

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



**“SELECCIÓN, INSTALACIÓN Y OPERACIÓN DE UN
SISTEMA DE VENTILACIÓN DE 19720 CFM Y AIRE
ACONDICIONADO 50.19 TON. DE REFRIGERACIÓN.
PARDOS CHICKEN DEL CENTRO COMERCIAL
MEGAPLAZA”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR
EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO**

EDWIN VÍCTOR PORTOCARRERO VALDIGLESIAS

Callao, Mayo, 2017

PERÚ

DEDICATORIA

A mi Madre que siempre ha estado a mi lado apoyándome y dando lo mejor de sí para que siga progresando personal y profesionalmente.

AGRADECIMIENTO

A mi familia, que siempre confió en mí, y su ayuda incondicional para el logro de esta nueva realización personal.

A mi asesor Ing. Jorge Alejos Zelaya por su tiempo y paciencia que me brindó para la realización de este Informe.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	3
I. OBJETIVOS	5
1.1 Objetivo General.....	5
1.2 Objetivos Específicos	5
II. ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA O INSTITUCIÓN	6
2.1 Reseña histórica	6
2.2 Declaraciones estratégicas:.....	6
2.3 Organigrama:.....	7
III. ACTIVIDADES DESARROLLADAS POR LA EMPRESA	12
IV. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROYECTO DE INGENIERÍA ...	16
4.1 Descripción del Tema	16
4.2 Antecedentes.....	16
4.3 Planteamiento del Problema.....	17
4.4 Justificación	17
4.5 Marco Teórico.....	17
4.5.1 Antecedentes de estudio	17
4.5.2 Bases teóricas	19
4.5.3 Marco Normativo	28
4.6 Fases del Proyecto	28
4.6.1 Fase I: Ingeniería Preliminar	30
4.6.2 Fase II: Selección de Equipos y componentes de Aire Acondicionado y Ventilación.....	31

4.6.3 Fase III: Planificación e Instalación de Equipos y Componentes de Aire Acondicionado y Ventilación	65
4.6.4 Fase IV: Protocolo de Pruebas y Conformidad	76
V. EVALUACIÓN TÉCNICO – ECONÓMICO	79
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	84
6.1 Conclusiones	84
6.2 Recomendaciones	85
VII. REFERENCIALES	86
VIII. ANEXOS Y PLANOS.....	88
8.1 Anexos.....	88
8.2 Planos.....	113

INTRODUCCIÓN

Los restaurantes necesitan un gran suministro y equilibrio de aire para evitar que el calor y el olor de las comidas se propaguen desde la cocina hasta las mesas de los clientes. Sin embargo esto puede convertirse en un verdadero desafío cuando hay techos a gran altura y grandes áreas compartidas. Esto es especialmente importante para recintos de restaurantes con distintas secciones, como áreas de recepción, áreas de comedores, cocinas, oficinas administrativas y salas de reuniones, o donde las horas de uso varían y algunas habitaciones permanecen vacías.

Los restaurantes de brasas y parrillas como Pardos Chicken, no son ajenos a la necesidad de contar con un sistema de ventilación y climatización. En los planos de arquitectura no contempla...

La zona de cocina requiere un sistema de extracción de olores, grasas, vapores.

Así también la zona donde se encuentran los comensales, no cuenta con un acondicionamiento del aire. Debido a ello es que nuestro cliente contrata los servicios de PROYECTOS HVAC E INGENIERIA EIRL.

En ese sentido, el presente informe por experiencia laboral, tiene el propósito de garantizar el confort de comensales y trabajadores, mediante la **“SELECCIÓN, INSTALACIÓN Y OPERACIÓN DE UN SISTEMA DE 19,720 CFM DE VENTILACIÓN Y 50.19 TONELADAS DE REFRIGERACIÓN PARA CLIMATIZACIÓN. PARDOS CHICKEN DEL CENTRO COMERCIAL MEGAPLAZA”**.

El desarrollo del proyecto fue ejecutado mediante las siguientes fases. FASE I: Ingeniería Preliminar, FASE II: Selección de Equipos y Componentes de Aire Acondicionado y Ventilación Industrial, FASE III: Programación de las diferentes actividades del proyecto,

FASE IV: Instalación de Equipos y Componentes de Aire Acondicionado y Ventilación Industrial, FASE V: Protocolo de Pruebas y Conformidad.

Los resultados que obtendremos de este informe, nos ayudará a obtener pautas de como poder climatizar y ventilar un restaurante como Pardos Chicken, respetando la normativa ASRAE y el REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES, de esta manera poder brindarles un confort térmico y una mejor calidad de aire en el interior del restaurant, beneficiando a trabajadores y comensales de este local.

I. OBJETIVOS

1.1 Objetivo General

Crear un ambiente de confort térmico fresco y agradable para los usuarios concurrentes al restaurant Pardos Chicken del Centro Comercial Megaplaza, mediante la Selección, Instalación y Operación de un Sistema de Ventilación y Climatización.

1.2 Objetivos Específicos

- Analizar preliminarmente los planos de arquitectura del Pardos Chicken para proyectar su Sistema de Ventilación y Climatización, que luego serán contrastados con una posterior visita técnica que se hace al local.

Evaluar la carga térmica de las fuentes externas y las que se generan internamente, para la posterior selección de los equipos y componentes de aire acondicionado y ventilación.

- Realizar un plan de trabajo y coordinación de áreas para el cumplimiento proyectado en el montaje de los equipos y componentes de Aire Acondicionado y Ventilación

Garantizar la operatividad del sistema de Aire Acondicionado y Ventilación, mediante protocolos de pruebas planteadas previas a la recepción del proyecto.

II. ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA O INSTITUCIÓN

2.1 Reseña histórica

PROYECTOS HVAC E INGENIERÍA EIRL inició sus actividades el 26 de Abril 2013, es una joven empresa pero con profesionales con más de 15 años de experiencia en el mercado.

Desde el comienzo de nuestras actividades, nos especializamos en la realización de Asesoría, Desarrollo y Ejecución de Proyectos de Sistemas de Aire Acondicionado y Ventilación; Asesoría, Desarrollo y Ejecución de Proyectos de Ingeniería en General Participamos en los principales proyectos de las obras mencionadas tanto en Lima como en los demás departamentos de nuestro Perú.

Con el transcurso de los años hemos incorporado nuevos y modernos equipos con el objetivo de proveer a nuestros clientes una solución integral a sus necesidades. Contamos con un excelente grupo humano el cual se capacita en forma permanente a fin de estar actualizado en los cambios e innovaciones tecnológicas que se presentan en nuestro ámbito.

Nuestro objetivo principal es lograr una permanente mejora en nuestras actividades a fin de dar un servicio que asegure una entrega en tiempo y forma con su correspondiente asesoramiento, soporte técnico y su posterior servicio post-venta. La cumplimentación de las pautas mencionadas nos obliga a un estricto cumplimiento de nuestro manual de garantía de calidad y procedimientos a fin de lograr como meta final una satisfacción plena de nuestros clientes.

2.2 Declaraciones estratégicas:

❖ Misión

La misión de Proyectos Hvac e Ingeniería EIRL, es la de climatizar y ventilar los diferentes ambientes que los puedan necesitar de nuestros clientes, ya sean residenciales, comerciales e industriales,

en forma oportuna, brindando un servicio de la mayor calidad, ajustados a los parámetros ecológicos y siempre en beneficio del menor consumo y mayor beneficio de los usuarios finales.

Estamos seguros que como empresa, Proyectos Hvac e Ingeniería, logrará dar a los clientes un servicio de climatización y ventilación que se ajuste a sus necesidades y que rinda ecológica y económicamente, además de que nuestros productos y servicios tienen una duración garantizada.

❖ **Visión**

La visión de Proyectos Hvac e Ingeniería, es que la tecnología llegue a todos los clientes, ajustando nuestros productos a los avances tecnológicos y cuidando del bolsillo de nuestros clientes y a la vez de la ecología, al suministrar equipos de bajo consumo y larga duración, así mismo el de brindar un servicio calificado, en la instalación y el post servicio

❖ **Valores**

Nosotros nos caracterizamos por ser:

Honestos: Hacemos lo que decimos y decimos lo que hacemos.

Sencillos: Creemos que las cosas buenas, mientras más simples sean, mejores son.

Tesoneros: Trabajamos duro hasta alcanzar lo que queremos.

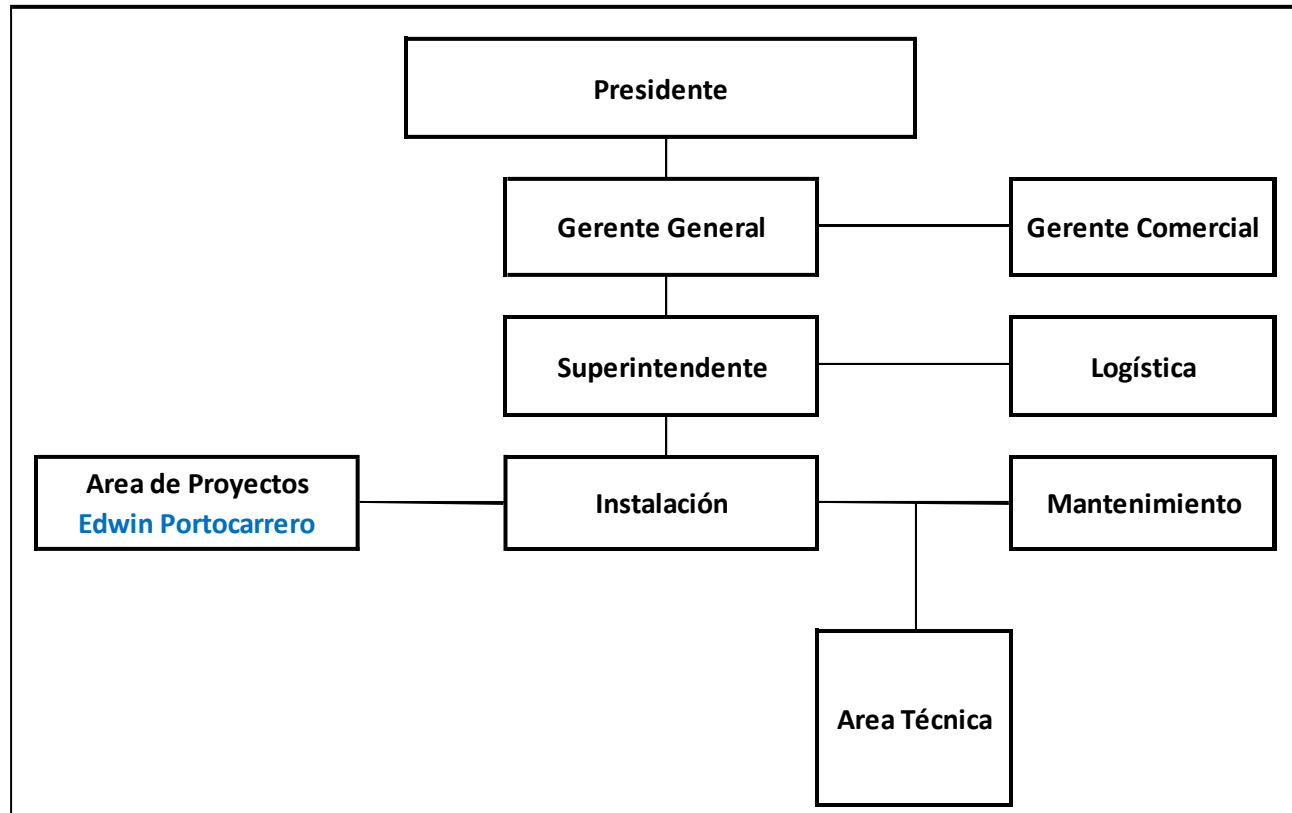
Serviciales: Nos apasiona la idea de servir con amabilidad a los demás.

Justos: Procuramos tratar a otros como deseamos que nos traten a nosotros.

2.3 Organigrama:

A continuación una representación gráfica de la estructura de la empresa PROYECTOS HVAC E INGENIERIA E.I.R.L., su organización, niveles jerárquicos y la relación entre ellos.

FIGURA 01: ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA PROYECTOS HVAC E INGENIERIA EIRL



Fuente: Elaboracion Propia

Actividades Realizadas en la Empresa – Según Cargo

❖ Presidente

Dirigir y controlar el funcionamiento de la compañía, tanto la matriz como la sucursal. Representar a la compañía en todos los negocios y contratos con terceros en relación con el objeto de la sociedad, también convoca y preside las reuniones de la Junta Directiva. El Presidente es el representante Legal de la Coalición Empresarial, para todos los actos judiciales y extrajudiciales.

❖ Gerente General

Es el responsable legal de la empresa y en ese sentido deberá velar por el cumplimiento de todos los requisitos legales que afecten los negocios y operaciones de ésta. La duración del cargo es indefinida pudiendo ser removido en cualquier momento por la presidencia

❖ Gerente Comercial

La labor del gerente comercial puede definirse ampliamente como la de Planificar, organizar, dirigir. y controlar las actividades del negocio, para lograr los objetivos del mismo. Este objetivo, en una empresa comercial, será el de obtener ganancias por medio de la producción, la financiación, la distribución de mercaderías o la provisión de servicios.

❖ Superintendente

Esta persona es de entera confianza del Gerente General, ya que realiza las funciones de la gerencia, cuando ésta no está, elaborar proyectos, así como también se encarga de dar visto bueno a los proyectos elaborados por los supervisores, autoriza la salida de Equipos y materiales.

❖ **Área de Proyectos e Instalación**

Es el área donde trabajo y mis labores dentro de la empresa son:

- **Elaboración de proyectos de Sistemas de Aire Acondicionado, Ventilación**

Con ayuda y visto bueno del Superintendente, a solicitud de los clientes que tengo a mi cargo, elaboro sus proyectos de climatización y ventilación, con la finalidad de atender sus requerimientos.

- **Visitas Técnicas**

Para las coordinaciones en obra con nuestro cliente, de esta manera poder absolver consultas del proyecto.

- **Replanteos de planos**

Debido a la arquitectura del local y con la finalidad de poder continuar con la viabilidad del proyecto, a veces habrá que modificar los planos que forman parte de nuestra propuesta inicial.

- **Elaboración de presupuestos**

Con ayuda del área de Logística y la aprobación del Superintendente, envié los presupuestos respectivos del nuevo proyecto a realizar.

- **Supervisión de Obras**

Una vez en obra, realizo las coordinaciones con los encargados, asigno las diferentes actividades a nuestro personal técnico, atendiendo las necesidades y requerimientos de materiales, afín de evitar retrasos.

- **Elaboración de informes, protocolos de pruebas, dossiers**

Finalmente se prepara los protocolos de funcionamiento de los equipos y se anexa al resto de información técnica, para luego ser entregado al cliente.

- ❖ **Área de Mantenimiento**

Este área está encargada del post servicio con nuestros clientes, reparación de equipos y mantenimiento de los mismos.

III. ACTIVIDADES DESARROLLADAS POR LA EMPRESA

Nuestros servicios abarcan los siguientes sectores:

❖ EN LA INDUSTRIA

Brindamos servicios de ventilación, como sabemos la industria moderna en la actualidad es bastante compleja en sus procesos y operaciones, utiliza una gran variedad de compuestos químicos y sustancias que en mayoría son altamente tóxicas para la salud de sus operarios. El uso de estos materiales tiene como resultado la generación de gases, vapores, humos y polvos en concentraciones que exceden los niveles de seguridad impuestos por organismos nacionales e internacionales. Así mismo climatizamos almacenes donde los productos existentes requieren de una temperatura y humedad controlada.

❖ EN EL SECTOR RESIDENCIAL

Climatizamos los diferentes ambientes donde nuestros clientes realizan sus quehaceres cotidianos; en edificaciones de vivienda, edificaciones de oficinas, centros de trabajo en general.

❖ EN EL SECTOR COMERCIAL

Nuestros servicios son de climatización de tiendas comerciales, así como centros comerciales; el cual comprenden cines, centros de ocio, restaurantes, bancos, tiendas de ropas, tiendas de electrodomésticos, etc.

En lo que respecta a la ventilación, Instalamos sistemas de extracción del monóxido de los estacionamientos.

❖ EN EL SECTOR HOSPITALARIO

Climatizamos los diferentes ambientes que pueda contener un hospital. Precisamente por el cuidado extremo al que se ven sometidos estos, es que estos sistemas de climatización son especiales y difieren bastante de las aplicaciones comerciales, porque necesitan: Un determinado comportamiento de los flujos de aire, control de la presión y restricción de este al área para evitar contaminaciones. Requerimientos específicos de filtrado y aire exterior para remover olores, sustancias químicas peligrosas, radiactivas o evitar la proliferación de virus y microorganismos. Control zonal de diversos valores de temperatura y humedad. Un sofisticado sistema de control automático para regular el funcionamiento de los sistemas zonales.

Principales clientes:

❖ Anticuchos del Perú (PANCHITA)

“Trabajos de Implementación de equipos de aire acondicionado – Miraflores” .

❖ CORPERES (Papa Johns Pizzería)

“Instalación de Aire Acondicionado y Campanas de extracción de Grasa - Miraflores”.

❖ Restaurant “Fusión”

“Instalación de Aire Acondicionado y Campanas de extracción de Grasa – Miraflores.

❖ Restaurant “Tanta”

“Instalación de Aire Acondicionado y Campanas de extracción de Grasa - Miraflores”.

- ❖ **Sangucheria “Pasquale Hermanos”**
“Instalación de Aire Acondicionado y Campanas de extracción de Grasa - Miraflores”.
- ❖ **Cadena de pollerías “Rokys”**
“Instalación de Aire Acondicionado y Campanas de extracción de Grasa – Miraflores.
- ❖ **Cadena de Restaurantes “Pardos Chicken”**
“Instalación de Aire Acondicionado y Campanas de extracción de Grasa - Miraflores”.
- ❖ **Cadena de Restaurantes KFC, SBUX, Chilis, PH**
“Instalación de Aire Acondicionado y Campanas de extracción de Grasa - Lima”.
- ❖ **SIAM.**
“Trabajos de Implementación de equipos de aire acondicionado – Miraflores”.
- ❖ **Elektra del Perú**
“Instalación de Aire Acondicionado - Miraflores”.
- ❖ **Cementos Yura S.A.**
“Sistema de extracción de polvo”.
- ❖ **América Móvil.**
“Trabajos de Implementación de equipos de aire acondicionado – Miraflores”.
- ❖ **Nextel del Perú.**
“Trabajos de Implementación de equipos de aire acondicionado – Miraflores” .

❖ **Boticas y Salud**

“Instalación de Aire Acondicionado - Miraflores”.

❖ **Jurado Nacional de Elecciones.**

“Instalación de Aire Acondicionado - Miraflores”.

❖ **SUNAT**

“Instalación de Aire Acondicionado - Miraflores”.

❖ **Ransa Comercial**

“Instalación de Aire Acondicionado - Miraflores”.

❖ **Unique Lurín**

“Instalación de Aire Acondicionado - Miraflores”.

IV. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROYECTO DE INGENIERÍA

4.1 Descripción del Tema

El Centro Comercial Megaplaza, ubicada en la Av. Alfredo Mendiola 3698, en Independencia, es uno de los centros comerciales más concurridos en el cono norte y uno de los servicios que presta es el de comida rápida a través de los diferentes restaurantes que se puede encontrar en ella, siendo Pardos Chicken uno de los más visitados y al igual que los demás brinda sus servicios al público en general.

Sin embargo, el flujo de personas, su infraestructura y el clima, sobre todo el de verano, hace que la temperatura interior del local esté muy por encima de la temperatura de confort, siendo esta según la ASHRAE de 71°F, a esto hay que sumarle el aire sobrecargado que habita en ella debido a la falta de renovación.

Este problema afecta a las personas ocasionando sensaciones de incomodidad, sudoración, falta de atención a la poca oxigenación y una desagradable estancia en los clientes

4.2 Antecedentes

En tiempos pasados, el aire acondicionado era solo un valor agregado que tenían algunos restaurantes comerciales, y solo eran implementados en los más lujosos, en la actualidad ya es un tema de salubridad, y es avalado por el Reglamento nacional de Edificaciones – RUBRO ELECTROMECAÁNICA VI, así como también por el manual del ASHRAE – Capítulo 31 (Kitchen Ventilation), debido a ello esta especialidad debe estar incluido en los planos del proyecto.

4.3 Planteamiento del Problema

¿En qué medida la Selección, Instalación y Operación de un Sistema de Ventilación y Climatización, permitirán crear un ambiente de confort térmico fresco y agradable en los usuarios y trabajadores que se encuentran en el Pardos Chicken del Centro Comercial Megaplaza?

4.4 Justificación

Ya que el clima de Lima es excesivamente caluroso y en ambientes cerrados la sensación térmica es aún mayor, sobre todo en la temporada de verano, hemos diseñado e implementado un sistema de aire acondicionado y ventilación para el Pardos Chicken del centro comercial Megaplaza, de esta manera se ha creado un ambiente confortable, sobre todo saludable, al suministrar aire limpio y fresco, con ello hemos logrado controlar la temperatura, humedad y la calidad de aire, así mismo una distribución óptima del mismo, respondiendo a las necesidades de confort térmico, tanto de las personas que laboran, así como la de los comensales.

4.5 Marco Teórico

4.5.1 Antecedentes de estudio

Para la elaboración del siguiente informe se recurrió a los siguientes trabajos de investigación que abordaron situaciones similares con relación a nuestro Informe de Experiencia Laboral.

TREJO GARCÍA, Pedro Manuel-REYES ABUNDI, Humberto. **“CÁLCULO Y SELECCIÓN DEL EQUIPO DE UN SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO PARA UN TEATRO EN PUERTO VALLARTA”**. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Mecánico. Instituto Politécnico Nacional, México 2009.

En esta tesis nos indican la importancia de aplicar un sistema de aire acondicionado, el cual se ha hecho indispensable en toda edificación moderna, ya que hoy en día, más que un lujo, el aire acondicionado se ha convertido en una necesidad para preservar la salud humana.

GUTIÉRREZ GIRALDO, Daniel. **“SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN PARA HOTEL CUATRO ESTRELLAS UBICADO EN LA CIUDAD DE LIMA”**. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Mecánico. Universidad Católica del Perú, Perú 2009.

La tesis en mención tiene como fin proyectar un sistema de climatización para brindar confort térmico a los huéspedes y personas que harán uso de las instalaciones de un hotel; en ese sentido su trabajo desarrolla paso a paso los cálculos, el diseño y la elaboración del presupuesto del sistema más apropiado que permita satisfacer los requerimientos de confort planteados para cada ambiente del hotel, basados en una evaluación técnica y económica, considerando no solo los costos de inversión inicial sino también los costos de instalación, mantenimiento y operación.

LÓPEZ LÓPEZ, Armando. **“PROYECTO DE UN SISTEMA DE ACONDICIONAMIENTO DE AIRE PARA UNA SUCURSAL BANCARIA EN LA CIUDAD DE VERACRUZ, VER.”**, Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Mecánico. Instituto Politécnico Nacional. México 2005.

En su tesis indica que en estos tiempos es muy común el uso de equipos de aire acondicionado para poder mantenerse en condiciones requeridas de confort térmico. En ese sentido su objetivo es la de Proyectar el acondicionamiento térmico para una sucursal bancaria, el cual existirá en la CD. De Veracruz, ya que debido a la existencia de altas temperaturas propias del lugar, no se podría permanecer por mucho tiempo en locales como la de ésta

sucursal bancaria, ni en estancias como los supermercados, cines, etc. Sino hasta que la temperatura descendiera a rangos aceptables.

4.5.2 Bases teóricas

Para poder entender mi trabajo, debemos tener claro conceptos básicos de la termodinámica como:

❖ Acondicionamiento del Aire

La Sociedad Americana de Ingenieros de Calefacción, Aire Acondicionado y Refrigeración (ASHRAE) indica que el confort térmico es la condición de la mente que expresa satisfacción con el ambiente térmico.

❖ Confort Térmico

La Sociedad Americana de Ingenieros de Calefacción, Aire Acondicionado y Refrigeración (ASHRAE) indica que el confort térmico es la condición de la mente que expresa satisfacción con el ambiente térmico.

❖ Temperatura

El adecuado control de la temperatura del medio ambiente que circunda el cuerpo humano elimina el esfuerzo fisiológico de acomodación, obteniéndose con ellos un mayor confort y la consiguiente mejora del bienestar físico.

❖ Humedad

Una gran parte del calor que posee el cuerpo humano se disipa por evaporación a través de la piel. La evaporación se favorece cuando la humedad relativa del aire es baja y se retarda si ésta es alta, es por ello que la regulación de la humedad tiene una importancia tan vital como la de la temperatura para conseguir el

confort térmico. Un exceso de humedad no sólo da como resultado reacciones fisiológicas perjudiciales, sino que también afecta a las cualidades de muchas de las sustancias contenidas en ambiente, como por ejemplo la ropa y los muebles.

❖ **El Calor**

El calor es una forma de energía, transferida en virtud de una diferencia de temperatura. El calor existe en todos los cuerpos, en cualquier parte, en mayor o menor grado. Como cualquier forma de energía no puede ser creada ni destruida, aunque otra forma de energía pueda convertirse en calor y viceversa.

Cuanto más se calienta un material cualquiera, tanto más rápido es el movimiento de las moléculas de las que toda sustancia o materia está compuesta.

Si se aplica suficiente cantidad de calor, el líquido hervirá y se convertirá en vapor. De manera natural, el calor viaja en una sola dirección de un objeto o área más caliente a una más fría.

Calor Sensible

Es el calor que podemos sentir o medir con algún instrumento. Es el calor que causa un cambio en la temperatura de la sustancia, pero no un cambio en el estado. Por ejemplo, si se calienta agua sobre una llama, podemos sentir la elevación de la temperatura sumergiendo un dedo en el agua. Cuando la temperatura de un líquido o de una sustancia cualquiera se eleva, está absorbiendo calor sensible y, por el contrario, cuando baja la temperatura de una sustancia, está desprendiendo calor sensible.

❖ **Calor Latente**

El término calor latente se refiere a la cantidad de calor necesaria para cambiar el estado físico de una sustancia sin variar su

temperatura, de sólido a líquido o de líquido a vapor. La palabra latente significa “oculto”, no es percibido por los sentidos. Para hacer que una sustancia sufra un cambio físico, y pase del estado sólido al líquido, o del estado líquido al de vapor, hay que añadirle una cantidad considerable de calor. Este calor latente es almacenado en la sustancia y lo devuelve de nuevo cuando la sustancia retorna a su estado inicial cuando se enfría.

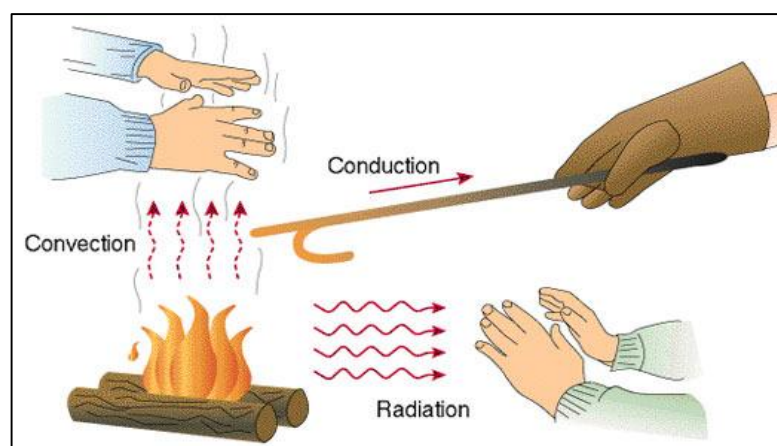
❖ Temperatura

Cuanto más se concentre sobre un punto de un cuerpo una cantidad de energía calorífica dada, tanto más elevada será la temperatura de dicho punto. La temperatura se mide en grados.

❖ Modos de Transferencia de Calor

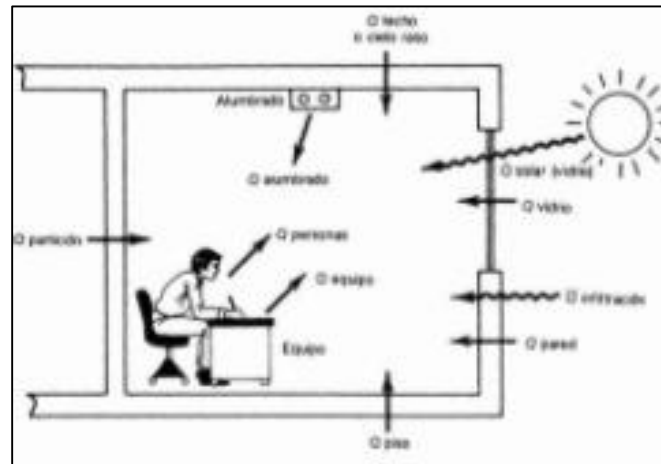
Es el paso de energía térmica desde un cuerpo de mayor temperatura a otro de menor temperatura y ocurre solamente cuando hay una diferencia de entre ellas. Existen tres maneras de efectuarse esta transferencia de calor:

Figura 02: CONDUCCIÓN, CONVECCIÓN y RADIACIÓN



Fuente: [Nergiza.com/radiación-conducción-y-convección-tres-Formas de transferencia de calor.](http://Nergiza.com/radiación-conducción-y-convección-tres-Formas-de-transferencia-de-calor)

Figura 03: GANANCIAS DE CALOR PARA UN RECINTO



Fuente: Edward G. Pita. Acondicionamiento de Aire. 2000

❖ **Por Conducción**

Se da a través de un medio estacionario que puede ser un sólido o un fluido. Ocurre a escalas atómicas por actividad molecular, cuando chocan unas contra otras, donde las partículas más energéticas entregan energía a las menos energéticas produciéndose un flujo de calor desde las temperaturas más altas a las más bajas.

❖ **Por Convección**

Es el mecanismo de transferencia de calor por movimiento de masa o circulación dentro de la sustancia. Puede ser natural, producida solo por las diferencias de las densidades de la materia o forzada, cuando la materia es obligada a moverse de un lugar a otro, por ejemplo el aire en un ventilador o el agua en una bomba. Solo se produce en líquidos y gases donde los átomos y moléculas son libres de moverse en el medio.

❖ **Por Radiación**

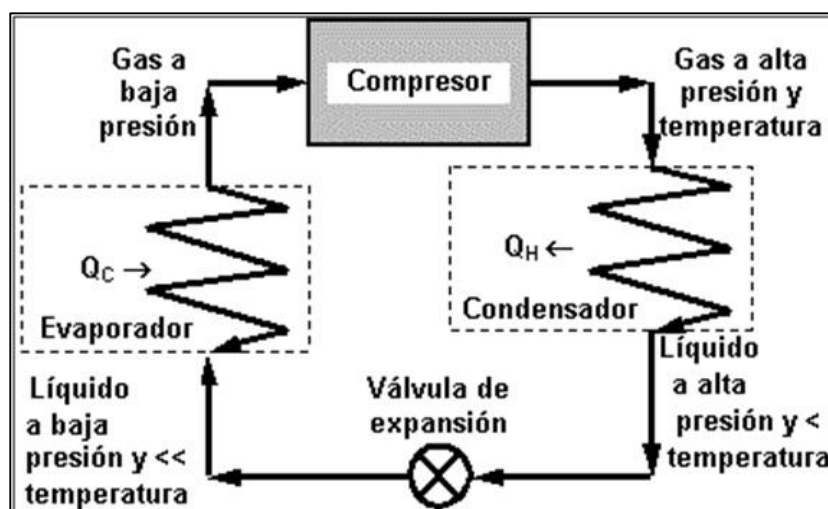
La radiación térmica es energía emitida por la materia que se encuentra a una temperatura dada, se produce directamente desde la fuente hacia

afuera en todas las direcciones .Esta energía es producida por los cambios en las configuraciones electrónicas de los átomos o moléculas y transportada por ondas electromagnéticas por lo que recibe el nombre de radiación electromagnética.

❖ **Sistemas de expansión directa**

Los equipos de expansión directa utilizan el ciclo de refrigeración para llevar a cabo la transferencia de calor entre el aire caliente de la sala y el refrigerante. El aire es forzado por un ventilador para que atraviese el serpentín evaporador por donde fluye gas refrigerante a baja temperatura.

Figura 04: CICLO DE REFRIGERACIÓN



Fuente: Carrier. Manual de Aire Acondicionado. Primera parte. 2012

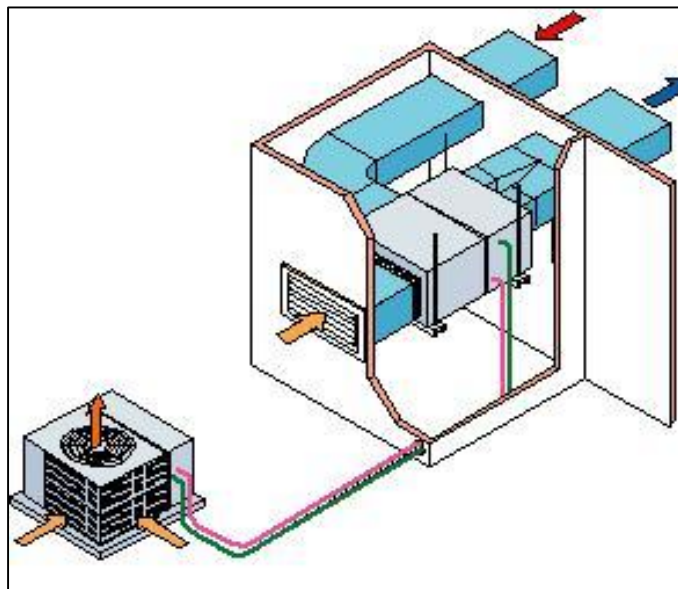
Equipo dividido individual (splits ducto):

Es un equipo de descarga indirecta cuya emisión del aire se realiza mediante una red de conductos, difusores y rejillas de suministro. Está formado por dos unidades: el condensador se ubican en el exterior, mientras que la unidad evaporadora se instala en el interior, conectada a la red de conductos; ambas

unidades se conectan mediante tuberías por donde circula el refrigerante.

Para asegurar una correcta ventilación de las áreas acondicionadas, se requiere que parte del aire a suministrar, sea del exterior. El control de estas unidades autónomas suele ser escalonado. En la mayoría de los casos el ventilador funciona continuamente. Este tipo de unidades encuentran su aplicación en habitaciones grandes y en zonas segregadas. También se instalan en almacenes, áreas comunes de residencias particulares, oficinas, establecimientos comerciales o grupos de oficinas que constituyen zonas individuales.

Figura 05: EQUIPO DE AA. TIPO SPLIT DUCTO



Fuente: Directorio costarricense del aire acondicionado

Equipo Tipo Ventana:

Una caja cuadrada contiene todas las partes funcionales del sistema. Debe colocarse en un boquete practicado a la pared de tal forma que quede una mitad del aparato en el exterior y la otra

mitad en el interior. Ventajas: Bajo costo de instalación. Fácil mantenimiento. Inconvenientes: Suelen consumir un poco más de electricidad. Son, por lo general, ruidosos y en algunas comunidades no se permiten al tener que hacer un gran boquete en la pared del edificio.

Figura 06: EQUIPO DE AA. TIPO VENTANA



Fuente: Elaboración propia

Equipo Split (Tipo Pared)

Son los equipos que más se están instalando en la actualidad ya que presentan muchas ventajas frente a los de ventana y son relativamente económicos. La unidad que contiene el compresor se encuentra en el exterior del edificio y se comunica con la unidad interior (evaporador - condensador) mediante unos tubos por lo que el agujero que hay que practicar en la pared es relativamente pequeño. La variedad de potencias ofertada es muy amplia. Ventajas: Los niveles de ruido son muy bajos y son muy estéticos, sobre todo los de última generación. El mantenimiento es sencillo. Inconvenientes: La instalación es más complicada que en los modelos de ventana por lo que su coste es mayor. Es difícil de colocar en determinados sitios, como paredes pre-fabricadas.

Figura 07: EQUIPO DE AA. TIPO PARED



Fuente: Elaboración propia

Equipo Portátil

Incorporan todo el sistema en una caja acoplada con ruedas de tal forma que se puede transportar fácilmente de una estancia a otra. Dispone de una manguera flexible que expulsa el aire caliente hacia el exterior. Ventajas: No requiere de instalación. Se transportan con facilidad y emiten muy poco ruido. Inconvenientes: Suelen ser bastante caros si tenemos en cuenta la relación calidad-precio. No son muy potentes.

Figura 08: EQUIPO DE AA. TIPO PORTÁTIL

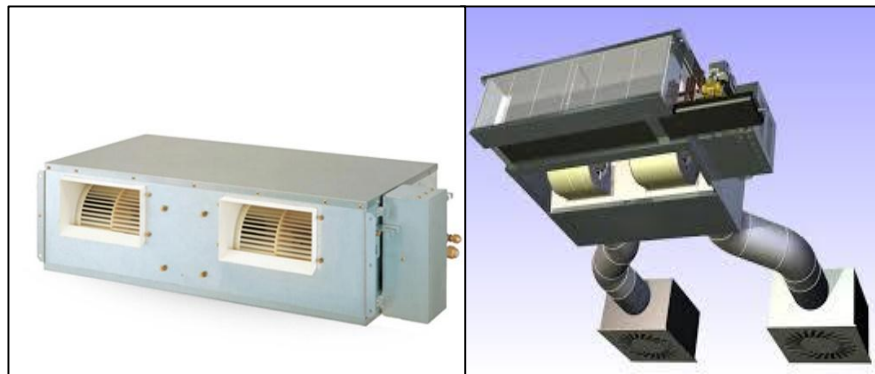


Fuente: Elaboración propia

Equipo Split (tipo Fancoil)

La idea es la misma que en los de tipo Split pero la instalación es mucho mayor. Se utiliza en acondicionamiento completo de edificios. Su coste es muy alto pero ofrecen un alto nivel de confort. Ventajas: Agrega mucho valor a la vivienda que cuenta con ellos. El mantenimiento es sencillo y espaciado en el tiempo. Inconvenientes: Alto coste de instalación, utilización de conductos, plafones y techos rasos.

Figura 09: EQUIPO DE AA. TIPO FANCOIL



Fuente: Elaboración propia

Equipo Split (Tipo Techo)

Es ideal en pequeños locales y comercios, como panaderías, comercios con alta rotación de clientes y ambientes abiertos. Ventajas: Instalación relativamente sencilla y de bajo costo para el tipo de aplicación. Silencioso, y si queda bien instalado ayuda a la decoración de muchos ambientes comerciales. Generalmente se puede aplicar en lugares que ya se encuentran decorados sin afectar demasiado la apariencia del local.

Inconvenientes: Mantenimiento tiende a ser más periódico y frecuente en aplicaciones de ambientes de alta rotación de personas.

Figura 10: EQUIPO DE AA. TIPO PISO TECHO



Fuente: Elaboración propia

4.5.3 Marco Normativo

El proyecto se realizó siguiendo marcos normativos y códigos internacionales, siguientes:

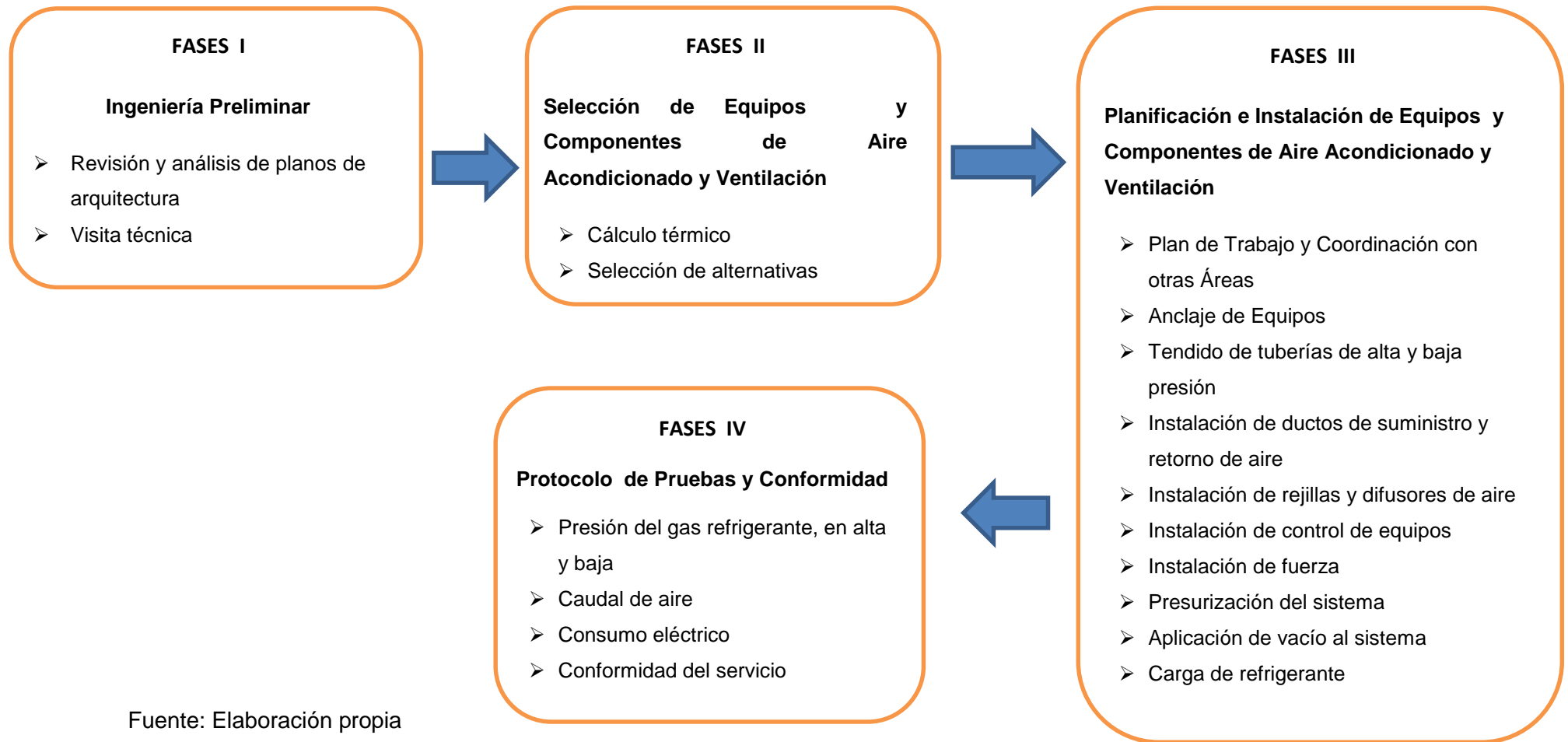
- **ASHRAE:** American Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineers.
- **SMACNA:** Sheet metal and Air Conditioning Contractors National Association, Inc.
- **AMCA:** Air Moving and Conditioning Association.
- **ARI:** American Refrigeration Institute.
- **R.N.E:** Reglamento nacional de Edificaciones.

4.6 Fases del Proyecto

El proyecto de Selección, Instalación y Operación de un Sistema de Ventilación y Aire Acondicionado para el Pardos Chicken del Megaplaza, se realizó en 12 semanas de Enero a Marzo del 2017.

Para su ejecución se consideraron las siguientes fases:

Figura 11: FASES DEL PROYECTO



Fuente: Elaboración propia

4.6.1 Fase I: Ingeniería Preliminar

❖ Visita técnica

El cliente proporciona los planos de arquitectura al área de proyectos de la empresa Proyectos Hvac e Ingeniería EIRL, para un análisis y estudio de una propuesta del Sistema de Ventilación y Aire Acondicionado viable a realizarse.

Así mismo se hace las coordinaciones con el Residente de Obra de la obra civil, respecto a horarios, tramite de seguros, disposiciones respecto a los implementos de seguridad a utilizar, como son cascos, lentes, guantes, botas y otros contemplados por el área de SSOMA

Figura 12: VISITA TÉCNICA



Fuente: Elaboración propia

❖ Revisión y análisis de planos

Con los planos de arquitectura solicitados al cliente, se hace un estudio y análisis de la propuesta del Sistema de Ventilación y

Aire Acondicionado a fin de compatibilizar criterios técnicos-económicos para la ubicación de equipos y componentes a ser considerados.

Figura 13: REVISIÓN DE PLANOS



Fuente: Elaboración propia

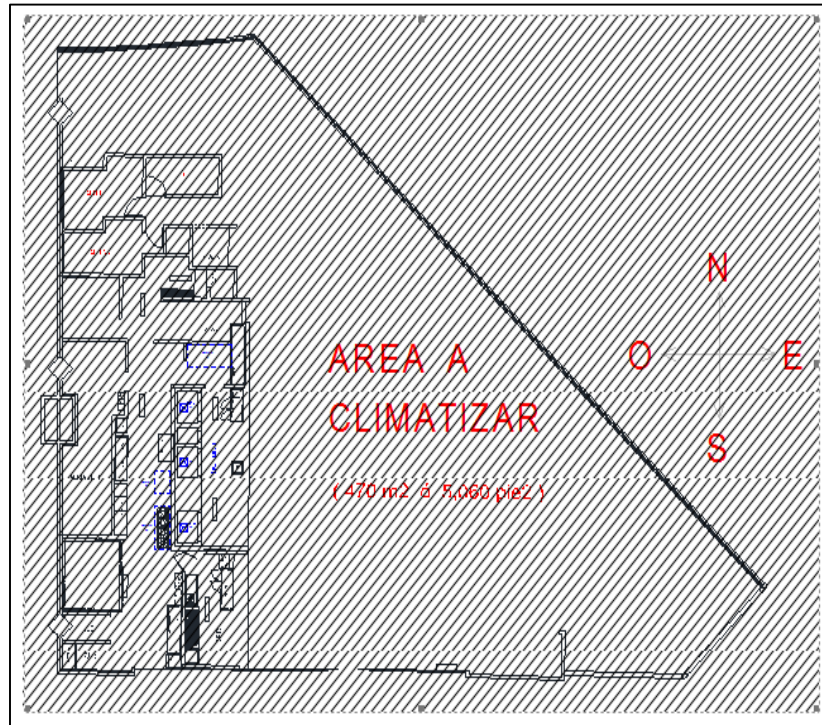
4.6.2 Fase II: Selección de Equipos y componentes de Aire Acondicionado y Ventilación

❖ Cálculo Térmico

Para poder hallar el cálculo térmico previamente citaremos algunos datos del local como ubicación, orientación, planos de planta, condiciones de temperatura, humedad relativa, cuadro de temperaturas máximas en años anteriores, información del diseño de la edificación.

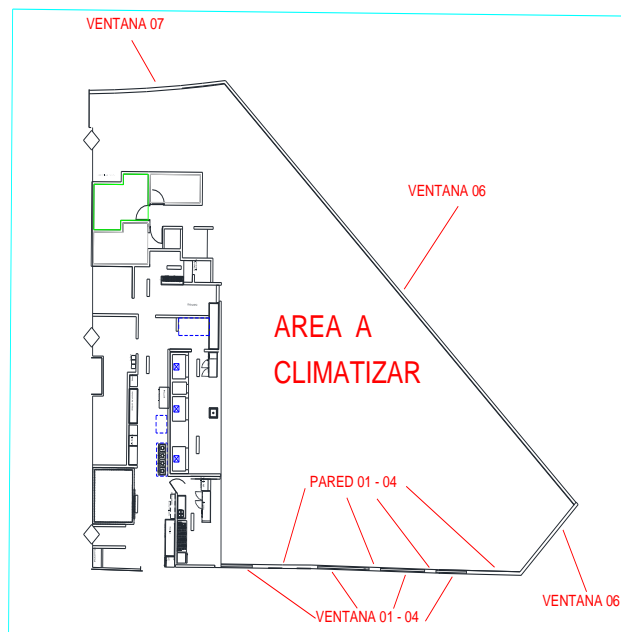
El restaurante Pardos Chicken, está ubicado e el Centro Comercial Megaplaza en la ciudad de Lima distrito de comas, tiene una Latitud $11^{\circ} 59' 37.9''$ y una Longitud $77^{\circ} 03' 43.1''$.

**FIGURA 14-A: VISTA DE PLANTA DEL LOCAL PARDOS
CHICKEN MEGAPLAZA**



Fuente: Elaboración propia

FIGURA 14-B: Ubicación de Ventanas y Puertas



Fuente: Elaboración propia

- **Condiciones de Temperatura en Interiores y Exteriores**

Las condiciones interiores son las que se obtiene de la norma del ASRAHE, recomendando 71°F, aproximadamente 22.4°C y las condiciones exteriores de temperatura y humedad son proporcionadas por SENAMHI, para lo que se muestra las temperaturas máximas y mínimas de los meses enero a Marzo de los años 2015 y 2016 y definir así el mes y día crítico de las temperaturas máximas y mínimas que se dan en el distrito donde se encuentra ubicado el local.

TABLA 01: CUADRO DE TEMPERATURAS DE LOS MESES DE ENERO A MARZO DEL 2015 Y 2016

Temperatura Mínima y Máxima - Enero del 2015

DÍA/MES/AÑO	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD
	(min)	(max)	(%)
01/01/2015	20	24	85
02/01/2015	20	27	89
03/01/2015	19	26	84.7
04/01/2015	20	25	86.9
05/01/2015	21	25	89.8
06/01/2015	21	25	85.9
07/01/2015	20	26	79.5
08/01/2015	21	26	93
09/01/2015	20	26	43
10/01/2015	21	27	82.1
11/01/2015	21	26	85.5
12/01/2015	21	26	84.6
13/01/2015	20	24	84.9
14/01/2015	20	26	83.5
15/01/2015	19	26	84.5
16/01/2015	21	25	95.3
17/01/2015	20	26	92.4
18/01/2015	21	26	92.3
19/01/2015	20	27	42
20/01/2015	20	26	87
21/01/2015	21	26	80.5
22/01/2015	20	26	80.4
23/01/2015	21	26	83.3
24/01/2015	21	27	81.7

25/01/2015	21	27	77.2
26/01/2015	20	27	78.5
27/01/2015	22	28	81.7
28/01/2015	21	28	81.3
29/01/2015	21	27	77.4
30/01/2015	22	27	80.3
31/01/2015	22	27	79.4

Temperatura Mínima y Máxima - Febrero del 2015

DIA/MES/AÑO	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD
	(min)	(max)	(%)
01/02/2015	22	28	74.39
02/02/2015	22	26	71.52
03/02/2015	20	28	74.96
04/02/2015	22	28	75.26
05/02/2015	22	30	75.83
06/02/2015	23	29	79.96
07/02/2015	23	30	33.22
08/02/2015	23	29	79.48
09/02/2015	21	30	76.43
10/02/2015	24	29	78.35
11/02/2015	23	28	79.17
12/02/2015	22	28	73.04
13/02/2015	23	27	67.96
14/02/2015	22	29	77.78
15/02/2015	22	27	82.87
16/02/2015	22	28	81.45
17/02/2015	23	29	74.83
18/02/2015	21	28	76.13
19/02/2015	21	28	85.04
20/02/2015	21	28	79.35
21/02/2015	22	30	79.26
22/02/2015	21	27	71.48
23/02/2015	22	26	72.48
24/02/2015	21	25	76.52
25/02/2015	20	27	81.87
26/02/2015	20	27	86.78
27/02/2015	21	29	83.35
28/02/2015	21	28	80.96

Temperatura Mínima y Máxima - Marzo del 2015

DÍA/MES/AÑO	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD
	(min)	(max)	(%)
01/03/2015	21	26	81.9
02/03/2015	21	27	81
03/03/2015	21	26	84.7
04/03/2015	21	26	79.7
05/03/2015	21	26	83.7
06/03/2015	20	26	83.7
07/03/2015	20	27	83.1
08/03/2015	20	27	83.7
09/03/2015	20	26	82.4
10/03/2015	21	26	84.4
11/03/2015	21	29	83.6
12/03/2015	21	28	83.4
13/03/2015	20	28	83.3
14/03/2015	21	26	77.8
15/03/2015	21	29	81.8
16/03/2015	21	29	80.6
17/03/2015	21	29	82.4
18/03/2015	24	31	83.5
19/03/2015	22	30	81
20/03/2015	25	31	84.6
21/03/2015	24	31.5	82.3
22/03/2015	23	31	83.2
23/03/2015	23	31	83.5
24/03/2015	22	31	85.4
25/03/2015	22	31.2	84.6
26/03/2015	21	28	86.8
27/03/2015	21	28	74.8
28/03/2015	21	27	77.7
29/03/2015	20	26	82.3
30/03/2015	21	28	84.2
31/03/2015	20	25	86.5

Temperatura Mínima y Máxima - Enero del 2016

DÍA/MES/AÑO	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD
	(min)	(max)	(%)
01/01/2016	20	26	84.7
02/01/2016	19	28	85.1
03/01/2016	20	27	78.3
04/01/2016	22	27	82.2
05/01/2016	22	28	83.6
06/01/2016	22	27	79.5
07/01/2016	22	26	83.6
08/01/2016	22	27	80.5
09/01/2016	22	28	83.9
10/01/2016	22	28	84.9
11/01/2016	22	27	82.3
12/01/2016	23	28	79.4
13/01/2016	22	28	87.6
14/01/2016	22	26	83.5
15/01/2016	22	28	79.5
16/01/2016	22	29	84.6
17/01/2016	22	28	78.5
18/01/2016	22	28	81.2
19/01/2016	21	28	78.5
20/01/2016	22	29	81.2
21/01/2016	23	28	85.6
22/01/2016	22	29	84.9
23/01/2016	23	27	79.5
24/01/2016	23	26	78.2
25/01/2016	21	29	81.2
26/01/2016	23	29	84.7
27/01/2016	22	29	83.5
28/01/2016	23	30	85.5
29/01/2016	24	30	83.9
30/01/2016	23	29	82.9
31/01/2016	24	30	78.3

Temperatura Mínima y Máxima - Febrero del 2016

DÍA/MES/AÑO	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD
	(min)	(max)	(%)
01/02/2016	23	28	83.3
02/02/2016	24	29	85.2
03/02/2016	24	29	82.2
04/02/2016	24	28	83.3
05/02/2016	23	30	79.1
06/02/2016	23	29	80.3
07/02/2016	22	29	78.4
08/02/2016	23	26	83
09/02/2016	23	29	86.5
10/02/2016	23	31	83.9
11/02/2016	23	29	72.1
12/02/2016	23	29	73.9
13/02/2016	23	29	82.3
14/02/2016	23	28	85.3
15/02/2016	23	28	85.5
16/02/2016	22	29	81.9
17/02/2016	23	30	84
18/02/2016	23	29	87
19/02/2016	23	29	87
20/02/2016	23	31	88.4
21/02/2016	23	30	87.2
22/02/2016	19	29	90.5
23/02/2016	23	30	89.2
24/02/2016	24	28	85.2
25/02/2016	24	31	85
26/02/2016	24	32	87.6
27/02/2016	23	31	83.9
28/02/2016	24	31	88.8
29/02/2016	23	27	87.6

Temperatura Mínima y Máxima - Marzo del 2016

DÍA/MES/AÑO	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD
	(min)	(max)	(%)
01/03/2016	23	30	88.5
02/03/2016	22	29	82.5
03/03/2016	22	29	85.2
04/03/2016	22	29	87.2
05/03/2016	23	29	86.2
06/03/2016	23	29	85.7

07/03/2016	23	30	84.4
08/03/2016	22	29	84.4
09/03/2016	23	28	86.4
10/03/2016	22	29	84.6
11/03/2016	23	29	85.9
12/03/2016	22	29	84.7
13/03/2016	22	29	83.4
14/03/2016	22	30	83.7
15/03/2016	13	29	83.5
16/03/2016	21	27	85.5
17/03/2016	22	28	84.8
18/03/2016	22	28	83.5
19/03/2016	22	28	77.1
20/03/2016	22	29	77.3
21/03/2016	22	30	82.3
22/03/2016	22	29	82.4
23/03/2016	21	27	79.4
24/03/2016	22	28	80.6
25/03/2016	22	27	80.3
26/03/2016	21	30	81
27/03/2016	22	29	81.2
28/03/2016	22	29	82.5
29/03/2016	22	29	83.2
30/03/2016	22	30	78.9
31/03/2016	21	29	76.6

Fuente: SENAMHI – Área de Estadística

Como se puede observar el día y mes crítico corresponde al 26 de Febrero del 2016, alcanzándose una temperatura máxima de 32 °C, temperatura mínima de 24 °C y una humedad relativa de 87.6 %

Cálculo de la Carga Térmica

Para realizar el cálculo de la carga térmica del sistema del aire acondicionado de este proyecto, seguiremos se requiere tener información del diseño de la edificación (tipo de materiales de paredes y techos, ubicación de puertas y ventanas: espesor y detalles).

- Paredes: Ladrillo de vista, ladrillo común de 4 "
- Techo: Concreto pesado de 4", con aislamiento de 1" y con cielo raso suspendido.
- Ventanas: Vidrio común de ¼"
- Puertas: Vidrio común de ¼"

Las condiciones de temperatura y humedad relativa en los interiores y exteriores del restaurant Pardos Chicken para un confort de los usuarios están establecidos en las normas, siendo estas:

Temperatura de Bulbo Seco: 71°F , y
Humedad Relativa: 50 %

Considerando las condiciones críticas exteriores de temperaturas y humedad relativa para nuestro diseño, obtenidas por información de Senamhi

Temperatura de Bulbo Seco: 32.°C
Humedad Relativa: 87.6 %

Para realizar el cálculo de la carga térmica se tomó como referencia el 26 de febrero del 2016 a las 2pm, fecha en la que se obtuvo la mayor temperatura en la ciudad de lima.

Cabe señalar que las tablas a utilizar para realizar el cálculo del calor por radiación y conducción estuvieron basadas para una condición normal de un proyecto en el mes de julio a las 3:00 pm.

TABLA 02: ÁREA DE PAREDES DEL LOCAL

PARED 01	Altura (m)	Longitud (m)	Área (m ²)	Área ft ²
	3.85	4.6	17.71	190.628669
PARED 02	Altura (m)	Longitud (m)	Área (m ²)	Área ft ²
	3.85	0.8	3.08	33.152812
PARED 03	Altura (m)	Longitud (m)	Área (m ²)	Área ft ²
	3.85	0.8	3.08	33.152812
PARED 04	Altura (m)	Longitud (m)	Área (m ²)	Área ft ²
	3.85	3.8	14.63	157.475857

TABLA 03: ÁREA DE VENTAS DEL LOCAL

VENTANA 01	Altura (m)	Longitud (m)	Área (m ²)	Área ft ²
	3.85	2.2	8.47	91.170233
VENTANA 02	Altura (m)	Longitud (m)	Área (m ²)	Área ft ²
	3.85	3.6	13.86	149.187654
ERTA - VENTANA	Altura (m)	Longitud (m)	Área (m ²)	Área ft ²
	3.85	3.1	11.935	128.4671465
VENTANA 04	Altura (m)	Longitud (m)	Área (m ²)	Área ft ²
	3.85	2.15	8.2775	89.09818225
VENTANA 05	Altura (m)	Longitud (m)	Área (m ²)	Área ft ²
	3.85	5.5	21.175	227.9255825
VENTANA 06	Altura (m)	Longitud (m)	Área (m ²)	Área ft ²
	3.85	34.5	132.825	1429.715018
VENTANA 07	Altura (m)	Longitud (m)	Área (m ²)	Área ft ²
	3.85	9.5	36.575	393.6896425

Carga Térmica Generada por Conducción a través de Paredes Externas

La carga térmica en la pared se hará utilizando la ecuación siguiente:

$$Q=U \times A \times DTCEe$$

Donde

U: Coeficiente global de transferencia de Calor

A: Área de Transferencia de Calor

DTCEe: Diferencia de Temperatura para carga de enfriamiento

Para definir el coeficiente global de transferencia de Calor de la pared se determinó utilizando

Se verifico que la descripción de Pared 1 pertenece al grupo de construcción tipo D, usando la tabla 6.3 se obtiene el valor del coeficiente global de transferencia de calor:

$$U = 0.415 \text{ Btu/h} - ft^2 - ^\circ F$$

Area A_{P1} :

$$A_{P1} = 190.63 ft^2$$

Cálculo de *DTCEe*:

Sabemos que:

$$t_R = 75^\circ F$$

$$t_0 = 82.4 \text{ }^\circ F \text{ (de los cuadros anteriores } (24+32)/2)$$

Observando la Figura 14 obtenemos las coordenadas de la pared 1 es S latitud sur a las 2 pm, usando estos valores vamos a la tabla 6.2 y obtenemos el valor de DTCE el cual es 16.

El valor de LM se considera a partir de la tabla 6.4 que presenta los valores según orientación (S) del local, latitud (12°) para el mes de febrero a las 2:00 pm

Por lo tanto el valor de LM = -4°F.

El valor de K son debido a las correcciones debido al color de la superficie, es decir para nuestro caso K=1.0 por tener superficie oscura.

Se considera el valor de $f = 1.0$ (sin ventilación de cielo raso)

De la ecuación

$$Q = U \times A \times DTCEe$$

Calculamos el $DTCEe$ con los datos obtenido.

$$DTCEe = ((DTCEe + LM) \times K + (78 - t_R) + (t_0 - 85)) \times f$$

$$DTCEe = ((16 - 4) \times 1 + (78 - 75) + (82.4 - 85)) \times 1$$

$$DTCEe = 12.4 \text{ °F} \dots (c)$$

Reemplazamos los valores de U, A y $DTCE$ en la ecuación

$$Q = 0.415 \times 190.63 \times 12.4$$

$$Q_{P1} = 980.98 \text{ BTU/h}$$

Notamos que para las paredes 02, 03 y 04, serán los mismos valores de U y $DTCEe$, solo variará el área:

ÁREA DE PAREDES DEL LADO - 01

	Pared 01	Pared 02	Pared 03	Pared 04
Área (ft ²)	190.63	33.15	33.15	157.48

Reemplazando

$$Q_{P2} = 170.59 \text{ Btu/h}$$

$$Q_{P3} = 170.59 \text{ Btu/h}$$

$$Q_{P4} = 810.39 \text{ Btu/h}$$

Luego, el calor total por las paredes será

$$Q_{TP} = 2\,132.55 \text{ Btu/h}$$

Carga Térmica Generada por Conducción a través de Ventanas Exteriores

$$Q = U \times A \times DTCEe$$

Cálculo de Area A_{V1} :

Del cuadro:

$$A_{V1} = 91.17 \text{ ft}^2$$

Determinación del coeficiente global de transferencia de calor U :

Según la tabla A.8 (vidrio simple):

$$U = 1.04 \text{ Btu/h} \cdot \text{ft}^2 \cdot ^\circ\text{F}$$

Cálculo de DTCEe:

Sabemos que:

$$t_R = 71^\circ\text{F}$$

$$t_0 = 82.4$$

También:

$$DTCEe = (DTCE + (78 - t_R) + (t_0 - 85))$$

De la tabla 6.5, para las 2pm., hallamos el valor de DTCE:

$$DTCE = 13^{\circ}\text{F}$$

Reemplazamos los valores en la ecuación:

$$DTCEe = (13 + (78 - 75) + (82.4 - 85))$$

$$DTCEe = 13.4^{\circ}\text{F}$$

Luego reemplazamos en la ecuación (1) y hallamos la carga térmica por conducción a través de la ventana 01 del lado 01 del local:

$$Q_{V1} = U \times A \times DTCEe$$

$$Q_{V1} = 1.04 \times 91.17 \times 13.4$$

$$Q_{V1} = 1\,270.5 \text{ Btu/h}$$

Notamos que para las ventanas 02, 03 y 04, 05, 06 y 07, serán los mismos valores de U y $DTCEe$, solo variará el área:

AREA DE PUERTA Y VENTANAS DE VIDRIO

	Ventana 01	Ventana 02	Puerta de Vidrio 03	Ventana 04	Ventana 05	Ventana 06	Ventana 07
Area (ft ²)	91.17	149.19	128.47	89.1	227.93	1429.73	393.69

Reemplazando

$$Q_{V2} = 2\,078.2 \text{ Btu/h}$$

$$Q_{V3} = 1\,789.6 \text{ Btu/h}$$

$$Q_{V4} = 1\,241.1 \text{ Btu/h}$$

$$Q_{V5} = 3\,175 \text{ Btu/h}$$

$$Q_{V6} = 19\,916.14 \text{ Btu/h}$$

$$Q_{V7} = 5\,484.1 \text{ Btu/h}$$

Luego, el calor total por las paredes será

$$Q_{VT} = 34\,960 \text{ Btu/h}$$

Carga Térmica Generada por Conducción a través de Techos

$$Q = U \times A \times DTCEe$$

De la tabla 6.1 notamos que el techo es del tipo N°09 y que a las 2pm

La $DTCE$ es: 29°F, además $U = 0.128 \text{ Btu/h} \cdot \text{ft}^2 \cdot ^\circ\text{F}$

Según la tabla 6.4 la corrección LM = 0°F para el mes de Febrero, se usa la columna hora. También sabemos que Pardos Chicken Megaplaza está a 12° latitud Sur.

También:

K = 1.0 (Suponer que el techo es oscuro)

f = 1.0 (sin ventilación del cielo raso)

Hallando la $DTCEe$:

$$DTCEe = ((DTCEe + LM) \times K + (78 - t_R) + (t_0 - 85)) \times f$$

$$DTCEe = ((29 + 0) \times 1 + (78 - 75) + 82.4 - 85) \times 1$$

$$DTCEe = 29.4 \text{ } ^\circ\text{F}$$

También Área A = 5060 ft^2

Luego reemplazando los valores en la ecuación:

$$Q = U \times A \times DTCEe$$

$$Q = 0.128 \times 5060 \times 29.4$$

$$Q = 19\,042 \text{ BTU/h}$$

Carga Térmica Generada de la Radiación a través de los Vidrios Externos.

Las ganancias de calor por radiación a través de los vidrios que se ubican hacia el exterior, se calcula según la ecuación siguiente:

$$Q = FGCS \times A \times CS \times FCE$$

Dónde:

FGCS = Factor de Ganancia máxima de Calor Solar, Btu/h - ft^2

A = Área de Transferencia de Calor ft^2

CS = Coeficiente de Sombreado

FCE = Factor de Carga de enfriamiento para el vidrio

Se determinaron los valores según el plano de vista de planta del ancho y de la altura de cada una de las ventanas y su ubicación en el caso de que sean interiores o exteriores.

Determinamos el factor de ganancia máxima de calor solar – FGSC (Btu/h –ft²) El valor de FGCS se obtuvo de la tabla 6.6 para el mes de Febrero a las 2:00 pm Latitud 12° S, cabe resaltar que las tablas que se tienen son para el hemisferio norte, es por eso que se tiene dar una orientación equivalente, ver tabla.

TABLA 04: ORIENTACIÓN EQUIVALENTE

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

Para nuestro caso que se encuentra en el hemisferio sur con coordenadas S, realizamos la equivalencia según tabla y obtenemos la orientación en el hemisferio norte con coordenadas N, con esto realizamos nuestros cálculos y vamos a la tabla 6.6

para obtener el valor del factor de ganancia máxima de calor solar, entonces notamos que $FCGS = 34 \text{ Btu/h} \cdot \text{ft}^2$

Luego CS, para nuestro caso se va usar un tipo de vidrios sencillo de 1/4" sin sombreado interior, usando la tabla 6.7 se tiene:

El valor de CS = 0.94

Ahora hallamos el valor del factor de carga de enfriamiento FCE, para nuestro análisis se tiene una construcción media de pared exterior de 4 in, con ubicación geográfica de la pared. Con orientación N, para una construcción Media a las 2:00 pm., con esto vamos a la tabla 6.8 y obtenemos el valor de FCE = 0.75

El Área la tenemos del siguiente cuadro:

	Ventana 01	Ventana 02	Ventana 03	Ventana 04
Área (ft ²)	91.17	149.19	128.47	89.1

Reemplazamos en la ecuación:

$$Q = FGCS \times A \times CS \times FCE$$

$$Q_{V1} = 34 \times 91.17 \times 0.94 \times 0.75$$

$$Q_{V1} = 2185.34 \text{ Btu/h}$$

Notamos que para las ventanas 02, 03 y 04, serán los mismos valores de U y $DTCEe$, solo variará el área:

Luego las ganancias de calor de las otras ventanas del mismo lado serán:

$$Q_{V2} = 3576 \text{ Btu/h}$$

$$Q_{V3} = 3079.42 \text{ Btu/h}$$

$$Q_{V4} = 2135.73 \text{ Btu/h}$$

Para la ventana N° 05: Orientación: Sureste SE

De la Tabla su orientación equivalente en el hemisferio Norte será Noreste NE, luego vamos a la tabla 6.6 donde podemos notar que el:

$$FCGS = 114 \text{ Btu/h} \cdot ft^2$$

Asimismo de la tabla 6.7, obtenemos que:

$$CS = 0.94,$$

Luego vamos a la Tabla 6.8, donde notamos que para una orientación NE, y a las 2pm, el valor de FCE = 0.3

Del gráfico, notamos que el Área = 227.93 ft^2

Con estos valores vamos a la ecuación

$$Q_{V5} = FGCS \times A \times CS \times FCE$$

$$Q_{V5} = 114 \times 227.93 \times 0.94 \times 0.3$$

$$Q_{V5} = 7327.49 \text{ Btu/h}$$

Para la ventana N° 06: Orientación: Sureste NE

De la Tabla su orientación equivalente en el hemisferio Norte será Sureste SE, luego vamos a la tabla 6.6 donde podemos notar que el:

$$FCGS = 219 \text{ Btu/h} \cdot ft^2$$

Asimismo de la tabla 6.7, obtenemos que:

$$CS = 0.94$$

Luego vamos a la Tabla 6.8, donde notamos que para una orientación NE y a las 2pm, el valor de FCE = 0.4

Del gráfico, notamos que el Área = 1429.73 ft^2

Con estos valores vamos a la ecuación

$$Q_{V6} = FGCS \times A \times CS \times FCE$$

$$Q_{V6} = 219 \times 1429.73 \times 0.94 \times 0.4$$

$$Q_{V6} = 117\,729.68 \text{ Btu/h}$$

Para la ventana N° 07: Orientación: Noroeste NW

De la Tabla su orientación equivalente en el hemisferio Norte será Suroeste SW, luego vamos a la tabla 6.6 donde podemos notar que el:

$$FCGS = 219 \text{ Btu/h} \cdot ft^2$$

Asimismo de la tabla 6.7, obtenemos que:

$$CS = 0.94,$$

Luego vamos a la Tabla 6.8, donde notamos que para una orientación SW y a las 2pm, el valor de FCE = 0.44

Del gráfico, notamos que el Área = 393.69 ft^2

Con estos valores vamos a la ecuación

$$Q_{V7} = FCGS \times A \times CS \times FCE$$

$$Q_{V7} = 219 \times 393.69 \times 0.94 \times 0.44$$

$$Q_{V7} = 35\,659.8 \text{ Btu/h}$$

Luego:

$$Q_{VT} = 171\,693.46 \text{ Btu/h}$$

Carga Térmica generada a través de las Luminarias

La ganancia de calor generado por el alumbrado se calcula con:

$$Q = 3.4 \times W \times FB \times FCE$$

El tipo de alumbrado que se tiene en el local son bombillas dicroicas, foco alpha, focos led, pantallas fluorescentes.

Para este caso hallamos la carga térmica generada a través de las bombillas dicroicas

El factor de balastro está relacionado directamente con el tipo de fluorescente es decir en nuestro caso $FB = 1.25$

El factor de carga de enfriamiento para el alumbrado hace referencia al almacenamiento de parte de la ganancia de calor por alumbrado, el cual depende de cuánto tiempo esta encendido el alumbrado y trabaja el sistema de enfriamiento, en nuestro caso el sistema de enfriamiento trabaja durante las horas de ocupación por lo que se recomienda $FCE = 1$

TABLA 05: TABLA DE GANANCIA DE CALOR DE EQUIPOS

TIPO	CANTIDAD	POTENCIA (W)	FACTOR DE BALASTRA (FB)	FACTOR DE CARGA DE ENFRIAMIENTO PARA EL ALUMBRADO (FCE)	GANANCIA NETA DE CALOR A TRAVES DEL ALUMBRADO (Q)
Bombilla dicroico BLV 16502401 12V - 50 w	25	50	1.25	1.0	1562.50
Foco Alpha Light T-60 - 60w	11	60	1.25	1.0	825.00
Foco led A15 - 5w	50	5	2.25	2.0	312.50
Pantalla Fluorescente 2x36w T8 6-13 2400 LM	14	72	1.25	1.0	1260.00

Fuente: Edward G. Pita. Acondicionamiento de Aire. 2000

Reemplazamos los valores en la ecuación

$$Q_{Bombilla} = 100 \times (3.4 \times 60 \times 1.25 \times 1)$$

Determinamos las cargas térmicas de las diferentes luminarias del local y lo colocamos en la siguiente tabla.

$$Q_{Bombilla} = 25\ 500 \text{ Btu/h}$$

Carga Térmica Generada a través de las Personas

Las ganancias de calor por las personas se dan a través de la actividad que se realice dentro del restaurante, según la expresión siguiente:

$$Q_S = q_S \times n \times \text{FCE}$$

$$Q_L = q_L \times n$$

Las ganancias de calor sensible y latente por persona se definen de la tabla 6.11, para nuestro caso específico se determinaron por la actividad en el restaurant.

TABLA 06: TABLA DE CALOR SENSIBLE PARA PERSONAS EN RESTAURANTE

ACTIVIDAD	APLICACIÓN	CALOR SENSIBLE (q_S) (Btu/h)	CALOR LATENTE (q_L) (Btu/h)
<i>Sentado, comiendo</i>	Restaurante	225	325

Fuente: Edward G. Pita. Acondicionamiento de Aire. 2000

Se considera el factor de carga de enfriamiento FCE = 1, debido que el sistema de aire acondicionado se apaga por las noches.

Luego:

$$Q_S = 225 \times 231 \times \text{FCE}$$

$$Q_S = 51975 \text{ Btu/h}$$

También:

$$Q_L = 325 \times 231$$

$$Q_L = 75075 \text{ Btu/h}$$

$$Q_{TP} = 127\ 050 \text{ Btu/h}$$

Carga Térmica Generada por Equipos

Determinamos la potencia de cada equipo mediante la tabla; en la figura se muestran los resultados Tabla

TABLA 07: TABLA DE GANANCIA DE CALOR POR EQUIPOS

EQUIPO	CANTIDAD	POTENCIA (Watts)	CALOR LATENTE (Btu/h)
<i>Terma eléctrica</i>	2	1500	10230
<i>lavaplatos</i>	2	1200	8184
<i>Horno microondas</i>	3	1200	12276
<i>Congeladora Industrial</i>	5	500	8525
<i>Computadora</i>	10	200	6820
<i>Televisor</i>	6	200	4092
<i>Impresora</i>	1	150	511.5

Fuente: Edward G. Pita. Acondicionamiento de Aire. 2000

$$Q_{TE} = 19\,950 \text{ Btu/h.}$$

Carga Térmica Generada por Ventilación

En los ambientes cerrados se debe considerar la renovación del aire interior, el cual varía dependiendo las actividades que se realicen dentro de ella. Según la tabla 6.15, para comedores comerciales la renovación del aire debe de ser entre 15 y 20, trabajaremos con las condiciones extremas.

El calor debido a la ventilación del local está dada por la siguiente ecuación:

$$Q_s = 1.1 \times \text{CFM} \times \text{CT}$$

$$Q_L = 0.68 \times \text{CFM} \times (W_e' - W_i')$$

Dónde:

Q_V = Calor sensible necesario para el aire de infiltración o ventilación, BTU/h

CFM = Velocidad de infiltración o ventilación del aire ft^3 / min .

CT = Cambio de temperatura entre el aire exterior e interior, °F

$W_e' - W_i'$ = Relación de humedad exterior e interior, g de agua / libra de aire seco.

$$Q_s = 1.1 \times (10 \times 231) \times (87.8 - 71)$$

$$Q_s = 42\,688.8 \text{ BTU/h}$$

Usando la carta psicométrica determinamos la relación de humedad para las condiciones del aire exterior e interior con los valores de temperatura de bulbo seco exterior 87.8°F e interior 71°F, la humedad relativa para aire exterior 86.8% y para el aire interior de 50%.

$$W_e' = 174 \text{ g agua/lb aire seco}$$

$$W_i' = 66 \text{ g agua/lb aire seco}$$

En la ecuación:

$$Q_L = 0.68 \times (10 \times 231) \times (174 - 66)$$

$$Q_L = 169\,646.4 \text{ BTU/h}$$

$$Q_T = 42\,688.8 + 169\,646.4$$

$$Q_T = 433\,818 \text{ BTU/h}$$

Carga Térmica Total Generada

Haciendo la sumatoria de todas las ganancias de calor anteriores, se requiere 50.2 Toneladas de refrigeración para poder climatizar el restaurante Pardos Chicken.

TABLA 08: CUADRO RESUMEN DE GANANCIA DE CALOR

GANANCIAS DE CALOR		CALOR (Btu/h)	CALOR (Ton. Ref)
GANACIA DE CALOR POR INDUCCIÓN	En Paredes	2132.5	
	En Ventanas	34960	
	En Techo	19042	
GANACIA DE CALOR POR RADIACIÓN	En Ventanas	171693.46	
GANACIA DE CALOR POR ALUMBRADO		25500	
GANACIA DE CALOR POR LAS PERSONAS		127050	
GANACIA DE CALOR POR EQUIPOS		19950	
GANACIA DE CALOR POR VENTILACIÓN		202171.2	
CALOR TOTAL		602499.16	50.20826333

Fuente: Edward G. Pita. Acondicionamiento de Aire. 2000

SISTEMA DE VENTILACIÓN

Sistema de Extracción de Campanas

Según el manual de la ASHRAE - Aplicaciones año 2007, capítulo 31 (Kitchen Ventilation):

- Para determinar el caudal de aire a extraer dependerá del tipo de campana (Pared, Central simple, Central doble, etc) y la aplicación de esta campana (Light duty, Medium duty, Heavy duty y Extra-Heavy duty).

TABLA 09: TABLA DE GANANCIA DE CALOR POR EQUIPOS

Light duty (400°F)	Electric or gas	Ovens (including standard, bake, roasting, revolving, retherm, convection, combination convection/steamer, conveyor, deck or deck-style pizza, pastry) Steam-jacketed kettles Compartment steamers (both pressure and atmospheric) Cheesemelters Rethermalizers
Medium duty (400°F)	Electric Electric or gas	Discrete element ranges (with or without oven) Hot-top ranges Griddles Double-sided griddles Fryers (including open deep-fat fryers, donut fryers, kettle fryers, pressure fryers) Pasta cookers Conveyor (pizza) ovens Tilting skillets/braising pans Rotisseries
Heavy duty (600°F)	Gas Electric or gas	Open-burner ranges (with or without oven) Underfired broilers Chain (conveyor) broilers Wok ranges Overfired (upright) salamander broilers
Extra-heavy duty (700°F)	Appliances using solid fuel such as wood, charcoal, briquettes, and mesquite to provide all or part of the heat source for cooking.	

Fuente: Edward G. Pita. Acondicionamiento de Aire. 2000

TABLA 10: TABLA DE CONSIDERACIONES PARA CAMPANAS

Table 2 Exhaust Flow Rates by Cooking Equipment Category for Unlisted and Listed Type				
Type of Hood	Minimum Exhaust Flow Rate, cfm per linear foot of hood			
	Light Duty	Medium Duty	Heavy Duty	Extra-Heavy Duty
Wall-mounted canopy, unlisted	200	300	400	550
listed	150 to 200	200 to 300	200 to 400	350+
Single-island, unlisted	400	500	600	700
listed	250 to 300	300 to 400	300 to 600	550+
Double-island (per side), unlisted	250	300	400	550
listed	150 to 200	200 to 300	250 to 400	500+
Eyebrow, unlisted	250	250	Not allowed	Not allowed
listed	150 to 250	150 to 250	—	—
Back shelf/proximity/pass-over, unlisted	300	300	400	Not allowed
listed	100 to 200	200 to 300	300 to 400	Not recommended

Source: ASHRAE Standard 154.

Fuente: Edward G. Pita. Acondicionamiento de Aire. 2000

Según el Reglamento Nacional de Edificaciones – RUBRO ELECTROMECAÁNICA VI

- La velocidad del aire a través de la cara de la campana, será como mínimo de medio 0.5 m/s, equivalente a 98 FPM (pies/min)
- La velocidad del aire en los ductos de grasa será como mínimo 1600 FPM

Inyección de aire

La inyección de aire será 50% de la extracción, lo restante ingresara por las puertas de ingreso generando presión negativa, evitando la salida de olores de la cocina

Calculo de extracción

Calculo de caudal de aire a extraer es:

$$Q=V \cdot P$$

Q: Caudal de aire CFM

V: Caudal de aire CFM/pie

P: Longitud equivalente en pie

Equipo EC-01, Campana 2.15x1.0mt

$$Q=13.6 \cdot 250 = 3400, \text{ considerándose } \mathbf{3,480 \text{ CFM}}$$

Equipo EC-02, Horno pollero

$$Q=4.8 \cdot 400 = 1920 \text{ por cada Horno, considerándose } \mathbf{6,000 \text{ CFM}}$$

por los tres hornos

Equipo EC-03, Campana 1.90x0.8mt y Campana 1.00x0.80mt,

$$Q1=11.5 \cdot 200 = 2300, \text{ considerándose } \mathbf{2,460 \text{ CFM}}$$

$$Q2=6.4 \cdot 200 = 1280, \text{ considerándose } \mathbf{1,300 \text{ CFM}}$$

Considerándose un caudal total de **3760 FM**

Calculo de Inyección

Para el inyector de aire será 50% de la extracción, considerándose 6480 CFM

El inyector de aire llevara filtros de aire lavables

Consideraciones Para la Caída de Presión en ductos

Caída de Presión, dimensiones de ductos.

Para los tramos rectos la caída de presión se halla con la siguiente fórmula:

$$\Delta P = (\Delta P_{\text{ducto}}) \times (\text{Longitud del ducto})$$

Dónde:

ΔP ducto: Es la caída de presión en el ducto recto por cada 100 pies; este dato se obtiene del ductulador entrando con los valores de caudal y velocidad.

Y para los codos, transformaciones y accesorios se halla la caída de presión con la siguiente fórmula:

$$\Delta P = (C) \times (\text{Presión de velocidad})$$

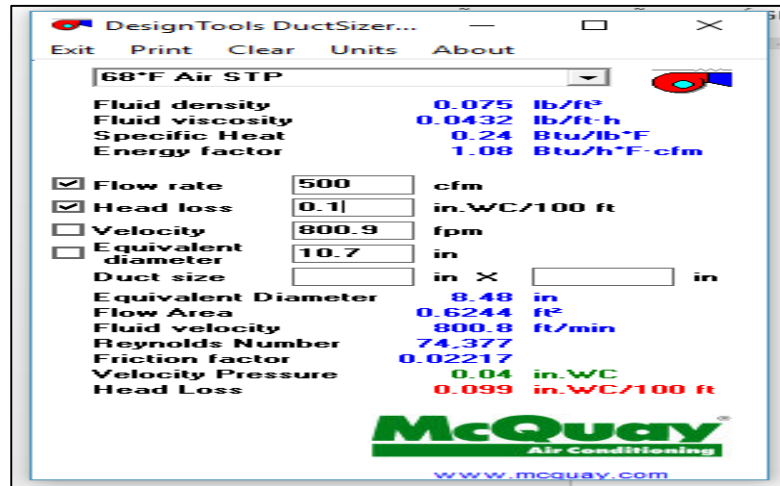
Dónde:

C: Coeficiente local de pérdida, ver Anexo

Utilizaremos métodos prácticos como aplicación del ductulador

Caídas de presión en codos, transiciones:

FIGURA 15: APLICACIÓN DEL SOFTWARE DESIGN TOOLS



Fuente: elaboración propia

Caída de Presión para el EC – 01

$$\Delta P = 1.5 \text{ pulg. c.a.}$$

Caída de Presión para el EC – 02

$$\Delta P = 1.6 \text{ pulg. c.a}$$

Caída de Presión para el EC – 03

$$\Delta P = 1.5 \text{ pulg. c.a.}$$

Caída de Presión para el VCGT – 01

$$\Delta P = 1.7 \text{ pulg. c.a.}$$

Selección para Difusores y Rejillas de Aire Acondicionado y Ventilación

Seguiremos la guía técnica de KOOL AIR:

FIGURA 16: TABLA PARA CALCULO DE DIFUSOR



20-45-HE



H = Altura nominal (buzos) $\eta_{\text{plenum}} \text{ por unidades, marca} = (1 - \eta) \times (n - 2)$

Rejilla para retorno de aire

Descripción del producto

Rejilla de retorno, marca KOOLAIR, modelo **20-45-H**, de dimensiones LxH, para retorno de aire, con aletas horizontales fijas a 45°.

Puede incorporar compuerta de regulación (-O) y accesorio de fijación a determinar. Acabado en aluminio anodizado o pintado en RAL a definir.

Fijaciones

Con clips. Necesario marco montaje (-MM).
 Sistema de fijación oculto (-SFO). Necesario marco montaje (-MM).
 Con tornillos. Sin indicar nada la rejilla dispone de taladros para atomillar.
 Con plenum de conexión lateral/frontal (-PE21/20) de chapa de acero galvanizado.

Otros modelos

20-45-V. Rejilla de lamas verticales fijas a 45°, fabricada en aluminio.
21-45-H. Rejilla de lamas horizontales fijas a 45°, fabricada en chapa de acero.
21-45-V. Rejilla de lamas verticales fijas a 45°, fabricada en chapa de acero.
20-45-H-SB. Dimensiones 595x295 - 595x595, para falsos techos modulares.
20-45-H/V-FF. Rejilla de lamas fijas a 45° horiz./ verticales con marco portafiltro.
20-45-H/V-FL. Rejillas de lamas fijas a 45° horizontales/verticales. Sujeción del filtro mediante flejes en bastidor de rejilla.
20-45-HE. Rejillas con paquete aleteado horizontal, abatible sobre bastidor fijo mediante llave.

Tabla de selección

Tamaño	Q (m³/h)	L _{wa} [dB(A)]	ΔP _t (Pa)	V _e (m/s)
200 x 100	70	24	6	2,4
	90	32	12	3,4
	120	40	22	4,6
250 x 100	80	24	6	2,4
	110	32	11	3,2
	150	40	20	4,3
300 x 100	100	24	5	2,2
	130	32	10	3,0
	180	40	19	4,1
400 x 100	130	24	5	2,1
	170	32	9	2,9
	230	40	17	3,9
600 x 100	190	24	4	2,0
	250	32	8	2,7
	340	40	14	3,7
400 x 200	230	24	4	1,8
	310	32	7	2,5
	420	40	13	3,4
450 x 200	280	24	4	1,9
	380	32	7	2,6
	520	40	12	3,6
500 x 200	350	24	3	2,1
	470	32	6	2,8
	640	40	11	3,8
600 x 200	400	24	3	2,0
	550	32	6	2,7
	750	40	11	3,7
800 x 200	520	24	3	2,0
	700	32	5	2,7
	950	40	10	3,7

Tamaño	Q (m³/h)	L _{wa} [dB(A)]	ΔP _t (Pa)	V _e (m/s)
1000 x 200	620	24	3	1,9
	840	32	5	2,5
	1140	40	9	3,5
300 x 300	330	24	3	2,2
	450	32	6	3,0
	660	40	13	4,4
800 x 300	780	24	2	1,8
	1060	32	4	2,5
	1440	40	8	3,4
1000 x 300	940	24	2	1,8
	1270	32	4	2,4
	1740	40	8	3,3
1200 x 300	1180	24	2	1,9
	1600	32	4	2,5
	2180	40	7	3,4
600 x 600				

SIMBOLOGIA

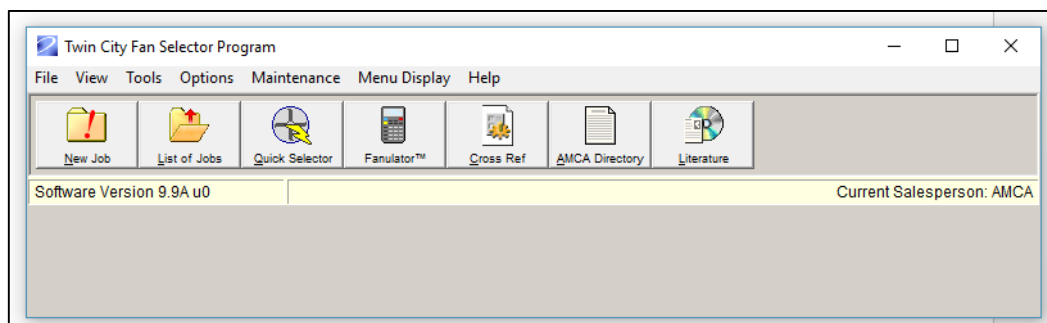
Q (m³/h): Caudal de aire.
 L_{wa} [dB(A)]: Nivel de potencia sonora.
 ΔP_t (Pa): Pérdida de carga.
 V_e (m/s): Velocidad efectiva.

Fuente: Elaboración propia

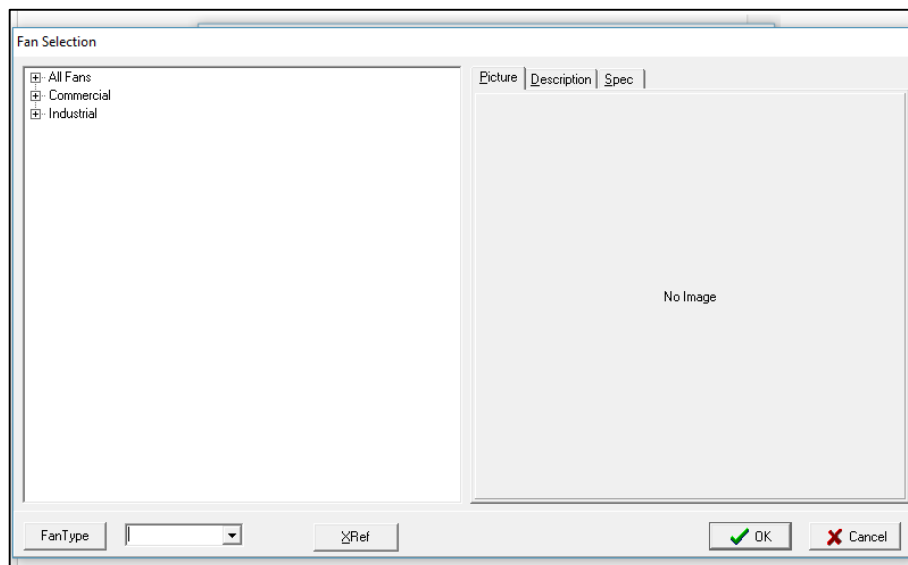
Selección del Ventilador

Según el Ashrae, en el capítulo 33 – KITCHEN VENTILATION, pagina 33.28, recomienda el tipo de ventilador, rodete centrífugo con paletas inclinadas hacia atrás, para el uso de extracción de campanas
Para la Selección del ventilador hemos recurrido al programa **Twin City** y operamos de la siguiente manera:

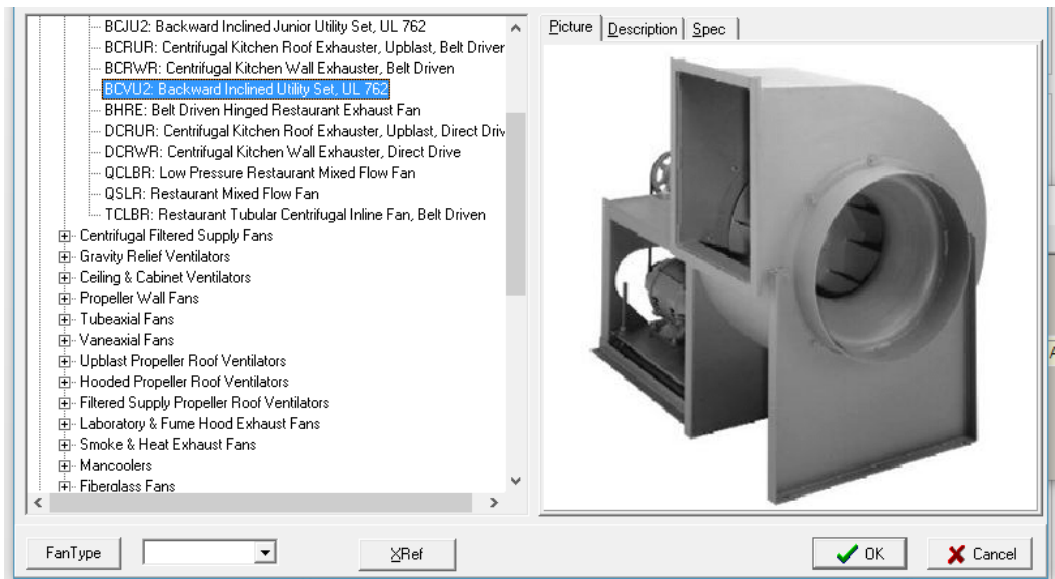
Entramos en Quick Selector



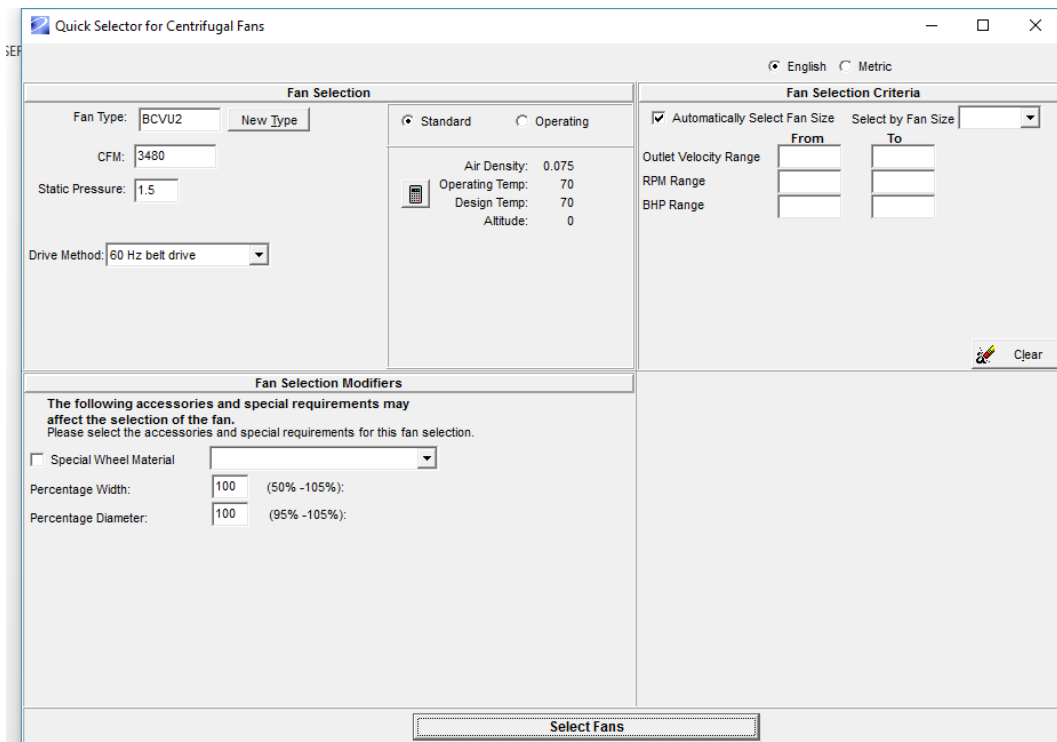
Luego entramos en All Fans



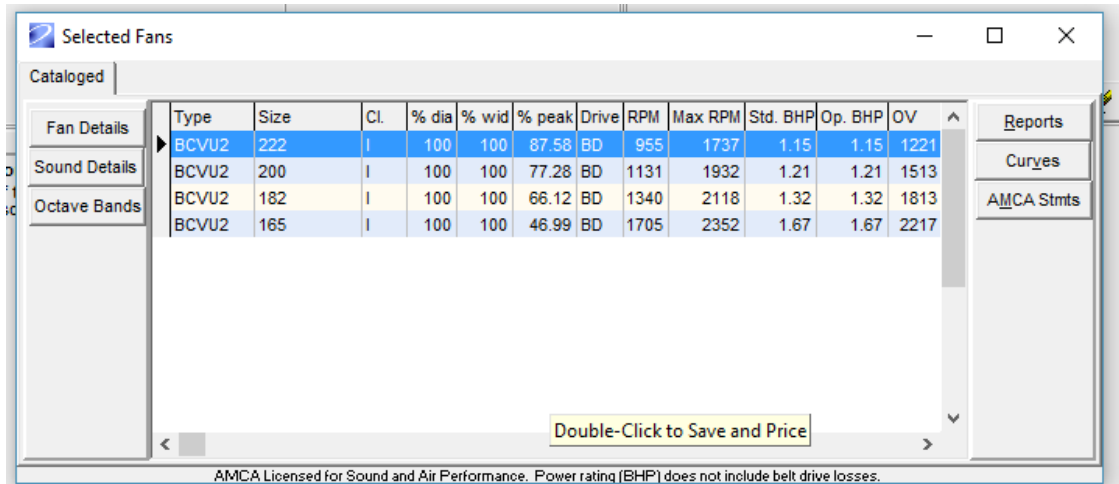
Seguimos y entramos en Kitchen y Restaurant Exhaust Fans, escogemos el tipo centrífugo, con paletas inclinadas hacia atrás (BCV U2)



Ahora llenamos los campos de caudal, caída de presión, Hz y Standard y Select Fans



Notamos que Nos da 03 opciones, escogemos el más económico, precio de competencia



Type	Size	Cl.	% dia	% wid	% peak	Drive	RPM	Max RPM	Std. BHP	Op. BHP	OV
BCVU2	222	I	100	100	87.58	BD	955	1737	1.15	1.15	1221
BCVU2	200	I	100	100	77.28	BD	1131	1932	1.21	1.21	1513
BCVU2	182	I	100	100	66.12	BD	1340	2118	1.32	1.32	1813
BCVU2	165	I	100	100	46.99	BD	1705	2352	1.67	1.67	2217

Finalmente las características de nuestro ventilador, será:

EC - 01

MODELO = VSF – 18

CAUDAL = 3480 CFM

CAÍDA PRESIÓN = 1.0 pulg. c.a

MOTOR = 1.6 HP, (2 HP)

Similarmente para los demás ventiladores tendremos

EC - 02

MODELO = VSF – 22

CAUDAL = 3480 CFM

CAÍDA PRESIÓN = 1.2 pulg. c.a

MOTOR = 2.62 HP, (3 HP)

EC - 03

MODELO = VSF – 18

CAUDAL = 3480 CFM

CAÍDA PRESIÓN = 1.2 pulg. c.a

MOTOR = 1.49 HP, (2 HP)

IC - 01

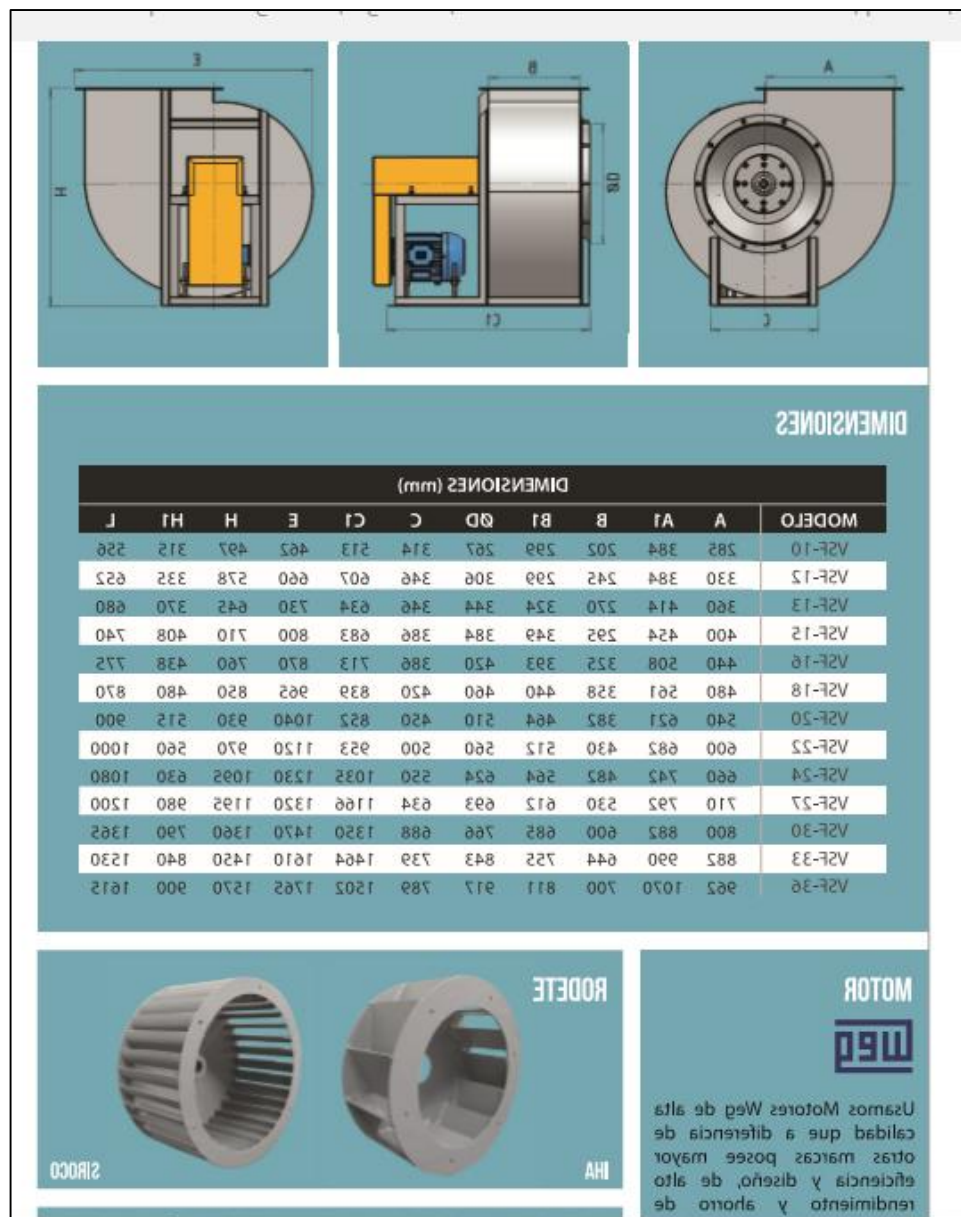
MODELO = VCGT – 18

CAUDAL = 6460 CFM

CAÍDA PRESIÓN = 1.7 pulg. c.a

MOTOR = 3.09 HP, (4 HP)

FIGURA 17: CARACTERÍSTICAS DE LOS VENTILADORES



Fuente: Elaboración propia

❖ Selección de Alternativas

En Ventilación

Para la selección de los ventiladores, como se indicó anteriormente las características seguiremos las recomendaciones de la norma, además tendrá que ser económico para poder tener un precio de competencia.

En Aire Acondicionado

Para la selección de equipos es muy importante tener en cuenta la arquitectura, luego los equipos a instalar podrían ser los de tipo Piso Techo o Split Ducto, al tener cielo raso y para una mejor distribución del aire se decidió utilizar los equipos tipo Split Ducto (sus características fueron ya descritos en las bases teóricas).

4.6.3 Fase III: Planificación e Instalación de Equipos y Componentes de Aire Acondicionado y Ventilación

❖ Plan de Trabajo y Coordinación con otras Áreas

Luego de la selección de alternativas procedemos a elaborar un plan de trabajo afín de programarnos metas.

Una vez recibida la Buena Pro por parte del cliente, esta será entregada al especialista de la disciplina de Aire Acondicionado quien desarrollara un análisis de lo requerido por el cliente, este análisis estará basado en un levamiento de información insitu para verificar que los equipos solicitados inicialmente será suficiente para completar los trabajos de instalación y correcta operación del sistema.

Una vez desarrollada la información necesaria se generara un requerimiento a las siguientes áreas:

El área de proyectos tendrá que estimar los recursos de las actividades que formaran parte del cronograma de actividades, esto quiere decir que deberá determinar cuáles son los recursos (Personas, equipos o materiales), que cantidad de cada recurso se utilizara y cuándo estará disponible cada recurso para realizar las actividades del proyecto.

A si mismo deberá estimar la duración de las actividades del cronograma de actividades, de los tipos de recursos y su disponibilidad.

Desarrollará el cronograma analizando las secuencias y duración de las actividades, los requisitos de los recursos y las restricciones del cronograma si los hubiera.

Luego el área de Logística tendrá como punto de partida el requerimiento generado por el área de proyectos y se encargara de la cotización, compra o adquisición de los equipos, materiales y herramientas a utilizar según especificaciones técnicas indicadas en el requerimiento.

Luego el área técnica brindará el personal idóneo para la ejecución del proyecto, así como su administración o gestión durante su permanencia en el proyecto.

Movilización de personal, herramientas y equipos.

Se entiende por movilización el proceso de transporte de equipos; maquinaria; herramienta, entre las instalaciones de PROYECTOS HVAC E INGENIERÍA en Lima hasta las instalaciones del Pardos Chicken Megaplaza, esto incluye el cargue y descargue de todos los equipos o elementos, así como la adaptación del taller de trabajo en el sitio asignado por el cliente.

Las herramientas a utilizar para la instalación fueron:

Herramientas para Instalación de Equipos de Aire Acondicionado y Ventilación

- Taladro c/accesorios
- Martillos
- Juego de alicates
- Juego de desarmadores / estrella, plano, exagonales
- Juego de llaves Ratchet
- Juego de llaves Mixtas
- Juego de llaves Allen
- Escaleras / andamios
- Sogas

Herramientas para el Tendido de Tuberías de Alta y Baja Presión

- Equipo de soldar autógena

- Juego de desarmadores / estrella, plano, exagonales
- Abordadores.
- Corta tubos.
- Juegos flare abocinados.
- Juego de expansores.
- Botella de Nitrógeno
- Bomba de vacío

Equipos para las Pruebas de Funcionamiento

- ❖ Manómetros de presión para gas
- ❖ Amperímetro
- ❖ Anemómetro

❖ Anclaje de Equipos

El personal ya presente en las instalaciones del Pardos Chicken procedió a realizar el reconocimiento y trazo de los puntos de instalación, procediendo luego a la instalación de los equipos mediante las siguientes actividades:

- **Instalación del evaporador.**

Esta actividad consistió en retirar la plantilla metálica de soporte de la unidad evaporadora, para proceder a anclarlo a la pared y fijarlo con los tarugos que trae la unidad si fuese de ladrillo la pared, en el caso de que la pared fuese de muro drywall o de pared de adobe colocar tarugos especiales respectivamente, esto debe fijarse a una distancia mínima de 25 cm del techo para dar las facilidades al momento de hacer mantenimiento, en nuestro caso la fijación de la plantilla metálica se hizo sobre material noble.

Una vez colocado la plantilla metálica de sujeción de la unidad evaporadora se procedió a perforar a la pared para hacer un orificio

de 4" pulgadas, con la de hacer pasar las tuberías de cobre, el cableado eléctrico y la manguera de drenaje del equipo.

FIGURA18: INSTALACIÓN DE UNIDAD EVAPORADORA



Fuente: Elaboracion propia

- **Instalación del condensador.**

Para desarrollar esta actividad se evaluó una zona que facilite el mantenimiento sin que se corra riesgo de un accidente, para ello se seleccionó en la azotea del hospital como área ideal para la instalación de la unidad condensadora.

La unidad condensadora fue fijada al suelo mediante soportes metálicos contruidos a base de ángulos de 1 ½" x 1/8" en forma de U con tirafones o pernos de anclaje, como se puede observar en la figura N° 19, el soporte tiene una altura del suelo a la condensadora de 15 cm como mínimo.

FIGURA 19: INSTALACIÓN DE UNIDAD CONDENSADORA



Fuente: Elaboracion propia

❖ **Tendido de Tuberías de Alta y Baja Presión**

Esta actividad consiste conectar entre sí a todos los componentes del sistema suministrando un pasaje para la circulación continua del fluido refrigerante y se cumpla por lo tanto el ciclo de refrigeración.

Los Fabricantes de Tubería de Cobre nos proporcionan 3 tipos:

Tubería tipo K: Es para trabajos pesados al tener las paredes gruesas.

Tubería tipo L: Es para trabajos medianos y es la que utilizamos normalmente en refrigeración y aire acondicionado.

Tubería tipo M: Es para trabajo ligero al tener paredes delgadas. Nunca se utilizan en refrigeración y aire acondicionado.

El tipo de tubería utilizado en nuestro proyecto es del tipo “L”

FIGURA 20: INSTALACIÓN DE TUBERÍAS DE ALTA Y BAJA PRESIÓN



Fuente: Elaboracion propia

Para la parte de unión la hacemos mediante las tuercas de unión y el abocardado de las tuberías de cobre utilizando un abocinador hasta darle la forma a la tubería, tal como se muestra en la figura, N° 21, la buena ejecución de esta actividad garantizara la hermeticidad del sistema evitando las fugas de gas.

❖ **Instalación de Ductos**

Estos ductos climatizan los ambientes y por lo general lo hacen muy bien. La única dificultad es que la instalación de ductos de aire acondicionado es un poco más compleja que la instalación de aire acondicionado normal. El sistema de ductos exige colocar cañerías a través de toda la casa. Esto por lo general trae la necesidad de crear conexiones a través de los ambientes, y de muchas veces tener que perforar las paredes. Es importante que antes de la compra de un equipo de aire acondicionado por ductos podamos medir claramente cómo será colocado el sistema. Si no prevemos esto con anticipación lo que ocurrirá probablemente es que tendremos que hacer

perforaciones o conexiones de último momento que alterarán significativamente la estética de los ambientes donde llevamos a cabo la instalación de ductos de aire acondicionado y harán a su vez que tengamos que realizar un gasto adicional con los retoques de último momento.

Herramientas para Instalación de Ventiladores y Ductos

- ❖ Taladro c/accesorios
- ❖ Martillos
- ❖ Juego de alicates
- ❖ Juego de desarmadores / estrella, plano, exagonales
- ❖ Juego de llaves Ratchet
- ❖ Juego de llaves Mixtas
- ❖ Juego de llaves Allen
- ❖ Escaleras / andamios
- ❖ Aplicador de silicona o similares
- ❖ Sogas
- ❖ Amperímetro
- ❖ Anemómetro

FIGURA 21: INSTALACIÓN DE DUCTOS



Fuente: Elaboracion propia

❖ **Instalación de Rejillas**

Las características principales de las rejillas de aire acondicionado de impulsión es que tienen 2 tipos de lamas integradas, unas que dirigen el aire hacia arriba o hacia abajo (horizontales) y otras que lo hacen de izquierda a derecha (verticales). Esto es así para que puedas orientar el aire que es impulsado por la unidad interior hacia un lado u otro, dependiendo del modo de funcionamiento que tenga la máquina. Si el equipo está funcionando en frío es aconsejable que las lamas estén orientadas mirando hacia arriba ya que el frío pesa y se va rápidamente al suelo. De esta forma conseguimos una climatización y una recirculación de aire dentro de la vivienda mucho más eficiente.

FIGURA 22: INSTALACIÓN DE DUCTOS



Fuente: Elaboración Propia

❖ **Instalación eléctrica, fuerza y control.**

Consiste en proporcionar energía eléctrica a nuestros equipos, mediante la confección de cables, las cuales se unirán a la red de energía eléctrica de la ciudad por medio de un enchufe, de la misma manera es necesario proyectar los circuitos de control asociados al funcionamiento de nuestro equipo.

El tipo de cable sugerido por el fabricante para la Instalación eléctrica de fuerza es de THW AWG N° 10 y para la instalación eléctrica de control es de THW AWG N° 16.

Todos los equipos de aire acondicionado estarán conectados a tierra con su respectivo cable.

FIGURA 23: INSTALACIÓN DE FUERZA PARA EL EQUIPO



Fuente: Elaboración Propia

❖ **Presurización del Sistema**

Este proceso se hará para garantizar la hermeticidad a lo largo de toda la tubería de alta y baja presión luego de haberlas soldado y se realiza aplicando nitrógeno a presión.

❖ **Proceso de Vacío del Sistema y Carga de Refrigerante**

Es el ambiente correspondiente a un estado en el cual la presión es inferior a la de la atmósfera.

Objetivos del Vacío:

El objetivo principal es eliminar la humedad del sistema. La relación entre el agua y el vacío es muy simple, así como la relación entre la humedad y el vacío: cuanto más baja sea la presión obtenida

menor humedad de agua y cantidad de aire en el sistema. Es más difícil eliminar agua en forma líquida de un sistema que en forma gaseosa.

Para mantener la evaporación tenemos que obtener una presión más baja que la presión del vapor del agua a la temperatura de trabajo.

Algunos fabricantes como Dupont recomiendan que el “Nivel de vacío adecuado” sea de 500 micrones, se debe esperar que el vacuómetro mantenga la lectura, al menos 15 minutos. Si el vacío se empieza a perder, se tiene fuga en el sistema. Se tendrá que proceder nuevamente a encontrar la fuga.

Una vez alcanzado el vacío requerido procedemos a recargas refrigerante, para nuestro caso, Refrigerante R410A, la cantidad a suministrar se hará mediante una balanza.

FIGURA 24: PROCESO DE VACÍO Y RECARGA DE GAS



Fuente: Elaboración Propia

4.6.4 Fase IV: Protocolo de Pruebas y Conformidad

Las pruebas y ajustes de los equipos de Aire Acondicionado fue supervisado personalmente por el Ingeniero responsable de las instalaciones, para las pruebas y regulaciones se ceñirá a las instrucciones de los fabricantes.

Las pruebas que se realizaron a los equipos fueron tanto a la presión del sistema como a la cantidad de corriente eléctrica de trabajo que pasa por el equipo.

- ❖ Presión del gas refrigerante, en alta y baja
- ❖ Caudal de aire
Para ello utilizaremos el anemómetro
- ❖ Consumo eléctrico

Pruebas de Funcionamiento

Pruebas de presión del sistema y corriente.

Para este tipo de equipos la presión alta debe estar en el rango de 300 a 350 psi debido al tipo de refrigerante (R-410A) en nuestro caso el equipo Split de aire acondicionado registró presiones dentro del rango (revisar hoja de parámetros), encontrándose dentro de los parámetros establecidos por el fabricante. En uso normal el equipo se registró un amperaje de

Pruebas de corriente

Éstas se realizarán utilizando un amperímetro y tendremos que verificar que las mediciones estén por debajo del consumo eléctrico de placa

FIGURA 25: PRUEBA DE CORRIENTE



Fuente: Elaboración Propia

Pruebas de Caudal de Aire en Difusores y Rejillas

Estas se realizarán utilizando un instrumento que mide la velocidad que atraviesa la rejilla o difusor, para luego multiplicarla por la medida de la misma.

FIGURA 26: PRUEBA DE CAUDAL DE AIRE



Fuente: Elaboración Propia

V. EVALUACIÓN TÉCNICO – ECONÓMICO

Esta evaluación detalla la comparación de las ventajas y desventajas tanto de la parte técnica como la parte de costos de los equipos que se van a utilizar en la climatización del área de comensales.

Opción 01 – 10 Equipos del tipo Split Ducto:

Este sistema tiene la característica de tener la unidad condensadora y evaporadora por separado (de aquí el nombre “split”, que significa separado o dividido). Además, a diferencia de un sistema split convencional (donde el evaporador se encuentra dentro del espacio a acondicionar), la unidad evaporadora del split ducto está construida de tal forma que se acopla a sistemas de ductos para la distribución de aire. Asimismo, la configuración dividida permite acomodar de una mejor manera los equipos en la azotea del Restaurante.

La ventaja de tener un sistema trifásico reside en el tamaño de los equipos (más pequeños), economía de la instalación, menor consumo de energía y una carga más balanceada. Asimismo, con un motor trifásico se puede regular la velocidad del motor de una manera más sencilla y también en caso este se malogre es más fácil encontrar repuestos, incluso un motor nuevo, ya que el motor trifásico es más comercial que uno monofásico. En general, los equipos de aire acondicionados trifásicos son los más comunes y los que se encuentran más fácilmente en el mercado.

Opción 02 – 25 Equipos Piso Techo:

En la segunda opción se utilizarán 25 equipos de 24,000 btu/h afín de poder distribuir el aire frío en el local, esto implicará 25 tendidos de tuberías de refrigeración y con ello mas pases en paredes y techos y definitivamente mas costo en equipos e instalación, también menos estético.

Estos 25 equipos cumplen con las necesidades de flujo de aire y carga. Un equipo de 24000BTU/h también cumple con las necesidades, pero este equipo utiliza un suministro monofásico.

A continuación el detalle económico de la parte de suministro e instalación equipos de aire acondicionado, que es la parte donde se puede ahorrar costos en el proyecto.

INSTALACION DE EQUIPOS DE AA TIPO SPLIT DUCTO				
	Cant	Unidad	P.Costo	C Total
Equipos de Aire Acondicionado Tipo Split Ducto de 60,000 Btu/h	10	U	1938.5	19385
Ductos	1	Glb.	6805.3	6805.3
Difusores y Rejillas	1	Glb.	1901.2	1901.2
Tubería de Refrigeración + Instalación	10	Glb.	2330.6	23306
			C.T =	51397.5
INSTALACION DE EQUIPOS DE AA TIPO PISO TECHO				
	Cant	Unidad	P.Costo	C Total
Equipos de Aire Acondicionado Tipo Piso Techo de 24,000 Btu/h	25	U	1200	30000
Tubería de Refrigeración + Instalación	25	Glb.	1220	30500
			C.T =	60500

Por estos motivos optaremos por la opción 01, 10 equipos tipo Split Ducto.

Con respecto a la evaluación económica, esta fue evaluada mediante la proforma que se puede ver a continuación.

PRESUPUESTO

Item	Descripción	Cant	Unidad	P.Costo	C Total	%	utilidad	T utilidad	P. Total	P. Total	P. Total	P. Total
1.00	SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO											
1.01	UE/UC-01, ...,09/10 Split Ducto de 60,000 Btu/Hr, marca York, modelo YNVFYC060BAQDBX / YNSFXC060BBH, refrigerante ecologico R-410A, eficiencia 13 SEER, 220v-trifasico-60Hz, procedencia China	10.00	u	1,491.20	14,912.00	30%	447.36	4,473.60	1,938.56	19,385.60	6,688.03	66,880.32
1.02	UD/UC-01 Mini Split Decorativo de 12,000 Btu/Hr, marca York, modelo YSDC12FS-ADG / YSEC12FS-ADG, refrigerante ecologico R-410A, eficiencia 13 SEER, 220v-monofasico-60Hz	1.00	u	384.80	384.80	20%	76.96	76.96	461.76	461.76	1,593.07	1,593.07
1.03	UD/UC-02,03 Mini Split Decorativo de 18,000 Btu/Hr, marca York, modelo YSDC18FS-ADG / YSEC18FS-ADG, refrigerante ecologico R-410A, eficiencia 13 SEER, 220v-monofasico-60Hz	2.00	u	796.80	1,593.60	20%	159.36	318.72	956.16	1,912.32	3,298.75	6,597.50
1.04	CA-01/02/03 Cortina de aire, longitud 0.90mt, energia 220V-monofasico-60Hz	3.00	u	124.00	372.00	20%	24.80	74.40	148.80	446.40	513.36	1,540.08
1.05	Termostato digital Inalambrico	10.00	u	32.00	320.00	10%	3.20	32.00	35.20	352.00	121.44	1,214.40
1.06	Pre filtros de aire lavables, fabricado en fibra sintetica azul y marco galvanizado de 3/4"	10.00	u	32.00	320.00	25%	8.00	80.00	40.00	400.00	138.00	1,380.00
1.07	Ductos metálicos fabricados en plancha galvanizada de 1/40 de espesor, dimensiones de ductos segun plano	1,248.63	kg	2.00	2,497.25	20%	0.40	499.45	2.40	2,996.70	8.28	10,338.63
1.08	Ductos flexibles con aislamiento térmico de lana de vidrio y foil de aluminio	1.00	global	1,593.60	1,593.60	20%	318.72	318.72	1,912.32	1,912.32	6,597.50	6,597.50
1.09	Aislamiento térmico de lana de vidrio de 1.5" de espesor revestido con foil de aluminio.	263.42	m2	6.00	1,580.54	20%	1.20	316.11	7.20	1,896.65	24.84	6,543.44
1.10	Difusores de aire con damper, fabricados en plancha galvanizada, pintado de color a definir en obra	7,803.60	pulg2	0.12	936.43	20%	0.02	187.29	0.14	1,123.72	0.50	3,876.83
1.11	Rejillas de retorno sin damper, fabricados en plancha galvanizada, pintado de color a definir en obra	6,480.00	pulg2	0.10	648.00	20%	0.02	129.60	0.12	777.60	0.41	2,682.72
1.12	Instalación de equipos de aire acondicionado, incluye tuberías de refrigeración rígida, cableado de control, aislamiento para tuberías, protector de face, visor líquido, filtro secador, presostato de alta y baja, instalación de termostato, conexión de drenaje, conexión de fuerza, carga de refrigerante R410A, instalación de cortinas de aire, pruebas de funcionamiento.	1.00	global	16,980.00	16,980.00	25%	4,245.00	4,245.00	21,225.00	21,225.00	73,226.25	73,226.25
					42,138.23							
								10,751.85	Sub-Total	52,890.07	Sub-Total	182,470.75
									IGV 18%	9,520.21	IGV 18%	32,844.73
									Total US\$	62,410.28	Total S/	215,315.48

Item	Descripción	Cant	Unidad	P.Costo	C Total	%	utilidad	T utilidad	P. Total	P. Total	P. Total	P. Total
1.00	SISTEMA DE EXTRACCION DE CAMPANAS											
1.01	EC-01, Extractor Centrifugo de Simple Entrada, marca UEZU, modelo VSF-18, de 3480 CFM, 1.5" c.a., motor 2.0HP, energia 220V-trifasico-60Hz, pintado con base y acabado epoxico, incluye tapa de acceso para mantenimiento	1.00	u	695.00	695.00	30%	208.50	208.50	903.50	903.50	3,117.08	3,117.08
1.02	EC-02, Extractor Centrifugo de Simple Entrada, marca UEZU, modelo VSF-22, de 6000 CFM, 1.6" c.a., motor 5.0HP, energia 220V-trifasico-60Hz, pintado con base y acabado epoxico, incluye tapa de acceso para mantenimiento	1.00	u	890.00	890.00	30%	267.00	267.00	1,157.00	1,157.00	3,991.65	3,991.65

1.03	EC-03, Extractor Centrifugo de Simple Entrada, marca UEZU, modelo VSF-18, de 3760 CFM, 1.5" c.a., motor 3.0HP, energia 220V-trifasico-60Hz, pintado con base y acabado epoxico, incluye tapa de acceso para mantenimiento	1.00	u	695.00	695.00	30%	208.50	208.50	903.50	903.50	3,117.08	3,117.08
1.04	CA-01, Campana de extraccion Freidora de Papas, de 2.15mt x 1.00mt fabricada en plancha de acero inoxidable satinado de 1.2mm de espesor calidad 304, con uniones electrosoldadas y pulidas. Incluye filtros de grasa tipo baffle	1.00	u	1,470.43	1,470.43	10%	147.04	147.04	1,617.47	1,617.47	5,580.28	5,580.28
1.05	CA-02, Campana de extraccion Cocina 02 hornilla de 1.00mt x 0.80mt fabricada en plancha de acero inoxidable satinado de 1.2mm de espesor calidad 304, con uniones electrosoldadas y pulidas. Incluye filtros de grasa tipo baffle	1.00	u	724.34	724.34	10%	72.43	72.43	796.77	796.77	2,748.86	2,748.86
1.06	CA-03, Campana de extraccion Cocina 04 hornillas de 1.90mt x 0.80mt fabricada en plancha de acero inoxidable satinado de 1.2mm de espesor calidad 304, con uniones electrosoldadas y pulidas. Incluye filtros de grasa tipo baffle	1.00	u	1,173.05	1,173.05	10%	117.31	117.31	1,290.36	1,290.36	4,451.73	4,451.73
1.07	Ductos metalicos fabricados en plancha de fierro negra de 1.2mm de espesor con uniones electrosoldadas y bridas de 1" con pernos de 1/4", pintado con base zincromato, incluye soportes	1,362.81	kg	6.00	8,176.85	20%	1.20	1,635.37	7.20	9,812.22	24.84	33,852.17
1.08	Instalación de Extractores Centrifugo, comprende: izaje y montaje de equipos de extraccion, suministro e instalacion de arrancador eléctrico para motor, instalacion de botoneras, conexión eléctrica de fuerza hasta 1.0mt, conexion de ductos a equipos, pruebas de funcionamiento.	1.00	global	3,139.00	3,139.00	30%	941.70	941.70	4,080.70	4,080.70	14,078.42	14,078.42
2.00	SISTEMA DE EXTRACCION DE BANOS											
2.01	ECH-01, Extractor Helicocentrifugo de 610 CFM, marca Vents, modelo TTPR-250, motor 300 Kw, energia 220V-monofasico-60Hz	1.00	u	176.00	176.00	30%	52.80	52.80	228.80	228.80	789.36	789.36
2.02	ECH-02, Extractor Helicocentrifugo de 202 CFM, marca Vents, modelo TTPR-160, motor 120 Kw, energia 220V-monofasico-60Hz	1.00	u	90.00	90.00	30%	27.00	27.00	117.00	117.00	403.65	403.65
2.03	ECH-03, Extractor Helicocentrifugo de 780 CFM, marca Vents, modelo TTPR-315, motor 300 Kw, energia 220V-monofasico-60Hz	1.00	u	220.00	220.00	30%	66.00	66.00	286.00	286.00	986.70	986.70
2.04	Ductos metálicos fabricados en plancha galvanizada de 1/40 de espesor, dimensiones de ductos segun plano	303.76	kg	2.00	607.52	20%	0.40	121.50	2.40	729.02	8.28	2,515.13
2.05	Rejillas de retorno de aire, fabricado en plancha galvanizada y color a definir por el cliente	512.00	Pulg2	0.12	61.44	20%	0.02	12.29	0.14	73.73	0.50	254.36
2.06	Instalación de equipos de extraccion segun plano, instalacion de equipos, cableado de control, instalacion de botonera, conexion de fuerza hasta 1.0mt de cada equipo, pruebas de funcionamiento.	1.00	Global	715.50	715.50	25%	178.88	178.88	894.38	894.38	3,085.59	3,085.59
				18,834.13				4,056.32	Sub-Total	22,890.45	Sub-Total	78,972.06
									IGV 18%	4,120.28	IGV 18%	14,214.97
									Total US\$	27,010.73	Total S/	93,187.03

Item	Descripción	Cant	Unidad	P.Costo	C Total	%	utilidad	T utilidad	P. Total	P. Total	P. Total	P. Total
1.00	SISTEMA DE INYECCION											

1.01	IC-01, Inyector Centrifugo de Gabinete, marca Tecnifan, modelo VCGT-18, de 6460 CFM, 1.7" c.a., motor 4.0HP, energia 220V-trifasico-60Hz, pintado con base y acabado epoxico, incluye tapa de facil acceso	1.00	u	950.00	950.00	30%	285.00	285.00	1,235.00	1,235.00	4,260.75	4,260.75
1.02	Ductos metálicos fabricados en plancha galvanizada de 1/40 de espesor, dimensiones de ductos segun plano	514.33	kg	2.00	1,028.66	20%	0.40	205.73	2.40	1,234.40	8.28	4,258.67
1.03	Pre filtros de aire lavables, fabricado en fibra sintetica azul y marco galvanizado de 3/4"	1.00	u	220.00	220.00	20%	44.00	44.00	264.00	264.00	910.80	910.80
1.04	Difusores de aire con damper, fabricados en plancha galvanizada, pintado de color a definir en obra	2,016.00	pulg2	0.12	241.92	20%	0.02	48.38	0.14	290.30	0.50	1,001.55
1.05	Instalación de Inyector Centrifugo, comprende: izaje y montaje de equipos, suministro e instalacion de arrancador eléctrico para motor, instalacion de botoneras, conexión eléctrica de fuerza hasta 1.0mt, conexion de ductos a equipos, pruebas de funcionamiento.	1.00	global	1,268.00	1,268.00	20%	253.60	253.60	1,521.60	1,521.60	5,249.52	5,249.52
				3,708.58				836.72	Sub-Total	4,545.30	Sub-Total	15,681.29
									IGV 18%	818.15	IGV 18%	2,822.63
									Total US\$	5,363.45	Total S/	18,503.92

80,325.82

Item	Descripción	Cant	Unidad	P.Costo	C Total	%	utilidad	T utilidad	P. Total	P. Total	P. Total	P. Total
1.00	MANTENIMIENTO PREVENTIVO ANUAL											
1.01	Mantenimiento de FC-01/02/03/04/05/06/07/08/09/10 Split ducto expansion directa de 60,000 Btu/Hr, marca York. 04 veces por ano	10.00	u	200.00	2,000.00	30%	60.00	600.00	260.00	2,600.00	897.00	8,970.00
1.02	Mantenimiento de UD/UC-01/02/03 Mini Split Decorativo pared, marca York, refrigerante ecologico R-410A, 220v-monofasico-60Hz. 04 veces por ano	3.00	u	140.00	420.00	30%	42.00	126.00	182.00	546.00	627.90	1,883.70
1.03	Mantenimiento de CA-01/02/03 Cortina de aire marca Innovair. 04 veces por ano	3.00	u	100.00	300.00	20%	20.00	60.00	120.00	360.00	414.00	1,242.00
1.04	Mantenimiento de EC-01, Extractor Centrifugo de Simple Entrada, marca UEZU, modelo VSF-18, de 3480 CFM, 2.0" c.a., motor 3.0HP, energia 220V-trifasico-60Hz. 04 veces por ano	1.00	u	256.00	256.00	25%	64.00	64.00	320.00	320.00	1,104.00	1,104.00
1.05	Mantenimiento de EC-02, Extractor Centrifugo de Simple Entrada, marca UEZU, modelo VSF-22, de 6000 CFM, 2.5" c.a., motor 5.0HP, energia 220V-trifasico-60Hz. 04 veces por ano	1.00	u	256.00	256.00	25%	64.00	64.00	320.00	320.00	1,104.00	1,104.00
1.06	Mantenimiento de EC-03, Extractor Centrifugo de Simple Entrada, marca UEZU, modelo VSF-18, de 3760 CFM, 2.0" c.a., motor 3.0HP, energia 220V-trifasico-60Hz. 04 veces por ano	1.00	u	256.00	256.00	25%	64.00	64.00	320.00	320.00	1,104.00	1,104.00
1.07	Mantenimiento de IC-01, Inyector Centrifugo de Gabinete, marca Tecnifan, modelo VCGT-18, de 6460 CFM, 1.0" c.a., motor 3.0HP, energia 220V-trifasico-60Hz. 04 veces por ano	1.00	u	256.00	256.00	25%	64.00	64.00	320.00	320.00	1,104.00	1,104.00
1.08	Mantenimiento de EHC-01/02/03, Extractor Helicocentrifugo, marca VENTS, modelo TT PRO. 04 veces por ano	3.00	u	100.00	300.00	20%	20.00	60.00	120.00	360.00	414.00	1,242.00
				3,744.00				1,042.00	Sub-Total	4,786.00	Sub-Total	16,511.70
									IGV 18%	861.48	IGV 18%	2,972.11
									Total US\$	5,647.48	Total US\$	19,483.81

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- La selección adecuada de equipos y componentes del sistema de ventilación y aire acondicionado del restaurant Pardos Chicken del Centro Comercial Megaplaza, permitirán crear un ambiente de confort fresco y agradable en sus instalaciones; beneficiando a los usuarios del recinto.
- Es necesario hacer un estudio y análisis preliminar de los planos de arquitectura para proyectar en el los sistemas de ventilación y aire acondicionado a considerar, con una contrastación posterior insitu de lo proyectado
- La evaluación de la ganancia de calor en el recinto a través de paredes, techos, vidrios al exterior, divisiones internas cielo rasos, pisos, radiación solar a través de vidrios equipos, personas, artefactos, infiltración a través de aberturas, se hacen necesarios siguiendo metódicamente recomendaciones prácticas, para luego hacer la selección de los equipos y componentes del sistema de ventilación y aire acondicionado
- Se hace necesaria la coordinación con las áreas de logística y técnica para proyectar un plan de actividades- tiempo afín de dar cumplimiento del montaje de equipos y componentes de aire acondicionado y ventilación, dentro del plazo proyectado. Siendo la más crítica el área de logística por la compra de equipos y materiales en forma oportuna y su disposición en obra.
- El sistema de aire acondicionado y ventilación muestran su operatividad y conformidad que garantizan su buen funcionamiento y proyección de la vida útil de las instalaciones, mediante los protocolo de pruebas que exigen los marcos normativos; dando satisfacción del proyecto al cliente Pardos Chicken.

6.2 Recomendaciones

Concluidos los trabajos y entregados los equipos de aire acondicionado a conformidad al cliente se le recomienda:

- Capacitar al usuario y personal de mantenimiento el uso correcto de los equipos de aire acondicionado
- El personal de mantenimiento debe ser un técnico calificado con conocimiento en el aire acondicionado
- Hacer periódicamente un mantenimiento preventivo o proyectivo para una larga prolongación de vida útil del equipo
- Instalar las unidades condensadoras en un sitio de fácil acceso para su mantenimiento y no tener riesgo de un accidente
- No se debe conectar otros equipos ajenos al sistema instalado, la instalación eléctrica debe ser exclusiva para los equipos de aire acondicionado.
- Al tener en el interior a veces caídas de tensión, el voltaje de la alimentación debería oscilar entre 90% y 110% del voltaje nominal.
- No es recomendable hacer vacío con bajas temperaturas del ambiente exterior con menos de 10°C o con bombas de vacío excesivamente grandes en relación a la instalación, porque puede provocar congelación de la humedad en el interior de la instalación y realizar falsos vacíos.

VII. REFERENCIALES

HUANCA ESQUÍA, Edgar Napoleón. ***“Diseño de un sistema de aire acondicionado para un restaurante ubicado en la ciudad de Lima”***.

Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Mecánico. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima. 2016. Recuperado de

<http://Users/Oficina/Desktop/UNAC%20%20INFORME%20TECNICO/Tesis/Restaurantes.pdf>

GUTIÉRREZ GIRALDO, Daniel. ***“Sistema de climatización para hotel cuatro estrellas ubicado en la ciudad de lima”***. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Mecánico. Universidad Pontificia Católica del Perú. Ecuador. 2009.

Recuperado de http://Users/Oficina/Desktop/UNAC%20%20INFORME%20TECNICO/Tesis/GUTIÉRREZ_GIRALDO_DANIEL_SISTEMA_CLIMATIZACION_HOTEL.pdf

BONILLA BARRIOS, José Carlos. ***“Propuesta de Selección e Instalación de un Sistema de Aire Acondicionado para los Quirófanos del Hospital Policlínico Roma del Instituto Salvadoreño del Seguro Social”***. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Mecánico. Universidad del Salvador. Argentina. 2015. Recuperado de <http://ri.ues.edu.sv/7506/>

LÓPEZ PÉREZ, Irma Cristina y OREJUELA TIAGUARO, María Gabriela. ***“Diseño de un sistema de climatización para un hotel Zeus”***. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Mecánico. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador. 2009. Recuperado de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/261>

ASHRAE: Sociedad Americana de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado. **ASHRAE CAPITULO 33: Kitchen**

Ventilation, Norma para Características del Rodete de Ventiladores Utilizados en Extracción de Campanas

ASHRAE: Sociedad Americana de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado. **ASHRAE 55: Kitchen Ventilation, Norma para Ventilación en Cocinas.**

RNE: REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES. . **Rubro Electromecánica: Ventilación en Campanas y Ductos**

RNE: REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES. **A 010. Capítulo IX: Requisitos de Ventilación y Acondicionamiento Ambiental.** Norma peruana de edificaciones.

RNE: REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES. **EM 50: Instalaciones de Climatización.** Norma peruana de edificaciones.


ASHRAE: Sociedad Americana de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado. **ASHRAE 62: Norma de Ventilacion para la calidad del aire interior aceptable.** Atlanta. Asociación comprometida avanzar en las artes y las ciencias de la calefacción, ventilación, aire acondicionado y la refrigeración.

ASHRAE: Sociedad Americana de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado. **ASHRAE 129: Norma para medir la efectividad del cambio del aire.** Atlanta. Asociación comprometida avanzar en las artes y las ciencias de la calefacción, ventilación, aire acondicionado y la refrigeración.

VIII. ANEXOS Y PLANOS

8.1 Anexos

ANEXO 01: PROTOCOLO DE PRUEBAS DE SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO

	PROTOCOLO DE PRUEBAS DE SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO			Formato:	PPSAA-2017
				Revision:	1
				N Registro:	
				Fecha:	May-17
NOMBRE DEL PROYECTO: INSTALACION DE AIRE ACONDICIONADO PARDOS CHICKEN - MEGAPLAZA				FECHA: 25/01/2017	
INSPECCIONADO POR:		NOMBRE:		FIRMA:	
JEFE DE OPERACIONES Y/O SUPERVISOR DIRECTO:		NOMBRE:		FIRMA:	
SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO - UC-01					
UNIDAD: SPLIT DUCTO - EXPANSION DIRECTA			PROCEDENCIA: CHINA		
MARCA: YORK			CAPACIDAD: 60,000 Btu/h		
VOLTAJE / FASES / HZ / CONSUMO: 220V / 3PH / 60Hz / 7KW					
EQUIPO: CONDENSADORA		MODELO: YNXFYCO60		SERIE: 333002113160900009	
EQUIPO: EVAPORADORA		MODELO: YNSFXCO60		SERIE: 316401331160700028	
EQUIPO:		MODELO:		SERIE:	
EQUIPO:		MODELO:		SERIE:	
INSTRUMENTOS DE MEDICION PARA LAS PRUEBAS					
a) MANOMETRO					
MARCA: CPS			CERTIFICADO: LFP-311-2015		
MODELO: S/M			FECHA DE CALIBRACION: 19-10-2016		
RANGO: 0 a 500 PSI					
b) AMPERIMETRO					
MARCA: CPS			CERTIFICADO: LE-413-2015		
MODELO: AC750			FECHA DE CALIBRACION: 19-10-2016		
RANGO:					
PRUEBA DE MEDICION DE PRESION					
CANT	EQUIPO		BAJA PRESION (PSI)	ALTA PRESION (PSI)	VACIO (microns)
1	SPLIT DUCTO-01	ATENCION AL RECIEN NACIDO			
2	SPLIT DUCTO-02				
3	SPLIT DUCTO-03				
MEDICION DE CORRIENTE Y VOLTAJE					
CANT	EQUIPO		VOLTAJE (L1-L2/L1-L3/L2-L3)	CORRIENTE (A1/A2/A3)	
1	SPLIT DUCTO-01	SALON 1ER PISO			
2	SPLIT DUCTO-02	SALON 1ER PISO			
3	SPLIT DUCTO-03	SALON 1ER PISO			
4					
OBSERVACIONES:					
ELABORADO POR:		SUPERVISOR INSTALADOR:		SUPERVISOR CLIENTE:	
NOMBRE:		NOMBRE:		NOMBRE:	
FECHA:		FECHA:		FECHA:	



PROTOCOLO DE PRUEBAS DE SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO

Formato:	PPSAA-2014
Revision:	1
N Registro:	
Fecha:	Jul-15

NOMBRE DEL PROYECTO: INSTALACION DE AIRE ACONDICIONADO PARDOS CHICKEN - MEGAPLAZA **FECHA:** 25/01/2016

INSPECCIONADO POR:	NOMBRE:	FIRMA:
JEFE DE OPERACIONES Y/O SUPERVISOR DIRECTO:	NOMBRE:	FIRMA:

SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO - UC-02

UNIDAD: SPLIT DUCTO - EXPANSION DIRECTA	PROCEDENCIA: CHINA	
MARCA: YORK	CAPACIDAD: 60,000 Btu/h	
VOLTAJE / FASES / HZ / CONSUMO: 220V / 3PH / 60Hz / 7KW		
EQUIPO: CONDENSADORA	MODELO: YNXYFC060	SERIE: 333002113160900037
EQUIPO: EVAPORADORA	MODELO: YNSFXC060	SERIE: 316401331160700010
EQUIPO:	MODELO:	SERIE:
EQUIPO:	MODELO:	SERIE:

INSTRUMENTOS DE MEDICION PARA LAS PRUEBAS

a) MANOMETRO

MARCA : CPS	CERTIFICADO: LFP-311-2015
MODELO: S/M	FECHA DE CALIBRACION: 19-10-2016
RANGO: 0 a 500 PSI	

b) AMPERIMETRO

MARCA : CPS	CERTIFICADO: LE-413-2015
MODELO: AC750	FECHA DE CALIBRACION: 19-10-2016
RANGO:	

PRUEBA DE MEDICION DE PRESION


CANT	EQUIPO	BAJA PRESION (PSI)	ALTA PRESION (PSI)
1	SPLIT DUCTO-02 SALON 1ER PISO	105	340
2			
3			

MEDICION DE CORRIENTE Y VOLTAJE

CANT	EQUIPO	VOLTAJE (L1-L2/L1-L3/L2-L3)	CORRIENTE (A1/A2/A3)
1	SPLIT DUCTO-02 SALON 1ER PISO	201/198/197	18.3/11.8/12.7
2			
3			
4			

OBSERVACIONES:

ELABORADO POR:	SUPERVISOR INSTALADOR:	SUPERVISOR CLIENTE:
NOMBRE:	NOMBRE:	NOMBRE:
FECHA:	FECHA:	FECHA:

	PROTOCOLO DE PRUEBAS DE SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO		Formato:	PPSAA-2014
			Revision:	1
			N Registro:	
			Fecha:	Jul-15
NOMBRE DEL PROYECTO: INSTALACION DE AIRE ACONDICIONADO PARDOS CHICKEN - MEGAPLAZA			FECHA: 25/01/2017	
INSPECCIONADO POR:		NOMBRE:		FIRMA:
JEFE DE OPERACIONES Y/O SUPERVISOR DIRECTO:		NOMBRE:		FIRMA:
SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO - UC-03				
UNIDAD: SPLIT DUCTO - EXPANSION DIRECTA			PROCEDENCIA: CHINA	
MARCA: YORK			CAPACIDAD: 60,000 Btu/h	
VOLTAJE / FASES / HZ / CONSUMO: 220V / 3PH / 60Hz / 7KW				
EQUIPO: CONDENSADORA		MODELO: YNXYCO60		SERIE: 333002113160900031
EQUIPO: EVAPORADORA		MODELO: YNSFXC060		SERIE: 316401331160700007
EQUIPO:		MODELO:		SERIE:
EQUIPO:		MODELO:		SERIE:
INSTRUMENTOS DE MEDICION PARA LAS PRUEBAS				
a) MANOMETRO				
MARCA: CPS			CERTIFICADO: LFP-311-2015	
MODELO: S/M			FECHA DE CALIBRACION: 19-10-2016	
RANGO: 0 a 500 PSI				
b) AMPERIMETRO				
MARCA: CPS			CERTIFICADO: LE-413-2015	
MODELO: AC750			FECHA DE CALIBRACION: 19-10-2016	
RANGO:				
PRUEBA DE MEDICION DE PRESION				
CANT	EQUIPO	BAJA PRESION (PSI)	ALTA PRESION (PSI)	
1	SPLIT DUCTO-03	110	360	
2				
3				
MEDICION DE CORRIENTE Y VOLTAJE				
CANT	EQUIPO	VOLTAJE (L1-L2/L1-L3/L2-L3)	CORRIENTE (A1/A2/A3)	
1	SPLIT DUCTO-03	192/197/198	19/13.3/13.1	
2				
3				
4				
OBSERVACIONES:				
ELABORADO POR:		SUPERVISOR INSTALADOR:		SUPERVISOR CLIENTE:
NOMBRE:		NOMBRE:		NOMBRE:
FECHA:		FECHA:		FECHA:



PROTOCOLO DE PRUEBAS DE SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO

Formato:	PPSAA-2014
Revision:	1
N Registro:	
Fecha:	Jul-15

NOMBRE DEL PROYECTO: INSTALACION DE AIRE ACONDICIONADO PARDOS CHICKEN - MEGAPLAZA **FECHA:** 25/01/2017

INSPECCIONADO POR:	NOMBRE:	FIRMA:
JEFE DE OPERACIONES Y/O SUPERVISOR DIRECTO:	NOMBRE:	FIRMA:

SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO - UC-04

UNIDAD: SPLIT DUCTO - EXPANSION DIRECTA	PROCEDENCIA: CHINA	
MARCA: YORK	CAPACIDAD: 60,000 Btu/h	
VOLTAJE / FASES / HZ / CONSUMO: 220V / 3PH / 60Hz / 7KW		
EQUIPO: CONDENSADORA	MODELO: YNXFYCO60	SERIE: 333002113160900017
EQUIPO: EVAPORADORA	MODELO: YNSFXC060	SERIE: 316401331160700062
EQUIPO:	MODELO:	SERIE:
EQUIPO:	MODELO:	SERIE:

INSTRUMENTOS DE MEDICION PARA LAS PRUEBAS

a) MANOMETRO	
MARCA : CPS	CERTIFICADO: LFP-311-2015
MODELO: S/M	FECHA DE CALIBRACION: 19-10-2016
RANGO: 0 a 500 PSI	
b) AMPERIMETRO	
MARCA : CPS	CERTIFICADO: LE-413-2015
MODELO: AC750	FECHA DE CALIBRACION: 19-10-2016
RANGO:	

PRUEBA DE MEDICION DE PRESION


CANT	EQUIPO	BAJA PRESION (PSI)	ALTA PRESION (PSI)
1	SPLIT DUCTO-04 SALON 1ER PISO	110	360
2			
3			


MEDICION DE CORRIENTE Y VOLTAJE


CANT	EQUIPO	VOLTAJE (L1-L2/L1-L3/L2-L3)	CORRIENTE (A1/A2/A3)
1	SPLIT DUCTO-04 SALON 1ER PISO	191/195/195	19.5/13.4/12.9
2			
3			
4			

OBSERVACIONES:

ELABORADO POR:	SUPERVISOR INSTALADOR:	SUPERVISOR CLIENTE:
NOMBRE:	NOMBRE:	NOMBRE:
FECHA:	FECHA:	FECHA:

	PROTOCOLO DE PRUEBAS DE SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO		Formato:	PPSAA-2014
			Revision:	1
			N Registro:	
			Fecha:	Jul-15
NOMBRE DEL PROYECTO: INSTALACION DE AIRE ACONDICIONADO PARDOS CHICKEN - MEGAPLAZA			FECHA: 25/01/2017	
INSPECCIONADO POR:		NOMBRE:		FIRMA:
JEFE DE OPERACIONES Y/O SUPERVISOR DIRECTO:		NOMBRE:		FIRMA:
SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO - UC-05				
UNIDAD: SPLIT DUCTO - EXPANSION DIRECTA			PROCEDECENCIA: CHINA	
MARCA: YORK			CAPACIDAD: 60,000 Btu/h	
VOLTAJE / FASES / HZ / CONSUMO: 220V / 3PH / 60Hz / 7KW				
EQUIPO: CONDENSADORA		MODELO: YNXFYCO60	SERIE: 333002113160900032	
EQUIPO: EVAPORADORA		MODELO: YNSFXCO60	SERIE: 341401331160700036	
EQUIPO:		MODELO:	SERIE:	
EQUIPO:		MODELO:	SERIE:	
INSTRUMENTOS DE MEDICION PARA LAS PRUEBAS				
a) MANOMETRO				
MARCA: CPS			CERTIFICADO: LFP-311-2015	
MODELO: S/M			FECHA DE CALIBRACION: 19-10-2016	
RANGO: 0 a 500 PSI				
b) AMPERIMETRO				
MARCA: CPS			CERTIFICADO: LE-413-2015	
MODELO: AC750			FECHA DE CALIBRACION: 19-10-2016	
RANGO:				
PRUEBA DE MEDICION DE PRESION				
CANT	EQUIPO	BAJA PRESION (PSI)	ALTA PRESION (PSI)	
1	SPLIT DUCTO-05 SALON JUEGOS	105	320	
2				
3				
MEDICION DE CORRIENTE Y VOLTAJE				
CANT	EQUIPO	VOLTAJE (L1-L2/L1-L3/L2-L3)	CORRIENTE (A1/A2/A3)	
1	SPLIT DUCTO-05 SALON JUEGOS	200/198/198	18/13.8/11.9	
2				
3				
4				
OBSERVACIONES:				
ELABORADO POR:		SUPERVISOR INSTALADOR:		SUPERVISOR CLIENTE:
NOMBRE:		NOMBRE:		NOMBRE:
FECHA:		FECHA:		FECHA:

	PROTOCOLO DE PRUEBAS DE SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO		Formato:	PPSAA-2014
			Revision:	1
			N Registro:	
			Fecha:	Jul-15
NOMBRE DEL PROYECTO: INSTALACION DE AIRE ACONDICIONADO PARDOS CHICKEN - MEGAPLAZA			FECHA: 25/01/2017	
INSPECCIONADO POR:		NOMBRE:		FIRMA:
JEFE DE OPERACIONES Y/O SUPERVISOR DIRECTO:		NOMBRE:		FIRMA:
SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO - UC-06				
UNIDAD: SPLIT DUCTO - EXPANSION DIRECTA			PROCEDENCIA: CHINA	
MARCA: YORK			CAPACIDAD: 60,000 Btu/h	
VOLTAJE / FASES / HZ / CONSUMO: 220V / 3PH / 60Hz / 7KW				
EQUIPO: CONDENSADORA		MODELO: YNXFYCO60		SERIE: 333002113160900001
EQUIPO: EVAPORADORA		MODELO: YNSFXC060		SERIE: 341401331160700035
EQUIPO:		MODELO:		SERIE:
EQUIPO:		MODELO:		SERIE:
INSTRUMENTOS DE MEDICION PARA LAS PRUEBAS				
a) MANOMETRO				
MARCA: CPS			CERTIFICADO: LFP-311-2015	
MODELO: S/M			FECHA DE CALIBRACION: 19-10-2016	
RANGO: 0 a 500 PSI				
b) AMPERIMETRO				
MARCA: CPS			CERTIFICADO: LE-413-2015	
MODELO: AC750			FECHA DE CALIBRACION: 19-10-2016	
RANGO:				
PRUEBA DE MEDICION DE PRESION				
CANT	EQUIPO	BAJA PRESION (PSI)	ALTA PRESION (PSI)	
1	SPLIT DUCTO-06 SALON TERRAZA	105	320	
2				
3				
MEDICION DE CORRIENTE Y VOLTAJE				
CANT	EQUIPO	VOLTAJE (L1-L2/L1-L3/L2-L3)	CORRIENTE (A1/A2/A3)	
1	SPLIT DUCTO-06 SALON TERRAZA	197/197/198	18.3/14.1/12.3	
2				
3				
4				
OBSERVACIONES:				
ELABORADO POR:		SUPERVISOR INSTALADOR:		SUPERVISOR CLIENTE:
NOMBRE:		NOMBRE:		NOMBRE:
FECHA:		FECHA:		FECHA:

	PROTOCOLO DE PRUEBAS DE SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO		Formato:	PPSAA-2014
			Revision:	1
			N Registro:	
			Fecha:	Jul-15
NOMBRE DEL PROYECTO: INSTALACION DE AIRE ACONDICIONADO PARDOS CHICKEN - MEGAPLAZA			FECHA: 25/01/2017	
INSPECCIONADO POR:		NOMBRE:		FIRMA:
JEFE DE OPERACIONES Y/O SUPERVISOR DIRECTO:		NOMBRE:		FIRMA:
SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO - UC-07				
UNIDAD: SPLIT DUCTO - EXPANSION DIRECTA			PROCEDENCIA: CHINA	
MARCA: YORK			CAPACIDAD: 60,000 Btu/h	
VOLTAJE / FASES / HZ / CONSUMO: 220V / 3PH / 60Hz / 7KW				
EQUIPO: CONDENSADORA		MODELO: YNXFYC060	SERIE: 333002113160900025	
EQUIPO: EVAPORADORA		MODELO: YNSFXC060	SERIE: 316401331160700048	
EQUIPO:		MODELO:	SERIE:	
EQUIPO:		MODELO:	SERIE:	
INSTRUMENTOS DE MEDICION PARA LAS PRUEBAS				
a) MANOMETRO				
MARCA: CPS			CERTIFICADO: LFP-311-2015	
MODELO: S/M			FECHA DE CALIBRACION: 19-10-2016	
RANGO: 0 a 500 PSI				
b) AMPERIMETRO				
MARCA: CPS			CERTIFICADO: LE-413-2015	
MODELO: AC750			FECHA DE CALIBRACION: 19-10-2016	
RANGO:				
PRUEBA DE MEDICION DE PRESION				
CANT	EQUIPO	BAJA PRESION (PSI)	ALTA PRESION (PSI)	
1	SPLIT DUCTO-07 SALON 1ER PISO	110	360	
2				
3				
MEDICION DE CORRIENTE Y VOLTAJE				
CANT	EQUIPO	VOLTAJE (L1-L2/L1-L3/L2-L3)	CORRIENTE (A1/A2/A3)	
1	SPLIT DUCTO-07 SALON 1ER PISO	200/197/197	18.2/11.9/10.5	
2				
3				
4				
OBSERVACIONES:				
ELABORADO POR:		SUPERVISOR INSTALADOR:		SUPERVISOR CLIENTE:
NOMBRE:		NOMBRE:		NOMBRE:
FECHA:		FECHA:		FECHA:



PROTOCOLO DE PRUEBAS DE SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO

Formato:	PPSAA-2014
Revision:	1
N Registro:	
Fecha:	Jul-15

NOMBRE DEL PROYECTO: INSTALACION DE AIRE ACONDICIONADO PARDOS CHICKEN - MEGAPLAZA	FECHA: 25/01/2017
--	--------------------------

INSPECCIONADO POR:	NOMBRE:	FIRMA:
JEFE DE OPERACIONES Y/O SUPERVISOR DIRECTO:	NOMBRE:	FIRMA:

SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO - UC-08

UNIDAD: SPLIT DUCTO - EXPANSION DIRECTA	PROCEDENCIA: CHINA	
MARCA: YORK	CAPACIDAD: 60,000 Btu/h	
VOLTAJE / FASES / HZ / CONSUMO: 220V / 3PH / 60Hz / 7KW		
EQUIPO: CONDENSADORA	MODELO: YNXYCO60	SERIE: 333002113160900044
EQUIPO: EVAPORADORA	MODELO: YNSFXC060	SERIE: 316401331160700023
EQUIPO:	MODELO:	SERIE:
EQUIPO:	MODELO:	SERIE:

INSTRUMENTOS DE MEDICION PARA LAS PRUEBAS

a) MANOMETRO	
MARCA : CPS	CERTIFICADO: LFP-311-2015
MODELO: S/M	FECHA DE CALIBRACION: 19-10-2016
RANGO: 0 a 500 PSI	
b) AMPERIMETRO	
MARCA : CPS	CERTIFICADO: LE-413-2015
MODELO: AC750	FECHA DE CALIBRACION: 19-10-2016
RANGO:	

PRUEBA DE MEDICION DE PRESION


CANT	EQUIPO	BAJA PRESION (PSI)	ALTA PRESION (PSI)
1	SPLIT DUCTO-08 SALON 1ER PISO	110	365
2			
3			


MEDICION DE CORRIENTE Y VOLTAJE

CANT	EQUIPO	VOLTAJE (L1-L2/L1-L3/L2-L3)	CORRIENTE (A1/A2/A3)
1	SPLIT DUCTO-08 SALON 1ER PISO	191/198/198	18.5/13.0/11.5
2			
3			
4			

OBSERVACIONES:

ELABORADO POR:	SUPERVISOR INSTALADOR:	SUPERVISOR CLIENTE:
NOMBRE:	NOMBRE:	NOMBRE:
FECHA:	FECHA:	FECHA:

	PROTOCOLO DE PRUEBAS DE SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO		Formato:	PPSAA-2014
			Revision:	1
			N Registro:	
			Fecha:	Jul-15
NOMBRE DEL PROYECTO: INSTALACION DE AIRE ACONDICIONADO PARDOS CHICKEN - MEGAPLAZA			FECHA: 25/01/2017	
INSPECCIONADO POR:		NOMBRE:		FIRMA:
JEFE DE OPERACIONES Y/O SUPERVISOR DIRECTO:		NOMBRE:		FIRMA:
SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO - UE-09/UC-09				
UNIDAD: SPLIT DUCTO - EXPANSION DIRECTA			PROCEDENCIA: CHINA	
MARCA: YORK			CAPACIDAD: 60,000 Btu/h	
VOLTAJE / FASES / HZ / CONSUMO: 220V / 3PH / 60Hz / 7KW				
EQUIPO: CONDENSADORA		MODELO: YNXFYCO60	SERIE: 333002113160900011	
EQUIPO: EVAPORADORA		MODELO: YNSFXCO60	SERIE: 316401331160700003	
EQUIPO:		MODELO:	SERIE:	
EQUIPO:		MODELO:	SERIE:	
INSTRUMENTOS DE MEDICION PARA LAS PRUEBAS				
a) MANOMETRO				
MARCA: CPS			CERTIFICADO: LFP-311-2015	
MODELO: S/M			FECHA DE CALIBRACION: 19-10-2016	
RANGO: 0 a 500 PSI				
b) AMPERIMETRO				
MARCA: CPS			CERTIFICADO: LE-413-2015	
MODELO: AC750			FECHA DE CALIBRACION: 19-10-2016	
RANGO:				
PRUEBA DE MEDICION DE PRESION				
CANT	EQUIPO		BAJA PRESION (PSI)	ALTA PRESION (PSI)
1	SPLIT DUCTO-09	SALON 1ER PISO	110	360
2				
3				
MEDICION DE CORRIENTE Y VOLTAJE				
CANT	EQUIPO		VOLTAJE (L1-L2/L1-L3/L2-L3)	CORRIENTE (A1/A2/A3)
1	SPLIT DUCTO-09	SALON 1ER PISO	201/201/200	18.1/12.6/11.7
2				
3				
4				
OBSERVACIONES:				
ELABORADO POR:		SUPERVISOR INSTALADOR:		SUPERVISOR CLIENTE:
NOMBRE:		NOMBRE:		NOMBRE:
FECHA:		FECHA:		FECHA:

	PROTOCOLO DE PRUEBAS DE SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO		Formato:	PPSAA-2014
			Revision:	1
			N Registro:	
			Fecha:	Jul-15
NOMBRE DEL PROYECTO: INSTALACION DE AIRE ACONDICIONADO PARDOS CHICKEN - MEGAPLAZA			FECHA: 25/01/2017	
INSPECCIONADO POR:		NOMBRE:		FIRMA:
EFE DE OPERACIONES Y/O SUPERVISOR DIRECTO:		NOMBRE:		FIRMA:
SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO - UE-10/UC-10				
UNIDAD: SPLIT DUCTO - EXPANSION DIRECTA		PROCEDENCIA: CHINA		
MARCA: YORK		CAPACIDAD: 60,000 Btu/h		
VOLTAJE / FASES / HZ / CONSUMO: 220V / 3PH / 60Hz / 7KW				
QUIPO: CONDENSADORA		MODELO: YNXFYCO60	SERIE: 333002113160900042	
QUIPO: EVAPORADORA		MODELO: YNSFXCO60	SERIE: 316401331160700008	
QUIPO:		MODELO:	SERIE:	
QUIPO:		MODELO:	SERIE:	
INSTRUMENTOS DE MEDICION PARA LAS PRUEBAS				
) MANOMETRO				
MARCA: CPS		CERTIFICADO: LFP-311-2015		
MODELO: S/M		FECHA DE CALIBRACION: 19-10-2016		
RANGO: 0 a 500 PSI				
) AMPERIMETRO				
MARCA: CPS		CERTIFICADO: LE-413-2015		
MODELO: AC750		FECHA DE CALIBRACION: 19-10-2016		
RANGO:				
PRUEBA DE MEDICION DE PRESION				
CANT	EQUIPO		BAJA PRESION (PSI)	ALTA PRESION (PSI)
1	SPLIT DUCTO-10	SALON 1ER PISO	110	365
2				
3				
MEDICION DE CORRIENTE Y VOLTAJE				
CANT	EQUIPO		VOLTAJE (L1-L2/L1-L3/L2-L3)	CORRIENTE (A1/A2/A3)
1	SPLIT DUCTO-10	SALON 1ER PISO	197/198/198	18.3/12.8/11.6
2				
3				
4				
OBSERVACIONES:				
LABORADO POR:		SUPERVISOR INSTALADOR:		SUPERVISOR CLIENTE:
NOMBRE:		NOMBRE:		NOMBRE:
FECHA:		FECHA:		FECHA:

ANEXO 02: TABLAS DE DIFERENCIA DE TEMPERATURA PARA CARGAS DE ENFRIAMIENTO

TABLA 6.1 DIFERENCIAS DE TEMPERATURA PARA CARGAS DE ENFRIAMIENTO (DTCE) PARA CALCULAR CARGAS DEBIDAS A TECHOS PLANOS, 1°F

Techo No.	Descripción de la construcción	Hora Peso, lb/ft ²	Valor de U, BTU/h Ft ² °F	Hora solar, h																							
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
				Sin ciclo raso suspendido																							
1.	Láminas de metal con aislamiento de 1 o 2 in	7 (8)	0.213 (0.124)	1	-2	-3	-3	-3	-3	0	19	34	49	61	71	78	79	77	70	59	43	30	18	12	8	5	3
2.	Madera de 1 in con aislamiento de 1 in	8	0.170	6	3	0	-1	-3	-3	-2	4	14	27	39	52	62	70	74	74	70	62	51	38	28	20	14	9
3.	Concreto ligero de 4 in	18	0.213	9	5	2	0	-2	-3	-3	1	9	20	33	44	55	64	70	73	71	66	57	43	34	25	18	13
4.	Concreto pesado de 1 a 2 in con aislamiento de 2 in	29	0.206 (0.122)	12	8	5	3	0	-1	-1	3	11	20	30	41	51	59	65	66	66	62	54	43	36	29	22	17
5.	Madera de 1 in con aislamiento de 2 in	19	0.109	3	0	-3	-4	-5	-7	-6	-3	5	16	27	39	49	57	63	64	62	57	48	37	26	18	11	7
6.	Concreto ligero de 6 in	24	0.154	22	17	13	9	6	3	1	1	3	7	15	23	33	43	51	58	62	64	62	57	50	42	35	28
7.	Madera de 2.5 in con aislamiento de 1 in	13	0.130	29	24	20	16	13	10	7	6	6	9	13	20	27	34	42	48	53	55	56	54	49	44	39	34
8.	Concreto ligero de 8 in	31	0.126	35	30	26	22	18	14	11	9	7	7	9	13	19	25	33	39	46	50	53	54	53	49	45	40
9.	Concreto pesado de 4 in con aislamiento de 1 o 2 in	52	0.200 (0.120)	25	22	18	15	12	9	8	8	10	14	20	28	35	40	46	50	53	53	52	48	43	38	34	30
10.	Madera de 2.5 in con aislamiento de 2 in	13	0.083	30	26	23	19	16	13	10	9	8	9	13	17	23	29	36	41	46	49	51	50	47	43	39	35
11.	Sistema de terrazas de techo	75	0.106	34	31	28	25	22	19	16	14	13	13	15	18	22	26	31	36	40	44	45	46	45	43	40	37
12.	Concreto pesado de 6 in con aislamiento de 1 o 2 in	73	0.192 (0.117)	31	28	25	22	20	17	15	14	14	16	18	22	26	31	36	40	43	45	45	44	42	40	37	34
13.	Madera de 4 in con aislamiento de 1 o 2 in	17	0.106 (0.078)	38	36	33	30	28	25	22	20	18	17	16	17	18	21	24	28	32	36	39	41	43	43	42	40
				Con ciclo raso suspendido																							
1.	Láminas de acero con aislamiento de 1 o 2 in	9 (10)	0.134 (0.092)	2	0	-2	-3	-4	-4	-1	9	23	37	50	62	71	77	78	74	67	56	42	28	18	12	8	5
2.	Madera de 1 in con aislamiento de 1 in	10	0.115	20	15	11	8	5	3	2	3	7	13	21	30	40	48	55	60	62	58	51	44	37	30	27	25
3.	Concreto ligero de 4 in	20	0.134	19	14	10	7	4	2	0	0	4	10	18	28	39	48	56	62	65	64	61	54	46	38	30	24
4.	Concreto pesado de 2 in con aislamiento de 1 in	30	0.131	28	25	23	20	17	15	13	13	14	16	20	25	30	35	39	43	46	47	46	44	41	38	35	32
5.	Madera de 1 in con aislamiento de 2 in	10	0.083	25	20	16	13	10	7	5	5	7	12	18	25	33	41	48	53	57	57	56	52	46	40	34	29
6.	Concreto ligero de 6 in	26	0.109	32	28	23	19	16	13	10	8	7	8	11	16	22	29	36	42	48	52	54	54	51	47	42	37
7.	Madera de 2.5 in con aislamiento de 1 in	15	0.096	34	31	29	26	23	21	18	16	15	15	16	18	21	25	30	34	38	41	43	44	44	42	40	37
8.	Concreto ligero de 8 in	33	0.093	39	36	33	29	26	23	20	18	15	14	14	15	17	20	25	29	34	38	42	45	46	45	44	42
9.	Concreto pesado de 4 in con aislamiento de 1 o 2 in	53	0.128 (0.090)	30	29	27	26	24	22	21	20	20	21	22	24	27	29	32	34	36	38	38	38	37	36	34	33
10.	Madera de 2.5 in con aislamiento de 2 in	15	0.072	35	33	30	28	26	24	22	20	18	18	20	22	25	28	32	35	38	40	41	41	40	39	37	37
11.	Sistema de terrazas de techo	77	0.082	30	29	28	27	26	25	24	23	22	22	22	23	25	28	32	36	39	41	42	42	41	40	39	37
12.	Concreto pesado con aislamiento de 1 o 2 in	77	0.125 (0.080)	29	28	27	26	25	24	23	22	21	21	22	23	25	28	32	36	39	41	42	42	41	40	39	37
13.	Madera de 4 in con aislamiento de 1 o 2 in	19	0.082 (0.064)	35	34	33	32	31	29	27	26	24	23	22	21	22	23	24	25	27	30	32	34	35	36	37	36

TABLA 6.2 DIFERENCIAS DE TEMPERATURA PARA CARGA DE ENFRIAMIENTO (DTCE) PARA CÁLCULO DE CARGA DE PAREDES AL SOL, 1°F

	Hora solar, h																								Hora de la DTCE máxima	DTCE mínima	DTCE máxima	Diferencia de DTCE	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24					
Latitud norte, orientación de pared	Paredes grupo A																												
N	14	14	14	13	13	13	12	12	11	11	10	10	10	10	10	11	11	12	12	13	13	14	14	14	2	10	14	4	
NE	19	19	19	18	17	17	16	15	15	15	15	15	16	16	17	18	18	18	19	19	20	20	20	20	22	15	20	5	
E	24	24	23	23	22	21	20	19	18	18	19	19	20	21	22	23	24	24	25	25	25	25	25	25	22	18	25	7	
SE	24	23	23	22	21	20	20	19	18	18	18	18	19	20	21	22	23	23	24	24	24	24	24	24	22	18	24	6	
S	20	20	19	19	18	18	17	16	16	15	14	14	14	14	14	15	16	17	18	19	19	20	20	20	23	14	20	6	
SW	25	25	25	24	24	23	22	21	20	19	19	19	18	17	17	17	18	19	20	20	22	23	24	25	25	24	17	25	8
W	27	27	26	26	25	24	24	23	22	21	20	19	19	18	18	18	19	20	20	22	23	25	26	26	1	18	27	9	
NW	21	21	21	20	20	19	19	18	17	16	16	15	15	14	14	14	15	16	17	18	19	20	21	21	1	14	21	7	
	Paredes grupo B																												
N	15	14	14	13	12	11	11	10	9	9	9	8	8	8	9	10	11	12	13	14	14	15	15	15	24	8	15	7	
NE	19	19	17	16	15	14	13	12	12	12	13	14	15	16	17	18	19	19	20	20	21	21	20	20	21	12	21	9	
E	23	22	21	20	18	17	16	15	15	15	17	18	21	22	24	25	26	26	27	27	26	26	25	24	20	15	27	12	
SE	23	22	21	20	18	17	16	15	14	14	15	16	18	20	21	23	24	25	26	26	26	25	24	24	21	14	26	12	
S	21	20	19	18	17	15	14	13	12	11	11	11	11	12	14	15	17	19	20	21	22	22	22	21	25	11	22	11	
SW	27	27	25	24	22	21	19	18	16	15	14	14	13	13	14	15	17	20	22	23	27	28	28	28	24	15	28	15	
W	28	28	27	26	24	23	21	19	18	17	16	15	14	14	14	15	17	20	22	23	27	29	29	29	24	14	30	16	
NW	23	22	21	20	19	18	17	15	14	13	13	12	12	12	11	12	13	13	13	13	19	21	22	23	23	24	11	23	12
	Paredes grupo C																												
N	15	14	13	12	11	10	9	8	8	7	7	7	8	8	9	10	12	13	14	15	16	17	17	16	22	7	17	10	
NE	19	17	16	14	13	11	10	10	11	13	15	17	19	20	21	22	22	23	23	23	23	22	21	20	20	10	23	13	
E	22	21	19	17	15	14	12	12	14	16	19	22	25	27	29	29	30	30	30	29	28	27	26	24	18	12	30	18	
SE	22	21	19	17	15	14	12	12	12	13	16	19	22	24	26	28	29	29	29	28	27	26	24	22	19	12	29	17	
S	21	19	18	16	15	13	12	10	9	9	9	10	11	14	17	20	22	24	25	26	25	25	24	22	20	9	26	17	
SW	29	27	25	22	20	18	16	15	15	15	12	11	11	11	15	18	22	26	29	32	33	33	32	31	22	11	33	22	
W	31	29	27	25	22	20	18	16	14	13	12	12	12	13	14	16	20	24	29	32	35	35	35	33	22	12	35	23	
NW	25	25	21	20	18	16	14	13	11	10	10	10	10	11	12	13	15	18	22	25	27	27	27	26	23	10	27	17	
	Paredes grupo D																												
N	15	13	12	10	9	7	6	6	6	6	6	6	7	8	10	12	13	15	17	18	19	19	18	16	21	6	19	13	
NE	17	15	13	11	10	8	7	8	10	14	17	20	22	25	25	24	24	25	25	24	23	22	20	18	19	7	23	18	
E	19	17	15	13	11	9	8	9	12	17	22	27	30	32	33	33	32	32	31	30	28	26	24	22	18	8	33	25	
SE	20	17	15	13	11	10	8	8	10	15	17	22	26	29	31	32	32	32	31	30	28	26	24	22	17	8	32	24	
S	19	17	15	13	11	9	8	7	6	6	7	9	12	16	20	24	27	29	29	29	27	26	24	22	19	6	29	23	
SW	28	25	22	19	16	14	12	10	9	8	8	8	10	12	16	21	27	32	36	38	38	37	34	31	21	8	38	30	
W	31	27	24	21	18	15	13	11	10	9	8	9	10	11	14	18	24	30	36	40	41	40	38	34	21	9	41	32	
NW	25	22	19	17	14	12	10	9	8	7	7	8	9	10	12	14	18	22	27	31	32	32	30	27	22	7	32	25	
	Paredes grupo E																												
N	12	10	8	7	5	4	3	4	3	4	3	4	5	6	7	9	11	13	15	17	19	20	18	16	14	20	3	22	19
NE	13	11	9	7	6	4	5	9	15	20	24	25	25	26	26	26	26	26	25	24	22	19	17	15	16	4	26	22	
E	14	12	10	8	6	5	6	11	18	26	33	36	37	36	34	33	32	30	28	25	22	20	17	15	13	5	36	33	
SE	15	12	10	8	7	5	5	9	12	19	25	31	35	37	37	36	34	33	31	28	26	23	20	17	15	5	37	32	
S	15	12	10	8	7	5	4	5	4	5	4	5	9	13	19	24	29	32	34	33	31	28	25	20	17	17	3	34	31
SW	22	18	15	12	10	8	6	5	5	6	7	9	12	18	24	32	38	43	45	44	40	35	30	26	19	5	45	40	
W	26	21	17	14	11	9	7	6	6	7	9	11	14	20	27	36	43	49	49	45	40	34	29	24	20	6	49	43	
NW	20	17	14	11	9	7	6	5	5	6	8	10	13	16	20	26	32	37	38	36	32	28	24	20	20	5	38	33	
	Paredes grupo F																												
N	8	6	5	3	2	1	2	4	6	7	9	11	14	17	19	21	22	23	24	23	20	16	13	11	19	1	24	23	
NE	9	7	5	3	2	1	5	14	23	28	30	29	28	27	27	27	26	24	22	19	16	13	11	11	1	30	29		
E	10	7	6	4	3	2	6	17	28	38	44	45	43	39	36	34	32	30	27	24	21	17	15	12	12	2	45	43	
SE	10	7	6	4	3	2	4	10	19	28	36	41	43	42	39	36	34	31	28	25	21	18	15	12	13	2	43	41	
S	10	8	6	4	3	2	1	1	3	7	13	20	27	34	38	39	38	35	31	26	22	18	15	12	10	1	39	38	
SW	13	11	9	6	5	3	2	2	4	5	8	11	17	26	35	44	50	53	52	45	37	30	23	18	18	2	53	51	
W	17	13	10	7	5	4	3	3	4	6	8	11	14	20	28	39	49	57	60	54	43	34	27	21	19	3	60	57	
NW	14	10	8	6	4	3	2	2	3	5	8	10	13	15	21	27	35	42	46	43	35	28	22	18	19	2	46	44	
	Paredes grupo G																												
N	3	2	1	0	-1	2	7	8	9	12	15	18	21	23	24	24	25	26	22	15	11	8	7	5	18	-1	26	27	
NE	3	2	1	0	-1	9	27	36	39	35	30	26	26	27	27	26	25	22	18	14	11	9	7	5	8	-1	39	40	
E	4	2	1	0	-1	11	31	47	54	55	50	45	35	31	30	29	27	24	19	15	12	10	8	6	11	-1	55	56	
SE	4	2	1	0	-1	8	18	32	42	49	51	48	42	36	32	30	27	24	19	15	12	10	8	6	11	-1	51	52	
S	4	2	1	0	-1	0	1	5	12	22	31	39	45	48	43	37	31	25	20	15	12	10	8	6	14	-1	46	47	
SW	5	4	3	1	0	0	2	5	8	12	16	20	28	38	50	59	63	61	52	37	24	17	13	10	8	16	0	63	65
W	6	5	3	2	1	1	3	5	8	11	15	19	27	41	56	67	72	67	48	30	20	15	11	8	17	1	72	71	
NW	5	3	2	1	0	0	2	5	8	11	15	18	21	27	37	47	53	55	41	25	17	13	10	7	18	0	53	55	

1. TABLA 6.3. DESCRIPCIÓN DE GRUPOS DE CONSTRUCCIÓN DE PAREDES

Grupo No.	Descripción de la construcción	Peso, lb/ft ²	Valor de U, BTU/(h-ft ² -F)	Capacidad calorífica, BTU/(ft ² -F)
Ladrillo de vista de 4 in + (Ladrillo)				
	C Espacio de aire + ladrillo de vista de 3 in	83	0.358	18.3
	D Ladrillo común de 4 in	90	0.415	18.4
	C Aislamiento de 1 in o espacio de aire + ladrillo común de 4 in	90	0.174-0.301	18.4
	B Aislamiento de 2 in + ladrillo común de 4 in	88	0.111	18.5
	B Ladrillo común de 8 in	130	0.302	26.4
	A Aislamiento o espacio de aire + ladrillo común de 8 in	130	0.154-0.243	26.4
Ladrillo de vista de 4 in + (Concreto pesado)				
	C Espacio de aire + concreto de 2 in	94	0.350	19.7
	B Aislamiento de 2 in + concreto de 4 in	97	0.116	19.8
	A Espacio de aire o aislamiento + concreto de 8 in o más	143-190	0.110-0.112	29.1-38.4
Ladrillo de vista de 4 in + (bloque de concreto ligero o pesado)				
	E Bloque de 4 in	62	0.319	12.9
	D Espacio de aire o aislamiento + bloque de 4 in	62	0.153-0.246	12.9
	D Bloque de 8 in	70	0.274	15.1
	C Espacio de aire o aislamiento de 1 in + bloque de 6 u 8 in	73-89	0.221-0.275	15.5-18.5
	B Aislamiento de 2 in + bloque de 8 in	89	0.096-0.107	15.5-18.6
Ladrillo de vista de 4 in + (azulejo de barro)				
	D Azulejo de 4 in	71	0.381	15.1
	D Espacio de aire + azulejo de 4 in	71	0.281	15.1
	C Aislamiento + azulejo de 4 in	71	0.169	15.1
	C Azulejo de 8 in	96	0.275	19.7
	B Espacio de aire o aislamiento de 1 in + azulejo de 8 in	96	0.142-0.221	19.7
	A Aislamiento de 2 in + azulejo de 8 in	97	0.097	19.8
Pared de concreto pesado + (acabado)				
	E Concreto de 4 in	63	0.585	12.5
	D Concreto de 4 in + aislamiento de 1 o 2 in	63	0.119-0.200	12.5
	C Aislamiento de 2 in + concreto de 4 in	63	0.119	12.7
	C Concreto de 8 in	109	0.490	21.9
	B concreto de 8 in + aislamiento de 1 o 2 in	110	0.115-0.187	22.0
	A Aislamiento de 2 in + concreto de 8 in	110	0.115	21.9
	E Concreto de 12 in	156	0.421	31.2
	A Concreto de 12 in + aislamiento	156	0.113	31.3
Bloque de concreto ligero y pesado + (acabado)				
	F Bloque de 4 in + espacio de aire o aislamiento	29-36	0.161-0.263	5.7-7.2
	E Aislamiento de 2 in + bloque de 4 in	29-37	0.105-0.114	5.8-7.3
	E Bloque de 8 in	41-57	0.294-0.402	8.3-11.3
	D Concreto de 8 in + espacio de aire o aislamiento	41-57	0.149-0.173	8.3-11.3
Azulejo de barro + (acabado)				
	F Azulejo de 4 in	39	0.419	7.8
	F Azulejo de 4 in + espacio de aire	39	0.303	7.8
	E Azulejo de 4 in + aislamiento de 1 in	39	0.175	7.9
	D Aislamiento de 2 in + azulejo de 4 in	40	0.110	7.9
	D Azulejo de 8 in	63	0.296	12.5
	C Azulejo de 8 in + espacio de aire o aislamiento de 1 in	63	0.151-0.231	12.6
	B Aislamiento de 2 in + azulejo de 8 in	63	0.099	12.6
Pared de lámina (cortina metálica)				
	G Con o sin espacio de aire + 1, 2 o 3 in de aislamiento	5-6	0.091-0.230	0.7
Pared de bastidor				
	G Aislamiento de 1 a 3 in	16	0.081-0.178	3.2

TABLA 6.4. CORRECCIÓN DE LA DTCE POR LATITUD Y MES, PARA APLICAR A PAREDES Y TECHOS, LATITUDES NORTE, *F

Latitud	Mes	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	HORA
0	Dic	-3	-5	-5	-5	-2	-0	3	6	9	-1
	Ene/Nov	-3	-5	-4	-4	-1	-0	2	4	7	-1
	Feb/Oct	-3	-2	-2	-2	-1	-1	0	-1	0	0
	Mar/Sept	-3	0	1	-1	-1	-3	-3	-5	-8	-1
	Abr/Ago	5	4	3	0	-2	-5	-6	-8	-8	-2
	May/Jul	10	7	5	0	-3	-7	-8	-9	-8	-4
	Jun	12	9	5	0	-3	-7	-9	-10	-8	-5
8	Dic	-4	-6	-6	-6	-3	0	4	8	12	-5
	Ene/Nov	-3	-5	-6	-5	-2	0	3	6	10	-4
	Feb/Oct	-3	-4	-3	-3	-1	-1	1	2	4	-1
	Mar/Sept	-3	-2	-1	-1	-1	-2	-2	-3	-4	0
	Abr/Ago	2	2	2	0	-1	-4	-5	-7	-7	-1
	May/Jul	7	5	4	0	-2	-5	-7	-9	-7	-2
	Jun	9	6	4	0	-2	-6	-8	-9	-7	-2
16	Dic	-4	-6	-8	-8	-4	-1	4	9	13	-9
	Ene/Nov	-4	-6	-7	-7	-4	-1	4	8	12	-7
	Feb/Oct	-3	-5	-5	-4	-2	0	2	5	7	-4
	Mar/Sept	-3	-3	-2	-2	-1	-1	0	0	0	-1
	Abr/Ago	-1	0	-1	-1	-1	-3	-3	-5	-6	0
	May/Jul	4	3	3	0	-1	-4	-5	-7	-7	0
	Jun	6	4	4	1	-1	-4	-6	-8	-7	0
24	Dic	-5	-7	-9	-10	-7	-3	3	9	13	-13
	Ene/Nov	-4	-6	-8	-9	-6	-3	3	9	13	-11
	Feb/Oct	-4	-5	-6	-6	-3	-1	3	7	10	-7
	Mar/Sept	-3	-4	-3	-3	-1	-1	1	2	4	-3
	Abr/Ago	-2	-1	0	-1	-1	-2	-1	-2	-3	0
	May/Jul	1	2	2	0	0	-3	-3	-5	-6	1
	Jun	3	3	3	1	0	-3	-4	-6	-6	1
32	Dic	-5	-7	-10	-11	-8	-5	2	9	12	-17
	Ene/Nov	-5	-7	-9	-11	-8	-4	2	9	12	-15
	Feb/Oct	-4	-6	-7	-8	-4	-2	4	8	11	-10
	Mar/Sept	-3	-4	-4	-4	-2	-1	3	5	7	-5
	Abr/Ago	-2	-2	-1	-2	0	-1	0	1	1	-1
	May/Jul	1	1	1	0	0	-1	-1	-3	-3	1
	Jun	1	2	2	1	0	-2	-2	-4	-4	2
40	Dic	-6	-8	-10	-13	-10	-7	0	7	10	-21
	Ene/Nov	-5	-7	-10	-12	-9	-6	1	8	11	-19
	Feb/Oct	-5	-7	-8	-9	-6	-3	3	8	12	-14
	Mar/Sept	-4	-5	-5	-6	-3	-1	4	7	10	-8
	Abr/Ago	-2	-3	-2	-2	0	0	2	3	4	-3
	May/Jul	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	Jun	1	1	1	0	1	0	0	-1	-1	2
48	Dic	-6	-8	-11	-14	-13	-10	-3	2	6	-25
	Ene/Nov	-6	-8	-11	-13	-11	-8	-1	5	8	-24
	Feb/Oct	-5	-7	-10	-11	-8	-5	1	8	11	-18
	Mar/Sept	-4	-6	-6	-7	-4	-1	4	8	11	-11
	Abr/Ago	-3	-3	-3	-3	-1	0	4	6	7	-5
	May/Jul	0	-1	0	0	1	1	3	3	4	0
	Jun	1	1	2	1	2	1	2	2	3	2
56	Dic	-7	-9	-12	-16	-16	-14	-9	-5	-3	-28
	Ene/Nov	-6	-8	-11	-15	-14	-12	-6	-1	2	-27
	Feb/Oct	-6	-8	-10	-12	-10	-7	0	6	9	-22
	Mar/Sept	-5	-6	-7	-8	-5	-2	4	8	12	-15
	Abr/Ago	-3	-4	-4	-4	-1	1	5	7	9	-8
	May/Jul	0	0	0	0	2	2	5	6	7	-2
	Jun	2	1	2	1	3	3	4	5	6	1

TABLA 6.6 RADIACIÓN SOLAR A TRAVÉS DE VIDRIO FACTORES DE GANANCIA MÁXIMA DE CALOR SOLAR PARA VIDRIO. BTU/H - FT², LATITUDES NORTE.

0 Grados											15 Grados											
	NNE/	NE/	ENE/	E/	ESE/	SE/	SEE/	S	HOR			NNE/	NE/	ENE/	E/	ESE/	SE/	SEE/	S	HOR		
	N	NNW	NW	WNW	W	WSW	SW	SSW				N	NNW	NW	WNW	W	WSW	SW	SSW			
En.	34	34	88	177	234	254	235	182	118	296	En.	30	30	55	147	21	244	251	223	199	248	
Feb.	36	39	132	205	245	247	210	141	67	306	Feb.	33	33	96	180	231	247	233	188	154	275	
Mar.	38	47	170	223	242	223	170	87	38	303	Mar.	35	53	140	205	239	235	197	138	93	291	
Abr.	71	134	193	224	221	184	118	38	37	284	Abr.	39	99	172	216	227	204	150	77	45	289	
May	113	164	203	218	201	154	80	37	37	265	May	52	132	189	218	215	179	115	45	41	282	
Jun.	129	173	206	212	191	140	66	37	37	255	Jun.	66	142	194	217	207	167	99	41	41	277	
Jul.	115	164	201	213	195	149	77	38	38	260	Jul.	55	132	187	214	210	174	111	44	42	277	
Agos.	75	134	187	216	212	175	112	39	38	276	Agos.	41	100	168	209	219	196	143	74	46	282	
Sept.	40	84	163	213	231	213	163	84	40	293	Sept.	36	50	134	196	227	224	191	134	93	282	
Oct.	37	40	129	199	236	238	202	135	66	299	Oct.	33	33	95	174	223	237	225	183	150	270	
Nov.	35	35	88	175	230	250	230	179	117	293	Nov.	30	30	55	145	206	241	247	220	196	246	
Dic.	34	34	71	164	226	253	240	196	138	288	Dic.	29	29	41	132	198	241	254	233	212	234	

8 Grados											24 Grados											
	NNE/	NE/	ENE/	E/	ESE/	SE/	SEE/	S	HOR			NNE/	NE/	ENE/	E/	ESE/	SE/	SEE/	S	HOR		
	N	NNW	NW	WNW	W	WSW	SW	SSW				N	NNW	NW	WNW	W	WSW	SW	SSW			
En.	32	32	71	163	224	250	242	203	162	275	En.	27	27	41	128	190	240	253	241	227	214	
Feb.	34	34	114	193	239	248	219	165	110	294	Feb.	30	30	80	165	220	244	243	213	192	249	
Mar.	37	47	156	215	241	230	184	110	55	300	Mar.	34	45	124	195	234	237	214	168	137	275	
Abr.	44	117	184	221	225	195	134	53	39	289	Abr.	37	88	159	209	228	212	169	107	75	283	
May	74	146	198	220	209	167	97	39	38	277	May	43	117	178	214	218	190	132	67	46	282	
Jun.	90	155	200	217	200	141	82	39	39	269	Jun.	55	127	184	214	212	179	117	55	43	279	
Jul.	77	145	195	215	204	162	93	40	39	272	Jul.	45	116	176	210	213	185	129	65	46	278	
Agos.	47	117	179	214	216	186	128	51	41	282	Agos.	38	87	156	203	220	204	162	103	72	277	
Sept.	38	66	149	205	230	219	176	107	56	290	Sept.	35	42	119	185	222	225	206	163	134	266	
Oct.	35	35	112	187	231	239	211	160	108	288	Oct.	31	31	79	159	211	237	235	207	187	244	
Nov.	33	33	71	161	220	245	233	200	160	273	Nov.	27	27	42	126	187	236	249	237	224	213	
Dic.	31	31	55	149	215	246	247	215	179	265	Dic.	26	26	29	1112	180	234	247	247	237	199	

Tabla 6.6 (Continuación)

32 Grados										
	N (Dobles)	NNE/ NNW	NE/ NW	ENE/ WNW	E/ W	ESE/ WSW	SE/ SW	SEE/ SSW	S	HOR
Ea.	24	24	29	105	175	229	249	250	246	176
Feb.	27	27	65	140	205	242	248	232	221	217
Mar.	32	37	107	183	227	237	227	195	176	252
Abr.	36	80	146	200	227	219	187	141	115	271
May	38	111	170	208	220	199	155	99	74	277
Jun.	44	122	176	208	214	189	139	83	60	276
Jul.	40	111	167	204	215	194	150	96	72	273
Agos.	37	79	141	195	219	210	181	136	111	265
Sept.	33	35	103	173	215	227	218	189	171	244
Oct.	28	28	63	143	195	234	230	225	215	213
Nov.	24	24	29	103	173	225	245	246	243	175
Dic.	22	22	22	84	162	218	246	252	252	158

40 Grados										
	N (Dobles)	NNE/ NNW	NE/ NW	ENE/ WNW	E/ W	ESE/ WSW	SE/ SW	SEE/ SSW	S	HOR
Ea.	20	20	20	74	154	205	241	252	254	133
Feb.	24	24	50	129	186	234	246	244	241	180
Mar.	29	29	93	169	218	238	236	216	206	223
Abr.	34	71	140	190	224	223	203	170	154	252
May	37	102	165	202	220	208	175	133	113	265
Jun.	48	113	172	203	216	199	161	116	95	267
Jul.	38	102	163	198	216	203	170	129	109	262
Agos.	35	71	135	185	216	214	196	165	140	247
Sept.	30	30	87	160	203	227	226	209	200	215
Oct.	25	25	49	123	180	225	238	236	234	177
Nov.	20	20	20	73	151	201	237	248	250	132
Dic.	18	18	18	60	135	188	232	249	253	113

48 Grados										
	N (Dobles)	NNE/ NNW	NE/ NW	ENE/ WNW	E/ W	ESE/ WSW	SE/ SW	SEE/ SSW	S	HOR
Ea.	15	15	15	53	118	175	216	239	245	85
Feb.	20	20	36	103	168	216	242	249	250	138
Mar.	26	26	80	154	204	234	239	232	228	188
Abr.	31	61	132	180	219	225	215	194	186	226
May	35	97	158	200	218	214	192	163	150	247
Jun.	46	110	165	204	215	206	180	148	134	252
Jul.	37	96	156	196	214	209	187	158	146	244
Agos.	33	61	128	174	211	216	208	188	180	223
Sept.	27	27	72	144	191	223	228	223	220	182
Oct.	21	21	35	96	161	207	233	241	242	136
Nov.	15	15	15	52	115	172	212	234	240	85
Dic.	13	13	13	36	91	156	195	225	233	65

56 Grados										
	N (Dobles)	NNE/ NNW	NE/ NW	ENE/ WNW	E/ W	ESE/ WSW	SE/ SW	SEE/ SSW	S	HOR
Ea.	10	10	10	21	74	126	169	194	205	40
Feb.	16	16	21	71	130	184	223	239	244	91
Mar.	22	22	65	136	185	224	238	241	241	149
Abr.	28	58	123	173	211	223	223	213	210	195
May	36	99	149	195	215	218	206	187	181	222
Jun.	53	111	160	199	213	213	196	174	168	231
Jul.	37	98	147	192	211	214	201	183	177	221
Agos.	30	56	119	165	203	216	215	206	203	193
Sept.	23	23	58	126	171	211	227	230	231	144
Oct.	16	16	20	68	132	176	213	229	234	91
Nov.	10	10	10	21	72	122	165	190	200	40
Dic.	7	7	7	7	47	92	135	159	171	23

TABLA 6.8. (Continuación)

Latitud norte.		Ventana construyéndose sobre el baso de invierno		Hora solar, h																							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
N	L	0.07	0.05	0.04	0.04	0.03	0.29	0.63	0.85	0.74	0.81	0.87	0.91	0.91	0.88	0.84	0.77	0.69	0.62	0.27	0.19	0.17	0.12	0.10	0.08		
	M	0.08	0.07	1.06	0.06	0.07	0.73	0.66	0.65	0.73	0.80	0.86	0.89	0.89	0.86	0.82	0.75	0.78	0.91	0.24	0.18	0.15	0.13	0.11	0.09		
	H	0.09	0.09	0.06	0.07	0.09	0.73	0.67	0.66	0.74	0.80	0.86	0.89	0.88	0.83	0.80	0.73	0.76	0.88	0.23	0.17	0.14	0.13	0.11	0.10		
NE	L	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.55	0.76	0.75	0.60	0.59	0.51	0.28	0.27	0.25	0.20	0.16	0.12	0.06	0.07	0.04	0.03	0.02	0.02			
	M	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.56	0.74	0.74	0.58	0.57	0.29	0.27	0.26	0.24	0.22	0.20	0.16	0.12	0.06	0.05	0.04	0.03	0.03			
	H	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.57	0.77	0.74	0.58	0.56	0.28	0.26	0.25	0.23	0.21	0.19	0.16	0.11	0.06	0.05	0.04	0.04	0.04			
E	L	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.45	0.71	0.80	0.77	0.64	0.43	0.29	0.23	0.23	0.20	0.17	0.14	0.10	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02			
	M	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.47	0.72	0.80	0.76	0.62	0.41	0.27	0.24	0.22	0.20	0.17	0.14	0.11	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03			
	H	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.48	0.72	0.80	0.75	0.61	0.40	0.25	0.22	0.21	0.19	0.16	0.14	0.10	0.06	0.05	0.04	0.04	0.04			
SE	L	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.29	0.56	0.74	0.82	0.81	0.70	0.52	0.35	0.30	0.26	0.22	0.18	0.13	0.08	0.06	0.05	0.04	0.03			
	M	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.30	0.56	0.74	0.81	0.79	0.64	0.49	0.33	0.28	0.25	0.22	0.18	0.13	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04			
	H	0.04	0.04	0.04	0.03	0.04	0.31	0.57	0.74	0.81	0.79	0.67	0.48	0.31	0.27	0.25	0.20	0.17	0.13	0.07	0.07	0.06	0.05	0.05			
S	L	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.08	0.15	0.22	0.37	0.38	0.71	0.64	0.82	0.71	0.55	0.37	0.29	0.20	0.11	0.09	0.07	0.06	0.05			
	M	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.09	0.16	0.22	0.38	0.38	0.75	0.65	0.80	0.68	0.50	0.33	0.27	0.19	0.11	0.09	0.08	0.07	0.06			
	H	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.11	0.17	0.24	0.39	0.39	0.75	0.62	0.79	0.67	0.49	0.33	0.26	0.18	0.10	0.08	0.07	0.06	0.05			
SW	L	0.05	0.04	0.03	0.02	0.02	0.06	0.10	0.13	0.36	0.38	0.33	0.38	0.59	0.76	0.86	0.83	0.72	0.48	0.18	0.13	0.11	0.08	0.07			
	M	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.07	0.11	0.14	0.36	0.39	0.23	0.38	0.59	0.75	0.85	0.81	0.69	0.45	0.15	0.12	0.10	0.08	0.07			
	H	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.08	0.12	0.15	0.38	0.20	0.23	0.39	0.59	0.75	0.82	0.80	0.68	0.43	0.14	0.11	0.09	0.08	0.07			
W	L	0.05	0.04	0.03	0.02	0.02	0.05	0.08	0.11	0.31	0.34	0.33	0.17	0.30	0.33	0.72	0.81	0.83	0.61	0.19	0.14	0.11	0.08	0.07			
	M	0.07	0.05	0.04	0.04	0.03	0.06	0.09	0.11	0.33	0.35	0.36	0.17	0.31	0.33	0.72	0.82	0.81	0.61	0.16	0.12	0.10	0.08	0.07			
	H	0.07	0.05	0.04	0.04	0.04	0.07	0.10	0.12	0.34	0.34	0.34	0.17	0.31	0.34	0.73	0.81	0.80	0.59	0.15	0.11	0.09	0.07	0.06			
NW	L	0.04	0.04	0.03	0.02	0.02	0.06	0.10	0.13	0.36	0.39	0.20	0.21	0.22	0.30	0.32	0.73	0.83	0.71	0.19	0.13	0.10	0.08	0.07			
	M	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.07	0.11	0.14	0.37	0.39	0.20	0.21	0.22	0.30	0.32	0.73	0.82	0.69	0.16	0.12	0.09	0.08	0.07			
	H	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.08	0.12	0.15	0.38	0.20	0.21	0.22	0.23	0.30	0.32	0.73	0.81	0.67	0.15	0.11	0.08	0.07	0.06			
BORA	L	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.10	0.14	0.43	0.59	0.72	0.81	0.87	0.87	0.83	0.74	0.60	0.44	0.27	0.17	0.12	0.09	0.08	0.07			
	M	0.04	0.03	0.04	0.04	0.03	0.12	0.27	0.44	0.59	0.72	0.81	0.83	0.83	0.81	0.71	0.54	0.42	0.25	0.14	0.12	0.10	0.08	0.07			
	H	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.13	0.29	0.45	0.60	0.72	0.81	0.83	0.84	0.79	0.70	0.56	0.40	0.23	0.13	0.11	0.09	0.08	0.07			

TABLA 6.9 SOMBREADO POR PROYECCIONES SUPERIORES

Latitud	24°				32°				40°				48°				56°			
	9 am	Medio día	3 pm	6 pm	9 am	Medio día	3 pm	6 pm	9 am	Medio día	3 pm	6 pm	9 am	Medio día	3 pm	6 pm	9 am	Medio día	3 pm	6 pm
Orientación N	---	---	---	.58	---	---	---	.83	---	---	---	.83	---	---	---	1.37	---	---	---	1.61
NE	1.89	---	---	---	2.17	---	---	---	2.13	---	---	---	3.03	---	---	---	3.46	---	---	---
E	1.00	---	---	---	.97	---	---	---	.89	---	---	---	.83	---	---	---	.74	---	---	---
SE	.93	4.55	---	---	1.00	3.33	---	---	.86	2.33	---	---	.73	1.67	---	---	.61	1.33	---	---
S	4.39	3.57	4.35	---	2.63	2.38	2.63	---	1.86	1.69	1.85	---	1.33	1.19	1.33	---	1.08	.93	1.08	---
SW	---	4.55	.93	---	---	3.33	1.00	---	---	2.33	.86	---	---	1.67	.73	---	---	1.33	.61	---
W	---	---	1.00	*	---	---	.87	*	---	---	.86	*	---	---	.83	*	---	---	.74	*
NW	---	---	1.89	*	---	---	2.17	*	---	---	2.13	*	---	---	3.03	*	---	---	3.46	*

Actividad	Aplicaciones típicas	Calor total por adulto masculino			calor total ajornado ^a			Calor sensible			Calor latente		
		Watts	Btus	kcal/h	Watts	Btus	kcal/h	Watts	Btus	kcal/h	Watts	Btus	kcal/h
Servicio en reposo	Tubo, sala	115	400	190	100	350	90	60	210	55	40	140	30
Servicio, trabajo muy ligero, oficina	Oficina, hoteles, apartamentos	140	480	220	120	420	105	65	230	75	55	190	50
Servicio, comedor	Restaurante	150	520	230	170	580	145	75	255	80	95	325	80
Servicio, trabajo ligero, recreación	Oficina, hoteles, apartamentos	185	640	260	150	510	130	75	255	80	75	255	65
Trabajo, trabajo ligero o trabajo pesado	Tienda recreativa, bares	235	800	290	185	640	160	90	315	80	95	325	80
Trabajo ligero de banco	Fábrica	255	880	220	210	780	195	100	345	90	130	435	110
Comiendo 3 esp. trabajo fino	Fábrica	305	1040	260	305	1040	260	100	345	90	205	695	170
Trabajo con máquinas pesadas	Fábrica	370	1280	300	280	960	240	100	345	90	180	615	150
Baño moderado	Baño de baño	400	1360	340	375	1280	320	120	405	100	255	875	220
Trabajo pesado, trabajo con máquinas pesadas, levantar pesos	Fábrica	470	1600	400	470	1600	400	165	565	140	300	1035	260
Trabajo pesado, ejercicio aéreo	Gimnasio	585	2000	500	525	1800	450	185	635	160	340	1165	290

TABLA 6.12. FACTORES DE CALOR SENSIBLE PARA CARGAS DE ENFRIAMIENTO DEBIDO A PERSONAS

	Horas totales en el recinto											Horas después de cada entrada al recinto										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	2	0.49	0.56	0.17	0.13	0.10	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
4	0.49	0.59	0.66	0.71	0.77	0.21	0.16	0.14	0.11	0.10	0.08	0.07	0.06	0.06	0.05	0.04	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.01
6	0.50	0.60	0.67	0.72	0.76	0.79	0.34	0.26	0.21	0.18	0.15	0.13	0.11	0.09	0.08	0.07	0.06	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03
8	0.51	0.61	0.67	0.72	0.76	0.80	0.82	0.84	0.38	0.30	0.25	0.21	0.18	0.15	0.13	0.12	0.10	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05
10	0.51	0.62	0.68	0.74	0.77	0.80	0.83	0.85	0.87	0.89	0.42	0.34	0.28	0.23	0.20	0.17	0.15	0.13	0.11	0.10	0.09	0.07
12	0.51	0.64	0.70	0.75	0.79	0.81	0.84	0.86	0.88	0.89	0.91	0.82	0.43	0.36	0.30	0.25	0.21	0.19	0.16	0.14	0.12	0.11
14	0.58	0.66	0.72	0.77	0.80	0.83	0.85	0.87	0.89	0.90	0.91	0.92	0.93	0.94	0.47	0.38	0.31	0.26	0.23	0.20	0.17	0.15
16	0.62	0.70	0.75	0.79	0.82	0.85	0.87	0.88	0.90	0.91	0.92	0.93	0.94	0.95	0.95	0.96	0.49	0.39	0.33	0.28	0.24	0.20
18	0.66	0.74	0.79	0.82	0.85	0.87	0.89	0.90	0.92	0.93	0.94	0.94	0.95	0.96	0.96	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97

TABLA 6.13. GANANCIAS DE CALOR DEBIDAS A APARATOS DOMÉSTICOS, BTU/H

TIPO DE APARATO	ELECTRICOS				DE GAS				DE VAPOR				
	Sin carga			Con carga ^a	Sin carga			Con carga ^a	Sin carga			Con carga ^a	
	Sensible	Latente	Total	100% Sensible	Sensible	Latente	Total	100% Sensible	Sensible	Latente	Total	100% Sensible	
Parrilla o asador de 21 in x 20 in x 18 in					11,700	6,300	18,000	3,600					
Cafetera y calentador de café por quemador	770	230	1,000	340	1,750	750	2,500	500					
por calentador	230	70	300	90									
Cafetera de 2 galones	2,050	890	3,400	1,000	3,500	1,500	5,000	1,000	2,180	1,120	3,300	1,000	
de 5 galones	3,850	1,290	5,100	1,600	5,250	2,250	7,500	1,500	3,300	1,700	5,000	1,800	
de 8 galones (general)	5,200	1,800	6,800	2,100	7,000	3,000	10,000	2,000	4,350	2,350	6,800	2,100	
Freidor de grasa:													
grasa # 15	2,800	6,800	9,400	3,000	7,500	7,500	15,000	3,000					
grasa # 25	4,100	9,800	13,700	4,300									
Calentador de pastillas secas por pie cuadrado (aparte superior)	320	80	400	130	560	140	700	140					
Planta de 600 por pie cuadrado de paja superior	3,000	1,800	4,800	1,500	4,900	2,600	7,500	1,500					
Comal (dos unidades de calentamiento)					5,300	3,600	8,900	2,900					
Estufa de drómas rápidas (pastillas eléctricas) por quemador					3,200	1,800	5,000	1,600					
Masa de vapor, por pie cuadrado					750	500	1,250	250	500	325	825	260	
Tostador:													
Continuo	1,900	1,740	3,700	1,200	3,600	2,400	6,000	1,200					
225 rebanadas por hora	2,700	2,400	5,100	1,600	6,000	4,000	10,000	2,000					
Con expulsores de 4 rebanadas	2,230	1,970	4,200	1,300									
Waffle de 18 in x 20 in x 13 in (2 parrillas)	1,880	1,120	2,800	900									
Secadora de pelo:													
Tipo ventilador	2,300	400	2,700										
Tipo casco	1,870	330	2,200										
Máquina de laboratorio:													
De Sween					1,680	420	2,100						
Cota de prensado					2,800	700	3,500						
De Sween					3,360	840	4,200						
Asusador de maíz, por pie de tubo	80		80										
Esterilizador													
Máquina expendedora:													
De bebidas calientes			1,200										
De bebidas frías			625										

TABLA 6.15. REQUISITOS DE VENTILACIÓN PARA OCUPANTES

	Personas estimadas por 100 ft ² de área de piso	Aire de ventilación necesario por persona	
		FCM Mínimos	FCM Recomendados
RESIDENCIAL			
Viviendas de una unidad			
Salas y recámaras	5	5	7-10
Cocinas, baños	—	20	30-50
Viviendas de unidades múltiples			
Salas y recámaras	7	5	7-10
Cocinas, baños	—	20	30-50
COMERCIAL			
Sanitarios públicos			
	100	15	20-25
Comercios			
Pisos de venta (sótanos y plantas bajas)	30	7	10-15
Pisos de venta (pisos superiores)	20	7	10-15
Comedores	70	10	15-20
Cocinas	20	30	35
Cafeterías	100	30	35
Hoteles, moteles			
Recámaras	5	7	10-15
Salas	20	10	15-20
Baños	—	20	30-50
Salas de belleza	50	25	30-35
Peluquerías	25	7	10-15
Estacionamientos	—	1.5	2-3
Teatros			
Vestíbulos	150	20	25-30
Auditorios (no se fuma)	150	5	5-10
Auditorios (permitido fumar)	150	10	10-20
Boliches, zona de asientos	70	15	20-25
Gimnasios y arenas			
Pisos de ejercicios	70	20	25-30
Vestidores	20	30	40-50
Áreas de público	150	20	25-30
Piscinas	25	15	20-25
Oficinas			
Espacio de oficinas en general	10	15	15-25
Salas de juntas	60	25	30-40
INSTITUCIONAL			
Escuelas			
Salones de clase	50	10	10-15
Auditorios	150	5	5-7.5
Gimnasios	70	20	25-30
Bibliotecas	20	7	10-12
Vestidores	20	30	40-50
Hospitales			
Recámaras sencillas y dobles	15	10	15-20
Guarderías	20	10	15-20

TABLA 6.16. DISMINUCIÓN DE LA TEMPERATURA DE DISEÑO MÁXIMA EXTERIOR, °F.

Rango diario, °F	hora																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
10	9	9	10	10	10	10	9	8	7	6	4	2	1	0	0	0	1	2	3	5	6	7	8	8
15	13	14	14	15	15	15	14	13	11	8	6	3	2	0	0	0	2	3	5	7	9	10	11	12
20	17	18	19	20	20	20	19	17	14	11	8	5	2	1	0	1	2	4	7	9	12	14	15	16
25	22	23	24	25	25	25	23	21	18	14	10	6	3	1	0	1	3	5	9	12	15	17	19	21
30	26	28	29	30	30	30	28	25	21	17	12	7	3	1	0	1	3	6	10	14	17	20	23	25
35	30	33	34	35	35	35	33	29	25	20	14	8	4	1	0	1	4	7	12	16	20	24	27	29

TABLA 6.18. FACTORES DE DISEÑO PARA CARGAS DE ENFRIAMIENTO A TRAVÉS DE VIDRIOS, BTU/H·FT²

Temperatura de diseño exterior	Vidrio sencillo normal						Vidrio doble normal						Vidrio doble absorbente de calor						Vidrio transp. triple		
	85	90	95	100	105	110	85	90	95	100	105	110	85	90	95	100	105	110	85	90	95
Sin antoldado ni sombreado interior																					
Norte	23	27	31	35	39	44	19	21	24	26	28	30	12	14	17	19	21	23	17	19	20
NE y NW	56	60	64	68	72	77	46	48	51	53	55	57	27	29	32	34	36	38	42	43	44
Este y oeste	81	85	89	93	97	102	68	70	73	75	77	79	42	44	47	49	51	53	62	63	64
SE y SW	70	74	78	82	86	91	59	61	64	66	68	70	35	37	40	42	44	46	53	55	56
Sur	40	44	48	52	56	61	33	35	38	40	42	44	19	21	24	26	28	30	30	31	33
Horiz. del cielo	160	164	168	172	176	181	139	141	144	146	148	150	89	91	94	96	98	100	126	127	129
Cortinas o persianas venecianas																					
Norte	15	19	23	27	31	36	12	14	17	19	21	23	9	11	14	16	18	20	11	12	14
NE y NW	32	36	40	44	48	53	27	29	32	34	36	38	20	22	25	27	29	31	24	26	27
Este y oeste	48	52	56	60	64	69	42	44	47	49	51	53	30	32	35	37	39	41	38	39	41
SE y SW	40	44	48	52	56	61	35	37	40	42	44	46	24	26	29	31	33	35	32	33	34
Sur	23	27	31	35	39	44	20	22	25	27	29	31	15	17	20	22	24	26	18	19	21
Persianas enrollables a medio levantar																					
Norte	18	22	26	30	34	39	15	17	20	22	24	26	10	12	15	17	19	21	13	14	15
NE y NW	40	44	48	52	56	61	38	40	43	45	47	49	24	26	29	31	33	35	34	35	35
Este y oeste	61	65	69	73	77	82	54	56	59	61	63	65	35	37	40	42	44	46	49	49	50
SE y SW	52	56	60	64	68	73	46	48	51	53	55	57	30	32	35	37	39	41	41	42	43
Sur	29	33	37	41	45	50	27	29	32	34	36	38	18	20	23	25	27	29	25	26	26
Con antoldado																					
Norte	20	24	28	32	36	41	13	15	18	20	22	24	10	12	15	17	19	21	11	12	13
NE y NW	21	25	29	33	37	42	14	16	19	21	23	25	11	13	16	18	20	22	12	13	14
Este y oeste	22	26	30	34	38	43	14	16	19	21	23	25	12	14	17	19	21	23	12	13	14
SE y SW	21	25	29	33	37	42	14	16	19	21	23	25	11	13	16	18	20	22	12	13	14
Sur	21	24	28	32	36	41	13	15	18	20	22	24	11	13	16	18	20	22	11	12	13

Reproducido con permiso del 1979 ASHRAE Load Calculation Manual.

TABLA 6.1 DIFERENCIAS DE TEMPERATURA PARA CARGAS DE ENFRIAMIENTO (DTCE) PARA CALCULAR CARGAS DEBIDAS A TECHOS PLANOS, 1°F

Techo No.	Descripción de la construcción	Hora Peso, lb/ft ²	Valor de U, BTU/h Ft ² -°F	Hora solar, h																							
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
				Sin cielo raso suspendido																							
1.	Lámina de metal con aislamiento de 1 o 2 in (8)	7	0.213 (0.124)	1	-2	-3	-3	-5	-3	6	19	34	49	61	71	78	79	77	70	59	45	30	18	12	8	5	3
2.	Madera de 1 in con aislamiento de 1 in	8	0.170	6	3	0	-1	-3	-3	-2	4	14	27	39	52	62	70	74	74	70	62	51	38	28	20	14	9
3.	Concreto ligero de 4 in	18	0.213	9	5	2	0	-2	-3	-3	1	9	20	32	44	55	64	70	73	71	66	57	45	34	25	18	13
4.	Concreto pesado de 2 in con aislamiento de 2 in	29	0.206 (0.122)	12	8	5	3	0	-1	-1	3	11	20	30	41	51	59	65	66	66	62	54	45	36	29	22	17
5.	Madera de 1 in con aislamiento de 2 in	19	0.109	3	0	-3	-4	-5	-7	-6	-3	5	16	27	39	49	57	63	64	62	57	48	37	26	18	11	7
6.	Concreto ligero de 6 in	24	0.158	22	17	13	9	6	3	1	1	3	7	15	23	33	43	51	58	62	64	62	57	50	42	35	28
7.	Madera de 2.5 in con aislamiento de 1 in	13	0.130	29	24	20	16	13	10	7	6	6	9	13	20	27	34	42	48	53	55	56	54	49	44	39	34
8.	Concreto ligero de 8 in	31	0.126	35	30	26	22	18	14	11	9	7	7	9	13	19	25	33	39	46	50	53	54	53	49	45	40
9.	Concreto pesado de 4 in con aislamiento de 1 o 2 in (52)	52	0.200 (0.120)	25	22	18	15	12	9	8	8	10	14	20	26	33	40	46	50	53	53	52	48	43	38	34	30
10.	Madera de 2.5 in con aislamiento de 2 in	13	0.093	30	26	23	19	16	13	10	9	8	9	13	17	23	29	36	41	46	49	51	50	47	43	39	35
11.	Sistema de terrazas de techo	75	0.106	34	31	28	25	22	19	16	14	13	13	15	18	22	26	31	36	40	44	45	46	45	43	40	37
12.	Concreto pesado de 6 in con aislamiento de 1 o 2 in (75)	75	0.192 (0.117)	31	28	25	22	20	17	15	14	14	16	18	22	26	31	36	40	43	45	45	44	42	40	37	34
13.	Madera de 4 in con aislamiento de 1 o 2 in (18)	17	0.106 (0.078)	38	36	33	30	28	25	22	20	18	17	16	17	18	21	24	28	32	36	39	41	43	43	42	40
				Con cielo raso suspendido																							
1.	Lámina de acero con aislamiento de 1 o 2 in (10)	9	0.134 (0.092)	2	0	-2	-3	-4	-4	-1	9	23	37	50	62	71	77	78	74	67	56	42	28	18	12	8	5
2.	Madera de 1 in con aislamiento de 1 in	10	0.115	20	15	11	8	5	3	2	3	7	13	21	30	40	48	55	60	62	58	51	44	37	30	37	25
3.	Concreto ligero de 4 in	20	0.134	19	14	10	7	4	2	0	0	4	10	19	29	39	48	56	62	65	64	61	54	46	38	30	24
4.	Concreto pesado de 2 in con aislamiento de 1 in	30	0.131	28	25	23	20	17	15	13	13	14	16	20	25	30	35	39	43	46	47	46	44	41	38	35	32
5.	Madera de 1 in con aislamiento de 2 in	10	0.083	25	20	16	13	10	7	5	5	7	12	18	25	33	41	48	53	57	56	52	46	40	34	29	
6.	Concreto ligero de 6 in	26	0.109	32	28	23	19	16	13	10	8	7	8	11	16	22	29	36	42	48	52	54	54	51	47	42	37
7.	Madera de 2.5 in con aislamiento de 1 in	15	0.096	34	31	29	26	23	21	18	16	15	15	16	18	21	25	30	34	38	41	43	44	44	42	40	37
8.	Concreto ligero de 8 in	33	0.093	39	36	33	29	26	23	20	18	15	14	14	15	17	20	25	29	34	38	42	45	46	45	44	42
9.	Concreto pesado de 4 in con aislamiento de 1 o 2 in (54)	53	0.128 (0.090)	30	29	27	26	24	22	21	20	20	21	22	24	27	29	32	34	36	38	38	38	37	36	34	33
10.	Madera de 2.5 in con aislamiento de 2 in	15	0.072	35	33	30	28	26	24	22	20	18	18	18	20	22	25	28	32	35	38	40	41	41	40	39	37
11.	Sistema de terrazas de techo	77	0.082	30	29	28	27	26	25	24	23	22	22	22	23	23	25	26	28	29	31	32	33	33	33	33	32
12.	Concreto pesado con aislamiento de 1 a 2 in (77)	77	0.125 (0.088)	29	28	27	26	25	24	23	22	21	21	22	23	25	26	28	30	32	33	34	34	34	33	32	31
13.	Madera de 4 in con aislamiento de 1 o 2 in (20)	19	0.082 (0.064)	35	34	33	32	31	29	27	26	24	23	22	21	22	22	24	25	27	30	32	34	35	36	37	36

Reproducido con permiso del 1985 Fundamentals ASHRAE Handbook & Product Directory.

TABLA A.7. COEFICIENTE GLOBAL U DE TRANSFERENCIA DE CALOR PARA COMPONENTES DE EDIFICACIÓN

Construcción	Valor de U en BTU/h-ft ² -F	
	Verano	Invierno
PAREDES		
Marco con laterales de madera, recubrimiento y acabado interior		
Sin aislamiento	.22	.23
Aislamiento R-7 (2 a 2 1/2 in)	.09	.09
Aislamiento R-11 (3 a 3 1/2 in)	.07	.07
Marco con ladrillo de 4 in o acabado de piedra, recubrimiento y acabado interior		
Sin aislamiento	.24	.24
Aislamiento R-7	.09	.09
Aislamiento R-11	.07	.07
Marco con estuco de 1 in, recubrimiento y acabado interior		
Sin aislamiento	.29	.29
Aislamiento R-7	.10	.10
Aislamiento R-11	.07	.07
Mampostería:		
Block de concreto de 8 in, sin acabados	.49	.51
Block de concreto de 12 in, sin acabados	.45	.47
Mampostería (block de concreto de 8 in):		
Acabados interiores:		
tablero aplanado de yeso (1/2 in); sin aislamiento	.29	.30
tablero aplanado con respaldo de hoja (1/2 in); sin aislamiento	.29	.30
tablero aislante de poliestireno de 1 in (R-5); y tablero de yeso de 1/2 in	.13	.13
Mampostería (block de 8 in de ceniza o tabique cerámico hueco):		
Acabado interior:		
tablero de pared de yeso aplanado (1/2 in); sin aislamiento	.25	.25
tablero de pared de yeso aplanado con respaldo de hoja (1/2 in); sin aislamiento	.17	.17
tablero aislante (R-5) de poliestireno de 1 in tablero de yeso aplanado de 1/2 in.	.12	.12
Mampostería (ladrillo de vista de 4 in y bloque de cenizas de 8 in o tabique cerámica de 8 in hueco):		
Acabado interior:		
tablero de pared de yeso aplanado (1/2 in); sin aislamiento	.22	.22
tablero de pared de yeso aplanado con respaldo de hoja (1/2 in); sin aislamiento	.15	.16
tablero aislante (R-5) de poliestireno de 1 in, y tablero de yeso aplanado de 1/2 in	.12	.12
Mampostería (tabique hueco de cerámica de 12 in o bloque de cenizas de 12 in):		
Acabado interior:		
tablero aplanado de yeso (1/2 in); sin aislamiento	.24	.24
tablero aplanado de yeso con respaldo de hoja (1/2 in); sin aislamiento	.16	.17
tablero aislante de poliestireno de 1 in (R-5), y tablero aplanado de yeso de 1/2 in	.12	.12
Mampostería (ladrillo de vista de 4 in, ladrillo común de 4 in):		
Acabado interior:		
tablero aplanado de yeso (1/2 in); sin aislamiento	.28	.28
tablero aplanado de yeso con respaldo de hoja (1/2 in); sin aislamiento	.18	.18
tablero aislante de poliestireno de 1 in (R-5) y tablero aplanado de yeso de 1/2 in	.13	.13
Mampostería (Concreto de 8 in, o Piedra de 8 in.)		
Acabado interior:		
tablero aplanado de yeso (1/2 in); sin aislamiento	.33	.34
tablero aplanado de yeso con respaldo de hoja (1/2 in) sin aislamiento	.21	.21
tablero aislante de poliestireno de 1 in (R5) y tablero aplanado de yeso de 1/2 in.	.14	.14
Metal con recubrimiento interior vinílico, R-7 (bloque de fibra de vidrio de 3 in)	.14	.14
PARTICIONES		
Marco (tablero aplanado de yeso de 1/2 in sólo de un lado):		
Sin aislamiento	.55	.55
Marco (tablero aplanado de yeso de 1/2 in a ambos lados):		
Sin aislamiento	.31	.31
Aislamiento R-11	.08	.08
Mampostería (bloque de cenizas de 4 in):		
Si aislamiento, sin acabados	.40	.40
Sin aislamiento, tablero aplanado de yeso de 1/2 in de un lado	.26	.26
Sin aislamiento, tablero aplanado de yeso de 1/2 in a ambos lados	.19	.19
Tablero aislante de poliestireno de 1 in (R-5) y tablero aplanado de yeso de 1/2 in, ambos sólo de un lado	.13	.13

APÉNDICE

TABLA A.7. (Continuación)

Construcción	Valor de U en BTU/h-ft ² -°F	
	Verano	Invierno
CIELOS Y PISOS		
Marco (piso de loseta asfáltica, triplay de 5/8 in, contrapiso de madera de 25/32 in, cielo raso terminado): Flujo de calor hacia arriba Flujo de calor hacia abajo	.23 .20	.23 .19
Concreto (piso de loseta asfáltica, cubierta de concreto de 4 in, espacio de aire, cielo raso terminado): Flujo de calor hacia arriba Flujo de calor hacia abajo	.34 .26	.33 .25
TECHO (techo plano, sin cielo raso)		
Cubierta de acero: Sin aislamiento Aislamiento de 1 in (R-2.78) Aislamiento de 2 in (R-5.56)	.64 .23 .15	.86 .25 .16
Cubierta de madera de 1 in: Sin aislamiento Aislamiento de 1 in (R-2.78) Aislamiento de 2 in (R-5.56)	.40 .19 .12	.48 .21 .13
Cubierta de madera de 2.5 in: Sin aislamiento Aislamiento de 1 in (R-2.78) Aislamiento de 2 in (R-5.56)	.25 .15 .10	.26 .16 .11
Cubierta de madera de 4 in: Sin aislamiento Aislamiento de 1 in (R-2.78) Aislamiento de 2 in (R-5.56)	.17 .12 .09	.18 .12 .09
TECHO Y CIELO RASO (techo plano, cielo raso terminado)		
Cubierta de acero: Sin aislamiento Aislamiento de 1 in (R-2.78) Aislamiento de 2 in (R-5.56)	.33 .17 .12	.40 .19 .13
Cubierta de madera de 1 in: Sin aislamiento Aislamiento de 1 in (R-2.78) Aislamiento de 2 in (R-5.56)	.26 .15 .11	.29 .16 .11
Cubierta de madera de 2.5 in: Sin aislamiento Aislamiento de 1 in (R-2.78) Aislamiento de 2 in (R-5.56)	.18 .12 .09	.20 .13 .10
Cubierta de madera de 4 in: Sin aislamiento Aislamiento de 1 in (R-2.78) Aislamiento de 2 in (R-5.56)	.14 .10 .08	.15 .10 .08
Cubierta de concreto ligero de 4 in: Sin aislamiento	.14	.15
Cubierta de concreto ligero de 6 in: Sin aislamiento	.10	.11
Cubierta de concreto ligero de 8 in: Sin aislamiento	.08	.09
Cubierta de concreto normal de 2 in: Sin aislamiento Aislamiento de 1 in (R-2.78) Aislamiento de 2 in (R-5.56)	.32 .17 .11	.38 .19 .12
Cubierta de concreto normal de 4 in: Sin aislamiento Aislamiento de 1 in (R-2.78) Aislamiento de 2 in (R-5.56)	.30 .16 .11	.36 .18 .12
Cubierta de concreto normal de 6 in: Sin aislamiento Aislamiento de 1 in (R-2.78) Aislamiento de 2 in (R-5.56)	.28 .16 .11	.33 .17 .12

TABLA A.8. COEFICIENTE GLOBAL U DE TRANSFERENCIA DE CALOR PARA EL VIDRIO (BTU/hr-ft²-F)

Paneles verticales (ventanas exteriores, puertas corredizas de vidrio y particiones) Vidrio plano, tragaluz y lámina de plástico				Paneles horizontales — vidrio plano, tragaluz y domos de plástico			
Descripción	Invierno	Exterior Verano	Interior	Descripción	Invierno	Exterior Verano	Interior
Vidrio plano vidrio sencillo	1.10	1.04	0.73	Vidrio plano vidrio sencillo	1.23	0.83	0.96
vidrio aislante - doble espacio de aire de 1/4" ^a	0.58	0.61	0.49	vidrio aislante — doble espacio de aire de 1/4" ^a	0.65	0.54	0.59
espacio de aire de 1/2" ^b	0.49	0.56	0.46	espacio de aire de 1/2" ^b	0.59	0.49	0.56
recubrimiento de baja emisión ^c e = 0.20	0.32	0.38	0.32	recubrimiento de baja emisión ^c e = 0.20	0.48	0.36	0.39
e = 0.40	0.38	0.45	0.38	e = 0.40	0.42	0.42	0.45
e = 0.60	0.43	0.51	0.42	e = 0.60	0.56	0.46	0.50
Vidrio aislante - triple ^d Espacio de aire de 1/4" ^a	0.39	0.44	0.38	Tragaluz ^e 11 x 11 x 3 in espesor con divisor de cavidad	0.53	0.35	0.44
espacio de aire de 1/2" ^b	0.31	0.39	0.30	12 x 12 x 4 in espesor con divisor de cavidad	0.51	0.34	0.42
ventanas dobles espacio de aire de 1" a 4" ^a	0.50	0.50	0.44	Domos de plástico ^f de pared sencilla	1.15	0.80	--
Lámina de plástico sencilla				de pared doble	0.70	0.46	--
1/8" espesor	1.06	0.98	--	Factores de ajuste para paneles verticales y horizontales			
1/4" espesor	0.96	0.89	--		Vidrio sencillo	Vidrio doble o triple	Ventanas dobles
1/2" espesor	0.81	0.76	--	Descripción			
unidad aislante - doble espacio de aire de 1/4" ^a	0.55	0.56	--	Ventanas Todas de vidrio	1.00	1.00	1.00
espacio de aire de 1/2" ^b	0.43	0.45	--	Marco de madera - 80% vidrio	0.90	0.95	0.90
Tragaluz ^g 6 x 6 x 4 in espesor	0.60	0.57	0.46	Marco de madera - 60% vidrio	0.80	0.85	0.80
8 x 6 x 4 in espesor	0.56	0.54	0.44	Marco de metal - 80% vidrio	1.00	1.20 ^h	1.20 ^h
— con divisor del hueco	0.48	0.46	0.38	Ventanas y puertas corredizas de vidrio	0.95	1.00	--
12 x 12 x 4 in espesor	0.52	0.50	0.41	Marco de madera	1.00	1.10 ^h	--
— con divisor del hueco	0.44	0.42	0.36	Marco de metal			
12 x 12 x 2 in espesor	0.60	0.57	0.46				

^a vidrio de 1/8"
^b vidrio de 1/4"
^c recubrimiento en ambas superficies del vidrio que dan al espacio de aire
^d diseño de la ventana vidrio de 1/4" - vidrio de 1/8" - vidrio de 1/4"
^e dimensiones nominales
^f basados en la superficie de la abertura
^g con aislamiento térmico

8.2 Planos