificación del aire que uno necesita para poder realizar sus actividades y cumplirlas eficientemente en un ambiente limpio y puro. Además el sistema VRV diseñado contribuyo al ahorro de energía eléctrica pues opera a carga parcial adecuándose a los requerimientos inmediatos del usuario.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿Cómo diseñar un sistema de aire acondicionado con volumen de refrigerante variable en 1140 m² para obtener un ahorro de energía eléctrica en la SUNAT de Villa El Salvador?

1.2.2 Problemas específicos

- ¿Cómo determinar el calor sensible y latente en los ambientes administrativos y de atención pública de la SUNAT que permita obtener su carga térmica correspondiente?
- ¿Cómo determinar la capacidad de enfriamiento de los equipos que permita su respectiva selección?
- ¿Cómo dimensionar las tuberías de refrigeración del sistema de aire acondicionado VRV para interconectar las unidades exteriores con la red de unidades interiores?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Diseñar un sistema de aire acondicionado con volumen de refrigerante variable en 1140 m² para obtener un ahorro de energía eléctrica en la SUNAT de Villa El Salvador.

1.3.2 Objetivos específicos

- Determinar el calor sensible y latente en los ambientes administrativos y de atención pública de la SUNAT para obtener su carga térmica correspondiente.

- Determinar la capacidad de enfriamiento por los equipos para su respectiva selección.
- Dimensionar las tuberías de refrigeración del sistema de aire acondicionado VRV para la interconexión las unidades exteriores con la red de unidades interiores.

1.4 Justificación

1.4.1 Justificación práctica

Bernal (2010) sostiene: “Se considera que una investigación tiene justificación practica cuando su desarrollo ayuda a resolver un problema o, por lo menos, propone estrategias que al aplicarse contribuirán a resolverlo” (p.106).

La presente investigación posee justificación práctica ya que el diseño del sistema de aire acondicionado con volumen de refrigerante variable contribuirá al ahorro de energía eléctrica en la SUNAT de Villa El Salvador, brindando una serie de procedimientos y criterios de ingeniera aplicados en esta investigación.

1.4.2 Justificación tecnológica

“Se refiere a que los resultados de la investigación posibilita el diseño y elaboración de técnicas, instrumentos y equipos para la producción de bienes económicos, científicos, industriales, etc., que dinamicen el desarrollo de los procesos productivos en general” (Carrasco, 2008, p.120).

Esta tesis provee de una serie de procedimientos para el cálculo y selección de un sistema de aire acondicionado con volumen de refrigerante variable apropiado, el cual tiene poco tiempo en el mercado peruano y posee una tecnología novedosa dentro del mercado de la construcción.

1.4.3 Justificación socioeconómica

Carrasco (2008) enuncio: "Radica en los beneficios que reporta para la población los resultados de la investigación, en cuanto constituye base esencial y punto de partida para realizar proyectos de mejoramiento social y económicos para la población" (p.120).

Los beneficios de esta investigación se orientaron a la población del distrito de Villa El Salvador y aledaños pues podrán realizar sus trámites en un ambiente de confort de manera adecuada, así también evitara que se desplacen hacia otras sedes más céntricas a Lima ayudando a la descentralización.

La información obtenida promovió el uso de sistemas de aire acondicionado más eficientes como el VRV, mejorando nuestra calidad de vida y disminuyendo la demanda de energía eléctrica.

1.5 Importancia

Este presente trabajo se relaciona en forma complementaria a otras especialidades de la carrera con el fin de edificar la sede de la SUNAT perteneciente al Estado y permitirá atender a más ciudadanos en servicio

al contribuyente y funcionará como centro de control de la zona sur de Lima Metropolitana.

La información recopilada y nuestra experiencia laboral en el rubro de aire acondicionado, han hecho que los procedimientos para el cálculo y selección se puedan visualizar claramente dando a conocer información sobre utilizar softwares, como el Elite Chvac, Elite PsyChart y LatsHvac, que están a la vanguardia del diseño de este tipo de tecnología en el mercado laboral de hoy, sobre todo proporcionando los criterios necesarios para este tipo de diseño.

Las sedes de la SUNAT a nivel nacional tienen la misma arquitectura, esto se aprovechará para tener una referencia importante en las próximas edificaciones. No solo se limita a edificaciones de la SUNAT, sino también los resultados podrán usarse para nuevos proyectos de climatización tanto en entidades públicas como privadas con características similares; ambientes de grandes dimensiones, cerramientos de drywall, vidrios de doble espesor, lugares de atención al público, como bancos, bibliotecas, etc.

CAPITULO II MARCO TEORICO

2.1 Antecedentes del estudio

2.1.1 Antecedentes internacionales

En la Biblioteca Central de la Universidad San Francisco de Quito, se encuentra la tesis: **“Diseño del Sistema de Aire Acondicionado VRV para la Biblioteca de la Universidad San Francisco de Quito”** cuyo autores son Diego Ignacio Araujo Dueñas y Guido Michael Iuzuriaga Campoverde, quienes presentaron y sustentaron para obtener el grado de Título de Ingeniero Mecánico, en el 2010; del cual el problema principal es la falta de climatización en el edificio, lo cual provoca un ambiente que no posee las condiciones de confort necesarias para una instalación de estas características. Y se trazó como objetivo:

- Realizar el estudio y diseño de un sistema de aire acondicionado VRV que cubra las deficiencias mencionadas.
- Mantener el confort ambiental en el interior de la biblioteca.
- Dotar a la Universidad San Francisco de Quito de una solución a un problema de alta temperatura en la biblioteca.

Obteniendo como resultados que las cargas por paredes, ventanas y ventilación son las más grandes dentro de la Biblioteca. Esto se debe a la orientación del edificio ya que se encuentra con una de sus caras completamente hacia el este y la otra hacia el oeste, haciendo que los rayos del sol impacten directamente sobre ellas. Los sistemas VRV son útiles especialmente cuando se trata de grandes espacios a acondicionar. La

biblioteca, con sus 1,500 m de superficie, requiere de estos equipos para disminuir costos de operación en una manera significativa. Además, debido al control que utiliza, es el primer paso para la formación de un edificio inteligente. Y es importante destacar que los sistemas VRV brindarán un confort mayor a los usuarios de la Biblioteca en cada una de sus zonas. La posibilidad de controlar cada una por separado es importante debido a las variaciones de carga que el edificio puede tener.

En la cual pude observar que las cargas por paredes, ventanas y por ventilación juegan un factor vital en el diseño y también que los equipos VRV son adecuados para ambientes de grandes dimensiones e importantes para trabajar a carga parcial.

En la Biblioteca Central de la Escuela Politécnica Nacional de Ecuador , se encuentra la tesis: **“Diseño del Sistema de Aire Acondicionado con Sistema de Refrigerante de Volumen Variable”** cuyo autor es Bruno Guerra Samaniego, quien presento y sustento para obtener el grado de Título de Ingeniero Mecánico en el 2013; del cual tiene como problemas: Que los edificios de la costa ecuatoriana presentan un consumo de energía de los sistemas de aire acondicionado que puede llegar hasta el 50% del total. La comodidad entre las diferentes oficinas o personas que ocupan los pisos de oficinas nos es la adecuada.

Y se trazó como objetivo mantener la mejor comodidad para sus ocupantes de cuanto a climatización; evitar que durante el funcionamiento de los sistemas de climatización existan momentos de alta o baja temperatura;

establecer un sistema de climatización que evite contaminación por transporte de aire en diferentes zonas; seleccionar equipos que satisfagan cargas térmicas de bajo costo. Obteniendo como resultados que el consumo de energía eléctrica de un sistema VRV en un año es prácticamente la mitad que el consumo de energía que un sistema central; que mientras más hora de funcionamiento tenga el sistema de aire acondicionado, mayor será la eficiencia comparada a otros sistemas; y que los sistemas VRV modulan la capacidad de las unidades interiores y exteriores consumiendo la mínima potencia.

El cual ayuda a comprender que los sistemas VRV ofrecen flexibilidad en el diseño tanto en espacios como en aplicaciones generando menor consumo de energía eléctrica.

2.1.2 Antecedentes nacionales

En la Biblioteca Central de la Pontificia Universidad Católica del Perú, se encuentra la tesis: **“SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN PARA HOTEL CUATRO ESTRELLAS UBICADO EN LA CIUDAD DE LIMA”** cuyo autor es Daniel Gutierrez Giraldo, quién presentó y sustentó para obtener el grado de Título de Ingeniero Mecánico, en el 2009; este trabajo de investigación tiene como problema el poco desarrollo de la infraestructura hotelera para el turismo en el país. Y se trazó como objetivo diseñar un sistema de climatización que brinde confort térmico a los huéspedes y personas que harán uso de las instalaciones del hotel. Obteniendo como conclusiones que la carga de enfriamiento del proyecto está en el orden de

3,014,098BTU/h equivalente a 251.2 toneladas de refrigeración, por lo cual considerando los equipos seleccionados (282 kW) se puede encontrar un ratio de 1.12 kW/tonelada de refrigeración, que es un valor dentro del rango usual para sistemas que emplean Chillers tipo tornillo.

Esta investigación nos ayudó a tomar otros criterios al momento de calcular la carga térmica del edificio, también nos brindó un ratio aproximado de capacidad de enfriamiento por metro cuadrado para compararlos posteriormente con los del presente trabajo de investigación.

En la Biblioteca Central de la Pontificia Universidad Católica del Perú, se encuentra la tesis: **“DISEÑO DE UN SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN EN AULA CAD-CAE”** cuyo autor es Martin Javier Kutsuma Ogata, quien presentó y sustentó para obtener el grado de Título de Ingeniero Mecánico, en el 2011; de cuyo trabajo de investigación tiene como problema que el aula en el cual se imparten clases de CAD-CAE dada la cantidad de equipos y personas confinadas al aula requieren condiciones adecuadas al ambiente interior, trazándose como objetivo desarrollar una propuesta técnico económica para el sistema de aire acondicionado ambiental interior (climatización) requerido en base a las cargas térmicas existentes durante el uso del ambiente CAD-CAE; obteniendo como conclusiones que al seleccionar dos sistemas Split ducto para el laboratorio CAD-CAE, uno para el INACOM y uno para la oficina se puede independizar el uso de los sistemas sin que uno afecte al otro del área contigua, también que las empresas de HVAC tienen parámetros y consideraciones que utilizan como

factores a la hora de calcular las cargas térmicas de los distintos ambientes y que la gran parte de las cargas son por fenestración.

En el cual se pudo observar cómo es que la infiltración de aire por puertas que al momento de la apertura inciden directamente al aumento en la carga térmica dándole una gran importancia para minimizar estas cargas en el presente diseño.

2.2 Marco conceptual

2.2.1 Confort térmico

ASHRAE (2013) expresa que el principal propósito del HVAC es proporcionar condiciones para el confort térmico humano. "Esa condición de la mente que expresa satisfacción con el ambiente térmico" (ASHRAE *Standard 55*). Esta definición deja abierta lo que se entiende por "condición de la mente" o "satisfacción", pero enfatiza correctamente que el juicio de la comodidad es un proceso cognitivo que involucra muchos insumos influenciados por procesos físicos, fisiológicos, psicológicos y otros. Este capítulo resume los fundamentos de la termorregulación humana y la comodidad en términos útiles para el ingeniero de sistemas operativos y el diseño para el confort y la salud de los ocupantes del edificio.

La mente consciente parece llegar a conclusiones sobre el confort térmico y la incomodidad de las sensaciones directas de temperatura y humedad de la piel, las profundas temperaturas corporales y los esfuerzos necesarios para regular la temperatura corporal (Berglund 1995, Hardy et al., 1971, Hensel 1973, 1981). En general, la comodidad se produce cuando las

temperaturas del cuerpo se mantienen dentro de rangos limitados, la humedad de la piel es baja, y el esfuerzo fisiológico de la regulación se reduce al mínimo.

La comodidad también depende de comportamientos que se inician conscientemente o inconscientemente y guiados por sensaciones térmicas y de humedad para reducir la incomodidad. Algunos ejemplos son alterar la ropa, alterar la actividad, cambiar la postura o la ubicación, cambiar el ajuste del termostato, abrir una ventana, quejarse o salir del espacio. Sorprendentemente, aunque los climas, las condiciones de vida y las culturas difieren ampliamente en todo el mundo, se ha encontrado que la temperatura que la gente elige para su comodidad bajo condiciones similares de ropa, actividad, humedad y movimiento del aire es muy similar (ASHRAE, 2013).

a) Condiciones para el confort térmico

Independientemente de las variables personales y ambientales discutidas precedentemente que influyen en la respuesta térmica y el confort, otros factores pueden tener algún efecto. Entre estos factores secundarios se incluyen la variación del medio ambiente, estimulación visual, edad, clima exterior. Estudios realizados por Rohles (1973) and Nevins (1971) sobre 1600 estudiantes universitarios revela la correlación entre el nivel de confort, temperatura, humedad, sexo, y la duración de la exposición.

TABLA N° 2.1
ECUACIONES PARA PREDECIR LA SENSACIÓN TÉRMICA Y DE
VARONES, MUJERES, Y VARONES Y MUJERES COMBINADOS

Exposure Period, h	Subjects	Regression Equations ^{a, b}
		t = dry-bulb temperature, °F p = vapor pressure, psi
1.0	Men	$T = 0.122t + 1.61p - 9.584$
	Women	$T = 0.151t + 1.71p - 12.080$
	Both	$T = 0.136t + 1.71p - 10.880$
2.0	Men	$T = 0.123t + 1.86p - 9.953$
	Women	$T = 0.157t + 1.45p - 12.725$
	Both	$T = 0.140t + 1.65p - 11.339$
3.0	Men	$T = 0.118t + 2.02p - 9.718$
	Women	$T = 0.153t + 1.76p - 13.511$
	Both	$T = 0.135t + 1.92p - 11.122$

^a T values refer to the ASHRAE thermal sensation scale.

^b For young adult subjects with sedentary activity and wearing clothing with a thermal resistance of approximately 0.5 clo, $t_r \leq t_a$ and air velocities < 40 fpm.

Fuente: ASHRAE Fundamentals 2013

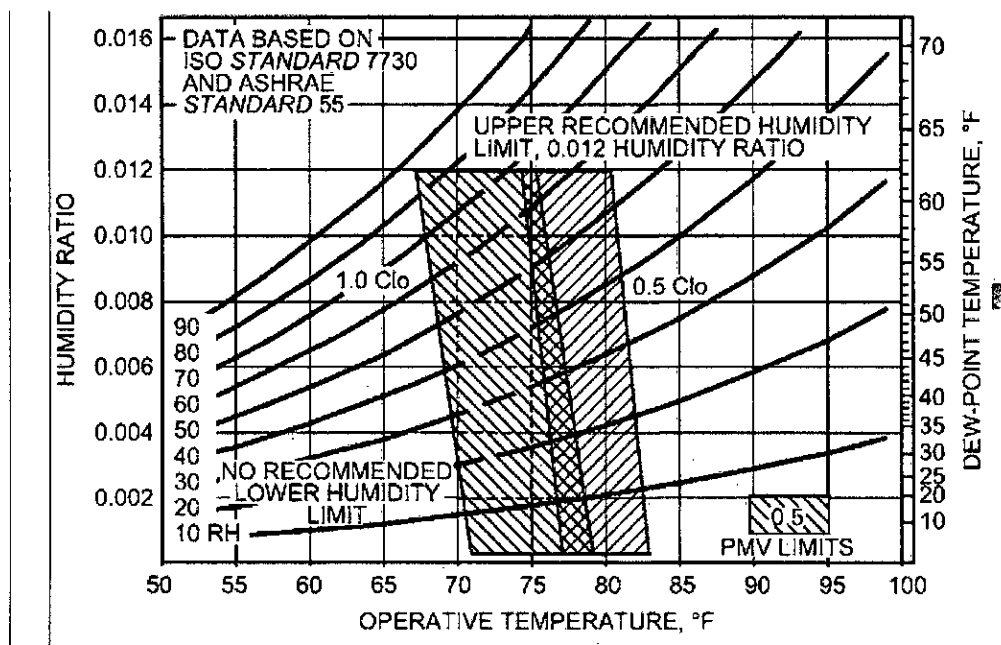
Muchas de estas correlaciones están dados en la **tabla N° 2.1**. La escala de sensación térmica desarrollada por estos estudiantes se llama “Escala de sensación térmica de ASHRAE”:

- +3 Muy Caliente
- +2 Caliente
- +1 Ligeramente Caliente
- 0 Neutro
- 1 Ligeramente Frio
- 2 Frio
- 3 Muy Frio

Debido a que las personas usan diferentes niveles de ropa dependiendo de la situación y el clima estacional. ASHRAE Standars 55 (2010) define la zona de confort para 0.5 y 1.0 (0.44 y 0.88 ft²·h·°F/Btu) niveles de ropa clo (Ver **figura N° 2.1**). Para tener una idea, un traje de negocios de invierno

tiene alrededor de 1 clo de aislamiento, y una camisa manga corta y pantalones tiene alrededor de 0.5 clo.

FIGURA N° 2.1
ZONAS DE CONFORT PARA INVIERNO Y VERANO SEGÚN ASHRAE



Fuente: ASHRAE Fundamentals 2013

[Rangos aceptables para temperaturas y humedades operativas con una velocidad del viento ≤ 40 ppm para personas vistiendo ropa 1.0 y 0.5 clo durante la primera actividad sedentaria (≤ 1.1 met).]

Se aprecia que los bordes de temperatura más alta y más baja de la zona de confort son afectados por la humedad. En la zona del centro, una persona típica que usa la ropa prescrita tendría una sensación térmica de o muy próxima a la neutral. Cerca de los límites de la zona caliente una persona puede sentir alrededor de + 0.5 caliente sobre la escala de sensación térmica de ASHRAE; cerca a los límites de la zona más fría, esta persona tendría una sensación térmica de - 0.5.

ASHRAE (2013) mantiene que en general, la temperatura de confort para otros niveles de ropa se puede aproximar disminuyendo los límites de temperatura de la zona por 1°F para cada aumento de 0.1 clo en el aislamiento de la ropa y viceversa. Similar, la temperatura de la zona puede disminuir en 2.5°F por aumento del met en actividad sobre 1.2 met.

Los niveles más altos y más bajos de humedad de la zona de confort son menos precisas, y ASHRAE Standards 55 (2010) no especifica un límite de humedad más bajo para el confort térmico. La baja humedad puede secar la piel y las superficies mucosas generando quejas de confort por tener la nariz, garganta, ojos, y piel secos, normalmente cuando el punto de rocío es menos a 32°F. ASHRAE Standars 55 recomienda que la temperatura del punto de rocío de los espacios habitados no sea menor a 36°F (2.22°C).

Las zona de confort mostrada en la **figura N° 2.1** y las consideraciones mencionadas anteriormente son referenciales para cualquier tipo de ambiente, sin embargo para el desarrollo de del presente trabajo de investigación se especificó los valores para la temperatura de bulbo seco y la humedad relativa no controlada para cada ambiente particular de la SUNAT.

b) Índices ambientales

Los índices ambientales combinan dos o más parámetros (e.g., temperatura del aire, humedad absoluta, humedad relativa, velocidad del aire, etc.) en una sola variable. Estos índices simplifican la descripción del

ambiente térmico y el estrés que impone. Entre los más importantes para el diseño tenemos los siguientes:

- **Temperatura:** El correcto control de la temperatura del medio ambiente que rodea al cuerpo humano elimina el esfuerzo fisiológico de acomodación, obteniéndose con ellos un mayor confort y como consecuencia mejora el bienestar físico (Carrier, 1980).
- **Humedad:** Se sabe que durante el verano, el factor con mayor incidencia sobre la sensación térmica es la humedad, porque ésta afecta directamente a la capacidad de generación de sudor de la piel. Un cuerpo humano en estado de reposo genera alrededor de 100 W de calor metabólico, que debe ser liberado (mediante el sudor u otros mecanismos biológicos) para evitar que el interior del cuerpo se caliente demasiado. Sin embargo, cuanto más humedad hay, nuestro cuerpo puede enfriarse menos, y se sufre el calor con mayor intensidad (aumenta la llamada sensación térmica) (Carrier, 1980).
- **Temperatura del punto de rocío:** Es la temperatura en la cual se comienza a condensar el vapor de agua contenido en el aire al tener contacto con una superficie (Carrier, 1980).
- **Movimiento del aire:** LA transferencia de calor del cuerpo con convección depende de la velocidad del aire en el viento. Se sabe que en el ámbito cotidiano nos sentimos más confortables en un ambiente caliente si el movimiento de aire es alto (Carrier, 1980).

- **Pureza del aire:** Las personas respiramos diariamente alrededor de 15Kg de aire, por ello es importante considerar su la adecuada limpieza y renovación (Carrier, 1980). Los causantes de las molestias en el ser humano son básicamente la disminución del oxígeno, aumento de anhídrido carbónico en el ambiente y dilución de malos olores.

Por ello se debe tratar el aire para obtener una atmosfera sana y comfortable controlando simultáneamente factores como la temperatura, humedad, renovación de aire y limpieza de acuerdo a cada aplicación que esté orientada el edificio.

2.2.2 Análisis del local y estimación de carga

Para una estimación realista de las cargas de refrigeración es requisito fundamental el estudio riguroso de las componentes de carga en el espacio que va a ser acondicionado (Carrier, 1980). Es imperante que la estimación de carga térmica sea precisa y completa formando parte de este estudio los planos de detalle mecánico, arquitectónico, croquis sobre el terreno. En todo caso deben considerarse los siguientes aspectos físicos:

a) Condiciones geográficas o exteriores

Estas condiciones son sumamente importante para la estimación de carga térmica, pues permite calcular el calor sensible que se genera por las paredes, ventanas, puertas, techos, etc. Brinda información importante

para el cálculo de la capacidad térmica de los equipos de aire acondicionado y su posterior selección (Carrier, 1980).

Entre los datos más significativos tenemos:

- El país
- Ciudad
- Latitud geográfica Norte/Sur.
- Longitud geográfica, Este/Oeste.
- Elevación geográfica, m.
- Presión estándar de elevación, en psi o Pa.

b) Características del edificio.

Destino del Local; La aplicación que tendrá el inmueble permite obtener mucha información acerca de los perfiles de operación de ocupantes del local. Entre estos pueden estar: oficinas, hospitales, local de ventas, fábrica, taller de montaje, etc.

Dimensiones del local; largo, ancho alto.

Altura de techo; es la diferencia de altura entre el nivel del piso terminado al nivel del techo terminado, espacios entre el cielo raso y las vigas.

2.2.3 Principios de cálculo de carga de refrigeración

Las cargas de refrigeración resultan de varios procesos de transferencia de calor por conducción, convección, y radiación a través de la superficie del edificio y de fuentes internas que pueden afectar la carga de enfriamiento como las siguientes:

- Externas: Paredes, techos, ventanas, tragaluz, puertas, divisiones, cielos y pisos.

- Internas: Iluminación, personas, accesorios, y equipos.
- Infiltración: Fugas de aire y migración de humedad.
- Sistemas: Aire exterior, fugas en ductos y ganancia de calor, recalentamiento, energía del ventilador y compresor, y recuperación de energía.

ASHRAE Fundamentals (2013) afirma: “El calor sensible se adhiere directamente al espacio acondicionado por conducción, convección, y/o radiación. Mientras que la ganancia de calor latente ocurre cuando la humedad se adiciona al espacio (e.g., del vapor emitido por las personas)” (p.18-1).

Para mantener el porcentaje de humedad constante, el vapor de agua debe condensar en el mecanismo de enfriamiento remover el mismo porcentaje que es añadido al espacio.

2.2.4 Ganancias internas de calor

Las ganancias internas de calor de las personas, iluminación, motores, electrodomésticos y el equipamiento pueden contribuir a la mayoría de carga de enfriamiento en un edificio moderno (ASHRAE Fundamentals, 2013).

a) Personas

La **tabla N° 2.2** proporciona ratios representativos en los cuales el calor sensible y humedad son emitidos por los humanos en diferentes estados de actividad. La conversión de la ganancia de calor sensible de la gente a

la carga de enfriamiento del espacio se ve afectada por las características de almacenamiento térmico de ese espacio porque un porcentaje de la carga sensible es energía radiante. Las ganancias de calor latentes se consideran generalmente instantáneas, pero la investigación está dando modelos prácticos y datos para el almacenamiento de calor latente y la liberación de materiales de construcción comunes (ASHRAE Fundamentals, 2013).

TABLA N° 2.2
TASAS REPRESENTATIVAS EN LAS QUE EL CALOR Y LA HUMEDAD SON DADOS POR LOS SERESHUMANOS EN DIFERENTES ESTADOS DE ACTIVIDAD

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

Notes:

1. Tabulated values are based on 75°F room dry-bulb temperature. For 80°F room dry bulb, total heat remains the same, but sensible heat values should be decreased by approximately 20%, and latent heat values increased accordingly.

2. Also see Table 4, Chapter 9, for additional rates of metabolic heat generation.

3. All values are rounded to nearest 5 Btu/h.

^aAdjusted heat gain is based on normal percentage of men, women, and children for the application listed, and assumes that gain from an adult female is 85% of that for an adult male, and gain from a child is 75% of that for an adult male.

^bValues approximated from data in Table 6, Chapter 9, where V is air velocity with limits shown in that table.

^cAdjusted heat gain includes 60 Btu/h for food per individual (30 Btu/h sensible and 30 Btu/h latent).

^dFigure one person per alley actually bowling, and all others as sitting (400 Btu/h) or standing or walking slowly (550 Btu/h).

Fuente: ASHRAE Fundamental 2013

b) Iluminación

Debido a que la iluminación es a menudo un componente importante de la carga de enfriamiento del espacio, se necesita una estimación precisa de la ganancia de calor del espacio. El cálculo de este componente de carga no es sencillo; la tasa de carga de enfriamiento de la iluminación en

cualquier momento dado puede ser muy diferente del calor equivalente de la energía suministrada instantáneamente a esas luces, debido al almacenamiento de calor (ASHRAE Fundamentals, 2013). Generalmente la tasa instantánea de ganancia de calor sensible de la iluminación eléctrica se puede calcular a partir de:

$$q_{el} = 3.41WF_{ul}F_{sa}$$

Donde:

q_{el} = Calor ganada, Btu/h

W = Potencia total de iluminación, W

F_{ul} = Factor de uso de iluminación

F_{sa} = Factor de iluminación de asignación especial

3.41 = Factor de conversión

Un procedimiento alternativo es estimar la ganancia de calor por iluminación en base a los pies cuadrados o metros cuadrados. Tal enfoque puede ser requerido cuando los planos de iluminación final no están disponibles. La **tabla N° 2.3** muestra la densidad máxima de potencia de iluminación (LPD) (ganancia de calor de iluminación por pie cuadrado) permitida por ASHRAE Standard 90.1-2010 para una amplia gama de tipos de espacio.

TABLA N° 2.3
DENSIDADES DE POTENCIA LUMINOSA USANDO EL METODO
ESPACIO POR ESPACIO

Common Space Types*	LPD, W/ft ²	Building-Specific Space Types*	LPD, W/ft ²	Building-Specific Space Types*	LPD, W/ft ²
Atrium		Automotive		Library	
First 40 ft in height	0.03 per ft (height)	Service/repair	0.67	Card file and cataloging	0.72
Height above 40 ft	0.02 per ft (height)	Bank/office		Reading area	0.93
Audience/seating area—permanent		Banking activity area	1.38	Stacks	1.71
For auditorium	0.79	Convention center		Manufacturing	
For performing arts theater	2.43	Audience seating	0.82	Corridor/transition	0.41
For motion picture theater	1.14	Exhibit space	1.45	Detailed manufacturing	1.29
Classroom/lecture/training	1.24	Courthouse/police station/penitentiary		Equipment room	0.95
Conference/meeting/multipurpose	1.23	Courthouse	1.72	Extn high bay (>50 ft floor-to-ceiling height)	1.05
Corridor/transition	0.66	Confinement cells	1.10	High bay (25 to 50 ft floor-to-ceiling height)	1.23
Dining area	0.65	Judges' chambers	1.17	Low bay (<25 ft floor-to-ceiling height)	1.19
For bar lounge/leisure dining	1.31	Penitentiary audience seating	0.43	Museum	
For family dining	0.89	Penitentiary classroom	1.34	General exhibition	1.05
Dressing/fitting room for performing arts theater	0.40	Penitentiary dining	1.07	Restoration	1.02
Electrical/mechanical	0.95	Dormitory		Parking garage	
Food preparation	0.99	Living quarters	0.38	Garage area	0.19
Laboratory		Fire stations		Post office	
For classrooms	1.28	Engine room	0.56	Sorting area	0.94
For medical/industrial/research	1.81	Sleeping quarters	0.25	Religious buildings	
Lobby	0.90	Gymnasium/fitness center		Audience seating	1.53
For elevator	0.64	Fitness area	0.72	Fellowship hall	0.64
For performing arts theater	2.00	Gymnasium audience seating	0.43	Worship pulpit, choir	1.53
For motion picture theater	0.52	Playing area	1.20	Retail	
Locker room	0.75	Hospital		Dressing/fitting room	0.87
Lounge/recreation	0.73	Corridor/transition	0.89	Mall concourse	1.10
Office		Emergency	2.26	Sales area	1.68
Enclosed	1.11	Exam/treatment	1.66	Sports arena	
Open plan	0.98	Laundry/washing	0.60	Audience seating	0.43
Restrooms	0.98	Lounge/recreation	1.07	Court sports arena—class 4	0.72
Sales area	1.68	Medical supply	1.27	Court sports arena—class 3	1.20
Stairway	0.69	Nursery	0.88	Court sports arena—class 2	1.92
Storage	0.63	Nurses' station	0.87	Court sports arena—class 1	3.01
Workshop	1.59	Operating room	1.89	Ring sports arena	2.68
		Patient room	0.62	Transportation	
		Pharmacy	1.14	Air/train/bus—baggage area	0.76
		Physical therapy	0.91	Airport—concourse	0.36
		Radiology/imaging	1.32	Waiting area	0.54
		Recovery	1.15	Terminal—ticket counter	1.08
		Hotel/highway lodging		Warehouse	
		Hotel dining	0.82	Fine material storage	0.95
		Hotel guest rooms	1.11	Medium/bulky material storage	0.58
		Hotel lobby	1.06		
		Highway lodging dining	0.88		
		Highway lodging guest rooms	0.75		

Source: ASHRAE Standard 90.1-2010.

*In cases where both a common space type and a building-specific type are listed, the building-specific space type applies.

Fuente: ASHRAE Fundamentals 2013

c) Equipos eléctricos

ASHRAE (2013) manifiesta que una estimación de la carga de refrigeración debe tener en cuenta el aumento de calor de todos los aparatos (eléctricos, de gas o de vapor). Debido a la variedad de aplicaciones, horarios, uso e instalaciones, las estimaciones pueden ser muy subjetivas. A menudo, la única información disponible sobre la ganancia de calor del equipo es que

en su placa de identificación, que puede sobrestimar la ganancia de calor real para muchos tipos de aparatos, como se analiza en la sección sobre equipos de oficina.

Mucha de esta información se aprecia en el **anexo 5, 6 y 7**.

2.2.5 Ganancias de calor a través de la estructura del edificio

Son las ganancias de calor sensible y latente a través de las paredes externas o tabiquen interiores de un edificio.

La cantidad de calor o de vapor transmitida en la unidad de tiempo depende de la resistencia de ofrezca el cuerpo entre los dos punto consideraos.

a) Transmisión de calor a través de las paredes y techos exteriores

Las ganancias de calor por las paredes exteriores (muros y techumbres) se calculan a la hora máxima de flujo térmico, y se deben, no solo a la diferencia de temperaturas del aire que baña sus caras exteriores e interiores, sino también al calor solar absorbido por las exteriores (Carrier, 1980). Debido a que la intensidad del flujo a través de la estructura exterior ese inestable, se recurre al concepto empírico de "*diferencia equivalente de temperatura*". Esta diferencia de temperatura debe tener en cuenta los diferentes tipos de construcción y orientaciones, situación del edificio (latitud) y las condiciones del proyecto:

$$q = KA\Delta t_e \quad (2.1)$$

Donde:

q = flujo de calor Kcal/h.

K = Coeficiente global de transmisión Kcal/h·m²·°C.

A = Superficie considerada en metros cuadrados.

Δt_e = diferencia equivalente de temperaturas en °C.

Diferencia Equivalente de Temperatura (Δt_e)

Es evidente que la radiación solar incidente sobre una pared exterior o techo provoca un aumento en la energía interna del material, por consiguiente un aumento de temperatura. Si esta temperatura es mayor que la del resto del material de la pared se producirá un flujo de calor por conducción hacia el interior de la pared progresando hasta llegar al aire del recinto interior, esta vez por convección. Carrier (1980) expresa que este calor no se ha producido por la diferencia de temperaturas entre el interior y el exterior, sino que superpone al de la transmisión. Incluso puede ocurrir que este flujo de calor tenga sentido contrario si se calcula a una hora temprana. La diferencia equivalente de temperatura (Δt_e) no es otra cosa que diferencia de temperatura ficticia que produce ella sola los dos efectos de flujo de calor mencionados: debido a la diferencia de temperatura exterior interior y debido a la radiación solar.

Las **tablas N° 2.4 y 2.5** nos dan la (Δt_e) para paredes y techos soleados o a la sombra. Si la condiciones consideradas son distintas, la nueva (Δt_e) puede determinarse por la relación empírica siguiente:

$$\Delta t_e = a + \Delta t_{es} + b \frac{R_s}{R_m} (\Delta t_{em} - \Delta t_{es}) \quad (2.2)$$

Donde:

Δt_e =Diferencia de temperatura corregida

a =Correccion proporcionada por la **tabla N° 2.6**, teniendo en cuenta un incremento distinto de 8°C entre las temperaturas interior y exterior (esta última tomada a las 15 horas del mes considerado) y una variación de temperatura seca exterior distinta a 11°C.

Δt_{es} =Diferencia equivalente de temperatura a la hora considerada para la pared a la sombra.

Δt_{em} =Diferencia equivalente de temperatura a la hora considerada para la pared soleada (**tabla N° 2.4 o 2.5**).

b =Coeficiente que considera el color de la cara exterior de la pared. Para paredes de color oscuro $b = 1$ (azul oscuro, rojo oscuro, marrón oscuro, etc.); para paredes de color medio $b = 0.78$ (verde, azul o gris claros); para paredes de color claro $b = 0.55$ (blanco, crema, etc.).

R_s =Maxima Insolación ($Kcal/h.m^2$), correspondiente al mes y latitud supuestos, a través de una superficie acristalada vertical para la orientación considerada (en el caso de pared); u horizontal (techo). Ver **anexo 3**.

R_m =Maximo Insolación ($Kcal/h.m^2$) en el mes de julio, a 40° de latitud Norte, a través de una superficie acristalada, vertical, para la orientación considerada (pared), u horizontal (techo). Ver **anexo 3**.

Nota: Para las paredes a la sombra, cualquiera sea su orientación ($\Delta t_{em} = \Delta t_{es}$) de donde $\Delta t_e = a + \Delta t_{es}$

La **tabla N° 2.4** corresponde al hemisferio norte. Sin embargo, puede utilizarse también en el hemisferio SUR, teniendo en cuenta las siguientes equivalencias:

<u>Orientación en el hemisferio Sur</u>	<u>Orientación equivalente en el hemisferio Norte</u>
Noreste	Sureste
Este	Este
Sureste	Noreste
Sur	Norte (sombra)
Suroeste	Noroeste
Oeste	Oeste
Noroeste	Suroeste
Norte (sombra)	Sur

TABLA N° 2.4
DIFERENCIA EQUIVALENTE DE TEMPERATURA (°C)
Muros soleados o en sombra *

Valadero para muro de color oscuro, 35 °C de temperatura exterior, 27 °C de temperatura interior, 11 °C de variación de la temperatura exterior en 24 h, mes de Julio y 40° de latitud Norte**

ORIENTACION	PESO DEL MURO *** (Kg/m ²)	HORA SOLAR																								ORIENTACION LATITUD SUR					
		MAÑANA												TARDE													MAÑANA				
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5						
NE	100	2.8	6.3	12.2	12.8	13.3	10.6	7.8	7.2	6.7	7.2	7.8	7.8	7.8	6.7	5.5	4.4	3.3	2.2	1.1	0.0	-1.1	-1.7	-2.2	-1.1	SE					
	300	-0.5	-1.1	-1.1	2.8	13.3	12.2	11.1	8.3	5.5	6.1	6.7	7.2	7.8	7.2	6.7	6.1	5.5	4.4	3.3	2.2	1.1	0.5	0.0	-0.5						
	500	2.2	1.7	2.2	2.2	2.2	5.5	8.9	8.3	7.8	6.7	5.5	6.1	6.7	6.7	6.7	6.1	5.5	5.0	4.4	3.9	3.3	3.3	2.8	2.8						
	700	2.6	2.8	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	5.5	7.8	8.9	7.8	6.7	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.0	4.4	3.9	3.3	3.3	2.8	2.8						
E	100	0.5	9.4	16.7	18.3	20.0	19.4	17.8	11.1	6.7	7.2	7.8	7.8	7.8	6.7	5.5	4.4	3.3	2.2	1.1	0.0	-0.5	-1.1	-1.7	-1.7	E					
	300	-0.5	-0.5	0.0	11.7	16.7	17.2	17.2	10.6	7.8	7.2	6.7	7.2	7.8	7.2	6.7	6.1	5.5	4.4	2.8	2.2	1.7	0.5	0.5	0.0						
	500	2.8	2.8	3.3	4.4	7.8	11.1	13.3	13.9	13.3	11.1	10.0	8.9	7.8	7.8	7.2	6.7	6.1	5.5	5.0	4.4	3.9	3.9	3.3	3.3						
	700	6.1	5.5	5.5	5.0	4.4	5.0	5.5	8.3	10.0	10.6	10.0	9.4	8.9	7.8	6.7	7.2	7.8	7.8	7.2	7.2	6.7	6.7	6.7	6.7						
SE	100	5.5	3.3	7.2	10.6	14.4	15.0	15.6	14.4	13.3	10.6	8.9	8.3	7.8	6.7	5.5	4.4	3.3	2.2	1.1	0.0	-0.5	-0.5	-1.1	-1.1	NE					
	300	0.5	0.5	0.0	7.2	11.1	13.3	15.6	14.4	13.9	11.7	10.0	8.3	7.8	7.2	6.7	6.1	5.5	4.4	3.3	2.9	2.2	1.7	1.7	1.1						
	500	3.9	3.9	3.3	3.3	3.3	6.1	8.9	9.4	10.0	10.6	10.0	9.4	7.8	7.2	6.7	6.1	5.5	5.5	5.0	4.4	4.4	3.9	3.9	3.3						
	700	5.0	4.4	4.4	4.4	4.4	3.9	3.3	6.1	7.8	8.3	8.9	10.0	8.9	8.3	7.8	7.2	6.7	6.7	6.1	6.1	5.5	5.5	5.0	5.0						
S	100	-0.5	-1.1	-2.2	0.5	2.2	7.8	12.2	15.0	16.7	15.6	14.4	11.1	8.9	6.7	5.5	3.9	3.3	1.7	1.1	0.5	0.0	0.0	-0.5	-0.5	N					
	300	-0.5	-1.7	-2.2	-1.7	-1.1	3.9	6.7	11.1	13.3	13.9	14.4	12.8	11.1	8.3	6.7	5.5	4.4	3.3	2.2	1.1	0.5	0.5	0.0	-0.5						
	500	2.2	2.2	1.1	1.1	1.1	1.7	2.2	4.4	6.7	8.3	8.9	10.0	10.0	8.3	7.8	6.1	5.5	5.0	4.4	4.4	3.9	3.3	3.3	2.8						
	700	3.9	3.3	3.3	2.8	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	3.9	5.5	7.2	7.8	8.3	8.9	8.9	7.8	6.7	5.5	5.5	5.0	5.0	4.4	3.9						
SO	100	-1.1	-2.2	-2.2	-1.1	0.0	2.2	3.3	10.6	14.4	18.9	22.2	22.8	23.3	16.7	13.3	6.7	3.3	2.2	1.1	0.5	0.5	0.0	-0.5	-0.5	NO					
	300	1.1	0.5	0.0	0.0	0.0	0.5	1.1	4.4	6.7	13.3	17.8	19.4	20.0	19.4	18.9	11.1	5.5	3.9	3.3	2.8	2.2	1.7	1.7	1.1						
	500	3.9	2.8	3.3	2.8	2.2	2.8	3.3	3.9	4.4	6.7	7.8	10.6	12.2	12.8	13.3	12.8	12.2	8.3	5.5	5.0	5.0	4.4	3.9	3.3						
	700	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	3.9	3.3	3.3	3.3	3.9	4.4	5.0	5.5	8.3	10.0	10.6	11.1	7.2	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4						
O	100	1.1	-1.7	-2.2	-1.1	0.0	1.7	3.3	7.8	11.1	17.8	22.2	25.0	26.7	18.9	12.2	7.8	4.4	2.8	1.1	0.5	0.0	-0.5	-0.5	O						
	300	1.1	0.5	0.0	0.0	0.0	1.1	2.2	3.9	5.5	10.6	14.4	18.9	22.2	22.8	20.0	15.6	8.9	5.5	3.3	2.8	2.2	1.7	1.7		1.1					
	500	3.9	3.9	3.3	3.3	3.3	3.3	3.9	4.4	5.5	6.7	9.4	11.1	13.9	15.6	15.0	14.4	10.6	7.8	6.7	6.1	5.5	5.0	4.4		3.9					
	700	6.7	6.1	5.5	5.0	4.4	4.4	4.4	5.0	5.5	5.5	6.1	6.7	6.8	8.9	11.7	12.2	12.8	12.2	11.1	10.0	8.9	8.3	7.2		7.2					
NO	100	-1.7	-2.2	-2.2	-1.1	0.0	1.7	3.3	5.5	6.7	10.6	13.3	18.3	22.2	20.6	18.9	10.0	3.3	2.2	1.1	0.0	-0.5	-0.5	-1.1	1.1	SO					
	300	-1.1	-1.7	-2.2	-1.7	-1.1	0.0	1.1	3.3	4.4	5.5	6.7	11.7	16.7	17.2	17.8	11.7	6.7	4.4	3.3	2.2	1.7	0.5	0.0	0.5						
	500	2.8	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.8	3.3	5.0	6.7	9.4	11.1	11.7	12.2	7.8	4.4	3.9	3.3	3.3	2.8	2.8						
	700	4.4	3.9	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.9	4.4	5.0	5.5	7.8	10.0	10.6	11.1	8.9	7.2	6.1	5.5	5.0						
N (en la sombra)	100	-1.7	-1.7	-2.2	-1.7	-1.1	0.5	2.2	4.4	5.5	6.7	7.8	7.2	6.7	5.5	4.4	3.3	2.2	1.1	0.0	-0.5	-0.5	-1.1	-1.1	S						
	300	-1.7	-1.7	-2.2	-1.7	-1.1	-0.5	0.0	1.7	3.3	4.4	5.5	6.1	6.7	6.7	5.5	4.4	3.3	2.2	1.1	0.5	0.0	-0.5	-1.1							
	500	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	1.1	1.7	2.2	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.2	1.7	1.7	1.1	1.1	0.5		0.5					
	700	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	1.1	1.7	2.2	2.8	2.8	2.8	3.3	3.9	4.4	3.9	3.3	2.2	1.7	1.1	1.1		0.5					

Fuente: Carrier 1980

- * Valido tanto si el muro tiene o no aislamiento.
- ** Para condiciones diferentes, aplicar las correcciones indicadas en el texto.
- *** El peso por m² de los tipos de construcción clásicos están indicados en el anexo 4. Para pesos inferiores a 100 Kg/m² tomar los valores correspondientes a 100 Kg/m².

TABLA N° 2.5
DIFERENCIA EQUIVALENTE DE TEMPERATURA (°C)
TECHO SOLEADO O EN SOMBRA *

Valadero para techos de color oscuro, 35 °C de temperatura exterior, 27 °C de temperatura interior, 11 °C de variación de la temperatura exterior en 24 h, mes de Julio y 40° de latitud Norte**

ORIENTACION	PESO DEL MURO (Kg/m ²)	HORA SOLAR																												
		MAÑANA												TARDE												MAÑANA				
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5					
Soleado	100	-2.2	-3.3	-2.9	-2.8	-0.5	3.9	8.3	13.3	17.8	21.1	23.9	25.4	25.0	22.8	19.4	15.6	12.2	8.9	5.5	3.9	1.7	0.5	-0.5	-1.7	SE				
	300	0	-0.5	-1.1	-0.5	1.1	5.0	8.9	12.8	16.7	20.0	22.8	23.9	22.2	19.4	16.7	13.9	11.1	6.3	4.7	4.4	3.3	2.2	1.1						
	500	3.2	1.7	1.1	1.7	3.3	5.5	8.9	12.8	15.6	18.3	21.1	22.2	22.8	21.7	19.4	17.8	15.6	13.3	11.1	9.4	7.2	6.1	5.0	3.3					
	700	3.0	4.4	3.3	3.9	4.4	6.1	8.9	12.2	15.0	17.9	19.4	21.1	21.7	21.1	20.0	18.9	17.2	15.6	13.9	12.2	10.0	8.9	7.2	6.1					
Cubiertas de sombra	100	-2.8	-1.1	0	1.1	2.2	5.5	8.9	10.6	12.2	11.1	10.0	8.9	7.8	6.7	5.5	3.3	1.1	0.5	0.5	-0.5	-1.1	-1.7	-2.2	-2.8	NO				
	300	-1.7	-1.1	-0.5	-0.5	0	2.8	5.5	7.2	8.3	8.3	8.9	8.3	8.3	7.8	6.7	5.5	3.9	2.8	1.7	0.5	-0.5	-1.1	-1.7	-1.7					
	500	-0.5	-1.1	-1.1	-1.1	-1.1	1.1	2.8	3.9	5.5	6.7	7.8	8.3	8.9	8.3	7.8	6.7	5.5	4.4	3.3	2.2	1.7	1.1	0.5	0					
	700	-2.2	-1.1	0	1.1	2.2	4.4	6.7	8.3	10.0	9.4	8.9	8.3	7.8	6.7	5.5	3.3	1.1	0.5	0	-0.5	-1.1	-1.1	-1.7	-1.7					
Rótulo	100	-1.1	-1.1	-0.5	-0.5	0	1.1	2.8	5.0	7.2	7.8	7.8	7.8	7.2	6.7	5.5	3.9	2.8	1.7	0.5	0	-0.5	-1.1	-1.7	-1.7	SO				
	300	-0.5	-1.1	-1.1	-1.1	-1.1	0	1.1	2.8	4.4	5.5	-4.7	7.2	7.8	7.2	6.7	6.1	5.5	4.4	3.3	2.2	1.7	1.1	0.5	0					
	500	-0.5	-1.1	-1.1	-1.1	-1.1	0	1.1	2.8	4.4	5.5	-4.7	7.2	7.8	7.2	6.7	6.1	5.5	4.4	3.3	2.2	1.7	1.1	0.5	0					
	700	-0.5	-1.1	-1.1	-1.1	-1.1	0	1.1	2.8	4.4	5.5	-4.7	7.2	7.8	7.2	6.7	6.1	5.5	4.4	3.3	2.2	1.7	1.1	0.5	0					
N (en la sombra)	100	-2.8	-2.8	-2.2	-1.1	0	1.1	3.3	5.0	6.7	7.2	7.8	7.2	6.7	5.5	4.4	3.3	2.2	1.1	0.5	0	-0.5	-1.7	-2.2	-2.8	S				
	300	-2.8	-2.8	-2.2	-1.7	-1.1	0	1.1	2.8	4.4	5.5	6.7	7.2	6.7	6.1	5.5	4.4	3.3	2.2	1.1	0	-0.5	-1.7	-2.2	-2.8					
	500	-1.7	-1.7	-1.1	-1.1	-1.1	-0.5	0	1.1	2.2	3.3	4.4	5.0	5.5	5.5	5.0	4.4	3.3	2.2	1.1	0.5	0	-0.5	-1.1	-1.1					
	700	-1.7	-1.7	-1.1	-1.1	-1.1	-0.5	0	1.1	2.2	3.3	4.4	5.0	5.5	5.5	5.0	4.4	3.3	2.2	1.1	0.5	0	-0.5	-1.1	-1.1					

Fuente: Carrier 1980

TABLA N° 2.6
CORRECCIONES DE LAS DIFERENCIAS EQUIVALENTES DE
TEMPERATURA (°C)

Temperatura exterior a las 15 h para el mes considerado, menos temperatura interior	VARIACIÓN DE LA TEMPERATURA EXTERIOR EN 24 h																					
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22				
-16	-21,2	-21,7	-22,3	-22,8	-23,3	-23,8	-24,2	-24,7	-25,1	-25,6	-26,0	-26,5	-27,0	-27,4	-27,9	-28,3	-28,8	-29,3	-29,8			
-12	-17,2	-17,7	-18,3	-18,8	-19,3	-19,8	-20,2	-20,7	-21,1	-21,6	-22,0	-22,5	-23,0	-23,4	-23,9	-24,3	-24,8	-25,3	-25,8			
-8	-13,2	-13,7	-14,3	-14,8	-15,3	-15,8	-16,2	-16,7	-17,1	-17,6	-18,0	-18,5	-19,0	-19,4	-19,9	-20,3	-20,8	-21,3	-21,8			
-4	-9,2	-9,7	-10,3	-10,8	-11,3	-11,8	-12,2	-12,7	-13,1	-13,6	-14,0	-14,5	-15,0	-15,4	-15,9	-16,3	-16,8	-17,3	-17,8			
0	-5,2	-5,5	-6,1	-6,6	-7,1	-7,6	-8,0	-8,5	-8,9	-9,4	-9,8	-10,3	-10,8	-11,2	-11,7	-12,1	-12,6	-13,1	-13,6			
+2	-1,1	-1,6	-2,2	-2,7	-3,2	-3,6	-4,1	-4,6	-5,0	-5,5	-5,9	-6,4	-6,9	-7,3	-7,8	-8,2	-8,7	-9,1	-9,7			
+4	0,8	0,3	0,3	0,8	1,3	1,7	2,2	2,7	3,1	3,6	4,0	4,5	5,0	5,4	5,9	6,3	6,7	7,2	7,8			
+6	2,8	2,3	1,7	1,2	0,7	0,3	0	-0,7	-1,1	-1,6	-2,0	-2,5	-3,0	-3,4	-3,9	-4,3	-4,7	-5,2	-5,8			
+8	4,7	4,2	3,6	3,1	2,6	2,2	1,7	1,2	0,8	0,3	-0,1	-0,6	-1,1	-1,5	-2,0	-2,4	-2,8	-3,3	-3,9			
+10	6,8	6,3	5,7	5,2	4,7	4,3	3,8	3,3	2,9	2,4	1,8	1,3	0,8	0,4	-0,1	-0,7	-1,2	-1,8	-2,4			
+12	8,8	8,3	7,7	7,2	6,7	6,3	5,8	5,3	4,9	4,4	3,8	3,3	2,8	2,4	1,9	1,3	0,8	0,2	-0,2			
+14	10,8	10,3	9,7	9,2	8,7	8,3	7,8	7,3	6,9	6,4	5,8	5,3	4,8	4,4	3,9	3,3	2,8	2,2	1,6			
+16	12,8	12,3	11,7	11,2	10,7	10,3	9,8	9,3	8,9	8,4	7,8	7,3	6,8	6,4	5,9	5,3	4,8	4,2	3,6			
+18	14,8	14,3	13,7	13,2	12,7	12,3	11,8	11,3	10,9	10,4	9,8	9,3	8,8	8,4	7,9	7,3	6,8	6,2	5,6			
+20	16,9	16,4	15,8	15,3	14,8	14,4	13,9	13,4	13,0	12,5	11,9	11,4	10,9	10,5	10,0	9,4	8,9	8,3	7,7			
+22																						

Fuente: Carrier 1980

El valor de R_s es la ganancia máxima de calor solar, que se da en día me mayor aportación solar determinado del Anexo 3 para la latitud y grados que corresponda, debe multiplicarse por los correcciones indicadas al pie del Anexo 3. Los cuales son factor por atmosfera, factor por altitud, factor por punto de rocío, de la siguiente manera:

$$R_s = (Max. apot. Solar)(Fact. Atm)(Fact. Alt.)(Fact. Pto. Rocío) \quad (2.3)$$

Donde:

Max. apot. Solar = Máxima aportación solar determinado del **anexo 3**.

Fact. Atm = Coeficiente por falta de limpieza de la atmosfera (0.9-1.0).

Fact. Alt = Factor por altitud 0.7% adicional por cada 300 m.

Fact. Pto. Rocío = Factor por punto de rocío. Si la temperatura de rocío es diferente a 19.5 °C este valor será 14% por cada 10 °C de diferencia. Así $1 - 0.14 \times (T_R - 19.5)/10$.

b) Ganancias por insolación de las superficies del vidrio

Carrier (1980) expresa que la carga real de refrigeración se obtiene multiplicando el factor de almacenamiento para un funcionamiento del equipo de 12 horas deducido del **anexo 2** por la ganancia máxima de calor

solar correspondiente a la orientación, mes y latitud deseados, también se tiene que saber el peso por metro cuadrado del piso para entrar con estos valores a este anexo. La ganancia máxima de calor solar debe multiplicarse por los factores globales correspondientes a sistema de apantallamiento o lo que se conoce como factores de sombra (Tabla 2.7) y por las correcciones indicadas al pie del anexo 3. Los cuales son factor por atmosfera, factor por altitud, factor por punto de rocío y factor por marco metálico.

TABLA N° 2.7
FACTORES TOTALES DE GANANCIA SOLAR A TRAVES DEL VIDRIO
 (Coeficientes globales de insolación con o sin dispositivos de sombra o pantalla)

TIPO DE VIDRIO	SIN PANTALLA	PERSIANAS VENECIANAS INTERIORES Listones horizontales o verticales inclinados 45° O CORTINAS DE TELA			PERSIANAS VENECIANAS EXTERIORES Listones horizontales inclinados 45°		PERSIANA EXTERIOR Listones inclinados 17° (horizontales)		CORTINA EXTERIOR DE TELA Circulación de aire arriba y lateralmente	
		Color claro	Color medio	Color oscuro	Color claro	Exterior claro Interior oscuro	Color medio	Color oscuro	Color claro	Color medio u oscuro
VIDRIO SENCILLO ORDINARIO	1,00	0,56	0,65	0,75	0,15	0,13	0,22	0,15	0,20	0,25
VIDRIO SENCILLO 8 mm	0,94	0,56	0,65	0,74	0,14	0,12	0,21	0,14	0,19	0,24
VIDRIO ABSORBENTE										
Coeficiente de absorción 0,40 a 0,48	0,80	0,56	0,62	0,72	0,12	0,11	0,18	0,12	0,16	0,20
Coeficiente de absorción 0,48 a 0,56	0,73	0,53	0,59	0,62	0,11	0,10	0,16	0,11	0,15	0,18
Coeficiente de absorción 0,56 a 0,70	0,62	0,51	0,54	0,56	0,10	0,10	0,14	0,10	0,12	0,16
VIDRIO DOBLE										
Vidrios ordinarios	0,90	0,54	0,61	0,67	0,14	0,12	0,20	0,14	0,18	0,22
Vidrios de 8 mm	0,80	0,52	0,59	0,65	0,12	0,11	0,18	0,12	0,16	0,20
Vidrio interior brujnato										
Vidrio ext. absorbente de 0,48 a 0,56	0,52	0,36	0,39	0,43	0,10	0,10	0,11	0,10	0,10	0,13
Vidrio interior de 6 mm										
Vidrio ext. absorbente de 0,48 a 0,56	0,50	0,36	0,39	0,43	0,10	0,10	0,11	0,10	0,10	0,12
VIDRIO TRIPLE										
Vidrio ordinario	0,83	0,48	0,56	0,64	0,12	0,11	0,18	0,12	0,16	0,20
Vidrio de 8 mm	0,69	0,47	0,52	0,57	0,10	0,10	0,15	0,10	0,14	0,17
VIDRIO PINTADO										
Color claro	0,28									
Color medio	0,39									
Color oscuro	0,50									
VIDRIO DE COLOR										
Ambar	0,70									
Rojo oscuro	0,56									
Azul	0,60									
Gris	0,32									
Gris-verde	0,46									
Opalescente claro	0,43									
Opalescente oscuro	0,37									

Fuente: Carrier 1980

A este factor se le conoce como factor de almacenamiento y se determina por la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned} \text{Fact. Alm.} = & (\text{Fact. Marco Met.})(\text{Fact. Atm}) \\ & (\text{Fact. Alt.})(\text{Fact. Pto. Rocio})(\text{Fact. Sombra}) \end{aligned} \quad (2.4)$$

Donde:

Fact. Alm. = Factor de almacenamiento.

Fact. Marco Met. = Factor por marco metálico. Este valor es 1.17.

Fact. Sombra = Factor de sombra interna (Véase la **tabla N° 2.7**).

Los otros factores han sido definidos líneas arriba.

c) Ganancia de calor a través de muros internos

Se considera muros internos, aquellos que no son afectados directamente por el sol y se encuentran dentro del edificio.

Estos muros pueden ser paredes de concreto, paredes de ladrillo, paredes de drywall; así también se consideran los muros de vidrio, y los pisos intermedios.

El cálculo para estos muros se realiza a través de la ecuación siguiente:

$$q = KA\Delta t \quad (2.5)$$

Donde:

q = Flujo de Calor (Kcal/h)

K = Coeficiente global de transferencia de calor (Kcal/h.m².°C)

A = Superficie considerada en metros cuadrados (m²)

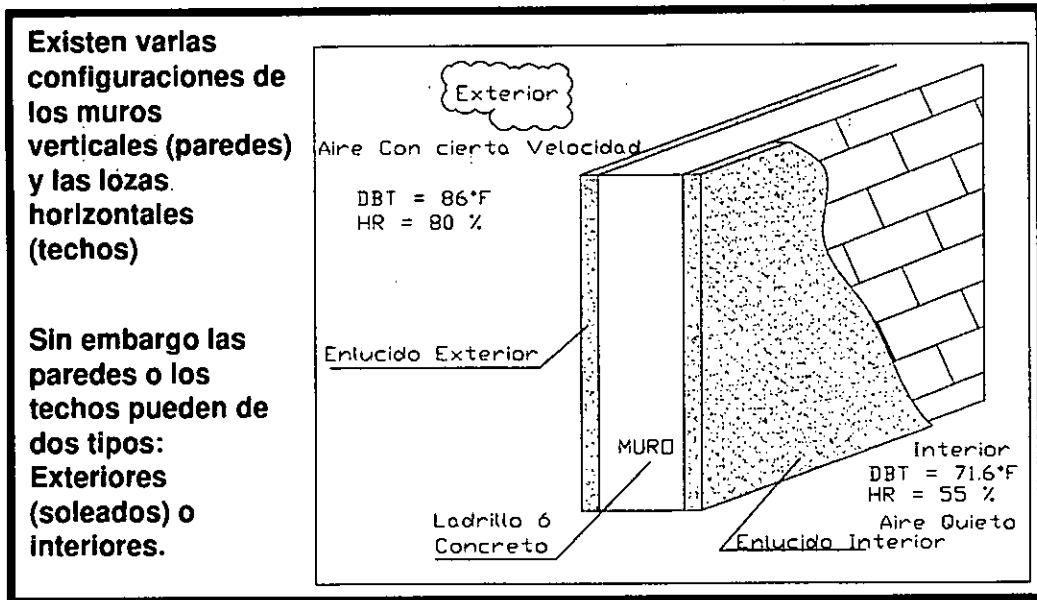
Δt = Diferencia de temperaturas exterior – interior (°C)

Carrier (1980) indica que el valor de K se calcula de la siguiente manera:

- Determinar la resistencia de cada material que compone la pared, y las resistencias superficiales interiores y exteriores. Ver **Anexo 4**

- Sumar las resistencias, $R = r_1 + r_2 + r_3 + \dots + r_n$
- Hallar la inversa de R , o sea: $1/R = K$

FIGURA N° 2.2
CONFIGURACION ESQUEMATICA DE UN MURO CON ENLUCIDO



Fuente: Elaboración propia

2.2.6 Ventilación para una calidad de aire interior aceptable

ASHRAE Standard 62.1 (2007) formula que el flujo de aire exterior de diseño requerido en la zona de respiración del espacio o espacios ocupables en una zona, es decir, el flujo de aire exterior de la zona de respiración (\dot{V}_{bz}), se determinará de acuerdo con la ecuación 2.6.

$$\dot{V}_{bz} = R_p \cdot P_z + R_a \cdot A_z \quad (2.6)$$

Donde:

A_z = Área del suelo de la zona: la superficie ocupada neta de la zona m^2 (ft^2).

P_z = Población de la zona: el mayor número de personas que se espera que ocupe la zona durante el uso típico.

R_p = Flujo de aire exterior requerido por persona según se determina en el **Anexo 8**

R_a = Flujo de aire exterior requerido por unidad de área según se determina en el **Anexo 8**

ASHRAE Standard 62.1 (2007) enuncia que para que un edificio pueda tener certificación "LEED", tener altos estándares de eficiencia y sostenibilidad, se debe agregar un 30% adicional de aire exterior para mejorar la renovación del aire.

Quedando así la ecuación 2.6 de la siguiente manera:

$$\dot{V}_E = (R_p \cdot P_z + R_a \cdot A_z) * 1.3 \quad (2.7)$$

Donde:

\dot{V}_E = Caudal de aire exterior o aire fresco

2.2.7 Empleo del diagrama psicrométrico

"Psicrometría es la ciencia que trata de las propiedades termodinámicas del aire húmedo y del efecto de la humedad atmosférica sobre los materiales y sobre el confort humano" (Carrier, 1980, p.1-111). Esta definición debe ser ampliada para incluir el método de controlar las propiedades térmicas del aire húmedo.

a) Ciclo de evolución del aire

Este ciclo puede apreciarse como se muestra en la figura N° 2.2. El aire en el estado (3), mezcla de aire exterior (2) y de aire de retorno (1), para a través del aparato acondicionador, y su evolución se representa por la línea de proceso (3-4). Abandona el aparato en (4) y es impulsado hacia el local

donde absorbe calor y humedad según la transformación (4-1). En general, gran parte del aire impulsado vuelve a recogerse para su mezcla con el aire exterior (Carrier, 1980). La mezcla pasa a través del serpentín donde abandona la humedad y calor recibido con el propósito de mantener las condiciones interiores deseadas.

b) Factor de calor sensible (SHF)

Carrier (1980) enuncia: "El factor de calor sensible del local es la razón del calor sensible del local a la suma del calor sensible y latente del local" (p.1-111). Se puede expresar de la forma siguiente:

$$SHF = \frac{Q_s}{Q_s + Q_L} = \frac{Q_s}{Q_T} \quad (2.8)$$

Donde:

SHF = Factor de Calor Sensible

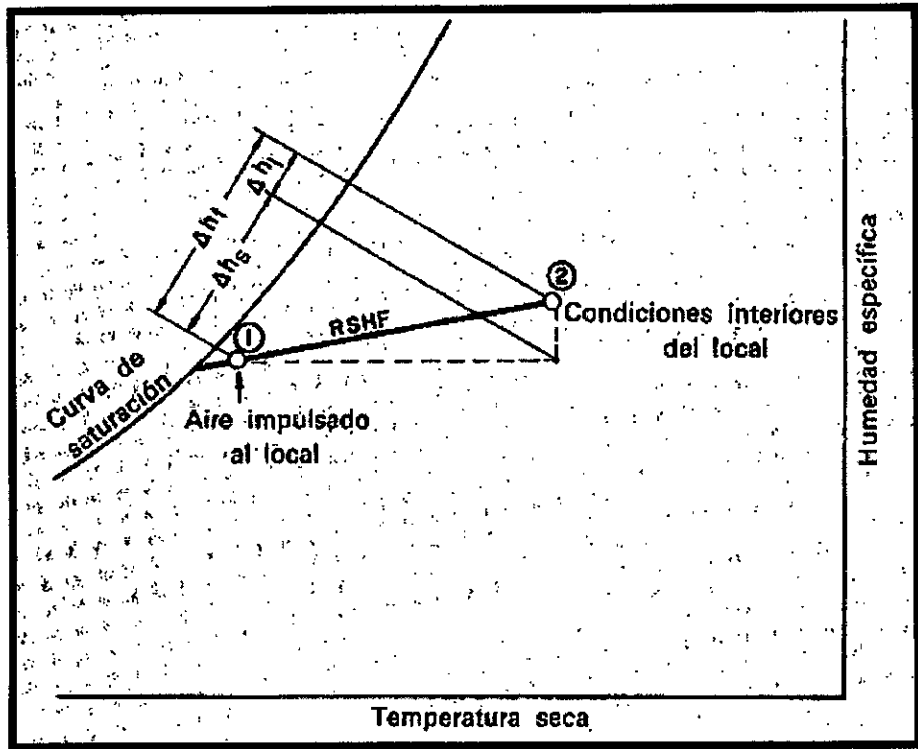
Q_s = Flujo de calor sensible total (Kcal/h)

Q_L = Flujo de calor latente total (Kcal/h)

Q_T = Flujo de calor total, sensible y latente (Kcal/h)

El estado de aire impulsado en el local deber ser tal que compense simultáneamente el calor sensible y latente del local. Los puntos que representan en el diagrama psicométrico el estado de aire impulsado y las condiciones interiores pueden unirse por un segmento de recta (1-2) como la que se aprecia en la **figura N° 2.4**. Este segmento representa la evolución del aire en el interior del local y se denomina *recta de SHF del local*, o también *recta de impulsión*, o *recta de referencia*.

FIGURA N° 2.4
RECTA RSHF DIBUJADA ENTRE LOS PUNTOS QUE REPRESENTAN
LAS CONDICIONES DEL AIRE DEL LOCAL Y LAS CONDICIONES DE
IMPULSION



Fuente: Carrier 1980

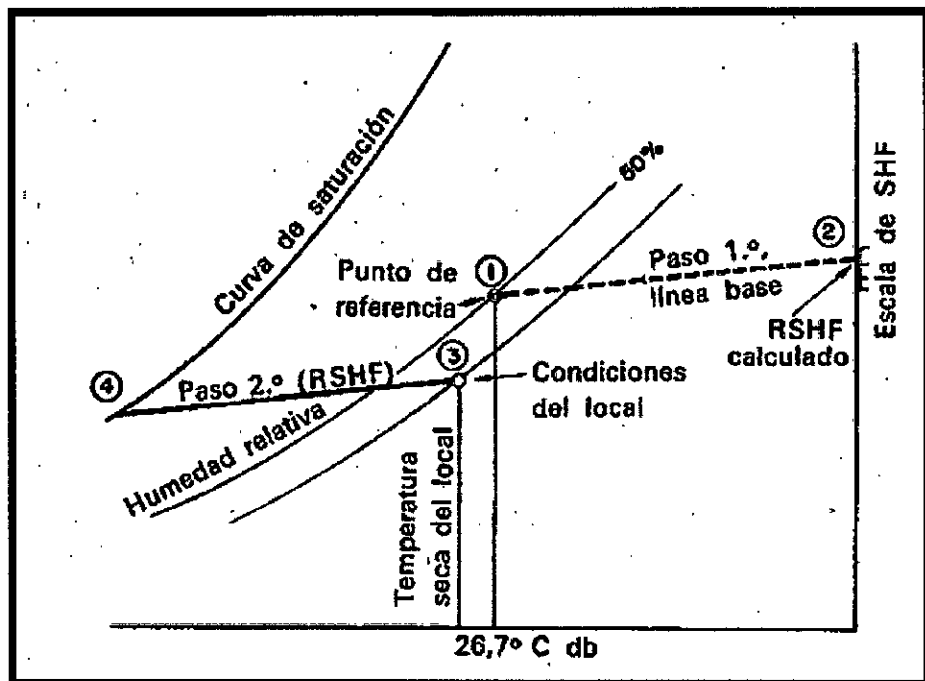
La pendiente de esta recta nos da la relación entre las cargas de calor sensible y latente del local, Δh_s y Δh_t . Entonces, si el caudal de aire impulsado es suficiente para compensar estas cargas, se mantendrán las condiciones de humedad relativa y temperaturas fijadas para el local, siempre que la temperatura seca y húmeda del aire impulsado correspondan a un punto de esta recta.

La recta de SHF del local puede trazarse sobre el diagrama psicrométrico sin necesidad de conocer las condiciones del aire que se impulsa. Conociendo el SHF y las condiciones interiores del proyecto se utilizará la

escala situada a la derecha del diagrama y el punto de referencia (26,7 °C y 50% HR):

1. Trácese la recta que pasa por el punto 1 y la división correspondiente al SHF calculado (2). (Véase figura N° 2.5).
2. La recta de SHF del local considerado será paralela a la recta de proceso (1-2) y pasara por las condiciones del proyecto. Como se ve en la figura N° 2.5, esta recta puede prolongarse hasta la curva de saturación (3-4).

FIGURA N° 2.5
RECTA RSHF DIBUJADA SOBRE EL ESQUEMA DEL DIAGRAMA PSICROMETRICO

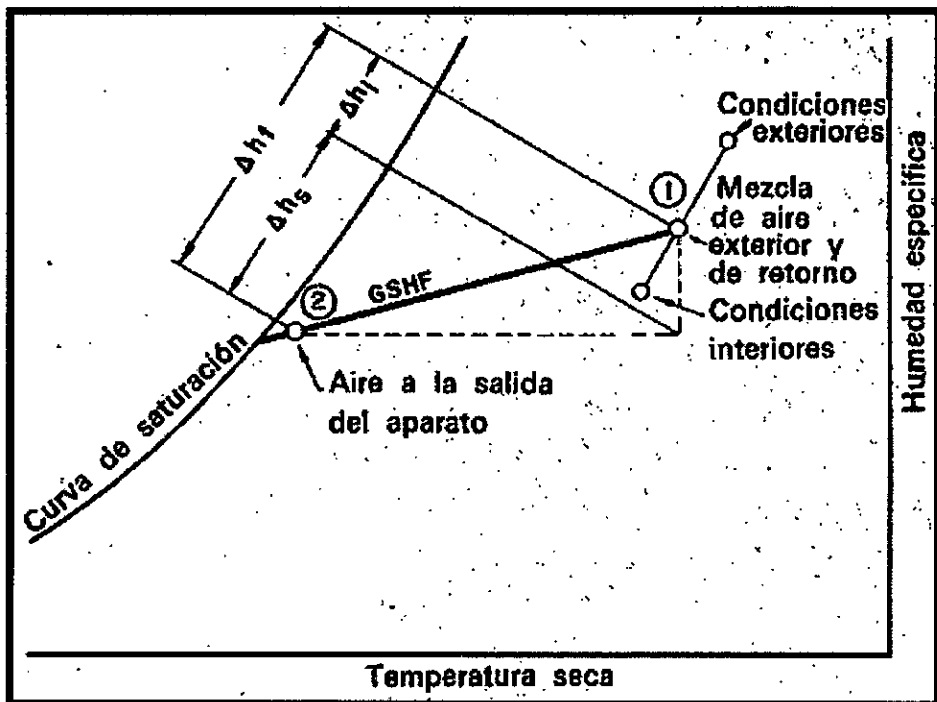


Fuente: Carrier 1980

c) Psicrometría para capacidad del equipo

El paso del aire por el acondicionador se traduce en variaciones de su temperatura y/o humedad relativa específica. La importancia relativa de estas variaciones depende de las cargas totales de calor sensible y total que el equipo acondicionador debe desarrollar o hacer actuar. Se pueden acotar en el diagrama psicrométrico los puntos que representan el estado del aire a la entrada y a la salida, condición de la mezcla de aire exterior y de retorno de local, y unirlos con un segmento de recta (1-2) (Véase figura N° 2.6); este segmento representa la evolución del aire a su paso por el acondicionador y recibe el nombre de recta de SHF TOTAL (GSHF).

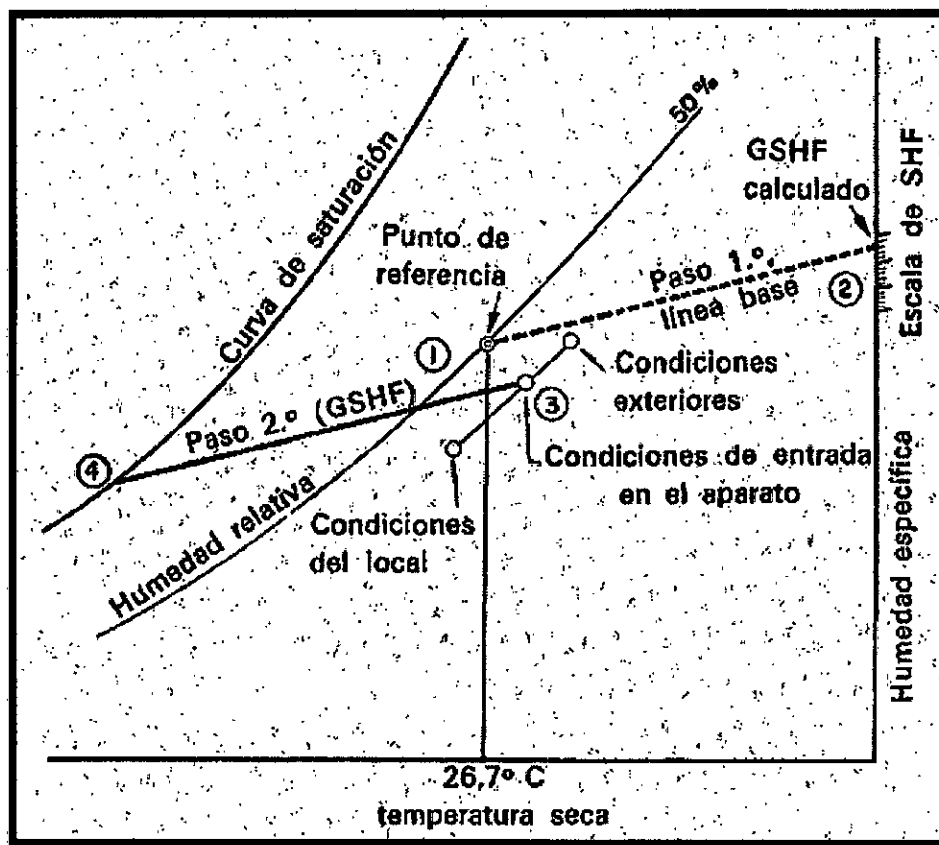
FIGURA N° 2.6
RECTA DE GSHF DIBUJADA ENTRE LOS PUNTOS QUE REPRESENTAN LAS CONDICIONES DEL AIRE A LA ENTRADA Y A LA SALIDA DEL EQUIPO CONDICIONADOR



Fuente: Carrier 1980

Como la recta RSHF, la recta de GSHF puede dibujarse en el diagrama sin necesidad de conocer el estado del aire impulsado. La marcha a seguir está indicada en la **figura N° 2.7**. Trácese la recta GSHF que pase por el punto de referencia y, a continuación, la paralela a esta recta que pase por el punto que representa la mezcla de aire a la entrada del aparato.

FIGURA N° 2.7
RECTA DE GSHF DIBUJADA EN EL DIAGRAMA PSICROMÉTRICO



Fuente: Carrier 1980

d) Mezcla adiabática de dos corrientes de aire húmedo

“Un proceso común en los sistemas de aire acondicionado es la mezcla adiabática de dos corrientes de aire húmedas” (ASHRAE, 2013, p.1-17). La

figura N° 2.8 muestra esquemáticamente el problema. La mezcla adiabática se rige por tres ecuaciones:

✚ **Conservación de la energía:**

$$\dot{m}_{da1}h_1 + \dot{m}_{da2}h_2 = \dot{m}_{da3}h_3$$

✚ **Conservación de la masa para el aire seco:**

$$\dot{m}_{da1} + \dot{m}_{da2} = \dot{m}_{da3}$$

✚ **Conservación de la masa para el vapor de agua**

$$\dot{m}_{da1}W_1 + \dot{m}_{da2}W_2 = \dot{m}_{da3}W_3$$

Eliminando \dot{m}_{da3} resulta

$$\frac{h_2 - h_3}{h_3 - h_1} = \frac{W_2 - W_3}{W_3 - W_1} = \frac{\dot{m}_{da1}}{\dot{m}_{da2}} \quad (2.9)$$

Donde:

\dot{m}_{da1} = Flujo másico de aire seco en condiciones 1 o condiciones de aire exterior (Kg/s, lb/s)

\dot{m}_{da2} = Flujo másico de aire seco en condiciones 2 o condiciones de aire de retorno o de sala (Kg/s, lb/s)

\dot{m}_{da3} = Flujo másico de aire seco en condiciones 3 o condiciones de aire de mezcla (Kg/s, lb/s)

h_1 = Entalpia especifica del aire en condiciones 1 o condiciones de aire exterior (Kcal/Kg, KJ/Kg, Btu/lb)

h_2 = Entalpia especifica del aire en condiciones 2 o condiciones de aire de retorno o de sala (Kcal/Kg, KJ/Kg, Btu/lb)

h_3 = Entalpia especifica del aire en condiciones 3 o condiciones de aire de mezcla (Kcal/Kg, KJ/Kg, Btu/lb)

W_1 = Humedad especifica del aire en condiciones 1 o condiciones de aire exterior (g_{vapor de agua}/Kg_{aire seco}, granos_{vapor de agua}/lb_{aire seco})

W_2 = Humedad específica del aire en condiciones 2 o condiciones de aire de retorno o de sala (g vapor de agua/Kg aire seco, granos vapor de agua/lb aire seco)

W_1 = Humedad específica del aire en condiciones 3 o condiciones de aire mezcla (g vapor de agua/Kg aire seco, granos vapor de agua/lb aire seco)

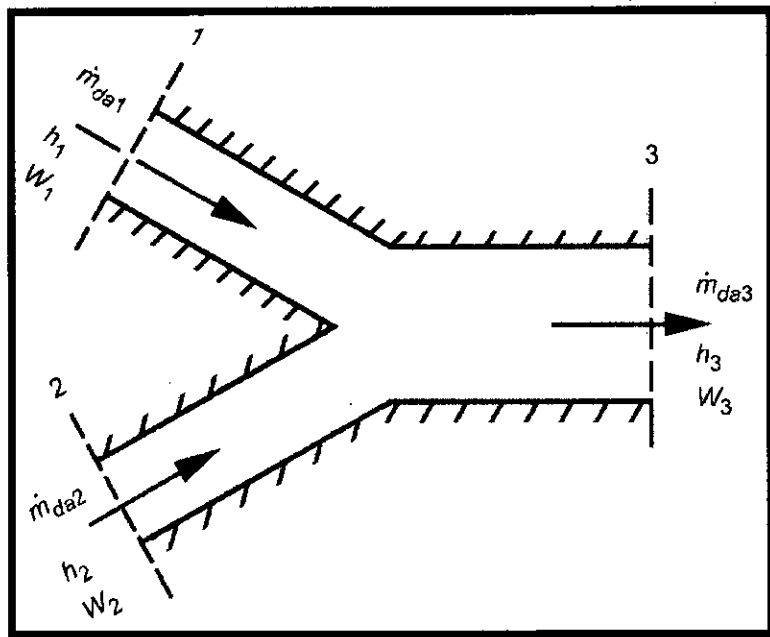
Despejando la ecuación 2.9 se llega a la siguiente relación:

$$h_3 = h_2 + \frac{\dot{m}_{da1}}{\dot{m}_{da1} + \dot{m}_{da2}} * (h_1 - h_2) \quad (2.10)$$

A la expresión $\frac{\dot{m}_{da1}}{\dot{m}_{da1} + \dot{m}_{da2}}$ se le denomina porcentaje de aire exterior (%AE).

ASHRAE (2013) enuncia que el punto de estado de la mezcla resultante se encuentra en la línea recta que conecta los puntos de estado de las dos corrientes que se mezclan y divide la línea en dos segmentos, en la misma proporción que las masas de aire seco en las dos corrientes.

FIGURA N° 2.8
MEZCLA ADIABÁTICA DE DOS CORRIENTES DE AIRE HUMEDO



Fuente: ASHRAE Fundamentals 2013

2.2.8 Tuberías de refrigeración para aire acondicionado

Carrier (1980) sostiene que los materiales más corrientemente empleados en los sistemas de tubería son los siguientes:

1. Acero – negro galvanizado
2. Hierro forjado – negro y galvanizado
3. Cobre – blando y duro

La tabla N° 2.8 incluye los materiales recomendados para diferentes usos.

TABLA N° 2.8
MATERIALES RECOMENDADOS PARA LOS TUBOS Y ACCESORIOS
SEGÚN LAS APLICACIONES

APLICACIONES		TUBO	ACCESORIOS
REFRIGERANTES R-12 R-22 R-500	Conducto de aspiración	Cobre duro-Presión de servicio 21 kg/cm ² **	Cobre o latón matrizado o latón moldeado y estañado
		Acero de espesor normal Sin soldadura para diám. > 60,3	Acero maleable, roscado o soldado. Presión de trabajo 16 kg/cm ²
	Tubería o conducto de líquido	Cobre duro-Presión de servicio 21 kg/cm ² **	Cobre o latón matrizado o latón moldeado y estañado
		Acero Espesor reforzado para diám. ≤ 48,3 Espesor normal para diám. > 48,3 Sin soldadura para diám. > 60,3	Acero maleable roscado o soldado. Presión de trabajo 30 kg/cm ²
	Conducto de gas caliente	Cobre duro-Presión de servicio 21 kg/cm ² **	Cobre o latón matrizado o latón moldeado y estañado
		Acero de espesor normal Sin soldadura para diám. > 60,3	Acero maleable, roscado o soldado. Presión de trabajo 30 kg/cm ²
AGUA REFRIGERADA		Acero negro o galvanizado **	Acero negro, galvanizado, soldado o de fundición ***
		Cobre duro **	Latón moldeado-Cobre o latón matrizado
AGUA SUPLEMENTARIA O DE CONDENSACIÓN		Acero galvanizado **	Acero negro, galvanizado, soldado o de fundición ***
		Cobre duro **	Latón moldeado-Cobre o latón matrizado
LÍNEAS DE CONDENSADO O DRENAJE		Acero galvanizado **	Galvanizado para drenaje o vaciado-Acero maleable o de fundición
		Cobre duro **	Latón moldeado-Cobre o latón matrizado
VAPOR Y CONDENSADO		Acero negro **	Acero soldado o de fundición ***
		Cobre duro **	Latón moldeado-Cobre o latón matrizado
AGUA CALIENTE		Acero negro	Acero soldado o de fundición ***
		Cobre duro **	Latón moldeado-Cobre o latón matrizado

Fuente: Carrier 1980

La norma ASTM B88 indica que las tuberías de cobre deben cumplir siguientes características:

1. El material debe ser de tal calidad y pureza que el producto final tendrá las propiedades y características descritas en esta especificación, y deberá ser frito por tamaño.
2. El tubo se cerrará mediante las operaciones de operación en frío y de estanqueidad que sean necesarias para producir el temperado y el acabado de superficie requeridos.
3. El tubo cuando se suministra en bobinas se debe recalcar después de enrollado
4. El tubo cuando está provisto en longitudes rectas normalmente debe estar en el temperamento dibujado. Tras el acuerdo entre el fabricante o el proveedor y el comprador, el fabricante deberá tener la opción de suministrar tuberías recocidas de longitud recta.

La norma ASTM B88 también indica que las tuberías de cobre deben cumplir con las propiedades físicas según la **tabla N° 2.9**

TABLA N° 2.9
DIMENSIONES, PESOS Y TOLERANCIAS EN EL DIÁMETRO Y
ESPEJOR DE PARED PARA TAMAÑOS DE TUBO DE COBRE
NOMINALES O ESTÁNDAR

(All tolerances are plus and minus except as otherwise indicated)

Nominal or Standard Size, in.	Outside Diameter, in.	Average Outside Diameter ^a -Tolerancia, in.		Wall Thickness and Tolerances, in.						Theoretical Weight, lb/ft		
		Annealed ^d	Drawn	Type K		Type L		Type M		Type K	Type L	Type M
				Wall Thickness	Tolerance ^b	Wall Thickness	Tolerance ^b	Wall Thickness	Tolerance ^b			
¼	0.375	0.002	0.001	0.035	0.0035	0.030	0.003	c	c	0.145	0.126	c
¾	0.500	0.0025	0.001	0.049	0.005	0.035	0.004	0.025	0.002	0.269	0.198	0.145
½	0.625	0.0025	0.001	0.049	0.005	0.040	0.004	0.028	0.003	0.344	0.265	0.204
¾	0.750	0.0025	0.001	0.049	0.005	0.042	0.004	c	c	0.418	0.362	c
¾	0.875	0.003	0.001	0.065	0.006	0.045	0.004	0.032	0.003	0.641	0.455	0.328
1	1.125	0.0035	0.0015	0.065	0.006	0.050	0.005	0.035	0.004	0.839	0.655	0.465
1¼	1.375	0.004	0.0015	0.065	0.006	0.055	0.006	0.042	0.004	1.04	0.884	0.682
1½	1.625	0.0045	0.002	0.072	0.007	0.060	0.006	0.049	0.005	1.36	1.14	0.940
2	2.125	0.005	0.002	0.083	0.008	0.070	0.007	0.058	0.006	2.06	1.75	1.46
2½	2.625	0.005	0.002	0.095	0.010	0.080	0.008	0.065	0.006	2.83	2.48	2.03
3	3.125	0.005	0.002	0.109	0.011	0.090	0.009	0.072	0.007	4.00	3.33	2.68
3½	3.625	0.005	0.002	0.120	0.012	0.100	0.010	0.083	0.008	5.12	4.29	3.58
4	4.125	0.005	0.002	0.134	0.013	0.110	0.011	0.095	0.010	6.51	5.38	4.66
5	5.125	0.005	0.002	0.160	0.016	0.125	0.012	0.109	0.011	9.67	7.61	6.66
6	6.125	0.005	0.002	0.192	0.019	0.140	0.014	0.122	0.012	13.9	10.2	8.92
8	8.125	0.006	+ 0.002 -0.004	0.271	0.027	0.200	0.020	0.170	0.017	25.9	19.3	16.5
10	10.125	0.008	+ 0.002 -0.006	0.338	0.034	0.250	0.025	0.212	0.021	40.3	30.1	25.6
12	12.125	0.008	+ 0.002 -0.006	0.405	0.040	0.280	0.028	0.254	0.025	57.8	40.4	36.7

^a The average outside diameter of a tube is the average of the maximum and minimum outside diameter, as determined at any one cross section of the tube.

^b Maximum deviation at any one point.

^c Indicates that the material is not generally available or that no tolerance has been established.

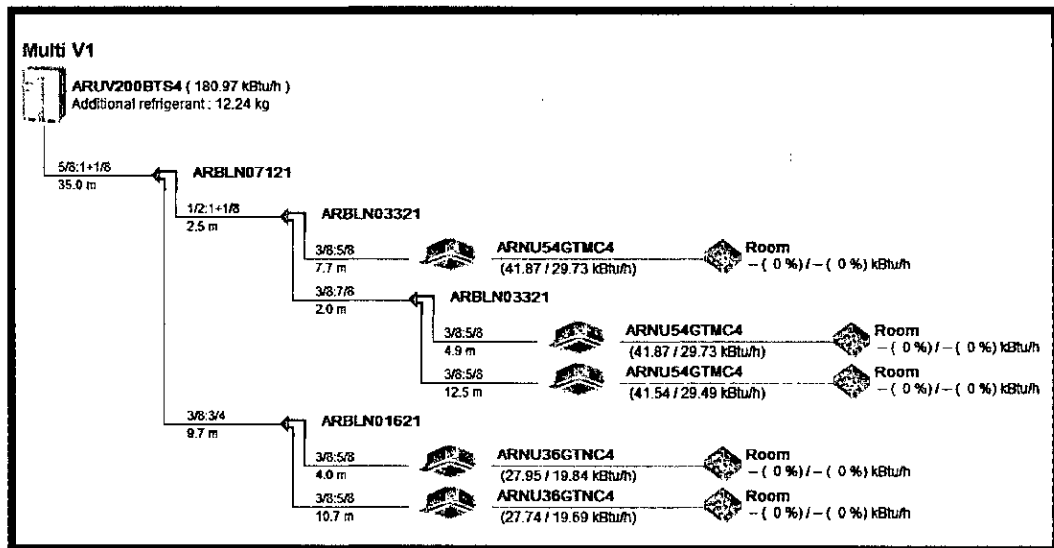
Fuente: ASTM B88

a) Dimensionamiento de tuberías de cobre

Para sistemas con volumen de refrigerante variable, el dimensionamiento de las tuberías de cobre se realiza estrictamente con los programas de selección brindados por cada fabricante de los equipos. Caso contrario los fabricantes de los equipos no emiten la garantía del funcionamiento de los equipos.

En la figura N° 2.9 se muestra una representación del programa usado por la compañía LG para dimensionar las tuberías de refrigeración.

**FIGURA N° 2.9
REPRESENTACION DE LOS DIAMETROS DE TUBERIA EN UN
SISTEMA CON VOLUMEN DE REFRIGERANTE VARIABLE**



Fuente: Exportación del software Lats HVAC

2.2.9 Equipos comerciales de aire acondicionado

Los equipos de aire acondicionado se pueden clasificar de diferentes formas, tenemos las siguientes:

a) Por el Tipo de Uso

Aire Acondicionado de Confort

Es el proceso mediante el cual se modifican las condiciones del aire de un local para que pueda cumplir con las funciones de confort para las personas; en general se tienen que regular los siguientes parámetros:

- Temperatura
- Humedad relativa
- Renovación de aire

FIGURA N° 2.10
EQUIPO DECORATIVO TIPO PARED



Fuente: Empresa Clepse

En la figura N° 2.10 se observa un equipo decorativo convencional tipo pared instalado en una oficina convencional.

Aire Acondicionado de Precisión

Las salas informáticas requieren entornos estables y precisos para que los componentes electrónicos sensibles funcionen de manera óptima. De hecho, los sistemas de aire acondicionado de confort estándares resultan inadecuados para las salas informáticas, y provocan cierres de los sistemas y fallas en los componentes. Como los sistemas de aire acondicionado de precisión mantienen la temperatura y humedad dentro de un rango muy acotado, brindan la estabilidad ambiental que necesitan los equipos electrónicos sensibles y así se evita que una compañía sufra costosos tiempos por inactividad.

b) Por el principio de intercambio de calor

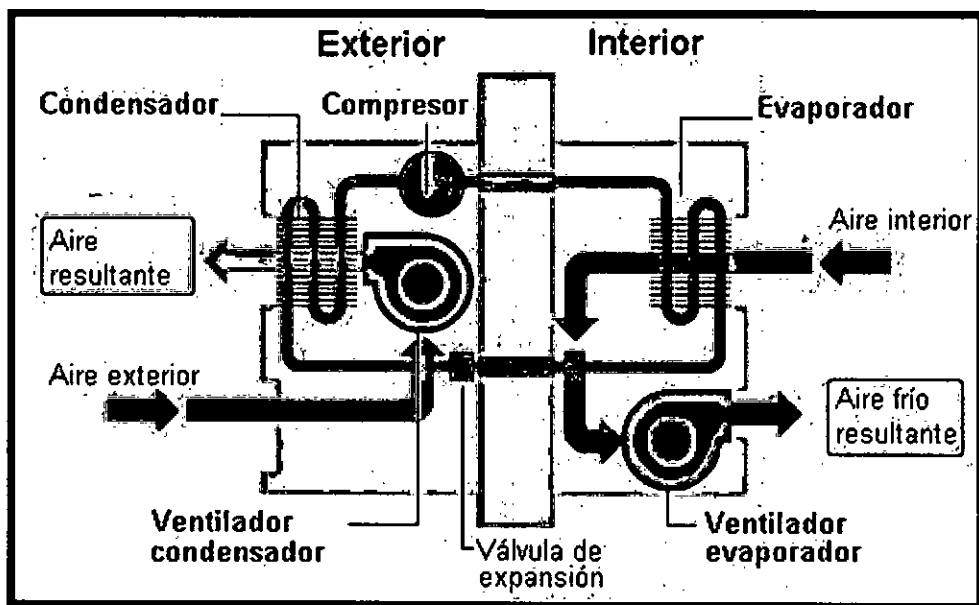
Estos se pueden separar de dos maneras:

Sistema de expansión directa

Se considera que un sistema de aire acondicionado es de expansión directa cuando el refrigerante expandido intercambia calor directamente con el aire del recinto a enfriar a través del intercambio de calor que abastece de aire acondicionado dicho recinto. Como por ejemplo:

- Equipos unitarios (Split)
- Equipos Multi Split
- Equipos VRF

FIGURA N° 2.11
PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO DE EXPANSION DIRECTA

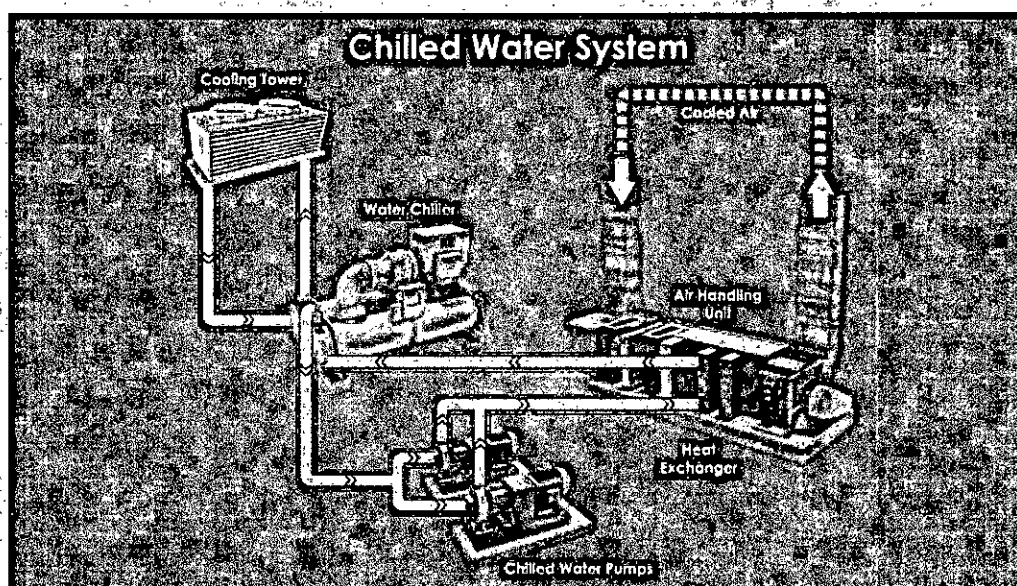


Fuente: <http://tiposdeaireacondicionado.blogspot.pe/2015/05/conceptos-basicos-de-climatizacion-y.html>

Sistema de expansión no directa

Se considera un sistema de expansión no directa o indirecta cuando el refrigerante expandido intercambia calor con una segunda sustancia para que este último lo haga con el aire proveniente del recinto en el intercambiador de calor que abastece de aire acondicionado dicho recinto. Entre estos se encuentran los equipos de agua helada enfriados por aire o por agua.

FIGURA N° 2.12
FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO DE
EXPANSION NO DIRECTA



Fuente: Convergence Training

2.2.10 Sistemas de volumen de refrigerante variable o flujo de refrigerante variable

Los sistemas HVAC VRF son sistemas de expansión directa en plataforma de tecnología de bomba de calor fabricados sobre el estándar de ciclo invertido de compresión de vapor Rankine (ASHRAE, 2016). Estos sistemas son termodinámicamente similares a los unitarios y otros sistemas de expansión directa comparten muchos de sus componentes principales

(es decir, compresor, dispositivo de expansión, intercambiadores de calor).
Los sistemas VRF o VRV transportan el calor entre una unidad condensadora exterior y una red de unidades interiores

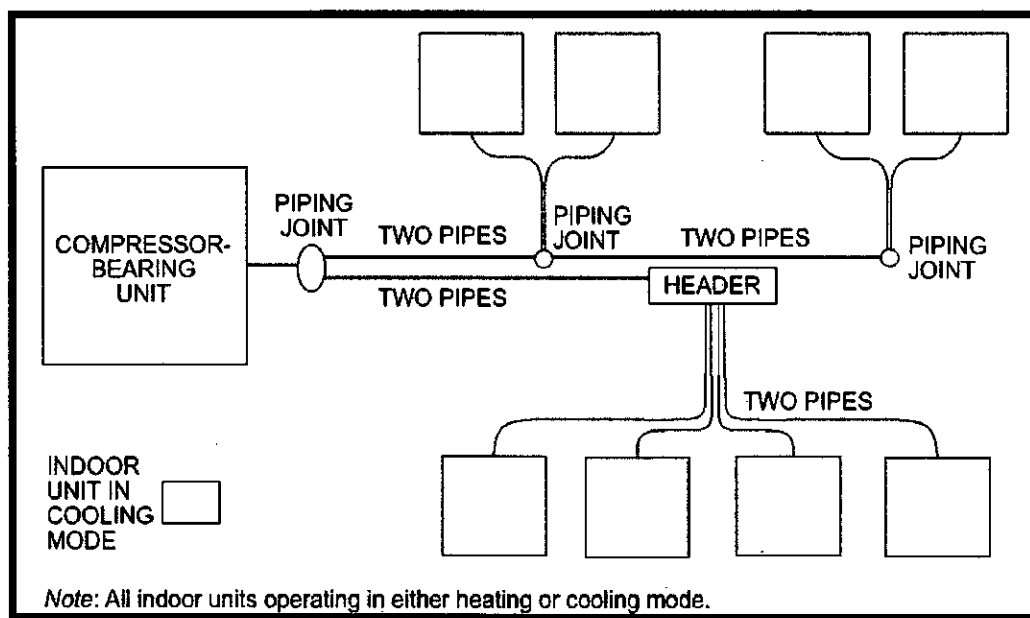
a) Tipo de Sistemas

ASHRAE (2016) expresa que hay tres tipos básicos de sistemas de volumen de refrigerante variable (VRF). Estos tipos de sistemas son los siguientes:

Frio Solo.- Son aquellos equipos que solo pueden suministrar enfriamiento.

Bomba de Calor.- Son aquellos equipos que pueden suministrar tanto enfriamiento o calefacción (solo uno de ellos a la vez)

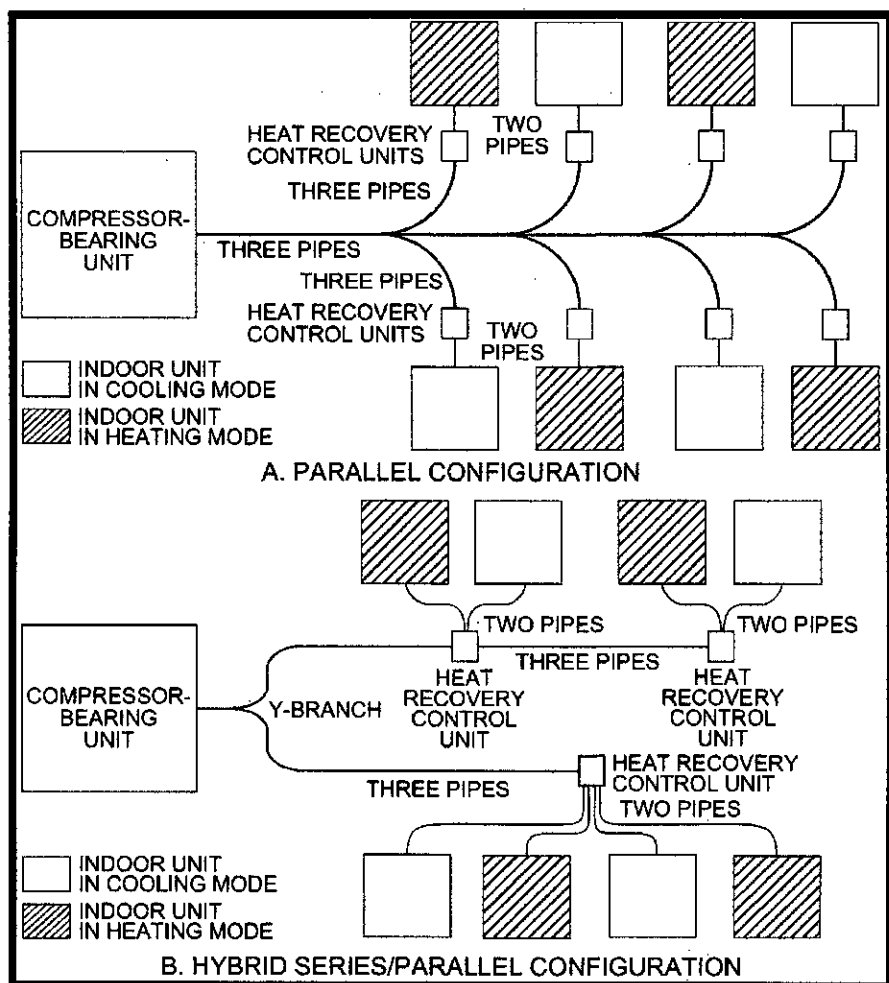
**FIGURA N° 2.13
SISTEMA VRF FRIO SOLO Y FRIO CALOR**



Fuente: ASHRAE System and Equipments 2016

Recuperación de Calor.- Son aquellos equipos que pueden suministrar tanto enfriamiento y calefacción simultáneamente a la vez.

FIGURA N° 2.14
EJEMPLOS DE SISTEMA VRF DE RECUPERACION DE CALOR DE TRES TUBERIAS



Fuente: ASHRAE System and Equipments 2016

b) Aplicación de los Sistemas VRV

ASHRAE (2016) indica que los sistemas de volumen de refrigerante variable puede ser usado en varias aplicaciones como:

- Oficinas de alta o baja altura
- Instalaciones educativas (escuelas, universidades)

- Instalaciones para el cuidado de la salud, incluye clínicas y residencias geriátricas de cuidado a largo plazo.
- Edificios residenciales de múltiples inquilinos.
- Edificios históricos.
- Tiendas minoristas.
- Centros de hospitales, restaurantes, salones de banquete, hoteles.
- Aplicaciones de solo enfriamiento de centros de datos
- Instalaciones culturales, incluidos centros religiosos.

c) Equipamiento para sistemas VRF

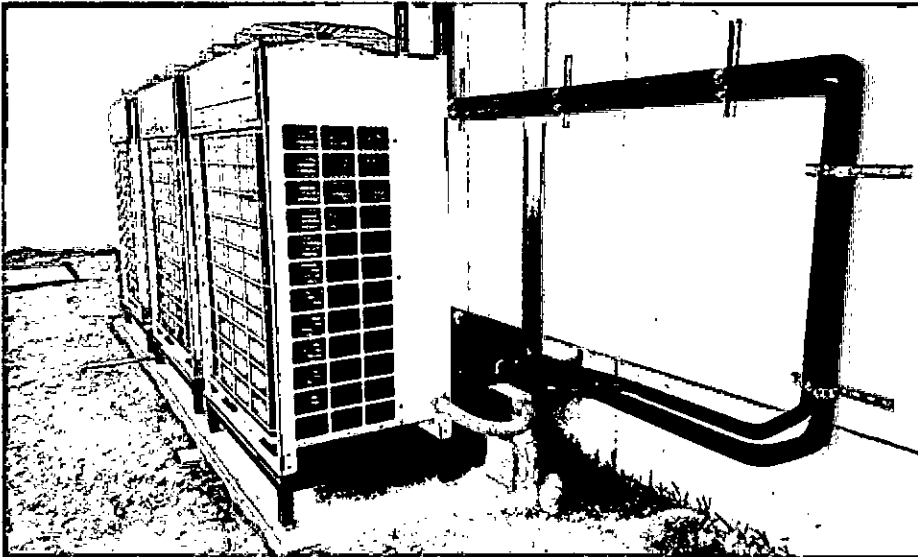
Unidades enfriados por aire y enfriados por agua

Las unidades exteriores de fuente de aire y las unidades de fuente de agua (a veces llamadas unidades de condensación, unidades aire-aire o unidades de aire agua) contiene tarjetas electrónicas, intercambiadores de calor y una selección de compresores (ASHRAE, 2016). El compresor es el componente más importante en el sistema VRF, se puede combinar con varios tipos diferentes de intercambio de calor.

La mayoría de los sistemas VRF usan compresores scroll o rotativos de velocidad variable. Estos compresores son confiables, tienen muy pocas piezas móviles, proporcionan compresión continua con poca pulsación o vibración, y a través del variador de velocidad proporcionan un control modulante de la capacidad lineal (ASHRAE 2016). Los compresores scroll y rotativos de velocidad variable ofrecen un funcionamiento silencioso y excelentes eficiencias individuales de carga completa y parcial, y debido al mecanizado preciso, los flancos de la paleta están sellados con solo una capa fina de aceite. Si falla un solo compresor en un sistema de varias

unidades exteriores, la capacidad máxima se pierde, pero el sistema en general aún puede proporcionar refrigeración o calefacción parcial.

FIGURA N° 2.15
GRUPO DE UNIDADES EXTERIORES INSTALADOS EN EL IPD



Fuente: Galería del autor

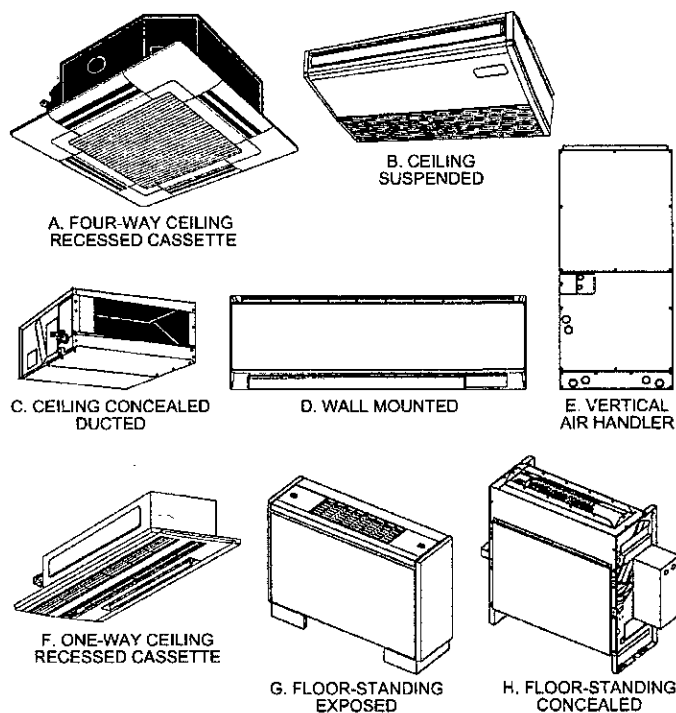
Tipos de Unidades Interiores

Las unidades interiores (también llamadas unidades fan-coil, unidades evaporadoras o unidades de manejo de aire) están disponibles en muchas configuraciones diferentes (**Figura N° 2.16**), incluyen:

- Montado en la pared
- Cassete de techo empotrado
- Cielo suspendido
- De pie
- Tipo Ducto

Se pueden usar varios tipos de unidades interiores dentro de un solo sistema VRF.

FIGURA N° 2.16
TIPOS COMUNES DE UNIDADES INTERIORES VRF



Fuente: ASHRAE System and Equipments 2016

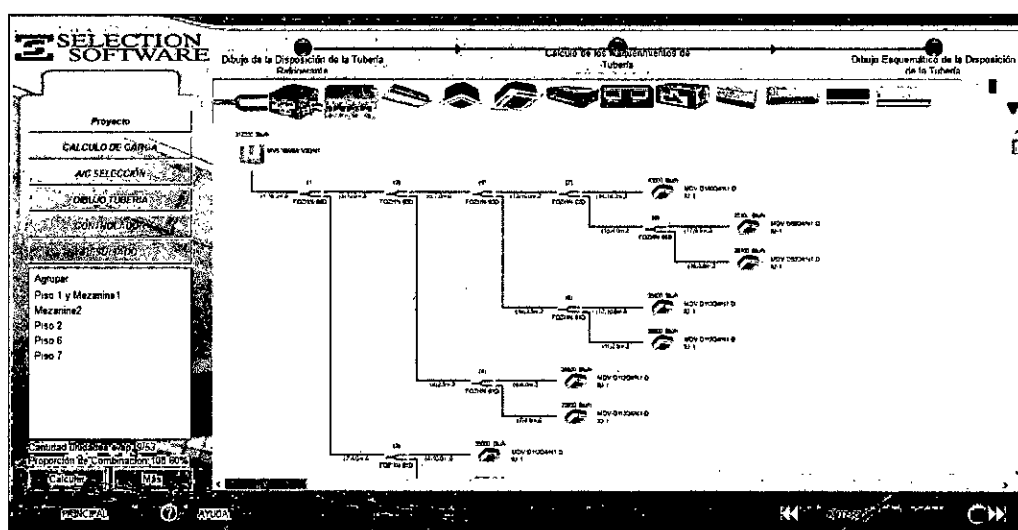
d) Tuberías de refrigeración en el sistema de volumen de refrigerante variable

Cada fabricante de VRF recomienda diferentes tamaños de tubería de refrigerante, longitudes verticales y horizontales máximas a mínimas, basadas en los volúmenes y velocidades de refrigerante requeridos para un funcionamiento del sistema eficiente y estable (ASHRAE, 2016). Se debe consultar las directrices del fabricante para obtener detalles específicos y los códigos locales y de la industria para conocer el cumplimiento. La carga del refrigerante del sistema es un valor calculado, mientras que el cargo adicional está determinado por el volumen de la línea de líquido.

El software de diseño específico del fabricante proporciona especificaciones y parámetros detallados de tubería de refrigerante para cada proyecto y aplicación (ASHRAE, 2016), como:

- ✦ Dimensiones de las tuberías de gas y líquido de refrigerante
- ✦ Verificación del diseño del sistema basados en altura máxima y diferencia de longitudes
- ✦ Verificación del diseño del sistema basado en la relación capacidades nominales de unidades interiores con unidades exteriores.
- ✦ Cantidades de equipos, incluida la tubería de refrigeración y carga de gas refrigerante del sistema.
- ✦ Esquemas de fuerza y control.

FIGURA N° 2.17
INTERFAZ DEL SOFTWARE DE SELECCIÓN DE EQUIPOS VRF MARCA MIDEA



Fuente: MIDEA

En la **figura N° 2.17** se muestra el interfaz del programa VRF Selection de la compañía MIDEA donde se seleccionan los equipos de aire acondicionado, tanto las unidades interiores como exteriores.

El dimensionamiento de las tuberías de refrigeración las hace el programa, donde el usuario solo ingresa las longitudes de las tuberías como corresponda.

e) Características y ventajas del sistema VRF

A continuación se enumeran una serie de **características y ventajas de los sistemas VRF**:

- ✦ 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 Inverter (compresor + válvulas electrónicas = ajuste de la capacidad a la demanda).
- ✦ Reducido espacio de instalación de las unidades exteriores compactas.
- ✦ Elevada flexibilidad en cuanto a trazados, longitudes del sistema, número de unidades interiores por sistema.
- ✦ Menores espacios de paso de tuberías.
- ✦ Reducidos costos de operación.
- ✦ Múltiples tipos de unidades interiores.

- ✚ Funcionamiento en modo calor a bajas temperaturas exteriores ($t_e = -15^\circ\text{C}$).
- ✚ Versátiles sistemas de control (locales, centrales o en red).
- ✚ Factor de sobrecarga (simultaneidad: posibilidad de instalar unidades exteriores de menor potencia que la suma de las unidades interiores (los sistemas actuales permiten normalmente entre 130 a 135% de la capacidad de las unidades exteriores en sistemas Bomba de Calor).

Entre las principales desventajas que se mencionan a los sistemas VRF están:

- ✚ Elevado costo inicial.
- ✚ Distribución de refrigerante por medio de una red de tuberías de cobre susceptible de fugas.
- ✚ En sí mismos no permiten el control de humedad ni la opción de free-cooling.
- ✚ Cuidado en el diseño de la recuperación del aceite, que al diluirse con el gas caliente es transportado a través del circuito frigorífico, debiendo buscarse soluciones para asegurar su retorno a los compresores.

2.2.11 Programas de ingeniería en aire acondicionado

a) Elite CHVAC

Elite indica que el programa Chvac calcula de forma rápida y precisa las cargas máximas de calefacción y refrigeración para edificios comerciales. Las cargas de enfriamiento se pueden calcular con el método CLTD o el nuevo método RTS (Radiant Time Series). El programa permite un número ilimitado de salas que se pueden agrupar en hasta 100 sistemas de tratamiento de aire. Chvac busca automáticamente todos los factores de corrección y carga de enfriamiento necesarios para calcular las cargas. Además, puede buscar datos meteorológicos de diseño al aire libre para más de 2000 ciudades ubicadas en todo el mundo. También está previsto editar los datos meteorológicos y agregar datos para otras ciudades. Informes completos enumeran los datos generales del proyecto, cargas detalladas de la sala, cargas de resumen del controlador de aire, cargas de aire exterior, cargas totales del edificio, análisis de envolvente del edificio, requisitos de tonelaje, cantidades de CFM de aire, tasas de flujo de agua enfriada (si corresponde) y datos psicrométricos completos con entrar y salir de las condiciones de la bobina. Otras características sobresalientes incluyen el análisis ASHRAE Standard 62, rotación automática del edificio, orientaciones de pared de 360 grados, vidrio inclinado, sombreado exterior, perfiles de carga de funcionamiento interno, temperaturas de diseño interiores variables, diversidad de personas, aire exterior pretratado, infiltración estacional y tasas de ventilación, cargas de recalentamiento, ganancias y pérdidas del conducto y plenums de aire de retorno.

**FIGURA N° 2.18
DATOS GENERALES DE INGRESO DEL PROYECTO EN EL ELITE
CHVAC**

General Project Data Input																								
General Project Information																								
Project file name:	G:\INFORME DE TESIS 2017\Tesis VRV\CALCULOS\UNT\LD0.CHV																							
Project title:	Your Project																							
Designed by:	Your Name																							
Project date:	Monday, June 08, 1998																							
Project comment:	To create a template from an existing project, open the project and select File																							
Weather reference city:	HARRISBURG, PENNSYLVANIA, USA																							
Client name:	Client Name Goes Here																							
Company name:	Your Company Name																							
Company representative:	Your Company Representative																							
Company address:	Your Company Address																							
Company city:	Your Company City																							
Company phone:	Your Company Phone																							
Company fax:	Your Company Fax																							
Barometric pressure:	29.590 in.Hg.																							
Altitude:	308 feet																							
Latitude:	40 Degrees																							
Mean daily temperature range:	24 Degrees																							
Starting & ending time for HVAC load calculations:	8am - 7pm																							
Number of unique zones in this project:	2																							
Building Default Values																								
Calculations performed:	Both heating and cooling loads																							
Lighting requirements:	1.00 Watts per square foot																							
Equipment requirements:	0.50 Watts per square foot																							
People sensible load multiplier:	230 Btu/h per person																							
People latent load multiplier:	190 Btu/h per person																							
Zone sensible safety factor:	10 %																							
Zone latent safety factor:	10 %																							
Zone heating safety factor:	10 %																							
People diversity factor:	80 %																							
Lighting profile number:	0																							
Equipment profile number:	0																							
People profile number:	1																							
Building default ceiling height:	8.00 feet																							
Building default wall height:	8.00 feet																							
Internal Operating Load Profiles (C = 100)																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
2	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
3	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
4	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
5	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
6	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
7	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
8	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
9	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
10	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C

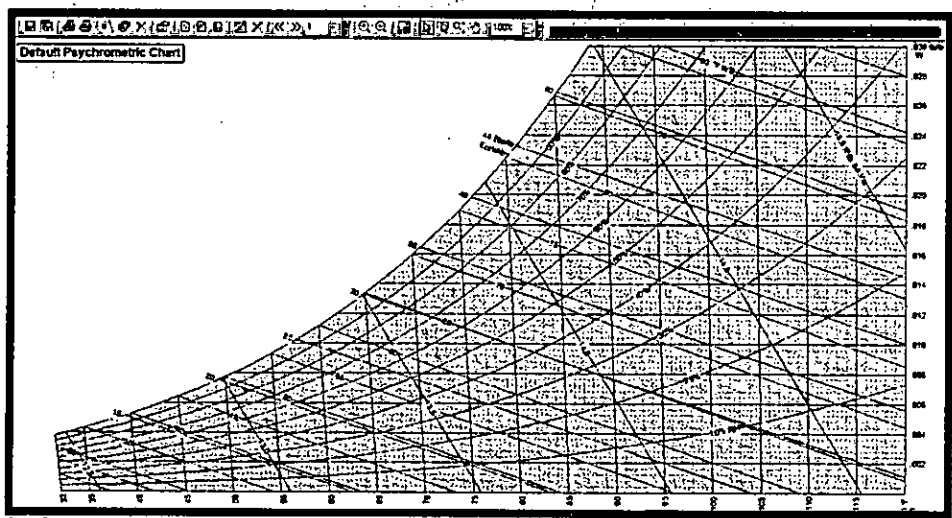
Fuente: Exportación del software Elite CHVAC

b) Elite Psychart

Mientras que el Chvac calcula de forma rápida y precisa las cargas máximas de calefacción y refrigeración para edificios comerciales. Las cargas de enfriamiento se pueden calcular con el CLTD. La compañía Elite indica que Psychart le da la capacidad de crear y examinar procesos complejos que involucran aire húmedo e imprimir bellas gráficas que ilustran esos procesos. Procesos de enfriamiento, calentamiento sensible,

mezcla, humidificación, lo que quieras y PsyChart puede manejarlo. El programa incluso incluye una función de modelo de controlador de aire que le permite crear procesos de gráficos para un ciclo completo de aire acondicionado ingresando datos en términos que son familiares para cada diseñador de HVAC.

FIGURA N° 2.19
CARTA PSICROMETRÍA DEL ELITE PSYCHART



Fuente: Exportación del Elite PsyChart

2.3 Definición de términos básicos

- ✦ EER: Coeficiente de eficiencia energética, es el ratio entre la capacidad frigorífica y el consumo de energía utilizado para obtenerlo. Cuanto más alto es el EER, mejor rendimiento tendría la máquina.
- ✦ COP: Coeficiente de rendimiento, es el ratio entre la capacidad calorífica y el consumo de energía utilizado para obtenerlo. Cuanto más alto es el COP, mejor rendimiento tendría la máquina.

- ✚ IEER: Parámetro de Eficiencia en Sistemas VRF. En el caso del sistema VRF, el término de eficiencia empleado es el IEER (Integrated Energy Efficiency Ratio), en el cual se utiliza una ecuación para estimar la eficiencia a carga parcial del sistema a partir de la eficiencia en cuatro puntos de operación, específicamente a 100%, 75%, 50% y 25%, asignándole un porcentaje a cada valor de eficiencia parcial.
- ✚ SEER: Es un acrónimo en inglés de calificación de eficiencia energética por temporada. Los Estados Unidos y Canadá utilizan el SEER para determinar la eficiencia energética de los aparatos de aire acondicionado. Muchas organizaciones, entre ellas el programa federal de Energy Star y las compañías eléctricas locales, utilizan los números de SEER en la adjudicación de las rebajas de instalación. Los fabricantes, las empresas de energía y los departamentos federales calculan el SEER dividiendo la potencia térmica de la unidad de aire acondicionado (medidas en BTU) entre el total de horas-vatio de energía consumida por la unidad. Esto se mide en una temporada promedio de frío. Las unidades de conservación de energía tienen números SEER más altos que las unidades estándar.
- ✚ IPLV: El IPLV es al Chiller (enfriador de agua) lo que el SEER es para los acondicionadores de aire estándar. Es la calificación oficial de eficiencia AHRI para enfriadores y junto con NPLV es la única calificación que importa. IPLV es la forma estándar de la industria y

del AHRI de medir la eficiencia promedio general de un sistema de enfriamiento hidrónico (enfriador). IPLV significa Valor de carga de parte integrado, es un concepto similar al de SEER, donde el rendimiento de carga parcial se mide y clasifica para que los clientes puedan tener una manera de hacer una comparación entre conceptos similares de la eficacia operativa del mundo real entre varias marcas y modelos. IPLV y su compañero el NPLV están ambos especificados en AHRI 550/590.

✚ ASHRAE: Es una asociación comprometida avanzar en las artes y las ciencias de la calefacción, ventilación, aire acondicionado y la refrigeración, objetivo que se comenzó a forjar en el año de 1894, en los Estados Unidos de América, cuando 75 profesionales del campo de la calefacción y la ventilación formaron la entonces “Sociedad Americana de Ingenieros en Calefacción y Ventilación”. Es así como esta asociación promueve los más altos estándares internacionales de calidad, haciendo de la industrial HVAC&R un sector responsable, profesional, preparado y actualizado en calefacción, ventilación, aire acondicionado y de refrigeración para garantizar confort a la par de un mejor medio ambiente.

✚ AHRI (American Refrigeration Institute): El certificado AHRI del Instituto de aire acondicionado, calefacción y refrigeración es sinónimo de productividad y eficiencia energética, algo que resulta imprescindible para el sector de la climatización por dos objetivos

claros, lograr la necesaria rentabilidad económica de los proyectos y mejorar la sostenibilidad climática y del entorno ambiental.

- ✚ R.N.E.: Reglamento Nacional de Edificaciones es la norma técnica rectora en el territorio nacional que establece los derechos y responsabilidades de los actores que intervienen en el proceso edificatorio, con el fin de asegurar la calidad de la edificación.
- ✚ Humedad Relativa: la cantidad de agua en el aire en forma de vapor, comparándolo con la cantidad máxima de agua que puede ser mantenida a una temperatura dada.
- ✚ Temperatura de bulbo seco: Temperatura que registra un termómetro ordinario
- ✚ Temperatura de bulbo húmedo: La temperatura que indica un termómetro cuyo bulbo está cubierto por una mecha húmeda y expuesta a una corriente rápida de aire.
- ✚ Temperatura de rocío: La temperatura a la cual empieza la condensación de humedad cuando el aire se enfría.
- ✚ Humedad específica: El peso de vapor de agua expresado en gramos por kilo de aire seco.
- ✚ Entalpia: Cantidad de calor contenida en el aire, contada a partir de 0° C.
- ✚ Variación de la entalpia: Cualquiera que sea la temperatura considerada, la entalpia arriba mencionada se supone en la saturación. Para el aire no saturado, se tendrá que corregir utilizando

la línea de variación de entalpía, en casos en los que es necesario una gran precisión. En casos normales de acondicionamiento de aire se puede prescindir de dicha corrección. Al igual que la entalpía viene dada en Kcal/Kg de aire seco.

- ✚ Volumen específico: los m^3 de aire húmedo que corresponden a 1 Kg de aire seco.
- ✚ Factor de calor sensible: Relación entre los calores sensible y total.
- ✚ Punto de referencia: Situado a los $26.7\text{ }^\circ\text{C}$ y 50% de humedad relativa, y que se emplea junto con la escala de factores de calor sensible para dibujar las líneas del proceso de aire acondicionado.
- ✚ Kilos de aire seco: Constituyen la base de todos los cálculos psicrométricos, y permanecen constantes durante todos los procesos. La temperatura seca, húmeda, de rocío y la humedad relativa están relacionadas en forma tal que cuando se conocen dos de ellas se pueden determinar las restantes. Cuando el aire está saturado las temperaturas seca, húmeda y de rocío son iguales.

CAPITULO III VARIABLES E HIPOTESIS

3.1 Variables de la investigación

3.1.1 Variable dependiente

- ✚ Ahorro de energía eléctrica.

3.1.2 Variable independiente

- ✚ Sistema de aire acondicionado con volumen de refrigerante variable.

3.2 Operacionalización de variables

**TABLA N° 3.1
OPERACIONALIZACION DE LAS VARAIBLES**

VARIABLES	CONCEPTO	DIMENSION	INDICADOR
INDEPENDIENTE Sistema de aire acondicionado con volumen de refrigerante variable	Conjunto de equipos y accesorios interconectados por tuberías de refrigeración y . circuito de control con la particularidad de tener un compresor variable	Calor Sensible y Latente	<ul style="list-style-type: none"> ✚ Ubicación geográfica. ✚ Geométrica del edificio. ✚ Estructuras del edificio. ✚ Potencia eléctrica de iluminación y equipos. ✚ Aforo. ✚ Temperatura y humedad relativa de diseño.
		Capacidad de Enfriamiento de los Equipos	<ul style="list-style-type: none"> ✚ Caudal de aire fresco. ✚ Factor de calor sensible. ✚ Procesos psicométricos. ✚ Ratio de combinación.
		Dimensiones de Tuberías de Refrigeración	<ul style="list-style-type: none"> ✚ Material y tipo. ✚ Capacidad de unidades interiores. ✚ Distancia entre equipos. ✚ Altura entre unidad interior y exterior. ✚ Programa de selección.
DEPENDIENTE Ahorro de Energía Eléctrica	Elemento fundamental para el aprovechamiento de los recursos energéticos	Consumo de energía eléctrica	<ul style="list-style-type: none"> ✚ Comparación entre sistema convencional y VRV. ✚ Tarifa del recibo eléctrico.

Fuente: Elaboración propia

3.3 Hipótesis

3.3.1 Hipótesis general

Si se diseña el sistema de aire acondicionado con volumen de refrigerante variable en 1140 m² se logrará ahorrar energía eléctrica.

3.3.2 Hipótesis específicas

- ✦ Si se determina adecuadamente el calor sensible y latente en las áreas administrativas y de atención pública de la SUNAT se logrará obtener la carga térmica correspondiente.
- ✦ Si se determina la capacidad de enfriamiento que debe tener cada equipo de aire acondicionado permitirá seleccionarlos adecuadamente.
- ✦ Si se dimensionan las tuberías de refrigeración del sistema lograremos interconectar las unidades exteriores con las interiores.

CAPITULO IV METODOLOGIA

4.1 Tipo de investigación

El presente informe de tesis es una investigación de tipo tecnológica y de nivel aplicado pues se aplican conocimientos científicos obtenidos en el área de estudios específicos de ciencias e ingeniería de termo-fluidos contemplados en el plan de estudios 2016 de la carrera profesional de ingeniería mecánica de la Universidad Nacional del Callao para diseñar un sistema de aire acondicionado con volumen de refrigerante variable a fin de brindar a los empleados y el público en general de la SUNAT de Villa El Salvador el confort térmico que requieren con la particularidad de ahorrar energía eléctrica, promoviendo así el uso sistemas y equipos eficientes en la sociedad.

Espinoza (2010) manifiesta: "La investigación tecnológica tiene como propósito aplicar el conocimiento para solucionar los diferentes problemas que beneficien a la sociedad" (p.76).

4.2 Diseño de la investigación

El presente informe de tesis tiene un diseño no experimental puesto que para el diseño del sistema de aire acondicionado no se manipularon las variables, sino que se presenta la situación como tal y se realizó el estudio necesario en base al fenómeno como se da.

Sampieri, Hernandez y Baptista (2010) expresan: "En un estudio no experimental no se genera ninguna situación, si no que se observan

situaciones ya existentes, no provocadas intencionalmente en la investigación por quien la realiza. En la investigación no experimental las variables independientes ocurren y no es posible manipularlas, no se tiene control directo sobre dichas variables, ni se puede influir sobre ellas, porque ya sucedieron, al igual que sus efectos" (p.149).

4.2.1 Parámetros básicos de la investigación

Los siguientes son los parámetros empleados en el diseño del sistema de aire acondicionado y representan las condiciones máximas de funcionamiento bajo las cuales operará en forma satisfactoria.

Parámetros para cálculo de carga térmica

- ☛ La latitud donde se ubica el edificio: **SUR**
- ☛ Los grados de latitud en el que se ubica el edificio: **12°**
- ☛ La altitud en la que se ubica el edificio: **175 m.s.n.m.**
- ☛ La temperatura exterior (máxima promedio): **31 °C (87.8 °F)**
- ☛ La humedad relativa exterior: **80%**
- ☛ Temperatura interior: **22 °C (71.6 °F)**
- ☛ Humedad relativa interior: **55%**
- ☛ Factor de Atmosfera no muy limpia: **0.95**
- ☛ Factor de sombra por cortinas internas o externa: **0.65**
- ☛ Temperatura a las 15 horas: **31 °C**
- ☛ Variación de la temperatura en 24 horas: **8 °C**
- ☛ Calor debido a la Iluminación o Factor de Iluminación: **12 W/m²**

- ☛ Coeficiente del color de la cara exterior de las paredes (**medio**): **0.78**
- ☛ Techo soleado: **Si**
- ☛ Factor de seguridad: **10%**

Parámetros para seleccionar el equipo

- ☛ Caudal de aire fresco.
- ☛ Factor de calor sensible del ambiente.
- ☛ Procesos psicométricos
- ☛ Ratio de combinación

Parámetros para dimensionar las tuberías de refrigeración

- ☛ Tipo de material
- ☛ Longitud total de tuberías.
- ☛ Longitud equivalente más larga de tuberías.
- ☛ Longitud de tubería más larga después del 1° disyuntor.
- ☛ Diferencia de alturas entre unidades interiores y exteriores
- ☛ Diferencia de alturas entre unidades interiores
- ☛ Longitud real más larga de tuberías

4.2.2 Etapas de la investigación

En el informe de tesis se siguió una serie de procedimientos para poder llegar al objetivo del mismo, por lo cual se especificó cada una sus actividades correspondientes.

Etapa 1: Calculo de Carga Térmica

En esta etapa se buscó determinar el calor total que se genera dentro de cada uno de los catorce ambientes analizados en el edificio de la SUNAT de Villa El Salvador. Para llegar al objetivo trazado se siguieron los pasos que se muestran a continuación:

- ✦ Determinar el calor que emiten las personas de acuerdo a la actividad que realizan.
- ✦ Calcular el coeficiente global de transferencia de calor por muros internos y externos, y vidrios externos e internos (soleados y no soleados).
- ✦ Calculo del día me mayor portación solar para cada ambiente.
- ✦ Calculo de la hora de mayor aportación solar para cada ambiente.
- ✦ Calcular el calor transferido por las superficies del ambiente.
- ✦ Calcular el calor debido a iluminación.
- ✦ Calcular el calor debido a equipos.
- ✦ Sumar todos los valores previamente calculados y aplicar el factor de seguridad

Etapas 2: Determinación de la Capacidad de Enfriamiento de los Equipos

En esta etapa se buscó determinar la capacidad térmica (o capacidad de enfriamiento) requerida por los equipos de aire acondicionado para el sistema de volumen de refrigerante variable y posteriormente se seleccionó las cantidades y capacidades de los equipos, tanto las unidades interiores que van dentro de los ambiente como las unidades exteriores que disipan

el calor absorbido. Para lograr este objetivo se siguieron los siguientes pasos:

- ✚ Calcular el caudal de aire fresco a suministrar por ambiente.
- ✚ Determinar el factor de calor sensible.
- ✚ Aplicar los procesos psicométricos usando la carta psicométrica.
 - Proceso psicométrico en la zona.
 - Proceso psicométrico de mezcla.
 - Proceso psicométrico en el equipo.
- ✚ Selección de equipos de acuerdo a los catálogos de fabricante.

Etapa 3: Dimensionamiento de Tuberías

En esta etapa se buscó determinar los diámetros de las tuberías de refrigeración mediante el programa del fabricante. Al ingresar los datos al programa, de las longitudes de tuberías junto con los equipos seleccionadas previamente, este validará si los datos ingresados son correctos y emitirá un reporte donde se aprecian los diámetros de las tuberías.

- ✚ Ubicar los equipos seleccionados en el plano
- ✚ Trazar el recorrido de tubería de refrigeración en el plano
- ✚ Medir las longitudes trazadas
- ✚ Ingresar la información al software de selección del fabricante:
longitudes y equipos
- ✚ Ejecutar la corrida con el programa y verificar que no haya errores.
- ✚ Exportar el reporte generado por el programa a una hoja editable.

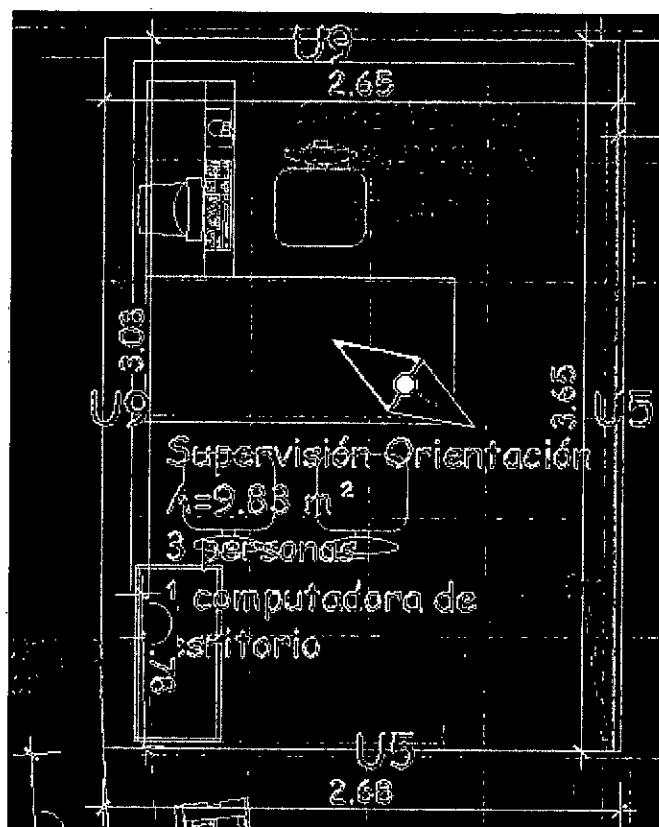
4.2.3 Desarrollo de la Investigación

El diseño se inicia con el análisis geométrico de cada uno de los 14 ambientes a climatizar en el edificio de la SUNAT. Se precisa un mayor detalle de este edificio en los **anexo 25** donde se observan las características estructurales y geométricas del edificio. Se inició el cálculo con el ambiente ubicado en el primer piso **Supervisor <Orientación**.

a) Datos Geométricos

Esta información se obtiene de los planos en AutoCAD y del **anexo 24**

FIGURA N° 4.1
VISTA DE PLANTA DEL AMBIENTE SUPERVISOR ORIENTACIÓN



Fuente: Exportación del AutoCAD

En la **figura N° 4.1** se observa la vista de planta del ambiente supervisión

orientación y sus características arquitectónicas para realizar los cálculos posteriores. Los valores “U9” y “U5” hacen referencia al tipo de pared que conforma a este ambiente muro de concreto exterior y muro de vidrio interior.

Muro Soleado Suroeste (SO)

Espesor de muro = 150 mm

Espesor del enlucido interior = 20 mm

Espesor del enlucido exterior = 20 mm

$$\text{Área} = \text{longitud} \times \text{altura} = (2.65 \text{ m}) \times (4.2 \text{ m}) = 11.13 \text{ m}^2$$

Material: Muro de concreto con enlucido interior y exterior de cemento.

$$\text{Densidad superficial del muro} = (1856 \text{ Kg/m}^3) \times (20 \times 10^{-3} \text{ m}) + (1856 \text{ Kg/m}^3) \times (150 \times 10^{-3} \text{ m}) + (1856 \text{ Kg/m}^3) \times (20 \times 10^{-3} \text{ m})$$

$$\text{Densidad superficial del muro} = 352.64 \text{ Kg/m}^2$$

Muro Soleado Sureste (SE)

Espesor de muro = 150 mm

Espesor del enlucido interior = 20 mm

Espesor del enlucido exterior = 20 mm

$$\text{Área} = \text{longitud} \times \text{altura} = (3.86 \text{ m}) \times (4.2 \text{ m}) = 16.21 \text{ m}^2$$

Material: Muro de concreto con enlucido interior y exterior de cemento.

$$\text{Densidad superficial del muro} = (1856 \text{ Kg/m}^3) \times (20 \times 10^{-3} \text{ m}) + (1856 \text{ Kg/m}^3) \times (150 \times 10^{-3} \text{ m}) + (1856 \text{ Kg/m}^3) \times (20 \times 10^{-3} \text{ m})$$

$$\text{Densidad superficial del muro} = 352.64 \text{ Kg/m}^2$$

Muro de Vidrio Simple

$$\text{Espesor de muro} = 6.35 \text{ mm}$$

$$\text{Área} = (6.33 \text{ m}) \times (4.2 \text{ m}) = 26.59 \text{ m}^2$$

Material: Cristal simple

Piso Intermedio de Concreto

$$\text{Espesor de muro} = 200 \text{ mm}$$

$$\text{Espesor del enlucido interior} = 20 \text{ mm}$$

$$\text{Espesor del enlucido exterior} = 20 \text{ mm}$$

$$\text{Área} = 9.83 \text{ m}^2$$

Material: Muro de concreto con enlucido interior y exterior de cemento.

$$\text{Densidad superficial del muro} = (1856 \text{ Kg/m}^3) \times (20 \times 10^{-3} \text{ m}) + (1856 \text{ Kg/m}^3) \times (200 \times 10^{-3} \text{ m}) + (1856 \text{ Kg/m}^3) \times (20 \times 10^{-3} \text{ m})$$

$$\text{Densidad superficial del muro} = 445.44 \text{ Kg/m}^2$$

Techo Intermedio de Ladrillo Hueco de 2 Alveolos

$$\text{Espesor de muro} = 200 \text{ mm}$$

Espesor del enlucido interior = 20 mm

Espesor del enlucido interior = 20 mm

Área = 9.83 m²

Material: Muro de ladrillo hueco con enlucido interior y exterior de cemento.

Densidad superficial del muro = $(1856 \text{ Kg/m}^3) \times (20 \times 10^{-3} \text{ m}) + 720 \text{ Kg/m}^2 + (1856 \text{ Kg/m}^3) \times (20 \times 10^{-3} \text{ m})$

Densidad superficial del muro = 794.24 Kg/m²

Este análisis se realizó a cada uno de los ambientes del edificio de la SUNAT, la tabla N° 4.1 muestra la relación de cada uno de los ambientes del primero piso de la SUNAT con sus propiedades geométricas, mientras que la tabla N° 4.2 muestra las del segundo piso.

TABLA N° 4.1
INFORMACION GEOMETRICA DEL 1° PISO OBTENIDA DE LOS PLANOS

DESCRIPCION		Área		Perímetro Total	Altura del muro		Pared Exterior			Pared Interna		VENTANA			
							Longitud		Orient			Altura Vidrio		Area Vidrio	
1er Piso	Supervisor Orientación	9.83 m ²	105.77 Pie ²	12.67 m	4.20 m	13.78 ft	2.85 m	9.02 ft	SO	6.33 m	20.77 ft	4.20 m	13.78 ft	25.59 m ²	286.17 Pie ²
							3.70 m	12.14 ft	SE						
1er Piso	Espera 1	463.64 m ²	4,990.58 Pie ²	102.85 m	4.20 m	13.78 ft	11.18 m	36.68 ft	SE	19.91 m	65.32 ft	4.20 m	13.78 ft	83.62 m ²	900.10 Pie ²
							1.53 m	5.02 ft	E	11.91 m	39.07 ft				
							31.03 m	101.80 ft	SO	5.96 m	19.55 ft				
										21.33 m	69.98 ft				
1er Piso	Cabinas PDT	70.30 m ²	756.70 Pie ²	34.13 m	4.20 m	13.78 ft	2.80 m	9.19 ft	SE	4.15 m	13.62 ft	4.20 m	13.78 ft	17.43 m ²	187.61 Pie ²
							10.13 m	33.23 ft	NE	17.08 m	56.04 ft	0.60 m	1.97 ft	5.76 m ²	62.00 Pie ²
1er Piso	Supervisor Trámites	11.78 m ²	126.58 Pie ²	13.72 m	4.20 m	13.78 ft				3.35 m	10.99 ft	4.20 m	13.78 ft	14.07 m ²	151.45 Pie ²
										10.35 m	33.96 ft				
1er Piso	Oficina Administración	10.53 m ²	113.94 Pie ²	13.02 m	4.20 m	13.78 ft				3.00 m	9.84 ft	4.20 m	13.78 ft	12.60 m ²	135.63 Pie ²
										10.00 m	32.81 ft				
1er Piso	Oficina Jefatura	12.92 m ²	139.07 Pie ²	14.27 m	4.20 m	13.78 ft				3.75 m	12.30 ft	4.20 m	13.78 ft	15.75 m ²	169.53 Pie ²
										7.08 m	23.23 ft				
										3.45 m	11.32 ft				
1er Piso	CC-TV	5.59 m ²	60.17 Pie ²	9.71 m	4.20 m	13.78 ft				9.73 m	31.92 ft				

Fuente: Elaboración Propia

TABLA N° 4.2
INFORMACIÓN GEOMETRICA DEL 2° PISO OBTENIDA DE LOS PLANOS

DESCRIPCION	Área		Perimetro Total	Altura del muro		Pared Exterior			Pared Interna		VENTANA			
						Longitud	Orient				Alt. Vidrio	Área Vidrio		
2do Piso Supervisor de Control de Deudas 2	10.90 m ²	117.28 Pie ²	13.98 m	3.70 m	12.14 ft	2.33 m	7.64 ft	SO	6.92 m	22.70 ft	3.70 m	12.14 ft	25.60 m ²	275.60 Pie ²
						4.73 m	15.52 ft	SE						
2do Piso Espera 2	388.99 m ²	4,187.05 Pie ²	95.08 m	3.70 m	12.14 ft	27.55 m	90.89 ft	SO	26.01 m	85.83 ft	3.70 m	12.14 ft	96.24 m ²	1,035.89 Pie ²
									11.95 m	37.24 ft				
									5.99 m	19.65 ft				
									20.53 m	67.36 ft				
									3.65 m	11.98 ft				
2do Piso Sala de Capacitación Personal	77.41 m ²	833.23 Pie ²	36.14 m	3.70 m	12.14 ft	2.80 m	9.18 ft	SE	2.10 m	6.89 ft	3.70 m	12.14 ft	7.77 m ²	83.64 Pie ²
						8.90 m	29.20 ft	NE	13.26 m	43.50 ft	0.60 m	1.97 ft	5.76 m ²	62.00 Pie ²
									9.08 m	29.79 ft				
2do Piso Supervisor de Control de Deudas 1	11.07 m ²	119.11 Pie ²	13.35 m	3.70 m	12.14 ft				3.05 m	10.01 ft	3.70 m	12.14 ft	11.29 m ²	121.47 Pie ²
									10.31 m	33.83 ft				
2do Piso Sala de Reuniones	13.32 m ²	143.32 Pie ²	16.26 m	3.70 m	12.14 ft				4.50 m	14.78 ft	3.70 m	12.14 ft	16.65 m ²	179.22 Pie ²
									11.76 m	38.58 ft				
2do Piso Supervisor Fiscalización	11.01 m ²	118.47 Pie ²	13.23 m	3.70 m	12.14 ft				3.05 m	10.01 ft	3.70 m	12.14 ft	11.29 m ²	121.47 Pie ²
									10.31 m	33.83 ft				
2do Piso Comedor	40.31 m ²	433.74 Pie ²	29.41 m	3.70 m	12.14 ft				12.95 m	42.49 ft	3.70 m	12.14 ft	47.92 m ²	515.75 Pie ²
									16.46 m	54.00 ft	1.40 m	4.59 ft	23.04 m ²	248.04 Pie ²

Fuente: Elaboración propia

En las tablas N° 4.1 y 4.2 se observa la información obtenida de los planos del anexo 24. Esta información fue recolectada por inspección y el metrado propio.

El primer piso se encuentra sobre el sótano, y por lo general el techo del sótano esta hecho de concreto, por esta razón se consideró que el piso (o entrepiso) del primer piso esta hecho de concreto, para los techos (o entretechos) restantes se consideró como en cualquier edificación que están hechos de ladrillo hueco de dos alveolos.

Los colores que se muestran en la columna de pared interna de la tabla N° 4.1 y 4.2 se representaron en la tabla N° 4.3.

TABLA N° 4.3
REPRESENTACION DE COLORES PARA PARED INTERNA DE LAS
TABLAS N° 4.1 Y 4.2

Tipo de Coeficiente Global	Color	Descripción
U1	azul oscuro	Muro de concreto 20 cm
U2	azul	Muro de concreto 15 cm
U3	rojo	Muro de ladrillo de 15 cm
U4	plomo	Muro de drywall
U5	celeste	Vidrio interior 1/4 pulg.

Fuente: Elaboración propia

En las **tablas N° 4.1 y 4.2** la columna ventana hace referencia a la pared interior de color celeste, puesto que son ventanas consideradas como muros interiores. Existe un caso particular para el ambiente del primer piso Cabinas PDT y para el ambiente del segundo piso Sala de Capacitación Personal en la columna de pared exterior con orientación al norte, puesto que los datos ingresados en la columna ventana hacen referencia a ventanas exteriores (expuestas al sol).

b) Determinación del calor generado por las personas

De acuerdo al plano de planta en la **figura N° 4.1** se observa que el número de personas en el ambiente de Supervisión Orientación es 3.

De acuerdo a la **tabla N° 2.2** se obtiene que: $Q_s = 250 \text{ Btu/h}$ de calor sensible y $Q_l = 200 \text{ Btu/h}$ de calor latente por persona.

Por lo tanto la cantidad de calor total por personas es:

$$Q_s = 250 \text{ Btu/h} * 3 = 750 \text{ Btu/h}$$

$$Q_l = 200 \text{ Btu/h} * 3 = 600 \text{ Btu/h}$$

De la misma manera se realizó este análisis para cada ambiente, la **tabla N° 4.4** muestra el número de personas contadas en cada ambiente.

**TABLA N° 4.4
NUMERO DE PERSONAS POR AMBIENTE**

	DESCRIPCIÓN	Número de Personas
1er Piso	Supervisor Orientación	3.0 Pers
1er Piso	Espera 1	192.0 Pers
1er Piso	Cabinas PDT	32.0 Pers
1er Piso	Supervisor Tramites	3.0 Pers
1er Piso	Oficina Administracion	3.0 Pers
1er Piso	Oficina Jefatura	3.0 Pers
1er Piso	CC-TV	1.0 Pers
2do Piso	Supervisor de Control de Deudas 2	3.0 Pers
2do Piso	Espera 2	156.0 Pers
2do Piso	Sala de Capacitación Personal	65.0 Pers
2do Piso	Supervisor de Control de Deudas 1	3.0 Pers
2do Piso	Sala de Reuniones	10.0 Pers
2do Piso	Supervisor Fiscalización	3.0 Pers
2do Piso	Comedor	24.0 Pers

Fuente: Elaboración propia

Solo para el ambiente de Comedor se asumió un valor de calor sensible y latente de 275 Btu/h por persona.

c) Determinación del calor generado por la iluminación

De acuerdo al plano de planta en la **figura N° 4.1** se observa que este ambiente es una oficina. En el reglamento nacional de edificaciones 2006 no existe ninguna parte donde se indique en que valores debe estar este calor, sim embargo si existe información sobre los lúmenes que debe emitirse a cada ambiente.

En la **tabla N° 2.3** para un ambiente de oficina se considera 1.11 W/ft² lo que equivale a 12 W/m². Este factor se tomó como constante para los 14 ambientes de análisis de esta investigación.

De la **tabla N° 4.1** se tiene que para el ambiente Supervisor Orientación le corresponde un área de 9.83 m², por lo tanto el calor generado por iluminación será:

$$Q_{iluminacion} = 9.83 \text{ m}^2 \times 12 \text{ W/m}^2$$

$$\rightarrow Q_{iluminacion} = 118 \text{ W}$$

d) Determinación del Calor Generado por Equipos Eléctricos

De acuerdo al plano de planta en la **figura N° 4.1** se observa que hay una computadora de escritorio.

Del **anexo 6** se obtuvo que una computadora de escritorio emite un calor promedio de 97 W cada una, entonces el calor generado por equipos eléctricos es:

$$Q_{equip.elect.} = 1 * 97W$$

$$\rightarrow Q_{equip.elect.} = 97W$$

La **tabla N° 4.5** muestra los equipos eléctricos considerados en cada ambiente y el calor que emite cada uno. Estos valores fueron extraídos del **anexo 5, anexo 6 y anexo 7.**

**TABLA N° 4.5
CALOR EMITIDO POR EQUIPOS ELECTRICOS**

DESCRIPCION		Área	Equipo	Cant.	Calor por equipo	Total	CALOR TOTAL EMITIDO
1er Piso	Supervisor Orientación	9.83 m ²	Computador	1	97 W	97 W	97 Watts
1er Piso	Espera 1	463.64 m ²	Computador	37	97 W	3,589 W	8,549 Watts
			Fotocopiadora	4	1,060 W	4,240 W	
			Televisor	8	90 W	720 W	
1er Piso	Cabinas PDT	70.30 m ²	Computador	32	97 W	3,104 W	3,104 Watts
1er Piso	Supervisor Tramites	11.76 m ²	Computador	1	97 W	97 W	97 Watts
1er Piso	Oficina Administracion	10.53 m ²	Computador	1	97 W	97 W	97 Watts
1er Piso	Oficina Jefatura	12.92 m ²	Computador	1	97 W	97 W	97 Watts
1er Piso	CC-TV	5.59 m ²	Computador	1	97 W	97 W	367 Watts
			Televisor	3	90	270 W	
2do Piso	Supervisor de Control de Deudas 2	10.90 m ²	Computador	1	97 W	97 W	97 Watts
2do Piso	Espera 2	388.99 m ²	Computador	27	97 W	2,619 W	5,459 Watts
			Fotocopiadora	2	1,060 W	2,120 W	
			Televisor	8	90 W	720 W	
2do Piso	Sala de Capacitación Personal	77.41 m ²	Computadora	1	97 W	97 W	194 Watts
			Proyector	1	97 W	97 W	
2do Piso	Supervisor de Control de Deudas 1	11.07 m ²	Computador	1	97 W	97 W	97 Watts
2do Piso	Sala de Reuniones	13.32 m ²	Computador	1	97 W	97 W	194 Watts
			Proyector	1	97 W	97 W	
2do Piso	Supervisor Fiscalización	11.01 m ²	Computador	1	97 W	97 W	97 Watts
2do Piso	Comedor	40.31 m ²	Microondas	4	0 W	0 W	442 Watts
			Máquina de Espresso	1	352 W	352 W	
			Televisor	1	90 W	90 W	

Fuente: Elaboración propia

e) Determinación del Coeficiente Global de Transferencia de Calor

Muro Exterior de Concreto (150 mm de espesor)

Los valores de resistencia térmica de cada material del muro de extrajeron del anexo 4.

TABLA N° 4.6
RESISTENCIA TERMICA DE ELEMENTOS DEL MURO EXTERIOR DE
CONCRETO
(150 mm de espesor)

ri	Descripción	Resistencia R (°C.m².h/Kcal)
r ₁	Resistencia superficial exterior, viento 12 Km	0.052
r ₂	Enlucido exterior de concreto de 20 mm (1.6x20x10 ⁻³)	0.032
r ₃	Muro de concreto de 150 mm (1.6x150x10 ⁻³)	0.240
r ₄	Enlucido interior de concreto de 20mm (1.6x20x10 ⁻³)	0.032
r ₅	Resistencia superficial interior, muro vertical, aire quieto	0.140

Fuente: Elaboración propia

La resistencia total del muro es la suma de las resistencias, según esto se obtuvo el valor de R y por ende el valor de K :

$$R = r_1 + r_2 + r_3 + r_4 + r_5$$

$$R = 0.052 + 0.032 + 0.240 + 0.032 + 0.140$$

$$R = 0.496$$

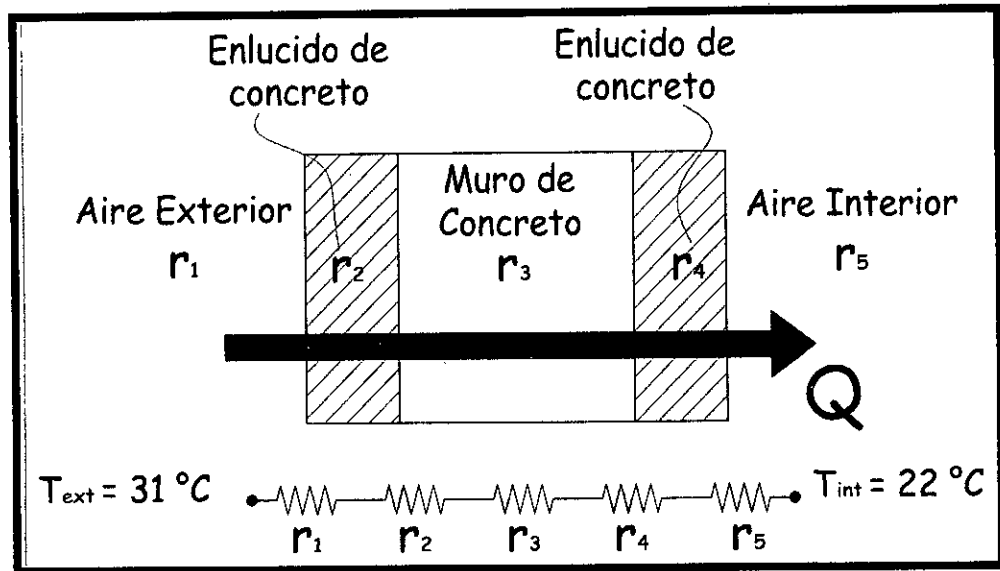
$$K = 1/0.496 = 2.016 \text{Kcal/h} \cdot \text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C} <> 0.413 \text{Btu/h} \cdot \text{pie}^2 \cdot ^\circ\text{F}$$

Al coeficiente global de transferencia de calor del muro exterior de concreto de 150 mm de espesor se le dio el nombre de "U9", de igual forma se asignó un nombre a cada tipo de pared, el cual se puede ver a mayor detalle en el **anexo 9**.

En la **figura N° 4.2** se observa la red de resistencias térmicas para la transferencia de calor a través de una pared plana sujeta a convección

sobre ambos lados.

FIGURA N° 4.2
RED DE RESISTENCIAS TERMICAS A TRAVES DE UN MURO
VERTICAL DE CONCRETO CON ENLUCIDO DE CEMENTO



Fuente: Elaboración Propia

Vidrio Simple Interior (1/4 de pulgada <> 6.35 mm de espesor)

De la misma manera que el muro de concreto calculado previamente, encontramos estos valores en el **anexo 4**.

TABLA N° 4.7
RESITENCIA TERMICA DE ELEMENTOS PARA VENTANA INTERIOR
(1/4 pulgada de espesor)

r_i	Descripción	Resistencia R (°C.m ² .h/Kcal)
r_1	Resistencia superficial interior, muro vertical, aire quieto	0.140
r_2	Vidrio sencillo ($1.25 \times 6.35 \times 10^{-3}$)	0.008
r_5	Resistencia superficial interior, muro vertical, aire quieto	0.140

Fuente: Elaboración propia

La resistencia total del muro de vidrio es la suma de las resistencias particulares, según esto se obtuvo el valor de R y por ende el valor de K :

$$R = r_1 + r_2 + r_3$$

$$R = 0.140 + 0.008 + 0.140$$

$$R = 0.288$$

$$K = 1/0.288 = 3.472 \text{Kcal/h} \cdot \text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C} <> 0.711 \text{Btu/h} \cdot \text{pie}^2 \cdot ^\circ\text{F}$$

Piso Intermedio de concreto (200 mm de espesor)

Igualmente que el muro de concreto calculado previamente, encontramos estos valores en el **anexo 4**.

TABLA N° 4.8
RESITENCIA TERMICA DE ELEMENTOS PARA PISO INTERMEDIO
DE CONCRETO
 (200 mm de espesor)

ri	Descripción	Resistencia R (°C.m².h/Kcal)
r1	Resistencia superficial interior, muro horizontal, aire quieto, flujo ascendente	0.125
r2	Enlucido exterior de concreto de 20 mm (1.6x20x10 ⁻³)	0.032
r3	Muro de concreto de 200 mm (1.6x200x10 ⁻³)	0.320
r4	Enlucido interior de concreto de 20mm (1.6x20x10 ⁻³)	0.032
r5	Resistencia superficial interior, muro horizontal, aire quieto, flujo ascendente	0.125

Fuente: Elaboración propia

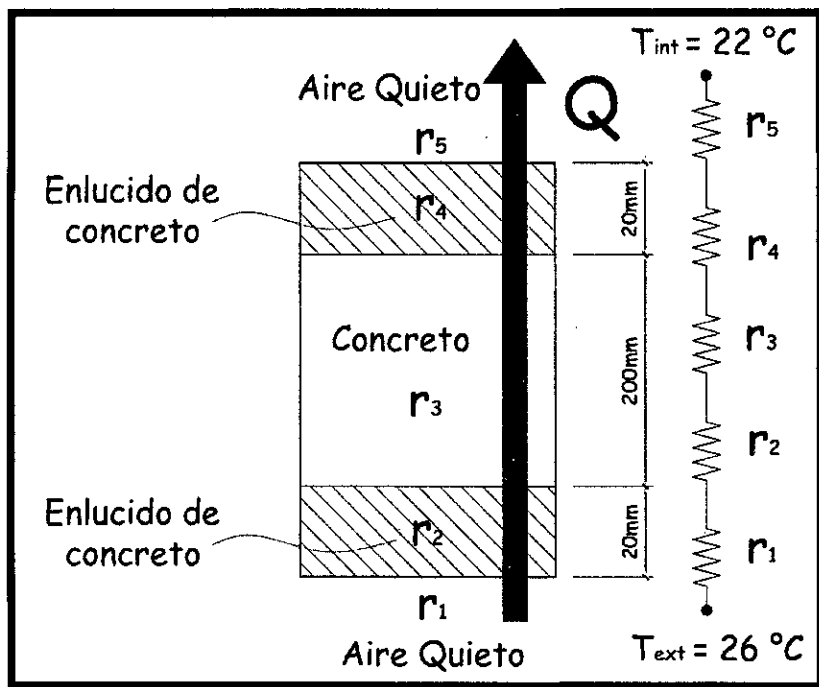
La resistencia total es la suma de las resistencias particulares, y se calculó de la manera siguiente:

$$R = 0.125 + 0.032 + 0.320 + 0.032 + 0.125$$

$$R = 0.634$$

$$K = 1/0.634 = 1.577 \text{Kcal/h} \cdot \text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C} \langle \rangle 0.323 \text{Btu/h} \cdot \text{pie}^2 \cdot ^\circ\text{F}$$

FIGURA N° 4.3
RED DE RESISTENCIAS TERMICAS A TRAVES DE UN PISO INTERMEDIO DE CONCRETO CON ENLUCIDO DE CEMENTO



Fuente: Elaboración propia

En la figura N° 4.3 se observa la red de resistencias térmicas para la transferencia de calor a través de un piso intermedio de concreto con enlucido de cemento. La dirección del flujo de calor es vertical hacia arriba, se entiendo esto porque el calor siempre se desplaza de mayor temperatura a menor temperatura.

Techo Intermedio de Ladrillo (200 mm de espesor)

Del mismo modo que el piso intermedio de concreto calculado previamente,

encontramos estos valores de resistencia térmica en el **anexo 4**.

TABLA N° 4.9
RESISTENCIA TERMICA DE ELEMENTOS PARA PISO INTERMEDIO DE
LADRILLO HUECO
 (200 mm de espesor)

r_i	Descripción	Resistencia R (°C.m².h/Kcal)
r ₁	Resistencia superficial interior, muro horizontal, aire quieto, flujo descendente	0.190
r ₂	Enlucido exterior de concreto de 20 mm (1.6x20x10 ⁻³)	0.032
r ₃	Muro de ladrillo hueco de 200 mm	0.379
r ₄	Enlucido interior de concreto de 20mm (1.6x20x10 ⁻³)	0.032
r ₅	Resistencia superficial interior, muro horizontal, aire quieto, flujo descendente	0.190

Fuente: Elaboración propia

La resistencia total es la suma de las resistencias particulares, y se calculó de la manera siguiente:

$$R = 0.190 + 0.032 + 0.379 + 0.032 + 0.190$$

$$R = 0.823$$

$$K = 1/0.823 = 1.215Kcal/h \cdot m^2 \cdot ^\circ C \langle \rangle 0.249Btu/h \cdot pie^2 \cdot ^\circ F$$

f) Determinación de la Diferencia de Temperatura Equivalente

Determinación del día de mayor aportación solar para el proyecto

Como en el **anexo 3** de APORTACIONES SOLARES A TRAVES DE EL VIDRIO para la determinación del día de mayor aportación solar solo se hace referencia en el Carrier 1978 a vidrios sencillos no se podría usar para otros materiales, sin embargo se usara esta tabla para muros exteriores

(soleados) puesto que se entiende que los valores de transferencia de calor por unidad de área son proporcionales a cualquier material.

Del **anexo 3** de APORTACIONES SOLARES A TRAVES DE EL VIDRIO se obtiene la **tabla resumen N° 4.10** siguiente:

**TABLA N° 4.10
MAXIMA APORTACION SOLAR A 12° LATITUD SUR**

12°							
SOLO PARA PAREDES SOMETIDAS A RADIACION SOLAR MAXIMAS APORTACIONES SOLARES							
	22 DE DICIEMBRE	21 DE ENERO	20 DE FEBRERO	22 DE MARZO	20 DE ABRIL	21 DE MAYO	21 DE JUNIO
S	0	0	0	0	0	0	0
SE	443.6	423.3	345.6	270.2	171.4	94.0	69.6
E	0	0	0	0	0	0	0
NE	0	0	0	0	0	0	0
N	0	0	0	0	0	0	0
NO	0	0	0	0	0	0	0
O	0	0	0	0	0	0	0
SO	443.6	423.3	345.6	270.2	171.4	94.0	69.6
TECHO	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL =	887.2	846.6	691.2	540.4	342.8	188.0	139.2

Fuente: Elaboración propia

En la **tabla N° 4.10** se observa que el día de mayor aportación solar para el ambiente de análisis es el **22 de diciembre**.

Determinación de la hora de mayor aportación solar para el proyecto

Para determinar la hora de mayor aportación solar se tendrán que evaluar la cantidad de calor transferido a cada hora tanto para la pared suroeste (SO) como para la pared sureste (SE) que están expuestas al sol.

Previamente se tendrán que determinar los siguientes factores: factor de atmosfera no muy limpia, factor por altitud, punto de rocío, factor por punto de rocío, R_s , R_m , b .

Factores para la pared soleada tipo SO

Factor de atmosfera no muy limpia = 0.95

Factor por altitud = $1 + 0.007(175/300) = 1.004$

Punto de rocío (31°C y 80%HR) = 27.14 °C (Véase la carta psicométrica)

Factor por punto de rocío = $1 - 0.14(27.14 - 19,5)/10 = 0.893$

Se reemplazaron estos valores en la **ecuación 2.3** para calcular R_s :

$$R_s = (Max. apot. Solar)(Fact. Atm)(Fact. Alt.)(Fact. Pto. Rocío)$$

$$R_s = (443.62)(0.95)(1.004)(0.893)$$

$$R_s = 377.85 \text{ Kcal/h} \cdot \text{m}^2$$

Para determinar el valor de R_m se inspeccionó el **anexo 3** a 40° longitud Sur, para este caso en la pared SO buscamos el máximo valor.

$$R_m = 344.00 \text{ Kcal/h} \cdot \text{m}^2$$

El valor de "a" se obtiene de la **tabla N° 2.6** para variación de temperatura en 24 h = 8 °C y la temperatura exterior a las 15 horas (31°C) menos la temperatura interior (22°C) = 9°C. Se obtiene:

$$a = 2.15$$

Recordar que "b" es el coeficiente de color de la cara exterior de las paredes que definimos en los parámetros de diseño para una pared exterior término medio equivale a 0.78.

Con los datos obtenido se tendrá que calcular el Δt_e para cada hora del día.

Para esto se determina los valores de Δt_{em} y Δt_{es} de la **tabla N° 2.4 y 2.5**.

Veamos para las 8:00 horas (con una densidad de 352.64 Kg/m² de piso)

$$\Delta t_{em} = -1.0419 \text{ } ^\circ\text{C (Tabla N° 2.4)}$$

$$\Delta t_{es} = -1.6210 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Reemplazando en la **ecuación 2.2** de diferencia equivalente de temperatura:

$$\Delta t_e = 2.15 + (-1.6210) + 0.78 \times \frac{377.85}{344.00} (-1.0419 - (-1.6210))$$

$$\Delta t_e = 1.025 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Luego se reemplazó estos valores en la **ecuación 2.1**:

$$q = KA\Delta t_e$$

$$q = (2.016)(11.13)(1.025)$$

$$q = 23.01 \text{ Kcal/h}$$

Veamos para las 9:00 horas

$$\Delta t_{em} = -0.6735 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\Delta t_{es} = -1.2526 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Reemplazando en la fórmula de diferencia equivalente de temperatura:

$$\Delta t_e = 2.15 + (-1.2526) + 0.78 \times \frac{377.85}{344.00} (-0.6735 - (-1.2526))$$

$$\Delta t_e = 1.394 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Luego se reemplazó estos valores en la ecuación 2.1:

$$q = KA\Delta t_e$$

$$q = (2.016)(11.13)(1.025)$$

$$q = 23.01 \text{ Kcal/h}$$

Veamos para las 10:00 horas

$$\Delta t_{em} = -0.2314 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\Delta t_{es} = -0.8105 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Reemplazando en la fórmula de diferencia equivalente de temperatura:

$$\Delta t_e = 2.15 + (-0.8105) + 0.78 \frac{377.85}{344.00} (-0.2314 - (-0.8105))$$

$$\Delta t_e = 1.836 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Luego se reemplazó estos valores en la ecuación 2.1:

$$q = KA\Delta t_e$$

$$q = (2.016)(11.13)(1.836)$$

$$q = 41.19 \text{ Kcal/h}$$

Una vez calculado estos valores para cada hora, se obtiene la **tabla N° 4.11** que muestra el calor transmitido por la pared suroeste a cada hora del día.

TABLA N° 4.11
TRANSMISION DE CALOR EN PARED SOLEADO TIPO SUROESTE

HORA	ΔT_{em} 6	ΔT_{es}	ΔT_{equiv} (°C)	calor (Kcal / hr)
1	2.6474	1.2579	4.599	103.19
2	2.2790	0.8158	4.220	94.69
3	1.2370	0.2895	3.251	72.96
4	0.8686	-0.0789	2.883	64.69
5	0.3686	-0.6789	2.369	53.15
6	-0.0735	-1.1210	1.927	43.23
7	-0.6735	-1.1210	1.412	31.69
8	-1.0419	-1.6210	1.025	23.01
9	-0.6735	-1.2526	1.394	31.27
10	-0.2314	-0.8105	1.836	41.19
11	0.5790	-0.3684	2.593	58.20
12	1.3895	0.0000	3.341	74.96
13	3.0105	1.3842	4.928	110.58
14	3.8210	2.7210	5.814	130.45
15	4.7894	3.6894	6.782	152.18
16	5.8051	4.6314	7.787	174.74
17	9.9366	5.2314	11.413	256.11
18	14.0680	5.6735	15.017	336.96
19	15.1470	5.6735	15.941	357.71
20	16.0366	6.0946	16.764	376.17
21	11.7000	5.0789	12.902	289.52
22	8.1476	4.1105	9.720	218.11
23	5.2949	3.1684	7.141	160.23
24	3.5895	2.2000	5.541	124.33

Fuente: Elaboración propia

Se realizó el mismo procedimiento para calcular de transferencia de calor en los muros restantes, para el ambiente de análisis solo se tienen otro muro soleado tipo sureste (SE), obteniéndose la **tabla N° 4.12**.

**TABLA N° 4.12
TRANSMISIÓN DE CALOR EN PARED SOLEADA TIPO SURESTE**

HORA	ΔT_{em} 4	ΔT_{es}	ΔT_{equiv} (°C)	calor (Kcal / hr)
1	2.6474	1.2579	4.599	150.31
2	1.6790	0.8158	3.705	121.12
3	1.2370	0.2895	3.251	106.27
4	0.7370	-0.0789	2.770	90.55
5	0.3686	-0.6789	2.369	77.42
6	0.9474	-1.1210	2.801	91.57
7	-0.3630	-1.1210	1.678	54.86
8	-0.2314	-1.6210	1.720	56.21
9	2.6421	-1.2526	4.235	138.41
10	10.3785	-0.8105	10.927	357.16
11	10.4366	-0.3684	11.040	360.85
12	10.5210	0.0000	11.165	364.94
13	8.3000	1.3842	9.460	309.21
14	6.1054	2.7210	7.771	254.00
15	6.2579	3.6894	8.040	262.80
16	6.3842	4.6314	8.283	270.74
17	6.9105	5.2314	8.820	288.29
18	7.5105	5.6735	9.398	307.16
19	7.0684	5.6735	9.019	294.78
20	6.7000	6.0946	8.763	286.43
21	6.1000	5.0789	8.104	264.88
22	5.5000	4.1105	7.451	243.54
23	4.5579	3.1684	6.509	212.75
24	3.5895	2.2000	5.541	181.10

Fuente: Elaboración propia

Después se procedió a sumar estos valores en cada hora y se determinó en qué hora se produce la mayor transferencia de calor. La **tabla N° 4.13**

muestra la suma de los calores totales transferidos por radiación para el ambiente Supervisor Orientación en cada hora del día.

TABLA N° 4.13
CALOR TOTAL TRANSFERIDO POR RADIACIÓN DE TODOS LOS
MUROS SOLEADOS A DIFERENTES HORAS DEL DÍA

HORA	PARED		TOTAL
	SO	SE	
1	103.19	150.31	253.50
2	94.69	121.12	215.80
3	72.96	106.27	179.23
4	64.69	90.55	155.24
5	53.15	77.42	130.57
6	43.23	91.57	134.80
7	31.69	54.86	86.56
8	23.01	56.21	79.21
9	31.27	138.41	169.68
10	41.19	357.16	398.35
11	58.20	360.85	419.05
12	74.96	364.94	439.90
13	110.58	309.21	419.79
14	130.45	254.00	384.45
15	152.18	262.80	414.98
16	174.74	270.74	445.48
17	256.11	288.29	544.40
18	336.96	307.16	644.13
19	357.71	294.78	652.49
20	376.17	286.43	662.60
21	289.52	264.88	554.40
22	218.11	243.54	461.65
23	160.23	212.75	372.98
24	124.33	181.10	305.43

Fuente: Elaboración propia del autor.

En la **tabla N° 4.13** se observó que la hora de mayor aportación solar es a las **20 horas** con un valor máximo entre los demás de **662.60 Kcal/h**

Una vez determinado el día de mayor aportación solar y la hora de mayor carga simultánea se suman los calores sensible y latente por muros externos, internos, vidrios, iluminación, equipos, personas, y otros.

En la **tabla N° 4.14 RESUMEN DE CARGA TERMICA TOTAL** se aprecian el calor total emitido por los diversos factores que interviene dentro del recinto Supervisión Orientación.

**TABLA N° 4.14
RESUMEN CARGA TÉRMICA TOTAL SUPERVISIÓN ORIENTACIÓN**

CUADRO RESUMEN DE CARGA TERMICA TOTAL										
SIMBOLO	ORIENTACION	AREA (m2)	Coefficiente Global de Transferencia de Calor U (Kcal/hr-m2-°C)	ΔT ó ΔTequiv (°C)	Radiación Solar (Rs) (Kcal/hr-m2)	Factor de Corrección (f)	Factor de Almacenamiento (s)	Calor Sensible (Kcal/hr)	Calor Latente (Kcal/hr)	
CALOR POR CONDUCCION ATRAVES DE VENTANAS EXTERIORES (ΔT)										
VE	SO	0.00 m2	5.208	9.00 °C				0.00		
VE	SE	0.00 m2	5.208	9.00 °C				0.00		
VE	O	0.00 m2	5.208	9.00 °C				0.00		
VE	O	0.00 m2	5.208	9.00 °C				0.00		
CALOR POR CONDUCCION ATRAVES DE VENTANAS INTERIORES (ΔT)										
VI		26.59 m2	3.47	4.00 °C				369.39		
VI		0.00 m2	3.57	4.00 °C				0.00		
CALOR POR CONDUCCION ATRAVES DE PAREDES INTERIORES (ΔT)										
PI	Pared	0.00 m2	1.51	4.00 °C				0.00		
PI	Piso	9.83 m2	1.58	4.00 °C				62.02		
PI	Techo	9.83 m2	1.22	4.00 °C				47.78		
CALOR POR RADIACION SOLAR ATRAVES DE LAS PAREDES EXTERIORES (ΔT equiv)										
PE	SO	11.13 m2	2.016	16.764 °C				376.17		
PE	SE	16.21 m2	2.016	8.763 °C				286.43		
PE	O	0.00 m2	2.016	16.871 °C				0.00		
PE	O	0.00 m2	2.016	16.871 °C				0.00		
CALOR POR RADIACION SOLAR ATRAVES DEL TECHO (ΔT equiv)										
TECHO	H	0.00 m2	1.60	7.650 °C				0.00		
CALOR POR RADIACION SOLAR ATRAVES DE LAS VENTANAS EXTERIORES										
VE	SO	0.00 m2			443.62	0.66	0.000	0.00		
VE	SE	0.00 m2			443.62	0.66	0.000	0.00		
VE	O	0.00 m2			452.18	0.66	0.000	0.00		
VE	O	0.00 m2			452.18	0.66	0.000	0.00		
CALOR DEBIDO A LAS PERSONAS			Ganancia Sensible = 63 Kcal/hr Ganancia Latente = 51 Kcal/hr					189.00	151.50	
CALOR DEBIDO A LA ILUMINACION		118 W							101.42	
CALOR DEBIDO A EQUIPOS		97 W							83.40	
CARGA TERMICA TOTAL =								1,515.61	151.50	
CARGA TERMICA SENSIBLE=								1,515.61	(kcal/hr)	
CARGA TERMICA LATENTE=								151.50	(kcal/hr)	
CARGA TERMICA TOTAL=								1,667.11	(kcal/hr)	
CARGA TOTAL=								0.55	TONS	
								673	(BTUH/m2)	
Factor de Calor Sensible=								0.91		

Fuente: Elaboración propia

Aplicando un factor de seguridad del 10% de acuerdo a la experiencia laboral del autor se obtiene:

**TABLA N° 4.15
RESUMEN DE CÁLCULOS PARA SUPERVISIÓN ORIENTACIÓN**

RESUMEN DE CALCULOS	
Día de Mayor Aportación Solar	22 DE DICIEMBRE
LA HORA DE MAYOR CARGA TERMICA SIMULTANEA ES =	20
CARGA TERMICA SENSIBLE=	1,667 Kcal /h
CARGA TERMICA LATENTE=	167 Kcal /h
CARGA TERMICA TOTAL=	1,834 Kcal /h
	0.61 Tons
FACTOR POR AREA =	740 Btuh / m ²
FACTOR DE CALOR SENSIBLE =	0.91

Fuente: Elaboración propia

Calculo con el Software Elite CHVAC para el ambiente Supervisión Orientación

Debido a que el procedimiento de cálculo de para cada ambiente es muy trabajoso por el uso de tablas, existe mayor probabilidad a error y una demanda elevada de tiempo.

Por ello se hará el cálculo con el software Elite CHVAC, veamos:

Puesto que se tienen definidos los coeficientes y los valores de transferencia de calor, se ingresan estos datos al programa obteniendo la siguiente hoja resumen de cargas:

**TABLA N° 4.16
DATOS DE ENTRADA AL ELITE CHVAC PARA EL AMBIENTE
SUPERVISOR ORIENTACIÓN**

Zone 1: Supervisor Orientación (105.77 sq.ft) (Group 0)								
Air Handler number:	1	Zone occurrences:	1					
Zone length (feet):	105.77	Zone width (feet):	1.00					
Lighting Watts:	117	Equipment Watts:	97					
Number of people in zone:	3	People profile number:	0					
Lighting profile number:	0	Equipment profile number:	0					
Ceiling height (feet):	13.78	Heating safety factor (%):	10					
Sensible safety factor (%):	10	Latent safety factor (%):	10					
Sensible heat per person (Btuh):	250	Latent heat per person (Btuh):	200					
Cooling ventilation method:	Direct	Cooling ventilation value:	0.000					
Cooling infiltration method:	Direct	Cooling infiltration value:	0.000					
Heating ventilation method:	Direct	Heating ventilation value:	0.000					
Heating infiltration method:	Direct	Heating infiltration value:	0.000					
Winter exhaust air CFM:	0	Summer exhaust air CFM:	0					
Minimum supply CFM:	0	Latent Btuh equipment load:	0					
Ceiling exposed to plenum (sq.ft):	106	Exposed floor slab perimeter (ft):	0					
Cooling loads only are calculated for this zone.								
Part	Type	U-Factor	Cool TD	Heat TD	Height	Width	Area	
3	5	0.711	7.200	16.200	13.78	20.77	286.2	
4	6	0.249	7.200	16.200	1.00	105.77	105.8	
5	7	0.323	7.200	16.200	1.00	105.77	105.8	
Wall	Type	ASHRAE#	U-Factor	Color	Height	Width	Area	Direction
1	1	E	0.413	M	13.78	9.02	124.3	SW
2	1	E	0.413	M	13.78	12.14	167.3	SE

Fuente: Exportación del Software Elite CHVAC

**TABLA N° 4.17
RESUMEN DE CARGAS DEL AMBIENTE SUPERVISOR
ORIENTACIÓN DEL ELITE CHVAC**

Air Handler #1 - Supervisor Orientación - Total Load Summary			
Air Handler Description:	Supervisor Orientación Variable Air Volume		
Supply Air Fan:	Blow-Thru with program estimated horsepower of 0.02 HP		
Fan Input:	100% motor and fan efficiency with 0 in. water across the fan		
Sensible Heat Ratio:	0.92	--- This system occurs 1 time(s) in the building. ---	
Air System Peak Time:	7pm in January.		
Outdoor Conditions:	61° DB, 75° WB, 122.42 grains		
Summer: Exhaust controls outside air, --- Winter: Exhaust controls outside air.			
Zone Space sensible loss:	0 Btuh		
Infiltration sensible loss:	0 Btuh	0 CFM	
Outside Air sensible loss:	0 Btuh	0 CFM	
Supply Duct sensible loss:	0 Btuh		
Return Duct sensible loss:	0 Btuh		
Return Plenum sensible loss:	0 Btuh		
Total System sensible loss:			0 Btuh
Heating Supply Air: $0 / (.979 \times 1.06 \times 0) =$		0 CFM	
Winter Vent Outside Air (0.0% of supply) =		0 CFM	
Zone space sensible gain:	7,469 Btuh		
Infiltration sensible gain:	0 Btuh		
Draw-thru fan sensible gain:	0 Btuh		
Supply duct sensible gain:	0 Btuh		
Return sensible gain:	0 Btuh		
Total sensible gain on supply side of coil:			7,469 Btuh
Cooling Supply Air: $7,469 / (.979 \times 1.1 \times 17) =$		406 CFM	
Summer Vent Outside Air (0.0% of supply) =		0 CFM	
Return duct sensible gain:	0 Btuh		
Return plenum sensible gain:	0 Btuh		
Outside air sensible gain:	0 Btuh	0 CFM	
Blow-thru fan sensible gain:	48 Btuh		
Total sensible gain on return side of coil:			48 Btuh
Total sensible gain on air handling system:			7,517 Btuh
Zone space latent gain:	660 Btuh		
Infiltration latent gain:	0 Btuh		
Outside air latent gain:	0 Btuh		
Total latent gain on air handling system:			660 Btuh
Total system sensible and latent gain:			8,177 Btuh

Fuente: Exportación del Software Elite CHVAC

Se observa de la tabla N° 4.17 que la carga térmica sensible total obtenida

es **7,517 Btu/h (1,894.28 Kcal/h)** y la carga térmica latente total es **660 Btu/h (166.32 Kcal/h)**. Al comparar los valores obtenidos del software con los calculados manualmente (véase tabla N°4.15) se observa que los resultados están muy próximos, en consecuencia los cálculos de carga térmica para los ambientes restantes se realizaron a través del programa para una mejor precisión y para minimizar errores.

Se realizó el análisis de carga térmica para cada ambiente obteniendo la **tabla N° 4.18** como resumen de estas cargas.

**TABLA N° 4.18
RESUMEN DE CARGAS TERMICAS DE CADA AMBIENTE**

Nombre del Ambiente	Calor Sensible Total	Calor Latente Total	Calor Total		SHF
Supervisor Orientación	7,517 Btu/h	660 Btu/h	8,177 Btu/h	0.68 TON	0.92
Espera 1	162,390 Btu/h	42,240 Btu/h	204,630 Btu/h	17.05 TON	0.79
Cabinas PDT	39,832 Btu/h	7,040 Btu/h	46,872 Btu/h	3.91 TON	0.85
Supervisor Tramites	4,528 Btu/h	660 Btu/h	5,188 Btu/h	0.43 TON	0.87
Oficina Administracion	4,276 Btu/h	660 Btu/h	4,936 Btu/h	0.41 TON	0.87
Oficina Jefatura	4,884 Btu/h	660 Btu/h	5,544 Btu/h	0.46 TON	0.88
CC-TV	2,446 Btu/h	220 Btu/h	2,666 Btu/h	0.22 TON	0.92
Supervisor de Control de Deudas 2	8,066 Btu/h	660 Btu/h	8,726 Btu/h	0.73 TON	0.92
Espera 2	154,680 Btu/h	34,320 Btu/h	189,000 Btu/h	15.75 TON	0.82
Sala de Capacitación Personal	40,466 Btu/h	14,300 Btu/h	54,766 Btu/h	4.56 TON	0.74
Supervisor de Control de Deudas 1	4,966 Btu/h	660 Btu/h	5,626 Btu/h	0.47 TON	0.88
Sala de Reuniones	8,147 Btu/h	2,200 Btu/h	10,347 Btu/h	0.86 TON	0.79
Supervisor Fiscalización	4,956 Btu/h	660 Btu/h	5,616 Btu/h	0.47 TON	0.88
Comedor	21,348 Btu/h	7,260 Btu/h	28,608 Btu/h	2.38 TON	0.75

Fuente: Elaboración propia

Del resumen de cargas se puede observar que el ambiente que emite mayor carga térmica es Espera 1 y muy próximo también esta Espera 2.

g) Determinación del caudal de aire exterior a suministrar

Nuevamente se escoge el ambiente Supervisión Orientación para realizar el cálculo inicial. Se recuerda que este ambiente posee 3 ocupantes como máximo y tiene un área de 9.83 m² (105.81 ft²)

Ubicamos los parámetros R_p y R_a en el **anexo 8** para un ambiente típico de oficina y obtenemos que $R_p = 5 \text{ CFM/persona}$ y $R_a = 0.06 \text{ CFM/ft}^2$.

Se reemplazaron estos valores en la **ecuación 2.6**.

$$\dot{V}_{bz} = R_p \cdot P_z + R_a \cdot A_z$$

$$\dot{V}_{bz} = (3 \text{ personas}) \cdot (5 \text{ CFM/persona}) + (105.81 \text{ ft}^2) \times (0.06 \text{ CFM/ft}^2)$$

$$\dot{V}_{bz} = 21 \text{ CFM}$$

De acuerdo con el manual para edificio LEED a este caudal se tendrá que adicional un 30% adicional, por lo que se obtiene:

$$\dot{V}_E = (21 \text{ CFM}) \times 1.3$$

$$\dot{V}_E = 28 \text{ CFM}$$

De la misma manera se calcula el aire fresco (exterior) para los ambientes restantes. La **tabla N° 4.19** muestra la relación de caudales de aire exterior para cada ambiente.

**TABLA N° 4.19
CAUDAL DE AIRE FRESCO PARA CADA AMBIENTE**

DATOS						CALCULOS		
Ambiente	Area (m ²)	Area (ft ²) (Az)	N° Personas (Pz)	Factors of Minimun Ventilation Rates		Breathing Zone Outdoor Airflow (Vbz)	Fac tor	Aire Fresco
				Rp	Ra			
Supervisor Orientación	9.83 m ²	105.81 Pie ²	3.0 Pers	5	0.06	21 CFM	1.3	28 CFM
Espera 1	463.64 m ²	4,990.58 Pie ²	192.0 Pers	5	0.06	1,259 CFM	1.3	1,637 CFM
Cabinas PDT	70.30 m ²	756.70 Pie ²	32.0 Pers	5	0.06	205 CFM	1.3	267 CFM
Supervisor Trámites	11.76 m ²	126.58 Pie ²	3.0 Pers	5	0.06	23 CFM	1.3	29 CFM
Oficina Administracion	10.53 m ²	113.34 Pie ²	3.0 Pers	5	0.06	22 CFM	1.3	28 CFM
Oficina Jefatura	12.92 m ²	139.07 Pie ²	3.0 Pers	5	0.06	23 CFM	1.3	30 CFM
CC-TV	5.59 m ²	60.17 Pie ²	1.0 Pers	5	0.06	9 CFM	1.3	11 CFM
Supervisor de Control de Deudas 2	10.90 m ²	117.33 Pie ²	3.0 Pers	5	0.06	22 CFM	1.3	29 CFM
Espera 2	388.99 m ²	4,187.05 Pie ²	156.0 Pers	5	0.06	1,031 CFM	1.3	1,341 CFM
Sala de Capacitación Personal	77.41 m ²	833.23 Pie ²	65.0 Pers	5	0.06	375 CFM	1.3	487 CFM
Supervisor de Control de Deudas 1	11.07 m ²	119.16 Pie ²	3.0 Pers	5	0.06	22 CFM	1.3	29 CFM
Sala de Reuniones	13.32 m ²	143.38 Pie ²	10.0 Pers	5	0.06	59 CFM	1.3	76 CFM
Supervisor Fiscalización	11.01 m ²	118.51 Pie ²	3.0 Pers	5	0.06	22 CFM	1.3	29 CFM
Comedor	40.31 m ²	433.89 Pie ²	24.0 Pers	5	0.06	146 CFM	1.3	190 CFM

Fuente: Elaboración propia

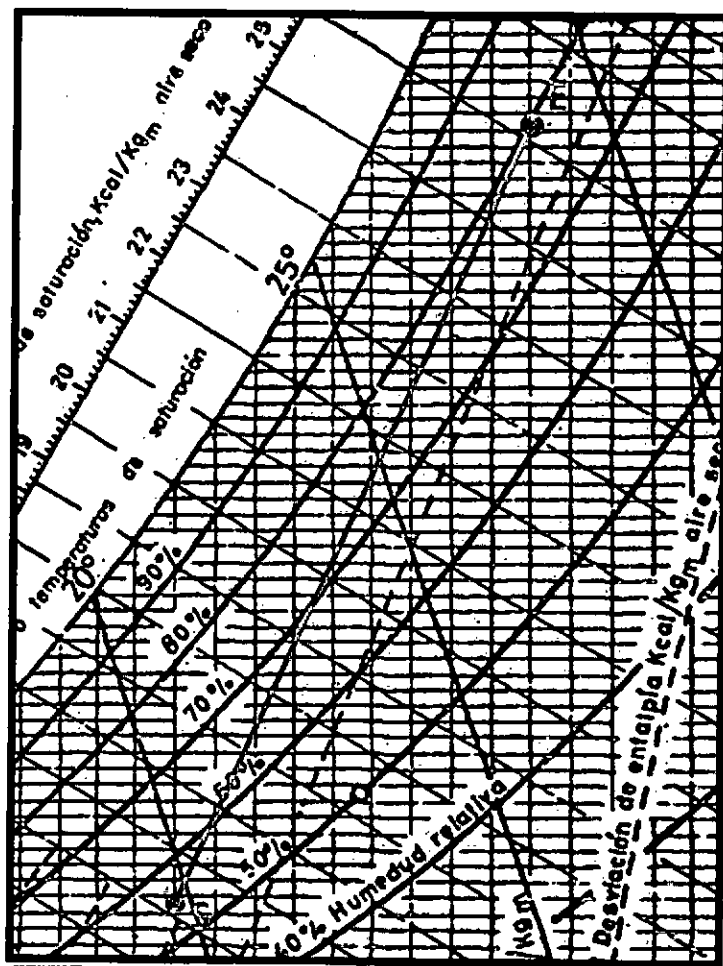
h) Proceso psicométrico para determinar la capacidad del equipo

Una vez determinada la carga térmica de cada ambiente, calor sensible y latente, y el caudal de aire fresco que necesita cada ambiente se procedió a calcular la capacidad del equipo mediante el proceso psicométrico. El ambiente de análisis fue Supervisor Orientación.

Puesto que Villa El Salvador es un distrito costero se usará la carta psicrométrica convencional a nivel del mar sin ningún factor de corrección por altitudes.

Paso 1: Se grafica en la carta psicrométrica las condiciones de aire exterior (31° C y 80% HR) e interior (22 °C y 55% HR) y se unen mediante una recta. En la figura N° 4.4 se observa los puntos "E" y "S" que son los puntos de condiciones exteriores y condiciones de la sala respectivamente.

FIGURA N° 4.4
RECTA QUE UNE LAS CONDICIONES EXTERIORES (31°C y 80%HR) E INTERIORES (22°C y 55%HR)

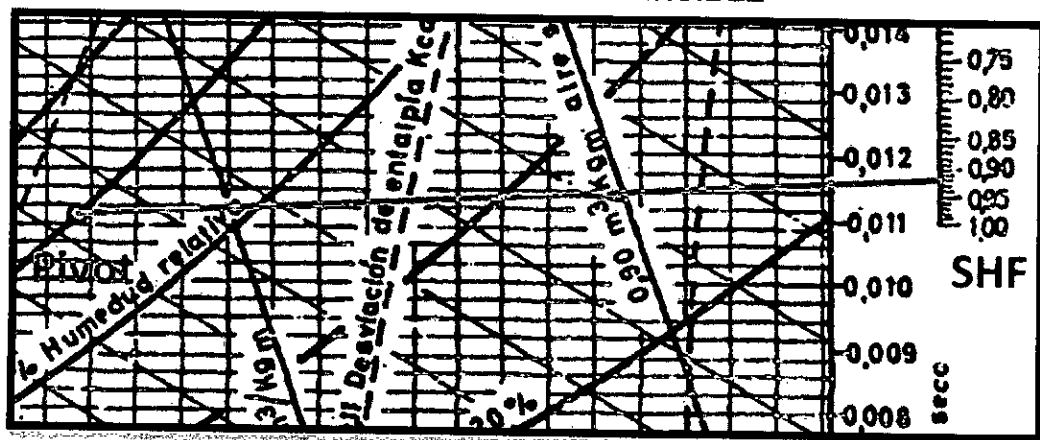


Fuente: Elaboración propia

Paso 2: Se calculó el factor de calor sensible. Este valor se calculó previamente y en la **tabla N° 4.18** se observa que este valor es **0.92**.

Paso 3: Se ubicó el punto correspondiente al factor de calor sensible en la carta psicrométrica, una vez ubicado se unió con una recta el punto **SHF** y el **Punto Pívor**, a esta recta se llamó **recta de referencia**.

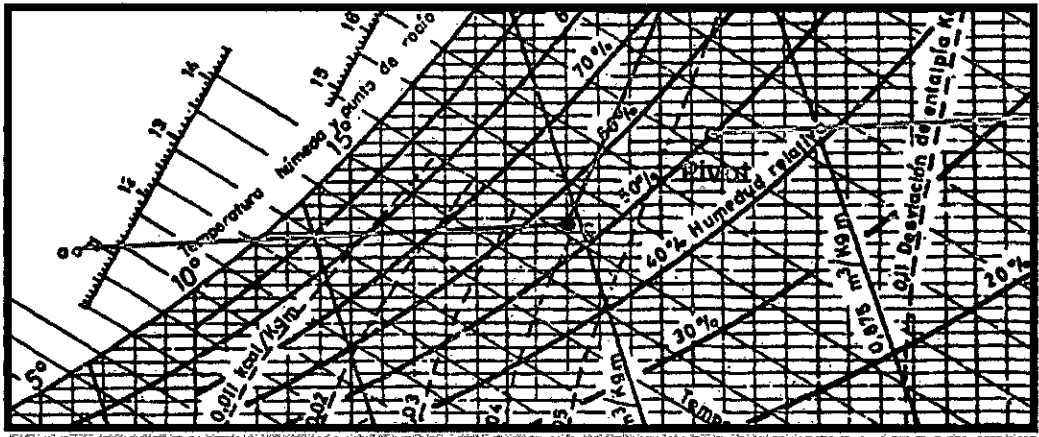
FIGURA N° 4.5
RECTA DE REFERENCIA QUE UNE EL PUNTO PIVOT CON EL FACTOR DE CALOR SENSIBLE



Fuente: Elaboración propia

Paso 4: Se trazó una recta paralela a la recta de referencia, que pase por el punto de sala "S", y prolongada hasta un punto cercano a la línea de saturación (100% HR), a esta recta se llamó **recta de condiciones**.

FIGURA N° 4.6
RECTA DE CONDICIONES QUE PASA POR EL PUNTO DE SALA "S"
PARALELA A LA RECTA DE REFERENCIA

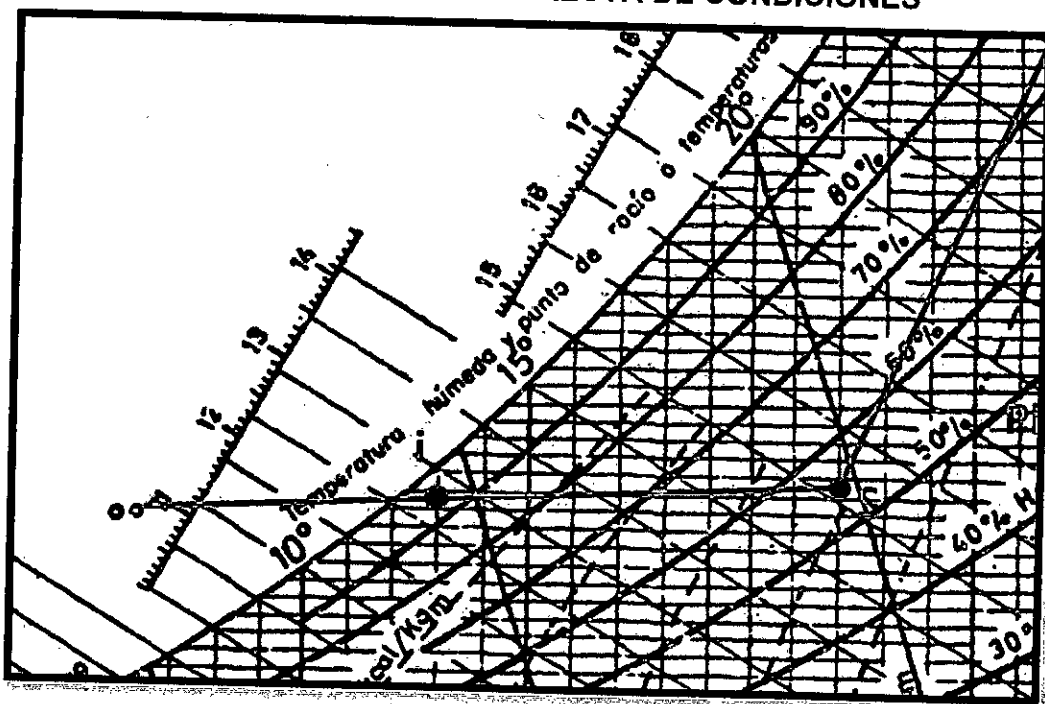


Fuente: Elaboración propia

Paso 5: El punto de insulfamiento (punto de condiciones de suministro de aire al ambiente) de aire acondicionado se ubicó en la recta trazada en el paso 4, este punto debe tener una humedad relativa perteneciente al siguiente rango <90% - 100%> y a la vez $T_{sala} - T_{insuf}$ entre $[8.3^{\circ}\text{C} - 16.7^{\circ}\text{C}]$. A este punto lo denominaremos punto "i".

Una vez que se determinó el punto de insulfamiento de esta manera se garantiza que el factor de contacto del serpentín de enfriamiento del equipo varíe entre <0.8 - 0.9>, lo cual implica tener un serpentín económico y comercial.

FIGURA N° 4.7
CONDICIONES "i" EN LA RECTA DE CONDICIONES



Fuente: Elaboración propia

Luego haber ubicado estos puntos en la carta psicrométrica se extrae la siguiente información:

TABLA N° 4.20
VALORES PSICROMÉTRICOS INICIALES OBTENIDOS
GRÁFICAMENTE

Estado	Entalpia (h)	Temperatura (T)	Volumen específico (v)
Exterior (E)	25.9 Kcal/Kg _{as}	31 °C	0.894 m ³ /Kg _{as}
Sala (S)	15.1 Kcal/Kg _{as}	22 °C	0.849 m ³ /Kg _{as}
Insuflamiento (i)	12.6 Kcal/Kg _{as}	13 °C	0.823 m ³ /Kg _{as}

Fuente: Elaboración propia

Flujo de masa de insuflamiento

De la ecuación de la conservación de la energía se obtiene:

$$\dot{m}_i = \frac{Q_T}{h_s - h_i}$$

El valor de Q_T es el valor de carga térmica total calculada para el ambiente Supervisor Orientación, el cual de la **tabla N° 4.18** equivale a 8,177 Btu/h (**2,060.6 Kcal/h**), puesto que la carta psicométrica utilizada esta en Kcal, usaremos el valor de 2,060.6 Kcal/h. Entonces:

$$\dot{m}_i = \frac{2,060.6 \text{ Kcal/h}}{15.1 \text{ Kcal/Kg} - 12.6 \text{ Kcal/Kg}}$$

$$\rightarrow \dot{m}_i = 824.24 \text{ Kg/h}$$

Caudal de insulamiento

$$\dot{V}_i = \dot{m}_i \times v_i$$

$$\dot{V}_i = (824.24 \text{ Kg/h}) \times (0.823 \text{ m}^3/\text{Kg})$$

$$\dot{V}_i = 678.35 \text{ m}^3/\text{h}$$

Caudal de aire exterior

Este valor ha sido calculado previamente, en la **tabla N° 4.19** el valor correspondiente para el ambiente Supervisor Orientación de aire fresco es 28 CFM (47.6 m³/h).

Flujo de masa de aire exterior

Se sabe que la masa es el producto de la densidad por el volumen y que el inverso multiplicativo de la densidad es el volumen específico. Luego:

$$\dot{m}_E = \frac{\dot{V}_E}{v_E}$$

$$\dot{m}_E = \frac{47.6 \text{ m}^3/\text{h}}{0.894 \text{ m}^3/\text{Kg}}$$

$$\rightarrow \dot{m}_E = 53.24 \text{ Kg/h}$$

Porcentaje de aire exterior

El porcentaje de exterior es una relación entre la masa de aire exterior y la masa de aire total, que no es otro que la masa de insuflamiento. Para una mayor comprensión revisar la **figura N° 2.7**.

$$\%AE = \frac{\dot{m}_E}{\dot{m}_i} \times 100\%$$

$$\%AE = \frac{53.24 \text{ Kg/h}}{824.24 \text{ Kg/h}} \times 100\%$$

$$\rightarrow \%AE = 6.46\%$$

Temperatura del punto de mezcla

Se determinó el punto de mezcla a partir de la **ecuación 2.10**.

$$h_3 = h_2 + \frac{\dot{m}_{da1}}{\dot{m}_{da1} + \dot{m}_{da2}} \times (h_1 - h_2)$$

Donde los subíndices 1, 2 y 3 indican las condiciones exteriores, de sala y de mezcla respectivamente. Se conoce también que en un proceso a presión constante la entalpia específica se puede representar por el producto del coeficiente de calor específico (C_p) y la temperatura ($^{\circ}\text{C}$), lo cual

transforma a la **ecuación 2.10** en una nueva ecuación que solo depende de la temperatura, así:

$$T_M = T_S + \frac{\dot{m}_E}{\dot{m}_E + \dot{m}_S} \times (T_E - T_S)$$

Reemplazamos el porcentaje de aire fresco, quedando de la siguiente manera:

$$T_M = T_S + \%AE \times (T_E - T_S)$$

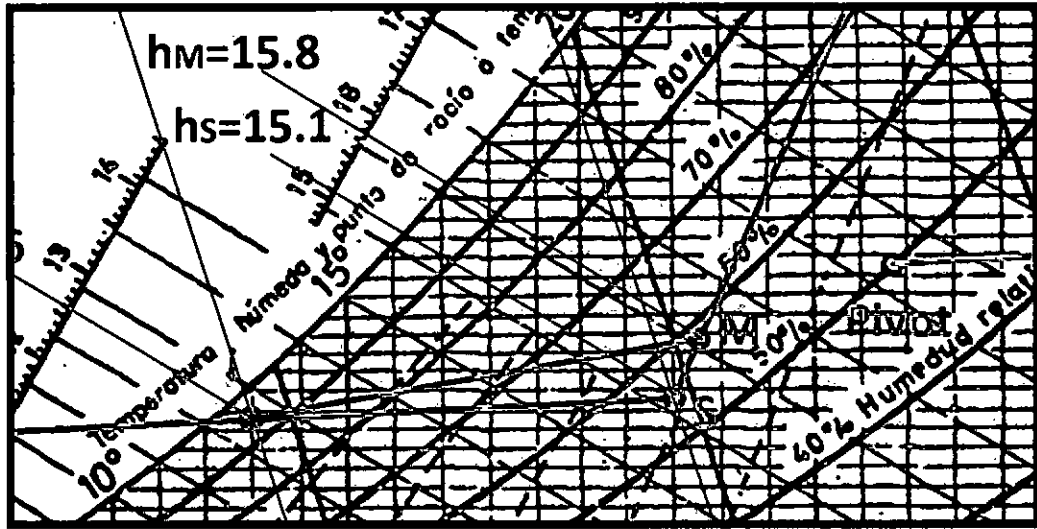
Reemplazamos los valores obtenidos previamente:

$$T_M = 22^\circ C + 6.46\% \times (31^\circ C - 22^\circ C)$$

$$\rightarrow T_M = 22.6^\circ C$$

En la **figura N° 4.8** se ubicó el punto "M", con una temperatura de 22.6 °C, en la recta que une las condiciones "E" y "S", y se trazó la recta de proceso del equipo entre el punto "i" y el punto "M".

FIGURA N° 4.8
UBICACIÓN DEL PUNTO DE MEZCLA DENTRO DE LA CARTA
PSICROMETRICA



Fuente: Elaboración propia

Capacidad total del equipo

De la ecuación de la energía expresado en el capítulo II:

$$Q_{TEQ} = \dot{m}_i \times (h_M - h_i)$$

Previamente se calculó el valor de \dot{m}_i (824.24 Kg/h); también se determinó dentro de la carta psicométrica el valor de h_i (12.6 Kcal/Kg); y el valor de h_M obtenido de la carta psicométrica que se observa en la figura N° 4.8 es 15.8 Kcal/Kg.

Reemplazando estos valores en la ecuación anterior se obtiene la capacidad total del equipo:

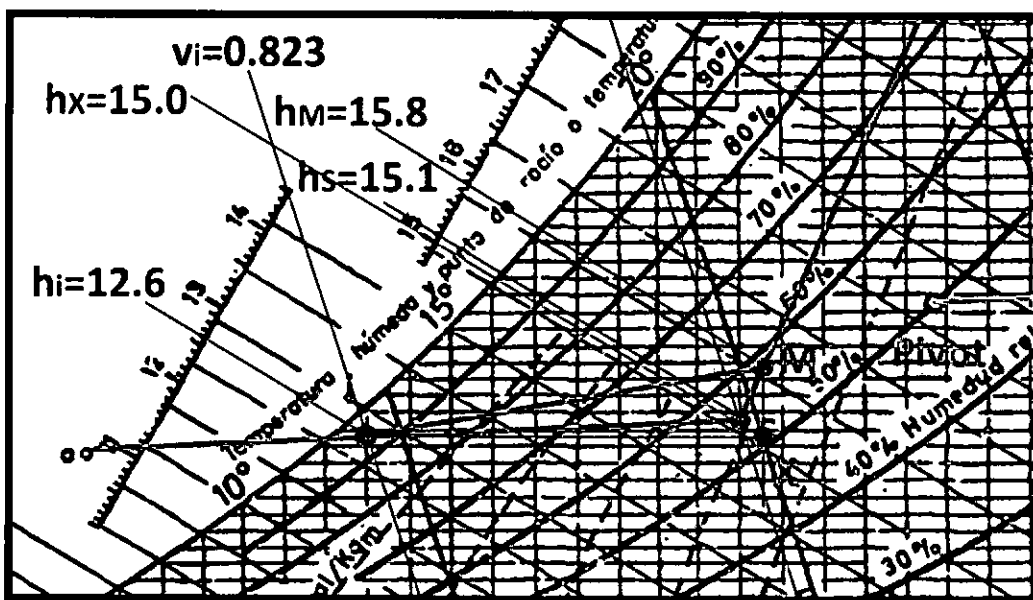
$$\dot{Q}_{TEQ} = 824.24 \text{ Kg/h} \times (15.8 \text{ Kcal/Kg} - 12.6 \text{ Kcal/Kg})$$

$$Q_{TEQ} = 2637.57 \text{ Kcal/h} \times \left(\frac{1000 \text{ Btu}}{252 \text{ Kcal}} \right)$$

$$Q_{TEQ} = 10,466.55 \text{ Btu/h}$$

Este calor total del equipo podría también descomponerse si se ubica un punto imaginario "X" fuera de las rectas de procesos, de tal manera que "X" se encuentre en la vertical del estado "M" con la horizontal del estado "i" y rápidamente se observa en la figura N° 4.9 que este "estado" tiene una humedad específica de 15.0 Kcal/Kg.

FIGURA N° 4.9
UBICACIÓN DEL PUNTO "X" FUERA DEL PROCESO
PSICROMETRICO



Fuente: Elaboración propia

Una vez que se ubicó este punto "X", el calor total del equipo se descompuso en calor sensible y en calor latente. Veamos:

$$Q_{SEQ} = \dot{m}_i \times (h_x - h_i)$$

$$Q_{SEQ} = 824.24 \text{ Kg/h} \times (15.0 \text{ Kcal/Kg} - 12.6 \text{ Kcal/Kg})$$

$$Q_{SEQ} = 1978.18 \text{ Kcal/h}$$

$$Q_{LEQ} = \dot{m}_i \times (h_M - h_X)$$

$$Q_{SEQ} = 824.24 \text{ Kg/h} \times (15.8 \text{ Kcal/Kg} - 15.0 \text{ Kcal/Kg})$$

$$Q_{LEQ} = 659.39 \text{ Kcal/h}$$

Por lo cual también se comprueba que la suma de calor sensible y calor latente dan como resultado el calor total que necesita extraer el equipo

$$Q_{TEQ} = Q_{SEQ} + Q_{LEQ}$$

$$2637.57 \text{ Kcal/h} = 1978.18 \text{ Kcal/h} + 659.39 \text{ Kcal/h}$$

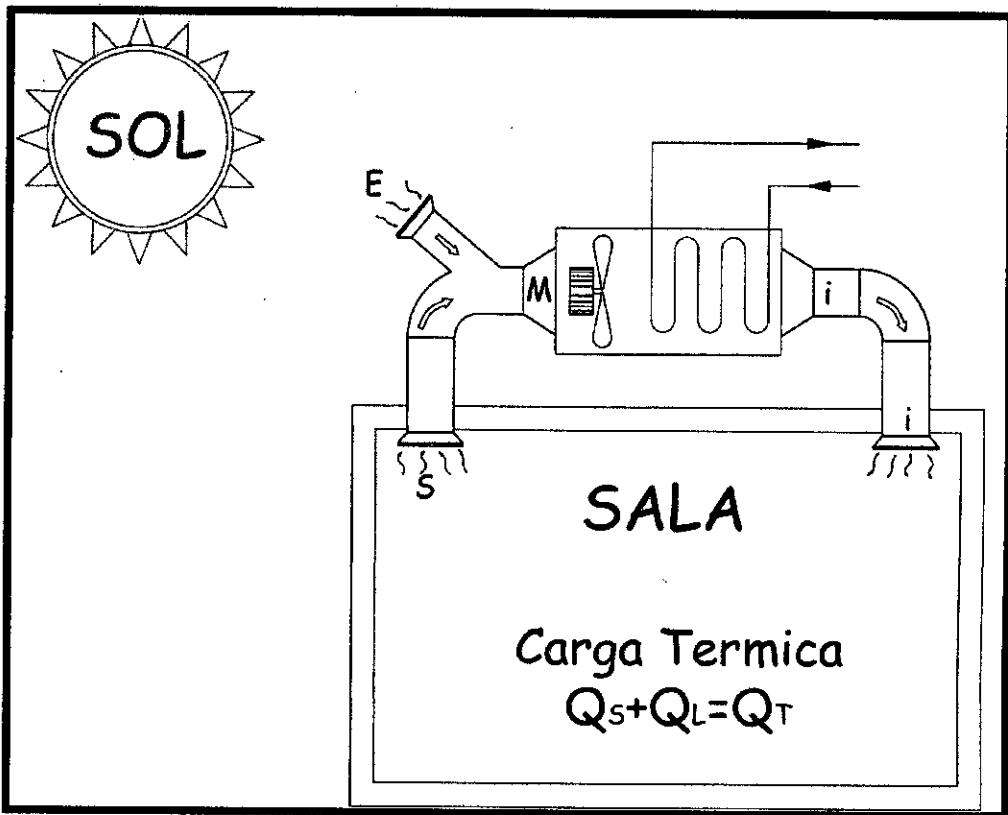
Por consiguiente en el ambiente Supervisor Orientación tendrá que instalarse un equipo de aire acondicionado que tenga la capacidad de extraer un calor total de 2637.57 Kcal/h o al menos el calor sensible 1978.18 Kcal/h . El procedimiento completo de la psicrometría se aprecia en el **anexo 10**.

Para aplicaciones de confort humano es importante que el equipo seleccionado tenga la capacidad llevarse al menos el calor sensible pasando a segundo el plano el calor latente, pues básicamente porque el calor latente está muy ligado a la cantidad de personas que están dentro del ambiente, el cual toma valores diferentes para diferentes días y horas

del día. Sin embargo en este informe de investigación tendrá que cumplirse mínimamente la carga total y luego

La figura N° 4.10 ayudó a una mejor comprensión de la ubicación de cada uno de estos estados dentro de un sistema de aire acondicionado.

FIGURA N° 4.10
CONDICIONES DE PROCESO REPRESENTADOS EN UN ESQUEMA DE PRINCIPIO



Fuente: Elaboración propia

Uso del Software Elite Psychart

Se usó el software Elite Psychart ya que es un programa que permite crear procesos gráficos de ciclos de aire acondicionado completo mediante la

introducción de datos en términos que son familiares a todos los diseñadores de HVAC.

Se introdujeron los datos iniciales para el ambiente Supervisor Orientación.

En la **tabla N° 4.21** se muestran los puntos de estado con sus propiedades, mientras que en la **tabla N° 4.22** se muestra la energía liberada o absorbida de cada proceso, en ambos casos los valores están en unidades inglesas.

**TABLA N° 4.21
RESUMEN DE LAS PROPIEDADES DE CADA ESTADO DE LOS
PROCESOS PSICROMETRICOS**

Point Name	Dry Bulb Temp. °F	Wet Bulb Temp. °F	Relative Humidity %	Enthalpy of Moist Air Btu/lb	Humidity Ratio lb/lb	Specific Volume ft³/lb	Dew Point Temp. °F
E	87.80	82.42	80.00	47.11	0.0237	14.627	80.86
S	71.80	60.96	55.00	27.41	0.0094	13.879	54.60
i	55.10	54.24	94.88	23.03	0.0090	13.441	53.65
M	72.72	62.79	58.32	28.74	0.0103	13.930	57.26

Fuente: Exportación del software Elite Psychart

**TABLA N° 4.22
RESUMEN DE CALORES LIBERADOS O ABSORBIDOS EN CADA
PROCESO PSICROMETRICO**

Process Type	From Point	To Point	Flow Std. ft³/min	Sensible Heat kBtu/hr	Sensible Cool kBtu/hr	Latent Heat kBtu/hr	Latent Cool kBtu/hr	Water Added lb/hr	Total Load kBtu/hr
General	M	i	416	0.0	8.054	0.0	2.609	-2.4	-10.663
Zone	i	S	416	7.521	0.0	0.658	0.0	0.6	8.180
Mixing	S	M	388	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Mixing	E	M	28	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Totals:				0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	

Note: Only loads for processes which normally use purchased energy are included in the totals. These items are marked with a trailing plus sign ("+").

Fuente: Exportación del software Elite Psychart

Se hizo una comparación entre los valores obtenidos manualmente donde se observó que el calor sensible del equipo es **1978.18 Kcal/h** y en la **tabla N° 4.22** se observa en el tipo de proceso General de "M" a "i" que el calor sensible de enfriamiento del equipo es **8054 Btu/h (2029.61 Kcal/h)**, dando un error de **2.6%**.

De la misma manera se comprobó el calor latente del equipo obtenido manualmente 659.39 Kcal/h y en la **tabla N° 4.22** se observa que este valor es $2,609 \text{ Btu/h}$ (657.45 Kcal/h), obteniendo un error de **0.3%**.

Puesto que no existe un margen de error considerable, se usó el software Elite Psychart para determinar la capacidad de los equipos para los ambientes restantes. En la **tabla N° 4.23 y 4.24** se muestra el resumen de la capacidad de equipos que se necesitan para climatizar cada ambiente.

El proceso normal para selección de equipos es dar estas carga a los fabricantes y que ellos seleccionen el equipo más adecuado. Los fabricantes normalmente preguntan si la selección del equipo se hará en base al calor sensible, al calor latente o al calor total, caso contrario si se desea encontrar un equipo con las capacidades iguales a las calculadas este tendrá que ser fabricado e importado. Para uso de confort térmico se recomienda que se cumpla por lo menos con el calor sensible y en este diseño de aire acondicionado la capacidad de enfriamiento de los equipos seleccionados se hizo en base al calor total.

TABLA N° 4.23
RESUMEN DE CARGA TERMICA REQUERIDO PARA LOS EQUIPOS
DE CADA AMBIENTE DEL PRIMER PISO

Nombre del ambiente	Calor Sensible Total	Calor Latente Total	Calor Total Requerido	
Supervisor Orientación	8,054 Btu/h	2,609 Btu/h	10,663 Btu/h	0.89 TON
Espera 1	193,763 Btu/h	155,677 Btu/h	349,440 Btu/h	29.12 TON
Cabinas PDT	44,933 Btu/h	25,564 Btu/h	70,497 Btu/h	5.87 TON
Supervisor Tramites	5,081 Btu/h	2,673 Btu/h	7,754 Btu/h	0.65 TON
Oficina Administracion	4,811 Btu/h	2,606 Btu/h	7,417 Btu/h	0.62 TON
Oficina Jefatura	5,447 Btu/h	2,743 Btu/h	8,190 Btu/h	0.68 TON
CC-TV	2,646 Btu/h	986 Btu/h	3,632 Btu/h	0.30 TON

Fuente: Elaboración propia

TABLA N° 4.24
RESUMEN DE CARGA TERMICA REQUERIDO PARA LOS EQUIPOS
DE CADA AMBIENTE DEL SEGUNDO PISO

Nombre del ambiente	Calor Sensible Total	Calor Latente Total	Calor Total Requerido	
Supervisor de Control de Deudas 2	8,611 Btu/h	2,680 Btu/h	11,291 Btu/h	0.94 TON
Espera 2	180,351 Btu/h	127,546 Btu/h	307,897 Btu/h	25.66 TON
Sala de Capacitación Personal	49,848 Btu/h	48,027 Btu/h	97,875 Btu/h	8.16 TON
Supervisor de Control de Deudas 1	5,525 Btu/h	2,673 Btu/h	8,198 Btu/h	0.68 TON
Sala de Reuniones	9,599 Btu/h	7,470 Btu/h	17,069 Btu/h	1.42 TON
Supervisor Fiscalización	5,506 Btu/h	2,677 Btu/h	8,183 Btu/h	0.68 TON
Comedor	29,317 Btu/h	21,832 Btu/h	51,149 Btu/h	4.26 TON

Fuente: Elaboración propia

Con estas capacidades obtenidas se seleccionaron las unidades interiores, que para este caso se usaron como referencia equipos de la marca LG) necesarias para cubrir la carga total requerida.

i) Selección de Unidades Interiores

La carga total se dividió en dos sistemas, el primer sistema de volumen de refrigerante variable se encargará de climatizar los ambientes del 1° piso de la SUNAT mientras que el segundo sistema se encargara de climatizar los ambientes del segundo piso, con el fin de tener un manejo de equipos por piso.

La tabla N° 4.25 y 4.26 muestra las cantidades y las capacidades nominales de los equipos de aire acondicionado seleccionados en base al catálogo de LG.

**TABLA N° 4.25
CANTIDAD Y CAPACIDAD NOMINAL DE EQUIPOS DE
ENFRIAMIENTO EN EL 1° PISO**

Nombre del ambiente	Capacidad del Equipo Seleccionado		
	Cantidad	Capacidad	Total
Supervisor Orientación	1.00	3.60 KW 12,300 Btu/h	12,300 Btu/h
Espera 1	15.00	7.10 KW 24,200 Btu/h	363,000 Btu/h
Cabinas PDT	4.00	5.60 KW 19,100 Btu/h	76,400 Btu/h
Supervisor Tramites	1.00	2.80 KW 9,600 Btu/h	9,600 Btu/h
Oficina Administracion	1.00	2.80 KW 9,600 Btu/h	9,600 Btu/h
Oficina Jefatura	1.00	2.80 KW 9,600 Btu/h	9,600 Btu/h
CC-TV	1.00	1.60 KW 5,500 Btu/h	5,500 Btu/h

Fuente: Elaboración propia

TABLA N° 4.26
CANTIDAD Y CAPACIDAD NOMINAL DE EQUIPOS DE
ENFRIAMIENTO EN EL 2° PISO

Nombre del ambiente	Capacidad del Equipo Seleccionado			
	Cantidad	Capacidad	Total	
Supervisor de Control de Deudas 2	1.00	3.60 KW	12,300 Btu/h	12,300 Btu/h
Espera 2	11.00	8.20 KW	28,000 Btu/h	308,000 Btu/h
Sala de Capacitación Personal	4.00	7.10 KW	24,200 Btu/h	96,800 Btu/h
Supervisor de Control de Deudas 1	1.00	2.80 KW	9,600 Btu/h	9,600 Btu/h
Sala de Reuniones	1.00	5.60 KW	19,100 Btu/h	19,100 Btu/h
Supervisor Fiscalización	1.00	2.80 KW	9,600 Btu/h	9,600 Btu/h
Comedor	2.00	7.10 KW	24,200 Btu/h	48,400 Btu/h

Fuente: Elaboración propia

La selección de los equipos de enfriamiento (unidades interiores) se hizo por exceso en la mayoría de los casos, el único caso en el cual se escogieron capacidad por defecto es en el ambiente del segundo piso, sala de capacitación personal.

j) Selección de unidades exteriores

La capacidad total requerida para el primer piso se deduce de la tabla N° 4.23 que en suma da un total de 457,593 Btu/h. Realmente se debe seleccionar una unidad exterior (condensador) de es esta capacidad. En el catálogo de LG seleccionó el condensador de 48HP que equivale a 459,000 Btu/h, dando así un ratio de combinación definido en el capítulo II:

$$\text{Ratio de Combinacion} = \frac{\sum \text{Unidades Interiores}}{\sum \text{Unidad Exterior}} \times 100\%$$

$$R.C. = \frac{12.3 + 15 \times 24.2 + 4 \times 19.1 + 9.6 + 9.6 + 9.6 + 5.5}{459} * 100\%$$

$$R.C. = 106\%$$

Esto quiere decir que sistema de aire acondicionado ofrece un 6% adicional de su máxima capacidad.

La capacidad total requerida para el segundo piso se deduce de la **tabla N° 4.24** que en suma da un total de 495,905 Btu/h. Realmente se debe seleccionar una unidad exterior (condensador) de es esta capacidad, sin embargo se consideró que hay ambientes que van a ser habitados solo en algunos casos, estos ambientes son el comedor y la sala de reuniones. El comedor por lo general debería usarse solo una o dos horas durante el día todos los días laborables y la sala de reuniones se usara en casos esporádicos que ameriten este uso. Del catálogo de LG se seleccionó el condensador de 46HP que equivale a 439,900 Btu/h, dando así un ratio de combinación definido en el **capítulo II**:

$$\text{Ratio de Combinacion} = \frac{\sum \text{Unidades Interiores}}{\sum \text{Unidad Exterior}} \times 100\%$$

$$R.C. = \frac{12.3 + 11 \times 28 + 4 \times 24.2 + 9.6 + 19.1 + 9.6 + 2 \times 28}{439.9} \times 100\%$$

$$R.C. = 116\%$$

Esto quiere decir que sistema de aire acondicionado entrega un 16% adicional de su máxima capacidad.

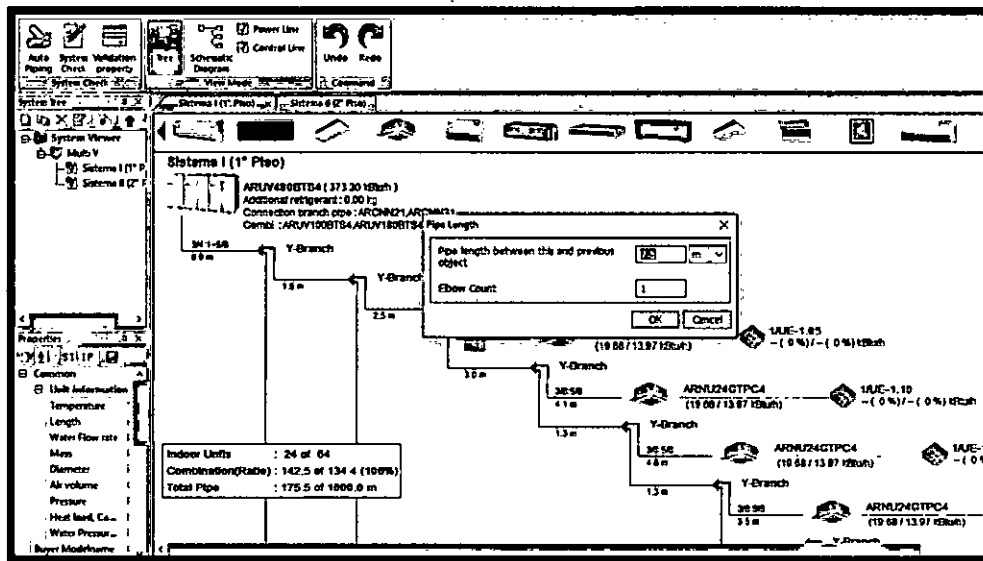
k) Dimensionamiento de tuberías de refrigeración

Luego de haber determinado las capacidades de las unidades interiores y exterior y el ratio de combinación se procedió distribuir estos estos equipos en el plano de manera uniforme que cubran una mayor superficie. Inmediatamente después se trazó el recorrido de las tuberías de refrigeración, como se observa en el **anexo 25**. Se tuvo en cuenta las limitaciones de longitud que impone el programa LatsHVAC.

Las dimensiones de las tuberías se realizaron en base a las medidas tomadas del plano en el **anexo 25** y el programa LatsHVAC.

Luego de ingresar las todas las longitudes al programa como se muestra en la **figura N° 4.11** se cliqueó la pestaña *Auto Piping* en la parte superior izquierda de la ventana, la cual sirve para que el programa ejecute el dimensionamiento de tuberías.

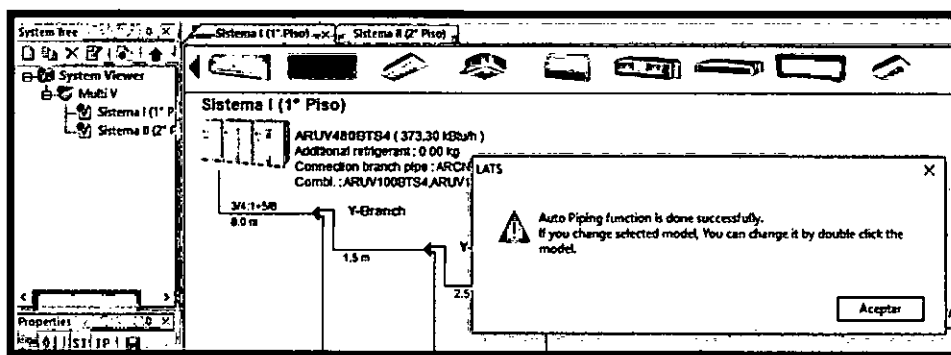
FIGURA N° 4.11
INGRESO DE LONGITUD DE TUBERIA AL PROGRAMA LATSHVAC
DEL SISTEMA I



Fuente: Exportación del LatsHVAC

El programa emitió un mensaje indicando que la función *Auto Piping* se realizó satisfactoriamente. La figura N° 4.12 muestra el mensaje del programa.

FIGURA N° 4.12
MENSAJE EMITIDO POR EL PROGRAMA LATSHVAC LUEGO DE
CLIQUEAR AUTO PIPING



Fuente: Exportación del LatsHVAC

Por último se verificó que las medidas ingresadas el programa no sobrepasen las longitudes máximas permitidas por el programa. La figura N° 4.14 muestra que el diseño de la red de tuberías está dentro los parámetros del programa.

**FIGURA N° 4.14
CONDICIONES GENERALES DE LAS PROPIEDADES PARA LA
INVALIDACION DEL SISTEMA I**

Contents	Limit	Current(Max value : connected unit)
Total pipe length	1000.0 m	175.5 m
Longest equivalent pipe length	175.0 m	42.9 m : ARNU12GTUC4[124]
Longest pipe length after 1st branch	40.0 m	28.9 m : ARNU12GTUC4[124]
Difference in height (outdoor below indoor)	110.0 m	0.0 m
Difference in height (outdoor above indoor)	110.0 m	5.3 m : ARNU12GTUC4[124]
Difference in height (indoor - indoor)	40.0 m	0.0 m : ARNU24GTPC4[1]-ARNU24GTPC4[1]
Longest real pipe length	150.0 m	36.9 m : ARNU12GTUC4[124]

Note : Except Longest equivalent pipe length, other pipe length limitations are actual length.

Fuente: Exportación del LatsHVAC

Se puede decir que el parámetro más crítico de acuerdo con la figura N° 4.13 es "la longitud de tubería más larga después del primer branch" la cual es 28.9 m, en otras palabras si la longitud de la tubería luego del primer branch se hubiera alargado hasta 40 m o más, el programa hubiera presentado un error invalidando así el Sistema I por completo.

El mismo procedimiento se realizó para el Sistema II del segundo piso, donde el programa no arrojó ningún error, validando así el Sistema II.

1) Material y tipo de tubería

El fabricante y recomienda usar tuberías de cobre para sus instalaciones. Esta recomendación también la da la norma ASTM B-88 que para aplicaciones de aire acondicionado y refrigeración se deberán usar tuberías de refrigeración tipo L.

Puesto que el gas refrigerante con el que funcionan los equipos es R-410A, la presión de trabajo en alta es aproximadamente 420 psi y la presión a la cual se presurizan las tuberías para verificar que no haya fugas es de 520 psi.

La ficha técnica de la empresa Cobre Global (Ver tabla N° 4.27) muestra que para tuberías tipo L las presiones de trabajo están por encima de 520 psig para diámetros menores a 2-1/2". Esto garantiza que las tuberías de refrigeración de tipo L son las más adecuadas para aplicaciones con gas R-410A.

**TABLA N° 4.27
DATOS TECNICOS DE LOS TIPOS DE TUBERIA DE COBRE**

Diámetro Nominal	TIPO K						TIPO L				TIPO M			
	Diámetro Exterior*		Espesor de pared		Peso teórico	Presión de trabajo	Espesor de pared		Peso teórico	Presión de trabajo	Espesor de pared		Peso teórico	Presión de trabajo
pu/g.	pu/g.	mm	pu/g.	mm	kg/m	PSI a 38°C	pu/g.	mm	kg/m	PSI a 38°C	pu/g.	mm	kg/m	PSI a 38°C
1/4	3/8	9,52	0,035	0,89	0,216	1,595	0,032	0,81	0,199	1,350	-	-	-	-
1/2	5/8	12,70	0,049	1,24	0,400	1,745	0,035	0,89	0,295	1,195	0,025	0,63	0,216	840
3/4	7/8	15,87	0,049	1,24	0,512	1,375	0,040	1,02	0,424	1,105	0,028	0,71	0,304	790
1	1 1/8	19,05	0,049	1,24	0,522	1,135	0,042	1,07	0,539	955	-	-	-	-
1 1/4	1 3/8	22,22	0,065	1,65	0,954	1,315	0,045	1,14	0,677	875	0,032	0,81	0,488	610
1 1/2	1 5/8	28,57	0,065	1,65	1,249	1,010	0,050	1,27	0,975	770	0,035	0,89	0,652	515
1 3/4	1 7/8	34,92	0,065	1,65	1,548	820	0,055	1,40	1,316	680	0,042	1,07	1,015	515
2	2 1/8	41,27	0,072	1,83	2,024	765	0,060	1,52	1,687	630	0,049	1,24	1,399	510
2 1/2	2 3/8	53,97	0,083	2,11	3,058	665	0,070	1,78	2,604	555	0,058	1,47	2,173	450
3	2 7/8	66,67	0,095	2,41	4,360	520	0,080	2,03	3,691	520	0,065	1,65	3,021	410
3 1/2	3 1/8	79,37	0,109	2,77	5,953	605	0,090	2,29	4,956	490	0,072	1,83	3,988	385
4	3 3/8	92,07	0,120	3,05	7,619	570	0,100	2,54	6,384	470	0,083	2,11	5,328	385
4 1/2	3 7/8	104,77	0,134	3,40	9,688	555	0,110	2,79	8,006	450	0,095	2,41	6,835	380

Nota: El diámetro exterior real es de 1/8 pulgada mayor que el diámetro nominal, por el cual se conocen. Es decir, un tubo tipo L de 1/2 pulgada tiene en realidad un diámetro exterior de 3/4 pulgada. La tubería tipo K, tiene un espesor de pared mayor que la tubería tipo L, y el espesor de pared de la tubería L es mayor que la pared de la tubería M, para un diámetro dado.

Fuente: Cobre Global

m) Contratación del sistema VRV con otros sistemas

El Sistema I (48HP) y Sistema II (46HP) validado por el programa y por el fabricante del producto posee una eficiencia a carga parcial (IEER) de 20.13 Btu/h-W y 20.87 Btu/h-W respectivamente. La tabla N° 4.28 muestra el consumo energético anual del Sistema I y II.

**TABLA N° 4.28
COSTO DE OPERACIÓN DEL SISTEMA VRV**

ASUNCIÓNES Y CONSIDERACIONES:			48 HP	46 HP
Costo de electricidad (S./ kWh):	0.4811	Capacidad del Condensador (BTU/h):	459,000	439,900
Horas de operación diaria:	10	Eficiencia EER:	13.39	13.60
Días de operación por mes:	24	Eficiencia IEER:	20.13	20.87
Horas de operación Anual:	2880	Consumo eléctrico a Plena carga (kW):	34.28	32.35
Periodo del Estudio (años):	1	Consumo eléctrico a Carga Parcial (kW):	22.80	21.08

MODELO	DESCRIPCIÓN	CANT.	UNIDAD	COSTO DE OPERACIÓN ANUAL		
				POT. ELÉCT. UNIT. (kW)	POT. ELÉCT. PARCIAL (kW)	COSTO DE OPERACIÓN (S./.)
1. OUTDOOR UNITS						S/ 60,798.57
CONDENSADOR DE 48HP	Unidad condensadora VRV de 48 HP o 459,000 btu/hr, tipo solo frito, en 220V / 3 / 60Hz, con gas R410a.	1	und	22.80	22.80	31593.43
CONDENSADOR DE 46HP	Unidad condensadora VRV de 46 HP o 439,900 btu/hr, tipo solo frito, en 220V / 3 / 60Hz, con gas R410a.	1	und	21.08	21.08	29205.14
2. INDOOR UNITS						S/ 2,003.53
ARNU28GTPC4	Unidad evaporadora tipo cassette de 4 vías de 28,000 btu/hr, en 220V/1F/60Hz	13	und	0.033	0.429	594.41
ARNU24GTPC4	Unidad evaporadora tipo cassette de 4 vías de 24,200 btu/hr, en 220V/1F/60Hz	19	und	0.033	0.627	868.75
ARNU18GTQC4	Unidad evaporadora tipo cassette de 4 vías de 19,100 btu/hr, en 220V/1F/60Hz	5	und	0.030	0.15	207.84
ARNU12GTUC4	Unidad evaporadora tipo cassette de 1 vía de 12,300 btu/hr, en 220V/1F/60Hz	2	und	0.030	0.06	83.13
ARNU09GTUC4	Unidad evaporadora tipo cassette de 1 vía de 9,600 btu/hr, en 220V/1F/60Hz	5	und	0.030	0.15	207.84
ARNU05GTUC4	Unidad evaporadora tipo cassette de 4 vías de 5,500 btu/hr, en 220V/1F/60Hz	1	und	0.030	0.03	41.57
SUB TOTAL						S/ 62,802.10

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar de la tabla N° 4.28 que el costo por el consumo anual del sistema VRF asciende a S/ 62,802.10 soles.

Ahora veamos cuanto es el consumo de un sistema de agua helada con un Chiller de 81 TON y un ratio de eficiencia a carga parcial (IPLV) de 15.39 Btu/h-W en la tabla N° 4.29.

**TABLA N° 4.29
COSTO DE OPERACIÓN DE UN SISTEMA DE AGUA HELADA**

ASUNCIÓNES Y CONSIDERACIONES:		81
Costo de electricidad (\$./kWh):	0.4811	Capacidad del CHILLER (BTU/h): 972,000
Horas de operación diaria:	10	Eficiencia EER: 9.79
Días de operación por mes:	24	Eficiencia IPLV (EER): 15.39
Horas de operación Anual:	2880	Consumo eléctrico a Plena carga (kW): 99.30
Período del Estudio (años):	1	Consumo eléctrico a Carga Parcial (kW): 63.17

MODELO	DESCRIPCIÓN	CANT.	UNIDAD	COSTO DE OPERACIÓN ANUAL		
				POT. ELÉCT. UNIT. (kW)	POT. ELÉCT. PARCIAL (kW)	COSTO DE OPERACIÓN (\$./.)
1. OUTDOOR UNITS						
CHILLER DE 81 TON	Unidad enfriadora de agua de 81 TON	1	und	63.174	63.17	\$/ 87,532.31
2. INDOOR UNITS						
IC4H-12KF-3	Unidad evaporadora tipo cassette de 4 vías de agua helada de 3 TON, en 220V/1F/60hz	13	und	0.190	2.47	3,422.35
IC4H-08KF-3	Unidad evaporadora tipo cassette de 4 vías de agua helada de 2 TON, en 220V/1F/60hz	19	und	0.150	2.85	3,948.87
IC4H-06KF-3	Unidad evaporadora tipo cassette de 4 vías de agua helada de 1.5 TON, en 220V/1F/60hz	5	und	0.125	0.625	865.98
IC1H-04KF-3	Unidad evaporadora tipo cassette de 1 vía de agua helada de 1 TON, en 220V/1F/60hz	7	und	0.040	0.28	387.96
IC4H-04KF-3	Unidad evaporadora tipo cassette de 4 vías de agua helada de 1 TON, en 220V/1F/60hz	1	und	0.070	0.07	96.99
SUB TOTAL						\$/ 96,254.46

Fuente: Elaboración propia

Se observa en la **tabla N° 4.29** que un sistema de agua helada de 81 TON consume \$/ 96,254.46 en un año, esto es casi un 50% adicional que el sistema de VRF que se ha diseñado.

Ahora si observamos el consumo energético de un sistema convencional o un sistema de aire acondicionado con equipos decorativos, los cuales no trabajan a carga parcial y sus capacidades no bajan de 12,000 Btu/h (1 TON) se obtiene la **tabla N° 4.30**.

**TABLA N° 4.30
COSTO DE OPERACIÓN DE UN SISTEMA CONVENCIONAL**

ASUNCIÓNES Y CONSIDERACIONES:			
Costo de electricidad (\$./kWh):	0.4811	Capacidad del Condensador (BTU/h):	1,014,000
Horas de operación diaria:	10	Eficiencia EER:	9.33
Días de operación por mes:	24	Eficiencia IEER:	-
Horas de operación Anual:	2880	Consumo eléctrico a Plena carga (kW):	108.70
Período del Estudio (años):	1	Consumo eléctrico a Carga Parcial (kW):	-

MODELO	DESCRIPCIÓN	CANT.	UNIDAD	COSTO DE OPERACIÓN ANUAL		
				POT. ELÉCT. UNIT. (kW)	POT. ELÉCT. PARCIAL (kW)	COSTO DE OPERACIÓN (\$/.)
L IN/OUT-DOOR UNITS						
HEAS-30CR3FD	Split Decorativo de 30,000 Btu/h, en 220V/1Ph/60Hz	13	und	3.367	43.771	60647.70
YH9FZC24BAH-AFX	Split Decorativo de 24,000 Btu/h, en 220V/1Ph/60Hz	19	und	2.500	47.500	65614.48
YH9FZC18BAH-AFX	Split Decorativo de 18,000 Btu/h, en 220V/1Ph/60Hz	5	und	1.870	9.350	12955.06
YH9FZC12BAH-AFX	Split Decorativo de 12,000 Btu/h, en 220V/1Ph/60Hz	2	und	1.250	2.500	3463.92
YH9FZC09BAH-AFX	Split Decorativo de 9,000 Btu/h, en 220V/1Ph/60Hz	6	und	0.930	5.580	7731.47
SUB TOTAL						\$/150,612.63

Fuente: Elaboración propia

Se aprecia en la **tabla N° 4.30** que al no trabajar los equipos convencionales a carga parcial, estos trabajan a plena carga durante todo el año, haciendo que el costo de consumo energético se eleve a \$/150,612.63. Este consumo de energía es más del doble ante el sistema VRF que se ha diseñado.

Por lo cual luego de estas comparaciones se observa claramente que el sistema de aire acondicionado con volumen de refrigerante variable es el que ahorra mayor cantidad de energía eléctrica para esta aplicación en comparación con otros sistemas.

4.3 Población y muestra

Según Hurtado y Toro (2005), enunció que la "población es el total de los individuos o elementos a quienes se refiere la investigación, es decir, todos los elementos que vamos a estudiar, por ello también se le llama universo" (p.124).

Según Hurtado y Toro (2005), enunció que la “la muestra es el conjunto de elementos representados de una población, con los cuales se trabajará realmente de la investigación” (p.125).

El presente informe de tesis consiste en un diseñar un sistema de aire acondicionado para ambientes específicos, en este caso los 14 ambientes administrativos y de atención al público del edificio de la SUNAT de Villa El Salvador en el cruce de la Av. Pachacutec y la Av. 200 Millas a 12° Latitud SUR a 175 m.s.n.m., por lo cual este edificio es la población y a su vez es igual a la muestra.

4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Según Espinoza (2010), la técnica de recolección de datos más relacionado para este trabajo de investigación es la “técnica documental”, que menciona (p.110):

La técnica documental permite la recopilación de evidencias para demostrar las hipótesis de investigación, está formada por documentos de diferentes tipos: revistas, memorias, actas, registros, datos e informaciones estadísticas y cualquier documento de instituciones y empresas que registran datos de su funcionamiento.

Los instrumentos de recolección de datos son como fichas bibliográficas, hemerografica, videografica, cibergrafica, ficha de trabajo, registros de sistemas de gestión.

**TABLA N° 4.31
TECNICAS E INSTRUMENTOS**

Técnica	Instrumento de Recolección
Documental	Planos de arquitectura de la SUNAT.
	Reglamento nacional de edificaciones, ASHRAE, AHRI.
	Catálogos y revistas internacionales.
	Fichas técnicas de equipos de aire acondicionado.
	Textos: transferencia de calor y masa, manual de aire acondicionado Carrier y el manual del ASHRAE.

Fuente: Elaboración propia

4.5 Procedimiento de recolección de datos

Los procedimientos para encontrar la información necesaria para realizar el trabajo de investigación es el siguiente:

- ✚ Se recurrió a la página del SENHAMI para encontrar los datos de temperatura y humedad máxima promedio para el departamento de Lima, que es donde se encuentra Villa El Salvador.
- ✚ Se recurrió a los planos de arquitectura, tanto de planta como de elevación, brindados por la empresa constructora encargada de edificar el edificio de la SUNAT.
- ✚ Se indago en el Reglamento Nacional de Edificación EM.050 Instalaciones de Climatización del 2006 sobre las condiciones para el confort humano.

✦ Las tablas y valores de calor se obtuvieron principalmente del manual del Carrier y del ASHRAE.

4.6 Procesamiento estadístico y análisis de datos

La presente investigación no involucra datos estadísticos por consiguiente no amerita hacer un procesamiento estadístico.

CAPITULO V RESULTADOS

Como resultado de los cálculos realizados previamente para llegar a objetivo trazado de diseñar el sistema de aire acondicionado con volumen de refrigerante variable se presenta la siguiente relación de equipos, capacidades y accesorios complementarios.

**TABLA N° 5.1
RELACION DE UNIDADES EXTERIORES**

	46HP	48HP
Modelo	ARUV460BTS4	ARUV480BTS4
Capacidad de Enfriamiento (Btu/h)	439,900	459,000
Potencia de Entrada (KW)	33.02	34.98
Factor de Potencia	0.92	0.92
Tipo de Compresor	Scroll Sellado Herméticamente	Scroll Sellado Herméticamente
Tuberías de Líquido mm(pulg)	19.05(3/4)	19.05(3/4)
Tubería de Gas mm(pulg)	41.30(1-5/8)	41.30(1-5/8)
Dimensiones (WxHxD)	(1,240x1,680x760)x2+(920x1,680x760)x2	(1,240x1,680x760)x2+(920x1,680x760)x2
Ruido (dB)	63.9	64.1
Potencia Sonora (dB)	86.2	86.6
Refrigerante	R-410A	R-410A
Potencia de Suministro (V/Ph/Hz)	220/3/60	220/3/60
Sistema Perteneciente	Sistema II – Segundo Piso	Sistema I – Primer Piso
Ratio de Combinación	116%	106%

Fuente: Elaboración propia

**TABLA N° 5.2
RELACION DE UNIDADES INTERIORES DEL SISTEMA I**

Modelo	ARNU05GTRC4	ARNU09GTLC4	ARNU12GTUC4	ARNU18GTQC4	ARNU24GTPC4
Cantidad	1	3	1	4	15
Cap. Enfriamiento (Btu/h)	5,500	9,600	12,300	19,100	24,200
Potencia de Entrada (W)	30	30	30	30	33
N° de Vías	4	1	1	4	4
Flujo de Aire H/M/L (CFM)	265/247/233	325/304/290	353/325/290	396/388/353	600/530/459
Presión Sonora (dB)	29/27/26	31/30/29	32/31/30	37/35/34	36/34/31
Potencia Sonora (dB)	46/44/43	50/49/48	50/49/48	52/50/49	55/43/50
Dimensiones WxHxD (mm)	570x214x570	860x132x450	860x132x450	570x256x570	840x204x840
Peso (Kg)	13.1	14.7	14.7	15.5	21.8
Tubería de Líquido (mm)	6.25	12.7	12.7	12.7	15.88
Tubería de Gas (mm)	12.7	25	25	25	25

Fuente: Elaboración propia

**TABLA N° 5.3
RELACION DE LAS UNIDADES INTERIORES DEL SISTEMA II**

Modelo	ARNU09GTLC4	ARNU12GTUC4	ARNU18GTQC4	ARNU24GTPC4	ARNU28GTPC4
Cantidad	2	1	1	4	11
Cap. Enfríamiento (Btu/h)	9,600	12,300	19,100	24,200	28,000
Potencia de Entrada (W)	30	30	30	33	33
N° de Vías	1	1	4	4	4
Flujo de Aire H/M/L (CFM)	325/304/290	353/325/290	396/388/353	600/530/459	671/565/494
Presión Sonora (dB)	31/30/29	32/31/30	37/35/34	36/34/31	39/35/33
Potencia Sonora (dB)	50/49/48	50/49/48	52/50/49	55/43/50	56/52/50
Dimensiones WxHxD (mm)	860x132x450	860x132x450	570x256x570	840x204x840	840x204x840
Peso (Kg)	14.7	14.7	15.5	21.8	21.8
Tubería de Líquido (mm)	12.7	12.7	12.7	15.88	15.88
Tubería de Gas (mm)	25	25	25	25	25

Fuente: Elaboración propia

**TABLA N° 5.4
TUBERIAS Y BIFURCADORES**

BRANCH (CONECTOR "Y")								
Modelo	Unidades Interiores						Unidades Exteriores	
	ARBLN01621	ARBLN03321	ARBLN07121	ARBLN14521	ARCNN21	ARCNN31		
Cantidad	17	16	8	2	2	2		
TUBERIA DE GAS Y LIQUIDO TIPO L								
Dimensiones (pulg.)	1/4:1/2	3/8:5/8	3/8:3/4	3/8:7/8	1/2:1-1/8	5/8:1-1/8	3/4:1-3/8	3/4:1-5/8
Longitud (m)	65	146	38	37	29	19	6.3	11

CAPITULO VI DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1 Contrastación de hipótesis con los resultados

- ✦ Se comprobó que para obtener la carga térmica de las áreas administrativas y de atención pública de la SUNAT es fundamental determinar adecuadamente el calor sensible y latente en cada uno.
- ✦ Se comprobó que para seleccionar adecuadamente los equipos de aire acondicionado es crucial determinar previamente la capacidad de enfriamiento que debe tener cada equipo con el valor inmediato superior de acuerdo a los catálogos.
- ✦ Se verifico que para interconectar las unidades interiores con las exteriores del sistema es esencial dimensionar las tuberías de refrigeración con las restricciones que exige el fabricante.

6.2 Contrastación de resultados con otros estudios similares

- ✦ En contraste con las conclusiones de Araujo e Iuzuriaga de la Universidad de San Francisco de Quito quienes en su estudio realizado citan que la mayor ganancia de calor es por ventanas y paredes, sin embargo en esta investigación la mayor ganancia de calor es debido a las personas y también debido a carga adicional por aire fresco (aire exterior) que en algunos casos llega a ser casi el 50% de la capacidad total, se puede entender que esto es porque el departamento de Lima en general en verano llega a ser muy

caliente (31° C y 80% HR) y el equipo tiene que aumentar su capacidad respecto a lo calculado por carga térmica.

- # En concordancia con Guerra de la Escuela Politécnica Nacional de Ecuador quien en su investigación cito que el consumo energético por un sistema VRV en un año es prácticamente la mitad del consumo de energía ante un sistema central, para esta investigación se encuentran valores de ahorro energético parecido entre un 40% y 50% de ahorro en consumo energético comparado ante un sistema convencional.
- # En contraste con Gutierrez de la Pontificia Universidad Católica del Perú quien en su investigación hace mención que un chiller tipo tornillo consume 1.12 KW/TR mientras que los equipo VRF a carga parcial consumen de 0.6 KW/TR de acuerdo con el IEER del fabricante en relación inversa. Esta comparación es a groso modo, pues se tiene que comprar con datos reales de perfiles de carga de cada ambiente en cada hora del día y en cada mes del año para una mejor precisión en la comparación.
- # De acuerdo con Kutsuma de la Pontificia Universidad Católica del Perú se tiene que seleccionar sistemas unitarios tipo Split Ducto para cada ambiente, mientras que en esta investigación se usaron equipo con volumen de refrigerante variable. También menciona que la mayor carga térmica es por ventilación y precisamente esta es la fuente de calor de mayor importancia comparado entre las otras.

CAPITULO VII CONCLUSIONES

- a) El sistema de aire acondicionado con volumen de refrigerante variable de 1140 m² se diseñó bajo las condiciones exteriores máximas de forma que asegure el confort humano. El uso de un sistema que trabaja a carga parcial principalmente garantiza que el consumo de energía se adapte a las condiciones de requeridas por el usuario generando así un ahorro energético.
- b) Se logró determinar el calor sensible y latente en los ambientes administrativos y de atención al público de la SUNAT con los planos de arquitectura y la ubicación geográfica del inmueble y así obtener la carga térmica que emite cada ambiente. Es importante resaltar que la carga térmica obtenida no es exacta, sin embargo los criterios tomados para este cálculo hicieron que el error sea mínimo.
- c) Se logró determinar la capacidad de enfriamiento de los equipos mediante las recomendaciones de ventilación del ASHRAE Standard 62.1 - 2007 y el procedimiento psicrométrico del manual de aire acondicionado Carrier. Estos fueron de vital importancia a la hora de seleccionar los equipos de enfriamiento. Solo un poco porcentaje de aire fresco hacen que la capacidad del equipo se eleve de forma considerable debido las condiciones exteriores críticas.
- d) Se dimensionó las tuberías de refrigeración del sistema de aire acondicionado VRV con la ayuda del software de selección de LatsHVAC de LG, el cual también dio como información un ratio de combinación de

106% para el primer sistema y 116% para el segundo sistema. El dimensionamiento de tuberías es indispensable para la interconexión entre las unidades interiores y exteriores puesto que por ellas se transporta el calor absorbido por las unidades interiores para llevarlas a las unidades exteriores donde se liberan al medio ambiente.

CAPITULO VIII RECOMENDACIONES

- a) Programar los equipos de aire acondicionado a entre 22 °C y 24 °C de temperatura.
- b) El uso de los equipos de aire acondicionado deberá controlarse por controles inalámbricos (controles remotos) y solo por los empleados de la SUNAT.
- c) En caso que se desee usar controles alámbrico, como lo son los termostatos) estos tendrán que instalarse con una caja protectora y programarse en modo de bloqueo por el personal de mantenimiento de la SUNAT.
- d) Los termostatos tendrán que instalarse a un nivel respirable de las personas, se recomienda 1.50 m sobre el nivel del piso terminado.
- e) El uso de un controlador central para monitorear las unidades interiores y exteriores desde un solo lugar tendrá que ser de la misma marca que los equipos instalados.
- f) La ubicación de las unidades interiores deberán respetarse de acuerdo al plano, en caso de haber alguna modificación se tendrá que programar una reunión entre el personal encargado de la SUNAT y el especialista en HVAC.
- g) El sistema de ventilación mecánica deberá ser diseñado posteriormente por ingeniero especialista en el rubro HVAC cumpliendo los caudales de aire fresco calculados en la tabla N° 4.19 para cada ambiente.

- h) El sistema de alimentación eléctrica de los equipos tendrá que ser diseñado por un ingeniero eléctrico de manera que los conductores y llaves termo magnéticas cubran las capacidades adjuntas en las fichas.
- i) El circuito de control o interconexión se instalará por el técnico especialista en refrigeración y aire acondicionado con cable apantallado de 1.5mm² de dos conductores.
- j) En caso que se desee instalar el sistema con otra marca se tendrá que verificar las capacidades mínimas requeridas por el ambiente y seguir las recomendaciones de dicha marca.
- k) El punto de drenaje tendrá que ser habilitado por el especialista en instalaciones sanitarias.
- l) Probar las bombas de condensado antes de dar como finalizado la instalación.
- m) Aislar las tuberías de drenaje al menos 1 m para evitar goteos por condensación.
- n) Las tuberías de refrigeración tendrán que aislarse con espuma elastómera de 3/4" de espesor como mínimo.
- o) Las tuberías de refrigeración a usar serán rígidas a partir de diámetro de 3/4", para diámetros menos se podrá usar tubería flexible.
- p) La inmediata instalación de este sistema VRF diseñado para mitigar las sensaciones de inconformidad en la SUNAT de Villa El Salvador.

CAPITULO IX REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- # ASHRAE. **HVAC Applications**. Atlanta, Editorial ASHRAE, Inc. 2015.
- # ASHRAE. **HVAC Fundamentals**. Atlanta, Editorial ASHRAE, Inc. 2013.
- # ASHRAE. **HVAC System and Equipments**. Atlanta, Editorial ASHRAE, Inc. 2016.
- # ANSI/ASHRAE Standard 62.1. **Ventilación for Acceptable Indoor Air Quality**. Atlanta, Editorial ASHRAE, Inc. 2007.
- # ANSI/ASHRAE/IES Standard 90.1. **Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings**. Atlanta, Editorial ASHRAE, Inc. 2013.
- # ANSI/AHRI Standard 1230-2010. **Performance Rating of Variable Refrigerant Flow (VRF) Multi-Split Air-Conditioning and Heat Pump Equipment**. Arlington, Editorial AHRI, Inc. Segunda Edición. 2014.
- # MINISTERIO DE VIVIENDA CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO. **Reglamento Nacional de Edificaciones**. Lima, Publicado en el diario El Peruano. 2006.
- # NORMAS APA 2017. **American Psychological Association**. Mexico, D.F. Editorial El Manual Moderno. Sexta Edicion. 2017.
- # BERNAL TORRES, César Augusto. **Metodología de la Investigación**. Colombia. Editorial Pearson Educación de Colombia Ltda. Tercera Edición. 2010.

- ✦ CARRASCO DIAZ, Sergio. **Metodología de la Investigación Científica: Pautas Metodológicas para Diseñar y Elaborar el Proyecto de Investigación.** Lima. Editorial San Marcos E.I.R.L. Segunda Edición. 2008.
- ✦ ESPINOZA MONTES, Ciro. **Metodología de la Investigación Tecnológica.** Huancayo. Editorial Imagen Gráfica S.A.C. Primera Edición. 2010.
- ✦ HERNANDEZ SAMPIERI y Otros. **Metodología de la Investigación.** México. Editorial Mc Graw Hill Interamericana de México S.A. Quinta Edición. 2010.
- ✦ HURTADO Y TORO. **Paradigmas y métodos de investigación.** Carabobo. Episteme Consultores Asociados C.A. Quinta Edición. 2005.
- ✦ CARRIER Air Conditioning Company. **Manual de Aire Acondicionado,** Nueva York. Editorial MARCOMBO, S.A. de Boixareu Editores. Quinta Edición. 1980.
- ✦ CENGEL, Yunus A. y GHAJAR, Afshin J. **Transferencia de Calor y Masa,** Mexico, Editorial McGraw-Hill Interamericana Editores S.A. de C.V. Cuarta Edición. 2011.
- ✦ DOSSAT, Roy J. **Principios de la Refrigeración.** Houston. Editorial Jhon Wiley & Sons, Inc. 1961.
- ✦ ARAUJO DUEÑAS, Diego Ignacio y IUZURIAGA CAMPOVERDE, Guido Michael. **Diseño del Sistema de Aire Acondicionado VRV**

- para la **Biblioteca de la Universidad San Francisco de Quito**.
Tesis de grado. Quito, Ecuador. Universidad San Francisco de Quito.
2010.
- # GUERRA SAMANIEGO, Bruno. **Diseño del Sistema de Aire Acondicionado con Sistema de Refrigerante de Volumen Variable**. Tesis de grado. Quito, Ecuador. Escuela Politecnica Nacional de Ecuador. 2013.
 - # GUTIERREZ GIRALDO, Daniel. **Sistema de Climatización para Hotel Cuatro Estrellas ubicado en la Ciudad de Lima**. Tesis de grado. Lima. Pontificia Universidad Católica del Perú. 2009.
 - # KUTSUMA AGATA, Martin Javier. **Diseño de un Sistema de Climatización en Aula CAD-CAE**. Tesis de grado. Lima. Pontificia Universidad Católica del Peru. 2011.
 - # M. DERBY, Melanie. **Efectos de la Baja Humedad en la Salud, Confort y Calidad de Aire Ambiental**, en *Ashrae Journal*. Vol.59, N° 9 (p.44 - 51). Setiembre 2017.
 - # ACONDICIONARINGENIEROS. **Calculation of Integrated Efficiency**. Disponible en:
<http://www.acondicionaringenieros.com/index.php/calculo-iplv>.
Consultada el 2 de noviembre del 2017.
 - # AIRE ACONDICIONADO Y CLIMA, **Sistemas de Refrigerante Variable VRV**. Disponible en:

- <http://www.aireacondicionadoyclima.com/2013/01/sistemasderefrigerante-variable.html>. Consultado el 25 de octubre del 2017.
- # CHILTRIX. **IPLV/NPLV Explained Comparison**. Disponible en: <http://www.chiltrix.com/documents/IPLV-NPLV-Explained-Comparison.pdf>. Consultada 03 de setiembre del 2017.
- # CLEPSE. **Mini Split Pared Oficinas**. Disponible en: <http://www.clespe.com.pe/img/mini-split-pared-oficinas.jpg>. Consultado el 16 agosto del 2017.
- # CONVERGENCE. **Cooling a Chilled Water Systems**. Disponible en: <https://www.convergencetraining.com/cooling-and-chilled-water-systems.html>. Consultado el 29 de octubre del 2017.
- # DAIKIN CORPORATION, **Funcionamiento del Aire Acondicionado**. Disponible en <http://www.daikin.es/aire-acondicionado/funcionamiento/>. Consultado el 20 de Agosto del 2017.
- # EBERHADT. **Tubos de Cobre Tipo K, L y M, ASTM-B88**. Disponible en: http://www.eberhardt-sa.com/prod_cobre1.html. Consultado el 16 de agosto del 2017.
- # FOROFRIO, **Sistemas de Caudal Variable de Refrigeración**. Disponible en: http://www.forofrio.com/index.php?option=com_content&view=article&id=93:sistemas-de-caudal-variable-de-refrigerante. Consultado el 19 de Setiembre del 2017.

- ✚ **MUNDOHVACR. Consumo de Energía entre Sistema de Refrigerante Variable y Agua Helada** Disponible en: <https://www.mundohvacr.com.mx/mundo/2007/01/consumo-de-energia-entre-sistemas-de-refrigerante-variable-y-agua-helada-2/>. Consultada el 30 de octubre del 2017.
- ✚ **MUNDOHVACR. Eficiencia y Consumo Energético en sistemas VRF.** Disponible en: <https://www.mundohvacr.com.mx/mundo/2014/10/eficiencia-y-consumo-energetico-en-sistemas-vrf/>. Consultada el 03 de setiembre del 2017.
- ✚ **REPARACIONES AIRE ACONDICIONADO. Como funciona su Sistema de Aire Acondicionado.** Disponible en: <http://reparaciones.about.com/od/heatingcoolingrepair/ss/How-our-Home-Air-Conditioning-System-Works.htm>. Consultado el 20 de Agosto del 2015.
- ✚ **SENHAMI. Temperaturas.** Disponible en: <http://www.senhامي.gob.pe/?p=tiempo-actual>. Consultada el 10 de agosto del 2017.

ANEXOS

ANEXO 1

MATRIZ DE CONSISTENCIA				
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	METODOLOGIA	POBLACION
<p>Problema General ¿Cómo diseñar un sistema de aire acondicionado con volumen de refrigerante variable en 1140 m² para obtener un ahorro de energía eléctrica en la SUNAT de Villa El Salvador?</p> <p>Problemas Específicos P1: ¿Cómo determinar el calor sensible y latente en los ambientes administrativos y de atención pública de la SUNAT que permita obtener su carga térmica correspondiente? P2: ¿Cómo determina la capacidad de enfriamiento de los equipos que permita su respectiva selección? P3: ¿Cómo dimensionar las tuberías de refrigeración del sistema de aire acondicionado VRV para interconectar las unidades exteriores con la red de unidades interiores?</p>	<p>Objetivos Generales Diseñar un sistema de aire acondicionado con volumen de refrigerante variable en 1140 m² para obtener un ahorro de energía eléctrica en la SUNAT de Villa El Salvador.</p> <p>Objetivos Específicos O1: Determinar el calor sensible y latente en los ambientes administrativos y de atención pública de la SUNAT para obtener su carga térmica correspondiente. O2: Determinar la capacidad de enfriamiento de los equipos para su respectiva selección. O3: Dimensionar las tuberías de refrigeración del sistema de aire acondicionado VRV para la interconexión las unidades exteriores con la red de unidades interiores.</p>	<p>Hipotesis General Si se diseña el sistema de aire acondicionado con volumen de refrigerante variable en 1140 m² se logrará ahorrar energía eléctrica.</p> <p>Hipotesis Especificas H1: Si se determina adecuadamente el calor sensible y latente en las áreas administrativas y de atención pública de la SUNAT se logrará obtener la carga térmica correspondiente. H2: Si se determina la capacidad de enfriamiento que debe tener cada equipo de aire acondicionado permitirá seleccionarlos adecuadamente. H3: Si se dimensionan las tuberías de refrigeración del sistema lograremos interconectar las unidades exteriores con las interiores.</p>	<p>Tipo de Investigación El presente informe de tesis es una investigación tecnológica de nivel aplicado ya que se emplean conocimientos científicos obtenidos en el área de estudios específicos de ciencias e ingeniería de termofluidos contemplados en el plan de estudios 2016</p> <p>Diseño de la Investigación El presente informe de tesis tiene un diseño no experimental puesto que para el diseño del sistema de aire acondicionado no se manipularon las variables, sino que se presenta la situación como tal y se realizó el estudio necesario en base al fenómeno como se da.</p>	<p>El presente informe de tesis consiste en un diseñar un sistema de aire acondicionado para ambientes específicos, en este caso los 14 ambientes administrativos y de atención pública del edificio de la SUNAT de Villa El Salvador en el cruce de la Av. Pachacutec y la Av. 200 Millas a 12° Latitud SUR a 175 m.s.n.m., por lo cual este edificio es la población y a su vez es igual a la muestra.</p>

ANEXO 2 FACTORES DE ALMACENAMIENTO SOBRE CARGA TERMICA, APORTACIONES SOLARES

Funcionamiento de 12 horas diarias, Temperatura interior constante***

ORIENTACION (Latitud Norte)	PESO por m ² de superficie de suelo	CON PANTALLA INTERIOR**												SIN O CON PANTALLA EXTERIOR**												ORIENTACION (Latitud Norte)
		HORA SOLAR																								
		MANANA						TARDE						MANANA						TARDE						
6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17			
NE	750 y más	0,59	0,67	0,67	0,49	0,33	0,27	0,25	0,24	0,22	0,21	0,20	0,17	0,34	0,42	0,47	0,45	0,42	0,39	0,36	0,33	0,30	0,29	0,26	0,25	SE
	500	0,59	0,69	0,64	0,52	0,35	0,29	0,24	0,23	0,20	0,19	0,17	0,15	0,31	0,45	0,50	0,49	0,45	0,42	0,39	0,36	0,33	0,30	0,28	0,26	
	150	0,62	0,80	0,73	0,60	0,37	0,29	0,19	0,17	0,15	0,13	0,12	0,11	0,20	0,47	0,64	0,68	0,64	0,58	0,54	0,50	0,47	0,44	0,41	0,38	
E	750 y más	0,51	0,66	0,71	0,67	0,50	0,40	0,29	0,26	0,25	0,23	0,21	0,19	0,26	0,46	0,50	0,53	0,50	0,46	0,39	0,36	0,34	0,30	0,26	0,26	E
	500	0,52	0,67	0,73	0,70	0,58	0,46	0,29	0,26	0,24	0,21	0,19	0,16	0,24	0,44	0,54	0,58	0,57	0,53	0,44	0,39	0,37	0,31	0,28	0,24	
	150	0,53	0,74	0,82	0,81	0,65	0,43	0,25	0,19	0,16	0,14	0,11	0,09	0,16	0,54	0,71	0,76	0,70	0,64	0,59	0,50	0,45	0,38	0,35	0,32	
SE	750 y más	0,20	0,47	0,59	0,70	0,74	0,71	0,68	0,68	0,23	0,20	0,16	0,24	0,24	0,37	0,43	0,50	0,58	0,57	0,55	0,50	0,45	0,41	0,37	0,37	SE
	500	0,18	0,50	0,57	0,70	0,75	0,72	0,63	0,67	0,34	0,30	0,25	0,21	0,29	0,33	0,41	0,51	0,55	0,61	0,61	0,56	0,49	0,44	0,37	0,32	
	150	0,09	0,35	0,41	0,70	0,86	0,87	0,69	0,50	0,30	0,20	0,17	0,10	0,14	0,37	0,47	0,64	0,75	0,79	0,73	0,61	0,45	0,32	0,23	0,18	
S	750 y más	0,38	0,25	0,40	0,53	0,64	0,72	0,77	0,77	0,72	0,67	0,60	0,51	0,47	0,43	0,42	0,46	0,51	0,56	0,61	0,65	0,65	0,63	0,64	0,64	S
	500	0,36	0,22	0,34	0,51	0,64	0,73	0,79	0,77	0,72	0,63	0,51	0,31	0,44	0,37	0,30	0,49	0,60	0,67	0,66	0,64	0,70	0,68	0,63	0,63	
	150	0,31	0,29	0,48	0,67	0,79	0,84	0,89	0,83	0,56	0,50	0,44	0,16	0,30	0,19	0,35	0,38	0,54	0,68	0,78	0,84	0,82	0,74	0,61	0,61	
SO	750 y más	0,21	0,27	0,27	0,26	0,25	0,27	0,30	0,63	0,72	0,74	0,69	0,54	0,51	0,44	0,40	0,37	0,34	0,36	0,41	0,47	0,54	0,57	0,60	0,58	SO
	500	0,23	0,28	0,25	0,23	0,23	0,31	0,50	0,64	0,74	0,77	0,70	0,55	0,53	0,44	0,37	0,35	0,31	0,33	0,39	0,46	0,55	0,60	0,64	0,60	
	150	0,29	0,21	0,18	0,14	0,14	0,21	0,50	0,69	0,82	0,87	0,79	0,68	0,48	0,32	0,23	0,20	0,17	0,19	0,19	0,26	0,36	0,43	0,47	0,49	
O	750 y más	0,43	0,51	0,38	0,37	0,35	0,24	0,22	0,29	0,46	0,61	0,71	0,72	0,56	0,49	0,44	0,39	0,36	0,33	0,31	0,31	0,25	0,45	0,49	0,54	O
	500	0,67	0,59	0,28	0,16	0,24	0,22	0,20	0,28	0,44	0,61	0,72	0,73	0,49	0,39	0,44	0,39	0,34	0,31	0,29	0,28	0,23	0,43	0,51	0,57	
	150	0,77	0,54	0,15	0,20	0,12	0,14	0,13	0,22	0,44	0,67	0,82	0,85	0,77	0,54	0,38	0,28	0,22	0,18	0,16	0,19	0,23	0,32	0,47	0,57	
NO	750 y más	0,68	0,58	0,29	0,15	0,23	0,22	0,20	0,19	0,19	0,24	0,41	0,56	0,47	0,49	0,44	0,39	0,36	0,33	0,30	0,26	0,26	0,20	0,37	0,44	NO
	500	0,71	0,51	0,27	0,14	0,22	0,21	0,19	0,19	0,23	0,40	0,50	0,50	0,39	0,34	0,48	0,41	0,35	0,31	0,28	0,23	0,23	0,16	0,39	0,48	
	150	0,82	0,53	0,23	0,20	0,18	0,15	0,14	0,13	0,19	0,41	0,44	0,80	0,75	0,53	0,36	0,28	0,24	0,19	0,17	0,15	0,17	0,10	0,50	0,66	
N y sombra	750 y más	0,96	0,94	0,94	0,94	0,96	0,96	0,94	0,94	0,94	0,96	0,96	0,96	0,94	0,75	0,75	0,79	0,87	0,84	0,86	0,86	0,88	0,92	0,93	0,93	S y sombra
	150	0,88	0,94	0,94	0,94	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,81	0,84	0,86	0,89	0,81	0,83	0,83	0,84	0,85	0,85	0,83	

Ecuación: Carga de refrigeración kcal/h = [Máxima aportación solar kcal/h m² (Tabla 8)]
 × [superficie acristalada, m²]
 × [factor de sombra, factor de atmósfera, etc. (Cap. 4)]
 × [factor de almacenamiento (Tabla 7 a la hora deseada)].

- * Elemento de sombra interior es cualquier tipo de pantalla situada detrás de la superficie acristalada.
- ** Vidrio descubierta: Cualquier ventana sin elementos de sombra interiores. Ventanas con elementos de sombra exteriores o sombreadas por salientes se consideran como vidrio descubierta.
- *** Estos factores se aplican cuando se mantiene una TEMPERATURA CONSTANTE en el interior del edificio durante el periodo de funcionamiento del equipo. Cuando se permite una variación de temperatura, resulta un almacenamiento adicional durante periodos de máxima carga. Véase la Tabla 13 para los factores de almacenamiento aplicables.

- **** Peso por m² de superficie de suelo.
- Local con uno o dos muros exteriores = $\frac{(\text{Peso de muros exteriores, kg}) + 1/2 (\text{Peso de tabiques, suelo y techo, kg})}{\text{superficie del suelo del local, m}^2}$
- Local interior (sin muros exteriores) = $\frac{1/2 (\text{peso de tabiques, suelo y techo, kg})}{\text{superficie del suelo del local, m}^2}$
- Local en sótano (peso sobre suelo) = $\frac{(\text{Peso del suelo, kg}) + (\text{Peso de muros exteriores, kg}) + 1/2 (\text{peso de tabiques y techo, kg})}{\text{superficie del suelo del local, m}^2}$
- Edificio o zona entera = $\frac{\text{Peso de muros exteriores, tabiques, pisos, estanterías y aparatos, kg}}{\text{superficie de suelo con acondicionamiento de aire, m}^2}$

Fuente: Carrier 1980

ANEXO 3 APORTACIONES SOLARES A TRAVES DEL VIDRIO SENCILLO

Kcal/h x (m² de abertura)

0° LATITUD NORTE		HORA SOLAR																0° LATITUD SUR	
Época	Orientación	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Orientación	Época			
21 Junio	N	0	122	176	200	211	217	222	217	211	200	176	122	0	S	22 Diciembre			
	NE	0	322	423	417	360	267	143	54	38	35	29	16	0	SE				
	E	0	314	398	366	252	116	38	38	38	35	29	16	0	E				
	SE	0	180	113	73	40	38	38	38	38	35	29	16	0	NO				
	SO	0	16	29	35	38	38	38	38	38	35	29	16	0	NO				
O	0	16	29	35	38	38	38	116	252	366	398	314	0	O					
NO	0	16	29	35	38	38	38	54	143	267	360	417	423	322	0	SO			
Horizontal	0	75	235	398	518	588	612	588	518	398	235	75	0	Horizontal					
22 Julio y 21 Mayo	N	0	100	146	165	176	179	181	179	176	165	146	100	0	S	21 Enero y 21 Noviembre			
	NE	0	320	414	406	336	233	116	43	38	35	29	16	0	SE				
	E	0	328	410	377	260	116	38	38	38	35	29	16	0	E				
	SE	0	124	141	97	48	38	38	38	38	35	29	16	0	NO				
	SO	0	16	29	35	38	38	38	38	38	35	29	16	0	NO				
O	0	16	29	35	38	38	38	116	260	377	410	414	320	0	O				
NO	0	16	29	35	38	38	38	44	116	233	336	406	414	320	0	SO			
Horizontal	0	78	246	409	528	605	631	604	528	409	246	78	0	Horizontal					
24 Agosto y 20 Abril	N	0	46	75	84	89	92	92	89	84	75	46	0	S	20 Febrero y 23 Octubre				
	NE	0	298	382	360	276	165	65	38	38	35	32	16	0		SE			
	E	0	349	442	401	279	125	38	38	38	35	32	16	0		E			
	SE	0	181	214	176	94	41	38	38	38	35	32	16	0		NO			
	SO	0	16	32	35	38	38	38	38	38	35	32	16	0		NO			
O	0	16	32	35	38	38	38	124	279	401	442	349	0	O					
NO	0	16	32	35	38	38	38	65	165	276	360	382	298	0	SO				
Horizontal	0	84	263	406	558	634	664	634	558	406	263	84	0	Horizontal					
22 Septiembre y 22 Marzo	N	0	16	32	35	38	38	38	38	38	35	32	16	0	S	22 Marzo y 22 Septiembre			
	NE	0	257	320	273	184	84	38	38	38	35	32	16	0	SE				
	E	0	363	452	409	290	127	38	38	38	35	32	16	0	E				
	SE	0	257	320	273	184	84	38	38	38	35	32	16	0	NO				
	SO	0	16	32	35	38	38	38	38	38	35	32	16	0	NO				
O	0	16	32	35	38	38	38	127	290	409	452	363	0	O					
NO	0	16	32	35	38	38	38	84	184	273	320	257	0	SO					
Horizontal	0	86	263	442	569	650	678	650	569	442	271	86	0	Horizontal					
23 Octubre y 20 Febrero	N	0	16	32	35	38	38	38	38	38	35	32	16	0	S	20 Abril y 24 Agosto			
	NE	0	181	214	176	94	40	38	38	38	35	32	16	0	SE				
	E	0	349	442	401	279	124	38	38	38	35	32	16	0	E				
	SE	0	298	382	360	276	165	65	38	38	35	32	16	0	NO				
	SO	0	16	32	35	38	38	38	65	165	276	360	382	298	0		NO		
O	0	16	32	35	38	38	38	124	279	401	442	349	0	O					
NO	0	16	32	35	38	38	38	40	94	176	214	181	0	SO					
Horizontal	0	84	263	406	558	634	664	634	558	406	263	84	0	Horizontal					
21 Noviembre y 21 Enero	N	0	124	141	97	48	38	38	38	38	35	29	16	0	S	21 Mayo y 23 Julio			
	NE	0	328	412	377	260	116	38	38	38	35	29	16	0	SE				
	E	0	320	414	406	336	233	116	43	38	35	298	16	0	NE				
	SE	0	100	146	165	176	179	181	179	176	165	146	100	0	N				
	SO	0	16	29	35	38	38	38	43	116	233	336	406	414	320		0	NO	
O	0	16	29	35	38	38	38	116	260	377	412	328	0	O					
NO	0	16	29	35	38	38	38	48	97	141	124	0	0	SO					
Horizontal	0	78	246	409	528	604	631	604	528	409	246	78	0	Horizontal					
22 Diciembre	N	0	100	113	73	40	38	38	38	38	35	29	16	0	S	21 Junio			
	NE	0	314	398	366	252	116	38	38	38	35	29	16	0	SE				
	E	0	322	423	417	360	257	143	54	38	35	29	16	0	E				
	SE	0	122	176	200	211	217	222	217	211	200	176	122	0	NO				
	SO	0	16	29	35	38	38	38	54	143	257	360	417	423	322		0	NO	
O	0	16	29	35	38	38	38	116	252	366	398	314	0	O					
NO	0	16	29	35	38	38	38	38	116	252	366	398	314	0	SO				
Horizontal	0	75	235	398	518	588	612	588	518	398	235	75	0	Horizontal					

Correcciones	Marco metálico o ningún marco × 1,0, 0,85 ó 1,17	Defecto de limpieza 15 % máx.	Altitud + 0,7 % por 300 m	Punto de rocío superior a 19,5° C - 14 % por 10° C	Punto de rocío superior a 19,5° C + 14 % por 10° C	Latitud sur Dic. o Enero + 7 %
--------------	---	----------------------------------	------------------------------	---	---	-----------------------------------

Valores subrayados-máximos mensuales

Valores encuadrados-máximos anuales

Fuente: Carrier 1980

ANEXO 3 APORTACIONES SOLARES A TRAVES DEL VIDRIO SENCILLO (Cont.) Kcal/h x (m² de abertura)

10°

10°

OR LATITUD NORTE		HORA SOLAR															OR LATITUD SUR														
Epoca	Orientación	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Orientación	Epoca															
21 Junio	N	51	119	135	122	119	116	111	116	119	122	125	119	5	22 Diciembre	S	5	21	21	35	38	38	31	39	38	35	29	21	5		
	NE	149	335	414	379	287	176	75	38	38	35	29	21	5		SE	5	21	21	35	38	38	31	39	38	35	29	21	5		
	E	146	363	420	377	265	111	31	38	38	35	29	21	5		NO	5	21	21	35	38	38	31	39	38	35	29	21	5		
	Horizontal	10	119	230	450	556	651	459	631	536	430	290	119	10		Horizontal	10	119	230	450	556	651	459	631	536	430	290	119	10		
22 Julio	N	113	344	401	360	295	151	59	38	38	35	29	19	2	21 Enero	S	2	19	29	35	38	38	31	39	38	35	29	19	2		
	NE	125	346	428	385	265	116	34	35	35	35	29	19	2		SE	2	19	29	35	38	38	31	39	38	35	29	19	2		
	E	70	134	177	151	86	38	38	38	38	35	29	19	2		NO	2	19	29	35	38	38	31	39	38	35	29	19	2		
	Horizontal	2	19	29	35	38	38	31	39	38	35	29	19	2		Horizontal	2	19	29	35	38	38	31	39	38	35	29	19	2		
21 Agosto	N	2	40	43	40	40	38	38	38	40	40	45	40	2	20 Febrero	S	2	19	29	35	38	38	31	39	38	35	29	19	2		
	NE	46	306	352	303	217	92	30	35	38	35	29	19	2		SE	2	19	29	35	38	38	31	39	38	35	29	19	2		
	E	67	274	447	404	282	124	28	38	38	35	29	19	2		NO	2	19	29	35	38	38	31	39	38	35	29	19	2		
	Horizontal	2	19	29	35	38	38	31	39	38	35	29	19	2		Horizontal	2	19	29	35	38	38	31	39	38	35	29	19	2		
22 Septiembre	N	7	16	29	35	38	38	38	38	38	35	29	16	2	22 Septiembre	S	2	19	29	35	38	38	31	39	38	35	29	16	2		
	NE	2	241	279	217	122	46	34	38	38	35	29	16	2		SE	2	19	29	35	38	38	31	39	38	35	29	16	2		
	E	2	332	444	409	287	127	38	38	38	35	29	16	2		NO	2	19	29	35	38	38	31	39	38	35	29	16	2		
	Horizontal	2	19	29	35	38	38	31	39	38	35	29	16	2		Horizontal	2	19	29	35	38	38	31	39	38	35	29	16	2		
23 Octubre	N	0	13	27	35	38	38	38	38	38	35	29	13	0	24 Agosto	S	0	13	27	35	38	38	31	39	38	35	29	13	0		
	NE	0	279	328	404	333	219	124	48	34	35	27	13	0		SE	0	13	27	35	38	38	31	39	38	35	29	13	0		
	E	0	48	168	189	176	102	108	192	176	140	108	48	0		NO	0	13	27	35	38	38	31	39	38	35	29	13	0		
	Horizontal	0	13	27	35	38	38	31	39	38	35	29	13	0		Horizontal	0	13	27	35	38	38	31	39	38	35	29	13	0		
21 Noviembre	N	0	10	24	32	35	38	38	38	35	32	24	10	0	21 Mayo	S	0	10	24	32	35	38	38	31	39	38	35	32	24	10	0
	NE	0	73	100	46	35	34	36	38	35	32	24	10	0		SE	0	10	24	32	35	38	38	31	39	38	35	32	24	10	0
	E	0	268	367	356	252	105	36	38	35	32	24	10	0		NO	0	10	24	32	35	38	38	31	39	38	35	32	24	10	0
	Horizontal	0	10	24	32	35	38	38	31	39	38	35	32	24		10	0	Horizontal	0	10	24	32	35	38	38	31	39	38	35	32	24
22 Diciembre	N	0	10	24	32	35	38	38	38	35	32	24	10	0	21 Junio	S	0	10	24	32	35	38	38	31	39	38	35	32	24	10	0
	NE	0	48	73	46	35	34	36	38	35	32	24	10	0		SE	0	10	24	32	35	38	38	31	39	38	35	32	24	10	0
	E	0	233	371	352	246	119	39	38	35	32	24	10	0		NO	0	10	24	32	35	38	38	31	39	38	35	32	24	10	0
	Horizontal	0	10	24	32	35	38	38	31	39	38	35	32	24		10	0	Horizontal	0	10	24	32	35	38	38	31	39	38	35	32	24

Correcciones	Marco metálico o en su lugar x 1,0, 95 ó 1,17	Defecto de limpieza 15% máx.	Altitud 0,7% por 300 m	Punto de rocío superior a 19,5°C - 14% por 10°C	Punto de rocío superior a 18,5°C + 14% por 10°C	Latitud sur Día o enero + 7%
--------------	---	------------------------------------	---------------------------	---	---	------------------------------------

Valores subrayados-máximos mensuales

Valores encuadrados-máximos anuales

Fuente: Carrier 1980

ANEXO 3 APORTACIONES SOLARES A TRAVES DEL VIDRIO SENCILLO (Cont.) Kcal/h x (m² de abertura)

20°

20°

0° LATITUD NORTE		HORA SOLAR														0° LATITUD SUR	
Epoca	Orientación	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Orientación	Epoca	
21 Junio	N	76	111	90	68	51	46	40	46	51	67	90	111	75	S	22 Diciembre	
	NE	219	417	390	330	223	103	40	38	38	38	32	24	8	SE		
	E	219	401	434	307	260	111	38	38	38	38	32	24	8	E		
	SE	75	168	194	179	119	57	38	38	38	38	32	24	8	NE		
	S	8	24	32	38	38	38	38	38	38	38	32	24	8	N		
22 Julio y 21 Mayo	SO	8	24	32	38	38	38	38	38	38	38	32	24	8	NO		
	O	8	24	32	38	38	38	38	111	260	387	434	401	220	O		
	NO	8	24	32	38	38	38	40	103	223	330	390	417	220	SO		
	Horizontal	10	162	328	477	585	699	678	629	585	477	328	162	30	Horizontal		
	N	54	75	62	46	40	38	38	38	40	46	67	75	54	S	21 Enero y 21 Noviembre	
NE	192	358	374	301	198	81	38	38	38	35	32	21	8	SE			
E	203	401	442	393	288	124	38	38	38	35	32	21	8	E			
SE	84	189	230	214	154	78	38	38	36	35	32	21	8	NE			
S	8	21	32	35	38	38	38	38	38	35	32	21	8	N			
22 Septiembre y 22 Marzo	SO	8	21	32	35	38	38	38	38	38	35	32	21	8	NO		
	O	8	21	32	35	38	38	38	174	268	393	442	401	203	O		
	NO	8	21	32	35	38	38	38	84	189	301	374	358	192	SO		
	Horizontal	8	149	320	474	585	650	610	650	585	474	320	149	8	Horizontal		
	N	14	27	35	35	38	38	38	38	38	35	29	27	16	S	20 Febrero y 23 Octubre	
NE	122	301	320	241	135	48	38	38	38	35	29	19	5	SE			
E	143	385	447	404	287	128	38	38	38	35	29	19	5	E			
SE	78	241	304	297	265	149	84	38	38	35	29	19	5	NE			
S	5	19	29	35	38	38	38	38	38	35	29	19	5	N			
22 Septiembre y 22 Marzo	SO	5	19	29	35	38	38	38	38	38	35	29	19	5	NO		
	O	5	19	29	35	38	38	38	149	265	392	442	401	203	O		
	NO	5	19	29	35	38	38	38	78	189	301	374	358	192	SO		
	Horizontal	13	130	290	452	569	637	619	637	569	452	290	130	13	Horizontal		
	N	0	16	29	35	38	38	38	38	38	35	29	16	0	S	22 Marzo y 22 Septiembre	
NE	0	225	225	150	59	38	38	38	38	35	29	16	0	SE			
E	0	357	442	404	282	122	38	38	38	35	29	16	0	E			
SE	0	288	368	379	325	227	111	40	38	35	29	16	0	NE			
S	0	21	59	103	141	170	126	172	141	103	59	21	0	N			
20 Abril y 20 Agosto	SO	0	16	29	35	38	38	38	38	38	35	29	16	0	NO		
	O	0	16	29	35	38	38	38	322	262	404	442	401	0	O		
	NO	0	16	29	35	38	38	38	59	160	325	374	358	0	SO		
	Horizontal	0	81	252	414	537	610	631	610	537	414	252	81	0	Horizontal		
	N	0	10	24	35	35	38	38	38	38	35	29	10	0	S	21 Mayo y 23 Julio	
NE	0	119	141	78	35	38	38	38	38	35	29	10	0	SE			
E	0	268	328	342	271	132	38	38	38	35	29	10	0	E			
SE	0	246	396	435	404	322	200	77	35	32	24	10	0	NE			
S	0	57	135	206	237	267	301	287	252	206	135	57	0	N			
20 Abril y 20 Agosto	SO	0	10	24	32	35	38	38	38	38	35	29	10	0	NO		
	O	0	10	24	32	35	38	38	132	271	387	442	401	0	O		
	NO	0	10	24	32	35	38	38	57	160	325	374	358	0	SO		
	Horizontal	0	48	184	344	463	531	564	531	463	344	184	48	0	Horizontal		
	N	0	8	21	29	35	35	35	35	35	29	21	8	0	S	21 Mayo y 23 Julio	
NE	0	65	70	38	35	32	35	35	35	29	21	8	0	SE			
E	0	197	347	344	246	116	35	35	35	29	21	8	0	E			
SE	0	198	370	444	428	366	246	124	43	29	21	8	0	NE			
S	0	79	187	271	333	368	382	368	333	271	187	79	0	N			
21 Mayo y 21 Enero	SO	0	8	21	29	43	124	244	366	428	444	390	198	0	NO		
	O	0	8	21	29	32	35	35	146	246	344	347	192	0	O		
	NO	0	8	21	29	37	35	35	35	35	29	21	8	0	SO		
	Horizontal	0	13	130	273	396	466	488	466	396	273	130	13	0	Horizontal		
	N	0	5	19	29	32	35	35	35	32	29	19	5	0	S	21 Junio	
NE	0	38	48	32	32	35	35	35	32	29	19	5	0	SE			
E	0	151	320	328	238	92	35	35	32	29	19	5	0	E			
SE	0	160	377	432	431	363	263	162	54	29	19	5	0	NE			
S	0	67	200	301	358	396	404	396	358	301	200	67	0	N			
22 Diciembre	SO	0	5	19	29	34	36	36	36	32	29	19	5	0	NO		
	O	0	5	19	29	32	35	35	92	236	328	320	151	0	O		
	NO	0	5	19	29	32	35	35	32	32	29	19	5	0	SO		
	Horizontal	0	10	97	249	366	436	461	436	366	249	97	10	0	Horizontal		
	Correcciones	Marco metálico o ningún marco x 1,0,85 ó 1,17	Defecto de limpieza 15% máx.		Altitud + 0,7% por 300 m		Punto de rocío superior a 19,5 °C - 14% por 10° C		Punto de rocío superior a 19,5 °C + 14% por 10° C		Latitud sur Dic. y enero + 7%						

Valores subrayados-máximos mensuales

Valores encuadrados-máximos anuales

Fuente: Carrier 1980

**ANEXO 3 APORTACIONES SOLARES A TRAVES DEL VIDRIO
SENCILLO (Cont.)
Kcal/h x (m² de abertura)**

30°

30°

0° LATITUD NORTE		HORA SOLAR																0° LATITUD SUR	
Época	Orientación	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Orientación	Época			
21 Junio	N	89	78	48	38	38	38	38	38	38	48	78	89	22 Diciembre	S	21			
	NE	284	377	352	263	149	51	38	38	38	38	32	27		13		SE		
	E	292	423	436	387	265	119	38	38	38	38	32	27		13		E		
	SE	113	203	244	244	198	119	46	38	38	38	32	27		13		NE		
22 Julio y 21 Mayo	S	13	27	32	38	40	51	57	51	40	38	32	27	13	21 Enero y 21 Noviembre	N	21		
	SO	13	27	32	38	38	38	38	46	119	198	244	244	203		113		NE	
	O	13	27	32	38	38	38	38	119	265	367	436	423	292		O			
	NO	13	27	32	38	38	38	38	51	149	269	352	377	284		SO			
24 Agosto y 20 Abril	Horizontal	51	165	355	488	588	650	678	650	588	488	355	165	51	Horizontal	51			
	N	59	54	38	35	38	38	38	38	38	35	38	54	59	20 Febrero y 23 Octubre	S	20		
	NE	252	355	393	241	124	43	38	38	38	35	32	24	10		SE			
	E	270	420	444	393	268	119	38	38	38	35	32	24	10		E			
SE	113	222	271	271	225	143	59	38	38	35	32	24	10	NE					
22 Septiembre y 22 Marzo	S	10	24	32	35	38	38	38	119	268	393	444	420	271	22 Septiembre y 22 Marzo	N	22		
	SO	10	24	32	35	38	38	38	43	124	241	333	355	252		NE			
	O	10	24	32	35	38	38	38	119	268	393	444	420	271		O			
	NO	10	24	32	35	38	38	38	43	124	241	333	355	252		SO			
23 Octubre y 20 Febrero	Horizontal	40	179	333	477	580	640	667	640	580	477	333	179	40	Horizontal	40			
	N	16	21	29	35	35	38	38	38	35	35	29	21	16	20 Abril y 24 Agosto	S	20		
	NE	149	292	271	179	73	38	38	38	35	35	29	21	5		SE			
	E	179	390	447	401	276	124	38	38	35	35	29	21	5		E			
SE	100	265	344	349	303	222	105	40	35	35	29	21	5	NE					
21 Noviembre y 21 Enero	S	5	21	29	35	35	38	38	38	124	276	401	447	398	179	21 Mayo y 23 Julio	N	21	
	SO	5	21	29	35	35	38	38	38	73	179	271	282	149	NE				
	O	5	21	29	35	35	38	38	38	124	276	401	447	398	179		O		
	NO	5	21	29	35	35	38	38	38	73	179	271	282	149	SO				
22 Diciembre	Horizontal	16	127	290	436	542	610	637	610	542	436	290	127	16	Horizontal	16			
	N	0	13	27	32	35	38	38	38	35	32	27	13	0	21 Junio	S	21		
	NE	0	200	244	108	40	38	38	38	35	32	27	13	0		SE			
	E	0	336	428	390	279	130	38	38	35	32	27	13	0		E			
SE	0	265	355	412	382	305	181	67	67	35	32	27	13	0		NE			
Correcciones	Marco metálico o ningún marco × 1,0, 85 ó 1,17	Defecto de limpieza 15% máx.		Altitud + 0,7% por 300 m				Punto de rocío superior a 19,5°C - 14% por 10°C				Punto de rocío superior a 19,5°C + 14% por 10°C				Latitud sur Dic. o Enero + 7%			

Fuente: Carrier 1980

ANEXO 3 APORTACIONES SOLARES A TRAVES DEL VIDRIO SENCILLO (Cont.) Kcal/h x (m² de abertura)

40°

40°

0° LATITUD NORTE		HORA SOLAR																0° LATITUD SUR	
Época	Orientación	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Orientación	Época			
21 Junio	N	87	54	32	35	38	38	38	38	38	35	32	54	86	22 Diciembre	SI			
	NE	320	360	303	198	81	38	38	38	38	35	32	27	16		SE			
	E	341	436	439	385	257	119	38	38	38	35	32	27	16		E			
	SE	138	238	295	301	268	192	92	38	38	35	32	27	16		NE			
22 Julio	S	16	27	32	35	38	38	38	38	38	35	32	27	16	21 Enero	N			
	SO	16	27	32	35	38	38	38	38	38	35	32	27	16		NO			
	O	16	27	32	35	38	38	38	119	257	385	439	436	341		O			
	Horizontal	84	222	363	485	569	629	642	629	569	485	363	222	84		Horizontal			
21 Mayo	N	65	38	32	35	38	38	38	38	38	35	32	38	65	21 Noviembre	S			
	NE	287	344	284	179	70	38	38	38	38	35	32	27	13		SE			
	E	320	436	444	390	265	116	38	38	38	35	32	27	13		E			
	SE	146	260	322	339	298	222	113	40	38	35	32	27	13		NE			
24 Agosto	S	13	27	32	35	38	38	38	38	38	35	32	27	13	20 Febrero	N			
	SO	13	27	32	35	38	38	38	38	38	35	32	27	13		NO			
	O	13	27	32	35	38	38	38	116	265	390	444	436	320		O			
	Horizontal	65	198	341	463	550	610	631	610	550	463	341	198	65		Horizontal			
20 Abril	N	19	21	29	35	38	38	38	38	38	35	29	21	19	23 Octubre	S			
	NE	184	276	222	124	43	38	38	38	38	35	29	21	8		SE			
	E	227	398	439	393	273	122	38	38	38	35	29	21	8		E			
	SE	130	284	374	396	377	290	179	67	38	35	29	21	8		NE			
22 Septiembre	S	8	21	29	35	38	38	38	38	38	35	29	21	8	22 Septiembre	N			
	SO	8	21	29	35	38	38	38	38	38	35	29	21	8		NO			
	O	8	21	29	35	38	38	38	122	273	393	439	398	227		O			
	Horizontal	24	127	271	406	501	556	580	556	501	406	271	127	24		Horizontal			
22 Marzo	N	0	13	24	32	35	35	38	35	35	32	24	13	0	22 Septiembre	S			
	NE	0	138	157	70	35	35	38	35	35	32	24	13	0		SE			
	E	0	314	404	377	268	122	38	35	35	32	24	13	0		E			
	SE	0	257	390	439	425	360	244	111	38	32	24	13	0		NE			
23 Octubre	S	0	32	119	219	298	330	329	330	298	219	119	32	0	20 Abril	N			
	SO	0	13	24	32	38	111	244	360	425	439	390	257	0		NO			
	O	0	13	24	32	35	35	38	122	268	377	404	314	0		O			
	Horizontal	0	57	181	336	414	477	496	477	414	336	181	57	0		Horizontal			
20 Febrero	N	0	5	16	27	29	32	32	32	29	27	16	5	0	24 Agosto	S			
	NE	0	24	89	32	29	32	32	32	29	27	16	5	0		SE			
	E	0	314	317	330	238	105	32	32	29	27	16	5	0		E			
	SE	0	219	358	336	442	390	290	170	54	27	16	5	0		NE			
21 Noviembre	S	0	5	16	27	29	32	32	32	29	27	16	5	0	21 Mayo	N			
	SO	0	5	16	27	29	32	32	32	29	27	16	5	0		NO			
	O	0	5	16	27	29	32	32	105	238	330	317	230	0		O			
	Horizontal	0	21	78	173	273	333	349	333	273	173	78	21	0		Horizontal			
21 Enero	N	0	0	8	19	24	27	29	27	24	19	8	0	0	23 Julio	S			
	NE	0	0	32	19	24	27	29	27	24	19	8	0	0		SE			
	E	0	0	246	271	200	89	29	27	24	19	8	0	0		E			
	SE	0	0	295	390	423	390	314	189	73	19	8	0	0		NE			
22 Diciembre	S	0	0	160	282	377	428	450	428	377	282	160	0	0	21 Junio	N			
	SO	0	0	8	19	24	27	29	27	24	19	8	0	0		NO			
	O	0	0	8	19	24	27	29	27	24	19	8	0	0		O			
	Horizontal	0	0	43	116	198	249	279	249	198	116	43	0	0		Horizontal			

Fuente: Carrier 1980

**ANEXO 3 APORTACIONES SOLARES A TRAVES DEL VIDRIO
SENCILLO (Cont.)
Kcal/h x (m² de abertura)**

50°

50°

0° LATITUD NORTE		HORA SOLAR																0° LATITUD SUR											
Época	Orientación	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Orientación	Época													
21 Junio	N	78	32	32	35	38	38	38	38	35	32	32	78	22 Diciembre	S	78	32	32	35	38	38	38	38	35	32	32	78		
	NE	341	339	254	135	43	38	38	38	38	35	32	27		21	SE	341	339	254	135	43	38	38	38	35	32	27	21	
	E	372	444	439	368	254	111	38	38	38	35	32	27		21	E	372	444	439	368	254	111	38	38	38	35	32	27	21
	SE	173	276	341	366	336	265	165	67	38	35	32	27		21	NE	173	276	341	366	336	265	165	67	38	35	32	27	21
S	21	27	43	105	184	235	252	235	184	105	43	27	21	N	21	27	43	105	184	235	252	235	184	105	43	27	21		
SO	21	27	32	35	38	42	165	365	336	366	341	376	173	NO	21	27	32	35	38	42	165	365	336	366	341	376	173		
O	21	27	32	35	38	38	38	111	254	368	439	444	377	O	21	27	32	35	38	38	38	111	254	368	439	444	377		
Horizontal	119	233	360	469	534	580	596	580	534	469	360	233	119	Horizontal	119	233	360	469	534	580	596	580	534	469	360	233	119		
22 Julio	N	57	29	32	35	38	38	38	38	35	32	29	57	21 Enero	S	57	29	32	35	38	38	38	38	35	32	29	57		
	NE	309	319	235	119	40	36	38	38	38	35	32	27		16	SE	309	319	235	119	40	36	38	38	35	32	27	16	
	E	355	436	442	382	260	116	38	38	38	35	32	27		16	E	355	436	442	382	260	116	38	38	38	35	32	27	16
	SE	176	290	363	397	368	295	189	70	38	35	32	27		16	NE	176	290	363	397	368	295	189	70	38	35	32	27	16
S	16	27	37	135	217	265	287	265	217	135	37	27	16	N	16	27	37	135	217	265	287	265	217	135	37	27	16		
SO	16	27	32	35	38	70	189	295	368	397	363	290	176	NO	16	27	32	35	38	70	189	295	368	397	363	290	176		
O	16	27	32	35	38	38	38	116	260	382	442	436	355	O	16	27	32	35	38	38	38	116	260	382	442	436	355		
Horizontal	89	203	372	431	509	556	572	556	509	431	372	203	89	Horizontal	89	203	372	431	509	556	572	556	509	431	372	203	89		
24 Agosto	N	21	21	27	32	35	38	38	38	35	32	27	21	21	20 Febrero	S	21	21	27	32	35	38	38	38	35	32	27	21	21
	NE	206	256	189	84	35	38	38	38	35	32	27	21	10		SE	206	256	189	84	35	38	38	38	35	32	27	21	10
	E	254	393	428	382	265	122	38	38	35	32	27	21	10		E	254	393	428	382	265	122	38	38	35	32	27	21	10
	SE	143	301	390	425	414	356	241	108	35	32	27	21	10		NE	143	301	390	425	414	356	241	108	35	32	27	21	10
S	10	24	97	198	284	352	374	352	284	198	97	24	10	N	10	24	97	198	284	352	374	352	284	198	97	24	10		
SO	10	21	27	32	35	106	241	358	414	425	390	301	143	NO	10	21	27	32	35	106	241	358	414	425	390	301	143		
O	10	21	27	32	35	38	38	122	265	382	428	393	254	O	10	21	27	32	35	38	38	122	265	382	428	393	254		
Horizontal	35	124	241	355	433	485	501	485	433	355	241	124	35	Horizontal	35	124	241	355	433	485	501	485	433	355	241	124	35		
22 Septiembre	N	0	10	21	27	32	32	32	32	32	27	21	10	0	22 Marzo	S	0	10	21	27	32	32	32	32	32	27	21	10	0
	NE	0	157	124	43	32	32	32	32	32	27	21	10	0		SE	0	157	124	43	32	32	32	32	32	27	21	10	0
	E	0	376	374	352	252	116	32	32	32	27	21	10	0		E	0	376	374	352	252	116	32	32	32	27	21	10	0
	SE	0	233	377	439	442	393	284	151	46	27	21	10	0		NE	0	233	377	439	442	393	284	151	46	27	21	10	0
S	0	29	138	252	355	406	428	406	355	252	138	29	0	N	0	29	138	252	355	406	428	406	355	252	138	29	0		
SO	0	10	21	27	46	151	264	392	442	439	377	233	0	NO	0	10	21	27	46	151	264	392	442	439	377	233	0		
O	0	10	21	27	32	32	32	32	32	27	21	10	0	O	0	10	21	27	32	32	32	32	32	27	21	10	0		
Horizontal	0	40	132	238	320	379	401	379	320	238	132	40	0	Horizontal	0	40	132	238	320	379	401	379	320	238	132	40	0		
23 Octubre	N	0	0	10	19	24	27	27	27	24	19	10	0	0	20 Abril	S	0	0	10	19	24	27	27	27	24	19	10	0	0
	NE	0	78	54	19	24	27	27	27	24	19	10	0	0		SE	0	78	54	19	24	27	27	27	24	19	10	0	0
	E	0	195	268	284	214	94	29	27	24	19	10	0	0		E	0	195	268	284	214	94	29	27	24	19	10	0	0
	SE	0	187	301	393	425	390	311	187	65	19	10	0	0		NE	0	187	301	393	425	390	311	187	65	19	10	0	0
S	0	46	143	268	371	425	452	425	371	268	143	46	0	0	N	0	46	143	268	371	425	452	425	371	268	143	46	0	0
SO	0	0	10	19	65	187	311	390	425	393	301	187	0	NO	0	0	10	19	65	187	311	390	425	393	301	187	0	0	
O	0	0	10	19	24	27	29	29	24	19	10	0	0	O	0	0	10	19	24	27	29	29	24	19	10	0	0		
Horizontal	0	5	51	122	195	233	254	233	195	122	51	5	0	Horizontal	0	5	51	122	195	233	254	233	195	122	51	5	0		
21 Noviembre	N	0	0	2	10	16	21	24	21	16	10	2	0	0	21 Mayo	S	0	0	2	10	16	21	24	21	16	10	2	0	0
	NE	0	0	13	10	16	21	24	21	16	10	2	0	0		SE	0	0	13	10	16	21	24	21	16	10	2	0	0
	E	0	0	138	174	154	75	74	21	16	10	2	0	0		E	0	0	138	174	154	75	74	21	16	10	2	0	0
	SE	0	0	168	257	244	244	290	181	57	10	2	0	0		NE	0	0	168	257	244	244	290	181	57	10	2	0	0
S	0	0	92	182	314	387	414	387	314	189	92	0	0	N	0	0	92	182	314	387	414	387	314	189	92	0	0		
SO	0	0	2	10	57	181	290	344	344	257	168	0	0	NO	0	0	2	10	57	181	290	344	344	257	168	0	0		
O	0	0	2	10	16	21	24	21	16	10	2	0	0	O	0	0	2	10	16	21	24	21	16	10	2	0	0		
Horizontal	0	0	10	35	81	127	143	127	81	35	10	0	0	Horizontal	0	0	10	35	81	127	143	127	81	35	10	0	0		
22 Diciembre	N	0	0	0	8	13	16	19	16	13	8	0	0	0	21 Junio	S	0	0	0	8	13	16	19	16	13	8	0	0	0
	NE	0	0	0	8	13	16	19	16	13	8	0	0	0		SE	0	0	0	8	13	16	19	16	13	8	0	0	0
	E	0	0	0	73	127	62	19	16	13	8	0	0	0		E	0	0	0	73	127	62	19	16	13	8	0	0	0
	SE	0	0	0	111	290	314	271	168	67	8	0	0	0		NE	0	0	0	111	290	314	271	168	67	8	0	0	0
S	0	0	0	84	268	355	382	355	268	84	0	0	0	N	0	0	0	84	268	355	382	355	268	84	0	0	0		
SO	0	0	0	8	67	168	271	214	290	111	0	0	0	NO	0	0	0	8	67	168	271	214	290	111	0	0	0		
O	0	0	0	8	13	16	19	16	13	8	0	0	0	O	0	0	0	8	13	16	19	16	13	8	0	0	0		
Horizontal	0	0	0	13	51	89	108	89	51	13	0	0	0	Horizontal	0	0	0	13	51	89	108	89	51	13	0	0	0		

Fuente: Carrier 1980

**ANEXO 4 RESISTENCIA TERMICA R DE MATERIALES DE
CONSTRUCCION Y DE AISLAMIENTO**
(°C.h.m²/Kcal)

MATERIAL	DESCRIPCIÓN	Espesor (mm)	Peso específico (kg/m ³)	RESISTENCIA R	
				Por m de espesor	Por el espesor considerado - x. 10 ⁻⁴
MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN					
PANELES O PLACAS	Fibrocemento		1920	2,0	
	Yeso o cemento		800	7,3	
	Contraplacado		544	10,2	
	Madera		416	19,2	
	Fibra de madera. Homogénea o en chapas		496	16,1	
	Fibra de madera comprimida		1040	5,8	
	Maderas. Pino o abeto		512	10,0	
PAPEL DE CONSTRUCCIÓN	Filtro permeable		-	-	12
	Filtro impermeable		-	-	24
	Enlucido plástico		-	-	Despreciable
MADERA	Arce, encina o especies duras		720	7,3	
	Pino, arce o especies blandas		512	10,1	
ELEMENTOS DE ALBAÑILERÍA	Ladrillo ordinario		1920	16,4	
	Ladrillo de paramento		2080	9,0	
	Ladrillo hueco:				
	1 alvéolo	75	960	-	164
	1 ¹ alvéolo	100	768	-	228
	2 alvéolos	150	800	-	312
	2 alvéolos	200	720	-	379
	2 alvéolos	250	672	-	455
	3 alvéolos	300	640	-	520
	Aglomerados huecos. 3 Alvéolos ovales. Arena y grava.	75	1216	-	82
		100	1104	-	143
		150	1024	-	186
		200	1024	-	227
		300	1098	-	262
	Hormigón de escorias	75	1008	-	175
		100	960	-	227
		150	864	-	308
		200	896	-	353
		300	848	-	383
	Hormigón ligero (Puzolana, ponca, etc.)	75	960	-	260
		100	932	-	308
		200	768	-	410
		300	688	-	415
Baldosas de yeso					
Macizas	75	720	-	259	
4 alvéolos	75	560	-	277	
3 alvéolos	100	608	-	334	
Piedra calcárea o silíceas			2400	0,64	

Fuente: Carrier 1980

ANEXO 4 RESISTENCIA TERMICA R - DE MATERIALES DE CONSTRUCCION Y DE AISLAMIENTO (cont.)
(°C.h.m²/Kcal)

MATERIAL	DESCRIPCIÓN	Espesor (mm)	Peso específico (kg/m ³)	RESISTENCIA R		
				Por m de espesor	Por el espesor considerado × 10 ⁻³	
MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN						
HORMIGÓN	Mortero de cemento		1856	1,6		
	Tarugos de madera 12,5 % aglomerados con yeso, 87,5 %		816	4,8		
	Hormigones ligeros Puzos, puzolens Cólitas Vermiculita, perlita			1900	1,5	
				1600	2,2	
				1280	3,2	
				960	4,7	
			640	6,8		
Hormigón de arena y grava o piedra (secado al horno) Hormigón de arena y grava o (Medio (no secado)) Espuma			2240	0,90		
			2240	0,65		
			1856	1,6		
ENLUCIDOS	Cemento		1856	1,6		
	Yeso: Ligero ligero sobre entramado metálico perlita arena arena sobre entramado metálico arena sobre entramado de madera vermiculita			720	5,2	
				720	5,2	
				720	5,4	
				1680	1,4	
				1680	1,4	
				1680	4,7	82
			720			
MATERIALES PARA TECHUMBRES	Piadas de fibrocemento		1920		43	
	Asfalto		1120		30	
	Baldosas de asfalto		1120		90	
	Recubrimiento de terrazo o azótes		1120	7,2	10	
	Tejas planas		3216			
	Metal en chapa			Despreciable	193	
	Madera en planchas		669			
MATERIALES DE REVESTIMIENTO (superficies planas)	Madera espesor sencillo				178	
	Madera espesor doble				244	
	Madera sobre panel aislante 10 mm				287	
	Fibrocemento 6 mm, con recubrimiento Enteado de asfalto Baldosa de asfalto 12 mm					43
						30
						299
	Planchas 25 x 200 Planchas biseladas, con recubrimiento 13 x 200 Planchas biseladas, con recubrimiento 20 x 250 Contraplacado con recubrimiento 10 mm					112
						166
						215
						121
Vidrio de catadral					20	
REVESTIMIENTO DEL SUELO	Losas de asfalto		3920	3,6		
	Afombe y almohadillado de caucho				426	
	Baldosas cerámicas				252	
	Baldosas de corcho			0,65		
	Fieltra		400	17,9		
	Adosos			3,2		
	Lindico		1280	5,2		
	Soporte de contraplacado		544	10,7		
	Baldosas de caucho o plástico		1740	1,3		
	Tarrazo		2240	0,65		
	Soporte de madera		512	10,3		
	Parquet de madera dura		720	7,4		

Fuente: Carrier 1980

ANEXO 5 TASAS RECOMENDADAS DE GANANCIA DE CALOR RADIANTE Y CONVECTIVA DE APARATOS ELÉCTRICOS NO HABITADOS DURANTE CONDICIONES DE OCIO (LISTO PARA COCINAR)

Appliance	Energy Rate, Btu/h		Rate of Heat Gain, Btu/h				Usage Factor F_U	Radiation Factor F_R
	Rated	Standby	Sensible Radiant	Sensible Convective	Latent	Total		
Cabinet: hot serving (large), insulated*	6,800	1,200	400	800	0	1,200	0.18	0.33
hot serving (large), uninsulated	6,800	3,500	700	2,800	0	3,500	0.51	0.20
proofing (large)*	17,400	1,400	1,200	0	200	1,400	0.08	0.86
proofing (small 15-shelf)	14,300	3,900	0	900	3,000	3,900	0.27	0.00
Coffee brewing urn	13,000	1,200	200	300	700	1,200	0.09	0.17
Drawer warmers, 2-drawer (moist holding)*	4,100	500	0	0	200	200	0.12	0.00
Egg cooker	10,900	700	300	400	0	700	0.06	0.43
Espresso machine*	8,200	1,200	400	800	0	1,200	0.15	0.33
Food warmer: steam table (2-well-type)	5,100	3,500	300	600	2,600	3,500	0.69	0.09
Freezer (small)	2,700	1,100	500	600	0	1,100	0.41	0.45
Hot dog roller*	3,400	2,400	900	1,500	0	2,400	0.71	0.38
Hot plate: single burner, high speed	3,800	3,000	900	2,100	0	3,000	0.79	0.30
Hot-food case (dry holding)*	31,100	2,500	900	1,600	0	2,500	0.08	0.36
Hot-food case (moist holding)*	31,100	3,300	900	1,800	600	3,300	0.11	0.27
Microwave oven: commercial (heavy duty)	10,900	0	0	0	0	0	0.00	0.00
Oven: countertop conveyorized bake/finishing*	20,500	12,600	2,200	10,400	0	12,600	0.61	0.17
Panini*	5,800	3,200	1,200	2,000	0	3,200	0.55	0.38
Popcorn popper*	2,000	200	100	100	0	200	0.10	0.50
Rapid-cook oven (quartz-halogen)*	41,000	0	0	0	0	0	0.00	0.00
Rapid-cook oven (microwave/convection)*	24,900	4,100	1,000	3,100	0	4,100	0.16	0.24
Reach-in refrigerator*	4,800	1,200	300	900	0	1,200	0.25	0.25
Refrigerated prep table*	2,000	900	600	300	0	900	0.45	0.67
Steamer (bun)	5,100	700	600	100	0	700	0.14	0.86
Toaster: 4-slice pop up (large): cooking	6,100	3,000	200	1,400	1,000	2,600	0.49	0.07
contact (vertical)	11,300	5,300	2,700	2,600	0	5,300	0.47	0.51
conveyor (large)	32,800	10,300	3,000	7,300	0	10,300	0.31	0.29
small conveyor	5,800	3,700	400	3,300	0	3,700	0.64	0.11
Waffle iron	3,100	1,200	800	400	0	1,200	0.39	0.67

*Items with an asterisk appear only in Swierczyzna et al. (2009); all others appear in both Swierczyzna et al. (2008) and (2009).

Fuente: ASHRAE Fundamentals 2013

ANEXO 6 GANANCIA DE CALOR RECOMENDADA DE EQUIPO DE COMPUTADORA TÍPICO

Equipment	Description	Nameplate Power, W	Average Power, W	Radiant Fraction
Desktop computer ^a	Manufacturer A (model A): 2.8 GHz processor, 1 GB RAM	480	73	0.10 ^a
	Manufacturer A (model B): 2.6 GHz processor, 2 GB RAM	480	49	0.10 ^a
	Manufacturer B (model A): 3.0 GHz processor, 2 GB RAM	690	77	0.10 ^a
	Manufacturer B (model B): 3.0 GHz processor, 2 GB RAM	690	48	0.10 ^a
	Manufacturer A (model C): 2.3 GHz processor, 3 GB RAM	1200	97	0.10 ^a
Laptop computer ^b	Manufacturer 1: 2.0 GHz processor, 2 GB RAM, 17 in. screen	130	36	0.25 ^b
	Manufacturer 1: 1.8 GHz processor, 1 GB RAM, 17 in. screen	90	23	0.25 ^b
	Manufacturer 1: 2.0 GHz processor, 2 GB RAM, 14 in. screen	90	31	0.25 ^b
	Manufacturer 2: 2.13 GHz processor, 1 GB RAM, 14 in. screen, tablet PC	90	29	0.25 ^b
	Manufacturer 2: 366 MHz processor, 130 MB RAM (4 in. screen)	70	22	0.25 ^b
Manufacturer 3: 900 MHz processor, 256 MB RAM (10.5 in. screen)	50	12	0.25 ^b	
Flat-panel monitor ^c	Manufacturer X (model A): 30 in. screen	383	90	0.40 ^c
	Manufacturer X (model B): 22 in. screen	360	36	0.40 ^c
	Manufacturer Y (model A): 19 in. screen	288	28	0.40 ^c
	Manufacturer Y (model B): 17 in. screen	240	27	0.40 ^c
	Manufacturer Z (model A): 17 in. screen	240	29	0.40 ^c
Manufacturer Z (model C): 15 in. screen	240	19	0.40 ^c	

^aSource: Hoeni and Beck (2008).

^bPower consumption for newer desktop computers in operational mode varies from 50 to 100 W, but a conservative value of about 65 W may be used. Power consumption in sleep mode is negligible. Because of cooling fan, approximately 90% of load is by convection and 10% is by radiation. Actual power consumption is about 10 to 15% of nameplate value.

^cPower consumption of laptop computers is relatively small, depending on processor speed and screen size. It varies from about 15 to 40 W. Thus, differentiating between radiative and convective parts of the cooling load is unnecessary and the entire load may be classified as convective. Otherwise, a 75/25% split between convective and radiative components may be used. Actual power consumption for laptops is about 25% of nameplate values.

^aFlat-panel monitors have replaced cathode ray tube (CRT) monitors in many workplaces, providing better resolution and being much lighter. Power consumption depends on size and resolution, and ranges from about 20 W (for 15 in. size) to 90 W (for 30 in.). The most common sizes in workplaces are 19 and 22 in., for which an average 30 W power consumption value may be used. Use 60/40% split between convective and radiative components. In idle mode, monitors have negligible power consumption. Nameplate values should not be used.

Fuente: ASHRAE Fundamentals 2013

ANEXO 7 GANANCIA DE CALOR RECOMENDADA DE IMPRESORAS LÁSER Y COPIADORAS TÍPICAS

Equipment	Description	Nameplate Power, W	Average Power, W	Radiant Fraction
Laser printer, typical desktop, small-office type ^a	Printing speed up to 10 pages per minute	430	137	0.30 ^a
	Printing speed up to 35 pages per minute	890	74	0.30 ^a
	Printing speed up to 19 pages per minute	508	88	0.30 ^a
	Printing speed up to 17 pages per minute	508	98	0.30 ^a
	Printing speed up to 19 pages per minute	635	110	0.30 ^a
	Printing speed up to 24 page per minute	1344	130	0.30 ^a
Multifunction (copy, print, scan) ^b	Small, desktop type	600	30	d
	Medium, desktop type	700	135	d
Scanner ^b	Small, desktop type	19	16	d
Copy machine ^c	Large, multiuser, office type	1750	800 (idle 260 W)	d (idle 0.00 ^e)
		1440	550 (idle 135 W)	d (idle 0.00 ^e)
		1850	1060 (idle 305 W)	d (idle 0.00 ^e)
Fax machine	Medium	936	90	d
	Small	40	20	d
Plotter	Manufacturer A	400	250	d
	Manufacturer B	456	140	d

Source: Hosni and Beck (2008).

^aVarious laser printers commercially available and commonly used in personal offices were tested for power consumption in print mode, which varied from 75 to 140 W, depending on model, print capacity, and speed. Average power consumption of 110 W may be used. Split between convection and radiation is approximately 70/30%.

^bSmall multifunction (copy, scan, print) systems use about 15 to 30 W; medium-sized ones use about 135 W. Power consumption in idle mode is negligible. Nameplate values do not represent actual power consumption and should not be used. Small, single-sheet scanners consume less than 20 W and do not contribute significantly to building cooling load.

^cPower consumption for large copy machines in large offices and copy centers ranges from about 550 to 1100 W in copy mode. Consumption in idle mode varies from about 130 to 300 W. Count idle-mode power consumption as mostly convective in cooling load calculation.

^dSplit between convective and radiant heat gain was not determined for these types of equipment.

Fuente: ASHRAE Fundamentals 2013

ANEXO 8 TASAS MINIMAS DE VENTILACION EN LAS ZONAS DE RESPIRACION

Occupancy Category	People Outdoor Air Rate R_p		Area Outdoor Air Rate R_a		Notes	Default Values		Air Class	
	cfm/person	L/s-person	cfm/ft ²	L/s-m ²		Occupant Density (see Note 4)	Combined Outdoor Air Rate (see Note 5)		
						#/1000 ft ³ or #/100 m ³	cfm/person L/s-person		
Correctional Facilities									
Cell	5	2.5	0.12	0.6		25	10	4.9	2
Dayroom	5	2.5	0.06	0.3		30	7	3.5	1
Guard stations	5	2.5	0.06	0.3		15	9	4.5	1
Booking/waiting	7.5	3.8	0.06	0.3		50	9	4.4	2
Educational Facilities									
Daycare (through age 4)	10	5	0.18	0.9		25	17	8.6	2
Daycare sickroom	10	5	0.18	0.9		25	17	8.6	1
Classrooms (ages 5-8)	10	5	0.12	0.6		25	15	7.4	1
Classrooms (age 9 plus)	10	5	0.12	0.6		35	13	6.7	1
Lecture classroom	7.5	3.8	0.06	0.3		65	8	4.3	1
Lecture hall (fixed seats)	7.5	3.8	0.06	0.3		150	8	4.0	1
Art classroom	10	5	0.18	0.9		20	19	9.5	2
Science laboratories	10	5	0.18	0.9		25	17	8.6	2
University/college laboratories	10	5	0.18	0.9		25	17	8.6	2
Wood/metal shop	10	5	0.18	0.9		20	19	9.5	2
Computer lab	10	5	0.12	0.6		25	15	7.4	1
Media center	10	5	0.12	0.6	A	25	15	7.4	1
Music/theater/dance	10	5	0.06	0.3		35	12	5.9	1
Multi-use assembly	7.5	3.8	0.06	0.3		100	8	4.1	1
Food and Beverage Service									
Restaurant dining rooms	7.5	3.8	0.18	0.9		70	10	5.1	2
Cafeteria/fast-food dining	7.5	3.8	0.18	0.9		100	9	4.7	2
Bars, cocktail lounges	7.5	3.8	0.18	0.9		100	9	4.7	2
General									
Break rooms	5	2.5	0.06	0.3		25	10	5.1	1
Coffee stations	5	2.5	0.06	0.3		20	11	5.5	1
Conference/meeting	5	2.5	0.06	0.3		50	6	3.1	1
Corridors	-	-	0.06	0.3		-	-	-	1
Storage rooms	-	-	0.12	0.6	B	-	-	-	1
Hotels, Motels, Resorts, Dormitories									
Bedroom/living room	5	2.5	0.06	0.3		10	11	5.5	1
Baracks sleeping areas	5	2.5	0.06	0.3		20	8	4.0	1
Laundry rooms, central	5	2.5	0.12	0.6		10	17	8.5	2
Laundry rooms within dwelling units	5	2.5	0.12	0.6		10	17	8.5	1
Lobbies/prefunction	7.5	3.8	0.06	0.3		30	10	4.8	1
Multipurpose assembly	5	2.5	0.06	0.3		120	6	2.8	1

Fuente: ASHRAE Standard 62.1-2007

ANEXO 8 TASAS MINIMAS DE VENTILACION EN LAS ZONAS DE RESPIRACION (cont.)

Occupancy Category	People Outdoor Air Rate R_p		Area Outdoor Air Rate R_a		Notes	Default Values		Air Class	
	cfm/person	L/s-person	cfm/ft ²	L/s-m ²		Occupant Density (see Note 4)	Combined Outdoor Air Rate (see Note 5)		
						#/1000 ft ² or #/100 m ²	cfm/person L/s-person		
Office Buildings									
Office space	5	2.5	0.06	0.3		5	17	8.5	1
Reception areas	5	2.5	0.06	0.3		30	7	3.5	1
Telephone/data entry	5	2.5	0.06	0.3		60	6	3.0	1
Main entry lobbies	5	2.5	0.06	0.3		10	13	5.5	1
Miscellaneous Spaces									
Bank vaults/safe deposit	5	2.5	0.06	0.3		5	17	8.5	2
Computer (not printing)	5	2.5	0.06	0.3		4	20	10.0	1
Electrical equipment rooms	-	-	0.06	0.3	B	-	-	-	1
Elevator machine rooms	-	-	0.12	0.6	B	-	-	-	1
Pharmacy (prep. area)	5	2.5	0.18	0.9		10	23	11.5	2
Photo studios	5	2.5	0.12	0.6		10	17	8.5	1
Shipping/receiving	-	-	0.12	0.6	B	-	-	-	1
Telephone closets	-	-	0.00	0.0		-	-	-	1
Transportation waiting	7.5	3.8	0.06	0.3		100	8	4.1	1
Warehouses	-	-	0.06	0.3	B	-	-	-	2
Public Assembly Spaces									
Auditorium seating area	5	2.5	0.06	0.3		150	5	2.7	1
Places of religious worship	5	2.5	0.06	0.3		120	6	2.8	1
Courtrooms	5	2.5	0.06	0.3		70	6	2.9	1
Legislative chambers	5	2.5	0.06	0.3		50	6	3.1	1
Libraries	5	2.5	0.12	0.6		10	17	8.5	1
Lobbies	5	2.5	0.06	0.3		150	5	2.7	1
Museums (children's)	7.5	3.8	0.12	0.6		40	11	5.3	1
Museums/galleries	7.5	3.8	0.06	0.3		40	9	4.6	1
Residential									
Dwelling unit	5	2.5	0.06	0.3	F,G	F	-	-	1
Common corridors	-	-	0.06	0.3		-	-	-	1
Retail									
Sales (except as below)	7.5	3.8	0.12	0.6		15	16	7.8	2
Mall common areas	7.5	3.8	0.06	0.3		40	9	4.6	1
Barbershop	7.5	3.8	0.06	0.3		25	10	5.0	2
Beauty and nail salons	20	10	0.12	0.6		25	25	12.4	2
Pet shops (animal areas)	7.5	3.8	0.18	0.9		10	26	12.8	2
Supermarket	7.5	3.8	0.06	0.3		8	15	7.6	1
Coin-operated laundries	7.5	3.8	0.06	0.3		20	11	5.3	2

Fuente: ASHRAE Standard 62.1-2007

ANEXO 8 TASAS MÍNIMAS DE VENTILACIÓN EN LAS ZONAS DE RESPIRACIÓN (cont.)

Occupancy Category	People Outdoor Air Rate		Area Outdoor Air Rate		Notes	Default Values		Air Class
	R_p		R_a			Occupant Density (see Note 4)	Combined Outdoor Air Rate (see Note 5)	
	cfm/person	L/s-person	cfm/ft ²	L/s-m ²		#/1000 ft ² or #/100 m ²	cfm/person · L/s-person	
Sports and Entertainment								
Sports arena (play area)	-	-	0.30	1.5	E	-	-	1
Gym, stadium (play area)	-	-	0.30	1.5		30	-	2
Spectator areas	7.5	3.8	0.06	0.3		150	8 4.0	1
Swimming (pool & deck)	-	-	0.48	2.4	C	-	-	2
Disco/dance floors	20	10	0.06	0.3		100	21 10.3	1
Health club/aerobics room	20	10	0.06	0.3		40	22 10.8	2
Health club/weight rooms	20	10	0.06	0.3		10	26 13.0	2
Bowling alley (seating)	10	5	0.12	0.6		40	13 6.5	1
Gambling casinos	7.5	3.8	0.18	0.9		120	9 4.6	1
Game arcades	7.5	3.8	0.18	0.9		20	17 8.3	1
Stages, studios	10	5	0.06	0.3	D	70	11 5.4	1

GENERAL NOTES FOR TABLE 6-1

1. **Minimum requirements:** The rates in this table are based on all other applicable requirements of this standard being met.
2. **Smoking:** This table applies to non-smoking areas. Rates for smoking-permitted spaces must be determined using other methods. See Section 6.2.8 for ventilation requirements in smoking areas.
3. **Air density:** Volumetric airflow rates are based on an air density of 0.075 lb_m/ft³ (1.2 kg_m/m³), which corresponds to dry air at a barometric pressure of 1 atm (101.3 kPa) and an air temperature of 70°F (21°C). Rates may be adjusted for actual density but such adjustment is not required for compliance with this standard.
4. **Default occupant density:** The default occupant density shall be used when actual occupant density is not known.
5. **Default combined outdoor air rate (per person):** This rate is based on the default occupant density.
6. **Default occupancies:** If the necessary occupancy for a proposed space or area is not listed, the requirements for the listed occupancy category that is most similar in terms of occupant density, activities and building construction shall be used.
7. **Health-care facilities:** Rates shall be determined in accordance with Appendix F.

ITEM-SPECIFIC NOTES FOR TABLE 6-1

- A. For high school and college libraries, use values shown for Public Assembly Spaces—Libraries.
- B. Rate may not be sufficient when stored materials include those having potentially harmful emissions.
- C. Rate does not allow for humidity control. Additional ventilation or dehumidification may be required to remove moisture.
- D. Rate does not include special exhaust for stage effects, e.g., dry ice vapors, smoke.
- E. When construction equipment is intended to be used on the playing surface, additional dilution ventilation and/or exhaust control shall be provided.
- F. Default occupancy for dwelling units shall be two persons for studio and one-bedroom units, with one additional person for each additional bedroom.
- G. Air from one residential dwelling shall not be recirculated or transferred to any other space outside of that dwelling.

Fuente: ASHRAE Standard 62.1-2007

ANEXO 9 COEFICIENTES GLOBALES DE TRANSFERENCIA DE CALOR PARA EL EDIFICIO SUNAT VILLA EL SALVADOR

U1 Muro de concreto interior (20cm)

			Resistencias Térmicas
R1	Coef. Pelicular Ext. (hint)		0.140
R2	Enlucido Exterior (Cemento)	2.00 cm	0.032
R3	Muro (Concreto)	20.00 cm	0.320
R4	Enlucido Interior (Cemento)	2.00 cm	0.032
R5	Coef. Pelicular Int. (hint)		0.140

Resistencia Total = 0.664 °C-m2-h/Kcal

U=	1.506 Kcal/h-m2-°C
	0.308 BTU/h-ft2-°F

U2 Muro de Concreto Interior (15cm)

			Resistencias Térmicas
R1	Coef. Pelicular Ext. (hint)		0.140
R2	Enlucido Exterior (Cemento)	2.00 cm	0.032
R3	Muro (Concreto)	15.00 cm	0.240
R4	Enlucido Interior (Cemento)	2.00 cm	0.032
R5	Coef. Pelicular Int. (hint)		0.140

Resistencia Total = 0.584 °C-m2-h/Kcal

U=	1.712 Kcal/h-m2-°C
	0.351 BTU/h-ft2-°F

U3 Muro de Ladrillo Interior (15cm)

			Resistencias Térmicas
R1	Coef. Pelicular Ext. (hint)		0.14
R2	Enlucido Exterior (Cemento)	2.00 cm	0.032
R3	Muro (Ladrillo)	15.00 cm	2.46
R4	Enlucido Interior (Cemento)	2.00 cm	0.032
R5	Coef. Pelicular Int. (hint)		0.14

Resistencia Total = 2.804 °C-m2-h/Kcal

U=	0.357 Kcal/h-m2-°C
	0.073 BTU/h-ft2-°F

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 9 COEFICIENTES GLOBALES DE TRANSFERENCIA DE CALOR PARA EL EDIFICIO SUNAT VILLA EL SALVADOR (cont.)

U4 Muro de Drywall relleno de aire con plancha de 1cm

			Resistencias Térmicas
			°C-m2-h/Kcal
R1	Coef. Pelicular Ext. (hint)		0.14
R2	Enlucido Exterior (yeso)	1.00 cm	0.052
R3	Muro (aire) de 10 cm		0.176
R4	Enlucido Interior (yeso)	1.00 cm	0.052
R5	Coef. Pelicular Int. (hint)		0.14

Resistencia Total = 0.560 °C-m2-h/Kcal

U=	1.786 Kcal/h-m2-°C
	0.366 BTU/h-ft2-°F

U5 VIDRIO SIMPLE INTERIOR (1/4 pulg)

			Resistencias Térmicas
			°C-m2-h/Kcal
R1	Coef. Pelicular Ext. (hint)		0.140
R2	Vidrio Sencillo	0.635 cm	0.008
R3	Coef. Pelicular Int. (hint)		0.140

Resistencia Total = 0.288 °C-m2-h/Kcal

U=	3.473 Kcal/h-m2-°C
	0.711 BTU/h-ft2-°F

U6 ENTREPISO superior de ladrillo hueco (20cm)

			Resistencias Térmicas
			°C-m2-h/Kcal
R1	Coef. Pelicular Ext. (hint)		0.190
R2	Enlucido Exterior (cemento)	2.00 cm	0.032
R3	Muro (ladrillo hueco) de 20cm		0.379
R4	Enlucido Interior (cemento)	2.00 cm	0.032
R5	Coef. Pelicular Int. (hint)		0.190

Resistencia Total = 0.823 °C-m2-h/Kcal

U=	1.215 Kcal/h-m2-°C
	0.249 BTU/h-ft2-°F

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 9 COEFICIENTES GLOBALES DE TRANSFERENCIA DE CALOR PARA EL EDIFICIO SUNAT VILLA EL SALVADOR (cont.)

U7 ENTREPISO inferior de concreto (20cm)			
			Resistencias Térmicas
			°C-m2-h/Kcal
R1	Coef. Pelicular Ext. (hint)		0.125
R2	Enlucido Exterior (cemento)	2.00 cm	0.032
R3	Muro (concreto)	20.00 cm	0.320
R4	Enlucido Interior (cemento)	2.00 cm	0.032
R5	Coef. Pelicular Int. (hint)		0.125

Resistencia Total = 0.634 °C-m2-h/Kcal

U=	1.577 Kcal/h-m2-°C
	0.323 BTU/h-ft2-°F

U8 ENTREPISO inferior de ladrillo hueco (20cm)			
			Resistencias Térmicas
			°C-m2-h/Kcal
R1	Coef. Pelicular Ext. (hint)		0.125
R2	Enlucido Exterior (cemento)	2.00 cm	0.032
R3	Muro (ladrillo hueco) de 20cm		0.379
R4	Enlucido Interior (cemento)	2.00 cm	0.032
R5	Coef. Pelicular Int. (hint)		0.125

Resistencia Total = 0.693 °C-m2-h/Kcal

U=	1.443 Kcal/h-m2-°C
	0.296 BTU/h-ft2-°F

U9 MURO DE CONCRETO EXTERIOR (15cm)			
			Resistencias Térmicas
			°C-m2-h/Kcal
R1	Coef. Pelicular Ext. (hint)		0.140
R2	Enlucido Exterior (cemento)	2.00 cm	0.032
R3	Muro (concreto)	15.00 cm	0.240
R4	Enlucido Interior (cemento)	2.00 cm	0.032
R5	Coef. Pelicular Int. (ext)		0.052

Resistencia Total = 0.496 °C-m2-h/Kcal

U=	2.016 Kcal/h-m2-°C
	0.413 BTU/h-ft2-°F

Fuente: Elaboración propia

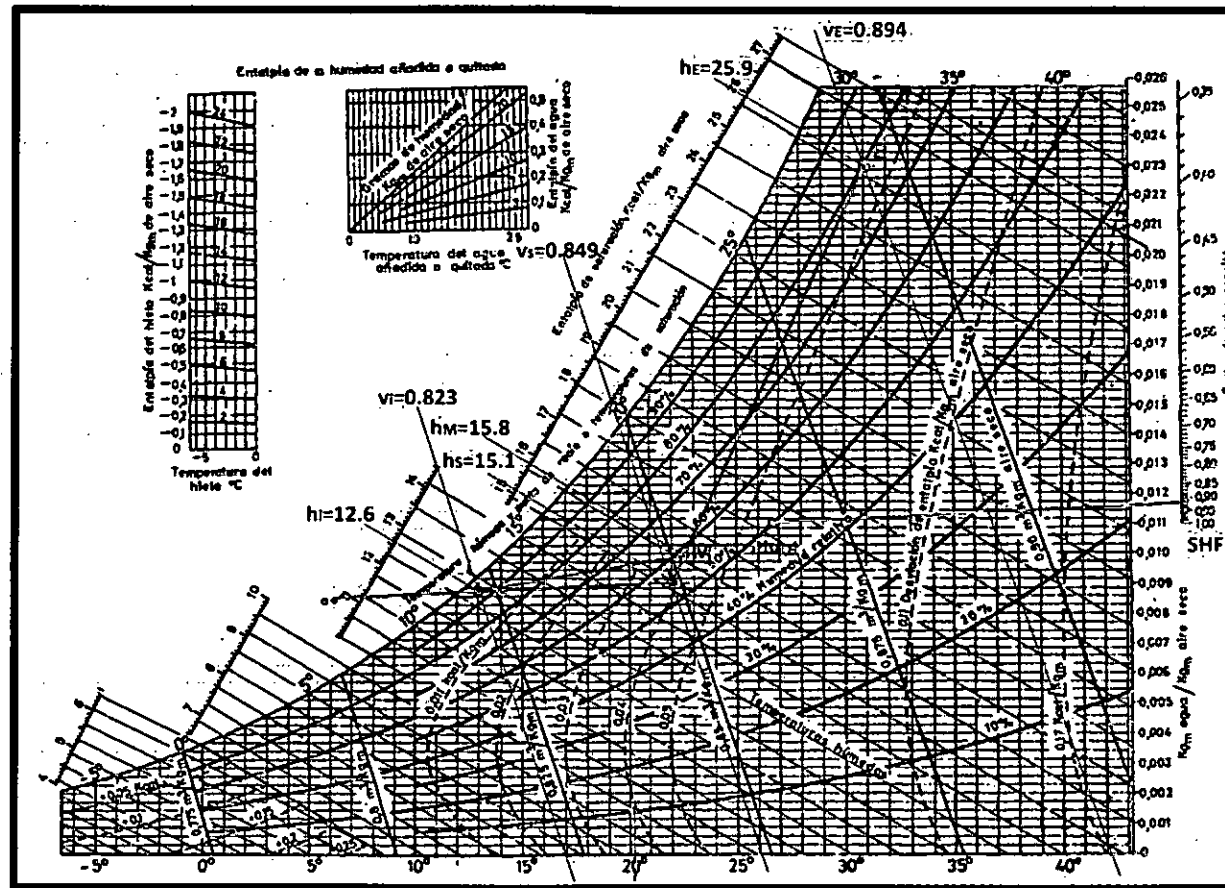
ANEXO 9 COEFICIENTES GLOBALES DE TRANSFERENCIA DE CALOR PARA EL EDIFICIO SUNAT VILLA EL SALVADOR (cont.)

U10 VIDRIO EXTERIOR (1/4 pulg)			
			Resistencias Térmicas
			°C-m2-h/Kcal
R1	Coef. Pelicular Ext. (hint)		0.140
R2	Vidrio Simple	0.635 cm	0.008
R3	Coef. Pelicular Int. (ext)		0.052
Resistencia Total =			0.200 °C-m2-h/Kcal
U=			5.002 Kcal/h-m2-°C
			1.024 BTU/h-ft2-°F

U11 TECHO EXTERIOR de ladrillo hueco (20cm)			
			Resistencias Térmicas
			°C-m2-h/Kcal
R1	Coef. Pelicular Ext. (hint)		0.190
R2	Enlucido Exterior (cemento)	2.00 cm	0.032
R3	Muro (ladrillo hueco) de 20 cm		0.379
R4	Enlucido Interior (cemento)	2.00 cm	0.032
R5	Coef. Pelicular Int. (ext)		0.052
Resistencia Total =			0.685 °C-m2-h/Kcal
U=			1.460 Kcal/h-m2-°C
			0.299 BTU/h-ft2-°F

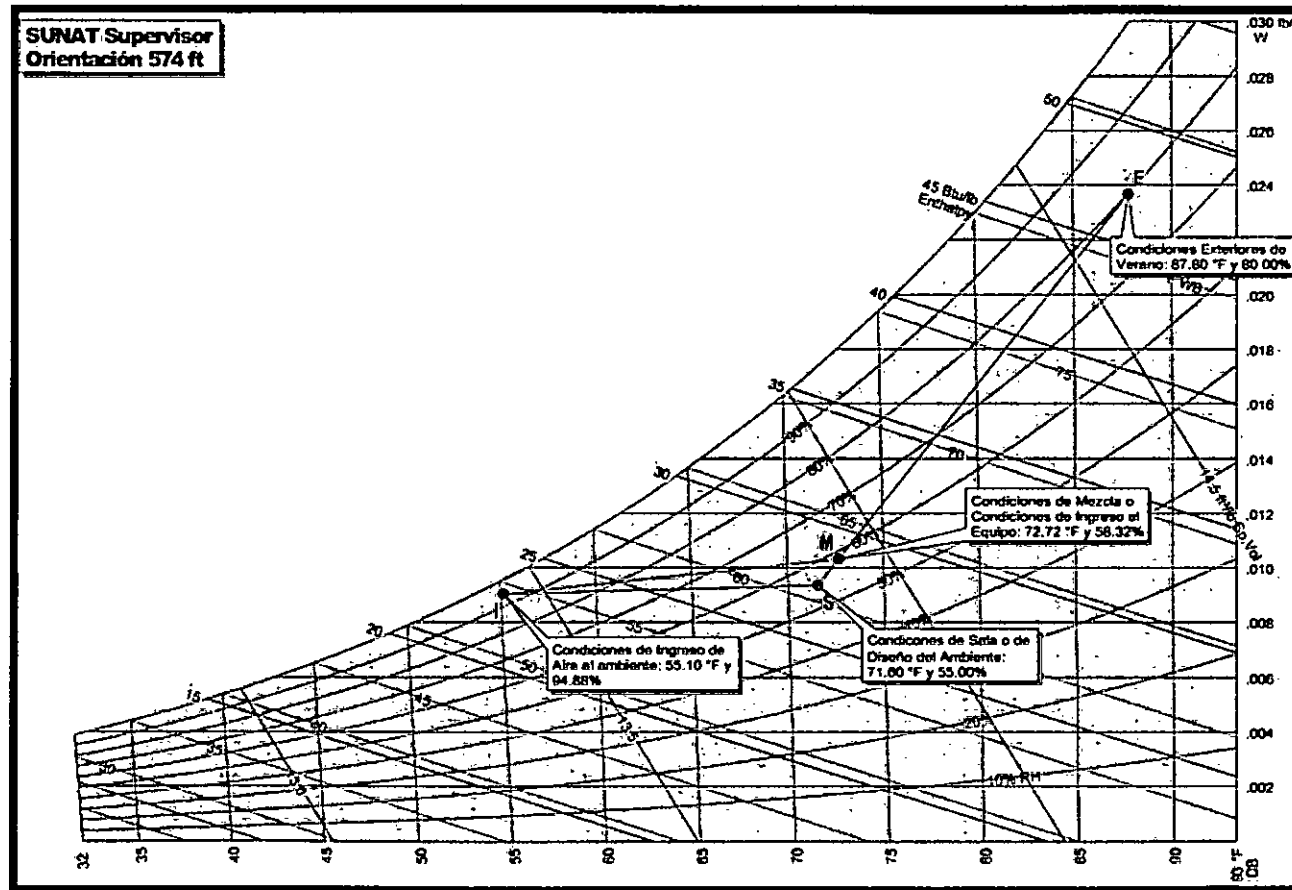
Fuente: Elaboración propia

ANEXO 10 PROCESO PSICROMETRICO DEL AIRE PERTENECIENTA AL AMBIENTE SUPERVISOR ORIENTACION



Fuente: Elaboración Propia

ANEXO 11 PROCESO PSICROMETRICO DEL AIRE PERTENECIENTE AL AMBIENTE SUPERVISOR ORIENTACION



Fuente: Exportación del software Elite Psychart

ANEXO 12 REPORTE DE RESUMEN DE CARGA TOTAL DE CADA AMBIENTE

Air Handler #1 - Supervisor Orientación - Total Load Summary			
Air Handler Description:	Supervisor Orientación Variable Air Volume		
Supply Air Fan:	Blow-Thru with program estimated horsepower of 0.02 HP		
Fan Input:	100% motor and fan efficiency with 0 in. water across the fan		
Sensible Heat Ratio:	0.92	— This system occurs 1 time(s) in the building. —	
Air System Peak Time:	7pm in January.		
Outdoor Conditions:	81° DB, 75° WB, 122.42 grains		
Summer: Exhaust controls outside air. — Winter: Exhaust controls outside air.			
Zone Space sensible loss:	0 Btuh		
Infiltration sensible loss:	0 Btuh	0 CFM	
Outside Air sensible loss:	0 Btuh	0 CFM	
Supply Duct sensible loss:	0 Btuh		
Return Duct sensible loss:	0 Btuh		
Return Plenum sensible loss:	0 Btuh		
Total System sensible loss:			0 Btuh
Heating Supply Air: $0 / (.979 \times 1.08 \times 0) =$		0 CFM	
Winter Vent Outside Air (0.0% of supply) =		0 CFM	
Zone space sensible gain:	7,469 Btuh		
Infiltration sensible gain:	0 Btuh		
Draw-thru fan sensible gain:	0 Btuh		
Supply duct sensible gain:	0 Btuh		
Reheat sensible gain:	0 Btuh		
Total sensible gain on supply side of coil:			7,469 Btuh
Cooling Supply Air: $7,469 / (.979 \times 1.1 \times 17) =$		408 CFM	
Summer Vent Outside Air (0.0% of supply) =		0 CFM	
Return duct sensible gain:	0 Btuh		
Return plenum sensible gain:	0 Btuh		
Outside air sensible gain:	0 Btuh	0 CFM	
Blow-thru fan sensible gain:	48 Btuh		
Total sensible gain on return side of coil:			48 Btuh
Total sensible gain on air handling system:			7,517 Btuh
Zone space latent gain:	660 Btuh		
Infiltration latent gain:	0 Btuh		
Outside air latent gain:	0 Btuh		
Total latent gain on air handling system:			660 Btuh
Total system sensible and latent gain:			8,177 Btuh
Check Figures			
Total Air Handler Supply Air (based on a 17° TD):		408 CFM	
Total Air Handler Vent. Air (0.00% of Supply):		0 CFM	
Total Conditioned Air Space:		106 Sq.ft	
Supply Air Per Unit Area:		3.8558 CFM/Sq.ft	
Area Per Cooling Capacity:		155.2 Sq.ft/Ton	
Cooling Capacity Per Area:		0.0064 Tons/Sq.ft	
Heating Capacity Per Area:		0.00 Btuh/Sq.ft	
Total Heating Required With Outside Air:		0 Btuh	
Total Cooling Required With Outside Air:		0.68 Tons	

Fuente: Exportación del Elite CHVAC

ANEXO 12 REPORTE DE RESUMEN DE CARGA TOTAL DE CADA AMBIENTE (cont.)

Air Handler #2 - Espera 1 - Total Load Summary			
Air Handler Description:	Espera 1 Variable Air Volume		
Supply Air Fan:	Blow-Thru with program estimated horsepower of 0.42 HP		
Fan Input:	100% motor and fan efficiency with 0 in. water across the fan		
Sensible Heat Ratio:	0.79	--- This system occurs 1 time(s) in the building. ---	
Air System Peak Time:	7pm in January.		
Outdoor Conditions:	81° DB, 75° WB, 122.42 grains		
Summer: Exhaust controls outside air, --- Winter: Exhaust controls outside air.			
Zone Space sensible loss:	0 Btuh		
Infiltration sensible loss:	0 Btuh	0 CFM	
Outside Air sensible loss:	0 Btuh	0 CFM	
Supply Duct sensible loss:	0 Btuh		
Return Duct sensible loss:	0 Btuh		
Return Plenum sensible loss:	0 Btuh		
Total System sensible loss:			0 Btuh
Heating Supply Air: $0 / (.979 \times 1.08 \times 0) =$		0 CFM	
Winter Vent Outside Air (0.0% of supply) =		0 CFM	
Zone space sensible gain:	161,357 Btuh		
Infiltration sensible gain:	0 Btuh		
Draw-thru fan sensible gain:	0 Btuh		
Supply duct sensible gain:	0 Btuh		
Reserve sensible gain:	0 Btuh		
Total sensible gain on supply side of coil:			161,357 Btuh
Cooling Supply Air: $161,357 / (.979 \times 1.1 \times 17) =$		8,810 CFM	
Summer Vent Outside Air (0.0% of supply) =		0 CFM	
Return duct sensible gain:	0 Btuh		
Return plenum sensible gain:	0 Btuh		
Outside air sensible gain:	0 Btuh	0 CFM	
Blow-thru fan sensible gain:	1,034 Btuh		
Total sensible gain on return side of coil:			1,034 Btuh
Total sensible gain on air handling system:			162,390 Btuh
Zone space latent gain:	42,240 Btuh		
Infiltration latent gain:	0 Btuh		
Outside air latent gain:	0 Btuh		
Total latent gain on air handling system:			42,240 Btuh
Total system sensible and latent gain:			204,630 Btuh
Check Figures			
Total Air Handler Supply Air (based on a 17° TD):		8,810 CFM	
Total Air Handler Vent. Air (0.00% of Supply):		0 CFM	
Total Conditioned Air Space:		4,991 Sq.ft	
Supply Air Per Unit Area:		1.7653 CFM/Sq.ft	
Area Per Cooling Capacity:		292.7 Sq.ft/Ton	
Cooling Capacity Per Area:		0.0034 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:		17.05 Tons	

Fuente: Exportación del Elite CHVAC

ANEXO 12 REPORTE DE RESUMEN DE CARGA TOTAL DE CADA AMBIENTE (cont.)

Air Handler #3 - Cabinas PDT - Total Load Summary			
Air Handler Description:	Cabinas PDT, Variable Air Volume		
Supply Air Fan:	Blow-Thru with program estimated horsepower of 0.10 HP		
Fan Input:	100% motor and fan efficiency with 0 in. water across the fan		
Sensible Heat Ratio:	0.85	--- This system occurs 1 time(s) in the building. ---	
Air System Peak Time:	11am in April.		
Outdoor Conditions:	79° DB, 74° WB, 118.34 grains		
Summer: Exhaust controls outside air, --- Winter: Exhaust controls outside air.			
Zone Space sensible loss:	0 Btuh		
Infiltration sensible loss:	0 Btuh	0 CFM	
Outside Air sensible loss:	0 Btuh	0 CFM	
Supply Duct sensible loss:	0 Btuh		
Return Duct sensible loss:	0 Btuh		
Return Plenum sensible loss:	0 Btuh		
Total System sensible loss:			0 Btuh
Heating Supply Air: $0 / (.979 \times 1.08 \times 0) =$		0 CFM	
Winter Vent Outside Air (0.0% of supply) =		0 CFM	
Zone space sensible gain:	39,579 Btuh		
Infiltration sensible gain:	0 Btuh		
Draw-thru fan sensible gain:	0 Btuh		
Supply duct sensible gain:	0 Btuh		
Reserve sensible gain:	0 Btuh		
Total sensible gain on supply side of coil:			39,579 Btuh
Cooling Supply Air: $39,579 / (.979 \times 1.1 \times 17) =$		2,161 CFM	
Summer Vent Outside Air (0.0% of supply) =		0 CFM	
Return duct sensible gain:	0 Btuh		
Return plenum sensible gain:	0 Btuh		
Outside air sensible gain:	0 Btuh	0 CFM	
Blow-thru fan sensible gain:	254 Btuh		
Total sensible gain on return side of coil:			254 Btuh
Total sensible gain on air handling system:			39,832 Btuh
Zone space latent gain:	7,040 Btuh		
Infiltration latent gain:	0 Btuh		
Outside air latent gain:	0 Btuh		
Total latent gain on air handling system:			7,040 Btuh
Total system sensible and latent gain:			46,872 Btuh
Check Figures			
Total Air Handler Supply Air (based on a 17° TD):		2,161 CFM	
Total Air Handler Vent. Air (0.00% of Supply):		0 CFM	
Total Conditioned Air Space:		757 Sq.ft	
Supply Air Per Unit Area:		2.8558 CFM/Sq.ft	
Area Per Cooling Capacity:		193.7 Sq.ft/Ton	
Cooling Capacity Per Area:		0.0052 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:		3.91 Tons	

Fuente: Exportación del Elite CHVAC

ANEXO 12 REPORTE DE RESUMEN DE CARGA TOTAL DE CADA AMBIENTE (cont.)

Air Handler #4 - Supervisor Tramites - Total Load Summary			
Air Handler Description:	Supervisor Tramites Variable Air Volume		
Supply Air Fan:	Blow-Thru with program estimated horsepower of 0.01 HP		
Fan Input:	100% motor and fan efficiency with 0 in. water across the fan		
Sensible Heat Ratio:	0.87	— This system occurs 1 time(s) in the building. —	
Air System Peak Time:	7pm in December.		
Outdoor Conditions:	78° DB, 72° WB, 109.58 grains		
Summer: Exhaust controls outside air, ---- Winter: Exhaust controls outside air.			
Zone Space sensible loss:	0 Btuh		
Infiltration sensible loss:	0 Btuh	0 CFM	
Outside Air sensible loss:	0 Btuh	0 CFM	
Supply Duct sensible loss:	0 Btuh		
Return Duct sensible loss:	0 Btuh		
Return Plenum sensible loss:	0 Btuh		
Total System sensible loss:			0 Btuh
Heating Supply Air: $0 / (.979 \times 1.08 \times 0) =$		0 CFM	
Winter Vent Outside Air (0.0% of supply) =		0 CFM	
Zone space sensible gain:	4,499 Btuh		
Infiltration sensible gain:	0 Btuh		
Draw-thru fan sensible gain:	0 Btuh		
Supply duct sensible gain:	0 Btuh		
Reserve sensible gain:	0 Btuh		
Total sensible gain on supply side of coil:			4,499 Btuh
Cooling Supply Air: $4,499 / (.979 \times 1.1 \times 17) =$		246 CFM	
Summer Vent Outside Air (0.0% of supply) =		0 CFM	
Return duct sensible gain:	0 Btuh		
Return plenum sensible gain:	0 Btuh		
Outside air sensible gain:	0 Btuh	0 CFM	
Blow-thru fan sensible gain:	29 Btuh		
Total sensible gain on return side of coil:			29 Btuh
Total sensible gain on air handling system:			4,528 Btuh
Zone space latent gain:	660 Btuh		
Infiltration latent gain:	0 Btuh		
Outside air latent gain:	0 Btuh		
Total latent gain on air handling system:			660 Btuh
Total system sensible and latent gain:			5,188 Btuh
Check Figures			
Total Air Handler Supply Air (based on a 17° TD):		246 CFM	
Total Air Handler Vent. Air (0.00% of Supply):		0 CFM	
Total Conditioned Air Space:		127 Sq.ft	
Supply Air Per Unit Area:		1.9407 CFM/Sq.ft	
Area Per Cooling Capacity:		292.8 Sq.ft/Ton	
Cooling Capacity Per Area:		0.0034 Tons/Sq.ft	
Heating Capacity Per Area:		0.00 Btuh/Sq.ft	
Total Heating Required With Outside Air:		0 Btuh	
Total Cooling Required With Outside Air:		0.43 Tons	

Fuente: Exportación del Elite CHVAC

ANEXO 12 REPORTE DE RESUMEN DE CARGA TOTAL DE CADA AMBIENTE (cont.)

Air Handler #5 - Oficina Administraion - Total Load Summary			
Air Handler Description:	Oficina Administraion Variable Air Volume		
Supply Air Fan:	Blow-Thru with program estimated horsepower of 0.01 HP		
Fan Input:	100% motor and fan efficiency with 0 in. water across the fan		
Sensible Heat Ratio:	0.87	— This system occurs 1 time(s) in the building. —	
Air System Peak Time:	7pm in December.		
Outdoor Conditions:	78° DB, 72° WB, 109.58 grains		
Summer: Exhaust controls outside air, — Winter: Exhaust controls outside air.			
Zone Space sensible loss:	0 Btuh		
Infiltration sensible loss:	0 Btuh	0 CFM	
Outside Air sensible loss:	0 Btuh	0 CFM	
Supply Duct sensible loss:	0 Btuh		
Return Duct sensible loss:	0 Btuh		
Return Plenum sensible loss:	0 Btuh		
Total System sensible loss:			0 Btuh
Heating Supply Air: $0 / (.979 \times 1.08 \times 0) =$		0 CFM	
Winter Vent Outside Air (0.0% of supply) =		0 CFM	
Zone space sensible gain:	4,249 Btuh		
Infiltration sensible gain:	0 Btuh		
Draw-thru fan sensible gain:	0 Btuh		
Supply duct sensible gain:	0 Btuh		
Reserve sensible gain:	0 Btuh		
Total sensible gain on supply side of coil:			4,249 Btuh
Cooling Supply Air: $4,249 / (.979 \times 1.1 \times 17) =$		232 CFM	
Summer Vent Outside Air (0.0% of supply) =		0 CFM	
Return duct sensible gain:	0 Btuh		
Return plenum sensible gain:	0 Btuh		
Outside air sensible gain:	0 Btuh	0 CFM	
Blow-thru fan sensible gain:	27 Btuh		
Total sensible gain on return side of coil:			27 Btuh
Total sensible gain on air handling system:			4,276 Btuh
Zone space latent gain:	660 Btuh		
Infiltration latent gain:	0 Btuh		
Outside air latent gain:	0 Btuh		
Total latent gain on air handling system:			660 Btuh
Total system sensible and latent gain:			4,936 Btuh
Check Figures			
Total Air Handler Supply Air (based on a 17° TD):		232 CFM	
Total Air Handler Vent. Air (0.00% of Supply):		0 CFM	
Total Conditioned Air Space:		113 Sq.ft	
Supply Air Per Unit Area:		2.0468 CFM/Sq.ft	
Area Per Cooling Capacity:		275.5 Sq.ft/Ton	
Cooling Capacity Per Area:		0.0036 Tons/Sq.ft	
Heating Capacity Per Area:		0.00 Btuh/Sq.ft	
Total Heating Required With Outside Air:		0 Btuh	
Total Cooling Required With Outside Air:		0.41 Tons	

Fuente: Exportación del Elite CHVAC

ANEXO 12 REPORTE DE RESUMEN DE CARGA TOTAL DE CADA AMBIENTE (cont.)

Air Handler #6 - Oficina Jefatura - Total Load Summary			
Air Handler Description:	Oficina Jefatura Variable Air Volume		
Supply Air Fan:	Blow-Thru with program estimated horsepower of 0.01 HP		
Fan Input:	100% motor and fan efficiency with 0 in. water across the fan		
Sensible Heat Ratio:	0.88	--- This system occurs 1 time(s) in the building. ---	
Air System Peak Time:	7pm in December.		
Outdoor Conditions:	78° DB, 72° WB, 109.58 grains		
Summer: Exhaust controls outside air. --- Winter: Exhaust controls outside air.			
Zone Space sensible loss:	0 Btuh		
Infiltration sensible loss:	0 Btuh	0 CFM	
Outside Air sensible loss:	0 Btuh	0 CFM	
Supply Duct sensible loss:	0 Btuh		
Return Duct sensible loss:	0 Btuh		
Return Plenum sensible loss:	0 Btuh		
Total System sensible loss:			0 Btuh
Heating Supply Air: 0 / (.979 X 1.08 X 0) =		0 CFM	
Winter Vent Outside Air (0.0% of supply) =		0 CFM	
Zone space sensible gain:	4,853 Btuh		
Infiltration sensible gain:	0 Btuh		
Draw-thru fan sensible gain:	0 Btuh		
Supply duct sensible gain:	0 Btuh		
Reserve sensible gain:	0 Btuh		
Total sensible gain on supply side of coil:			4,853 Btuh
Cooling Supply Air: 4,853 / (.979 X 1.1 X 17) =		265 CFM	
Summer Vent Outside Air (0.0% of supply) =		0 CFM	
Return duct sensible gain:	0 Btuh		
Return plenum sensible gain:	0 Btuh		
Outside air sensible gain:	0 Btuh	0 CFM	
Blow-thru fan sensible gain:	31 Btuh		
Total sensible gain on return side of coil:			31 Btuh
Total sensible gain on air handling system:			4,884 Btuh
Zone space latent gain:	660 Btuh		
Infiltration latent gain:	0 Btuh		
Outside air latent gain:	0 Btuh		
Total latent gain on air handling system:			660 Btuh
Total system sensible and latent gain:			5,544 Btuh
Check Figures			
Total Air Handler Supply Air (based on a 17° TD):		265 CFM	
Total Air Handler Vent. Air (0.00% of Supply):		0 CFM	
Total Conditioned Air Space:		139 Sq.ft	
Supply Air Per Unit Area:		1.9052 CFM/Sq.ft	
Area Per Cooling Capacity:		301.0 Sq.ft/Ton	
Cooling Capacity Per Area:		0.0033 Tons/Sq.ft	
Heating Capacity Per Area:		0.00 Btuh/Sq.ft	
Total Heating Required With Outside Air:		0 Btuh	
Total Cooling Required With Outside Air:		0.46 Tons	

Fuente: Exportación del Elite CHVAC

ANEXO 12 REPORTE DE RESUMEN DE CARGA TOTAL DE CADA AMBIENTE (cont.)

Air Handler #7 - CC-TV - Total Load Summary		
Air Handler Description:	CC-TV Variable Air Volume	
Supply Air Fan:	Blow-Thru with program estimated horsepower of 0.01 HP	
Fan Input:	100% motor and fan efficiency with 0 in. water across the fan	
Sensible Heat Ratio:	0.92	— This system occurs 1 time(s) in the building. —
Air System Peak Time:	7pm in December.	
Outdoor Conditions:	78° DB, 72° WB, 109.58 grains	
Summer: Exhaust controls outside air, — Winter: Exhaust controls outside air.		
Zone Space sensible loss:	0 Btuh	
Infiltration sensible loss:	0 Btuh	0 CFM
Outside Air sensible loss:	0 Btuh	0 CFM
Supply Duct sensible loss:	0 Btuh	
Return Duct sensible loss:	0 Btuh	
Return Plenum sensible loss:	0 Btuh	
Total System sensible loss:		0 Btuh
Heating Supply Air: $0 / (.979 \times 1.08 \times 0) =$		0 CFM
Winter Vent Outside Air (0.0% of supply) =		0 CFM
Zone space sensible gain:	2,430 Btuh	
Infiltration sensible gain:	0 Btuh	
Draw-thru fan sensible gain:	0 Btuh	
Supply duct sensible gain:	0 Btuh	
Reserve sensible gain:	0 Btuh	
Total sensible gain on supply side of coil:		2,430 Btuh
Cooling Supply Air: $2,430 / (.979 \times 1.1 \times 17) =$		133 CFM
Summer Vent Outside Air (0.0% of supply) =		0 CFM
Return duct sensible gain:	0 Btuh	
Return plenum sensible gain:	0 Btuh	
Outside air sensible gain:	0 Btuh	0 CFM
Blow-thru fan sensible gain:	16 Btuh	
Total sensible gain on return side of coil:		16 Btuh
Total sensible gain on air handling system:		2,446 Btuh
Zone space latent gain:	220 Btuh	
Infiltration latent gain:	0 Btuh	
Outside air latent gain:	0 Btuh	
Total latent gain on air handling system:		220 Btuh
Total system sensible and latent gain:		2,666 Btuh
Check Figures		
Total Air Handler Supply Air (based on a 17° TD):		133 CFM
Total Air Handler Vent. Air (0.00% of Supply):		0 CFM
Total Conditioned Air Space:		60 Sq.ft
Supply Air Per Unit Area:		2.2051 CFM/Sq.ft
Area Per Cooling Capacity:		270.9 Sq.ft/Ton
Cooling Capacity Per Area:		0.0037 Tons/Sq.ft
Heating Capacity Per Area:		0.00 Btuh/Sq.ft
Total Heating Required With Outside Air:		0 Btuh
Total Cooling Required With Outside Air:		0.22 Tons

Fuente: Exportación del Elite CHVAC

ANEXO 12 REPORTE DE RESUMEN DE CARGA TOTAL DE CADA AMBIENTE (cont.)

Air Handler #8 - Supervisor de Control de Deudas 2 - Total Load Summary			
Air Handler Description:	Supervisor de Control de Deudas 2 Variable Air Volume		
Supply Air Fan:	Blow-Thru with program estimated horsepower of 0.02 HP		
Fan Input:	100% motor and fan efficiency with 0 in. water across the fan		
Sensible Heat Ratio:	0.92	— This system occurs 1 time(s) in the building. —	
Air System Peak Time:	7pm in January.		
Outdoor Conditions:	81° DB, 75° WB, 122.42 grains		
Summer: Exhaust controls outside air. — Winter: Exhaust controls outside air.			
Zone Space sensible loss:	0 Btuh		
Infiltration sensible loss:	0 Btuh	0 CFM	
Outside Air sensible loss:	0 Btuh	0 CFM	
Supply Duct sensible loss:	0 Btuh		
Return Duct sensible loss:	0 Btuh		
Return Plenum sensible loss:	0 Btuh		
Total System sensible loss:			0 Btuh
Heating Supply Air: $0 / (.979 \times 1.08 \times 0) =$		0 CFM	
Winter Vent Outside Air (0.0% of supply) =		0 CFM	
Zone space sensible gain:	8,015 Btuh		
Infiltration sensible gain:	0 Btuh		
Draw-thru fan sensible gain:	0 Btuh		
Supply duct sensible gain:	0 Btuh		
Reserve sensible gain:	0 Btuh		
Total sensible gain on supply side of coil:			8,015 Btuh
Cooling Supply Air: $8,015 / (.979 \times 1.1 \times 17) =$		438 CFM	
Summer Vent Outside Air (0.0% of supply) =		0 CFM	
Return duct sensible gain:	0 Btuh		
Return plenum sensible gain:	0 Btuh		
Outside air sensible gain:	0 Btuh	0 CFM	
Blow-thru fan sensible gain:	51 Btuh		
Total sensible gain on return side of coil:			51 Btuh
Total sensible gain on air handling system:			8,066 Btuh
Zone space latent gain:	660 Btuh		
Infiltration latent gain:	0 Btuh		
Outside air latent gain:	0 Btuh		
Total latent gain on air handling system:			660 Btuh
Total system sensible and latent gain:			8,726 Btuh
Check Figures			
Total Air Handler Supply Air (based on a 17° TD):		438 CFM	
Total Air Handler Vent. Air (0.00% of Supply):		0 CFM	
Total Conditioned Air Space:		117 Sq.ft	
Supply Air Per Unit Area:		3.7314 CFM/Sq.ft	
Area Per Cooling Capacity:		161.3 Sq.ft/Ton	
Cooling Capacity Per Area:		0.0062 Tons/Sq.ft	
Heating Capacity Per Area:		0.00 Btuh/Sq.ft	
Total Heating Required With Outside Air:		0 Btuh	
Total Cooling Required With Outside Air:		0.73 Tons	

Fuente: Exportación del Elite CHVAC

ANEXO 12 REPORTE DE RESUMEN DE CARGA TOTAL DE CADA AMBIENTE (cont.)

Air Handler #9 - Espera 2 - Total Load Summary		
Air Handler Description:	Espera 2 Variable Air Volume	
Supply Air Fan:	Blow-Thru with program estimated horsepower of 0.40 HP	
Fan Input:	100% motor and fan efficiency with 0 in. water across the fan	
Sensible Heat Ratio:	0.82	— This system occurs 1 time(s) in the building. —
Air System Peak Time:	7pm in February.	
Outdoor Conditions:	82° DB, 75° WB, 123.11 grains	
Summer: Exhaust controls outside air, — Winter: Exhaust controls outside air.		
Zone Space sensible loss:	0 Btuh	
Infiltration sensible loss:	0 Btuh	0 CFM
Outside Air sensible loss:	0 Btuh	0 CFM
Supply Duct sensible loss:	0 Btuh	
Return Duct sensible loss:	0 Btuh	
Return Plenum sensible loss:	0 Btuh	
Total System sensible loss:		0 Btuh
Heating Supply Air: $0 / (.979 \times 1.08 \times 0) =$		0 CFM
Winter Vent Outside Air (0.0% of supply) =		0 CFM
Zone space sensible gain:	153,695 Btuh	
Infiltration sensible gain:	0 Btuh	
Draw-thru fan sensible gain:	0 Btuh	
Supply duct sensible gain:	0 Btuh	
Reserve sensible gain:	0 Btuh	
Total sensible gain on supply side of coil:		153,695 Btuh
Cooling Supply Air: $153,695 / (.979 \times 1.1 \times 17) =$		8,392 CFM
Summer Vent Outside Air (0.0% of supply) =		0 CFM
Return duct sensible gain:	0 Btuh	
Return plenum sensible gain:	0 Btuh	
Outside air sensible gain:	0 Btuh	0 CFM
Blow-thru fan sensible gain:	985 Btuh	
Total sensible gain on return side of coil:		985 Btuh
Total sensible gain on air handling system:		154,680 Btuh
Zone space latent gain:	34,320 Btuh	
Infiltration latent gain:	0 Btuh	
Outside air latent gain:	0 Btuh	
Total latent gain on air handling system:		34,320 Btuh
Total system sensible and latent gain:		189,000 Btuh
Check Figures		
Total Air Handler Supply Air (based on a 17° TD):		8,392 CFM
Total Air Handler Vent. Air (0.00% of Supply):		0 CFM
Total Conditioned Air Space:		4,187 Sq.ft
Supply Air Per Unit Area:		2.0042 CFM/Sq.ft
Area Per Cooling Capacity:		265.8 Sq.ft/Ton
Cooling Capacity Per Area:		0.0038 Tons/Sq.ft
Heating Capacity Per Area:		0.00 Btuh/Sq.ft
Total Heating Required With Outside Air:		0 Btuh
Total Cooling Required With Outside Air:		15.75 Tons

Fuente: Exportación del Elite CHVAC

ANEXO 12 REPORTE DE RESUMEN DE CARGA TOTAL DE CADA AMBIENTE (cont.)

Air Handler #10 - Sala de Capacitación Personal - Total Load Summary			
Air Handler Description:	Sala de Capacitación Personal Variable Air Volume		
Supply Air Fan:	Blow-Thru with program estimated horsepower of 0.10 HP		
Fan Input:	100% motor and fan efficiency with 0 in. water across the fan		
Sensible Heat Ratio:	0.74	— This system occurs 1 time(s) in the building. —	
Air System Peak Time:	6pm in March.		
Outdoor Conditions:	84° DB, 75° WB, 119.02 grains		
Summer: Exhaust controls outside air, — Winter: Exhaust controls outside air.			
Zone Space sensible loss:	0 Btuh		
Infiltration sensible loss:	0 Btuh	0 CFM	
Outside Air sensible loss:	0 Btuh	0 CFM	
Supply Duct sensible loss:	0 Btuh		
Return Duct sensible loss:	0 Btuh		
Return Plenum sensible loss:	0 Btuh		
Total System sensible loss:			0 Btuh
Heating Supply Air: $0 / (.979 \times 1.08 \times 0) =$		0 CFM	
Winter Vent Outside Air (0.0% of supply) =		0 CFM	
Zone space sensible gain:	40,208 Btuh		
Infiltration sensible gain:	0 Btuh		
Draw-thru fan sensible gain:	0 Btuh		
Supply duct sensible gain:	0 Btuh		
Reserve sensible gain:	0 Btuh		
Total sensible gain on supply side of coil:			40,208 Btuh
Cooling Supply Air: $40,208 / (.979 \times 1.1 \times 17) =$		2,195 CFM	
Summer Vent Outside Air (0.0% of supply) =		0 CFM	
Return duct sensible gain:	0 Btuh		
Return plenum sensible gain:	0 Btuh		
Outside air sensible gain:	0 Btuh	0 CFM	
Blow-thru fan sensible gain:	258 Btuh		
Total sensible gain on return side of coil:			258 Btuh
Total sensible gain on air handling system:			40,466 Btuh
Zone space latent gain:	14,300 Btuh		
Infiltration latent gain:	0 Btuh		
Outside air latent gain:	0 Btuh		
Total latent gain on air handling system:			14,300 Btuh
Total system sensible and latent gain:			54,766 Btuh
Check Figures			
Total Air Handler Supply Air (based on a 17° TD):		2,195 CFM	
Total Air Handler Vent. Air (0.00% of Supply):		0 CFM	
Total Conditioned Air Space:	833 Sq.ft		
Supply Air Per Unit Area:	2.6347 CFM/Sq.ft		
Area Per Cooling Capacity:	182.6 Sq.ft/Ton		
Cooling Capacity Per Area:	0.0055 Tons/Sq.ft		
Heating Capacity Per Area:	0.00 Btuh/Sq.ft		
Total Heating Required With Outside Air:		0 Btuh	
Total Cooling Required With Outside Air:		4.58 Tons	

Fuente: Exportación del Elite CHVAC

ANEXO 12 REPORTE DE RESUMEN DE CARGA TOTAL DE CADA AMBIENTE (cont.)

Air Handler #11 - Supervisor de Control de Deudas 1 - Total Load Summary			
Air Handler Description:	Supervisor de Control de Deudas 1 Variable Air Volume		
Supply Air Fan:	Blow-Thru with program estimated horsepower of 0.01 HP		
Fan Input:	100% motor and fan efficiency with 0 in. water across the fan		
Sensible Heat Ratio:	0.88	— This system occurs 1 time(s) in the building. —	
Air System Peak Time:	7pm in March.		
Outdoor Conditions:	83° DB, 75° WB, 120.29 grains		
Summer: Exhaust controls outside air. — Winter: Exhaust controls outside air.			
Zone Space sensible loss:	0 Btuh		
Infiltration sensible loss:	0 Btuh	0 CFM	
Outside Air sensible loss:	0 Btuh	0 CFM	
Supply Duct sensible loss:	0 Btuh		
Return Duct sensible loss:	0 Btuh		
Return Plenum sensible loss:	0 Btuh		
Total System sensible loss:			0 Btuh
Heating Supply Air: $0 / (.979 \times 1.08 \times 0) =$		0 CFM	
Winter Vent Outside Air (0.0% of supply) =		0 CFM	
Zone space sensible gain:	4,934 Btuh		
Infiltration sensible gain:	0 Btuh		
Draw-thru fan sensible gain:	0 Btuh		
Supply duct sensible gain:	0 Btuh		
Reserve sensible gain:	0 Btuh		
Total sensible gain on supply side of coil:			4,934 Btuh
Cooling Supply Air: $4,934 / (.979 \times 1.1 \times 17) =$		269 CFM	
Summer Vent Outside Air (0.0% of supply) =		0 CFM	
Return duct sensible gain:	0 Btuh		
Return plenum sensible gain:	0 Btuh		
Outside air sensible gain:	0 Btuh	0 CFM	
Blow-thru fan sensible gain:	32 Btuh		
Total sensible gain on return side of coil:			32 Btuh
Total sensible gain on air handling system:			4,966 Btuh
Zone space latent gain:	660 Btuh		
Infiltration latent gain:	0 Btuh		
Outside air latent gain:	0 Btuh		
Total latent gain on air handling system:			660 Btuh
Total system sensible and latent gain:			5,626 Btuh
Check Figures			
Total Air Handler Supply Air (based on a 17° TD):		269 CFM	
Total Air Handler Vent. Air (0.00% of Supply):		0 CFM	
Total Conditioned Air Space:		119 Sq.ft	
Supply Air Per Unit Area:		2.2618 CFM/Sq.ft	
Area Per Cooling Capacity:		254.1 Sq.ft/Ton	
Cooling Capacity Per Area:		0.0039 Tons/Sq.ft	
Heating Capacity Per Area:		0.00 Btuh/Sq.ft	
Total Heating Required With Outside Air:		0 Btuh	
Total Cooling Required With Outside Air:		0.47 Tons	

Fuente: Exportación del Elite CHVAC

ANEXO 12 REPORTE DE RESUMEN DE CARGA TOTAL DE CADA AMBIENTE (cont.)

Air Handler #12 - Sala de Reuniones - Total Load Summary			
Air Handler Description:	Sala de Reuniones Variable Air Volume		
Supply Air Fan:	Blow-Thru with program estimated horsepower of 0.02 HP		
Fan Input:	100% motor and fan efficiency with 0 in. water across the fan		
Sensible Heat Ratio:	0.79	--- This system occurs 1 time(s) in the building. ---	
Air System Peak Time:	7pm in March.		
Outdoor Conditions:	83° DB, 75° WB, 120.29 grains		
Summer: Exhaust controls outside air, --- Winter: Exhaust controls outside air.			
Zone Space sensible loss:	0 Btuh		
Infiltration sensible loss:	0 Btuh	0 CFM	
Outside Air sensible loss:	0 Btuh	0 CFM	
Supply Duct sensible loss:	0 Btuh		
Return Duct sensible loss:	0 Btuh		
Return Plenum sensible loss:	0 Btuh		
Total System sensible loss:			0 Btuh
Heating Supply Air: 0 / (.979 X 1.08 X 0) =		0 CFM	
Winter Vent Outside Air (0.0% of supply) =		0 CFM	
Zone space sensible gain:	8,095 Btuh		
Infiltration sensible gain:	0 Btuh		
Draw-thru fan sensible gain:	0 Btuh		
Supply duct sensible gain:	0 Btuh		
Reserve sensible gain:	0 Btuh		
Total sensible gain on supply side of coil:			8,095 Btuh
Cooling Supply Air: 8,095 / (.879 X 1.1 X 17) =		442 CFM	
Summer Vent Outside Air (0.0% of supply) =		0 CFM	
Return duct sensible gain:	0 Btuh		
Return plenum sensible gain:	0 Btuh		
Outside air sensible gain:	0 Btuh	0 CFM	
Blow-thru fan sensible gain:	52 Btuh		
Total sensible gain on return side of coil:			52 Btuh
Total sensible gain on air handling system:			8,147 Btuh
Zone space latent gain:	2,200 Btuh		
Infiltration latent gain:	0 Btuh		
Outside air latent gain:	0 Btuh		
Total latent gain on air handling system:			2,200 Btuh
Total system sensible and latent gain:			10,347 Btuh
Check Figures			
Total Air Handler Supply Air (based on a 17° TD):		442 CFM	
Total Air Handler Vent. Air (0.00% of Supply):		0 CFM	
Total Conditioned Air Space:		143 Sq.ft	
Supply Air Per Unit Area:		3.0840 CFM/Sq.ft	
Area Per Cooling Capacity:		166.2 Sq.ft/Ton	
Cooling Capacity Per Area:		0.0060 Tons/Sq.ft	
Heating Capacity Per Area:		0.00 Btuh/Sq.ft	
Total Heating Required With Outside Air:		0 Btuh	
Total Cooling Required With Outside Air:		0.66 Tons	

Fuente: Exportación del Elite CHVAC

ANEXO 12 REPORTE DE RESUMEN DE CARGA TOTAL DE CADA AMBIENTE (cont.)

Air Handler #13 - Supervisor Fiscalización - Total Load Summary			
Air Handler Description:	Supervisor Fiscalización Variable Air Volume		
Supply Air Fan:	Blow-Thru with program estimated horsepower of 0.01 HP		
Fan Input:	100% motor and fan efficiency with 0 in. water across the fan		
Sensible Heat Ratio:	0.88	--- This system occurs 1 time(s) in the building. ---	
Air System Peak Time:	7pm in March.		
Outdoor Conditions:	83° DB, 75° WB, 120.29 grains		
Summer: Exhaust controls outside air. --- Winter: Exhaust controls outside air.			
Zone Space sensible loss:	0 Btuh		
Infiltration sensible loss:	0 Btuh	0 CFM	
Outside Air sensible loss:	0 Btuh	0 CFM	
Supply Duct sensible loss:	0 Btuh		
Return Duct sensible loss:	0 Btuh		
Return Plenum sensible loss:	0 Btuh		
Total System sensible loss:			0 Btuh
Heating Supply Air: $0 / (.979 \times 1.08 \times 0) =$		0 CFM	
Winter Vent Outside Air (0.0% of supply) =		0 CFM	
Zone space sensible gain:	4,924 Btuh		
Infiltration sensible gain:	0 Btuh		
Draw-thru fan sensible gain:	0 Btuh		
Supply duct sensible gain:	0 Btuh		
Reserve sensible gain:	0 Btuh		
Total sensible gain on supply side of coil:			4,924 Btuh
Cooling Supply Air: $4,924 / (.979 \times 1.1 \times 17) =$		269 CFM	
Summer Vent Outside Air (0.0% of supply) =		0 CFM	
Return duct sensible gain:	0 Btuh		
Return plenum sensible gain:	0 Btuh		
Outside air sensible gain:	0 Btuh	0 CFM	
Blow-thru fan sensible gain:	32 Btuh		
Total sensible gain on return side of coil:			32 Btuh
Total sensible gain on air handling system:			4,956 Btuh
Zone space latent gain:	660 Btuh		
Infiltration latent gain:	0 Btuh		
Outside air latent gain:	0 Btuh		
Total latent gain on air handling system:			660 Btuh
Total system sensible and latent gain:			5,616 Btuh
Check Figures			
Total Air Handler Supply Air (based on a 17° TD):		269 CFM	
Total Air Handler Vent. Air (0.00% of Supply):		0 CFM	
Total Conditioned Air Space:		118 Sq.ft	
Supply Air Per Unit Area:		2.2694 CFM/Sq.ft	
Area Per Cooling Capacity:		253.2 Sq.ft/Ton	
Cooling Capacity Per Area:		0.0040 Tons/Sq.ft	
Heating Capacity Per Area:		0.00 Btuh/Sq.ft	
Total Heating Required With Outside Air:		0 Btuh	
Total Cooling Required With Outside Air:		0.47 Tons	

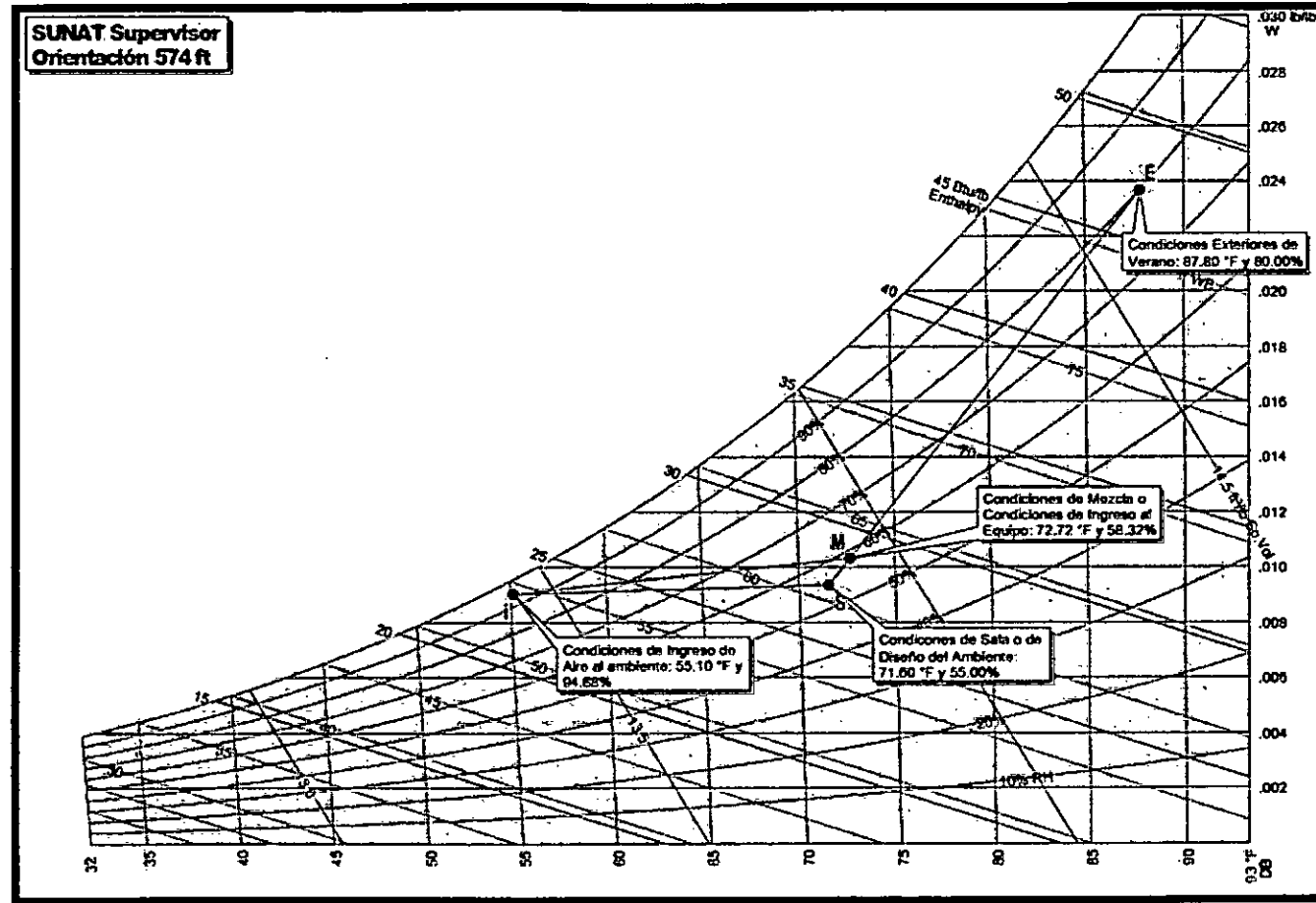
Fuente: Exportación del Elite CHVAC

ANEXO 12 REPORTE DE RESUMEN DE CARGA TOTAL DE CADA AMBIENTE (cont.)

Air Handler #14 - Comedor - Total Load Summary		
Air Handler Description:	Comedor Variable Air Volume	
Supply Air Fan:	Blow-Thru with program estimated horsepower of 0.05 HP	
Fan Input:	100% motor and fan efficiency with 0 in. water across the fan	
Sensible Heat Ratio:	0.75	--- This system occurs 1 time(s) in the building. ---
Air System Peak Time:	7pm in March.	
Outdoor Conditions:	83° DB, 75° WB, 120.29 grains	
Summer: Exhaust controls outside air, --- Winter: Exhaust controls outside air.		
Zone Space sensible loss:	0 Btuh	
Infiltration sensible loss:	0 Btuh	0 CFM
Outside Air sensible loss:	0 Btuh	0 CFM
Supply Duct sensible loss:	0 Btuh	
Return Duct sensible loss:	0 Btuh	
Return Plenum sensible loss:	0 Btuh	
Total System sensible loss:		0 Btuh
Heating Supply Air: 0 / (.979 X 1.08 X 0) =		0 CFM
Winter Vent Outside Air (0.0% of supply) =		0 CFM
Zone space sensible gain:	21,212 Btuh	
Infiltration sensible gain:	0 Btuh	
Draw-thru fan sensible gain:	0 Btuh	
Supply duct sensible gain:	0 Btuh	
Reserve sensible gain:	0 Btuh	
Total sensible gain on supply side of coil:		21,212 Btuh
Cooling Supply Air: 21,212 / (.979 X 1.1 X 17) =		1,158 CFM
Summer Vent Outside Air (0.0% of supply) =		0 CFM
Return duct sensible gain:	0 Btuh	
Return plenum sensible gain:	0 Btuh	
Outside air sensible gain:	0 Btuh	0 CFM
Blow-thru fan sensible gain:	136 Btuh	
Total sensible gain on return side of coil:		136 Btuh
Total sensible gain on air handling system:		21,348 Btuh
Zone space latent gain:	7,260 Btuh	
Infiltration latent gain:	0 Btuh	
Outside air latent gain:	0 Btuh	
Total latent gain on air handling system:		7,260 Btuh
Total system sensible and latent gain:		28,608 Btuh
Check Figures		
Total Air Handler Supply Air (based on a 17° TD):		1,158 CFM
Total Air Handler Vent. Air (0.00% of Supply):		0 CFM
Total Conditioned Air Space:		434 Sq.ft
Supply Air Per Unit Area:		2.6702 CFM/Sq.ft
Area Per Cooling Capacity:		181.9 Sq.ft/Ton
Cooling Capacity Per Area:		0.0055 Tons/Sq.ft
Heating Capacity Per Area:		0.00 Btuh/Sq.ft
Total Heating Required With Outside Air:		0 Btuh
Total Cooling Required With Outside Air:		2.38 Tons

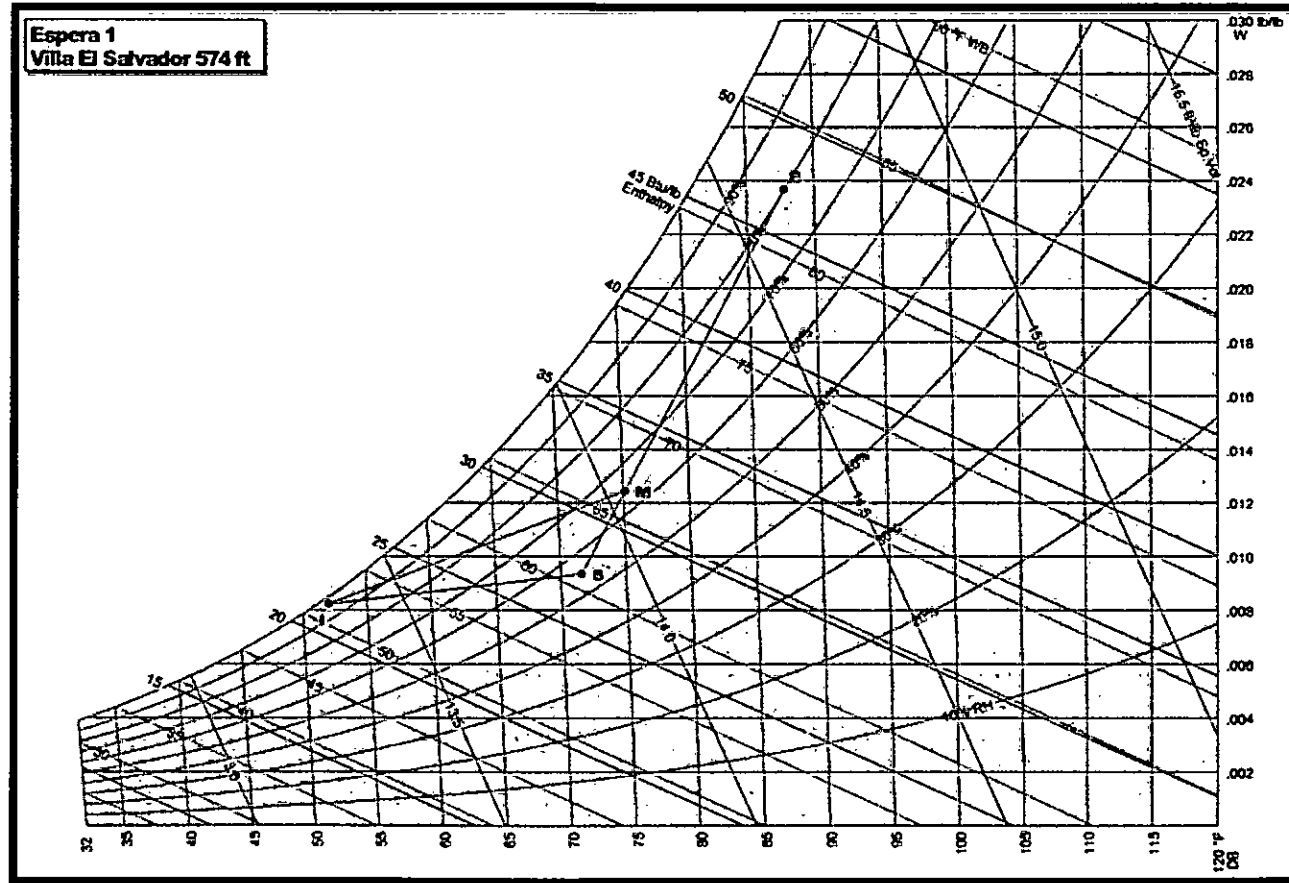
Fuente: Exportación del Elite CHVAC

ANEXO 13 PSICROMETRIA DE CADA AMBIENTE



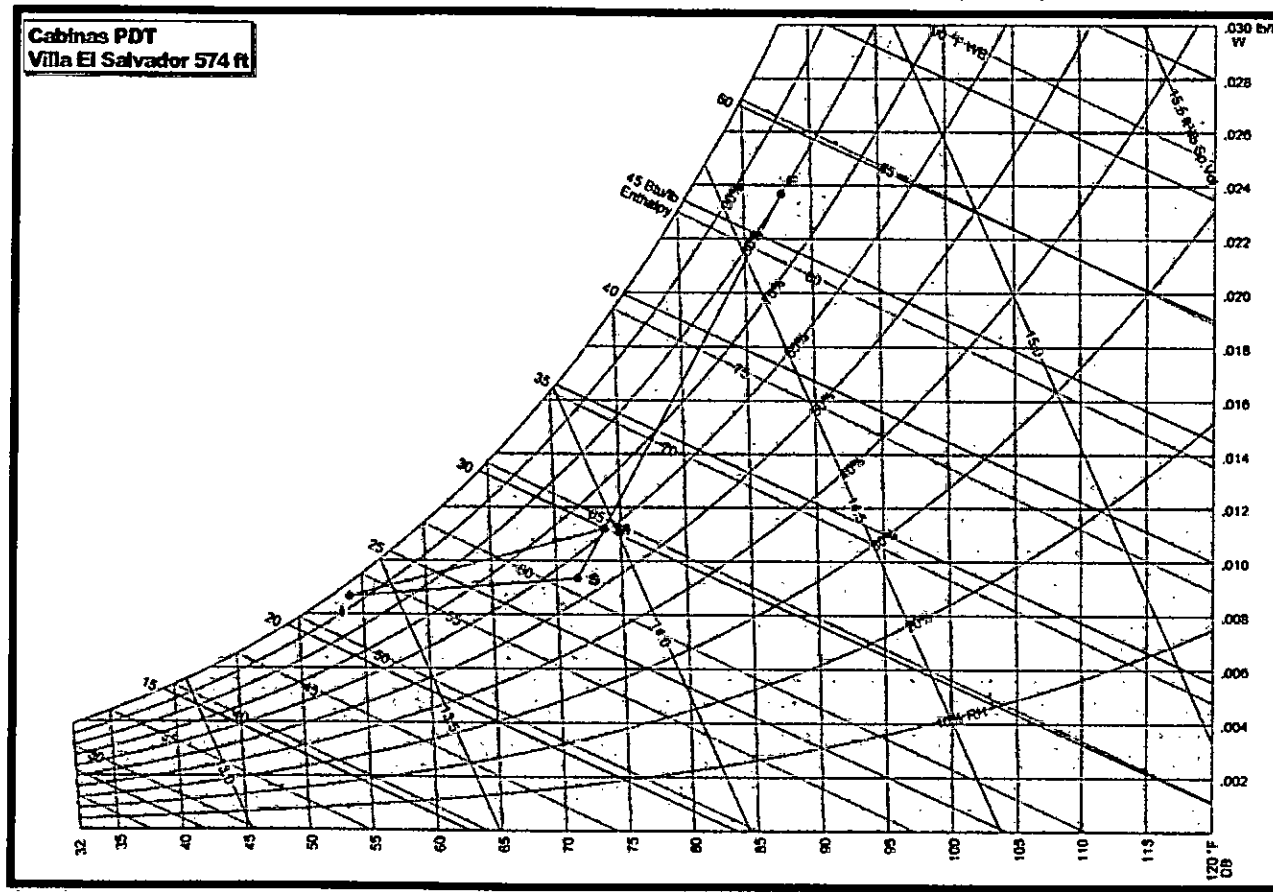
Fuente: Exportación del Elite PsyChart

ANEXO 13 PSICROMETRIA DE CADA AMBIENTE (cont.)



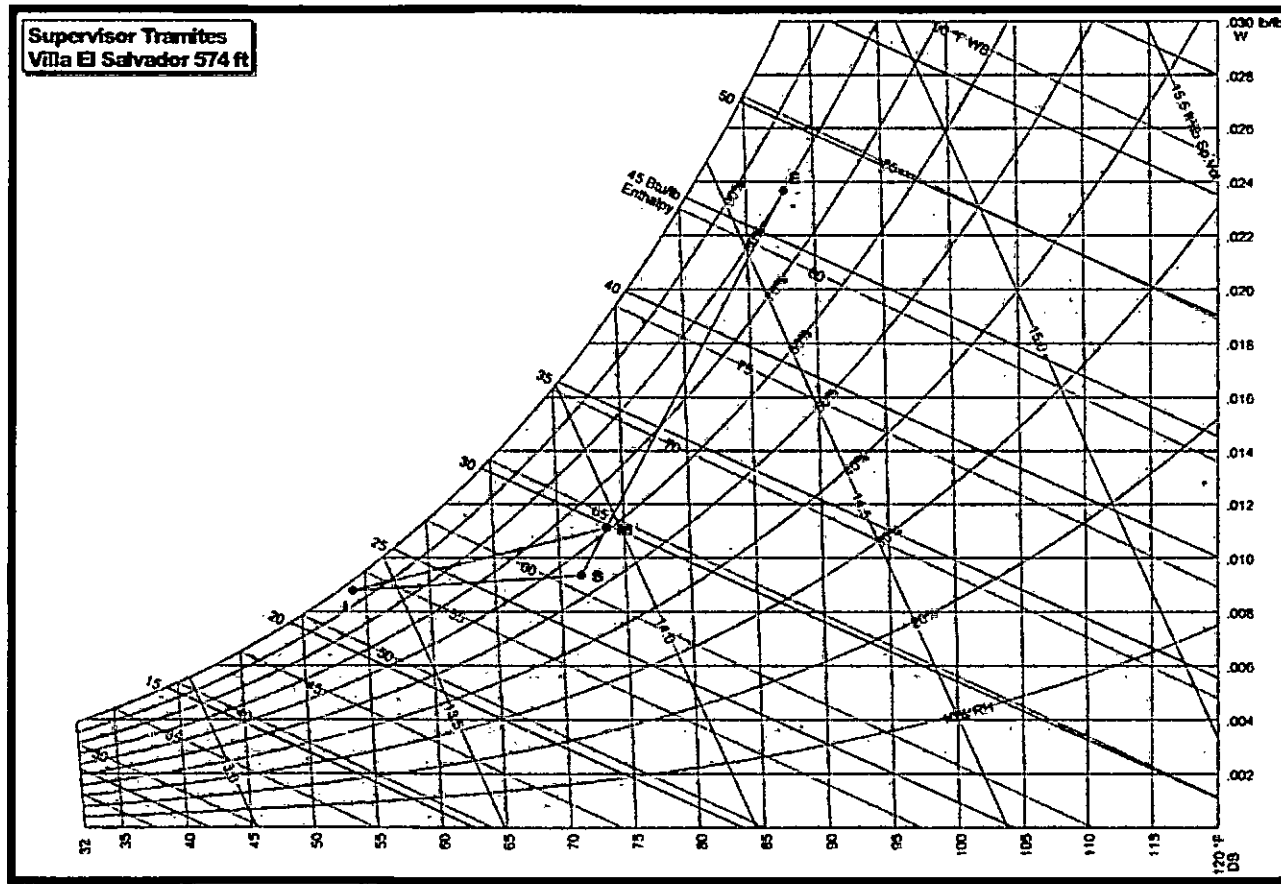
Fuente: Exportación del Elite PsyChart

ANEXO 13 PSICROMETRIA DE CADA AMBIENTE (cont.)



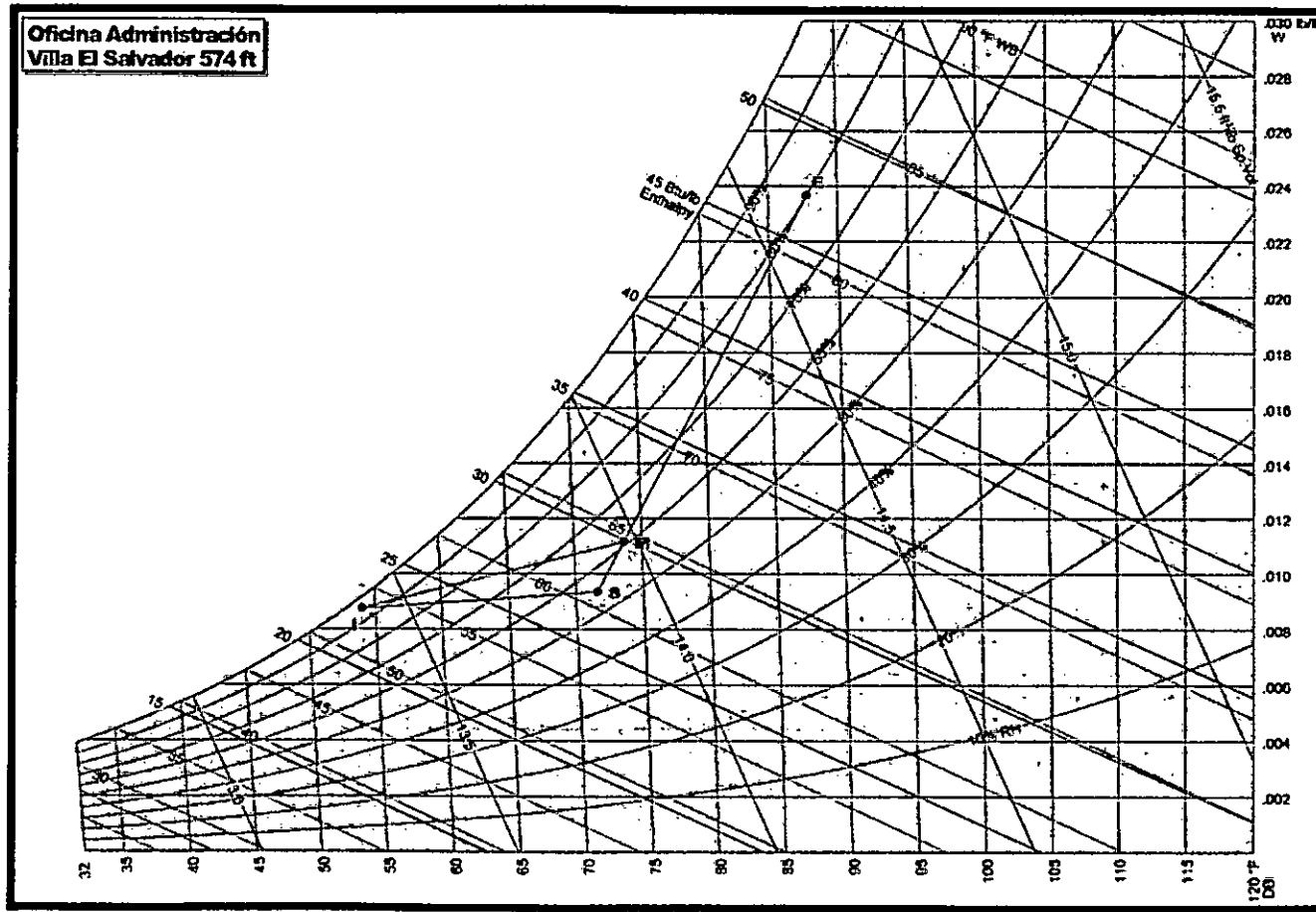
Fuente: Exportación del Elite PsyChart

ANEXO 13 PSICROMETRIA DE CADA AMBIENTE (cont.)



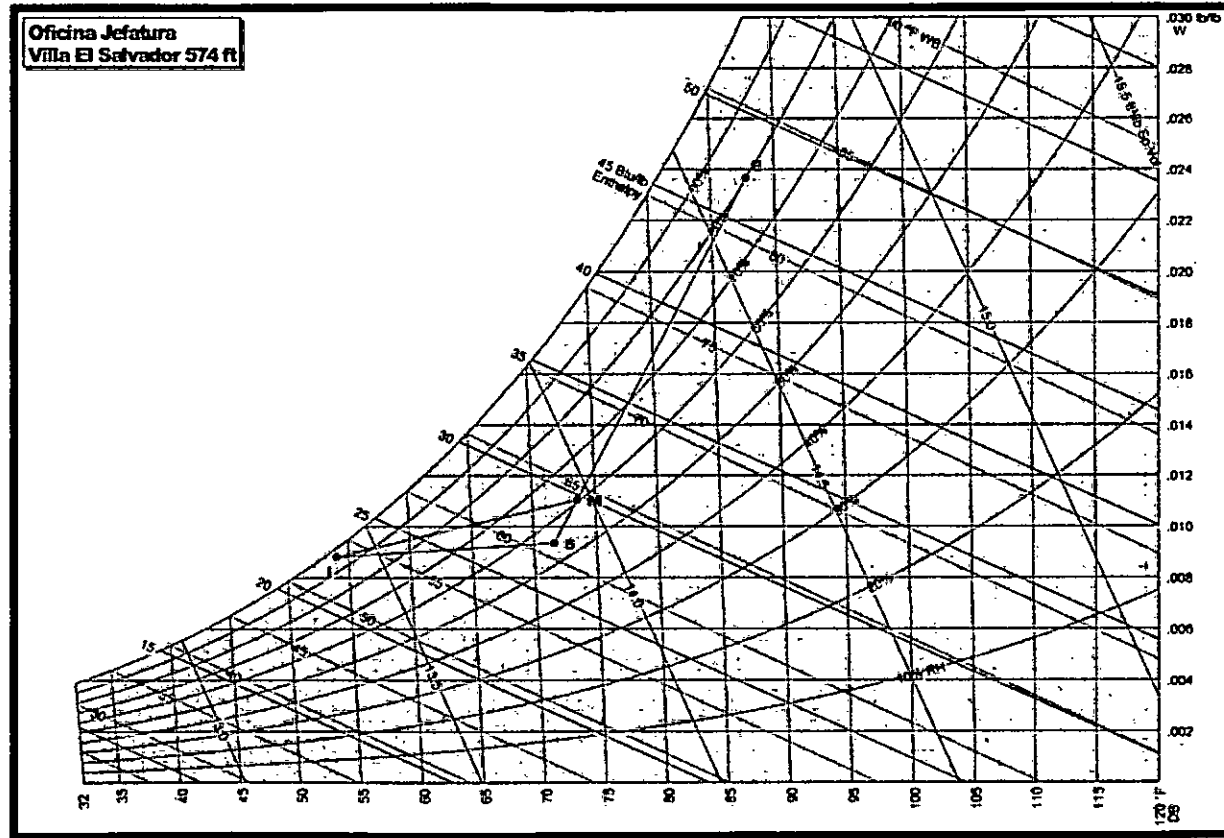
Fuente: Exportación del Elite PsyChart

ANEXO 13 PSICROMETRIA DE CADA AMBIENTE (cont.)



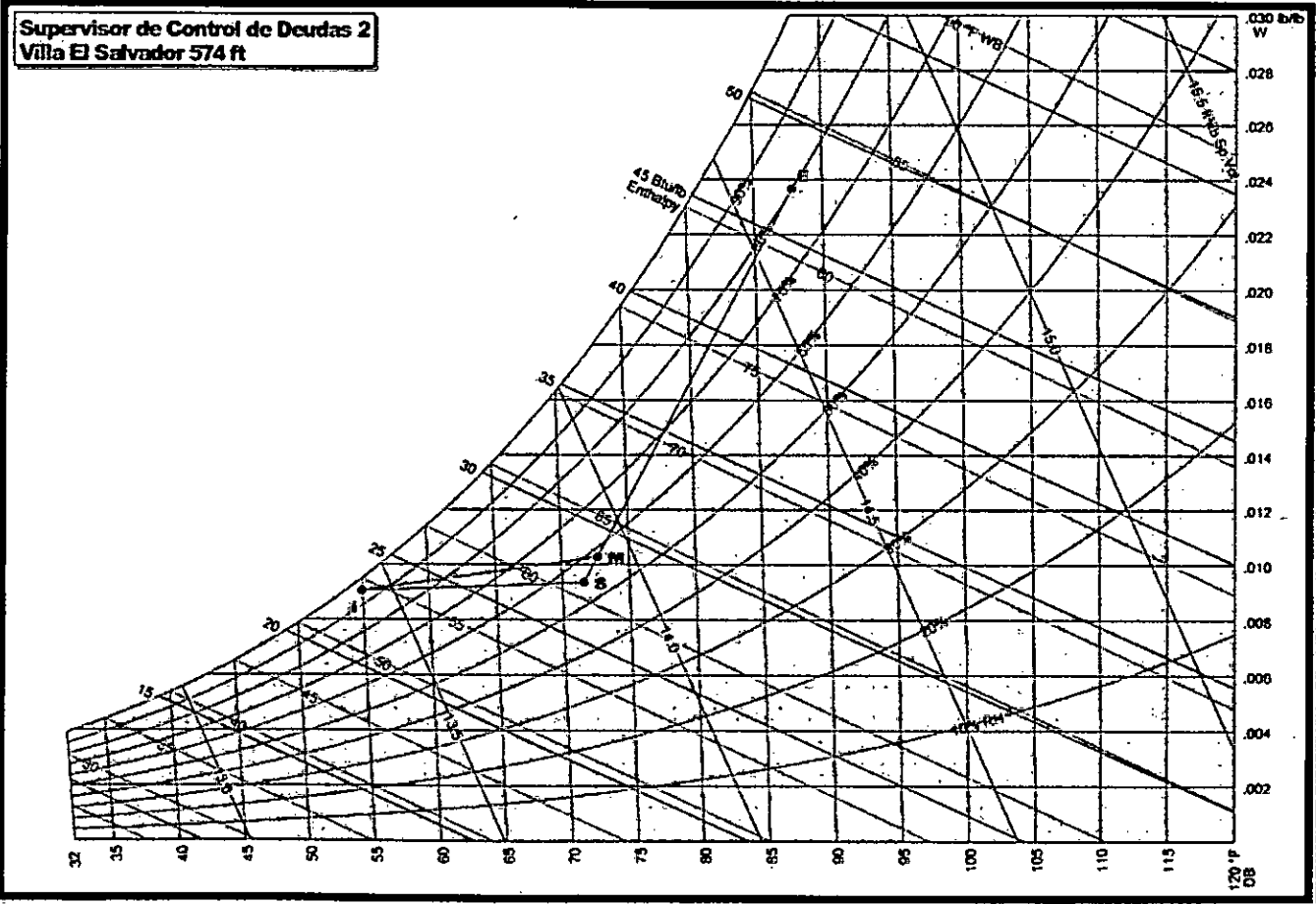
Fuente: Exportación del Elite PsyChart

ANEXO 13 PSICROMETRIA DE CADA AMBIENTE (cont.)



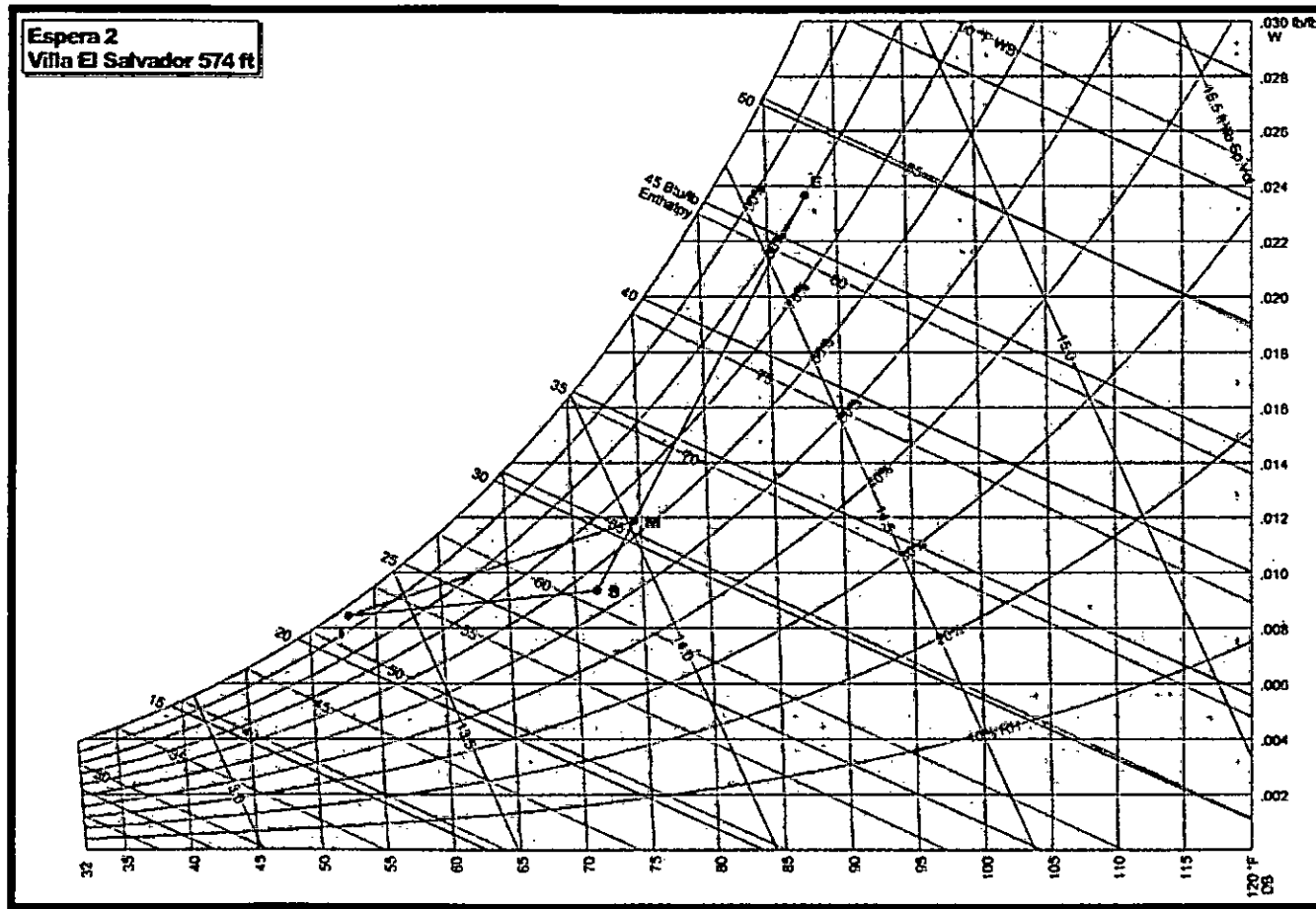
Fuente: Exportación del Elite PsyChart

ANEXO 13 PSICROMETRIA DE CADA AMBIENTE (cont.)



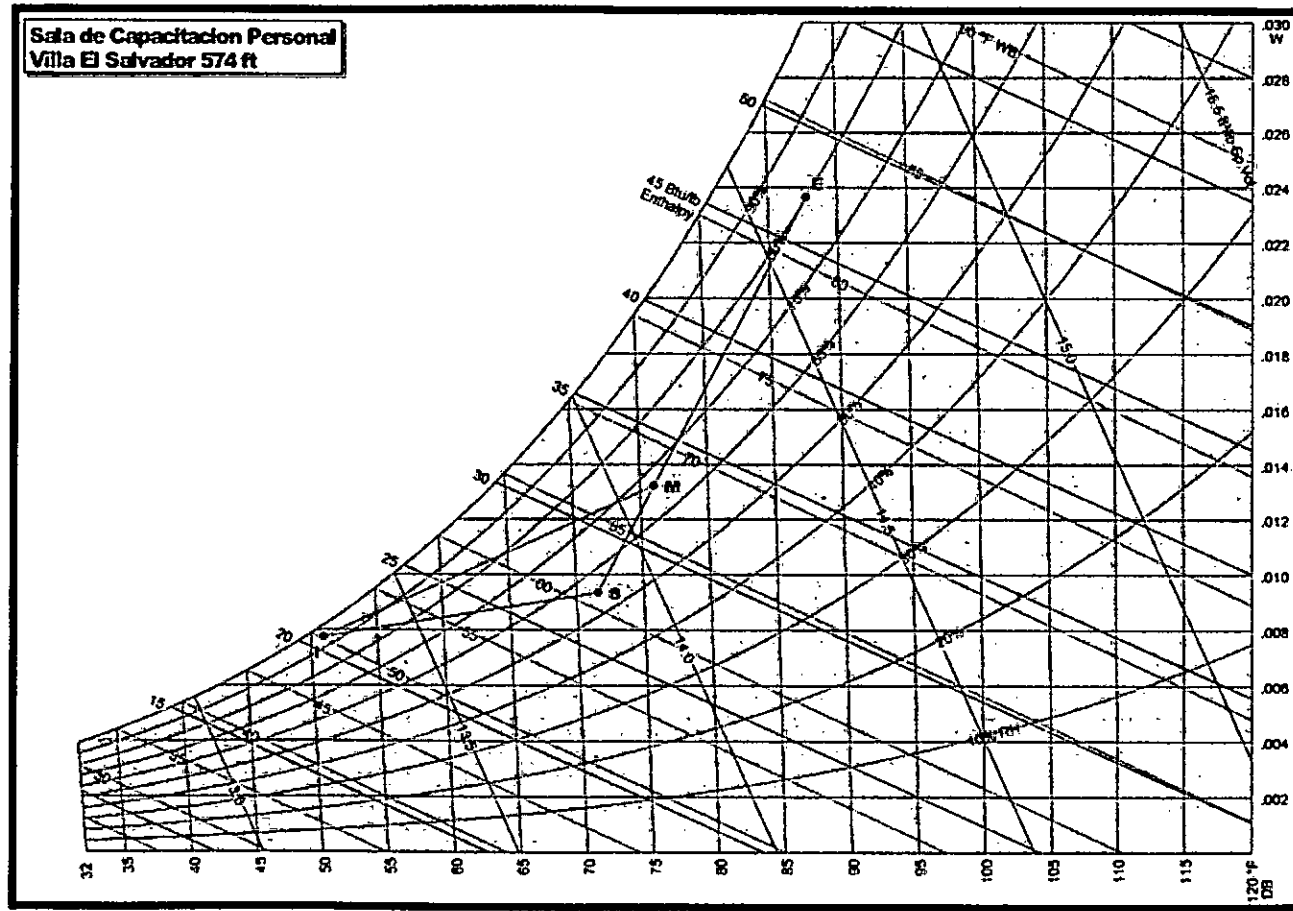
Fuente: Exportación del Elite PsyChart

ANEXO 13 PSICROMETRIA DE CADA AMBIENTE (cont.)



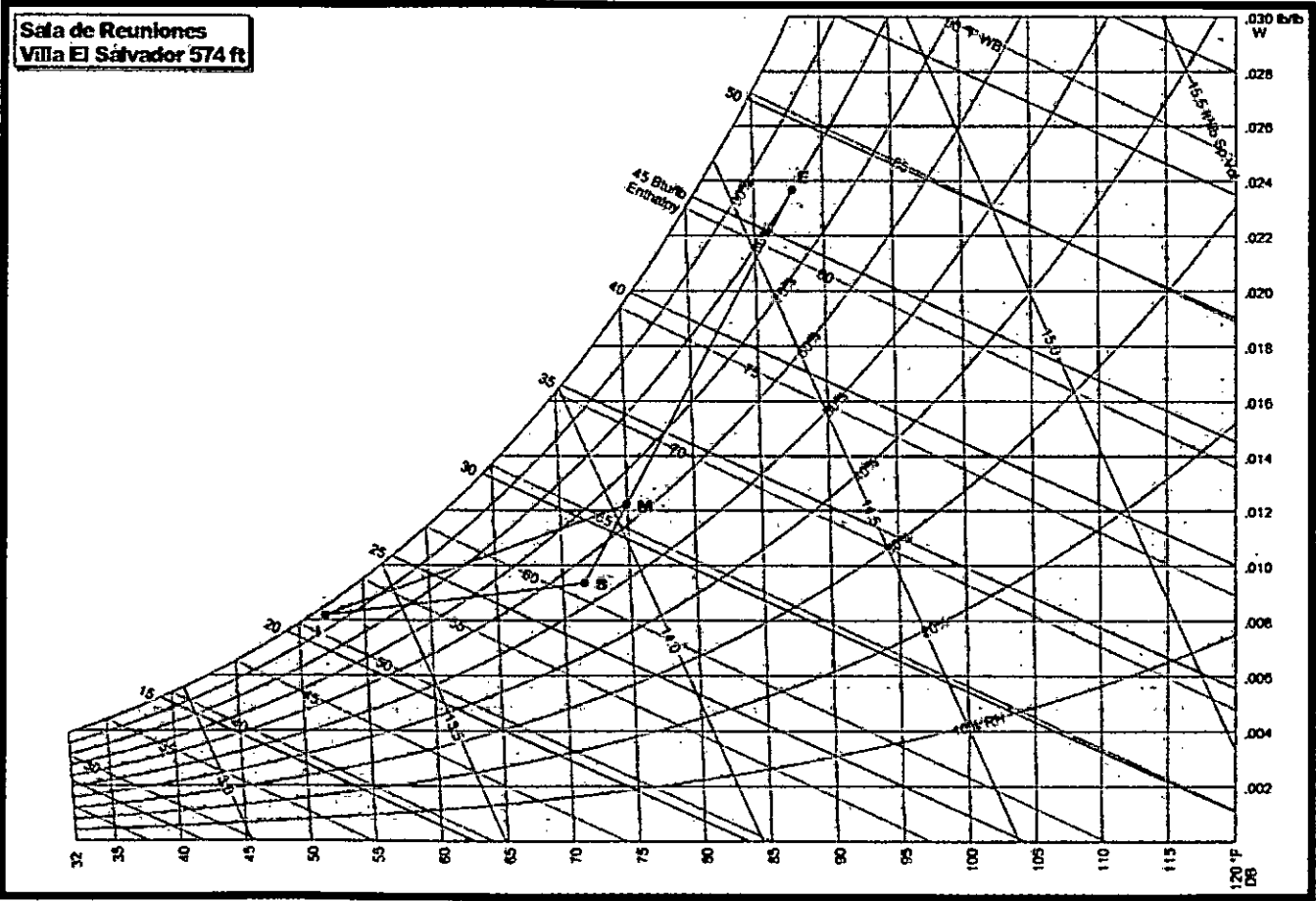
Fuente: Exportación del Elite PsyChart

ANEXO 13 PSICROMETRIA DE CADA AMBIENTE (cont.)



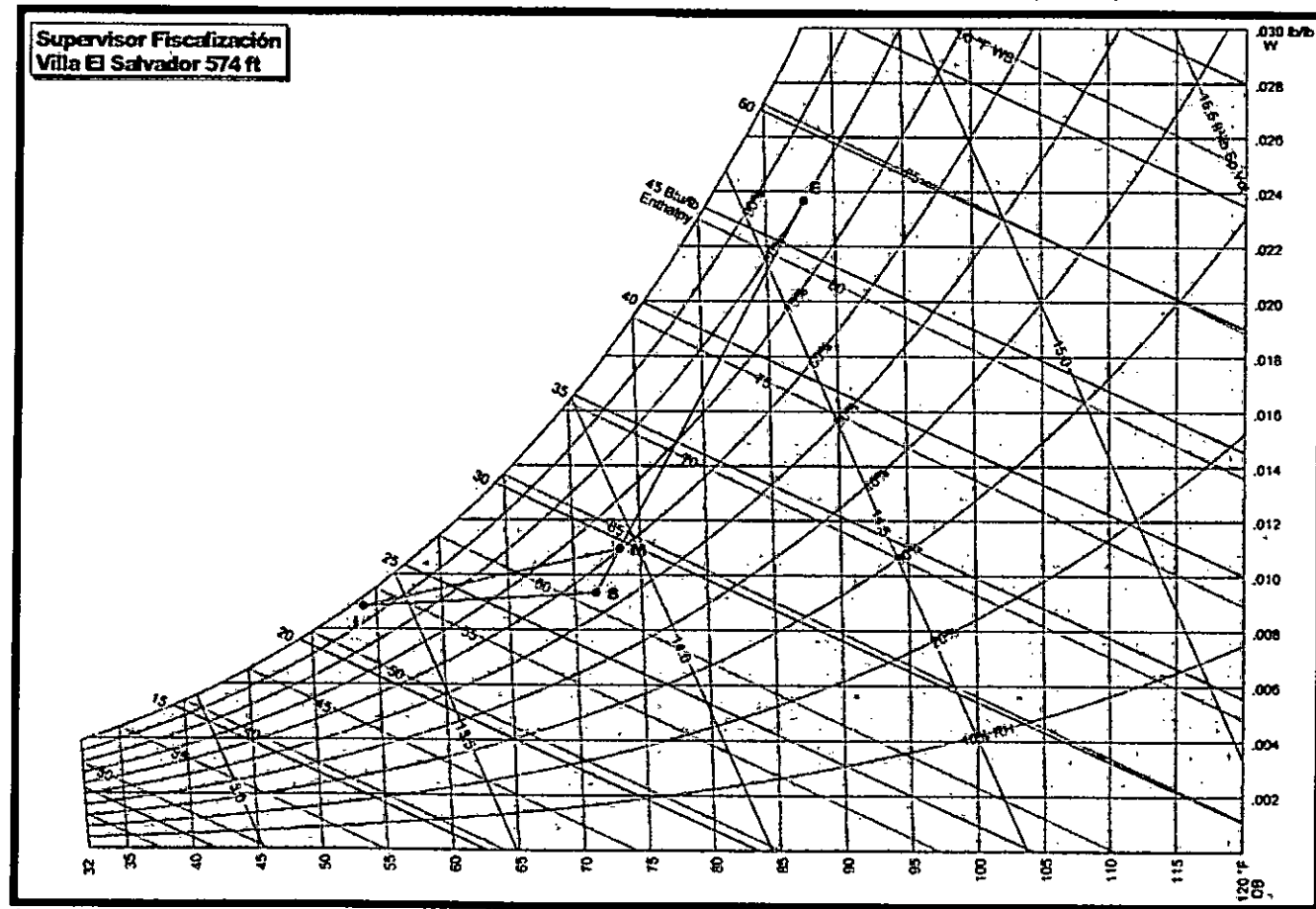
Fuente: Exportación del Elite PsyChart

ANEXO 13 PSICROMETRIA DE CADA AMBIENTE (cont.)



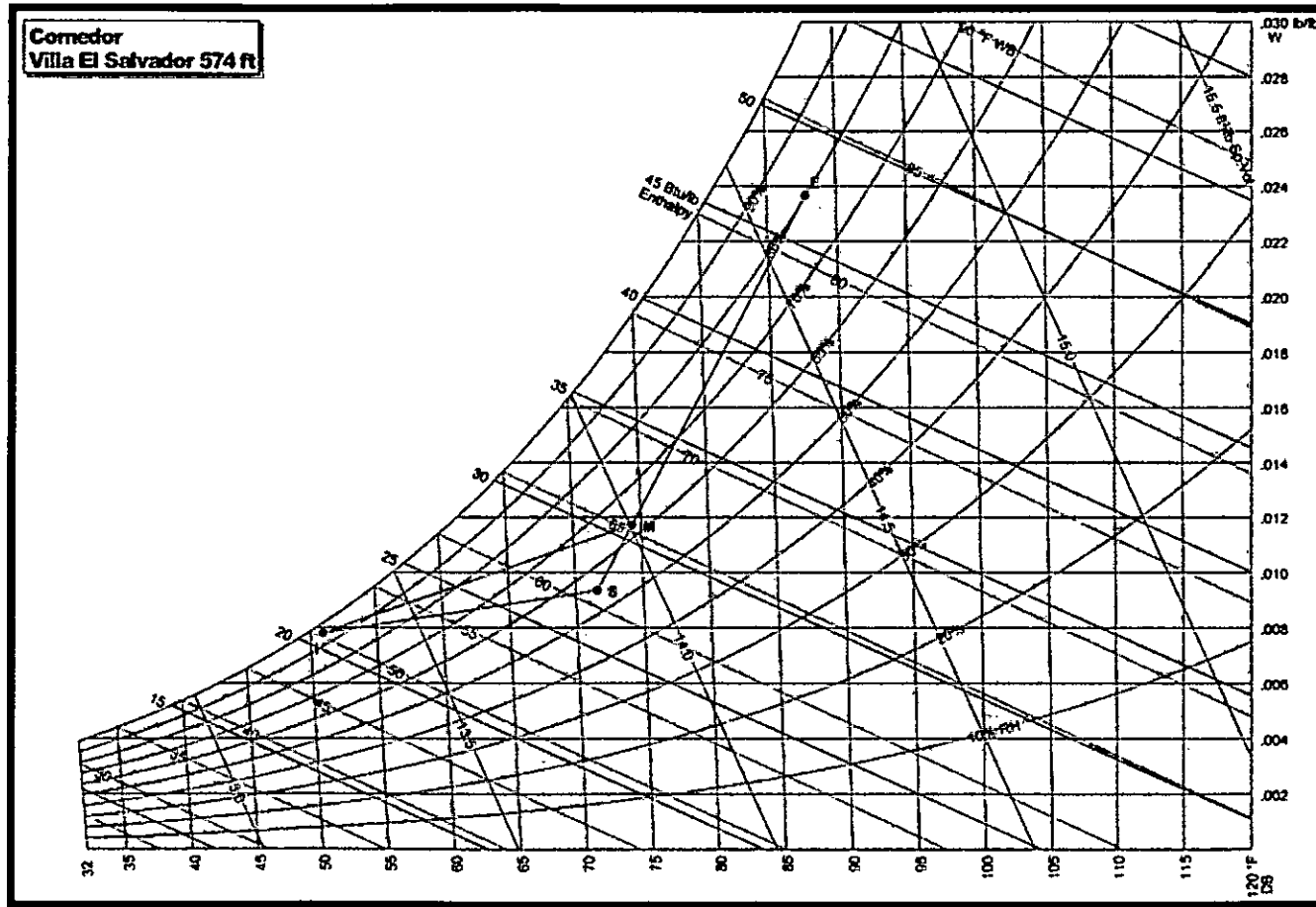
Fuente: Exportación del Elite PsyChart

ANEXO 13 PSICROMETRIA DE CADA AMBIENTE (cont.)



Fuente: Exportación del Elite PsyChart

ANEXO 13 PSICROMETRIA DE CADA AMBIENTE (cont.)



Fuente: Exportación del Elite PsyChart

ANEXO 14 REPORTE ENERGETICO DE LA PSICROMETRIA

SUPERVISOR ORIENTACIÓN

State Point Report								
Point Name	Dry Bulb Temp. °F	Wet Bulb Temp. °F	Relative Humidity %	Enthalpy of Moist Air Btu/lb	Humidity Ratio lb/lb	Specific Volume ft³/lb	Dew Point Temp. °F	
E	87.80	82.42	80.00	47.11	0.0237	14.627	80.86	
S	71.60	60.96	55.00	27.41	0.0094	13.879	54.60	
I	55.10	54.24	94.88	23.03	0.0090	13.441	53.65	
M	72.72	62.79	58.32	28.74	0.0103	13.930	57.26	

Process Energy Report									
Process Type	From Point	To Point	Flow Std. ft³/min	Sensible Heat kBtu/hr	Sensible Cool kBtu/hr	Latent Heat kBtu/hr	Latent Cool kBtu/hr	Water Added lb/hr	Total Load kBtu/hr
General	M	I	416	0.0	8.054	0.0	2.609	-2.4	-10.663
Zone	I	S	416	7.521	0.0	0.658	0.0	0.6	8.180
Mixing	S	M	388	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Mixing	E	M	28	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Totals:				0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	

Note: Only loads for processes which normally use purchased energy are included in the totals. These items are marked with a trailing plus sign (*+).

Process Input/Output Report								
Process	Flow Std. ft³/min	Type Or % Flow	Dry Bulb Temp. °F	Enthalpy (Moist Air) Btu/lb	Humidity Ratio lb/lb	Relative Humidity %	Wet Bulb Temp. °F	Specific Volume ft³/lb
M/I	416	General	55.1	23.0	0.0090	94.9	54.2	13.441
I/S	416	Zone	71.6	27.4	0.0094	55.0	61.0	13.879
*I/M	416	Mixing	72.7	28.7	0.0103	58.3	62.8	13.930
S	388	93.3%	71.6	27.4	0.0094	55.0	61.0	13.879
E	28	6.7%	67.8	47.1	0.0237	80.0	82.4	14.627

Fuente: Exportación del Elite PsyChart

ESPERA 1

State Point Report								
Point Name	Dry Bulb Temp. °F	Wet Bulb Temp. °F	Relative Humidity %	Enthalpy of Moist Air Btu/lb	Humidity Ratio lb/lb	Specific Volume ft³/lb	Dew Point Temp. °F	
E	87.80	82.42	80.00	47.11	0.0237	14.627	80.86	
S	71.60	60.96	55.00	27.41	0.0094	13.879	54.60	
I	52.00	51.52	96.99	21.41	0.0082	13.343	51.17	
M	75.17	66.59	64.57	31.67	0.0124	14.041	62.43	

Process Energy Report									
Process Type	From Point	To Point	Flow Std. ft³/min	Sensible Heat kBtu/hr	Sensible Cool kBtu/hr	Latent Heat kBtu/hr	Latent Cool kBtu/hr	Water Added lb/hr	Total Load kBtu/hr
General	M	I	7,580	0.0	193.763	0.0	155.677	-143.6	-349.440
Zone	I	S	7,580	162.666	0.0	41.855	0.0	38.3	204.521
Mixing	S	M	5,943	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Mixing	E	M	1,637	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Totals:				0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	

Note: Only loads for processes which normally use purchased energy are included in the totals. These items are marked with a trailing plus sign (*+).

Process Input/Output Report								
Process	Flow Std. ft³/min	Type Or % Flow	Dry Bulb Temp. °F	Enthalpy (Moist Air) Btu/lb	Humidity Ratio lb/lb	Relative Humidity %	Wet Bulb Temp. °F	Specific Volume ft³/lb
M/I	7,580	General	52.0	21.4	0.0082	97.0	51.5	13.343
I/S	7,580	Zone	71.6	27.4	0.0094	55.0	61.0	13.879
*I/M	7,580	Mixing	75.2	31.7	0.0124	64.6	66.6	14.041
S	5,943	78.4%	71.6	27.4	0.0094	55.0	61.0	13.879
E	1,637	21.6%	67.8	47.1	0.0237	80.0	82.4	14.627

Fuente: Exportación del Elite PsyChart

ANEXO 14 REPORTE ENERGETICO DE LA PSICROMETRIA (cont.)

CABINAS PDT

State Point Report							
Point Name	Dry Bulb Temp. °F	Wet Bulb Temp. °F	Relative Humidity %	Enthalpy of Moist Air Btu/lb	Humidity Ratio lb/lb	Specific Volume ft³/lb	Dew Point Temp. °F
E	87.80	82.42	80.00	47.11	0.0237	14.627	80.86
S	71.60	60.96	55.00	27.41	0.0094	13.879	54.60
I	54.00	53.15	94.83	22.37	0.0087	13.405	52.55
M	73.74	64.41	61.09	29.95	0.0112	13.976	59.52

Process Energy Report									
Process Type	From Point	To Point	Flow Std. ft³/min	Sensible Heat kBtu/hr	Sensible Cool kBtu/hr	Latent Heat kBtu/hr	Latent Cool kBtu/hr	Water Added lb/hr	Total Load kBtu/hr
General	M	I	2,068	0.0	44.933	0.0	25.564	-23.6	-70.496
Zone	I	S	2,068	39.878	0.0	6.983	0.0	6.4	46.861
Mixing	S	M	1,801	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Mixing	E	M	267	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Totals:				0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	

Note: Only loads for processes which normally use purchased energy are included in the totals. These items are marked with a trailing plus sign (+).

Process Input/Output Report								
Process	Flow Std. ft³/min	Type Or % Flow	Dry Bulb Temp. °F	Enthalpy (Moist Air) Btu/lb	Humidity Ratio lb/lb	Relative Humidity %	Wet Bulb Temp. °F	Specific Volume ft³/lb
M/I	2,068	General	54.0	22.4	0.0087	94.8	53.1	13.405
I/S	2,068	Zone	71.6	27.4	0.0094	55.0	61.0	13.879
I/M	2,068	Mixing	73.7	30.0	0.0112	61.1	64.4	13.976
S	1,801	87.1%	71.6	27.4	0.0094	55.0	61.0	13.879
E	267	12.9%	87.8	47.1	0.0237	80.0	82.4	14.627

Fuente: Exportación del Elite PsyChart

ESPERA 1

State Point Report							
Point Name	Dry Bulb Temp. °F	Wet Bulb Temp. °F	Relative Humidity %	Enthalpy of Moist Air Btu/lb	Humidity Ratio lb/lb	Specific Volume ft³/lb	Dew Point Temp. °F
E	87.80	82.42	80.00	47.11	0.0237	14.627	80.86
S	71.60	60.96	55.00	27.41	0.0094	13.879	54.60
I	54.00	53.36	96.13	22.50	0.0088	13.407	52.92
M	73.64	64.26	60.85	29.84	0.0111	13.971	59.32

Process Energy Report									
Process Type	From Point	To Point	Flow Std. ft³/min	Sensible Heat kBtu/hr	Sensible Cool kBtu/hr	Latent Heat kBtu/hr	Latent Cool kBtu/hr	Water Added lb/hr	Total Load kBtu/hr
General	M	I	235	0.0	5.081	0.0	2.673	-2.5	-7.754
Zone	I	S	235	4.532	0.0	0.654	0.0	0.6	5.187
Mixing	S	M	206	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Mixing	E	M	29	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Totals:				0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	

Note: Only loads for processes which normally use purchased energy are included in the totals. These items are marked with a trailing plus sign (+).

Process Input/Output Report								
Process	Flow Std. ft³/min	Type Or % Flow	Dry Bulb Temp. °F	Enthalpy (Moist Air) Btu/lb	Humidity Ratio lb/lb	Relative Humidity %	Wet Bulb Temp. °F	Specific Volume ft³/lb
M/I	235	General	54.0	22.5	0.0088	96.1	53.4	13.407
I/S	235	Zone	71.6	27.4	0.0094	55.0	61.0	13.879
I/M	235	Mixing	73.6	29.8	0.0111	60.9	64.3	13.971
S	206	87.7%	71.6	27.4	0.0094	55.0	61.0	13.879
E	29	12.3%	87.8	47.1	0.0237	80.0	82.4	14.627

Fuente: Exportación del Elite PsyChart

ANEXO 14 REPORTE ENERGETICO DE LA PSICROMETRIA (cont.)

OFICINAS ADMINISTRACION

State Point Report								
Point Name	Dry Bulb Temp. °F	Wet Bulb Temp. °F	Relative Humidity %	Enthalpy of Moist Air Btu/lb	Humidity Ratio lb/lb	Specific Volume ft³/lb	Dew Point Temp. °F	
E	87.80	82.42	80.00	47.11	0.0237	14.627	80.86	
S	71.60	60.96	55.00	27.41	0.0094	13.879	54.60	
I	54.00	53.30	95.74	22.46	0.0088	13.406	52.81	
M	73.69	64.33	60.97	29.89	0.0112	13.974	59.42	

Process Energy Report									
Process Type	From Point	To Point	Flow Std. ft³/min	Sensible Heat kBtu/hr	Sensible Cool kBtu/hr	Latent Heat kBtu/hr	Latent Cool kBtu/hr	Water Added lb/hr	Total Load kBtu/hr
General	M	I	222	0.0	4.811	0.0	2.606	-2.4	-7.417
Zone	I	S	222	4.280	0.0	0.657	0.0	0.6	4.938
Mixing	S	M	194	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Mixing	E	M	28	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Totals:				0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	

Note: Only loads for processes which normally use purchased energy are included in the totals. These items are marked with a trailing plus sign ("+").

Process Input/Output Report								
Process	Flow Std. ft³/min	Type Or % Flow	Dry Bulb Temp. °F	Enthalpy (Moist Air) Btu/lb	Humidity Ratio lb/lb	Relative Humidity %	Wet Bulb Temp. °F	Specific Volume ft³/lb
M/I	222	General	54.0	22.5	0.0088	95.7	53.3	13.406
I/S	222	Zone	71.6	27.4	0.0094	55.0	61.0	13.879
I/M	222	Mixing	73.7	29.9	0.0112	61.0	64.3	13.974
S	194	87.4%	71.6	27.4	0.0094	55.0	61.0	13.879
E	28	12.6%	87.8	47.1	0.0237	80.0	82.4	14.627

Fuente: Exportación del Elite PsyChart

OFICINA JEFATURA

State Point Report								
Point Name	Dry Bulb Temp. °F	Wet Bulb Temp. °F	Relative Humidity %	Enthalpy of Moist Air Btu/lb	Humidity Ratio lb/lb	Specific Volume ft³/lb	Dew Point Temp. °F	
E	87.80	82.42	80.00	47.11	0.0237	14.627	80.86	
S	71.60	60.96	55.00	27.41	0.0094	13.879	54.60	
I	54.00	53.44	96.57	22.54	0.0088	13.408	53.04	
M	73.57	64.14	60.64	29.75	0.0111	13.968	59.15	

Process Energy Report									
Process Type	From Point	To Point	Flow Std. ft³/min	Sensible Heat kBtu/hr	Sensible Cool kBtu/hr	Latent Heat kBtu/hr	Latent Cool kBtu/hr	Water Added lb/hr	Total Load kBtu/hr
General	M	I	253	0.0	5.447	0.0	2.743	-2.5	-8.191
Zone	I	S	253	4.888	0.0	0.655	0.0	0.6	5.544
Mixing	S	M	223	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Mixing	E	M	30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Totals:				0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	

Note: Only loads for processes which normally use purchased energy are included in the totals. These items are marked with a trailing plus sign ("+").

Process Input/Output Report								
Process	Flow Std. ft³/min	Type Or % Flow	Dry Bulb Temp. °F	Enthalpy (Moist Air) Btu/lb	Humidity Ratio lb/lb	Relative Humidity %	Wet Bulb Temp. °F	Specific Volume ft³/lb
M/I	253	General	54.0	22.5	0.0088	96.6	53.4	13.408
I/S	253	Zone	71.6	27.4	0.0094	55.0	61.0	13.879
I/M	253	Mixing	73.6	29.7	0.0111	60.5	64.1	13.968
S	223	88.1%	71.6	27.4	0.0094	55.0	61.0	13.879
E	30	11.9%	87.8	47.1	0.0237	80.0	82.4	14.627

Fuente: Exportación del Elite PsyChart

ANEXO 14 REPORTE ENERGETICO DE LA PSICROMETRIA (cont.)

CC-TV

State Point Report								
Point Name	Dry Bulb Temp. °F	Wet Bulb Temp. °F	Relative Humidity %	Enthalpy of Moist Air Btu/lb	Humidity Ratio lb/lb	Specific Volume ft ³ /lb	Dew Point Temp. °F	
E	87.80	82.42	80.00	47.11	0.0237	14.627	80.86	
S	71.60	60.96	55.00	27.41	0.0094	13.879	54.60	
I	55.00	54.18	95.12	23.00	0.0090	13.438	53.62	
M	72.96	63.19	59.01	29.03	0.0105	13.941	57.82	

Process Energy Report									
Process Type	From Point	To Point	Flow Std. ft ³ /min	Sensible Heat kBtu/hr	Sensible Cool kBtu/hr	Latent Heat kBtu/hr	Latent Cool kBtu/hr	Water Added lb/hr	Total Load kBtu/hr
General	M	I	134	0.0	2.646	0.0	0.986	-0.9	-3.632
Zone	I	S	134	2.447	0.0	0.220	0.0	0.2	2.667
Mixing	S	M	123	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Mixing	E	M	11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Totals:				0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	

Note: Only loads for processes which normally use purchased energy are included in the totals. These items are marked with a trailing plus sign ("+").

Process Input/Output Report								
Process	Flow Std. ft ³ /min	Type Or % Flow	Dry Bulb Temp. °F	Enthalpy (Moist Air) Btu/lb	Humidity Ratio lb/lb	Relative Humidity %	Wet Bulb Temp. °F	Specific Volume ft ³ /lb
M/I	134	General	55.0	23.0	0.0090	95.1	54.2	13.438
I/S	134	Zone	71.6	27.4	0.0094	55.0	61.0	13.879
* / M	134	Mixing	73.0	29.0	0.0105	59.0	63.2	13.941
S	123	91.8%	71.6	27.4	0.0094	55.0	61.0	13.879
E	11	8.2%	87.8	47.1	0.0237	80.0	82.4	14.627

Fuente: Exportación del Elite PsyChart

SUPERVISOR CONTROL DE DEUDAS 2

State Point Report								
Point Name	Dry Bulb Temp. °F	Wet Bulb Temp. °F	Relative Humidity %	Enthalpy of Moist Air Btu/lb	Humidity Ratio lb/lb	Specific Volume ft ³ /lb	Dew Point Temp. °F	
E	87.80	82.42	80.00	47.11	0.0237	14.627	80.86	
S	71.60	60.96	55.00	27.41	0.0094	13.879	54.60	
I	55.00	54.24	95.43	23.03	0.0091	13.439	53.71	
M	72.69	62.75	58.24	28.70	0.0103	13.928	57.20	

Process Energy Report									
Process Type	From Point	To Point	Flow Std. ft ³ /min	Sensible Heat kBtu/hr	Sensible Cool kBtu/hr	Latent Heat kBtu/hr	Latent Cool kBtu/hr	Water Added lb/hr	Total Load kBtu/hr
General	M	I	443	0.0	8.611	0.0	2.680	-2.5	-11.290
Zone	I	S	443	8.070	0.0	0.659	0.0	0.6	8.729
Mixing	S	M	414	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Mixing	E	M	29	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Totals:				0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	

Note: Only loads for processes which normally use purchased energy are included in the totals. These items are marked with a trailing plus sign ("+").

Process Input/Output Report								
Process	Flow Std. ft ³ /min	Type Or % Flow	Dry Bulb Temp. °F	Enthalpy (Moist Air) Btu/lb	Humidity Ratio lb/lb	Relative Humidity %	Wet Bulb Temp. °F	Specific Volume ft ³ /lb
M/I	443	General	55.0	23.0	0.0091	95.4	54.2	13.439
I/S	443	Zone	71.6	27.4	0.0094	55.0	61.0	13.879
* / M	443	Mixing	72.7	28.7	0.0103	58.2	62.7	13.928
S	414	93.5%	71.6	27.4	0.0094	55.0	61.0	13.879
E	29	6.6%	87.8	47.1	0.0237	80.0	82.4	14.627

Fuente: Exportación del Elite PsyChart

ANEXO 14 REPORTE ENERGETICO DE LA PSICROMETRIA (cont.)

ESPERA 2

State Point Report								
Point Name	Dry Bulb Temp. °F	Wet Bulb Temp. °F	Relative Humidity %	Enthalpy of Moist Air Btu/lb	Humidity Ratio lb/lb	Specific Volume ft³/lb	Dew Point Temp. °F	
E	87.80	82.42	80.00	47.11	0.0237	14.627	80.86	
S	71.60	60.96	55.00	27.41	0.0094	13.879	54.60	
I	53.00	52.33	95.82	21.88	0.0084	13.374	51.83	
M	74.52	65.61	63.05	30.89	0.0119	14.011	61.15	

Process Energy Report									
Process Type	From Point	To Point	Flow Std. ft³/min	Sensible Heat kBTU/hr	Sensible Cool kBTU/hr	Latent Heat kBTU/hr	Latent Cool kBTU/hr	Water Added lb/hr	Total Load kBTU/hr
General	M	I	7,604	0.0	180.351	0.0	127.546	-117.6	-307.898
Zone	I	S	7,604	154.906	0.0	34.190	0.0	31.3	189.095
Mixing	S	M	6,262	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Mixing	E	M	1,342	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Totals:				0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	

Note: Only loads for processes which normally use purchased energy are included in the totals. These items are marked with a trailing plus sign ("+").

Process Input/Output Report								
Process	Flow Std. ft³/min	Type Or % Flow	Dry Bulb Temp. °F	Enthalpy (Moist Air) Btu/lb	Humidity Ratio lb/lb	Relative Humidity %	Wet Bulb Temp. °F	Specific Volume ft³/lb
M/I	7,604	General	53.0	21.9	0.0084	95.8	52.3	13.374
I/S	7,604	Zone	71.6	27.4	0.0094	55.0	61.0	13.879
I/M	7,604	Mixing	74.5	30.9	0.0119	63.0	65.6	14.011
S	6,262	82.4%	71.6	27.4	0.0094	55.0	61.0	13.879
E	1,342	17.7%	87.8	47.1	0.0237	80.0	82.4	14.627

Fuente: Exportación del Elite PsyChart

SALA DE CAPACITACION PERSONAL

State Point Report								
Point Name	Dry Bulb Temp. °F	Wet Bulb Temp. °F	Relative Humidity %	Enthalpy of Moist Air Btu/lb	Humidity Ratio lb/lb	Specific Volume ft³/lb	Dew Point Temp. °F	
E	87.80	82.42	80.00	47.11	0.0237	14.627	80.86	
S	71.60	60.96	55.00	27.41	0.0094	13.879	54.60	
I	51.00	50.19	94.82	20.64	0.0078	13.307	49.57	
M	76.07	67.90	66.52	32.74	0.0132	14.082	64.12	

Process Energy Report									
Process Type	From Point	To Point	Flow Std. ft³/min	Sensible Heat kBTU/hr	Sensible Cool kBTU/hr	Latent Heat kBTU/hr	Latent Cool kBTU/hr	Water Added lb/hr	Total Load kBTU/hr
General	M	I	1,800	0.0	49.848	0.0	48.027	-44.3	-97.875
Zone	I	S	1,800	40.560	0.0	14.198	0.0	13.0	54.758
Mixing	S	M	1,313	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Mixing	E	M	487	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Totals:				0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	

Note: Only loads for processes which normally use purchased energy are included in the totals. These items are marked with a trailing plus sign ("+").

Process Input/Output Report								
Process	Flow Std. ft³/min	Type Or % Flow	Dry Bulb Temp. °F	Enthalpy (Moist Air) Btu/lb	Humidity Ratio lb/lb	Relative Humidity %	Wet Bulb Temp. °F	Specific Volume ft³/lb
M/I	1,800	General	51.0	20.6	0.0078	94.8	50.2	13.307
I/S	1,800	Zone	71.6	27.4	0.0094	55.0	61.0	13.879
I/M	1,800	Mixing	76.1	32.7	0.0132	66.5	67.9	14.082
S	1,313	72.9%	71.6	27.4	0.0094	55.0	61.0	13.879
E	487	27.1%	87.8	47.1	0.0237	80.0	82.4	14.627

Fuente: Exportación del Elite PsyChart

ANEXO 14 REPORTE ENERGETICO DE LA PSICROMETRIA (cont.)

SUPERVISOR CONTROL DE DEUDAS 1

State Point Report								
Point Name	Dry Bulb Temp. °F	Wet Bulb Temp. °F	Relative Humidity %	Enthalpy of Moist Air Btu/lb	Humidity Ratio lb/lb	Specific Volume ft³/lb	Dew Point Temp. °F	
E	87.80	82.42	80.00	47.11	0.0237	14.627	80.86	
S	71.60	60.86	55.00	27.41	0.0094	13.879	54.60	
I	54.00	53.45	96.67	22.55	0.0088	13.408	53.07	
M	73.46	63.98	60.37	29.62	0.0110	13.963	58.93	

Process Energy Report										
Process Type	From Point	To Point	Flow Std. ft³/min	Sensible Heat kBtu/hr	Sensible Cool kBtu/hr	Latent Heat kBtu/hr	Latent Cool kBtu/hr	Water Added lb/hr	Total Load kBtu/hr	
General	M	I	258	0.0	5.525	0.0	2.673	-2.5	-8.198	
Zone	I	S	258	4.970	0.0	0.654	0.0	0.8	5.624	
Mixing	S	M	229	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Mixing	E	M	29	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Totals:				0.000	0.000	0.000	0.000	0.0		

Note: Only loads for processes which normally use purchased energy are included in the totals. These items are marked with a trailing plus sign (*+).

Process Input/Output Report								
Process	Flow Std. ft³/min	Type Or % Flow	Dry Bulb Temp. °F	Enthalpy (Moist Air) Btu/lb	Humidity Ratio lb/lb	Relative Humidity %	Wet Bulb Temp. °F	Specific Volume ft³/lb
M/I	258	General	54.0	22.6	0.0088	96.7	53.5	13.408
I/S	258	Zone	71.6	27.4	0.0094	55.0	61.0	13.879
*I/M	258	Mixing	73.5	29.6	0.0110	60.4	64.0	13.963
S	229	88.8%	71.6	27.4	0.0094	55.0	61.0	13.879
E	29	11.2%	87.8	47.1	0.0237	80.0	82.4	14.627

Fuente: Exportación del Elite PsyChart

SALA DE REUNIONES

State Point Report								
Point Name	Dry Bulb Temp. °F	Wet Bulb Temp. °F	Relative Humidity %	Enthalpy of Moist Air Btu/lb	Humidity Ratio lb/lb	Specific Volume ft³/lb	Dew Point Temp. °F	
E	87.80	82.42	80.00	47.11	0.0237	14.627	80.86	
S	71.60	60.86	55.00	27.41	0.0094	13.879	54.60	
I	52.00	51.43	96.43	21.35	0.0082	13.342	51.01	
M	74.91	66.20	63.97	31.35	0.0122	14.029	61.92	

Process Energy Report										
Process Type	From Point	To Point	Flow Std. ft³/min	Sensible Heat kBtu/hr	Sensible Cool kBtu/hr	Latent Heat kBtu/hr	Latent Cool kBtu/hr	Water Added lb/hr	Total Load kBtu/hr	
General	M	I	380	0.0	9.599	0.0	7.470	-6.9	-17.069	
Zone	I	S	380	8.161	0.0	2.191	0.0	2.0	10.352	
Mixing	S	M	304	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Mixing	E	M	76	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Totals:				0.000	0.000	0.000	0.000	0.0		

Note: Only loads for processes which normally use purchased energy are included in the totals. These items are marked with a trailing plus sign (*+).

Process Input/Output Report								
Process	Flow Std. ft³/min	Type Or % Flow	Dry Bulb Temp. °F	Enthalpy (Moist Air) Btu/lb	Humidity Ratio lb/lb	Relative Humidity %	Wet Bulb Temp. °F	Specific Volume ft³/lb
M/I	380	General	52.0	21.4	0.0082	96.4	51.4	13.342
I/S	380	Zone	71.6	27.4	0.0094	55.0	61.0	13.879
*I/M	380	Mixing	74.9	31.4	0.0122	64.0	66.2	14.029
S	304	80.0%	71.6	27.4	0.0094	55.0	61.0	13.879
E	76	20.0%	87.8	47.1	0.0237	80.0	82.4	14.627

Fuente: Exportación del Elite PsyChart

ANEXO 14 REPORTE ENERGETICO DE LA PSICROMETRIA (cont.)

SUPERVISOR FISCALIZACION

State Point Report								
Point Name	Dry Bulb Temp. °F	Wet Bulb Temp. °F	Relative Humidity %	Enthalpy of Moist Air Btu/lb	Humidity Ratio lb/lb	Specific Volume ft³/lb	Dew Point Temp. °F	
E	87.80	82.42	80.00	47.11	0.0237	14.627	80.86	
S	71.60	60.96	55.00	27.41	0.0094	13.879	54.60	
I	52.00	51.43	96.43	21.35	0.0082	13.342	51.01	
M	74.91	66.20	63.97	31.35	0.0122	14.029	61.92	

Process Energy Report										
Process Type	From Point	To Point	Flow Std. ft³/min	Sensible Heat kBtu/hr	Sensible Cool kBtu/hr	Latent Heat kBtu/hr	Latent Cool kBtu/hr	Water Added lb/hr	Total Load kBtu/hr	
General	M	I	380	0.0	9.599	0.0	7.470	-6.9	-17.069	
Zone	I	S	380	8.161	0.0	2.191	0.0	2.0	10.352	
Mixing	S	M	304	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Mixing	E	M	76	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Totals:				0.000	0.000	0.000	0.000	0.0		

Note: Only loads for processes which normally use purchased energy are included in the totals. These items are marked with a trailing plus sign (*+).

Process Input/Output Report									
Process	Flow Std. ft³/min	Type Or % Flow	Dry Bulb Temp. °F	Enthalpy (Moist Air) Btu/lb	Humidity Ratio lb/lb	Relative Humidity %	Wet Bulb Temp. °F	Specific Volume ft³/lb	
M/I	380	General	52.0	21.4	0.0082	96.4	51.4	13.342	
I/S	380	Zone	71.6	27.4	0.0094	55.0	61.0	13.879	
*I/M	380	Mixing	74.9	31.4	0.0122	64.0	66.2	14.029	
S	304	80.0%	71.6	27.4	0.0094	55.0	61.0	13.879	
E	76	20.0%	87.8	47.1	0.0237	80.0	82.4	14.627	

Fuente: Exportación del Elite PsyChart

COMEDOR

State Point Report								
Point Name	Dry Bulb Temp. °F	Wet Bulb Temp. °F	Relative Humidity %	Enthalpy of Moist Air Btu/lb	Humidity Ratio lb/lb	Specific Volume ft³/lb	Dew Point Temp. °F	
E	87.80	82.42	80.00	47.11	0.0237	14.627	80.86	
S	71.60	60.96	55.00	27.41	0.0094	13.879	54.60	
I	51.00	50.30	95.52	20.70	0.0078	13.308	49.76	
M	74.36	65.37	62.66	30.70	0.0117	14.004	60.82	

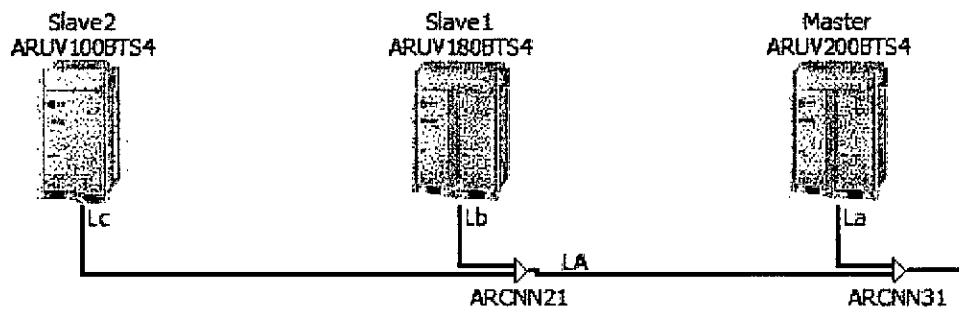
Process Energy Report										
Process Type	From Point	To Point	Flow Std. ft³/min	Sensible Heat kBtu/hr	Sensible Cool kBtu/hr	Latent Heat kBtu/hr	Latent Cool kBtu/hr	Water Added lb/hr	Total Load kBtu/hr	
General	M	I	1,139	0.0	29.317	0.0	21.832	-20.1	-51.149	
Zone	I	S	949	21.396	0.0	7.221	0.0	6.6	28.617	
Mixing	S	M	949	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Mixing	E	M	190	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Totals:				0.000	0.000	0.000	0.000	0.0		

Note: Only loads for processes which normally use purchased energy are included in the totals. These items are marked with a trailing plus sign (*+).

Process Input/Output Report									
Process	Flow Std. ft³/min	Type Or % Flow	Dry Bulb Temp. °F	Enthalpy (Moist Air) Btu/lb	Humidity Ratio lb/lb	Relative Humidity %	Wet Bulb Temp. °F	Specific Volume ft³/lb	
M/I	1,139	General	51.0	20.7	0.0078	95.5	50.3	13.308	
I/S	949	Zone	71.6	27.4	0.0094	55.0	61.0	13.879	
*I/M	1,139	Mixing	74.4	30.7	0.0117	62.7	65.4	14.004	
S	949	83.3%	71.6	27.4	0.0094	55.0	61.0	13.879	
E	190	16.7%	87.8	47.1	0.0237	80.0	82.4	14.627	

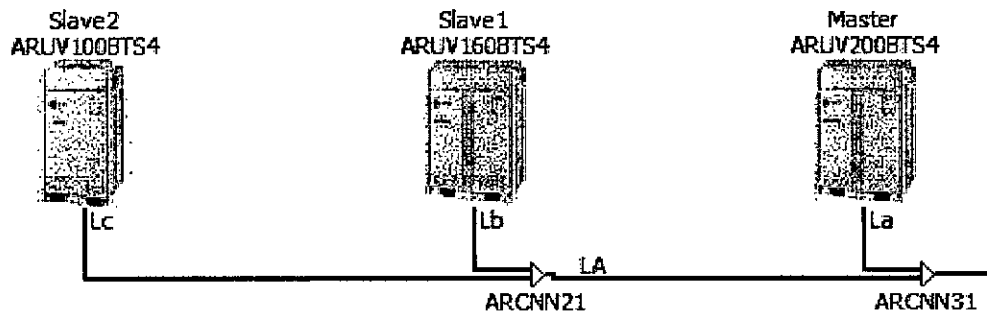
Fuente: Exportación del Elite PsyChart

ANEXO 15 ESQUEMA DE CONEXIÓN TE TUBERIAS DE LA UNIDAD EXTERIOR DEL SISTEMA I



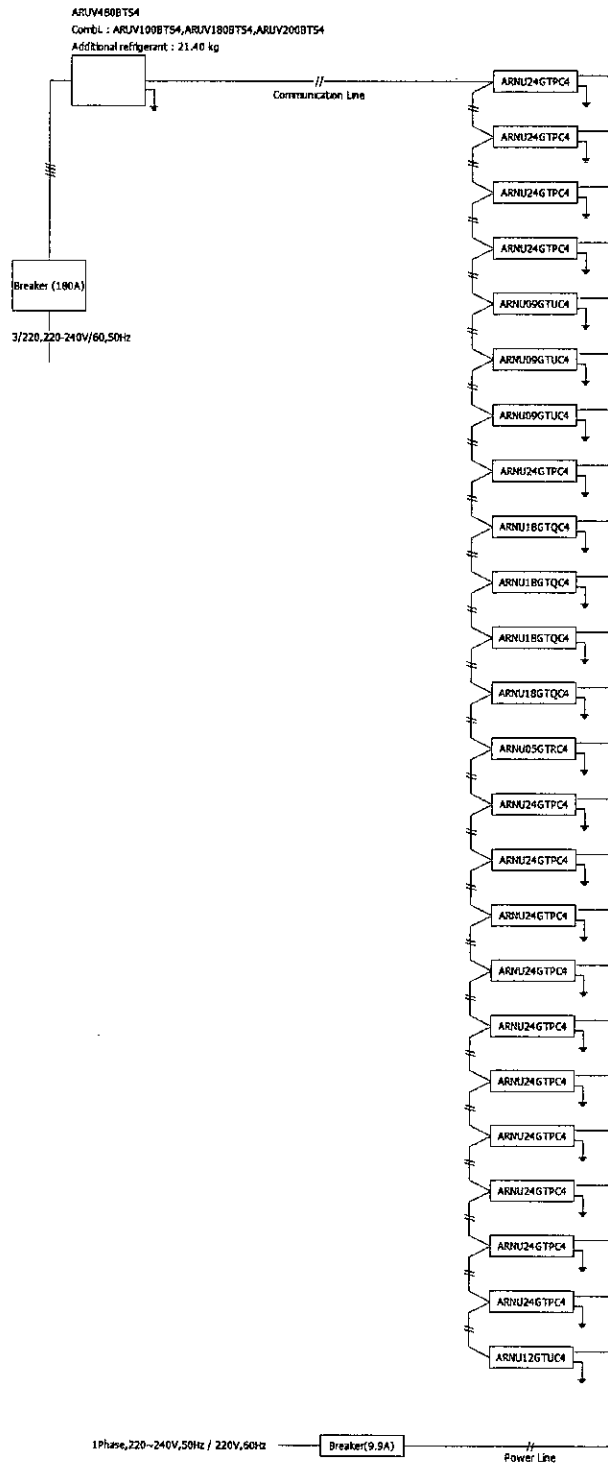
Fuente: Exportación del LatsHVAC

ANEXO 16 ESQUEMA DE CONEXIÓN TE TUBERIAS DE LA UNIDAD EXTERIOR DEL SISTEMA II



Fuente: Exportación del LatsHVAC

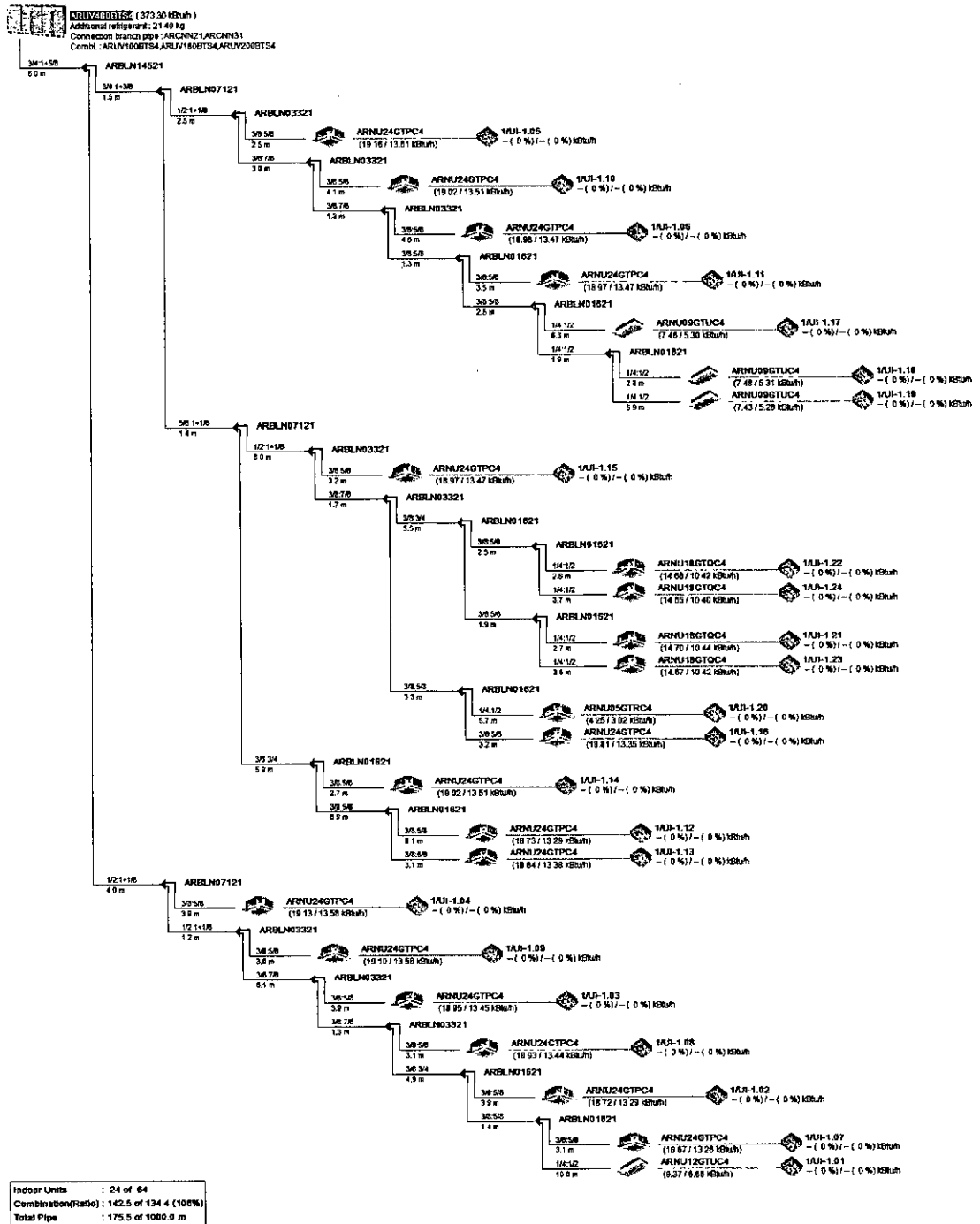
ANEXO 17 ESQUEMA DE FUERZA Y CONTROL ELECTRICO DEL SISTEMA I



Nota :
 We recommend a bigger size for the circuit breaker than calculated.

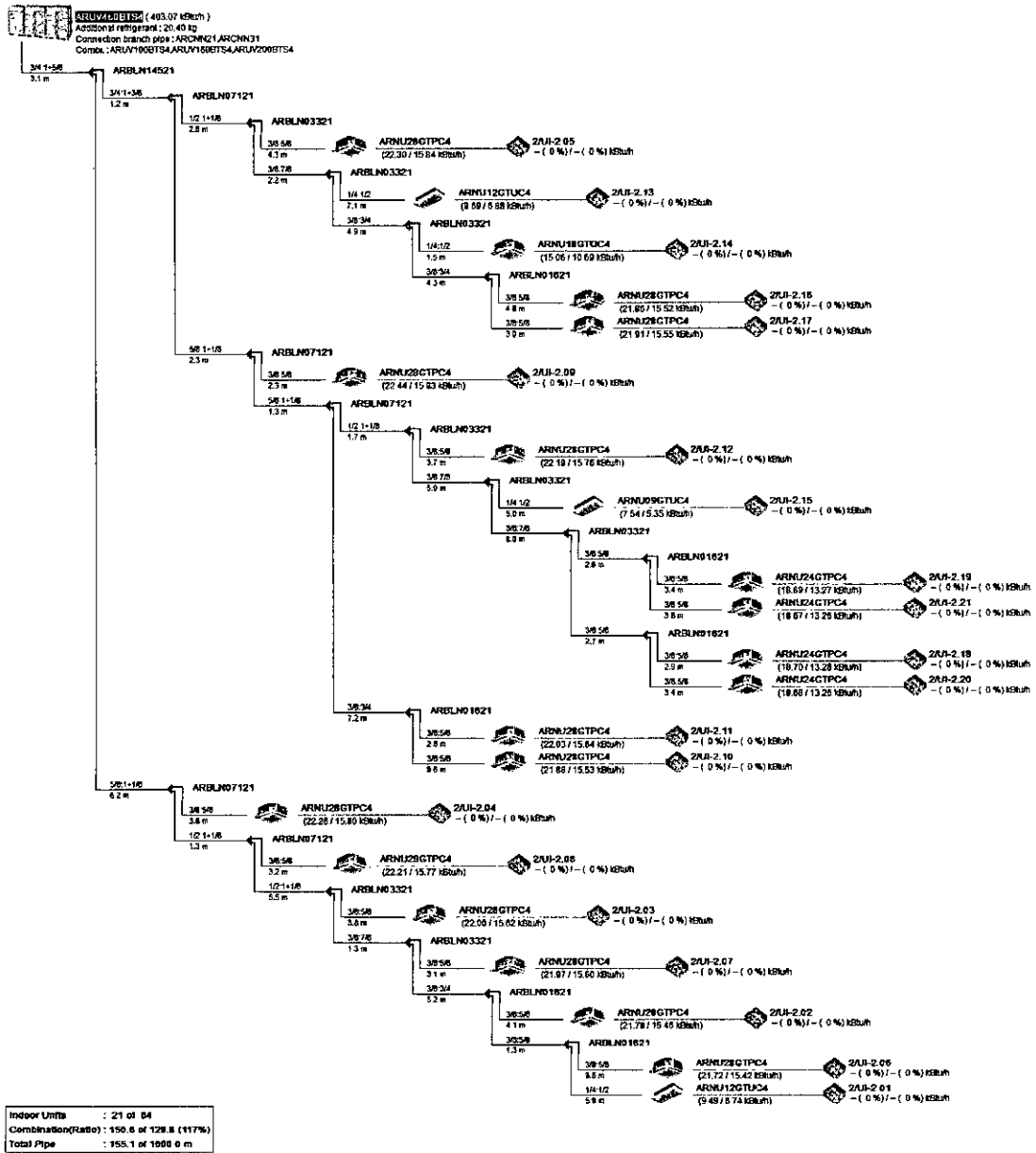
Fuente: Exportación del LatsHVAC

ANEXO 19 ARBOL DE LA RED DE TUBERIAS DEL SISTEMA I



Fuente: Exportación del LatsHVAC

ANEXO 20 ARBOL DE LA RED DE TUBERIAS DEL SISTEMA II



Fuente: Exportación del LatsHVAC

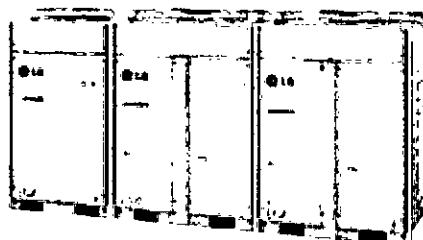
ANEXO 21 CATALOGO DE UNIDADES EXTERIORES



Cooling Only 220V

OUTDOOR UNIT

COOLING ONLY



HP	46		48	
Model	Combination Unit	ARUN4608TS4 ARUN2008TS4 ARUN1608TS4 ARUN1008TS4	ARUN4808TS4 ARUN2008TS4 ARUN1808TS4 ARUN1008TS4	
Capacity (Rated)	Cooling	128.8 110,800 439,900	134.4 115,600 459,000	
	Heating			
Input (Rated)	Cooling	33.02	34.99	
	Heating			
Power Factor	Rated	0.92	0.92	
Casing Color		Warm Gray / Morning Gray	Warm Gray / Morning Gray	
Heat Exchanger		Gold fin	Gold fin	
Compressor	Type	Hermetically Sealed Scroll	Hermetically Sealed Scroll	
	Piston Displacement	(43.8 × 2) × 6.21 × 43.8	(43.8 × 2) × 2 × 43.8	
	Number of Revolution	(3,600 × 2) × 3,600 × 3,600	(3,600 × 2) × 2 × 3,600	
	Motor Output × Number	(4,200 × 2) × 5,300 × 4,200	(4,200 × 2) × 2 × 5,300	
	Starting Method	Direct On Line	Direct On Line	
	Oil Type	FVC680(PVE)	FVC680(PVE)	
	Type	Propeller fan	Propeller fan	
	Motor Output × Number	(600 × 2) × 2 × 750	(600 × 2) × 2 × 750	
Fan	Air Flow Rate(High)	290 × 2 × 210 10,241 × 2 × 7,416	290 × 2 × 210 10,241 × 2 × 7,416	
	Drive	DC INVERTER	DC INVERTER	
	Discharge	TOP	TOP	
Piping Connections	Liquid	19.05 (3/4)	19.05 (3/4)	
	Gas	41.3 (1-5/8)	41.3 (1-5/8)	
Dimensions(W × H × D)		(1,240 × 1,680 × 760) × 2 × (920 × 1,680 × 760) × 1 (48-13/16 × 66-5/32 × 29-29/32) × 2 + (36-7/32 × 66-5/32 × 29-29/32) × 1	(1,240 × 1,680 × 760) × 2 × (920 × 1,680 × 760) × 1 (48-13/16 × 66-5/32 × 29-29/32) × 2 + (36-7/32 × 66-5/32 × 29-29/32) × 1	
Net Weight		260 × 1 × 225 × 1 × 180 × 1 573 × 1 × 496 × 1 × 397 × 1	260 × 2 × 180 × 1 573 × 2 × 397 × 1	
Sound Pressure Level	Cooling	63.9	64.1	
	Heating			
Sound Power Level		86.2	86.6	
Protection	High pressure protection	High pressure sensor / High pressure switch	High pressure sensor / High pressure switch	
Devices	Compressor / Fan Inverter	Over-heat protection / Fan driver overload protector Over-heat protection / Over-current protection	Over-heat protection / Fan driver overload protector Over-heat protection / Over-current protection	
Communication Cable	Number(VCTF-50)	2C × 1.0 - 1.5	2C × 1.0 - 1.5	
Refrigerant	Refrigerant name	R410A	R410A	
	Precharged Amount	6.5 × 6.0 × 5.0 14.3 × 13.2 × 11.0	(6.5 × 2) × 5.0 (14.3 × 2) × 11.0	
	Control	Electronic Expansion Valve	Electronic Expansion Valve	
Power Supply	V, Ø, Hz	220, 3, 60 220-240, 3, 50	220, 3, 60 220-240, 3, 50	
Number of maximum connectable indoor units ¹⁾		64	64	

Note:

- Capacities are based on the following conditions:
- Cooling Temperature : Indoor 27°C(80.6°F) DB / 19°C(66.2°F) WB
Outdoor 35°C(95°F) DB / 24°C(75.2°F) WB
- Heating Temperature : Indoor 20°C(68°F) DB / 15°C(59°F) WB
Outdoor 7°C(44.6°F) DB / 6°C(42.8°F) WB
- Piping Length : Interconnected Pipe Length = 7.5m
- Difference Limit of Elevation (Outdoor - Indoor Unit) is Zero.

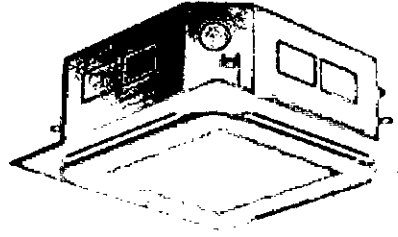
- The numbers in parentheses means maximum connectable indoor units in accordance with outdoor unit's combination. The recommended ratio is 1:30%
- Wiring cable size must comply with the applicable local and national codes
- Due to our policy of innovation some specifications may be changed without notification
- Sound Level Values are measured at Anechoic chamber. Therefore, these values can be increased owing to ambient conditions during operation.
- Power factor could vary less than ± 1% according to the operating conditions

Fuente: LG

ANEXO 22 CATÁLOGO DE UNIDADES INTERIORES

4 WAY CASSETTE (570x570)

ARNU05GTRC4 / ARNU07GTRC4 / ARNU09GTRC4
ARNU12GTRC4 / ARNU15GTQC4 / ARNU18GTQC4 / ARNU21GTQC4



Model	Independent Unit		ARNU05G C4	ARNU07G C4	ARNU09G C4	ARNU12G C4	ARNU15G C4	ARNU18G C4	ARNU21G C4
Capacity	Cooling	Nom kW	16	22	28	36	45	56	60
	Heating	Nom kW	18	25	32	40	50	63	68
Power Input	Cooling	Nom W	300	300	300	300	300	300	300
	Heating	Nom W	300	300	300	300	300	300	300
Power Supply		ØV/Hz	1/220-240/50,60	1/220-240/50,60	1/220-240/50,60	1/220-240/50,60	1/220-240/50,60	1/220-240/50,60	1/220-240/50,60
Airflow Rate	Cooling	M3/Ml m³/min	7.5/70/6.6	7.5/70/6.6	8.0/75/7.1	8.7/80/7.0	11.0/100/9.3	11.2/110/10.0	12.0/111/9.4
	Heating	M3/Ml m³/min	7.5/70/6.6	7.5/70/6.6	8.0/75/7.1	8.7/80/7.0	11.0/100/9.3	11.2/110/10.0	12.0/111/9.4
Sound Pressure		M3/Ml dBA	29/27/26	29/27/26	30/29/27	32/30/27	36/34/32	37/35/34	42/40/35
Sound Power		M3/Ml dBA	46/44/43	46/44/43	47/46/44	48/46/43	51/49/47	52/50/49	57/55/50
Dimensions	Body	WxHxDmm	570 x 214 x 570	570 x 214 x 570	570 x 214 x 570	570 x 214 x 570	570 x 256 x 570	570 x 256 x 570	570 x 256 x 570
Net Weight		kg	13.1	13.1	13.1	13.1	15.5	15.5	15
Piping Connection	Liquid	mm	6.35	6.4	6.35	6.4	6.35	6.35	Ø9.52
	Gas	mm	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	Ø15.88
	Drain	ID mm	25	25	25	25	25	25	25
Model			PT-UQC	PT-UQC	PT-UQC	PT-UQC	PT-UQC	PT-UQC	PT-UQC
Colour		Morning fog	Morning fog	Morning fog	Morning fog	Morning fog	Morning fog	Morning fog	Morning fog
Decorative Panel									
Dimensions	WxHxDmm		700 x 22 x 700	700 x 22 x 700	700 x 22 x 700	700 x 22 x 700	700 x 22 x 700	700 x 22 x 700	700 x 22 x 700
Weight	kg		3	3	3	3	5	5	2.8

* This product contains Fluorinated Greenhouse Gases (R410A)

Note:

1. Capacities are based on the following conditions

Cooling - Indoor temp. 27°C(80.6°F)DB / 19°C(66.2°F)WB
Outdoor temp. 35°C(95°F)DB / 24°C(75.2°F)WB
Interconnecting piping length 7.5m
Level difference of zero

Heating - Indoor temp. 20°C(68°F)DB / 15°C(59°F)WB
Outdoor temp. 7°C(44.6°F)DB / 6°C(42.8°F)WB
Interconnecting piping length 7.5m
Level difference of zero

2. Due to our policy of innovation some specifications may be changed without notification 3. ID - Internal Diameter

Accessories

Model	ARNU05G C4	ARNU07G C4	ARNU09G C4	ARNU12G C4	ARNU15G C4	ARNU18G C4	ARNU21G C4
Dry Contact	Simple (1 Contact point with case)						PDRYCB000
	2 Contact points						PDRYCB400
	For Thermostat (On-off / Mode / Fan speed)						PDRYCB300
	Modbus Communication						PDRYCB500
Front Panel							PT-UQC
Ventilation Kit							PTVK430

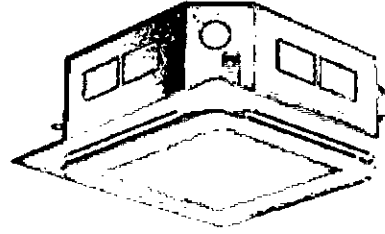
Wired Remote Controller					Wired Remote Controller
Premium	Standard II	Simple	Simple for Hotel		
PREMTA000 PREMTA000A PREMTA000B	PREMTB001 (White)	PREMTB001 (Black)	PORCVCLOQ (Black) PORCVCLOQW (White)	PORCHCA00Q (Black) PORCHCA00QW (White)	PQWRHQ00B

Fuente: LG

ANEXO 22 CATÁLOGO DE UNIDADES INTERIORES (cont.)

4 WAY CASSETTE (840x840)

ARNU24GTPC4 / ARNU28GTPC4 / ARNU30GTPC4
ARNU36GTMC4 / ARNU42GTMC4 / ARNU48GTMC4 / ARNU54GTMC4



INDOOR UNIT
CEILING MOUNTED CASSETTE

Model	Independent Unit		ARNU24G C4	ARNU28G C4	ARNU30G C4	ARNU36G C4	ARNU42G C4	ARNU48G C4	ARNU54G C4
Capacity	Cooling	Nom kW	7.1	8.2	9.0	10.6	12.3	14.1	15.8
	Heating	Nom kW	8.0	9.2	10.0	11.9	13.8	15.9	18
Power Input	Cooling	Nom W	33.0	33.0	33	144.0	144.0	144.0	144
	Heating	Nom W	33.0	33.0	33	144.0	144.0	144.0	144
Power Supply		Q/V/Hz	1/220-240/50,60	1/220-240/50,60	1/220-240/50,60	1/220-240/50,60	1/220-240/50,60	1/220-240/50,60	1/220-240/50,60
Airflow Rate	Cooling	NMFL m ³ /min	17/15/13	19/16/14	24.3/22.8/19.5	25/22/20	30/26/23	32/27/25	34/32/27
	Heating	NMFL m ³ /min	17/15/13	19/16/14	24.3/22.8/19.5	25/22/20	30/26/23	32/27/25	34/32/27
Sound Pressure		NMFL dBA	36/34/31	39/35/33	42/38/33	44/41/38	45/41/38	46/42/40	48/46/42
Sound Power		NMFL dBA	55/53/50	56/52/50	59/55/50	62/59/56	63/59/56	65/61/59	67/65/61
Dimensions	Body	WxHxD mm	840 x 204 x 840	840 x 204 x 840	840 x 204 x 840	840 x 245 x 840	840 x 288 x 840	840 x 288 x 840	840 x 288 x 840
Net Weight		kg	21.8	21.8	20.8	24.3	26.5	26.5	26.5
	Liquid	mm	9.52	9.52	09.52	9.52	9.52	9.52	09.52
Piping Connection	Gas	mm	15.88	15.88	015.88	15.88	15.88	15.88	015.88
	Drain	ID mm	25	25	25	25	25	25	25
Decoration Panel	Model		PT-LJMC1	PT-LJMC1	PT-LJMC(1)	PT-LJMC1	PT-LJMC1	PT-LJMC1	PT-LJMC(1)
	Colour		Morning fog	Morning fog	Morning fog	Morning fog	Morning fog	Morning fog	Morning fog
	Dimensions	WxHxD mm	950 x 25 x 950	950 x 25 x 950	950 x 25 x 950	950 x 25 x 950	950 x 25 x 950	950 x 25 x 950	950 x 25 x 950
	Weight	kg	5.6	5.6	6.3	5.6	5.6	5.6	6.3

* This product contains Fluorinated Greenhouse Gases (R410A)

Note :

1. Capacities are based on the following conditions

Cooling - Indoor temp 27°C(80.6°F)DB / 19°C(66.2°F)WB
Outdoor temp 35°C(95°F)DB / 24°C(75.2°F)WB
Interconnecting piping length 7.5m
Level difference of zero

Heating - Indoor temp 20°C(68°F)DB / 15°C(59°F)WB
Outdoor temp 7°C(44.6°F)DB / 6°C(42.8°F)WB
Interconnecting piping length 7.5m
Level difference of zero

2. Due to our policy of innovation some specifications may be changed without notification 3. ID - Internal Diameter*

Accessories

Model	ARNU24G C4	ARNU28G C4	ARNU30G C4	ARNU36G C4	ARNU42G C4	ARNU48G C4	ARNU54G C4
Dry Contact	Simple (1 Contact point with case)						PDRYCB000
	2 Contact point						PDRYCB400
	For Thermostat (On off / Mode / Fan speed)						PDRYCB300
	Modbus Communication						PDRYCB500
Front Panel							PT-LJMC1
Auto Elevation Grille							PT-EGMD
Ventilation Kit							PTVK410 / PTVK420 / PTVK430

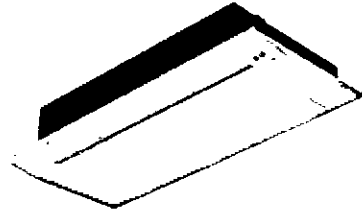
Wired Remote Controller					Wired Remote Controller
Premium	Standard II		Simple	Simple for Hotel	
PREMTA000 PREMTA000A PREMTA000B	PREMTB001 (White)	PREMTB001 (Black)	PORCYCLOQ (Black) PORCYCLOQW (White)	PORCHCA0Q (Black) PORCHCA0QW (White)	PQWRH00FDB

Fuente: LG

ANEXO 22 CATALOGO DE UNIDADES INTERIORES (cont.)

1 WAY CASSETTE

ARNU07GTUC4 / ARNU09GTUC4
ARNU12GTUC4 / ARNU18GTTC4 / ARNU24GTTC4



INDOOR UNIT

CEILING MOUNTED CASSETTE

Model	Independent Unit		ARNU07G C4	ARNU09G C4	ARNU12G C4	ARNU18G C4	ARNU24G C4
Capacity	Cooling	Nom kW	2.2	2.8	3.6	5.6	7.1
	Heating	Nom kW	2.5	3.2	4.0	6.3	7.1
Power Input	Cooling	Nom W	400	400	400	700	700
	Heating	Nom W	400	400	400	700	700
Power Supply		Φ/V/Hz	1/220-240/50,60	1/220-240/50,60	1/220-240/50,60	1/220-240/50,60	1/220-240/50,60
Airflow Rate	Cooling	H/M/L m ³ /min	8.2/7.3/6.4	9.2/8.6/8.2	10/9.2/8.2	13.3/12.1/10.9	14.6/13.3/11.5
	Heating	H/M/L m ³ /min	8.2/7.3/6.4	9.2/8.6/8.2	10/9.2/8.2	13.3/12.1/10.9	14.6/13.3/11.5
Sound Pressure		H/M/L dBA	32/29/25	35/34/32	38/35/32	40/37/35	43/40/36
Sound Power		H/M/L dBA	50/47/43	53/52/50	57/54/51	59/56/54	62/59/55
Dimensions	Body	Width mm	850 × 132 × 450	850 × 132 × 450	850 × 132 × 450	1180 × 132 × 450	1180 × 132 × 450
Net Weight		kg	14.7	14.7	14.7	18.7	18.7
	Liquid	mm	6.35	6.35	6.35	6.35	9.52
Piping Connection	Gas	mm	12.7	12.7	12.7	12.7	15.88
Drain	LD	mm	25	25	25	25	25
Model			PT-AUC(GH) / PT-AUCD(Panel)	PT-AUC(GH) / PT-AUCD(Panel)	PT-AUC(GH) / PT-AUCD(Panel)	PT-AUC(GH) / PT-AUCD(Panel)	PT-AUC(GH) / PT-AUCD(Panel)
Decoration Panel	Colour		White	White	White	White	White
	Dimensions	Width mm	1,100 × 34 × 500	1,100 × 34 × 500	1,100 × 34 × 500	1,420 × 34 × 500	1,420 × 34 × 500
	Weight	kg	4.6	4.6	4.6	5.5	5.5

* This product contains Fluorinated Greenhouse Gases (R410A)

Note:

1. Capacities are based on the following conditions

Cooling - Indoor temp. 27°C(80.6°F)DB / 19°C(66.2°F)WB
Outdoor temp. 35°C(95°F)DB / 24°C(75.2°F)WB
Interconnecting piping length 7.5m
Level difference of zero

Heating - Indoor temp. 20°C(68°F)DB / 15°C(59°F)WB
Outdoor temp. 7°C(44.6°F)DB / 6°C(42.8°F)WB
Interconnecting piping length 7.5m
Level difference of zero

2. Due to our policy of innovation some specifications may be changed without notification 3 LD - 'Internal Diameter'

Accessories

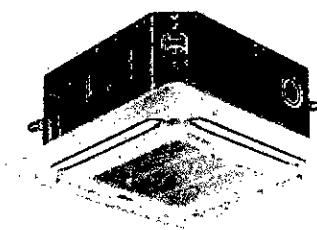
Model	ARNU07G C4	ARNU09G C4	ARNU12G C4	ARNU18G C4	ARNU24G C4
Dry Contact	Simple (1 Contact point with case)			PDRYCB000	
	2 Contact point			PDRYCB400	
	For Thermostat (On-off / Mode / Fan speed)			PDRYCB300	
	Modbus Communication			PDRYCB500	
Front Panel		PT-UUC (Grid) / PT-UUD (Panel)			PT-UUC (Grid) / PT-UUD (Panel)

Wired Remote Controller					Wired Remote Controller
Premium	Standard II	Simple	Simple for Hotel		
PREMTA000 PREMTA000A PREMTA000B	PREMTB001 (White)	PREMTB001 (Black)	PQRCVCL0Q (Black) PQRCVCL0QW (White)	PQRCHADQ (Black) PQRCHADQW (White)	PQWRHQ0FD8

Fuente: LG

ANEXO 23 FICHAS TECNICAS

Date:	For: <input type="checkbox"/> File <input type="checkbox"/> Resubmit
PO No.:	<input type="checkbox"/> Approval <input type="checkbox"/> Other _____
Architect:	GC:
Engr:	Mech:
Rep:	
(Company)	(Project Manager)



ARNU05GTRC4
Multi V™ 4-Way Ceiling Cassette
5,500 Btu/h Indoor Unit

Performance:

Total Cooling Capacity (Btu/h)	5,500
Heating Capacity (Btu/h)	6,100
Power Input ¹ (W)	30

Cooling Nominal Test Conditions: Indoor: 80°F DB/67°F WB Outdoor: 95°F DB	Heating Nominal Test Conditions: Indoor: 70°F DB Outdoor: 47°F DB/43°F WB
---	---

Electrical:

Power Supply (V/Hz/Ø)	208-230/60/1
Rated Amps (A)	0.2

Piping:

Refrigerant:	
Liquid Line (in, OD)	1/4 Flare
Vapor Line (in, OD)	1/2 Flare

Condensate:

Condensate Line (in, OD)	1
Factory Installed Pump ²	Yes

Controls Features:

- Auto changeover (Heat Recovery Only)
- Auto operation
- Auto restart
- Child lock
- Dual thermistor control
- Dual setpoint control
- Group control
- High ceiling
- Hot start
- Self diagnostics
- Timer (on/off)
- Weekly schedule
- Auto direction/swing (up/down)
- Fan speed control
- Multiple aux heater applications
- Swirl wind (alternating vanes)
- Jet cool (fast cooling)
- Filter life and power consumption display

Required Accessories:

- Grille Kit (PT-UQC or PT-QCHW0)

Optional Accessories:

- Wireless Remote Controller - PQWRHQ0FDB
- LG Programmable Controller - PREMTB10U
- LG Premium Controller - PREMTA000
- Simple Controller with Mode (Black) - PQRCVCL0Q
- Simple Controller with Mode (White) - PQRCVCL0QW
- Simple Controller without Mode (Black) - PQRCHCA0Q
- Simple Controller without Mode (White) - PQRCHCA0QW
- Simple Dry Contact (1 contact, 24 VAC external power) - PQDSB1
- Dry Contact for Economizer - PQDSBC1
- Dry Contact for Third Party Thermostat - PQDSBNGCM1
- Wall Mounted Temperature Sensor - PQRSTAD
- Ventilation Kits - PTVK430
- Plasma Filter Kit - PTPKQ0

Entering Mixed Air:

Cooling Max ³ (*F WB)	76
Heating Min (*F DB)	59

Unit Data:

Refrigerant Type	R410A
Refrigerant Control	EEV
Sound Pressure ⁴ dB(A) (H/M/L)	29/27/26
Primary Filter Type	Washable
Secondary Filter Type ⁵	Plasma
Net Weight (lbs)	29
Shipping Weight (lbs)	34
Grille Weight (lbs)	7
Grille Shipping Weight (lbs)	11

Fan:

Type	Turbo
Quantity	1
Motor/Drive	Brushless Digitally Controlled/Direct
Motor Quantity	1
Airflow Rate H/M/L (CFM)	265/247/212

Notes:

- 1.The Power Input is rated at high speed.
- 2.Maximum lift is 27 in from bottom of unit.
- 3.See Engineering Manual for sensible and latent capacities.
- 4.Sound Pressure levels are tested in an anechoic chamber under ISO Standard 3745.
- 5.Plasma filter kit accessory available separately.
- 6.All communication cable to be minimum 18 AWG, 2-conductor, stranded, shielded and must comply with applicable local and national code.
- 7.Power wiring cable size must comply with the applicable local and national code.
- 8.This unit comes with a dry nitrogen charge.
- 9.This data is rated 0 ft above sea level, with 25 ft of refrigerant line per indoor unit and a 0 ft level difference between outdoor and indoor units. All capacities are net with a combination ratio between 95 – 105%.
- 10.Must follow Installation Instructions in the applicable LG installation manual



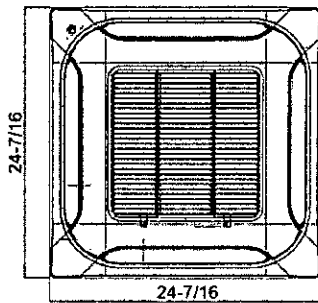
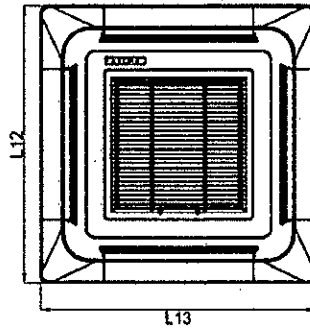
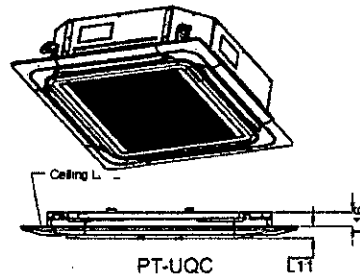
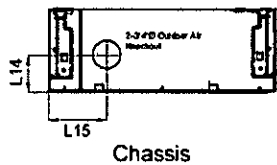
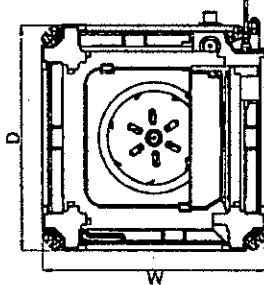
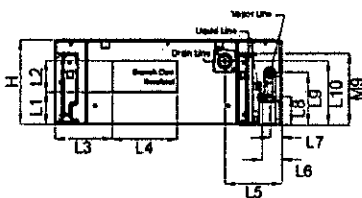
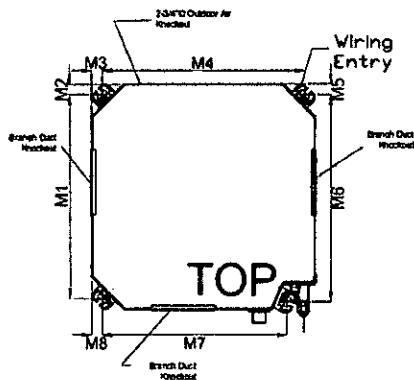
Fuente: LG

ANEXO 23 FICHAS TECNICAS (cont.)

ARNU05GTRC4
 Multi V™ 4-Way Ceiling Cassette
 5,500 Btu/h Indoor Unit



Tag #: _____
 Date: _____
 PO No.: _____



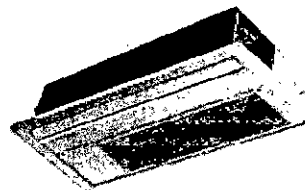
Note - All dimensions have a tolerance of ± 0.25 in.

W	22-7/16'
H	8-7/16'
D	22-7/16'
L1	2-1/8'
L2	3-1/8'
L3	5-13/16'
L4	6-1/2'
L5	5-5/8'
L6	1-15/16'
L7	1-3/16'
L8	2-3/4'
L9	5-1/8'
L10	6-5/16'
L11	7/8'
L12	27-9/16
L13	27-9/16'
L14	3-7/16'
L15	5-7/8'
L16	1-3/16'
M1	20-3/8'
M2	1-1/16'
M3	1-1/16'
M4	20-3/8'
M5	1-1/16'
M6	20-5/8'
M7	18-3/16'
M8	1-1/16'
M9	6-15/16

Fuente: LG

ANEXO 23 FICHAS TECNICAS (cont.)

Date:	For: <input type="checkbox"/> File <input type="checkbox"/> Resubmit
PO No.:	<input type="checkbox"/> Approval <input type="checkbox"/> Other _____
Architect:	GC:
Engr:	Mech:
Rep:	
(Company)	(Project Manager)



ARNU09GTUC4
 Multi V™ 1-Way Ceiling Cassette
 9,600 Btu/h Indoor Unit



Performance:

Total Cooling Capacity (Btu/h)	9,600
Heating Capacity (Btu/h)	10,900
Power Input ¹ (W)	40

Cooling Nominal Test Conditions: Indoor: 80°F DB/67°F WB Outdoor: 95°F DB	Heating Nominal Test Conditions: Indoor: 70°F DB Outdoor: 47°F DB/43°F WB
---	---

Electrical:

Power Supply (V/Hz/Ø)	208-230/60/1
Rated Amps (A)	0.18

Piping:

Refrigerant:	
Liquid Line (in, OD)	1/4 Flare
Vapor Line (in, OD)	1/2 Flare

Condensate:

Condensate Line (in, OD)	1
Factory Installed Pump ⁷	Yes

Controls Features:

- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> •Auto changeover (Heat Recovery Only) •Auto operation •Auto restart •Dual thermostat control •Dual setpoint control •Filter life and power consumption display •Multiple aux heater applications | <ul style="list-style-type: none"> •Timer (on/off) •Weekly schedule •Auto direction/swing (up/down) •Fan speed control •Jet cool (fast cooling) •Group control •High ceiling •Hot start •Self diagnostics •Child lock |
|--|---|

Required Accessories:

Grille Kit: PT-UUC1

Optional Accessories:

- Wireless Remote Controller - PQWRHQ0FDB
- LG Programmable Controller - PREMTB10U
- LG Premium Controller - PREMTA000
- Simple Controller with Mode (Black) - PQRVCVLOQ
- Simple Controller with Mode (White) - PQRVCVLOQW
- Simple Controller without Mode (Black) PQRCHCA0Q
- Simple Controller without Mode (White) - PQRCHCA0QW
- Simple Dry Contact (1 contact, 24 VAC external power) - PQDSB1
- Dry Contact for Economizer- PQDSBC1
- Dry Contact for Third Party Thermostat - PQDSBNGCM1
- Wall Mounted Temperature Sensor - PQRSTAO
- Plasma Filter Kit - PTPKUO

Entering Mixed Air:

Cooling Max ³ (*F WB)	76
Heating Min (*F DB)	59

Unit Data:

Refrigerant Type	R410A
Refrigerant Control	EEV
Sound Pressure ⁴ dB(A) (H/M/L)	35/34/32
Primary Filter Type	Washable
Secondary Filter ⁵	Plasma
Net Weight (lbs)	33
Shipping Weight (lbs)	40
Grille Weight (lbs)	10
Grille Shipping Weight (lbs)	16

Fan:

Type	Cross Flow
Quantity	1
Motor/Drive	Brushless Digitally Controlled/Direct
Motor Quantity	1
Airflow Rate H/M/L (CFM)	325 / 304 / 290

Notes:

1. The Power Input is rated at high speed.
2. Maximum tilt is 27 in from bottom of unit.
3. See Engineering Manual for sensible and latent capacities.
4. Sound Pressure levels are tested in an anechoic chamber under ISO Standard 3745.
5. Plasma filter kit accessory available separately.
6. All communication cable to be minimum 18 AWG, 2-conductor, stranded, shielded and must comply with applicable local and national code.
7. Power wiring cable size must comply with the applicable local and national code.
8. This unit comes with a dry nitrogen charge.
9. This data is rated 0 ft above sea level, with 25 ft of refrigerant line per indoor unit and a 0 ft level difference between outdoor and indoor units. All capacities are net with a combination ratio between 95 - 105%.
10. Must follow installation instructions in the applicable LG installation manual.



Fuente: LG

ANEXO 23 FICHAS TECNICAS (cont.)

ARNU09GTUC4

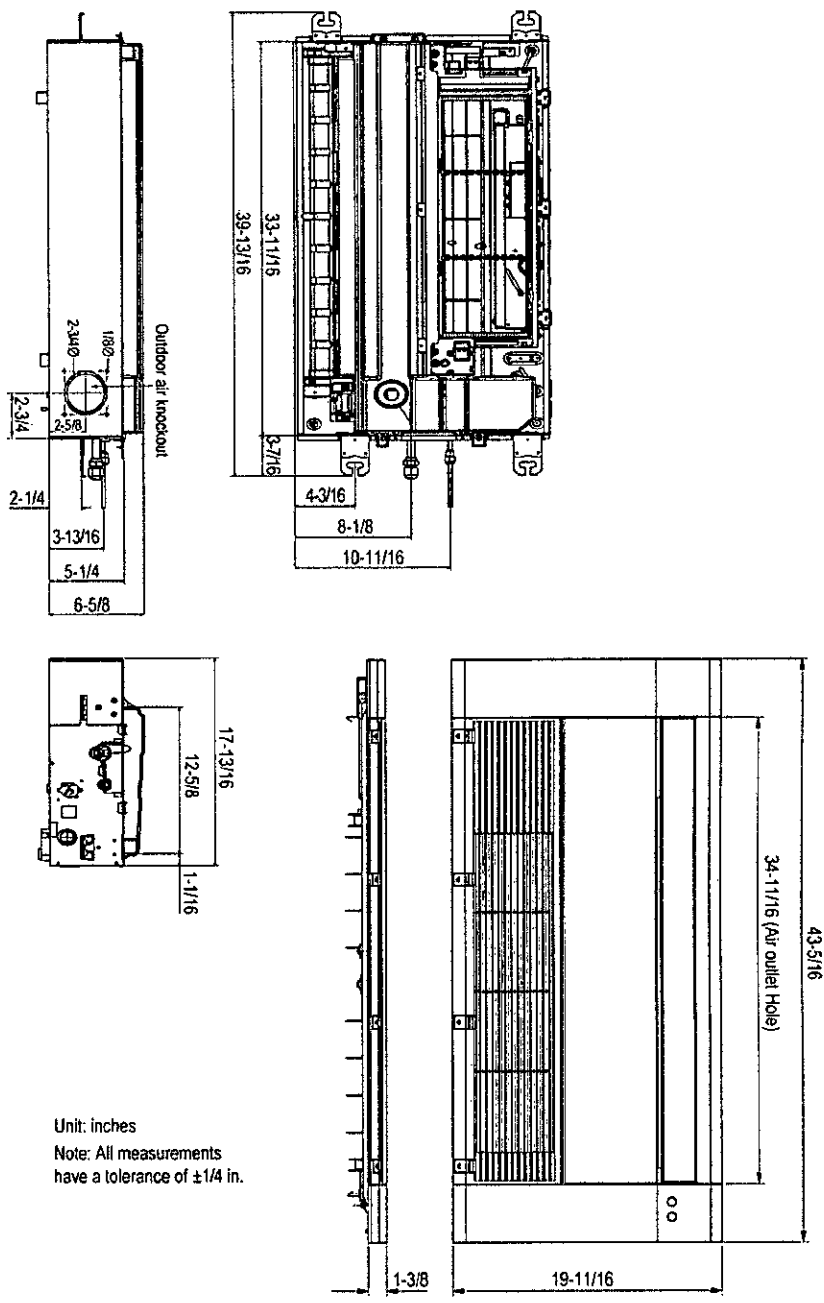
Multi V™ 1-Way Ceiling Cassette
9,600 Btu/h Indoor Unit



Tag #: _____

Date: _____

PO No.: _____

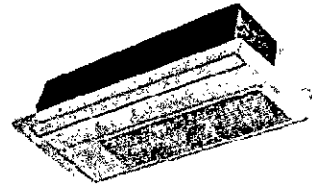


Unit: inches
Note: All measurements
have a tolerance of $\pm 1/4$ in.

Fuente: LG

ANEXO 23 FICHAS TECNICAS (cont.)

Date:	For: <input type="checkbox"/> File <input type="checkbox"/> Resubmit
PO No.:	<input type="checkbox"/> Approval <input type="checkbox"/> Other
Architect:	GC:
Engr:	Mech:
Rep: <small>(Company)</small>	<small>(Project Manager)</small>



ARNU12GTUC4
Multi V™ 1-Way Ceiling Cassette
12,300 Btu/h Indoor Unit



Performance:

Total Cooling Capacity (Btu/h)	12,300
Heating Capacity (Btu/h)	13,600
Power Input ¹ (W)	40

Cooling Nominal Test Conditions:	Heating Nominal Test Conditions:
Indoor: 80°F DB/67°F WB	Indoor: 70°F DB
Outdoor: 55°F DB	Outdoor: 47°F DB/43°F WB

Electrical:

Power Supply (V/Hz/Ø)	208-230/60/1
Rated Amps (A)	0.18

Piping:

Refrigerant:	
Liquid Line (in, OD)	1/4 Flare
Vapor Line (in, OD)	1/2 Flare

Condensate:

Condensate Line (in, OD)	1
Factory Installed Pump ²	Yes

Controls Features:

- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> •Auto changeover (Heat Recovery Only) •Auto operation •Auto restart •Dual thermistor control •Dual setpoint control •Filter life and power consumption display •Multiple aux heater applications | <ul style="list-style-type: none"> •Timer (on/off) •Weekly schedule •Auto direction/swing (up/down) •Fan speed control •Jet cool (fast cooling) •Group control •High ceiling •Hot start •Self diagnostics •Child lock |
|--|---|

Required Accessories:

Grille Kit: PT-UUC1

Optional Accessories:

- Wireless Remote Controller - PQWRHQ0FDB
- LG Programmable Controller - PREMTB10U
- LG Premium Controller - PREMTA000
- Simple Controller with Mode (Black) - PQRVCLOQ
- Simple Controller with Mode (White) - PQRVCLOQW
- Simple Controller without Mode (Black) - PQRCHCA0Q
- Simple Controller without Mode (White) - PQRCHCA0QW
- Simple Dry Contact (1 contact, 24 VAC external power) - PQDSB1
- Dry Contact for Economizer - PQDSBC1
- Dry Contact for Third Party Thermostat - PQDSBNGCM1
- Wall Mounted Temperature Sensor - PQRSTAO
- Plasma Filter Kit - PTPKUO

Entering Mixed Air:

Cooling Max ³ (*F WB)	76
Heating Min (*F DB)	59

Unit Data:

Refrigerant Type	R410A
Refrigerant Control	EEV
Sound Pressure ⁴ dB(A) (H/M/L)	38/35/32
Primary Filter Type	Washable
Secondary Filter ⁵	Plasma
Net Weight (lbs)	33
Shipping Weight (lbs)	40
Grille Weight (lbs)	10
Grille Shipping Weight (lbs)	16

Fan:

Type	Cross Flow
Quantity	1
Motor/Drive	Brushless Digitally Controlled/Direct
Motor Quantity	1
Airflow Rate H/M/L (CFM)	353 / 325 / 290

Notes:

1. The Power input is rated at high speed.
2. Maximum lift is 27 in from bottom of unit.
3. See Engineering Manual for sensible and latent capacities.
4. Sound Pressure levels are tested in an anechoic chamber under ISO Standard 3745.
5. Plasma filter kit accessory available separately.
6. All communication cable to be minimum 18 AWG, 2-conductor, stranded, shielded and must comply with applicable local and national code.
7. Power wiring cable size must comply with the applicable local and national code.
8. This unit comes with a dry nitrogen charge.
9. This data is rated 0 ft above sea level, with 25 ft of refrigerant line per indoor unit and a 0 ft level difference between outdoor and indoor units. All capacities are met with a combination ratio between 95 - 105%.
10. Must follow installation instructions in the applicable LG installation manual.



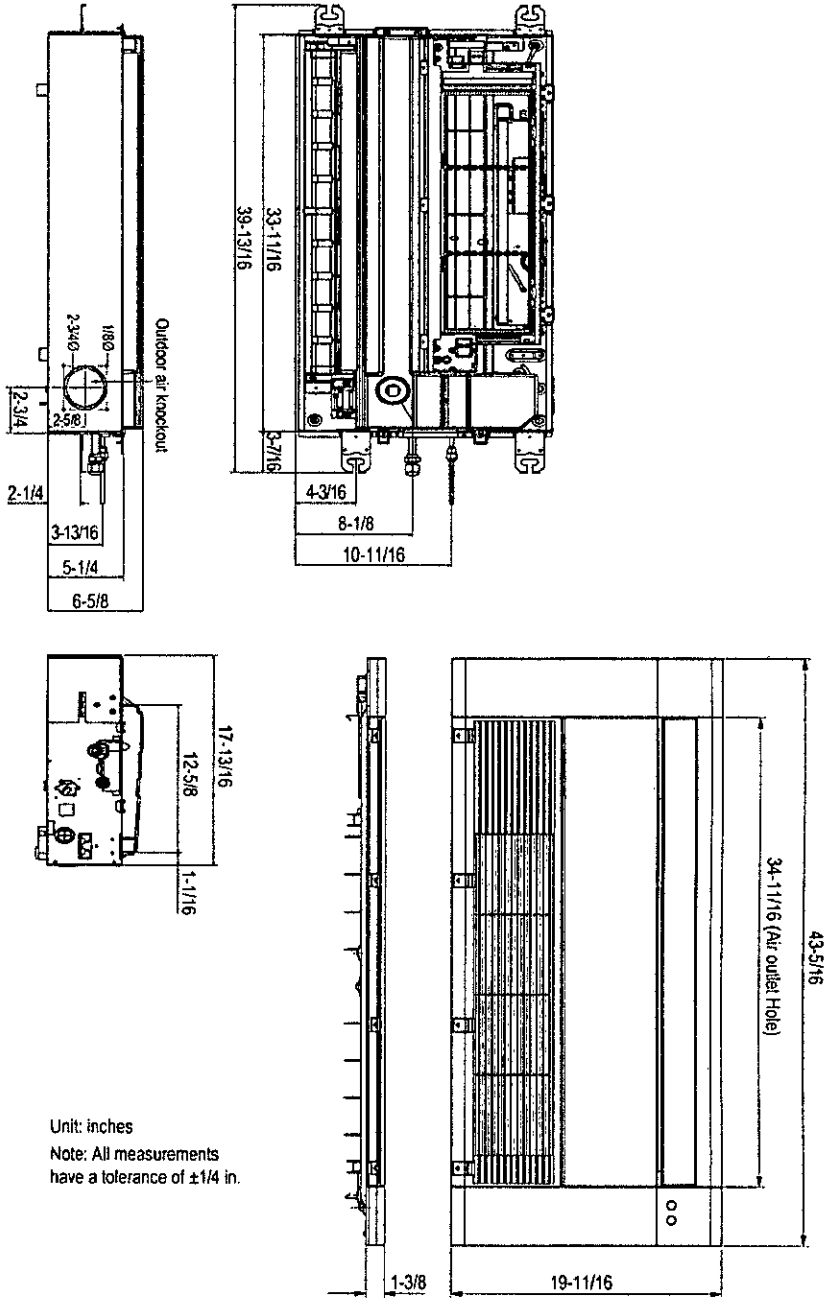
Fuente: LG

ANEXO 23 FICHAS TECNICAS (cont.)

ARNU12GTUC4
 Multi V™ 1-Way Ceiling Cassette
 12,300 Btu/h Indoor Unit



Tag #: _____
 Date: _____
 PO No.: _____

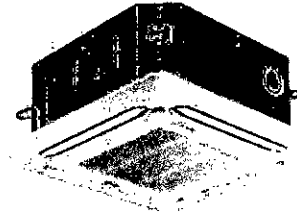


Unit: inches
 Note: All measurements
 have a tolerance of ±1/4 in.

Fuente: LG

ANEXO 23 FICHAS TECNICAS (cont.)

Date:	For: <input type="checkbox"/> File <input type="checkbox"/> Resubmit
PO No.:	<input type="checkbox"/> Approval <input type="checkbox"/> Other
Architect:	GC:
Engr:	Mech:
Rep:	
(Company)	(Project Manager)



ARNU18GTQC4
Multi V™ 4-Way Ceiling Cassette
19,100 Btu/h Indoor Unit

Performance:

Total Cooling Capacity (Btu/h)	19,100
Heating Capacity (Btu/h)	21,500
Power Input ¹ (W)	30

Cooling Nominal Test Conditions: Indoor: 80°F DB/67°F WB Outdoor: 95°F DB	Heating Nominal Test Conditions: Indoor: 70°F DB Outdoor: 47°F DB/43°F WB
---	---

Electrical:

Power Supply (V/Hz/Ø)	208-230/60/1
Rated Amps (A)	0.2

Piping:

Refrigerant:

Liquid Line (in, OD)	1/4 Flare
Vapor Line (in, OD)	1/2 Flare

Condensate:

Condensate Line (in, OD)	1
Factory Installed Pump ²	Yes

Controls Features:

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> •Auto changeover (Heat Recovery Only) •Auto operation •Auto restart •Child lock •Dual thermostat control •Dual setpoint control •Group control •High ceiling | <ul style="list-style-type: none"> •Hot start •Self diagnostics •Timer (on/off) •Weekly schedule •Auto direction/swing (up/down) •Fan speed control •Multiple aux heater applications •Swirl wind (alternating vanes) •Jet cool (fast cooling) •Filter life and power consumption display |
|---|---|

Required Accessories:

- Grille Kit (PT-UQC or PT-QCHW0)

Optional Accessories:

- Wireless Remote Controller - PQWRHQ0FDB
- LG Programmable Controller - PREMTB10U
- LG Premium Controller - PREMTA000
- Simple Controller with Mode (Black) - PQRVCLOQ
- Simple Controller with Mode (White) - PQRVCLOQW
- Simple Controller without Mode (Black) - PQRCHCA0Q
- Simple Controller without Mode (White) - PQRCHCA0QW
- Simple Dry Contact (1 contact, 24 VAC external power) - PQDSB1
- Dry Contact for Economizer - PQDSBC1
- Dry Contact for Third Party Thermostat - PQDSBNGCM1
- Wall Mounted Temperature Sensor - PQRSTA0
- Ventilation Kits - PTVK430
- Plasma Filter Kit - PTPKQ0

Entering Mixed Air:

Cooling Max ³ (*F WB)	76
Heating Min (*F DB)	59

Unit Data:

Refrigerant Type	R410A
Refrigerant Control	EEV
Sound Pressure ⁴ dB(A) (H/M/L)	37/35/34
Primary Filter Type	Washable
Secondary Filter Type ⁵	Plasma
Net Weight (lbs)	35
Shipping Weight (lbs)	40
Grille Weight (lbs)	7
Grille Shipping Weight (lbs)	11

Fan:

Type	Turbo
Quantity	1
Motor/Drive	Brushless Digitally Controlled/Direct
Motor Quantity	1
Airflow Rate H/M/L (CFM)	396/388/353

Notes:

1. The Power Input is rated at high speed.
2. Maximum lift is 27 in from bottom of unit.
3. See Engineering Manual for sensible and latent capacities.
4. Sound Pressure levels are tested in an anechoic chamber under ISO Standard 3745.
5. Plasma filter kit accessory available separately.
6. All communication cable to be minimum 18 AWG, 2-conductor, stranded, shielded and must comply with applicable local and national code.
7. Power wiring cable size must comply with the applicable local and national code.
8. This unit comes with a dry nitrogen charge.
9. This data is rated 0 ft above sea level, with 25 ft of refrigerant line per indoor unit and a 0 ft level difference between outdoor and indoor units. All capacities are net with a combination ratio between 95 - 105%.
10. Must follow installation instructions in the applicable LG installation manual.



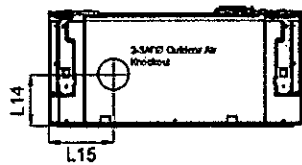
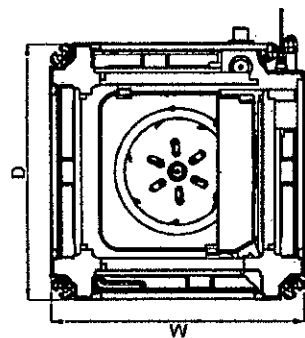
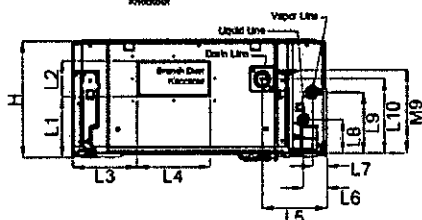
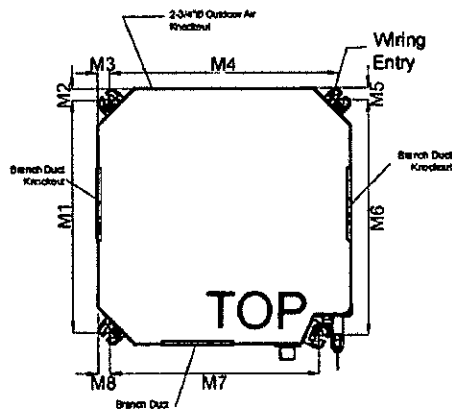
Fuente: LG

ANEXO 23 FICHAS TECNICAS (cont.)

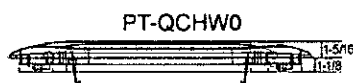
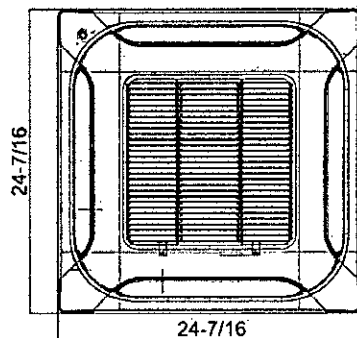
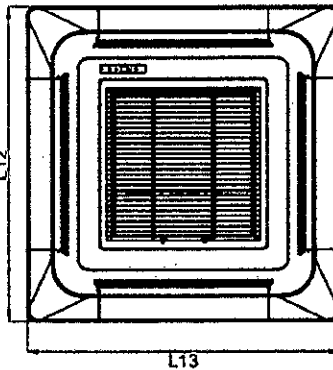
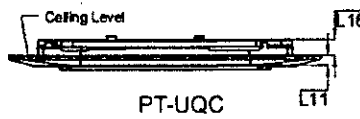
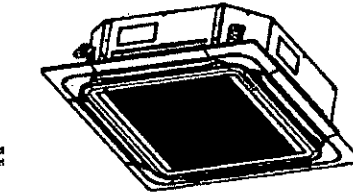
ARNU18GTQC4
 Multi V™ 4-Way Ceiling Cassette
 19,100 Btu/h Indoor Unit



Tag #: _____
 Date: _____
 PO No.: _____



Chassis



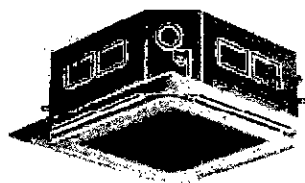
Note - All dimensions have a tolerance of ± 0.25 in.

W	22-7/16"
H	10"
D	22-7/16"
L1	5"
L2	3-1/8"
L3	5-13/16"
L4	6-1/2"
L5	5-5/8"
L6	1-15/16"
L7	1-3/16"
L8	2-11/16"
L9	5-1/16"
L10	6-1/4"
L11	7/8"
L12	27-9/16"
L13	27-9/16"
L14	3-1/8"
L15	5-5/8"
L16	1-3/16"
M1	20-3/8"
M2	1-1/16"
M3	1-1/16"
M4	20-3/8"
M5	1-1/16"
M6	20-5/8"
M7	18-3/16"
M8	1-1/16"
M9	6-5/16"

Fuente: LG

ANEXO 23 FICHAS TECNICAS (cont.)

Date:	For: <input type="checkbox"/> File <input type="checkbox"/> Resubmit
PO No.:	<input type="checkbox"/> Approval <input type="checkbox"/> Other
Architect:	GC:
Engr:	Mech:
Rep:	
(Company)	(Project Manager)



ARNU24GTPC4
Multi V™ 4-Way Ceiling Cassette
24,200 Btu/h Indoor Unit

Performance:

Total Cooling Capacity (Btu/h)	24,200
Heating Capacity (Btu/h)	27,300
Power Input ¹ (W)	33

Cooling Nominal Test Conditions:

Indoor: 80°F DB/67°F WB
Outdoor: 95°F DB

Heating Nominal Test Conditions:

Indoor: 70°F DB
Outdoor: 47°F DB/43°F WB

Electrical:

Power Supply (V/Hz/Ø)	208-230/60/1
Rated Amps (A)	0.15

Piping:

Refrigerant:

Liquid Line (in, OD)	3/8 Flare
Vapor Line (in, OD)	5/8 Flare

Condensate:

Condensate Line (in, ID)	1
Factory Installed Pump ²	Yes

Controls Features:

- | | | |
|---|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> •Auto changeover (Heat Recovery Only) •Auto operation •Auto restart •External on/off control •Dual thermostat control •Dual setpoint control | <ul style="list-style-type: none"> •Group control •High ceiling •Hot start •Self diagnostics •Timer (on/off) •Weekly schedule •Filter life and power consumption display | <ul style="list-style-type: none"> •Auto direction/swing (up/down) •Fan speed control •Swirl wind (alternating vanes) •Jet cool (fast cooling) •Multiple aux heater applications |
|---|---|---|

Required Accessories:

- Grille Kit [PT-UMC1, or PT-UMC1B (Black)]

Optional Accessories:

- Wireless Remote Controller - PQWRHQ0FDB
- LG Programmable Controller - PREMTB10U
- LG Premium Controller - PREMTA000
- Simple Controller with Mode (Black) - PQRVCLOQ
- Simple Controller with Mode (White) - PQRVCLOQW
- Simple Controller without Mode (Black) - PQRCHCA0Q
- Simple Controller without Mode (White) - PQRCHCA0QW
- Simple Dry Contact (1 contact, 24 VAC external power) - PDRYCB100
- Dry Contact for Economizer - PQDSBC1
- Dry Contact for Third Party Thermostat - PDRYCB300
- Wall Mounted Temperature Sensor - PQRSTA0
- Ventilation Kit - PTVK410 + PTVK420, PTVK430
- Auto Elevation Kit - PTEGMD
- Plasma Filter Kit - PTPKMO
- Auxiliary Heater Kit - PRARH1

Entering Mixed Air:

Cooling Max ³ (*F WB)	76
Heating Min (*F DB)	59

Unit Data:

Refrigerant Type	R410A
Refrigerant Control	EEV
Sound Pressure ⁴ dB(A) (H/M/L)	36 / 34 / 31
Primary Filter Type	Washable
Secondary Filter Type ⁵	Plasma
Net Weight (lbs)	48
Shipping Weight (lbs)	58
Grille Weight (lbs)	13
Grille Shipping Weight (lbs)	20

Fan:

Type	Turbo
Quantity	1
Motor/Drive	Brushless Digitally Controlled/Direct
Motor Quantity	1
Airflow Rate H/M/L (CFM)	600/530/459

Notes:

1. The Power input is rated at high speed.
2. Maximum lift is 27 in from bottom of unit.
3. See Engineering Manual for sensible and latent capacities.
4. Sound Pressure levels are tested in an anechoic chamber under ISO Standard 3745
5. Plasma Filter kit accessory available separately.
6. All communication cable to be minimum 18 AWG, 2-conductor, stranded, shielded and must comply with applicable local and national code.
7. Power wiring cable size must comply with the applicable local and national code.
8. This unit comes with a dry nitrogen charge.
9. This data is rated 0 ft above sea level, with 25 ft of refrigerant line per indoor unit and a 0 ft level difference between outdoor and indoor units. All capacities are net with a combination ratio between 95 - 105%.
10. Must follow Installation Instructions in the applicable LG installation manual.



For continual product development, LG reserves the right to change specifications without notice.

Fuente: LG

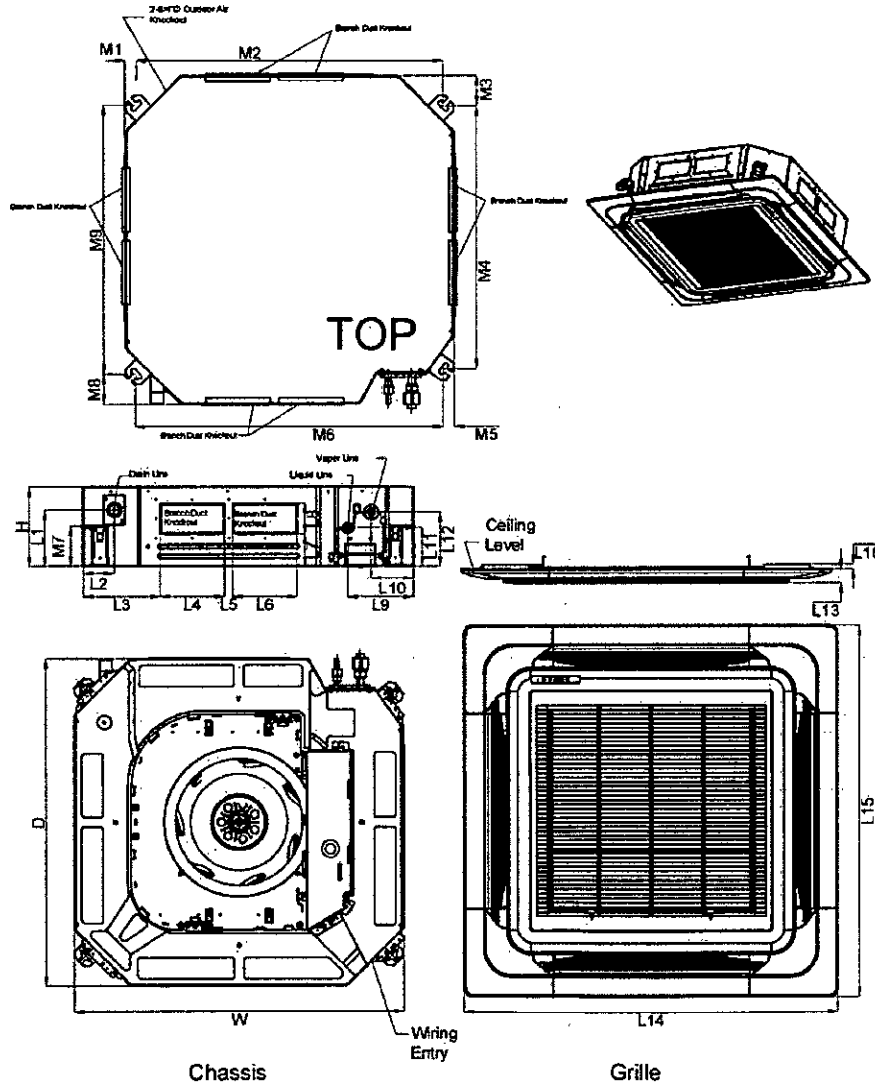
ANEXO 23 FICHAS TECNICAS (cont.)

ARNU24GTPC4

Multi V™ 4-Way Ceiling Cassette
24,200 Btu/h Indoor Unit



Tag #:
Date:
PO No.:



W	33-1/16"
H	8"
D	33-1/16"
L1	5-11/16
L2	3-1/8"
L3	7-11/16"
L4	6-1/2"
L5	3/4"
L6	6-1/2"
L7	3-1/4"
L8	3-1/8"
L9	6-1/2"
L10	4-3/16"
L11	3-15/16"
L12	5-7/16"
L13	1-7/16"
L14	37-3/8"
L15	37-3/8"
L16	1/2"
M1	1-1/16"
M2	30-15/16"
M3	3-1/16"
M4	26-7/16"
M5	1-1/16"
M6	30-15/16"
M7	4-1/8"
M8	3-1/16"
M9	26-15/16"

Note - All dimensions have a tolerance of ± 0.25 in.

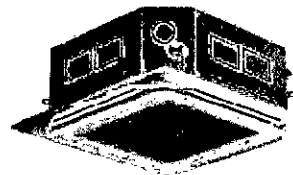
Fuente: LG

ANEXO 23 FICHAS TECNICAS (cont.)

Job Name/Location:

Tag #:

Date:	For: <input type="checkbox"/> File <input type="checkbox"/> Resubmit
PO No.:	<input type="checkbox"/> Approval <input type="checkbox"/> Other
Architect:	GC:
Engr:	Mech:
Rep:	
(Company)	(Project Manager)



ARNU28GTPC4
Multi V™ 4-Way Ceiling Cassette
28,000 Btu/h Indoor Unit

Performance:

Total Cooling Capacity (Btu/h)	28,000
Heating Capacity (Btu/h)	31,500
Power Input ¹ (W)	33

Cooling Nominal Test Conditions: Indoor: 80°F DB/67°F WB Outdoor: 95°F DB	Heating Nominal Test Conditions: Indoor: 70°F DB Outdoor: 47°F DB/43°F WB
---	---

Electrical:

Power Supply (V/Hz/Ø)	208-230/60/1
Rated Amps (A)	0.15

Piping:

Refrigerant:	
Liquid Line (in, OD)	3/8 Flare
Vapor Line (in, OD)	5/8 Flare

Condensate:

Condensate Line (in, ID)	1
Factory Installed Pump ²	Yes

Controls Features:

- Auto changeover (Heat Recovery Only)
- Auto operation
- Auto restart
- External on/off control
- Dual thermostat control
- Dual setpoint control
- Group control
- High ceiling
- Hot start
- Self diagnostics
- Timer (on/off)
- Weekly schedule
- Filter life and power consumption display
- Auto direction/swing (up/down)
- Fan speed control
- Swirl wind (alternating vanes)
- Jet cool (fast cooling)
- Multiple aux heater applications

Required Accessories:

- Grille Kit [PT-UMC1, or PT-UMC1B (Black)]

Optional Accessories:

- Wireless Remote Controller - PQWRHQ0FDB
- LG Programmable Controller - PREMTB10U
- LG Premium Controller - PREMTA000
- Simple Controller with Mode (Black) - PQRVCLOQ
- Simple Controller with Mode (White) - PQRVCLOQW
- Simple Controller without Mode (Black) PQRCHCA0Q
- Simple Controller without Mode (White) - PQRCHCA0QW
- Simple Dry Contact (1 contact, 24 VAC external power) - PDRYCB100
- Dry Contact for Economizer - PQDSBC1
- Dry Contact for Third Party Thermostat - PDRYCB300
- Wall Mounted Temperature Sensor - PQRSTA0
- Ventilation Kit - PTVK410 + PTVK420, PTVK430
- Auto Elevation Kit - PTEGMO
- Plasma Filter Kit - PTPKMO
- Auxiliary Heater Kit - PRARH1

For continual product development, LG reserves the right to change specifications without notice.

Entering Mixed Air:

Cooling Max ³ (*F WB)	76
Heating Min (*F DB)	59

Unit Data:

Refrigerant Type	R410A
Refrigerant Control	EEV
Sound Pressure ⁴ dB(A) (H/M/L)	39 / 35 / 33
Primary Filter Type	Washable
Secondary Filter Type ⁵	Plasma
Net Weight (lbs)	48
Shipping Weight (lbs)	58
Grille Weight (lbs)	13
Grille Shipping Weight (lbs)	20

Fan:

Type	Turbo
Quantity	1
Motor/Drive	Brushless Digitally Controlled/Direct
Motor Quantity	1
Airflow Rate H/M/L (CFM)	671/565/494

Notes:

1. The Power input is rated at high speed.
2. Maximum lift is 27 in from bottom of unit.
3. See Engineering Manual for sensible and latent capacities.
4. Sound Pressure levels are tested in an anechoic chamber under ISO Standard 3745.
5. Plasma filter kit accessory available separately.
6. All communication cables to be minimum 18 AWG, 2-conductor, stranded, shielded and must comply with applicable local and national code.
7. Power wiring cable size must comply with the applicable local and national code.
8. This unit comes with a dry nitrogen charge.
9. This data is rated 0 ft above sea level, with 25 ft of refrigerant line per Indoor unit and a 0 ft level difference between outdoor and indoor units. All capacities are net with a combination ratio between 95 - 105%.
10. Must follow installation instructions in the applicable LG Installation manual.



Fuente: LG

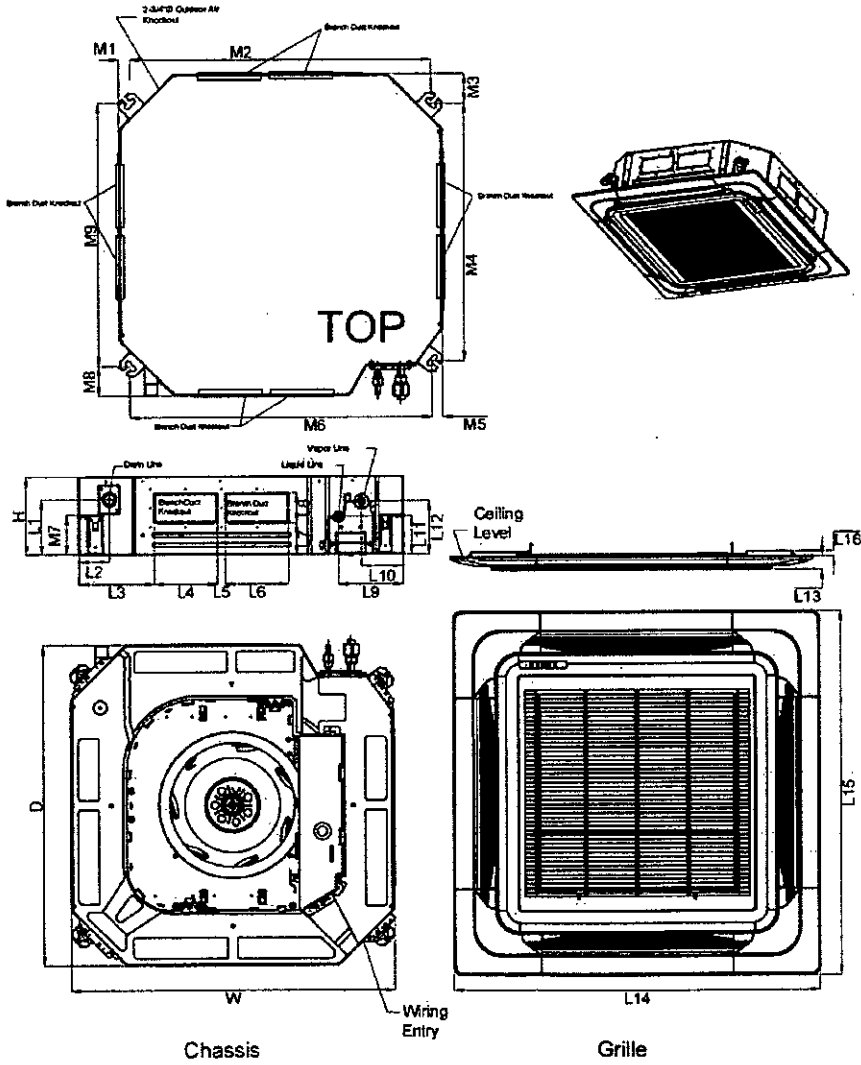
ANEXO 23 FICHAS TECNICAS (cont.)

ARNU28GTPC4

Multi V™ 4-Way Ceiling Cassette
28,000 Btu/h Indoor Unit



Tag #:
Date:
PO No.:



W	33-1/16"
H	8"
D	33-1/16"
L1	5-11/16
L2	3-1/8"
L3	7-11/16"
L4	6-1/2"
L5	3/4"
L6	6-1/2"
L7	3-1/4"
L8	3-1/8"
L9	6-1/2"
L10	4-3/16"
L11	3-15/16"
L12	5-7/16"
L13	1-7/16"
L14	37-3/8"
L15	37-3/8"
L16	1/2"
M1	1-1/16"
M2	30-15/16"
M3	3-1/16"
M4	26-7/16"
M5	1-1/16"
M6	30-15/16"
M7	4-1/8"
M8	3-1/16"
M9	26-15/16"

Note - All dimensions have a tolerance of ± 0.25 in.

Fuente: LG

ANEXO 23 FICHAS TÉCNICAS (cont.)

Indoor Y-Branch Kits Multi V™ 2 Pipe



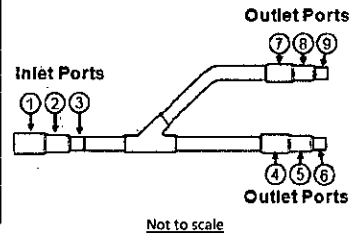
Insulation Properties:

Material	Polyolefin Foam
UL94 Flame Classification	HF-1

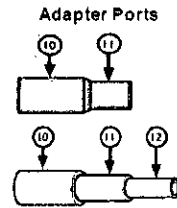
Fitting Properties:

Material	Copper
Design Pressure	551 PSIG

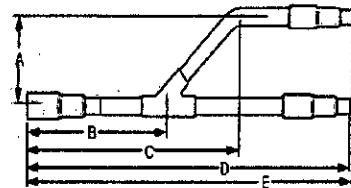
Y-Branch Connection Diameters (in, ID)		Port Identifier								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
ARBLN01621	Liquid	-	1/4	3/8	3/8	1/4	-	3/8	1/4	-
	Vapor	-	5/8	1/2	1/2	5/8	-	1/2	5/8	-
ARBLN03321	Liquid	-	1/2	3/8	3/8	1/2	1/4	3/8	1/2	1/4
	Vapor	1	7/8	3/4	5/8	3/4	1/2	5/8	3/4	1/2
ARBLN07121	Liquid	1/2	3/4	5/8	5/8	3/4	1/2	5/8	3/4	1/2
	Vapor	-	1-1/4	1-1/8	7/8	3/4	5/8	3/4	5/8	1/2
ARBLN14521	Liquid	5/8	7/8	3/4	7/8	3/4	5/8	3/4	5/8	1/2
	Vapor	1-3/8	1-1/2	1-5/8	1-1/2	1-3/8	1-1/8	1-3/8	1-1/8	7/8



Reducer Diameters (in)		Reducer Type	10	11	12	Length
Model	Qty/Kit		10	11	12	
ARBLN01621	2	Liquid	1/2 ID	3/8 OD	-	2-3/4
		Vapor	3/4 ID	5/8 OD	-	2-3/4
ARBLN03321	3	Liquid	1-1/8 ID	1 OD	-	3-5/32
			7/8 ID	3/4 OD	-	2-3/4
		Vapor	1 ID	7/8 ID	3/4 OD	4-11/32
			1/2 OD	3/8 ID	1/4 ID	4-11/32
ARBLN07121	5	Liquid	1/2 OD	3/8 ID	-	2-3/4
			1-3/8 ID	1-1/4 OD	-	3-17/32
		Vapor	1-1/4 ID	1-1/8 ID	7/8 OD	4-23/32
			1-3/8 ID	7/8 ID	3/4 OD	4-23/32
ARBLN14521	6	Liquid	7/8 ID	3/4 OD	-	3-5/32
			5/8 OD	1/2 ID	3/8 ID	4-11/32
			1/2 OD	3/8 ID	1/4 ID	4-11/32
			7/8 OD	3/4 ID	5/8 ID	4-23/32
		Vapor	1-5/8 ID	1-1/2 OD	-	3-17/32
			1-5/8 ID	1-1/2 ID	1-3/8 OD	5-1/8
			5/8 OD	1/2 ID	-	2-3/4
			1-1/8 OD	7/8 ID	3/4 ID	4-23/32



Y-Branch Dimensions* (in)						
Model	Y-Branch Type	A	B	C	D	E
ARBLN01621	Liquid	2-29/32	6-9/16	8	11-1/16	11-1/2
	Vapor	2-25/32	4-1/2	8	11-1/16	11-1/2
ARBLN03321	Liquid	2-25/32	4-1/2	8	12-5/8	15-1/16
	Vapor	3-9/32	6-29/32	10-29/32	15-11/32	16-1/4
ARBLN07121	Liquid	3-9/32	6-1/8	10	14-5/8	15-1/2
	Vapor	3-25/32	5-1/2	10	14-13/16	15-29/32
ARBLN14521	Liquid	3-25/32	7-3/32	11-7/8	16-3/8	17-15/32
	Vapor	4-15/16	7-29/32	13-7/8	18-17/32	20-11/32



Notes:

1. Each Y-Branch kit comes with insulation for the following piping components - liquid and vapor.
2. LG branch fittings must be used. Field supplied branch fittings are not permitted.
3. Kit components must be kept dry and free of debris before installation.
4. Must follow installation instructions in the applicable LG installation manual.

Fuente: LG

ANEXO 24 PLANOS INICIALES DE ARQUITECTURA