

# UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

## FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN ENERGÍA



### “DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE UN SISTEMA DE REFRIGERACIÓN Y SELECCIÓN DEL EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO. ÁREA DE ENVASES DE AYUDIN. EMPRESA P&G”

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL  
TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO EN ENERGÍA

ISABEL SANABRIA CASTILLO

  
Mg. Vladimiro Contreras Tito

Callao, 2021  
PERÚ





**ACTA N° 076 DE EXPOSICIÓN DEL INFORME DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL DEL III CICLO TALLER PARA LA OBTENCIÓN DE TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO E INGENIERO EN ENERGÍA**

**LIBRO 001 FOLIO No. 124 ACTA N° 076 DE EXPOSICIÓN DEL INFORME DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO EN ENERGÍA**

A los 13 días del mes noviembre, del año 2021, siendo las 14:46 horas, se reunieron, en la sala meet: <https://meet.google.com/ktd-ynee-ofn>, el **JURADO DE EXPOSICIÓN DEL INFORME DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL** para la obtención del título profesional de **Ingeniero en Energía** de la **Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía**, conformado por los siguientes docentes ordinarios de la **Universidad Nacional del Callao**:

<b>Mg. ARTURO PERCEY GAMARRA CHINCHAY</b>	<b>: Presidente</b>
<b>Mg. JUAN CARLOS HUAMÁN ALFARO</b>	<b>: Secretario</b>
<b>Mg. ADOLFO ORLANDO BLAS ZARZOSA</b>	<b>: Miembro</b>
<b>Mg. RENZO IVAN VILA ARCE</b>	<b>: Suplente</b>

Se dio inicio al acto de exposición del informe de trabajo de suficiencia profesional del Bachiller **SANABRIA CASTILLO, ISABEL**, quien habiendo cumplido con los requisitos para optar el Título Profesional de Ingeniero en **ENERGÍA**, sustenta el informe titulado **“DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE UN SISTEMA DE REFRIGERACIÓN Y SELECCIÓN DEL EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO. ÁREA DE ENVASES DE AYUDIN. EMPRESA P&G”**, cumpliendo con la sustentación en acto público, de manera no presencial a través de la Plataforma Virtual, en cumplimiento de la declaración de emergencia adoptada por el Poder Ejecutivo para afrontar la pandemia del Covid-19, a través del D.S. N° 044-2020-PCM y lo dispuesto en el DU N° 026-2020 y en concordancia con la Resolución del Consejo Directivo N°039-2020-SUNEDU-CD y la Resolución Viceministerial N° 085-2020-MINEDU, que aprueba las "Orientaciones para la continuidad del servicio educativo superior universitario".

Con el quórum reglamentario de ley, se dio inicio a la exposición de conformidad con lo establecido por el Reglamento de Grados y Títulos vigente. Luego de la exposición, y la absolución de las preguntas formuladas por el Jurado y efectuadas las deliberaciones pertinentes, acordó: Dar por **APROBADO** con la escala de calificación cualitativa **BUENO** y calificación cuantitativa **15 (QUINCE)**, la presente exposición, conforme a lo dispuesto en el Art. 27 del Reglamento de Grados y Títulos de la UNAC, aprobado por Resolución de Consejo Universitario N° 245-2018- CU del 30 de Octubre del 2018

Se dio por cerrada la Sesión a las 15:15 horas del día 13 del mes de noviembre y año en curso.

  
Mg. ARTURO PERCEY GAMARRA CHINCHAY  
PRESIDENTE

  
Mg. JUAN CARLOS HUAMAN ALFARO  
SECRETARIO

  
Mg. ADOLFO ORLANDO BLAS ZARZOSA  
MIEMBRO

  
Mg. RENZO IVAN VILA ARCE  
SUPLENTE

  
Mg. VLADIMIRO CONTRERAS TITO  
ASESOR

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y DE ENERGÍA**  
III Ciclo Taller de Informe de Trabajo de Suficiencia Profesional 2021  
**Jurado de Exposición**

**I N F O R M E**

Visto el Informe de Trabajo de Suficiencia Profesional titulado: **“DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE UN SISTEMA DE REFRIGERACIÓN Y SELECCIÓN DEL EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO. ÁREA DE ENVASES DE AYUDIN. EMPRESA P&G”**, presentado por el señor Bachiller en Ingeniería en Energía **SANABRIA CASTILLO, ISABEL**.

**A QUIEN CORRESPONDA:**

El Presidente del Jurado del señor bachiller en Ingeniería en Energía, **SANABRIA CASTILLO, ISABEL**, manifiesta que la Exposición de su Informe de Trabajo de Suficiencia Profesional, se realizó en forma virtual, mediante la sala [://meet.google.com/ktd-ynee-ofn](https://meet.google.com/ktd-ynee-ofn) el día sábado 13 de Noviembre del 2021 a las 14.46 horas, no encontrándose observación alguna, ni correcciones que incluir, el mismo que en su oportunidad fue cuidadosamente evaluado por cada uno de los miembros del Jurado, no presentando ninguna observación en su estructura metodológica y contenido temático.

En tal sentido, en mi calidad de Presidente de Jurado, emito el presente informe favorable para los fines pertinentes.

Bellavista, 13 de Noviembre del 2021



Mg. ARTURO PERCEY GAMARRA CHINCHAY  
Presidente de Jurado de Exposición

## **DEDICATORIA**

Dedico este informe en primer lugar a Dios por darme la fuerza para concluir mi carrera, a mis padres y hermanos quienes fueron el principal cimiento para la construcción de mi vida profesional, siendo en mi la base de responsabilidad y deseos de superación, con sus esfuerzos, consejos y apoyo incondicional, me llevan a admirarlos cada día más.

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, agradezco a mi alma mater, Universidad Nacional del Callao, por haberme aceptado a ser parte de ella, así como también a los diferentes docentes que brindaron sus conocimientos y su apoyo para seguir adelante día a día.

Agradezco también a mi asesor el Mg. Contreras Tito Vladimiro por haberme brindado la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimiento científico, así como también el apoyo constante para guiarme durante todo el desarrollo del informe.

Mi agradecimiento también va dirigido al Gerente Propietario de la Empresa "REFRIARE SAC" el Sr. Jhenner Manrique Sánchez por brindar las facilidades en el desarrollo del informe.

## INTRODUCCIÓN

Actualmente todos los países estamos siendo afectados por el calentamiento global, a causa de la excesiva emisión de gases de efecto invernadero que se encuentran atrapados en la atmósfera según el último informe de los expertos sobre el cambio climático, el informe especial del Panel Intergubernamental del Cambio Climático IPCC (por sus siglas en inglés) de la ONU, 2021 (<https://www.publico.es/ciencias/cambio-climatico-proximo-informe-onu-clima-contener-duras-advertencias-calentamiento-global.html>). Este problema de calentamiento ha aumentado la temperatura promedio de la tierra en 1.5 grados centígrados, afectando la temperatura confort humano.

Desde sus inicios en 1959, la Sociedad Americana de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado ASHRAE (por sus siglas en inglés) ha desarrollado sus trabajos de investigación de los sistemas de ventilación, calefacción, aire acondicionado y refrigeración (HVAC&R) resultado del trabajo de investigación, existen normas y pautas que nos permiten afrontar los diversos problemas relacionados al confort humano.

La empresa nacional Refriaire SAC, se dedica desde el año 2005 a la elaboración de proyectos de instalación, mantenimiento venta de accesorios y equipos de aire acondicionado, ventilación mecánica y refrigeración, actualmente pertenezco al área de operaciones, dando soporte en temas de ingeniería y coordinación constante con los diferentes clientes que tiene la empresa. Uno de los clientes; la empresa P&G, nos solicitó mejorar la climatización del área envases de ayudin, ya que, los equipos existentes de aire acondicionado tipo ventana, no era suficiente para el confort de los trabajadores.

Para mejorar la climatización del área de envases de ayudin y obtener un ambiente de temperatura de confort humano (21°C – 24°C) (Pita, 2000), se determinó la capacidad de un sistema de refrigeración, mediante el cálculo de la carga térmica y la carta psicometría, también se seleccionó el tipo de equipo de aire acondicionado.

En el presente informe se muestra el desarrollo de un proyecto, que involucra el cálculo de la capacidad de sistema de refrigeración, para luego seleccionar un equipo de aire acondicionado, que cumpla con la función principal de climatizar y tener la temperatura de confort para las personas que trabajan en el área envases de ayudin, empresa P&G, contemplando las siguientes partes:

En la primera parte podemos encontrar el contexto de la realidad problemática del proyecto, así como también los objetivos generales y específicos planteados, adicional a ello se hace referencia a la organización de la empresa encargada de elaborar y plasmar sus proyectos de climatización con sistemas de equipos de aire acondicionado en cualquiera de sus instalaciones residenciales y comerciales a nivel nacional.

En la segunda parte se desarrolla el marco teórico en donde se define los conceptos básicos que nos ayudan al cálculo de la capacidad de sistema de refrigeración y la selección del equipo de aire acondicionado.

En la tercera parte encontramos los aportes realizados por mi persona mediante el cálculo de la capacidad de un sistema de refrigeración en el área “envases de ayudin”, además este cálculo se implementó en la memoria descriptiva del proyecto para mayor credibilidad de la correcta selección del equipo de aire acondicionado.

Finalmente, se encuentran las discusiones, conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos de la investigación.

Agradezco a la empresa Refriaire SAC por brindarme las facilidades para el desarrollo del informe, y así obtener mi título profesional.

# ÍNDICE

<b>I. ASPECTOS GENERALES.....</b>	<b>5</b>
1.1 Objetivos .....	6
1.1.1 Objetivo General.....	6
1.1.2 Objetivos específicos.....	6
1.2 Organización de la Empresa o Institución .....	6
1.2.1 Antecedentes históricos.....	6
1.2.2 Filosofía empresarial.....	8
1.2.3 Estructura organizacional.....	11
<b>II. FUNDAMENTACIÓN DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL.....</b>	<b>16</b>
2.1 Marco Teórico.....	16
2.1.1 Bases teóricas .....	17
2.1.2 Aspectos normativos.....	32
2.1.3 Simbología técnica.....	33
2.2 Descripción de las actividades desarrolladas.....	34
2.2.1 Etapas de las actividades .....	34
2.2.2 Diagrama de flujo.....	37
2.2.3 Cronograma de actividades .....	38
<b>III. APORTES REALIZADOS .....</b>	<b>39</b>
3.1 Planificación, ejecución y control de etapas .....	39
3.2 Evaluación técnica – económica .....	68
3.3 Análisis de resultados.....	72
<b>IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....</b>	<b>74</b>
4.1 Discusión.....	74
4.2 Conclusiones.....	76
<b>V. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>77</b>
<b>VI. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>78</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>79</b>

Anexo 1: Tasa mínima de ventilación .....	79
Anexo 2: Potencia de iluminación por unidad de área .....	80
Anexo 3: Ganancia de calor sensible y latente debido a las personas .....	80
Anexo 4: Máximas aportaciones solares a través de cristal sencillo.....	81
Anexo 5: Factor de almacenamiento sobre carga térmica.....	82
Anexo 6: Corrección de las diferencias equivalentes de temperatura (°C)	82
Anexo 7: Diferencia equivalente de temperatura (°C).....	83
Anexo 8: Carta Psicrométrica .....	84
Anexo 9 : Características de los equipos de aire acondicionado instalados .....	85
Anexo 10: Plano de instalación de los equipos de aire acondicionado .....	86

## ÍNDICE TABLAS

Tabla N° 2.1 ETAPAS DEL PROYECTO.....	36
Tabla N° 3.1 .....	42
CARACTERÍSTICAS DE LOS MUROS DEL ÁREA ENVASE DE AYUDIN .....	42
Tabla N° 3.2 PROPIEDADES DEL MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN.....	43
Tabla N° 3.3 PROPIEDADES DEL MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN.....	44
Tabla N° 3.4 .....	47
COEFICIENTE GLOBAL DE TRANSFERENCIA DE CALOR PARA VIDRIOS .....	47
Tabla N° 3.5 DATOS DE LA PARED SOLEADA CON ORIENTACIÓN ESTE.....	56
Tabla N° 3.6 DATOS DE LA PARED SOLEADA CON ORIENTACIÓN NORTE.....	58
Tabla N° 3.7 DATOS DE LA PARED SOLEADA CON ORIENTACIÓN SUR.....	60
Tabla N° 3.8 DATOS DE LA PARED SOLEADA CON ORIENTACIÓN SUR.....	62
Tabla N° 3.9 CARACTERÍSTICAS DEL AIRE EN EL PUNTO “S” .....	64
Tabla N° 3.10 CARACTERÍSTICAS DEL AIRE EN EL PUNTO “E” .....	64
Tabla N° 3.11 RESUMEN DE CÁLCULO DE CALOR TOTAL.....	64
Tabla N° 3.12 .....	65
CARACTERÍSTICAS DEL AIRE EN EL PUNTO DE INSUFLAMIENTO .....	65
Tabla N° 3.13 COSTO DE INGENIERÍA Y ADMINISTRATIVO .....	68
Tabla N° 3.14 COSTO DE MATERIALES .....	69
Tabla N° 3.15 COSTO DE MANO DE OBRA DE INSTALACIÓN .....	70
Tabla N° 3.16 COSTO TOTAL POR EL PROYECTO.....	70
Tabla N° 3.17 CUADRO RESUMEN DE CARGA TERMICA TOTAL.....	73

## ÍNDICE FIGURAS

Figura N° 1.1 LOGO DE LA EMPRESA REFRIAIRE SAC.....	7
Figura N° 1.2 ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA REFRIAIRE SAC.....	11
Figura N° 2.1 ACONDICIONAMIENTO DE AIRE .....	17
Figura N° 2.2 MÉTODOS DE LA TRANSFERENCIA DE CALOR .....	18
Figura N° 2.3.....	24
RANGO DE TEMPERATURA USADAS EN LA REFRIGERACIÓN, AIRE ACONDICIONADO Y LA CRIOGENIA .....	24
Figura N° 2.4 SISTEMA DE REFRIGERACIÓN POR COMPRESIÓN .....	24
Figura N° 2.5 ETAPAS DE UN PROYECTO .....	37
Figura N° 3.1 .....	40
UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA EMPRESA P&G, LIMA, PERÚ .....	40
Figura N° 3.2 DATOS GENERALES DEL PROYECTO.....	41
Figura N° 3.3.....	71
PRESUPUESTO POR SUMINSTRO E INSTALACIÓN DE 04 EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO.....	71

## **I. ASPECTOS GENERALES**

### **Contexto de la realidad problemática**

Actualmente el sector industrial (Laboratorios, Farmacéuticos, Hospitales, sala de operaciones, Centro de cómputo, sala de procesos, salas eléctricas, etc.), sector comercial (Edificios de oficina, centros comerciales) y sector residencial (casas, departamentos), buscan el control la temperatura confort (21°C a 24°C) y humedad relativa (50% a 60 %) para sus diferentes procesos industriales y confort de los trabajadores.

La empresa P&G, que es, uno de los clientes de la empresa Refriaire S.A.C, presentaba problemas de climatización en una de sus áreas de trabajo “envases de ayudin” la temperatura interna era muy elevado, los tres equipos de aire acondicionado tipo ventana existentes, no abastecía toda la carga térmica generada en el área, en verano la temperatura llegaba hasta 29 °C aproximadamente, los trabajadores no tenían la temperatura confort para desarrollar sus actividades de manera segura y eficiente, por esta razón se desarrolló el proyecto de climatizar el área de envases de ayudin.

Para climatizar el área de envases de ayudin, se determinó de la capacidad de un sistema de refrigeración, mediante el cálculo de la carga térmica y la carta de psicometría, para ello, se necesitó conocer las características del área a climatizar, las temperaturas internas del área y del medio ambiente, así como también conocer las actividades que se realizan dentro del mismo. Para fundamentar las selecciones se necesita conocer de refrigeración y aire acondicionado. Se tomó en cuenta para el desarrollo del proyecto los conceptos de cargas térmicas, sistemas de aire acondicionado, sistemas de refrigeración, psicometría, etc. Esto ayudó a una selección adecuada de equipos y su respectiva evaluación económica. Para ilustrar mejor los conceptos y selecciones se utilizó planos, tablas y ecuaciones. De esta forma se podrá tener una mejor visión del trabajo y del lugar. Por último, se darán conclusiones indicando la mejor solución con la respectiva fundamentación.

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Objetivo General**

Determinar la capacidad de un sistema de refrigeración y seleccionar el equipo de aire acondicionado para el área de envases de ayudin de la empresa P&G

### **1.1.2 Objetivos específicos**

- Calcular la carga térmica necesaria para climatizar el área de envases de ayudin.
- Seleccionar el tipo de equipo de aire acondicionado según la carga térmica y el espacio físico del área.

## **1.2 Organización de la Empresa o Institución.**

### **1.2.1 Antecedentes históricos**

La empresa REFRIARE SAC, Inicia sus actividades en el mes de agosto 2005, ubicada en el distrito de Callao en Lima, empresa dedicada a la elaboración de proyectos de instalación, mantenimiento venta de accesorios y equipos de aire acondicionado, ventilación mecánica y refrigeración. Con el compromiso de garantizar la calidad de los servicios que realiza, teniendo en cuenta la salud de sus clientes, respetando los protocolos y el medio ambiente.

La empresa cuenta con un staff de ingenieros y técnicos, especializados para elaborar y plasmar sus proyectos, capacitados para solucionar los problemas que se puedan originar en las unidades electromecánicas de climatización en cualquiera de sus instalaciones residenciales y comerciales a nivel nacional.

A continuación, se menciona los datos de la empresa.

Razón social: REFRIARE S.A.C  
RUC: 20511348855  
Oficina principal: MZ. D30.Lt.03, Bocanegra – Callao  
Página Web: [www.refriare.com.pe](http://www.refriare.com.pe)

Figura N° 1.1  
LOGO DE LA EMPRESA REFRIARE SAC



Fuente: Refriare SAC

En el rubro de aire acondicionado, existen muchas empresas dedicadas al servicio de instalación, mantenimiento preventivo y correctivos a los equipos de HVAC (aire acondicionado, ventilación mecánica y refrigeración) entre ellas tenemos:

- RefriPERU: empresa con más de 10 años de experiencia dedicada a la comercialización, instalación y mantenimiento de equipos de aire acondicionado, ventilación y refrigeración.
- GREENCORP PERU S.A.C: creada el 31 de agosto del 2015, empresa dedicada a proyectos de instalación de equipos de HVAC.
- Friotemp: empresa con más de 10 años de experiencia dedicada a la comercialización, instalación y mantenimiento de equipos de aire acondicionado, ventilación y refrigeración.

### **1.2.2 Filosofía empresarial**

La empresa REFRIARE S.A.C, busca soluciones eficaces para el desarrollo de sus servicios, teniendo como socios estratégicos a sus clientes y proveedores, además, cuenta con la siguiente filosofía empresarial.

#### **Misión:**

Somos una empresa dedicada a la elaboración de proyectos, mantenimiento, venta de accesorios y equipos de aire acondicionado, ventilación mecánica y refrigeración; cuya finalidad es “ser una empresa líder en continuo crecimiento, que se distinga por ejecutar servicios y comercializar productos de excelente calidad, logrando la confianza y satisfacción de sus clientes.

#### **Visión:**

Ser considerada una empresa líder en el mercado nacional, en el desarrollo, innovación e implementación de proyectos de climatización con los más altos estándares de calidad y a la vanguardia de los últimos avances tecnológicos, garantizando el cuidado del medio ambiente y la responsabilidad social.

#### **Valores:**

La empresa compromete a cada uno de sus colaboradores a tener responsabilidad social y ambiental, ser honestos, puntuales, competitivos y trabajo constante en equipo, para tener un logro común, orientado a la satisfacción del cliente, los colaboradores y la empresa.

## **Política de Seguridad, Salud en el Trabajo y Medio Ambiente.**

La empresa REFRIARE SAC siendo responsable y comprometida con la siguiente política:

1. Implementar y mantener los sistemas de gestión de seguridad y medio ambiente, como herramienta para la mejora continua de nuestras operaciones y servicios.
2. Prevenir y minimizar los riesgos en seguridad y salud en el trabajo de las personas vinculadas a la organización.
3. Ejecutar nuestras actividades con los equipos e instalaciones que garanticen trabajos seguros y saludables que prevengan y/o reduzcan la ocurrencia de accidentes de trabajo, enfermedades laborales, daños al medio ambiente, a la propiedad y/o terceros.
4. Identificar los peligros y aspectos ambientales con la finalidad de minimizar sus riesgos e impactos.
5. Capacitar y dar entrenamiento a nuestro personal, mejorando las prácticas en aspectos relacionados con la seguridad, salud en el trabajo y el cuidado del medio ambiente.
6. Garantiza que los trabajadores y sus representantes sean consultados y participen activamente en el sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo y cuidado del medio ambiente.
7. Establecer objetivos y metas que nos permitan cumplir con los requisitos legales aplicables a la empresa permitiendo una adecuada gestión de seguridad, salud en el trabajo y medio ambiente.

8. Cumplir con la normativa legal vigente, así como otros requisitos que la organización requiera o determine con el objetivo de actuar proactivamente en la incorporación de nuevas tendencias legislativas.

### **Política de Calidad.**

La empresa REFRIAIRE SAC a través del liderazgo de la alta dirección expresa su compromiso voluntario con la presente política a:

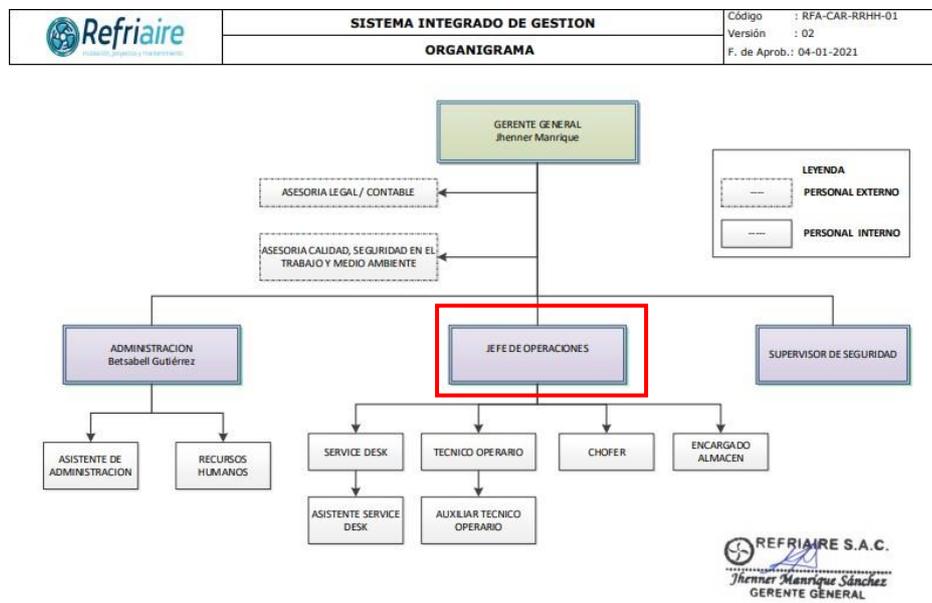
- Cumplir con los requisitos de nuestros clientes y otros requisitos de calidad aplicables para lograr su máxima satisfacción.
- Brindar formación específica a nuestros colaboradores para obtener un trabajo eficiente.
- Seleccionar y evaluar a nuestros proveedores, como socios estratégicos para el logro de nuestros objetivos.
- Promover la mejora continua del desempeño del sistema de gestión de calidad a través, de la revisión periódica de nuestros indicadores, objetivos de calidad.
- Integrar el sistema de gestión de calidad con los demás sistemas de gestión que cuenta nuestra organización.

Con el cumplimiento de estos compromisos establecidos y el apoyo de colaboradores, se mejorará de manera continua el servicio y el sistema integrado de gestión.

### 1.2.3 Estructura organizacional

La empresa REFRIARE SAC está estructurada según la Figura N° 2, lo cual también podemos encontrar el cargo que desempeña en la empresa.

Figura N° 1.2  
ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA REFRIARE SAC



Este documento no está controlado en copia física a excepción de copias selladas.

Fuente: Refriare S.A.C

#### ✓ Descripción de cargo y funciones

El cargo que mi persona desempeña en la empresa Refriare S.A.C. es de jefe de Operaciones Junior.

El cargo de jefe de Operaciones Junior, es la persona responsable de gestionar, planificar y dar seguimiento continuo de los trabajos programados, además, mantener una comunicación constante con los diferentes clientes y fomentar el trabajo en equipo con las diferentes áreas de la empresa, para cumplir los objetivos trazados.

Como funciones principales del jefe de operaciones junior se tiene:

- Brindar soporte de ingeniería a los proyectos de mejora en climatización y ventilación mecánica, con la supervisión del ingeniero en proyectos.
- Gestionar, planificar y dar seguimiento a los trabajos de mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos de HVAC (aire acondicionado, ventilación y refrigeración)
- Revisión de informes y elaborar cotizaciones de las observaciones y recomendaciones de los diferentes trabajos ejecutados.
- Mantener una comunicación constante con los diferentes clientes, brindando soluciones a sus requerimientos.
- Fomentar el trabajo en equipo con las diferentes áreas, para cumplir con los trabajos programados.

✓ **Actividades desarrolladas por la empresa Refriaire S.A.C**

**Proyectos**

REFRIAIRE S.A.C., diseña y desarrolla soluciones integrales para la climatización de ambientes, sistemas de control, ingeniería, montaje, instalación y venta de equipos. Tenemos instalado un sistema de operación y control computarizado de equipos, con monitoreo remoto por línea telefónica con capacidad de intercambio de información con clientes, oficinas de proyectos, arquitectos y constructores, incluyendo planos, planillas electrónicas y textos

procesados, al servicio de sus clientes, manteniéndose a la vanguardia en la implementación de equipos para sistemas inteligentes.

### **Sistemas de Gestión y control de proyectos**

La empresa REFRIARE S.A.C. brinda apoyo a las diversas áreas y proyectos, así como participa directamente en los servicios de Proyectos que brinda la empresa, para la planificación del alcance y ejecución del servicio, definición de “entregables”, así como en el monitoreo y control de los principales componentes (costo, tiempo y calidad) del servicio. Cuenta con profesionales especializados en sistemas de gestión integrados de calidad, cuidado del medio ambiente y salud ocupacional, y de control de proyectos, efectuando auditorías internas, coordinando la gestión de la calidad, efectuando análisis de comparación, alertas tempranas, proyecciones, nivelación de recursos, definición y control de indicadores de gestión de los contratos, análisis de riesgos, análisis de probabilidad de ocurrencia de costos y tiempos,

### **Instalaciones de Equipos**

La empresa ejecuta la instalación de equipos, sistemas de climatización, sistemas de ventilación, para sectores privados, comerciales, industriales y de servicios, incluyendo variados métodos de aislamiento térmico. Trabaja y ejecuta las diversas instalaciones respetando las normas térmicas y los estándares de calidad e incentivando al ahorro eléctrico en las instalaciones realizadas. Contamos con un equipo permanente de técnicos e ingenieros especialistas, capacitados para plasmar los proyectos del plano en los ambientes solicitados.

### **Mantenimiento**

Tenemos un departamento encargado de elaborar, controlar y seguir el proceso de los diferentes tipos de mantenimientos:

**Mantenimiento preventivo:** nos permite mantener el equilibrio de trabajo constante y consumo eléctrico en los equipos, previniendo los daños y desgaste de sus unidades para poder prolongar la vida útil de los equipos, operarlos de manera más eficiente, confortable y económica. Diseñamos cronogramas de mantenimiento de acuerdo a los diferentes sistemas o equipos de aire acondicionado y refrigeración.

**Mantenimiento correctivo:** son los trabajos de reemplazo, transformación y reparación. Repara todo tipo de equipos que comprenda un sistema de climatización: Equipos de expansión directa (Splits y Ductos); chillers (por aire y agua helada), Roof Top, extractores, ventiladores, bomba de agua, torres de enfriamiento, entre otros.

✓ **Principales clientes**

Gracias a la visión de Líderes en el Mercado nacional contamos con una Importante Cartera de Clientes, los cuales se encuentran Totalmente satisfechos con las labores de apoyo técnico y profesional que le brindamos. Las mismas que nos confían el manejo de los equipos de aire acondicionado y refrigeración, en sus diferentes contratos a través de un programa de mantenimiento, evaluación, traslados y remodelación, así como también la elaboración y ejecución de sus nuevos proyectos de expansión.

Sodexo Facility Management

- P&G
- Banbif
- Prosegur
- Citibank
- Belcorp
- Pfizer

## Tgestiona Facility Management

- Banco BCP
- Banco BBVA
- Banco Compartamos financiera
- Banco Pichincha
- Banco y tienda por departamento Ripley
- Banco y tienda por departamento Saga Falabella

### ✓ **Algunos proyectos realizados**

- Banco BBVA Huancayo, Instalación de equipo tipo invertir de capacidad de 36.000 Btu para el área Hall publico 01, (mes julio del 2021)
- Banco Banbif Ica, Instalación de equipo convencional de capacidad de 12,000 Btu para el área Rack, (mes febrero del 2021)
- Banco Pichincha el Porvenir, Instalación de un equipo de ventilación mecánica tipo helicocentrifugo, para ventilar el área de las unidades condensadoras, (mes abril del 2021)
- Citibank Torre Real, Calculo de renovación de aire para dos áreas del piso 05, (mes julio del 2020)
- Belcorp Pardo y Aliaga, Instalación de un equipo tipo Fan coil de agua helada de capacidad de 60,000 Btu, para tres oficinas del piso 8, (mes julio del 2019)

## **II. FUNDAMENTACIÓN DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL**

### **2.1 Marco Teórico**

Según Pilas Hernández (2011) en su tesis de maestría “Diseño del sistema de ventilación y climatización del edificio eléctrico de una central de ciclo combinado” tuvo como objetivo principal diseñar de forma adecuada el sistema de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC) de un edificio eléctrico, de administración y control de una central de generación de tipo ciclo combinado. Donde se concluye que, aplicando unos conocimientos teóricos adecuados, que permitan valorar los aspectos más importantes a considerar, atendiendo a la normativa existente para este tipo de cálculos, y con la ayuda de herramientas informáticas modernas, de potentes prestaciones y gran precisión y fiabilidad, se lleva a cabo de manera satisfactoria el diseño completo del sistema de calefacción, ventilación y aire acondicionado de un edificio, seleccionando los equipos más adecuados que cumplan los requisitos del mismo, alcanzando así el objetivo principal del proyecto.

Según Quispe Zúñiga (2012), en su Tesis “Diseño del sistema de aire acondicionado para un edificio de 12 pisos” tuvo como objetivo principal determinar la carga interna total del ambiente, y con la ayuda de la carta psicrométrica determinar la capacidad del equipo. En la cual empezó definiendo los parámetros de diseño, como son las condiciones interiores y exteriores de temperatura, renovaciones de aire exterior, cargas internas de personas, iluminación, equipos y datos constructivos de las paredes, techos, pisos y vidrios. Se concluye que, el sistema a emplear, que para su proyecto fue el sistema de aire acondicionado con volumen de refrigerante variable (VRV), el cual se adapta mejor a la arquitectura, espacios disponibles y resistencia del edificio. además, muestra el análisis económico al elegir el sistema VRV, en vez del sistema convencional.

## 2.1.1 Bases teóricas

### Aire acondicionado

La función principal del acondicionamiento de aire es mantener, dentro de un espacio determinado, condiciones de confort, o bien las necesidades para la conservación de un producto o para un proceso de fabricación. Para conseguirlo debe instalarse un equipo acondicionador de capacidad adecuada y mantener su control durante todo el año. La capacidad del equipo se determina de acuerdo con las exigencias instantáneas de la máxima carga real o efectiva. (Carrier, 1980)



Fuente: <https://ciredeksa.cl/que-es-el-acondicionamiento-de-aire/>

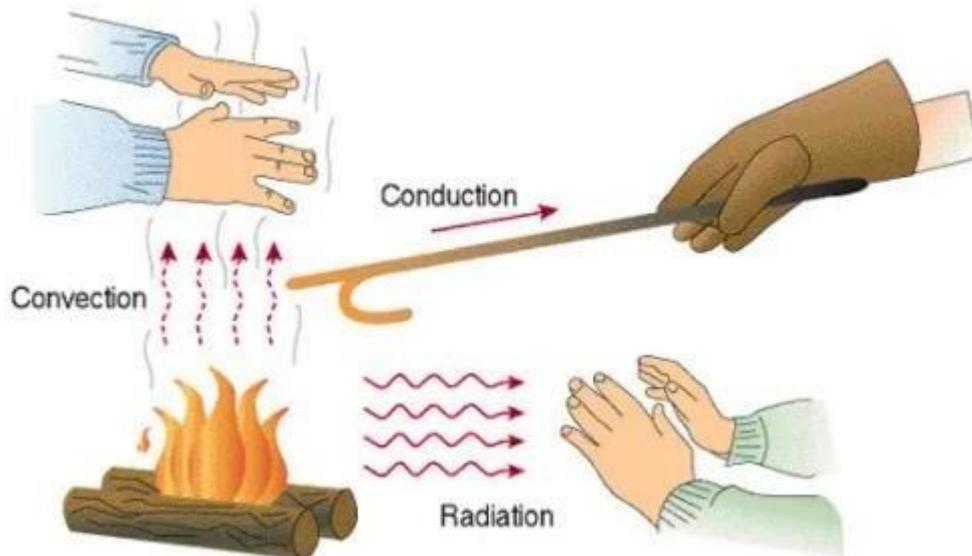
### Termodinámica

La termodinámica se refiere al estudio de la energía, sus formas y sus transformaciones, así como las interacciones con la materia. (Howell, 1990)

## Transferencia de calor

La transferencia de calor se define como la transmisión de la energía de un cuerpo sea sólido. Líquido o gaseoso a otro; originado de diferencia de temperatura entre ambos cuerpos. Existe tres tipos de formas de transferencia de calor. (Kreith, 1968)

Figura N° 2.2  
MÉTODOS DE LA TRANSFERENCIA DE CALOR



Fuente: <https://nergiza.com/radiacion-conduccion-y-conveccion-tres-formas-de-transferencia-de-calor/>

- **Transferencia de calor por conducción:** Es la forma como cual se transmite el calor desde una región de temperatura alta a una región de temperatura más baja, dentro de un medio (sólido, líquido y gaseoso), la conducción es la única forma por la cual puede viajar el calor entre sólidos. (Kreith, 1968)

- **Transferencia de calor por radiación:** Es la transmisión de calor entre dos cuerpos, dándose dicha transmisión del cuerpo de mayor temperatura al de menor temperatura, cuando estos están separados por un espacio que puede también ser el vacío, este calor transmitido recibe el nombre de calor radiante. (Kreith, 1968)
- **Transferencia de calor por convección:** La transferencia de calor por convección se da entre un cuerpo sólido y un gas o líquido, la transferencia de calor por convección se clasifica de dos formas: Convección forzada y convección natural. La convección forzada se da originando con un elemento que origina el movimiento del aire hacia cuerpos sólidos mientras que la convección natural se da la transferencia de calor por el resultado de la diferencia de densidades originado por el gradiente de temperaturas. (Kreith, 1968)

### **Propiedades del aire**

Las propiedades físicas del aire atmosférico se definen como sigue: (Pita, 2000)

- ✓ **Temperatura de bulbo seco (BS)**

Es la temperatura del aire, tal como la indica un termómetro. Las palabras temperatura y temperatura de bulbo seco se emplean para designar lo mismo tratándose del aire.

- ✓ **Temperatura de bulbo húmedo (BH)**

Es la temperatura que indica un termómetro cuyo bulbo está envuelto en una mecha empapada en agua, en el seno de aire en rápido movimiento.

- ✓ **Temperatura de punto de rocío (PR)**

Es la temperatura a la cual el vapor de agua en el aire se comienza a condensar si se enfría el aire a presión constante.

✓ **Relación de humedad (W)**

A la cual se la llama también humedad específica. Es el peso de vapor de agua por libra de aire seco, expresado en lb/lb de aire seco.

✓ **Humedad relativa (HR)**

Es la relación de presión real de vapor de agua en el aire con la presión de vapor de agua si el aire estuviera saturado a la misma temperatura de bulbo seco. Se expresa en porcentaje.

✓ **Volumen específico (v)**

Es el volumen de aire por unidad de peso de aire seco. Se expresa generalmente en ft<sup>3</sup> /lb de aire seco.

✓ **Entalpía específica (h)**

Es el contenido de calor del aire, por unidad de peso. Generalmente se expresa en BTU/lb de aire seco. Esta entalpía es la entalpía del aire seco más la de su contenido de vapor de agua, calculadas una temperatura arbitraria de referencia en la cual la entalpía tiene un valor de cero.

**Factor de desviación en serpentín (FDD)**

Se obtiene mediante la división de la diferencia entre la temperatura de bulbo seco del aire que sale y la temperatura en la superficie del serpentín por la diferencia entre la temperatura de bulbo seco del aire de entrada y la temperatura en la superficie del serpentín. Viene dado mediante la ecuación 2.1 (Dossat, 1991).

$$FDD = \frac{T_c - T_b}{T_c - T_a} \dots\dots\dots(2.1)$$

Donde:

$T_a$  = Temperatura bulbo seco del aire que llega al serpentín, °F

$T_b$  = Temperatura bulbo seco del aire que sale al serpentín, °F

$T_a$  = Temperatura promedio efectiva en la superficie del serpentín, °F

### **Factor de calor sensible de serpentín (FCSS)**

En todo proceso de enfriamiento y des humidificación se elimina los calores latentes y sensibles, la suma de ambos da como resultante el calor total transferido. El FCSS es la relación entre el calor sensible y el calor total, se expresa en la ecuación (2.2) de la siguiente manera (Dossat, 1991):

$$FCSS = \frac{Q_s}{Q_t} = \frac{Q_s}{Q_s + Q_l} \dots\dots\dots(2.2)$$

Donde:

$Q_s$  = Calor sensible, BTU/hr

$Q_l$  = Calor latente, BTU/hr

$Q_t$  = Calor total, BTU/hr

### **Coefficiente Global de transferencia de calor total (U)**

Para cada aplicación, el diseñador puede calcular el total de resistencia térmica para cada parte de la estructura del edificio. Afortunadamente los cálculos ya fueron hechos para cada combinación diferente de materiales del edificio (Pita, 2000)

La relación entre la resistencia térmica total (R) y el coeficiente de transferencia de calor total (U) es:

$$\frac{1}{U_{ext}} = \sum_{i=1}^{i=n} R_i \dots\dots\dots(2.3)$$

En termino de U, la ecuación de transferencia de calor viene dado:

$$Q = U \times A \times \Delta T_{equiv} \dots\dots\dots(2.4)$$

Donde:

Q: Velocidad de transferencia de calor, Kcal/hr

U: Coeficiente de transferencia de calor total,  $\left(\frac{kcal}{m^2-h-^{\circ}C}\right)$

A: Área de la superficie a través por el cual fluye el calor,  $m^2$

$\Delta T_{equiv}$ : Diferencia de temperatura equivalente,  $^{\circ}C$

$R_i$  : Resistencia térmica del material  $\left(\frac{m^2-h-^{\circ}C}{Kcal}\right)$

### Calor Sensible

El cambio de calor sensible, es el proceso donde la temperatura de una sustancia cambia cuando el calor es suministrado o removido del proceso, pero no hay un cambio en el estado de la sustancia. (Pita, 2000)

Este cambio se observa de manera cuantificada en la siguiente ecuación:

$$Q_s = m \times c \times TC = m \times c \times (t_2 - t_1) \dots\dots\dots(2.5)$$

Donde:

Qs: Velocidad de calor sensible adicionado o removido de la sustancia, BTU/h

m: Velocidad de carga de la sustancia, lb/h

c: Calor especifico de la sustancia, BTU/lb- $^{\circ}F$

$t_2 - t_1$ : Cambio de temperatura de la sustancia,  $^{\circ}F$

## Calor Latente

El calor latente es la cantidad de energía que se adiciona o quita a una sustancia para el cambio de entalpia, esto que ocurre cuando una sustancia se evapora o condensa.

Aplicando la siguiente ecuación de entalpia para el cambio de estado.

$$Q = m \times h_{fg} = m \times (h_g - h_f) \dots\dots\dots(2.6)$$

Donde:

Q: Calor adicional o removido de la sustancia, BTU/h

$h_{fg}$ : Calor latente de vaporización, BTU/lb

$h_g$ : Entalpia de vapor saturado, BTU/lb

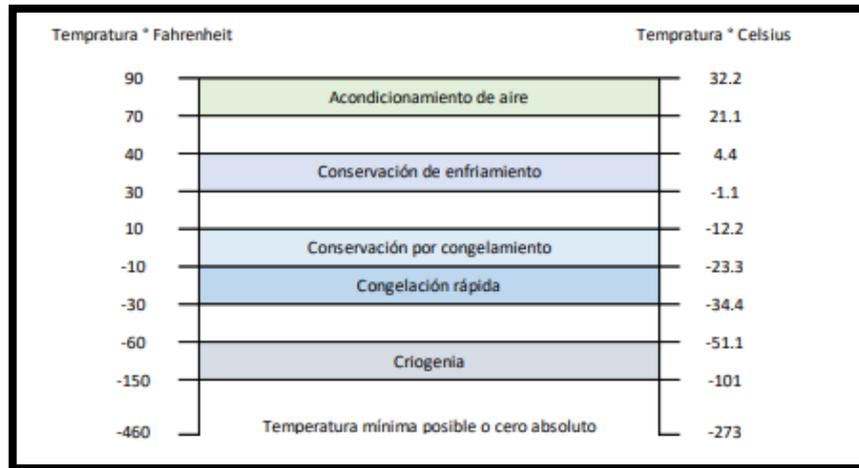
$h_f$ : Entalpia de liquido saturado, BTU/lb

Cuando el proceso de calentamiento o enfriamiento involucra un calor latente o sensible a la sustancia, el resultado puede ser encontrado por simplemente adicionando los dos efectos juntos. (Pita, 2000)

## Refrigeración

Es todo procedimiento por el cual se extrae calor. Se llama sustancia a cualquier objeto o fluido que se desee refrigerar (Remusgo, 2017). En la Figura se muestran los rangos de las temperaturas dados en grados Fahrenheit y grados Celsius que pueden compararse con los rangos usados para el aire acondicionado.

Figura N° 2.3  
RANGO DE TEMPERATURA USADAS EN LA REFRIGERACIÓN, AIRE ACONDICIONADO Y LA CRIOGENIA

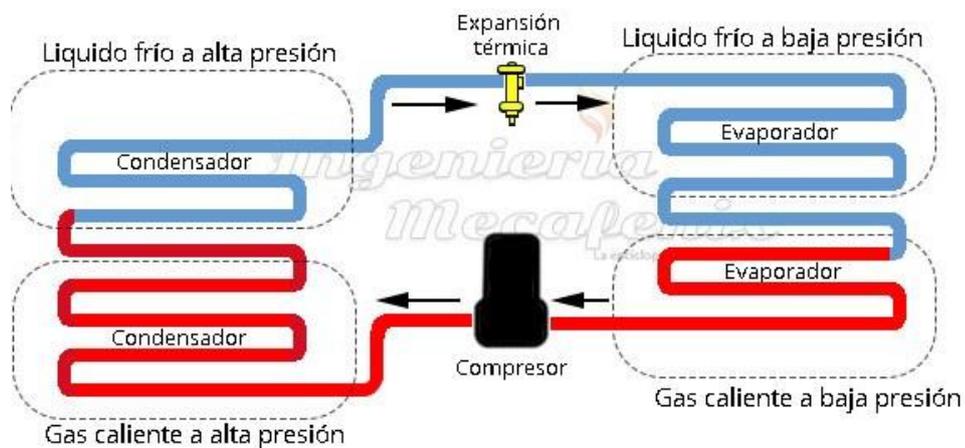


Fuente: Adaptado del libro de (Sanguinetti Remusgo, 2017)

Tenemos dos sistemas principales de refrigeración:

**Sistema de refrigeración por compresión:** Formado por el compresor, condensador, elemento de expansión y evaporador. Este sistema tiene como corazón al compresor el cual comprime el refrigerante desde la presión del evaporador hasta una alta presión que se da en el lado del condensador. (Ramírez, 1996)

Figura N° 2.4  
SISTEMA DE REFRIGERACIÓN POR COMPRESIÓN



Fuente: <https://www.ingmecafenix.com/como-funciona/sistema-de-refrigeracion-basico/>

**Sistema de refrigeración por absorción:** Formado por un generador, aquí el aumento de presión es dado por el calor que emite un fluido caliente o vapor al circular por una serpentina. (Ramírez, 1996)

### **Cargas de enfriamiento**

El interior de un edificio gana calor debido a varias fuentes. Si la temperatura y humedad del aire en los recintos se deben mantener a un nivel confortable, se debe extraer calor para compensar las ganancias mencionadas. (Pita, 2000)

A la cantidad neta de calor que se retira se llama CARGA DE ENFRIAMIENTO. Los métodos de cálculo de las cargas de enfriamiento que se emplearán aquí son los que recomienda el ASHRAE (Fundamentals Handbook, 1985)

### **El efecto de almacenamiento de calor**

La ganancia de calor bruta del recinto es la velocidad a la que se recibe calor en cualquier momento del recinto. Esta ganancia de calor está constituida por partes procedentes de muchas fuentes: radiación solar, alumbrado, conducción y convección, personas, equipos, infiltración. (Pita, 2000)

### **Estudio del local- características del local y fuentes de carga térmica**

Para una estimación realista de las cargas de refrigeración es requisito fundamental el estudio riguroso de las componentes de carga en el espacio que va a ser acondicionado. En todo caso deben considerarse los siguientes aspectos físicos: (Carrier, 1980)

- Orientación del edificio y situación del local a acondicionar con respecto a: Puntos cardinales, estructuras permanentes próximas, superficies refractantes.
- Destino del local: oficina, Laboratorio, hospital, local de ventas, etc.  
Dimensiones del local: largo, ancho y alto.

- Altura de techo: de suelo a suelo, de suelo a techo, etc.
- Condiciones del entorno: edificios o estructuras vecinas, condiciones térmicas de los espacios o recintos colindantes, etc.
- Ventanas: dimensiones y situación, orientación hacia el exterior, etc.  
Puertas: Situación, tipo, dimensiones y frecuencia de empleo.
- Escaleras y huecos verticales.
- Ocupantes: número, tiempo de ocupación, naturaleza de la actividad, alguna concentración especial.
- Alumbrado: Potencia en la hora punta. Tipo: incandescente, fluorescente, directo o indirecto.
- Motores: situación, potencia nominal y régimen de trabajo.
- Equipos y utensilios diversos que funcionan dentro del recinto (ordenadores, cafeteras, cocinas, etc.) Debe conocerse, con la mayor precisión posible sus características de funcionamiento.
- Ventilación necesaria en función de recinto y del nivel de bienestar deseado, respecto a las condiciones mínimas exigida por la norma vigente.

### **Estimación de la carga de acondicionamiento de la sala**

Debe estimarse la carga de refrigeración de un recinto para poder dimensionar correctamente la instalación: potencia del equipo, conductos de aire, sistemas de control, etc. Para ello debe escogerse unas condiciones interiores y exteriores de cálculo, que vienen determinadas en el reglamento de calefacción y refrigeración. Los componentes que contribuyen a la ganancia de calor en el recinto son los siguientes: (Carrier, 1980)

- Conducción a través de paredes, techos, y vidrios al exterior.
- Conducción a través de divisiones internas, cielos rasos y pisos.
- Radiación solar a través de los vidrios.
- Alumbrado.
- Personas.
- Equipos.
- Infiltración del aire exterior a través de aberturas.

### ✓ Flujo de calor a través de la ventana

Es el calor ganado a través de la ventana de la sala, se determina mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Carga Radiante} = (M.A.S) \times (A.V) \times (F.M) \times (F.A) \times (F.AL) \times (F.P.R) \times (F.S) \times (F.A).....(2.7)$$

Donde:

M.A.S: Máxima aportación solar

A.V: Área de Ventana

F.M: Factor de Marco Metálico

F.A: Factor de Atmosfera

F.AL: Factor de Altitud

F.P.R: Factor de Punto de Rocío

F.S: Factor de sombras

F.A: Factor de almacenamiento

### ✓ Flujo de radiación a través de una pared

Es el calor ganado a través de la pared de la sala, se determina mediante la siguiente ecuación (2.3):  $Q = U \times A \times \Delta T_{EQUIV}$

Donde: la Temperatura equivalente es:

$$\Delta T_{EQUIV} = a + T_{es} + b \times \frac{R_s}{R_m} \times (T_{em} - T_{es}) \dots\dots\dots(2.8)$$

También se puede expresar de esta manera:

$$\Delta T_{EQUIV} = a + (X_1 + \Delta T_{es}) + (X_2 + \Delta T_{em}) \dots\dots\dots(2.9)$$

Dónde:  $X_2 = \frac{b \times R_s}{R_m}$  y  $X_1 = 1 - X_2$

b = Coeficiente del color de las paredes

$R_s$  = (Max. Aportación Solar) x (Fact. Atm) x (Fact. Altitud) x (Fact. Pto Rocio)

$R_m$  = De la Tabla del anexo 4 a 40°C Latitud NORTE, en el mes de julio y la orientación de la pared. En este caso es ESTE, siempre entrando a la tabla por Latitud sur para sacar los valores.

**Carta Psicométrica**

Las propiedades de aire atmosférico se pueden representar en tablas o en forma de gráficas. A la forma gráfica se le llama carta psicométrica. Su empleo es universal por que representa una gran cantidad de información en forma sencilla y porque ayuda a estudiar los procesos de acondicionamiento de aire. (Gatley, 2009)

**Construcción de la carta Psicométrica**

La ubicación de las escalas para cada una de las propiedades y las líneas de calor constante para esas propiedades se presenta en la siguiente figura. Cada figura es un esquema de las cartas psicométricas, que no está trazada a escala real. (Gatley, 2009)

## **Líneas de proceso en la carga psicométrica**

El objetivo del equipo de acondicionamiento de aire es cambiar el estado del aire que entra y llevarlo a otra condición. A este cambio se le llama proceso. Ayuda mucho en indicar estos procesos en la carta psicrométrica, en la selección de equipos y análisis de problemas. Se indican los procesos trazando una línea desde el estado inicial del aire hasta su estado final. El aire cambia sus propiedades a lo largo de esa línea. La mayor parte de los procesos se pueden representar mediante líneas rectas. (Gatley, 2009)

## **Metodología grafica usando la carta Psicrométrica**

Para la metodología grafica se debe tener los siguientes datos:

- Calor Sensible
- Calor Latente
- Condiciones Exteriores (Punto "E")
- Condiciones Interiores o la sala (Punto "S")
- Aire Exterior: Se recomienda que este en función del área, el número de renovaciones, el número de personas.

En el gráfico de la carta Psicrométrica, se realiza los siguientes pasos:

**Paso 1:** Graficar en la carta, los puntos correspondientes a las condiciones exteriores e interiores y unirlos mediante una línea recta.

**Paso 2:** Calcular el factor de calor sensible

**Paso 3:** Ubicar el punto correspondiente al factor de calor sensible en la carta psicrométrica, una vez ubicado unir con una línea recta punteada el punto de fcs y el punto Pivot, a esta recta llamaremos "recta de referencia"

**Paso 4:** Trazar una recta paralela a la recta de referencia, que pase por el punto de sala "S", y prolongarlo hasta un punto cercano a la línea de saturación (100%HR) a esta recta llamaremos "recta de condiciones (i)"

**Paso 5:** El punto de insuflamiento de aire acondicionado, debe estar ubicado en la recta trazada en el paso 4, debe tener una humedad relativa perteneciente al siguiente rango (90% - 100%) y a la vez ( $15^{\circ}\text{F}$  menor igual  $T_{\text{sala}} - T_{\text{insuf}}$  menor igual  $30^{\circ}\text{F}$ )

Cuando se determina el punto de punto de insuflamiento de esta manera, se está garantizando que el factor de contacto del serpentín de enfriamiento del equipo varíe entre 0.8 – 0.9, lo cual implica tener un serpentín económico y comercial.

### **Conceptos básicos de sistema de aire acondicionado**

Las instalaciones de aire acondicionado requieren unos componentes básicos, comunes a todos los equipos, y que son encargados de la producción de frío o calor añadiendo el sistema de impulsión de aire, con algún ingrediente particular o específico que les diferencia del resto de los modelos en contadas ocasiones. Todo acondicionador de aire o ciclo frigorífico consta de cuatro elementos principales, más los correspondientes controles y mandos que son: (Pita, 2000)

- **Compresor.**

Es un elemento principal de la instalación y aunque su cometido es diverso, siempre tiene como actividad la compresión del fluido frigorífero gaseoso a baja presión que procede del evaporador, disminuyendo su volumen y aumentando su temperatura, hasta una presión superior para que pueda ser condensado y así aprovechar, el ciclo frigorífico, el intercambio doble de calor entre el evaporador y el condensador.

- **Evaporador.**

El evaporador tiene la función de sustraer calor sensible y latente del aire de la sala aspirado o aire Exterior en caso de 100% de aire fresco, y consiste en un intercambiador de calor entre el fluido frigorífico y el aire. Están acondicionados por el tipo de aplicación.

- **Condensador**

El condensador es un Intercambiador de calor dispuesto para hacer pasar al estado líquido al refrigerante gaseoso comprimido, por cesión de calor a un medio distinto del fluido circulado. Es decir, en lugar de absorber calor del ambiente, lo dispersa en la atmósfera que le rodea. El condensador está situado después del compresor, con respecto al sentido de circulación del fluido refrigerante. Un ventilador toma aire del exterior y lo impulsa a través de tubos de cobre y pierde calor en las aletas que lo conforman. Realizando intercambio de calor entre el refrigerante y el aire exterior, donde dos fluidos con temperaturas diferentes producen intercambio de calor. Por consiguiente, el que tiene más calor traspasa su energía al de menos calor (refrigerante/aire).

- **Válvula de expansión.**

Es un dispositivo que permite y regula el paso del refrigerante líquido desde de presión más alto a otro más bajo. En este punto ocurre cambio de presión velocidad y temperatura del gas refrigerante

- **Líneas de admisión y descarga**

Haremos hincapié que en cualquier sistema de circulación de líquido toda materia extraña debe eliminarse. Esto particularmente es necesario en los sistemas de acondicionamiento de aire porque algunos tubos miden décimas de milímetro. El tubo por el que circula el fluido refrigerante, entre el evaporador y el compresor, se llama línea de admisión. Se encuentra en la Línea de baja presión. El tubo intercalado entre el compresor y el condensador se conoce por la línea de descarga. Siempre se halla en el

lado de alta presión. Otros tubos de cobre que forman el conjunto de tuberías corresponden a la línea de líquido que lleva el refrigerante en estado líquido a una elevada presión. Procede del condensador y va hacia el evaporador. La línea capilar, que es parte de la línea de líquido, tiene por objeto restringir la circulación del líquido refrigerante. En el circuito de circulación precede inmediatamente al evaporador.

✓ **Clasificación de sistemas**

Se pueden clasificar los sistemas en fluido de distribución o calefacción ya sea aire o agua. Son posibles los siguientes grupos: (Pita, 2000)

- Sistemas de Todo Aire
- Sistemas de Toda agua (HIDRÓNICOS)
- Sistemas combinados de aire y agua.
- Sistema de refrigerante - Aire

### **2.1.2 Aspectos normativos**

Para determinar la capacidad de un sistema de aire acondicionado, se consideró los siguientes estándares y normas técnicas.

#### **Código Nacional de electricidad (CNE)**

El objetivo principal del Código Nacional de Electricidad – Utilización, es establecer las reglas preventivas para salvaguardar las condiciones de seguridad de las personas, de la vida animal y vegetal, y de la propiedad, frente a los peligros derivados de uso de la electricidad; así como la preservación del ambiente y la protección del Patrimonio Cultural de la Nación. El código también contempla las medidas de prevención contra choques eléctricos e incendios, así como las medidas apropiadas para la Instalación, operación y mantenimiento de instalaciones eléctricas (MEM-DGE, 2006)

## **Norma ASHRAE Estándar 62.1 - 2013**

La norma tiene como propósito principal definir los requisitos de diseño para los sistemas de ventilación para una calidad aceptable de aire interior en las instalaciones de uso común. Esta norma define los parámetros necesarios de ventilación para las distintas funciones de los espacios y un apartado de instalación, operación y mantenimiento. El propósito de este estándar es especificar las ratios mínimas de ventilación, conocidas por sus siglas en inglés ACH, y otras medidas destinadas a proveer una calidad de aire interior que es aceptable para las personas y que minimiza efectos adversos a la salud (ASHRAE, 2013).

## **AHRI Standard 340/360**

AHRI es un estándar internacional que mide la ratio de performance de equipos de calefacción y aire acondicionado comerciales e industriales. Este estándar tiene como objetivo clasificar los equipos según su ratio de eficiencia energética (EER), esto es la relación de la capacidad de enfriamiento en BTU/h entre la potencia de entrada en Watts a cualquier condición de operación del equipo. (AHRI, 2019).

### **2.1.3 Simbología técnica**

Glosario de términos técnicos

- AHRI: Air Conditioning Heating and Refrigeration Institute (Instituto de Aire Acondicionado Calefacción y Refrigeración).
- ASHRAE: Sociedad Estadounidense de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado.
- BTU: Unidad térmica británica es una unidad de energía utilizada principalmente en equipos de aire acondicionado.

- CFM: Una medida de flujo de aire y volumen, pies cúbicos por minuto. También puede expresarse en metros cúbicos por hora según la siguiente conversión:  $CFM=0.588 \times m^3 /h$ .
- CNE: El Código Nacional de Electricidad • EER: Energy Efficiency Ratio (Ratio de eficiencia energética)
- RNE: El Reglamento Nacional de Edificaciones en Perú. • Sistema MKS de unidades: Expresa las medidas utilizando como unidades fundamentales metro, kilogramo y segundo. El sistema MKS de unidades sentó las bases para el Sistema Internacional de Unidades, que ahora sirve como estándar internacional.
- Termostato: Instrumento que mide la temperatura del ambiente.
- Humidistato: Instrumento que mide la humedad del ambiente.

## **2.2 Descripción de las actividades desarrolladas**

### **2.2.1 Etapas de las actividades**

Para determinar la capacidad de un sistema de refrigeración y la selección de un equipo de aire acondicionado en el área de envases de ayudín, se realizó en tres semanas durante el mes de noviembre del año 2020, ejecutados en tres etapas, que se describen a continuación.

**Etapa 1. Determinación de los parámetros de cálculo:** en esta etapa se realizó la visita técnica al local, para conocer las características físicas del área a climatizar, las temperaturas internas del área y del medio ambiente, así como también conocer las actividades que se realizan dentro del mismo.

**Etapa 2. Determinación de la carga térmica del local:** dentro de la etapa 2 se calculó la carga térmica total del local (carga térmica latente y sensible) por efecto de iluminación, número de personas, cantidad de equipos y radiación solar, para este último, se calculó la carga térmica mediante diferencia equivalente de temperatura.

**Etapa 3. Selección de equipo de aire acondicionado:** para la selección de equipo de aire acondicionado se determinó la capacidad de enfriamiento mediante los procesos psicométricos y la carga térmica determinada en la etapa 2. También para la selección de equipo, se tuvo en cuenta el tipo de sistema de aire acondicionado según la disponibilidad de arquitectura del local.

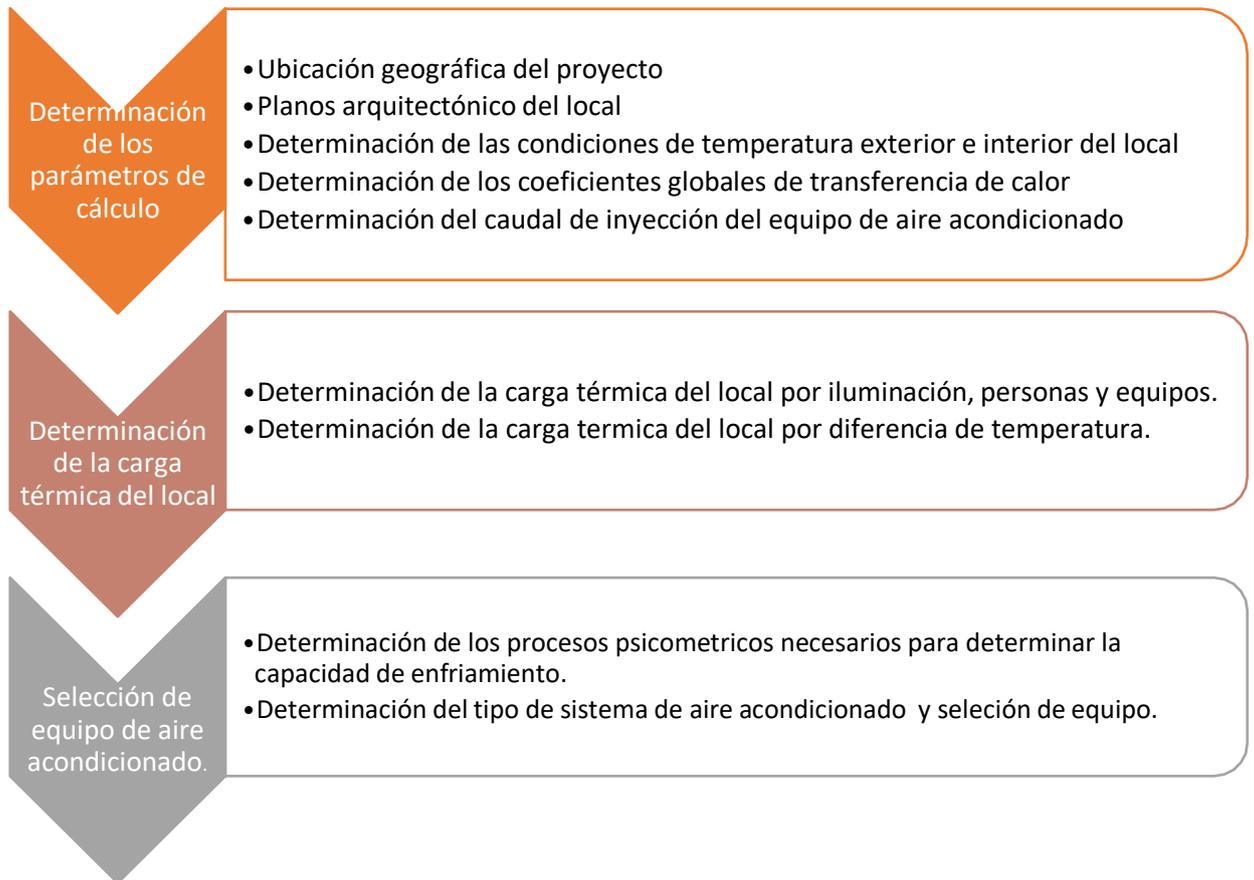
Tabla N° 2.1  
ETAPAS DEL PROYECTO

Etapa 1: Determinación de los parámetros de cálculo.	Etapa 2: Determinación de la carga térmica del local	Etapa 3: Selección de equipo de aire acondicionado.
<p>Actividades:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ubicación geográfica del proyecto</li> <li>2. Plano arquitectónico del local.</li> <li>3. Determinación de las condiciones de temperatura exterior e interior del local</li> <li>4. Determinación de los coeficientes globales de transferencia de calor.</li> <li>5. Determinación del caudal de inyección del equipo de aire acondicionado.</li> </ol>	<p>Actividades:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Determinación de la carga térmica del local por iluminación, número de personas y cantidad de equipos.</li> <li>2. Determinación de la carga térmica del local por diferencia de temperatura.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Determinación de los procesos psicométricos necesarios para determinar la capacidad de enfriamiento.</li> <li>2. Determinación del tipo de sistema de aire acondicionado.</li> <li>3. Selección de un equipo de aire acondicionado.</li> </ol>

## 2.2.2 Diagrama de flujo

El siguiente esquema muestra las actividades por cada etapa del proyecto:

Figura N° 2.5  
ETAPAS DE UN PROYECTO



## 2.2.3 Cronograma de actividades

Tabla N° 2.2  
CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

ETAPAS DE ACTIVIDADES REALIZADAS	DURACIÓN	NOVIEMBRE 2020													
		Sa.	Do.	Lu.	Ma.	Mi.	Ju.	Vi.	Sa.	Do.	Lu.	Ma.	Mi.		
		7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
<b>Etapa 1: Determinación de los parámetros de cálculo</b>	<b>3 días</b>														
Ubicación geográfica del proyecto	1/3 día	X	DÍA NO LABORABLE								DÍA NO LABORABLE				
Revisión de planos arquitectónico del local	1/3 día	X													
Determinación de las condiciones de temperatura exterior e interior del local	1/3 día	X													
Determinación de los coeficientes globales de transferencia de calor	1 día			X											
Determinación del caudal de inyección del equipo de aire acondicionado.	1 día				X										
<b>Etapa 2: Determinación de la carga térmica del local</b>	<b>4 días</b>														
Determinación de la carga térmica del local por iluminación, numero de persona y equipos en funcionamiento.	1 día					X									
Determinación de la carga térmica del local por diferencia de temperatura	3 días						X	X	X						
<b>Etapa 3: Selección de equipo de aire acondicionado</b>	<b>3 días</b>														
Determinación de los procesos psicométricos para determinar la capacidad de enfriamiento.	2 días											X	X		
Determinación del tipo de sistema de aire acondicionado y selección de equipo	1 día													X	

### **III. APORTES REALIZADOS**

#### **3.1 Planificación, ejecución y control de etapas**

En noviembre del 2020, La empresa P&G, uno de los clientes de la empresa Refriaire S.A.C, presentaba problemas de climatización en una de sus áreas de trabajo “envases de ayudin” la temperatura interna era muy elevado, los tres equipos de aire acondicionado tipo ventana existentes, no abastecía toda la carga térmica generada en el área, en verano la temperatura llegaba hasta 29 °C aproximadamente, los trabajadores no tenían la temperatura confort para desarrollar sus actividades de manera segura y eficiente, por esta razón se desarrolló el proyecto de climatizar el área de envases de ayudin.

Para climatizar el área de envases de ayudin, se determinó de la capacidad de un sistema de refrigeración, mediante el cálculo de la carga térmica total (carga térmica latente y sensible) y la carta de psicometría, para ello, se necesitó conocer las características del área a climatizar, las temperaturas internas del área y del medio ambiente, así como también conocer las actividades que se realizan dentro del mismo. Se tomó en cuenta para el desarrollo del proyecto los conceptos de cargas térmicas, sistemas de aire acondicionado, sistemas de refrigeración, psicometría, etc. Esto ayudó a una selección adecuada de equipos y su respectiva evaluación económica. Para ilustrar mejor los conceptos y selecciones se utilizó planos, tablas y ecuaciones.

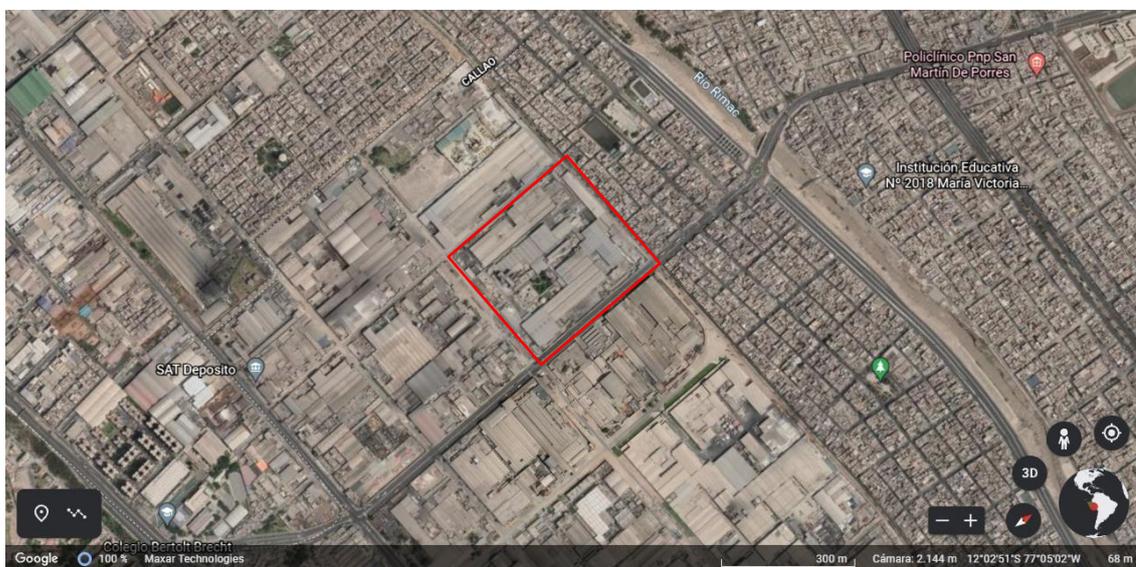
A continuación, el desarrollo de las etapas para tener una mejor visión del proyecto.

## Etapa 1: Determinación de los parámetros de cálculo.

### Ubicación geográfica del proyecto

Mediante el programa de Google Earth, se ubicó de manera geográfica el proyecto, esta información fue necesaria para determinar la máxima aportación solar, consecuentemente la mayor carga térmica del área envases de ayudin.

Figura N° 3.1  
UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA EMPRESA P&G, LIMA, PERÚ



Fuente: fotografía tomada del Google Earth

La ubicación geográfica se describe a continuación:

- Latitud: 12°02'24" Sur
- Longitud: 70°04'36" Oeste
- Altura: 70 m.s.n.m

En la siguiente Figura (3.2) se muestra los datos generales del proyecto.

Figura N° 3.2  
DATOS GENERALES DEL PROYECTO

NUMERO DE PERSONAS=	<b>12</b>
CALOR SENSIBLE - PERSONAS =	<b>61 Kcal/hr</b>
CALOR LATENTE - PERSONAS =	<b>52 Kcal/hr</b>
AREA DEL LOCAL =	<b>206.00 m<sup>2</sup></b>
ALTURA DEL LOCAL =	<b>2.60 m</b>
LATITUD =	<b>SUR</b>
GRADOS ( 0° a 50°) =	<b>12 °</b>
Temperatura Exterior	<b>30 °C</b>
Humedad Relativa Exterior =	<b>80.0%</b>
Temperatura Interior =	<b>22 °C</b>
Humedad Relativa Interior =	<b>55.0%</b>
VARIACION DE TEMP. EXT EN 24 HRS=	<b>8 °C</b>
NUMERO DE HORAS DE FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO (12, 16 ó 24)=	<b>24</b>
ALTITUD (m.s.n.m)=	<b>100.00 m</b>
Factor de Atmosfera no muy limpia (0.85 a 1.0) =	<b>0.9</b>
<b>1)</b> CON ELEMENTOS DE SOMBRAS INTERNOS ó <b>0)</b> CON VIDRIOS DESCUBIERTOS CON SOMBRAS EXTERNAS ? =	<b>1</b>
FACTOR DE SOMBRA POR CORTINAS INTERNAS ó EXTERNAS =	<b>0.65</b>
TEMPERATURA A LAS 15 HORAS =	<b>30 °C</b>
FACTOR de Iluminacion =	<b>16 W / m<sup>2</sup></b>
FACTOR (calor debido a equipos) =	<b>14.56 W / m<sup>2</sup></b>
Coefficiente del color de la cara exterior de las paredes ( Claro= <b>0.5</b> ; Medio= <b>0.78</b> ; Oscuro= <b>1</b> ) =	<b>0.78</b>
Techo Soleado ( Si= 1 ; No= <b>2</b> ) =	<b>1</b>

Fuente: Empresa Refriaire S.A.C

### Determinación de los coeficientes globales de transferencia de calor (U)

Mediante el libro de Carrier “El Manual de aire acondicionado”, nos brinda información de los coeficientes globales entre otros materiales de albañilería; además, los detalles de ubicación y arquitectura del proyecto, se toma los datos reales para aplicar los cuadros descritos por el Carrier. Esta información fue necesaria a fin de poder calcular la carga térmica mediante el método de variación de temperatura y variación equivalente de temperatura para radiación solar, así mismo, se aplicó el método de ASHRAE para determinar la carga térmica del local.

Se considera que los muros de tipo exterior son los que se encuentran expuestas al sol, para efectos de cálculos en el mes, día y hora con mayor radiación solar. De la misma manera los muros interiores son aquellas que no son irradiados directamente por el sol.

A continuación, en la Tabla (3.1) se detalla según la orientación cardinal cuales son considerados como muros exteriores e interiores, con sus respectivas dimensiones y detalle de cada muro.

Tabla N° 3.1  
CARACTERÍSTICAS DE LOS MUROS DEL ÁREA ENVASE DE AYUDIN

Orientación Cardinal	Tipo de muro	Espesor del concreto (cm)	Enlucido interior y exterior (cm)	Área (m2)
E	Exterior	15.00	2.00	20.28
N	Exterior	15.00	2.00	53.00
S	Exterior	15.00	2.00	53.00
O	Exterior	15.00	2.00	20.28
Piso	Interior	20.00	2.00	206.00
Techo	Interior	15.00	2.00	206.00

En la siguiente tabla (3.2) y tabla (3.3) se muestra los valores de las propiedades térmicas de cada material más usadas en la construcción según (Carrier, 1980)

Tabla N° 3.2  
PROPIEDADES DEL MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN

MATERIALES	DESCRIPCIÓN	Espesor (mm)	Peso específico (kg/m <sup>3</sup> )	RESISTENCIA R	
				por m de espesor	por el espesor considerado $\times 10^{-3}$
MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN					
ELEMENTOS DE ALBANILERIA	Ladrillo ordinario		1920	16.4	
	Ladrillo de paramento		2080	9.0	
	Ladrillo hueco:				
	1 alvéolo	75	960	-	164
	1 alvéolo	100	768	-	228
	2 alvéolos	150	800	-	312
	2 alvéolos	200	720	-	379
	2 alvéolos	250	672	-	455
	3 alvéolos	300	640	-	520
HORMIGÓN	Mortero de cemento		1856	1.6	
	Tarugos de madera 12.5% aglomerados con yeso, 87.5%		816	4.8	
	Hormigones ligeros		1900	1.5	
	Ponce, puzolana		1600	2.2	
	Celulares		1280	3.2	
	Vermiculita, perlita		960	4.7	
			640	6.8	
		480	8.9		
		320	11.5		
ENLUCIDOS	Cemento		1856	1.6	
	Yeso :				
	ligero		720	5.2	
	ligero sobre entramado metálico		720	5.2	
	perlita		720	5.4	
	arena		1680	1.4	
	arena sobre entramado metálico		1680	1.4	
	arena sobre entramado de madera		1680		82
vermiculita		720	4.7		

Fuente: Datos obtenidos y adaptados de Carrier

Tabla N° 3.3  
PROPIEDADES DEL MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN

MATERIALES	DESCRIPCIÓN	Espesor (mm)	Peso específico (kg/m <sup>3</sup> )	RESISTENCIA R		
				por m de espesor	por el espesor considerado x 10 <sup>-3</sup>	
MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN						
<b>AIRE</b>						
LÁMINA DE AIRE	<u>Posición</u>	<u>Flujo de calor</u>				
	horizontal	ascendente (invierno)	20 - 100			174
	"	" (verano)	20 - 100			160
	"	descendente (invierno)	20			209
	"	" "	100			236
	"	" "	200			252
	"	" "	20			256
	"	" (verano)	40			174
	"	" "	100			191
	"	" "	20 - 100			203
	inclinación de 45°	ascendente (invierno)	20 - 100			185
	"	descendente (verano)	20 - 100			163
	vertical	horizontal (invierno)	20 - 100			199
"	" (verano)	20 - 100			176	
CONVECCIÓN	<u>Posición</u>	<u>Flujo de calor</u>				
	horizontal	ascendente	—	—	—	125
	inclinación de 45°	"	—	—	—	127
	Aire quieto <b>vertical</b>	<b>horizontal</b>	—	—	—	140
	inclinación de 45°	descendente	—	—	—	158
	horizontal	"	—	—	—	190
	Viento de 29 km/h	Todas las posiciones (invierno)	Todas las direcciones			
Viento de 12 km/h	Todas las posiciones (verano)	Todas las direcciones				52

Fuente: Datos obtenidos y adaptados de Carrier

En las tablas (3.1), (3.2) y (3.3) se muestra las características de los muros y los valores de la resistencia térmica de los materiales de construcción y de aislamiento (C°.m<sup>2</sup>.h /Kcal). Con estos datos se calculó el coeficiente global de transferencia para las paredes exteriores, paredes interiores, piso interior, techo y vidrios.

### coeficientes globales en paredes exteriores

Se consideró la ecuación (2.3) para determinar el coeficiente de transferencia de calor en las paredes exteriores en  $\left(\frac{kcal}{m^2-h-^{\circ}C}\right)$

$$U = \frac{1}{(R_1) + (R_2) + (R_3) + (R_4) + (R_5)}$$

Donde:

$R_1$  = Resistencia de la película del Aire exterior

$R_2$  = Resistencia del Enlucido de cemento exterior

$R_3$  = Resistencia de la pared de concreto

$R_4$  = Resistencia del Enlucido de cemento interior

$R_5$  = Resistencia de la película del Aire interior (posición: vertical; flujo de calor: horizontal)

Reemplazando los valores, se tiene obtiene el coeficiente global de calor en las paredes exteriores.

$$U = 2.016 \left( \frac{kcal}{m^2 - h - ^\circ C} \right)$$

### **Coeficientes globales en paredes interiores**

Se reemplaza la ecuación (2.3) para determinar el coeficiente de transferencia de calor en las paredes interiores en  $\left( \frac{kcal}{m^2 - h - ^\circ C} \right)$

$$U = \frac{1}{(R_5) + (R_2) + (R_3) + (R_4) + (R_5)}$$

Donde:

$R_2$  = Resistencia del Enlucido de cemento exterior

$R_3$  = Resistencia de la pared de concreto

$R_4$  = Resistencia del Enlucido de cemento interior

$R_5$  = Resistencia de la película del Aire interior (posición: vertical; flujo de calor: horizontal)

Reemplazando los valores, se tiene obtiene el coeficiente global de calor en las paredes interiores.

$$U = 1.71 \left( \frac{kcal}{m^2 - h - ^\circ C} \right)$$

### **Coeficientes globales en el piso interior**

Se reemplaza la ecuación (2.3) para determinar el coeficiente de transferencia de calor en el piso interior en  $\left( \frac{kcal}{m^2 - h - ^\circ C} \right)$

$$U = \frac{1}{(R_5) + (R_2) + (R_3) + (R_4) + (R_5)}$$

Donde:

*R<sub>2</sub>* = Resistencia del Enlucido de cemento exterior

*R<sub>3</sub>* = Resistencia de la pared de concreto

*R<sub>4</sub>* = Resistencia del Enlucido de cemento interior

*R<sub>5</sub>* = Resistencia de la película del Aire interior (posición: horizontal; flujo de calor: ascendente)

Reemplazando los valores, se tiene obtiene el coeficiente global de calor en el piso interior.

$$U = 1.58 \left( \frac{kcal}{m^2 - h - ^\circ C} \right)$$

### **Coeficientes globales en el techo**

Se reemplaza la ecuación (2.3) para determinar el coeficiente de transferencia de calor en techo en  $\left( \frac{kcal}{m^2 - h - ^\circ C} \right)$

$$U = \frac{1}{(R_5) + (R_2) + (R_3) + (R_4) + (R_5)}$$

Donde:

$R_2$ = Resistencia del Enlucido de cemento exterior

$R_3$ =Resistencia de la pared de concreto

$R_4$ = Resistencia del Enlucido de cemento interior

$R_5$ = Resistencia de la película del Aire interior (posición: horizontal; flujo de calor: descendente)

$$U = 1.597 \left( \frac{kcal}{m^2 \cdot h \cdot ^\circ C} \right)$$

### Coeficiente global de los vidrios

Para el cálculo del coeficiente global del vidrio, se asumió un vidrio doble, entonces de la siguiente tabla (3.4)

Tabla N° 3.4  
COEFICIENTE GLOBAL DE TRANSFERENCIA DE CALOR PARA VIDRIOS

COEFICIENTES GLOBALES DE TRANSFERENCIA DE CALOR PARA VIDRIOS Y BLOCKS DE VIDRIOS.	
DESCRIPCIÓN	U (btu/pie <sup>2</sup> -hr-°F)
Ventana de vidrio simple	1.06
Ventana de vidrio doble	0.64
Ventana de vidrio triple	0.34
Block de vidrios	0.56
Multiplicar por 4.8825 para obtener U en Kcal / m <sup>2</sup> -hr-°C	

Fuente: TRANE

Se obtiene el coeficiente global de transferencia de calor del vidrio.

$$U = 0.64 \left( \frac{Btu}{ft^2 \cdot x \cdot ^\circ F} \right) = \frac{0.64}{0.2048}$$

$$U = 3.125 \left( \frac{Kcal}{m^2 \cdot h \cdot ^\circ C} \right)$$

Los datos de coeficientes globales de transferencia de calor se reemplazaron posteriormente para el cálculo de los calores debido a la transferencia de calor por radiación solar.

### **Determinación del caudal de inyección del equipo de aire acondicionado.**

Se determinó el caudal de aire necesario para inyectar al área envases de ayudin, según la ASHRAE 62.1-2010, se utilizó la siguiente ecuación (3.1)

$$Vbz = Rp \times Pz + Ra \times Az \dots \dots \dots (3.1)$$

Donde:

Vbz: Es el caudal de aire exterior (l/s)

Rp: Es e caudal de aire exterior requerido por persona (l/s)

Ra: Es el caudal de aire exterior requerido por unidad de superficie ( $ft^2$ )

Pz: Es el número de personas en la zona de ventilación en horario de uso.

Az: Es la superficie neta habitable de la zona ventilada ( $ft^2$ )

De la tabla 3.1 se obtiene el área (Az) y del Anexo 1 se obtiene los valores de Rp y Ra. Reemplazando en la ecuación (3.1) se obtiene el caudal de inyección para el equipo de aire acondicionado.

$$Vbz = 330 \text{ CFM}$$

### **Etapa 2: Determinación de la carga térmica del local**

En esta segunda etapa se determinó la carga térmica total; carga térmica sensible y carga térmica latente, esta carga térmica se determinó por iluminación, personas y equipos, también mediante el método de diferencia de temperatura de ASHRAE.

## **Determinación de la carga térmica del local por iluminación, personas y equipos.**

**Iluminación:** corresponde a la potencia de iluminación del local, es decir cuanta energía en kW se va a consumir en iluminar, Esta energía que es una fuente de calor sensible se determinó en función al tipo de actividad del local y el área en la siguiente ecuación (3.2)

$$Q_a = W \times A \dots \dots \dots (3.2)$$

Donde:

$Q_a$ : Calor total debido al calor sensible de iluminación, Kcal/h

$W$ : Factor de iluminación,  $W/m^2$

$A$ : superficie del local

Reemplazando el valor de Factor de iluminación del Anexo 2 y el área de la tabla (2.3) se obtuvo lo siguiente.

$$Q_a = 3296 W = 2833.98 \text{ Kcal/h}$$

### **Calor sensible de las personas**

Flujo de energía que se adiciona o se quita al aire para que cambie su estado variando su temperatura, Se determinó mediante la siguiente ecuación (3.3)

$$Q_s = N \times \text{Calor sensible por persona} \dots \dots \dots (3.3)$$

Donde:

$Q_s$ : Calor sensible total de las personas

$N$ : Número de personas

Calor sensible por persona: Razón de calor corporal sensible, Kcal/h

Reemplazando el valor de Calor sensible por persona del Anexo 3 y la cantidad de personas, se obtuvo lo siguiente:

$$Q_s = 61 \frac{\text{kcal}}{\text{h}} \times 12 = 732 \text{ Kcal/h}$$

### Calor latente de las personas

Flujo de energía que se adiciona o se quita al aire para que cambie su fase debido a las personas, Se determinó mediante la siguiente ecuación (3.4)

$$Q_l = N \times \text{Calor latente por persona} \dots \dots \dots (3.4)$$

Donde:

$Q_l$ : Calor latente total de las personas

N: Número de personas

Calor latente por persona: Razón de calor corporal latente, Kcal/h

Reemplazando el valor de Calor latente por persona del Anexo 3 y la cantidad de personas, se obtuvo lo siguiente:

$$Q_s = 52 \frac{\text{kcal}}{\text{h}} \times 12 = 624 \text{ Kcal/h}$$

**Equipos:** corresponde a la potencia de equipos del local, es decir cuanta energía en kW se va a consumir, Esta energía que es una fuente de calor sensible se determinó en función a la siguiente ecuación (3.5)

$$Q_e = W \times A \dots \dots \dots (3.5)$$

Donde:

$Q_e$ : Calor total debido al calor sensible del equipo, Kcal/h

$W$ : Factor calor debido a equipo,  $W/m^2$

$A$ : superficie del local

Reemplazando el valor de Factor de iluminación del Anexo 2 y el área de la tabla (2.3) se obtuvo lo siguiente.

$$Q_a = 3000 W = 2579.47 \text{ Kcal/h}$$

### **Determinación de la carga térmica del local por diferencia de temperatura**

Para el cálculo de carga térmica por diferencia de temperatura, primero se determinó el flujo de calor a través de paredes por aportación solar, para ello fue necesario determinar el  $Kg/m^2$  de la estructura

### **Cálculo de pesos de las paredes, techos y pisos, según la propiedad del material.**

La relación de la masa de pared, piso y techo con respecto al área de la pared, se muestra en la siguiente ecuación.

$$\left(\frac{PESO \ PARED}{m^2 \ de \ PARED}\right) \dots\dots\dots(3.6)$$

Dado que,  $\frac{PESO \ PARED}{m^2 \ de \ PARED} = (Peso \ Especifico \times \ Espesor)$

Se reemplazó valores de acuerdo a la tabla (3.1) y tabla (3.2)

$$Peso \ Pared \ Exterior = (Peso \ Enlucido \ Ext) + (Peso \ Muro) + (Peso \ Enlucido \ Int)$$
$$Peso \ Pared \ Exterior = 352.64 \left(\frac{Kg}{m^2 \ Pared}\right) \dots\dots\dots(3.7)$$

$$\begin{aligned} \text{Peso Pared Interior} &= (\text{Peso Enlucido Int}) + (\text{Peso Muro}) + (\text{Peso Enlucido Int}) \\ \text{Peso Pared Interior} &= 352.64 \left( \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2 \text{Pared}} \right) \dots \dots \dots (3.8) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Peso Piso Interior} &= (\text{Peso Enlucido Int}) + (\text{Peso Muro}) + (\text{Peso Enlucido Int}) \\ \text{Peso Piso interior} &= 445.44 \left( \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2 \text{Pared}} \right) \dots \dots \dots (3.9) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Peso Techo} &= (\text{Peso Enlucido Ext}) + (\text{Peso Muro}) + (\text{Peso Enlucido Int}) \\ \text{Peso Techo} &= 445.44 \left( \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2 \text{Pared}} \right) \dots \dots \dots (3.10) \end{aligned}$$

La relación de la masa de pared, piso y techo con respecto al área del piso, se muestra en la siguiente ecuación.

$$\left( \frac{\text{PESO PARED}}{\text{m}^2 \text{de PISO}} \right) = \frac{(\text{AREA DE LA PARED})}{\text{AREA DE PISO}} \times (\text{Factor Anterior}) \dots \dots \dots (3.11)$$

En la ecuación (3.11) se reemplazó los valores de acuerdo a la tabla (3.1) y las ecuaciones (3.7), (3.8), (3.9) y (3.10)

$$\text{Pared Exterior ESTE} = \frac{7.8 \times 2.6}{206} \times 352.64 = 34.72 \left( \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2 \text{Piso}} \right)$$

$$\text{Pared Exterior NORTE} = \frac{2.0 \times 26.5}{206} \times 352.64 = 90.73 \left( \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2 \text{Piso}} \right)$$

$$\text{Pared Exterior SUR} = \frac{2.0 \times 26.5}{206} \times 352.64 = 90.73 \left( \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2 \text{Piso}} \right)$$

$$\text{Pared Exterior OESTE} = \frac{7.8 \times 2.6}{206} \times 352.64 = 34.72 \left( \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2 \text{Piso}} \right)$$

$$\text{Piso Interior} = \frac{7.8 \times 26.5}{206} \times 445.44 = 445.44 \left( \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2 \text{Piso}} \right)$$

$$\text{Techo} = \frac{7.8 \times 26.5}{206} \times 445.44 = 445.44 \left( \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2 \text{Piso}} \right)$$

Reemplazando los valores calculados en la siguiente ecuación (3.12), se determinó el peso de la Estructura ( $\frac{Kg}{m^2 \text{ de Piso}}$ )

$$P. Estructura = \frac{\sum \text{Peso muros Ext} + \frac{1}{2} \times (\sum \text{Pesos tabiques, suelo y techo})}{\text{Área del piso}} \dots\dots\dots(3.12)$$

$$P. Estructura = 34.72 + 90.73 + 34.72 + 90.73 + \frac{1}{2} \times (445.44 + 445.44)$$

$$P. Estructura = 696.33 \left( \frac{Kg}{m^2 \text{ Piso}} \right)$$

### Flujo de calor a través de la ventana Norte

El cálculo del flujo de transferencia de calor por diferencia equivalente de temperatura para ventanas soleadas según (Carrier, 1980) se determina de la siguiente manera.

Los siguientes datos se determinó con las tablas de los anexos 4 y 5

$$\text{Max. Aportación Solar Ventana Este} = 340.00 \left( \frac{Kcal}{h \times m^2} \right)$$

$$\text{Superficie del Vidrio} = 7.8m^2$$

$$\text{Fact. de Marco Metalico} = 1.17 \text{ (ver Anexo 4)}$$

$$\text{Fact. de Atmosfera} = 0.9 \text{ (ver datos generales)}$$

$$\text{Fact. por Altitud} = \left( 1 + \left( \frac{0.7}{100} \right) \times \left( \frac{100}{300} \right) \right) = 1.002 \text{ (ver Anexo 4)}$$

$$\text{Fact. por punto de Rocío} = 1 + \left( \frac{5}{100} \right) \times \left( \frac{19.5 - T_{pr}}{4} \right) \text{ ver Anexo 4}$$

Si el punto de rocío es mayor a 19.5 °C entonces quitar 5% por cada 4°C de diferencia respecto de este 19.5 °C.

Si el punto de rocío es menor a 19.5 °C entonces agrega 5% por cada 4°C de diferencia respecto de este 19.5 °C.

*Punto de Rocio del aire Exterior = 26.164 °C*

$$\text{Fact. por punto de Rocio} = 1 + \left(\frac{5}{100}\right) \times \left(\frac{19.5 - 26.164}{4}\right) = 0.9167$$

*Fact. de Sombra = 0.65 (ver tados generales)*

*Fact. Almacenamiento*

$$= f(\#Hr. de funcionamiento de equipo; Orientación de la Pared; \left(\frac{\text{Peso de la Estructura}}{\text{m}^2 \text{ de piso}}\right); Sombras)$$

$$\text{Factor. Almacenamiento} = f(24 \text{ Hrs; Este; } 696.328 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2}; Cortinas)$$

$$\text{Factor. Almacenamiento} = 0.59$$

Reemplazando los datos en la ecuación (2.7) se obtuvo la carga Radiante en la ventana orientación NORTE.

$$\text{Carga Radiante} = (\text{MA.S}) \times (\text{A.V}) \times (\text{F.M}) \times (\text{F.A}) \times (\text{F.AL}) \times (\text{F.P.R}) \times (\text{F.S}) \times (\text{F.A})$$

$$\text{Carga Radiante} = 984.02 \text{ Kcal/h}$$

### **Flujo de radiación a través de una pared**

El cálculo del flujo de transferencia de calor por diferencia equivalente de temperatura para paredes soleadas según (Carrier, 1980) esta dada por las ecuaciones (2.3) y (2.9) respectivamente:

$$Q = U \times A \times \Delta T_{EQUIV}$$

$$\Delta T_{EQUIV} = a + (X_1 + \Delta T_{es}) + (X_2 + \Delta T_{em})$$

$$\text{Dónde: } X_2 = \frac{b \times R_s}{R_m} \quad \text{y } X_1 = 1 - X_2$$

$b = 0.78$ , Coeficiente del color de las paredes (ver datos generales)

$R_s = (\text{Max. Aportación Solar}) \times (\text{Fact. Atm}) \times (\text{Fact. Altitud}) \times (\text{Fact. Pto Rocio})$

$R_m =$  De la Tabla del Anexo 4 a  $40^\circ\text{C}$  Latitud NORTE, en el mes de julio y la orientación de la pared. En este caso es ESTE, siempre entrando a la tabla por Latitud sur para sacar los valores.

$a =$  Factor corrección ( $a$ ), se consideró temperatura a las 3:00 pm (igual a la temperatura exterior) =  $30^\circ\text{C}$

$$\Delta T = \text{Temp. Ext}_{3:00 \text{ pm}} - \text{Temp. Int}_{\text{sala}} = 30 - 22 = 8^\circ\text{C}$$

También;  $\Delta T_{24 \text{ horas}} = 8^\circ\text{C}$ , según los datos generales (variación de la temperatura en 24 hr)

Entonces de la tabla del Anexo 6, se determinó el Factor de corrección

$$a = f(\Delta T; \Delta T_{24 \text{ horas}}) = f(8,8) = 1.2 \dots\dots\dots(3.13)$$

Se determinó el flujo de transferencia de calor por cada pared exterior según orientación cardinal.

## Flujo de calor a través de una pared exterior orientación ESTE

En la siguiente tabla (3.5), se muestra los datos requeridos para cálculo de la diferencia equivalente en la pared soleado orientación ESTE.

Tabla N°3.5  
DATOS DE LA PARED SOLEADA CON ORIENTACIÓN ESTE

Parámetros	Datos	S.I
Max. Radiación Solar	362.40	(Kcal/hr-m <sup>2</sup> )
Factor de atmosfera no muy limpia	0.90	
Factor por altitud	1.00	
Punto de rocío	26.16	
Factor por punto de rocío	0.92	
Rs	299.69	(Kcal/hr.m <sup>2</sup> )
Rm	444.00	(Kcal/hr.m <sup>2</sup> )
b	0.78	
X2	0.526	
X1	0.474	
Coficiente global de Transferencia " U "	2.016	Kcal/h.m <sup>2</sup> . °C
Área	20.28	m <sup>2</sup>
Temperatura Exterior considerada a las 15 Hs	30.00	°C
Diferencia de Temperaturas ( Text-Tint )	8.00	°C
Variación de Temp.ext. En 24 horas	8.00	°C

Reemplazando los datos de la tabla (3.5) y de la ecuación (3.13) en la ecuación (2.9) se obtuvo lo siguiente:

$$\Delta T_{EQUIV} = 1.2 + (0.474 \times \Delta T_{es}) + (0.526 \times \Delta T_{em}) \dots\dots\dots(3.14)$$

Según la ecuación (3.14) la diferencia equivalente de temperatura depende de  $\Delta T_{es}$  y  $\Delta T_{em}$ , pero estos datos dependen a su vez del peso de la pared ESTE (Kg/m<sup>2</sup> pared) y datos interpolados de la tabla del anexo 7

Entonces la diferencia equivalente de temperatura en la pared ESTE es:

$$\Delta T_{EQUIV} = 1.2 + (0.474 \times 3.6894) + (0.526 \times 8.2265)$$
$$\Delta T_{EQUIV} = 7.278 \text{ } ^\circ\text{C} \dots\dots\dots (3.15)$$

Los datos del área, coeficiente global de calor y  $\Delta T_{EQUIV}$  se reemplazó en la ecuación (2.3) determinando el flujo de radiación en la pared ESTE

$$Q = U \times A \times \Delta T_{EQUIV} = 2.016 \times 20.28 \times 7.278$$

$$Q = 297.58 \text{ Kcal/hr}$$

### **Flujo de calor a través de una pared exterior orientación NORTE**

En la siguiente tabla (3.6), se muestra los datos requeridos para cálculo de la diferencia equivalente en la pared soleado orientación NORTE.

Tabla N°3.6  
DATOS DE LA PARED SOLEADA CON ORIENTACIÓN NORTE

Parámetros	Datos	S.I
Max. Radiación Solar	340.00	(Kcal/hr-m <sup>2</sup> )
Factor de atmosfera no muy limpia	0.90	
Factor por altitud	1.00	
Punto de rocío	26.16	°C
Factor por punto de rocío	0.92	
Rs	281.164	(Kcal/hr.m <sup>2</sup> )
Rm	187.000	(Kcal/hr.m <sup>2</sup> )
b	0.78	
X2	1.173	
X1	-0.173	
Coficiente global de Transferencia " U "	2.016	Kcal/h.m <sup>2</sup> . °C
Área	53.00	m <sup>2</sup>
Temperatura Exterior considerada a las 15 Hs	30.00	°C
Diferencia de Temperaturas ( Text-Tint )	8.00	°C
Variación de Temp.ext. En 24 horas	8.00	°C

Reemplazando los datos de la tabla (3.6) y de la ecuación (3.13) en la ecuación (2.9) se obtuvo lo siguiente:

$$\Delta T_{EQUIV} = 1.2 + (-0.173 \times \Delta T_{es}) + (1.173 \times \Delta T_{em}) \dots\dots\dots(3.16)$$

Según la ecuación (3.16) la diferencia equivalente de temperatura depende de  $\Delta T_{es}$  y  $\Delta T_{em}$ , pero estos datos dependen a su vez del peso de la pared NORTE (Kg/m<sup>2</sup> pared) y datos interpolados de la tabla del anexo 7

Entonces la diferencia equivalente de temperatura en la pared NORTE es:

$$\Delta T_{EQUIV} = 1.2 + (-0.173 \times 3.6894) + (1.173 \times 12.4261)$$
$$\Delta T_{EQUIV} = 15.136 \text{ }^\circ\text{C} \dots \dots \dots (3.17)$$

Los datos del área, coeficiente global de calor y  $\Delta T_{EQUIV}$  se reemplazó en la ecuación (2.3) determinando el flujo de radiación en la pared NORTE

$$Q = U \times A \times \Delta T_{EQUIV} = 2.016 \times 53 \times 15.136$$

$$Q = 1,617.30 \text{ Kcal/hr}$$

### **Flujo de calor a través de una pared exterior orientación SUR**

En la siguiente tabla (3.7), se muestra los datos requeridos para cálculo de la diferencia equivalente en la pared soleado orientación SUR.

Tabla N°3.7  
DATOS DE LA PARED SOLEADA CON ORIENTACIÓN SUR

Parámetros	Datos	S.I
Max. Radiación Solar	23.40	(Kcal/hr-m <sup>2</sup> )
Factor de atmosfera no muy limpia	0.90	
Factor por altitud	1.00	
Punto de rocío	26.16	°C
Factor por punto de rocío	0.92	
Rs	19.351	(Kcal/hr.m <sup>2</sup> )
Rm	40.000	(Kcal/hr.m <sup>2</sup> )
b	0.78	
X2	0.377	
X1	0.623	
Coficiente global de Transferencia " U "	2.016	Kcal/h.m <sup>2</sup> . °C
Área	53.00	m <sup>2</sup>
Temperatura Exterior considerada a las 15 Hs	30.00	°C
Diferencia de Temperaturas ( Text-Tint )	8.00	°C
Variación de Temp.ext. En 24 horas	8.00	°C

Reemplazando los datos de la tabla (3.7) y de la ecuación (3.13) en la ecuación (2.9) se obtuvo lo siguiente:

$$\Delta T_{EQUIV} = 1.2 + (0.623 \times \Delta T_{es}) + (0.377 \times \Delta T_{em}) \dots\dots\dots(3.18)$$

Según la ecuación (3.18) la diferencia equivalente de temperatura depende de  $\Delta T_{es}$  y  $\Delta T_{em}$ , pero estos datos dependen a su vez del peso de la pared SUR (Kg/m<sup>2</sup> pared) y datos interpolados de la tabla del anexo 7

Entonces la diferencia equivalente de temperatura en la pared SUR es:

$$\Delta T_{EQUIV} = 1.2 + (0.623 \times 3.6894) + (0.377 \times 3.6894)$$
$$\Delta T_{EQUIV} = 4.889 \text{ } ^\circ\text{C} \dots \dots \dots (3.19)$$

Los datos del área, coeficiente global de calor y  $\Delta T_{EQUIV}$  se reemplazó en la ecuación (2.3) determinando el flujo de radiación en la pared SUR

$$Q = U \times A \times \Delta T_{EQUIV} = 2.016 \times 53 \times 4.889$$

$$Q = 522.45 \text{ Kcal/hr}$$

### **Flujo de calor a través de una pared exterior orientación OESTE**

En la siguiente tabla (3.8), se muestra los datos requeridos para cálculo de la diferencia equivalente en la pared soleado orientación OESTE.

Tabla N°3.8  
DATOS DE LA PARED SOLEADA CON ORIENTACIÓN SUR

Parámetros	Datos	S.I
Max. Radiación Solar	362.40	(Kcal/hr-m2)
Factor de atmosfera no muy limpia	0.90	
Factor por altitud	1.00	
Punto de rocío	26.16	°C
Factor por punto de rocío	0.92	
Rs	299.687	(Kcal/hr.m <sup>2</sup> )
Rm	444.000	(Kcal/hr.m <sup>2</sup> )
b	0.78	
X2	0.526	
X1	0.474	
Coficiente global de Transferencia " U "	2.016	Kcal/h.m <sup>2</sup> . °C
Área	20.28	m <sup>2</sup>
Temperatura Exterior considerada a las 15 Hs	30.00	°C
Diferencia de Temperaturas ( Text-Tint )	8.00	°C
Variación de Temp.ext. En 24 horas	8.00	°C

Reemplazando los datos de la tabla (3.8) y de la ecuación (3.13) en la ecuación (2.9) se obtuvo lo siguiente:

$$\Delta T_{EQUIV} = 1.2 + (0.474 \times \Delta T_{es}) + (0.526 \times \Delta T_{em}) \dots\dots\dots(3.20)$$

Según la ecuación (3.20) la diferencia equivalente de temperatura depende de  $\Delta T_{es}$  y  $\Delta T_{em}$ , pero estos datos dependen a su vez del peso de la pared OESTE (Kg/m<sup>2</sup> pared) y datos interpolados de la tabla del anexo 7

Entonces la diferencia equivalente de temperatura en la pared OESTE es:

$$\Delta T_{EQUIV} = 1.2 + (0.474 \times 3.6894) + (0.526 \times 9.2577)$$
$$\Delta T_{EQUIV} = 7.821 \text{ }^\circ\text{C} \dots \dots \dots (3.21)$$

Los datos del área, coeficiente global de calor y  $\Delta T_{EQUIV}$  se reemplazó en la ecuación (2.3) determinando el flujo de radiación en la pared OESTE

$$Q = U \times A \times \Delta T_{EQUIV} = 2.016 \times 20.28 \times 7.821$$

$$Q = 319.78 \text{ Kcal/hr}$$

### **Etapas 3: Selección del equipo de aire acondicionado**

Para la selección del equipo de aire acondicionado se determinó la capacidad de enfriamiento, mediante la carta de psicrométrica, el aire impulsado hacia el área a climatizar tuvo las condiciones necesarias para satisfacer las cargas aportadas por el calor sensible y latente.

Se empleó la carta psicrométrica para determinar la capacidad de enfriamiento, en base a procesos psicrométricos mencionados en el libro de Carrier (1980).

A continuación, se muestra los 7 pasos principales para la selección del equipo de aire acondicionado.

**Paso 1:** Se graficó en la carta psicrométrica ver anexo 8, los puntos correspondientes a las condiciones exterior (E) e interior (S), donde se obtuvo los valores del volumen específico, entalpía, humedad, cantidad de agua contenido en el aire. Tal como se muestra en la tabla (3.9) y tabla (3.10)

Tabla N° 3.9  
 CARACTERÍSTICAS DEL AIRE EN EL PUNTO “S”

Punto Interior de la sala (S)	
Puntos	S.I
$T_s$	22 °C
HR	55%
Vesp.	0.85 m3/kg
$h_s$	15.2 Kcal/kg

Tabla N° 3.10  
 CARACTERÍSTICAS DEL AIRE EN EL PUNTO “E”

Punto Exterior de la sala (E)	
Puntos	S.I
$T_e$	30 °C
HR	80%
Vesp.	0.8875 m3/kg
$h_e$	24.8 Kcal/kg

Donde:

T: Temperatura, °C

HR: Humedad Relativa, %

Vesp: Volumen específico, m3/kg

h: Entalpia, Kcal/kg

**Paso 2:** Se calculó el factor de calor sensible FCS, para ello se necesitó el calor sensible y calor latente del área, cabe recordar que, estos valores se calcularon en la etapa 2 del proyecto. En la siguiente tabla (3.11) se muestra el resumen de calculo de calor total por carga térmica.

Tabla N° 3.11  
 RESUMEN DE CÁLCULO DE CALOR TOTAL

Calor	S.I
Calor sensible total $Q_{st}$	12,622.23 kcal/hr
Calor Latente total $Q_{lt}$	624.00 kcal/hr
Calor total $Q_t$	13,246.23 Kcal/hr

Los valores de la tabla (3.11) se reemplazó en la ecuación (2.2), dando como resultado el factor de calor sensible.

$$FCS = \frac{Q_{st}}{Q_t} = \frac{12,622.23}{13,246.23}$$

$$FCS = 0.95$$

**Paso 3:** Ubicamos el punto correspondiente al factor sensible en la carta psicrométrica, una vez ubicado se une con una recta al punto de pivot, a esta recta se llamó recta de referencia.

**Paso 4:** Trazamos una recta paralela a la recta de referencia, que pase por el punto S, y prolongarlo hasta que pase la línea de saturación (HR 100%)

**Paso 5:** Ubicar el punto de insuflamiento (i) al ingreso del equipo, esta debe estar ubicado en la recta segmentada en el paso 4, debe tener una humedad relativa con valores entre 90% y 100%, a la vez debe cumplir que la diferencia de temperatura de la sala y la temperatura de insuflamiento de ingreso de aire al equipo que pasa por el serpentín debe estar comprendida entre 15° F y 30° F; con ello se obtuvo que el factor de contacto del serpentín de enfriamiento del equipo se encuentre entre 80 % a 90 %, según recomendación del fabricante para el equipo seleccionado de aire acondicionado.

En la siguiente tabla (3.12) se muestra las características del aire en punto "i"

Tabla N° 3.12  
CARACTERÍSTICAS DEL AIRE EN EL PUNTO DE INSUFLAMIENTO

Punto de insuflamiento (i)	
Ti	13.00 °C
HR	95%
Vesp	0.823 m3/kg
hi	12.6 Kcal/kg

Donde:

Ti: Temperatura en el punto de insuflamiento, °C

HR: Humedad relativa en el punto de insuflamiento, %

Vesp: Volumen específico en el punto de insuflamiento, m<sup>3</sup>/kg

hi: Entalpia en el punto de insuflamiento, kcal/kg

**Paso 6:** se calculó el flujo de masa de insuflamiento ( $m_i$ )

de la ecuación (2.6) despejamos el valor “m” para obtener la siguiente ecuación (3.22)

$$m_i = \frac{Q_t}{h_s - h_i} \dots\dots\dots(3.22)$$

En la ecuación (3.22) reemplazamos los valores de las tablas (3.9) y (3.12)

$$m_i = \frac{13,246.23}{15.2 - 12.6}$$
$$m_i = 5,519.26 \text{ kg/hr} \dots\dots\dots(3.23)$$

**Paso 7:** Se determinó la capacidad de enfriamiento del equipo

Para determinar la capacidad de enfriamiento, el aire va de condiciones E a condiciones “i”, de la ecuación (2.6) despejamos el valor “m” para obtener la siguiente ecuación (3.24)

$$m_i = \frac{Q_t}{h_E - h_i} \dots\dots\dots(3.24)$$

En la ecuación (3.24) reemplazamos la ecuación (3.24), los datos de la tabla (3.10) y tabla (3.12)

$$Q_t = 5,519.26 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \times (24.8 - 12.06) \frac{\text{kcal}}{\text{kg}}$$

$$Q_t = 67,335.00 \text{ kcal/h}$$

Realizando la conversión a TON, luego multiplicamos por el factor de conversión igual a 12,000 BTU/h/TON

$$Q_t = \frac{67,335.00 \text{ kcal/h}}{3024} = 22.27 \text{ TON}$$

$$Q_t = 22.27 \text{ TON} \times 12,000 \frac{\text{BTU/h}}{\text{TON}} = 267,202.39 \text{ BTU/h} \dots \dots \dots (3.25)$$

Para la selección de equipo de aire acondicionado, se consideró la capacidad de enfriamiento igual a 267,202.39 BTU/h y la disposición de la arquitectura del área envases de ayudin.

Se seleccionó el equipo de aire acondicionado con un sistema de expansión directa, se entiende por este sistema que, su funcionamiento se basa en el enfriamiento directo del aire al distribuirlo por el intercambiador de calor, donde se expande el refrigerante. Este sistema consta de la unidad condensadora, la unidad evaporadora y los componentes del sistema de refrigeración.

Se seleccionó 05 equipos de aire acondicionado de los cuales 03 equipos son tipo Casette y 02 equipo es tipo decorativo, de capacidad de 240,000 BTU/h para 04 equipos y un equipo de 36,000 BTU/h

Las características eléctricas de las de los equipos se detalla en el anexo 9.

Con respecto a la ejecución de instalación de los equipos de aire acondicionado no es parte de los alcances de este informe, pero se puede visualizar los planos de instalación en el anexo 10.

### 3.2 Evaluación técnica – económica

La evaluación técnica – económico en un proyecto es muy importante, ya que, nos ayuda evaluar el costo de los recursos y ganancia de este, En este informe se elaboró un presupuesto teniendo en cuante lo siguiente:

- Costo de ingeniería y administrativos
- Costo de materiales
- Costo de mano de obra de instalación

Tabla N° 3.13  
COSTO DE INGENIERÍA Y ADMINISTRATIVO

Ítem	Descripción	Cantidad de personas	Cantidad de horas por persona	Costo por horas promedio (S/.)	Costo (S/.)
1	Administrativos	1.00	5.00	6.00	30.00
2	Ingeniero en Energía	1.00	40.00	9.00	360.00
3	Ingeniero Mecánico	1.00	15.00	11.00	165.00
4	Supervisor	1.00	5.00	9.00	45.00
<b>TOTAL (S/.) no incluye IGV</b>					<b>600.00</b>

Tabla N° 3.14  
COSTO DE MATERIALES

Ítem	Descripción	unidad	Cantidad	Costo unitario (S/.)	Costo (S/.)
1	Suministro de 03 equipos de aire acondicionado Tipo Casette marca KHONE de capacidad 60,000 Btu y Gas refrigerante R410a	Und.	3.00	7,200.00	21,600.00
2	Suministro de 01 equipos de aire acondicionado tipo Piso Techo marca Midea de capacidad 60,000 Btu y Gas refrigerante R410a	Und.	1.00	6,700.00	6,700.00
3	Lote de tuberías de cobre para el circuito del refrigerante.	Glob.	4.00	850.00	3,400.00
4	Cableado de mando entre unidad evaporadora y condensadora	Glob.	4.00	620.00	2,480.00
5	Gas Refrigerante R410a	Glob.	4.00	350.00	1,400.00
6	Bases y soportes fabricados en perfiles de acero estructural	Glob.	4.00	180.00	720.00
7	Bomba de condensado	Glob.	4.00	300.00	1,200.00
8	Tubería de PVC para sistema de drenaje	Glob.	1.00	300.00	300.00
9	Canaletas y planchas galvanizadas	Glob.	1.00	350.00	350.00
<b>TOTAL (S/.) no incluye IGV</b>					<b>38,150.00</b>

Tabla N° 3.15  
COSTO DE MANO DE OBRA DE INSTALACIÓN

Ítem	Descripción	unidad	Cantidad	Costo unitario (S/.)	Costo (S/.)
1	Montaje de las 04 unidades condensadoras a sus bases.	Und.	4.00	150.00	600.00
2	Anclaje de las 04 unidades evaporadoras.	Und.	4.00	200.00	800.00
3	Tendido del lote de tuberías de cobre y aislamiento térmico.	Und.	4.00	150.00	600.00
4	Interconexión del circuito de refrigeración, soldadura de tuberías y conexiones con soldadura de plata.	Und.	4.00	300.00	1,200.00
5	Instalación de un lote del cableado para la interconexión de unidades	Und.	4.00	100.00	400.00
6	Pruebas de hermeticidad al sistema, mediante las pruebas de vacío.	Und.	4.00	150.00	600.00
7	Carga de gas refrigerante	Und.	4.00	100.00	400.00
8	Pruebas de funcionamiento	Und.	4.00	100.00	400.00
<b>TOTAL (S/.) no incluye IGV</b>					<b>5,000.00</b>

Tabla N° 3.16  
COSTO TOTAL POR EL PROYECTO

Costo de ingeniería y administrativo	600.00
Costo de materiales	38,450.00
Costo de mano de obra de instalación	5,000.00
<b>TOTAL (S/.) no incluye IGV</b>	<b>44,050.00</b>

En la tabla (3.16), se observa el costo total del proyecto S/. 44,050.00, cabe recalcar que, el costo de materiales y costo de mano de obra de instalación de los equipos no forman parte del desarrollo del informe, pero forma parte del presupuesto que se envió al cliente, ver figura N° 3.3

Figura N° 3.3  
PRESUPUESTO POR SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE 04 EQUIPOS DE AIRE  
ACONDICIONADO

		Callao, 21 de noviembre del 2020				
SEÑORES: SODEXO PERUSAC		REFERENCIA: P&G - LECLADO, SUMINISTRO E INSTALACION DE EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO				
ATENCIÓN: Sr. Jorge Carrion						
COTIZACIÓN: 031.1/2020						
ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO S/.	PRECIO PARCIAL S/.	PRECIO SUB TOTAL S/.
<b>ÁREA: ENVASADO DE AYUDÍN</b>						
1.00	<b>SUMINISTRO DE EQUIPOS SPLIT CASSETTE Y SPLIT PISO BLOQUE</b>					
→	Instalación de 04 equipo de A/A de 60,000btu/h con las siguientes características					
	<b>EQUIPO</b>					
→	marca: KHONE					
→	Capacidad: 60,000btu/h					
→	Vol. Elect: 220V - 3 Fases - 60 HZ					
→	Refrigerante: ecologico R-410A					
→	<b>tipo: SPLIT CASSETTE</b>	5.00	unidad	S/ 4,200.00	S/ 21,000.00	
	<b>EQUIPO</b>					
→	marca: MIDEA					
→	Capacidad: 60,000btu/h					
→	Vol. Elect: 220V - 3 Fases - 60 HZ					
→	Refrigerante: ecologico R-410A					
→	<b>tipo: SPLIT PISO BLOQUE</b>	1.00	unidad	S/ 6,100.00	S/ 6,100.00	
	<b>MATERIALES</b>					
→	Lote de tuberías y conexiones de cobre para el circuito de refrigeración.	4.00	unidad	S/ 920.00	S/ 3,680.00	
→	Llaveado de mano entre las unidades evaporadora y condensadora.	4.00	unidad	S/ 620.00	S/ 2,480.00	
→	Recarga de refrigerante	4.00	unidad	S/ 350.00	S/ 1,400.00	
→	Bases y soportes fabricados en perfiles de acero estructural	4.00	unidad	S/ 180.00	S/ 720.00	
→	Bomba de condensado	4.00	unidad	S/ 300.00	S/ 1,200.00	
→	Tuberías de PVC para sistema de drenaje	1.00	unidad	S/ 300.00	S/ 300.00	
→	Canaletas de planchas galvanizadas	1.00	unidad	S/ 620.00	S/ 620.00	
	<b>TRABAJOS Y MANO DE OBRA</b>					
→	Montaje de equipos en sus bases					
→	Anclaje de unidades evaporadoras con soporte unistrut					
→	Tendido de tuberías de cobre, aislamiento					
→	Interconexion del circuito de refrigeración. Soldadura de tuberías y conexiones con soldadura de plata.					
→	Instalación de un lote de conductores para la interconexion de las unidades.					
→	Pruebas de hermeticidad al sistema y vacío total del mismo.					
→	Carga de refrigerante hasta completar sus niveles de trabajo.					
→	Mano de obra, transportes, izajes y acarreo.					
→	Pruebas de funcionamiento, regulacion, calibracion y entrega final.	4.00	unidad	S/ 1,400.00	S/ 5,600.00	
<b>NOTAS DE IMPORTANCIA:</b> TIEMPO DE EJECUCION: según disponibilidad de las áreas, no aplica para trabajos de mano igual a jerárquicos. En el momento de la entrega que contenga a las nuevas terminaciones de los cables serán suministrados los materiales por parte del personal de obra. Los equipos están sujetos a stock su compra para la reusar los trabajos en caso no se encuentren en disponibles. Se recomienda obtener la orden del servicio una semana antes de iniciar los trabajos por motivos logísticos. LA PRESENTE COTIZACION CONTEMPLA TRABAJOS SABADO Y DOMINGO.  Después de culminando los trabajos se entregará: 1) Planos en físico y en AutoCAD. 2) Memoria descriptiva 3) Especificaciones técnicas 1) Memoria de cálculos						
						44,000.00
<b>PRECIO NETO</b>						44,000.00
<b>IMPUESTO GENERAL A LAS VENTAS - I.G.V.</b>				10.00%		4,363.64
<b>TOTAL POR ENTREGAR</b>						48,363.64

Fuente: Empresa Refriaire S.A.C

### 3.3 Análisis de resultados

El análisis de resultado no ayuda a interpretar los cálculos realizados durante las tres etapas del proyecto.

En la siguiente tabla (3.17) se observa el resumen de la carga térmica total, indicando los valores de coeficiente global de transferencia de calor, las áreas las paredes, los factores de corrección y la diferencia equivalente de temperatura, además, se visualiza el detalle de las cargas térmicas aportadas por las condiciones exteriores e interiores del área Envases de ayudin, siendo esa carga térmica total igual a 13,246.23 Kcal/h, también se puede observar que el porcentaje de carga con respecto a iluminación es 21.4 %, seguido por calor suministrado de equipos con una representación del 19.5%.

Con la carga térmica total, el factor de calor sensible y la carta psicrométrica se determinó la capacidad de enfriamiento del equipo igual a 67,335.00 Kcal/h convirtiéndolo a BTU/h es 267,202.39.

Con la capacidad de enfriamiento y a la disposición de arquitectura del “área de Envases de ayudin” se seleccionó 05 equipos de aire acondicionado de los cuales 03 equipos son tipo Casette y 02 equipo es tipo decorativo, de capacidad de 240,000 BTU/h para 04 equipos y un equipo de 36,000 BTU/h

Tabla N° 3.17  
CUADRO RESUMEN DE CARGA TERMICA TOTAL

Símbolo	Orientación cardinal	Área	Coefficiente de global U (Kcal/hr-m <sup>2</sup> -°C)	DELTA TEMP	Radiación Solar (Rs) (Kcal/hr-m <sup>2</sup> )	Factor de Corrección (f)	Factor de Almacenamiento (s)	Calor Sensible (Kcal/hr)	Calor Latente (Kcal/h)	Porcentaje de carga (%)
CALOR POR CONDUCCIÓN ATRAVES DE VENTANAS EXTERIORES ( )										
VE	N	7.80	3.125	8				195		1.5
CALOR POR CONDUCCIÓN ATRAVES DE PAREDES INTERIORES										
PI	Pared	206.00	1.51	4				1,240.96		9.4
PI	Piso	206.00	1.58	4				1,299.68		9.8
CALOR POR RADIACIÓN SOLAR ATRAVES DE LAS PAREDES EXTERIORES										
PE	E	20.28	2.016	7.278				297.58		2.2
PE	N	53.00	2.016	15.136				1,617.30		12.2
PE	S	53.00	2.016	4.889				522.45		3.9
PE	O	20.28	2.016	7.821				319.78		2.4
CALOR POR RADIACIÓN SOLAR ATRAVES DE LAS VENTANAS EXTERIORES										
VE	N	7.80			340.00	0.63	0.59	984.02		7.4
CALOR DEBIDO A LAS PERSONAS										
Número de Personas	12	Ganancia Sensible		61 kcal/hr				732		5.5
		Ganancia Latente		52 kcal/hr					624.00	4.7
CALOR DEBIDO A LA ILUMINACIÓN										
3296 W								2,833.96		21.4
CALOR DEBIDO A EQUIPOS										
3000 W								2,579.47		19.5
<b>CARGA TERMICA TOTAL</b>								<b>12,622.23</b>	<b>624.00</b>	<b>100%</b>

## **IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES**

### **4.1 Discusión**

De los resultados tenemos la carga térmica total igual a 13, 246.23 kcal/h, el factor de calor sensible igual a 0.95 y de la carta psicrométrica se determinó la capacidad de enfriamiento del equipo igual a 67,335.00 Kcal/h convirtiendo en unidad inglés nos da 267,202.39 BTU/h, es decir la capacidad de enfriamiento necesario para abastecer toda la carga térmica generada en el área de envases de ayudin, logrando obtener la temperatura de confort que varia de (21° a 24°C)

Con la determinación de la capacidad de refrigeración, se procedió a seleccionar la cantidad y tipo de aire acondicionado, optando por 03 equipos de aire acondicionado de expansión directa tipo Casette y 02 equipo de aire acondicionado de expansión directa tipo decorativo, con capacidad de 240,000 BTU/h para 04 equipos y un equipo de 36,000 BTU/h.

Se presentó el presupuesto al cliente por el servicio de instalación de 05 equipos de aire acondicionado, pero el cliente solo aprobó la instalación de 04 equipos con la capacidad total de 240,000 BTU/h, existe una diferencia de aproximadamente de 28,000 BTU/h con respecto a la capacidad de enfriamiento calculado. Esta diferencia de capacidad no afectó a la temperatura confort (21° a 24°C), ya que, el área envases de ayudin contaba con tres equipos de aire acondicionado de 24,000 BTU/h cada uno.

Según los resultados de la determinación de la capacidad de un sistema de refrigeración, existen mejoras que se pueden realizar para incrementar la eficiencia en la capacidad del sistema de refrigeración planteado, para ello se tiene que tener en cuenta lo siguiente:

- Realizar un buen diagnóstico al momento de levantar los datos generales del lugar a climatizar, teniendo en cuenta; la ubicación geográfica exacta, que tipo de actividad realizan en el lugar, las propiedades físicas del material de construcción, la cantidad de personas que trabajan en el lugar, la cantidad de equipos y las horas de funcionamiento. Estos puntos mencionados nos ayudarán a calcular de manera exacta la carga térmica que genera el lugar.
- Realizar la toma exacta de condiciones climatológicas (temperatura °C y Humedad %) al interior del lugar a climatizar y condiciones exteriores, cabe mencionar que, para la determinación de capacidad de un sistema de refrigeración, se tiene que tomar la temperatura más crítica en los meses de verano.

Se tiene que tener en cuenta lo anterior mencionado para incrementar de manera eficiente la capacidad de un sistema de refrigeración.

## 4.2 Conclusiones

- ✓ Se determinó la capacidad de un sistema de refrigeración y seleccionó el equipo de aire acondicionado, alcanzando las condiciones de climatización a una temperatura de confort de (21°C a 24°C) en el área envases de ayudin de la empresa P&G.
- ✓ Se calculó la carga térmica total (carga térmica latente y carga térmica sensible) por calor generada en iluminación, personas y equipos, también, calor ganado por radiación solar mediante el método de diferencia equivalente de temperatura.
- ✓ Se seleccionó el tipo de aire acondicionado, según el cálculo capacidad de enfriamiento y disposición de arquitectura del área envases de ayudin.

## V. RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda el uso del Elite Software, para comprobar o determinar la capacidad de enfriamiento, ya que, cuenta con valores pre determinado que facilitan y procesan los datos de manera más rápida.
- ✓ Se recomienda analizar los datos de arquitectura, ubicación y uso de cada área o ambiente a climatizar, ya que, no todos los sistemas de aire acondicionado tienen las mismas capacidades de enfriamiento, porque ellas dependen de las cargas térmicas de cada área a climatizar.
- ✓ Para la selección del tipo de equipo de aire acondicionado, se recomienda, revisar cuidadosamente la arquitectura del área a climatizar, va depender del espacio disponible de cada área o ambiente.

## VI. BIBLIOGRAFÍA

ASHRAE. 2013. ASHRAE Standard 62.1 Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality. ISSN 1041-2336

CARRIER. 1980. Manual de aire acondicionado. 1ª. ed. España: Marcombo S.A. ISBN 84-267-0115-9.

DOSSAT, J. 1991. Principios de refrigeración. Ed. España: Compañía Editorial Continental. ISBN 978-96-8260-201-6

Earth, Google, 2001. GOOGLE EARTH. GOOGLE EARTH. [En línea] 11 de junio de 2001. [Fecha de consulta: 11 de octubre de 2021.]. Disponible en: <https://earth.google.com/web/@-12.04038501,-77.07690609,78.58903366a,1074.13728753d,35y,0.00000001h,45.00027701t,0r>

ESCUELA DE REFRIGERACIÓN DEL PERU. 2019. Diplomado de aire acondicionado [prod.] Manuel Azahuanche Asmat. Lima, Lima, Perú: Escuela de Refrigeración del Perú.

GATLEY D. 2009. Understading Psychrometrics. Ed. ASHRAE. ISBN 978-1-936504-31-2

HOWELL, J. y R. BUCKIUS. 1990. Principios de termodinámica para ingenieros. 1ª. Ed. México: McGRAW-HILL

KREITH, F. 1968. Principios de transferencia de calor. México: Textbook Company.

PITA, E. 2000. Air Conditioning Principles and Systems. 4ª. Ed. New York: Stephen Helba Prentice-Hall. ISBN 0-13-092872-0.

RAMIREZ, J. 1996. Enciclopedia de la climatización. Barcelona: Ceac SA. ISBN 84-329-6543

SANGUINETTI, E. 2017. Manual de refrigeración y acondicionamiento de aire. Ed: Editora Macro Peruana. ISBN 978-612-304-549-4

## ANEXOS

### Anexo 1: Tasa mínima de ventilación

<b>Ambientes variados</b>				
Depósitos de establecimientos bancarios/cajas de seguridad	2,5	0,3	5	8,5
Establecimientos bancarios o recepción de los mismos	3,8	0,3	15	6
Computadoras (sin impresión)	2,5	0,3	4	10
Congeladores y ambientes refrigerados (<10°C)	5,0	0	0	0
Manufactura en general (no incluye industria pesada y procesos industriales que utilicen productos químicos)	5,0	0,9	7	18
Farmacia (área de preparación)	2,5	0,9	10	11,5
Estudios de fotografía	2,5	0,6	10	8,5
Envío y recepción de paquetes	5,0	0,6	2	35
Clasificación y embalaje	3,8	0,6	7	12,5
Cabinas telefónicas	—	0	—	
Áreas de espera transporte público y privado	3,8	0,3	100	4,1
Almacenes en general	5,0	0,3	—	

## Anexo 2: Potencia de iluminación por unidad de área

Finalidad del local o tipo de actividad	Potencia nominal De iluminación (LUX)	Potencia de Lámparas ( W / m2 )	
		Lámparas Incandescente	Lámparas Fluorescente
Almacenes, viviendas, restaurantes, teatros	120	25	8
Trabajos de oficina con tareas normales para la vista, clases de enseñanza normales, trabajos de montaje sencillo, Salas de lectura, Laboratorios de investigación, grandes almacenes, salas de exposición y ferias, trabajos de montaje algo delicados.	250	55	16
Supermercados, montajes de precisión.	500	110	32
Oficinas grandes, quirófanos, dibujos técnicos, montaje de aparatos de precisión en la industria eléctrica, mecánica de precisión.	750	170	50
Montaje de alta precisión	1000	-	65
Piezas electrónicas de sub -miniatura, relojería, trabajos de grabado en cobre y acero.	1500	-	100
	2,000	-	130

Fuente: "Ahorro de Energía – CIP"

## Anexo 3: Ganancia de calor sensible y latente debido a las personas

GRADO DE ACTIVIDAD	TIPO DE APLICACIÓN	Metabolismo hombre adulto (kcal/hr)	Metabolismo Medio* (kcal/hr)	TEMPERATURA SECA DEL LOCAL (°C)									
				28		27		26		24		21	
				Sensibles	Latentes	Sensibles	Latentes	Sensibles	Latentes	Sensibles	Latentes	Sensibles	Latentes
Sentados, en reposo	Teatro, escuela primaria	98	88	44	44	49	39	53	35	58	30	65	23
Sentados, trabajo muy ligero	Escuela secundaria	113	100	45	55	48	52	54	46	60	40	68	32
Empleado de oficina	Oficina, hotel, apartamento, escuela superior	120	113	45	68	50	63	54	59	61	52	71	42
De pie, marcha lenta	Almacenes, tienda	139											
Sentado, de pie	Farmacia	139	126	45	81	50	76	55	71	64	62	73	53
De pie, marcha lenta	Banco	139											
Sentado	Restaurante**	126	139	48	91	55	84	61	78	71	68	81	58
Trabajo ligero en el banco de	Fábrica, trabajo ligero	202	189	48	141	55	134	62	127	74	115	92	97
Baile o danza	Sala de baile	227	214	55	159	62	152	69	145	82	132	101	113
Marcha, 5 km/h	Fábrica, trabajo bastante penoso	252	252	68	184	76	176	83	169	96	156	116	136
Trabajo penoso	Pista de bowling***	378	365	113	252	117	248	122	243	132	233	152	213
	Fábrica												

\* El "metabolismo medio" corresponde a un grupo compuesto de adultos y de niños de ambos sexos, en las proporciones normales.  
Estos valores se han obtenido a base de las hipótesis siguientes:  
Metabolismo mujer adulta = Metabolismo hombre adulto x 0.85  
Metabolismo niño = Metabolismo hombre adulto x 0.75

\*\* Estos valores comprenden una mejora de 13 kcal/h (50 % calor sensible y 50 % calor latente) por ocupante, para tener en cuenta el calor desprendido por los platos.

\*\*\* Bowling - Admitir una persona por pista jugando, y todas las otras sentadas (100 kcal/h) o de pie (139 kcal/h).

Fuente: "Carrier "

Anexo 4: Máximas aportaciones solares a través de cristal sencillo

TABLA 3. MÁXIMAS APORTACIONES SOLARES A TRAVÉS DE CRISTAL SENCILLO *												
Kcal / (hr · m <sup>2</sup> )												
Latitud Norte	Mes	Orientación (Latitud Norte)									Mes	Latitud Sur
		N **	NE	E	SE	S	SO	O	NO	Horiz.		
0°	Junio	160	423	423	113	38	113	398	423	612	Diciembre	0°
	Julio y Mayo	130	414	414	141	38	141	412	414	632	Nov. y Enero	
	Agosto y Abril	67	382	382	214	38	214	442	382	664	Oct. y Febrero	
	Sept. y Marzo	27	320	320	320	38	320	452	320	678	Sept. y Marzo	
	Oct. y Febrero	27	214	214	382	92	382	442	214	664	Agosto y Abril	
	Nov. Enero	27	141	141	414	181	414	412	141	632	Julio y Mayo	
Junio	27	113	113	423	222	423	398	113	612	Junio		
10°	Junio	108	414	420	149	38	149	420	414	659	Diciembre	10°
	Julio y Mayo	81	401	428	179	38	179	428	401	669	Nov. y Enero	
	Agosto y Abril	35	352	442	254	38	254	442	352	678	Oct. y Febrero	
	Sept. y Marzo	27	279	444	344	75	344	444	279	669	Sept. y Marzo	
	Oct. y Febrero	27	179	420	404	198	404	420	179	623	Agosto y Abril	
	Nov. Enero	24	100	387	436	287	273	387	100	569	Julio y Mayo	
Junio	24	75	371	442	324	442	371	75	547	Junio		
20°	Junio	70	417	433	198	38	198	433	417	678	Diciembre	20°
	Julio y Mayo	51	374	442	230	38	230	442	374	680	Nov. y Enero	
	Agosto y Abril	29	320	447	306	70	306	447	320	669	Oct. y Febrero	
	Sept. y Marzo	27	235	442	379	176	379	442	235	631	Sept. y Marzo	
	Oct. y Febrero	24	141	398	433	301	433	398	141	564	Agosto y Abril	
	Nov. Enero	21	70	347	444	382	444	347	70	488	Julio y Mayo	
Junio	21	48	328	452	404	452	328	48	461	Junio		
30°	Junio	54	377	436	244	57	244	436	377	678	Diciembre	30°
	Julio y Mayo	43	355	444	271	81	271	444	355	667	Nov. y Enero	
	Agosto y Abril	29	292	447	349	170	349	447	292	637	Oct. y Febrero	
	Sept. y Marzo	24	244	428	412	284	412	428	244	574	Sept. y Marzo	
	Oct. y Febrero	21	105	366	442	393	442	366	105	485	Agosto y Abril	
	Nov. Enero	19	43	314	439	431	439	314	43	393	Julio y Mayo	
Junio	16	32	284	439	442	439	284	32	355	Junio		
40°	Junio	46	360	439	301	146	301	439	360	642	Diciembre	40°
	Julio y Mayo	46	344	444	339	187	339	444	344	631	Nov. y Enero	
	Agosto y Abril	29	276	439	395	276	396	439	276	580	Oct. y Febrero	
	Sept. y Marzo	24	157	404	439	379	439	404	157	496	Sept. y Marzo	
	Oct. y Febrero	19	94	330	442	439	442	330	94	349	Agosto y Abril	
	Nov. Enero	13	32	271	423	450	423	271	32	279	Julio y Mayo	
Junio	13	27	233	401	447	401	233	27	230	Junio		
50°	Junio	43	341	444	366	252	366	444	341	596	Diciembre	50°
	Julio y Mayo	38	317	442	387	287	387	442	317	572	Nov. y Enero	
	Agosto y Abril	29	254	428	425	374	425	428	254	501	Oct. y Febrero	
	Sept. y Marzo	21	157	374	442	428	442	374	157	401	Sept. y Marzo	
	Oct. y Febrero	13	78	284	425	452	425	284	78	254	Agosto y Abril	
	Nov. Enero	10	24	173	344	414	344	173	24	143	Julio y Mayo	
Junio	8	19	127	314	382	314	127	19	108	Junio		
		ORIENTACIÓN ( LATITUD SUR)										
Coefficientes de Conexión	Marco Metálico o Ningún Marco x 1/0.85 ó 1.17	Limpidez -15% máx.	Altitud +0.7% por 300m	Punto de rocío superior a 19.5°C -5% por 4°C	Punto de rocío inferior a 19.5°C +5% por 4°C	Latitud Sur Dic. O Enero +7%						

\* Valores extraídos de la Tabla 15.

\*\* Las aportaciones para los cristales orientados al norte (Latitud Norte) o al sur (Latitud Sur) se constituyen principalmente de radiación difusa, la cual es sensiblemente constante durante todo el día. Los valores indicados son promedios tomados sobre 12 horas (de 6 a 18 horas). Los factores de almacenamiento en las Tablas 7 hasta 11 suponen que las aportaciones solares sobre orientaciones Norte (o Sur) son constantes, y se emplean en consecuencia los mismos factores que para el valor lumínico.

## Anexo 5: Factor de almacenamiento sobre carga térmica

**TABLA 6.- FACTORES DE ALMACENAMIENTO SOBRE CARGA TÉRMICA, APORTACIONES SOLARES A TRAVÉS DE VIDRIO**

Con vidrio descubierta o con elementos de sombra externos \*  
Funcionamiento de 24 horas diarias, Temperatura interior constante \*\*

ORIENTACIÓN (Latitud Norte)	PESO(***) (kg por m <sup>2</sup> de superficie)	HORA SOLAR																								ORIENTACIÓN (Latitud Sur)
		MAÑANA												TARDE										MAÑANA		
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5	
NE	750 y mas	0.17	0.27	0.33	0.33	0.31	0.29	0.27	0.25	0.23	0.22	0.20	0.19	0.17	0.15	0.14	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08	0.07	0.07	0.06	0.06	SE
	500	0.19	0.31	0.38	0.39	0.36	0.34	0.27	0.24	0.22	0.21	0.19	0.17	0.16	0.14	0.12	0.11	0.07	0.08	0.07	0.06	0.05	0.05	0.04	0.03	
E	750 y mas	0.16	0.26	0.34	0.39	0.40	0.38	0.34	0.30	0.28	0.26	0.23	0.22	0.20	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11	0.09	0.08	0.08	0.07	0.06	E
	500	0.16	0.29	0.40	0.46	0.46	0.42	0.36	0.31	0.28	0.25	0.23	0.20	0.18	0.15	0.14	0.12	0.11	0.09	0.08	0.08	0.08	0.06	0.05	0.04	
SE	750 y mas	0.08	0.14	0.22	0.31	0.38	0.43	0.44	0.43	0.39	0.35	0.32	0.29	0.26	0.23	0.21	0.19	0.16	0.15	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08	NE
	500	0.05	0.12	0.23	0.35	0.44	0.49	0.51	0.47	0.41	0.36	0.31	0.27	0.24	0.21	0.18	0.16	0.14	0.12	0.10	0.09	0.08	0.08	0.06	0.06	
S	750 y mas	0.10	0.10	0.13	0.20	0.28	0.35	0.42	0.48	0.51	0.51	0.48	0.42	0.37	0.33	0.29	0.26	0.23	0.21	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	N
	500	0.07	0.06	0.12	0.20	0.30	0.39	0.48	0.54	0.58	0.57	0.53	0.45	0.37	0.31	0.27	0.23	0.20	0.18	0.16	0.14	0.12	0.11	0.10	0.08	
SO	750 y mas	0.11	0.10	0.10	0.10	0.10	0.14	0.21	0.29	0.36	0.43	0.47	0.46	0.40	0.34	0.30	0.27	0.24	0.22	0.20	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12	NO
	500	0.09	0.09	0.08	0.09	0.09	0.14	0.22	0.31	0.42	0.50	0.53	0.51	0.44	0.35	0.29	0.26	0.22	0.19	0.17	0.15	0.13	0.12	0.11	0.09	
O	750 y mas	0.12	0.11	0.11	0.10	0.10	0.10	0.10	0.13	0.19	0.27	0.36	0.42	0.44	0.38	0.33	0.29	0.26	0.23	0.21	0.18	0.16	0.15	0.13	0.12	O
	500	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.10	0.12	0.19	0.30	0.40	0.48	0.51	0.42	0.35	0.30	0.25	0.22	0.19	0.16	0.14	0.13	0.11	0.09	0.09	
NO	750 y mas	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.12	0.17	0.25	0.34	0.39	0.34	0.29	0.26	0.23	0.2	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12	0.10	0.10	SO
	500	0.08	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.11	0.19	0.29	0.40	0.46	0.40	0.32	0.26	0.22	0.19	0.16	0.14	0.13	0.11	0.10	0.08	
N y sombra	750 y mas	0.16	0.23	0.33	0.41	0.47	0.52	0.57	0.61	0.66	0.69	0.72	0.74	0.59	0.53	0.46	0.42	0.37	0.34	0.31	0.27	0.25	0.23	0.21	0.17	S y sombra
	500	0.11	0.33	0.44	0.51	0.57	0.62	0.66	0.70	0.74	0.76	0.79	0.80	0.60	0.51	0.44	0.37	0.32	0.29	0.27	0.23	0.21	0.18	0.16	0.13	
	150	0	0.48	0.66	0.76	0.82	0.87	0.91	0.92	0.95	0.97	0.98	0.98	0.82	0.74	0.66	0.61	0.55	0.50	0.44	0.42	0.40	0.38	0.36	0.34	

Ecuación: Carga de refrigeración kcal/h = [(Máxima aportación solar kcal/h m<sup>2</sup> (Tabla 6)) x [superficie acristalada, m<sup>2</sup>] x [factor de sombra, factor de atmósfera, etc., (Cap. 4)] x [factor de almacenamiento (Tabla 7 a la hora

\* Elemento de sombra interior es cualquier tipo de pantalla situada detrás de la superficie acristalada.

Vidrio descubierta: Cualquier ventana sin elementos de sombra interiores. Ventanas con elementos de sombra exteriores o sombreadas por salientes se consideran como vidrio descubierta.

\*\* Estos factores se aplican cuando se mantiene una TEMPERATURA CONSTANTE en el interior del edificio durante el periodo de funcionamiento del equipo. Cuando se permite una variación de temperatura, resulta un almacenamiento adicional durante periodos de máxima carga. Véase la Tabla 13 para los factores de almacenamiento aplicables.

\*\*\* Peso por metro cuadrado de piso.

## Anexo 6: Corrección de las diferencias equivalentes de temperatura (°C)

**TABLA- 2A CORRECCIONES DE LAS DIFERENCIAS EQUIVALENTES DE TEMPERATURA (°C)**

temperatura exterior a las 15 h para el mes considerado menos temperatura interior	VARIACIÓN DE LA TEMPERATURA EXTERIOR EN 24 h																					
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22				
-16	-21.2	-21.7	-22.3	-22.8	-23.3	-23.8	-24.2	-24.7	-25.1	-25.6	-26.0	-26.5	-27.0	-27.4	-27.9	-28.8	-29.3	-29.8				
-12	-17.2	-17.7	-18.3	-18.8	-19.3	-18.8	-20.2	-20.7	-21.1	-21.6	-22.0	-22.5	-23.0	-23.4	-23.9	-24.8	-25.3	-25.8				
-8	-13.2	-13.7	-14.3	-14.8	-15.3	-15.8	-16.2	-16.7	-17.1	-17.6	-18.0	-18.5	-19.0	-19.4	-19.9	-20.8	-21.3	-21.8				
-4	-9.2	-9.7	-10.3	-10.8	-11.3	-11.8	-12.2	-12.7	-13.1	-13.6	-14.0	-14.5	-15.0	-15.4	-15.9	-16.8	-17.3	-17.8				
0	-5.0	-5.5	-6.1	-6.6	-7.1	-7.6	-8.0	-8.5	-8.9	-9.4	-9.8	-10.3	-10.8	-11.2	-11.7	-12.6	-13.1	-13.6				
2	-3.1	-3.6	-4.2	-4.7	-5.2	-5.6	-6.1	-6.6	-7.0	-7.5	-7.9	-8.4	-8.9	-9.3	-9.8	-10.6	-11.1	-11.7				
4	-1.1	-1.6	-2.2	-2.7	-3.2	-3.6	-4.1	-4.6	-5.0	-5.5	-5.9	-6.4	-6.9	-7.3	-7.8	-8.6	-9.1	-9.7				
6	0.8	0.3	-0.3	-0.8	-1.3	-1.7	-2.2	-2.7	-3.1	-3.6	-4.0	-4.5	-5.0	-5.4	-5.9	-6.7	-7.2	-7.8				
8	2.8	2.3	1.7	1.2	0.7	0.3	0	-0.7	-1.1	-1.6	-2.0	-2.5	-3.0	-3.4	-3.9	-4.7	-5.2	-5.8				
10	4.7	4.2	3.6	3.1	2.6	2.2	1.7	1.2	0.8	0.3	-0.1	-0.6	-1.1	-1.5	-2.0	-2.8	-3.3	-3.9				
12	6.8	6.3	5.7	5.2	4.7	4.3	3.8	3.3	2.9	2.4	1.8	1.3	0.8	0.4	-0.1	-0.7	-1.2	-1.8				
14	8.8	8.3	7.7	7.2	6.7	6.3	5.8	5.3	4.9	4.4	3.8	3.3	2.8	2.4	1.9	1.3	0.8	0.2				
16	10.8	10.3	9.7	9.2	8.7	8.3	7.8	7.3	6.9	6.4	5.8	5.3	4.8	4.4	3.9	3.3	2.8	2.2				
18	12.8	12.3	11.7	11.2	10.7	10.3	9.8	9.3	8.9	8.4	7.8	7.3	6.8	6.4	5.9	5.3	4.8	4.2				
20	14.8	14.3	13.7	13.2	12.7	12.3	11.8	11.3	10.9	10.4	9.8	9.3	8.8	8.4	7.9	7.3	6.8	6.2				
22	16.9	16.4	15.8	15.3	14.8	14.4	13.9	13.4	13.0	12.5	11.9	11.4	10.9	10.5	10.0	9.4	8.9	8.3				

Anexo 7: Diferencia equivalente de temperatura (°C)

TABLA 1.- DIFERENCIA EQUIVALENTE DE TEMPERATURA (°C)																																							
Muros soleados o en Sombra*																																							
Valedero para muros de color oscuro, 35°C de temperatura exterior, 27°C de temperatura interior, 11 °C de variación de la temperatura exterior en 24 horas, mes de Julio y 40° de Latitud Norte.																																							
ORIENTACIÓN (Latitud Norte)	PESO DEL MURO ***	HORA SOLAR																								ORIENTACIÓN (Latitud Sur)													
		MAÑANA												TARDE													MAÑANA												
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5														
NE	100	2.8	8.3	12.2	12.8	13.3	10.6	7.8	7.2	6.7	7.2	7.8	7.8	7.8	6.7	5.5	4.4	3.3	2.2	1.1	0	-1.1	-1.7	-2.2	-1.1	SE													
	300	-0.5	-1.1	-1.1	2.8	13.3	12.2	11.1	8.3	5.5	6.1	6.7	7.2	7.8	7.2	6.7	6.1	5.5	4.4	3.3	2.2	1.1	0.5	0	-0.5														
	500	2.2	1.7	2.2	2.2	2.2	5.5	8.9	8.3	7.8	6.7	5.5	6.1	6.7	6.7	6.1	5.5	5.0	4.4	3.9	3.3	3.3	2.8	2.8															
	700	2.8	2.8	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	5.5	7.8	8.9	7.8	6.7	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.0	5.0	4.4	3.9	3.9														
E	100	0.5	9.4	16.7	18.3	20.0	19.4	17.8	11.1	6.7	7.2	7.8	7.8	7.8	6.7	5.5	4.4	3.3	2.2	1.1	0	-0.5	-1.1	-1.7	-1.7	E													
	300	-0.5	-0.5	0	11.7	16.7	17.2	17.2	10.6	7.8	7.2	6.7	7.2	7.8	7.2	6.7	6.1	5.5	4.4	2.8	2.2	1.7	0.5	0.5	0														
	500	2.8	2.8	3.3	4.4	7.8	11.1	13.3	13.9	13.3	11.1	10.0	8.9	7.8	7.8	7.8	7.2	6.7	6.1	5.5	5.0	4.4	3.9	3.9	3.3														
	700	6.1	5.5	5.5	5.0	4.4	5.0	5.5	8.3	10.0	10.6	10.0	9.4	8.9	7.8	6.7	7.2	7.8	7.8	7.8	7.2	7.2	6.7	6.7	6.7														
SE	100	5.5	3.3	7.2	10.6	14.4	15.0	15.6	14.4	13.3	10.6	8.9	8.3	7.8	6.7	5.5	4.4	3.3	2.2	1.1	0	-0.5	-0.5	-1.1	-1.1	NE													
	300	0.5	0.5	0	7.2	11.1	13.3	15.6	14.4	13.9	11.7	10.0	8.3	7.8	7.2	6.7	6.1	5.5	4.4	3.3	2.8	2.2	1.7	1.7	1.1														
	500	3.9	3.9	3.3	3.3	3.3	6.1	8.9	9.4	10.0	10.6	10.0	9.4	7.8	7.2	6.7	6.1	5.5	5.5	5.0	5.0	4.4	4.4	3.9	3.9														
	700	5.0	4.4	4.4	4.4	4.4	3.9	3.3	3.1	7.8	8.3	8.9	10.0	8.9	8.3	7.8	7.2	6.7	6.7	6.1	6.1	5.5	5.5	5.0	5.0														
S	100	-0.5	-1.1	-2.2	0.5	2.2	7.8	12.2	15.0	16.7	15.6	14.4	11.1	8.9	6.7	5.5	3.9	3.3	1.7	1.1	0.5	0.5	0	0	-0.5	N													
	300	-0.5	-1.7	-2.2	-1.7	-1.1	3.9	6.7	11.1	13.3	13.9	14.4	12.8	11.1	8.3	6.7	5.5	4.4	3.3	2.2	1.1	0.5	0.5	0	-0.5														
	500	2.2	2.2	1.1	1.1	1.1	1.7	2.2	4.4	6.7	8.3	8.9	10.0	10.0	8.3	7.8	6.1	5.5	5.0	4.4	4.4	3.9	3.3	3.3	2.8														
	700	3.9	3.3	3.3	2.8	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	3.9	5.5	7.2	7.8	8.3	8.9	8.9	7.8	6.7	5.5	5.5	5.0	5.0	4.4	3.9														
SO	100	-1.1	-2.2	-2.2	-1.1	0.0	2.2	3.3	10.6	14.4	18.9	22.2	22.8	23.3	16.7	13.3	6.7	3.3	2.2	1.1	0.5	0.5	0	-0.5	-0.5	NO													
	300	1.1	0.5	0	0	0.0	0.5	1.1	4.4	6.7	13.3	17.8	19.4	20.0	19.4	18.9	11.1	5.5	3.9	3.3	2.8	2.2	2.2	1.7	1.7														
	500	3.9	2.8	3.3	2.8	2.2	2.8	3.3	3.9	4.4	6.7	7.8	10.6	12.2	12.8	13.3	12.8	12.2	8.3	5.5	5.5	5.0	5.0	4.4	3.9														
	700	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	3.9	3.3	3.3	3.3	3.9	4.4	5.0	5.5	8.3	10.0	10.6	11.1	7.2	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4														
O	100	-1.1	-1.7	-2.2	-1.1	0	1.7	3.3	7.8	11.1	17.8	22.2	25.0	26.7	18.9	12.2	7.8	4.4	2.8	1.1	0.5	0	0	-0.5	-0.5	O													
	300	1.1	0.5	0	0	0	1.1	2.2	3.9	5.5	10.6	14.4	18.9	22.2	22.8	20.0	15.6	8.9	5.5	3.3	2.8	2.2	1.7	1.7	1.1														
	500	3.9	3.9	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.9	4.4	5.5	6.7	9.4	11.1	13.9	15.6	15.0	14.4	10.6	7.8	6.7	6.1	5.5	5.0	4.4														
	700	6.7	6.1	5.5	5.0	4.4	4.4	4.4	5.0	5.5	5.5	5.5	6.1	6.7	7.8	8.9	11.7	12.2	12.8	12.2	11.1	10.0	8.9	8.3	7.2														
NO	100	-1.7	-2.2	-2.2	-1.1	0.0	1.7	3.3	5.5	6.7	10.6	13.3	18.3	22.2	20.6	18.9	10.0	3.3	2.2	1.1	0	-0.5	-0.5	-1.1	-1.1	SO													
	300	-1.1	-1.7	-2.2	-1.7	-1.1	0	1.1	3.3	4.4	5.5	6.7	11.7	16.7	17.2	17.8	11.7	6.7	4.4	3.3	2.2	1.7	0.5	0	-0.5														
	500	2.8	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.8	3.3	5.0	6.7	9.4	11.1	11.7	12.2	7.8	4.4	3.9	3.9	3.3	3.3	2.8	2.8														
	700	4.4	3.9	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.9	4.4	5.0	5.5	7.8	10.0	10.6	11.1	8.9	7.2	6.1	5.5	5.0														
N (en la sombra)	100	-1.7	-1.7	-2.2	-1.7	-1.1	0.5	2.2	4.4	5.5	6.7	7.8	7.2	6.7	5.5	4.4	3.3	2.2	1.1	0	0	-0.5	-0.5	-1.1	-1.1	S (en la sombra)													
	300	-1.7	-1.7	-2.2	-1.7	-1.1	-0.5	0	1.7	3.3	4.4	5.5	6.1	6.7	6.7	6.7	5.5	4.4	3.3	2.2	1.1	0.5	0	-0.5	-1.1														
	500	0.5	0.5	0	0	0	0	0	0.5	1.1	1.7	2.2	2.8	2.8	4.4	3.9	3.3	2.8	2.2	1.7	1.7	1.1	1.1	0.5	0.5														
	700	0.5	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0.5	1.1	1.7	2.2	2.8	3.3	3.9	4.4	3.9	3.3	2.2	1.7	1.1	1.1	0.5														
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5														
		MAÑANA												TARDE												MAÑANA													

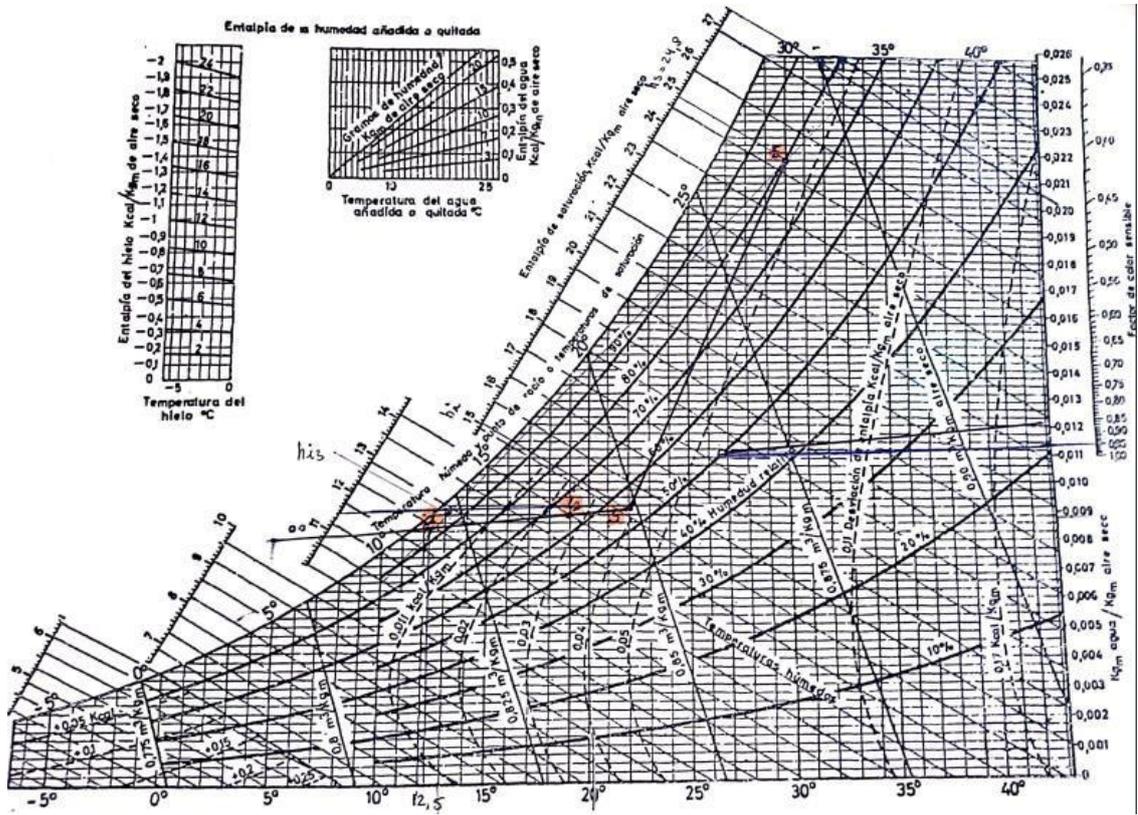
Ecuación: Ganancias por transmisión a través de los muros (kcal/h) = Área (m<sup>2</sup>) x (Diferencia equivalente de temperatura) x (Coeficiente de transmisión global, tablas 21 a 25).

\* Válido tanto si el muro tiene o no aislamiento.

\*\* Para condiciones diferentes, aplicar las correcciones indicadas en el texto.

\*\*\* El peso por m<sup>2</sup> de los tipos de construcción clásicos están indicados en las tablas 21 a 25. Para pesos por m<sup>2</sup> inferiores a 100 kg/m<sup>2</sup>, tomar los valores correspondientes a 100 kg/m<sup>2</sup>.

# Anexo 8: Carta Psicrométrica



## Anexo 9 : Características de los equipos de aire acondicionado instalados

ESPECIFICACIONES		UNIDADES	MODELOS					
			QPS18CABMET	QPS24CABMET	QPS30CABMET	QPS36CABMET	QPS48CABMET	QPS60CABMET
PARAMETROS ELECTRICOS	Tensión	V/Fs/Hz	220-240V/11-60Hz	220-240V/11-60Hz	220-240V/11-60Hz	220-240V/11-60Hz	220-240V/11-60Hz	220-240V/11-60Hz
	Potencia Máxima	W	9400	13000	16600	22800	32000	47000
	Consumo Máximo	A	29.5	41.5	53.7	73.1	103	144
	Clasificación Energética		C	C	C	C	B	B
FRIO	Capacity	Btu/h	31000	42000	55000	75000	107000	153000
	Watt	W	9000	12300	16000	21800	31000	44000
	W/h	W/h	2.88	3.88	5.16	7.08	10.18	14.16
CAUDAL DE AIRE (HI / MED / LOW)		m <sup>3</sup> /A	1673/1189/686	1873/1389/886	2429/1738/1223	3298/2381/1623	4738/3400/2323	6638/4800/3100
NIVEL DE RUEDO		dB(A)	32/21/16.5/12	33/22/17.5/13	33/23/18.5/14	33/23/19.5/14	33/23/20.5/15	33/23/21.5/16
UNIDAD INTERIOR	Dimensiones	mm	838x252x245	838x252x245	838x252x245	838x252x245	838x252x245	838x252x245
	Dimensiones con instalación	mm	858x272x265	858x272x265	858x272x265	858x272x265	858x272x265	858x272x265
	Peso Neto	kg	30	30	30	30	30	30
DIÁMETRO TUBO DRENAJE		mm	Ø 32mm					
CONTROL REMOTO			INCLUIDO	INCLUIDO	INCLUIDO	INCLUIDO	INCLUIDO	INCLUIDO
VENTILADOR EXTERNO	Modelo	W	325.5	320	315.5	310	315.5	310
	Capacidad	cf	6	6	12	12	12	12
	Velocidad	r/min	1100	1100	1100	1100	1100	1100
UNIDAD EXTERIOR	Dimensiones	mm	838x252x790	838x252x790	710x730x790	710x730x790	710x730x812	710x730x812
	Dimensiones con instalación	mm	838x252x790	838x252x790	710x730x790	710x730x790	710x730x812	710x730x812
	Peso Neto	kg	68	68	72	72	80	80
REFRIGERANTE	Tipo		R410A	R410A	R410A	R410A	R410A	R410A
	Volumen de Carga	kg	1.8	1.8	2.2	2.2	2.2	2.2
PRESIÓN DE DISEÑO		MPa	4.2/1.8	4.2/1.8	4.2/1.8	4.2/1.8	4.2/1.8	4.2/1.8
TUBO REFRIGERANTE	Línea líquida / Línea gas	Pulgadas	3/8" - 3/8"	3/8" - 3/8"	3/8" - 3/8"	3/8" - 3/8"	3/8" - 3/8"	3/8" - 3/8"
	Longitud Máxima	m	30	30	30	30	30	30
	Altura Máxima (H.S.)	m	20	20	20	20	20	20



### Split Piso-Techo Refrigerante Ecológico R410A on/off (Estándar)

Modelo de Evaporadora		LXGUMD024P201	LXGUMD036P201	LXGUMD048P201	LXGUMD060P201
Capacidad	btu/h	24,000	36,000	48,000	60,000
Entrada	W	2,533	3,602	4,870	5,311
Consumo de corriente	A	13.5	9.7	12.7	15.3
SEER		10	10	10	10
Conexión tubería líquida				3/8"	
Conexión tubería de gas		5/8"	3/4"	3/4"	3/4"
Voltaje - Fase - Frecuencia			220V - 1 fase - 60Hz		
Paso de tubo		13.37/21	13.37/21	13.37/21	13.37/21
Motor de ventilador	Entrada	W	131	172	248
	Salida	W	62	82	117
	RLA	A	0.63	0.76	0.55
	LRA	A	1.03	1.00	0.70
Velocidad	r/m pulg	1280/1190/1000	1280/1190/1000	820/695/620	820/695/620
Flujo de aire	m <sup>3</sup> /h	1200/900/700	1600/1200/1000	2000/1800/1600	2200/1800/1600
Nivel de ruido	dB(A)	45/43/40	45/43/40	47/46/44	47/46/44
Diámetro y tipo de tubería		Ø9.53 tubo con acanalado interior			
Dimensiones (an x Alto x esp)	mm	955x660x198	1285x660x198	1764x760x329	1764x760x329
Peso (neto/bruto)	kg	30/37	35/42	52/62	52/62

