

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



**" SELECCIÓN E INSTALACIÓN DE UN SISTEMA DE
AIRE ACONDICIONADO TIPO SPLIT DUAL FRIO –
CALOR DE PARED DE 24,000 BTU/HR. HOSPITAL
DE SALUD CHINCHERO - CUSCO"**

**INFORME DE EXPERIENCIA LABORAL PARA OPTAR EL
TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO**

JOSÉ ARMANDO ARCE BRAVO

CALLAO, JUNIO DEL 2017

PERÚ

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA

I CURSO TALLER DE TITULACIÓN PROFESIONAL POR INFORME DE EXPERIENCIA LABORAL

ACTA DE EXPOSICIÓN DE INFORME FINAL DE EXPERIENCIA LABORAL

Siendo, las 16:00 horas del día viernes 09 de junio del 2017 en el Auditorio "Ausberto Rojas Saldaña" de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía de la Universidad Nacional del Callao, se reunieron los miembros del Jurado Revisor y Evaluador de la Exposición de los Informes Finales de Experiencia Laboral del I Curso Taller de Titulación Profesional por Informe de Experiencia Laboral Designados por Resolución de Consejo de Facultad N° 084-2017-CF-FIME de fecha 23.05.17, conformado por los siguientes docentes:

Presidente : Dr. OSCAR TEODORO TACZA CASALLO
Secretario : Ing. VICTORIANO SÁNCHEZ VALVERDE
Vocal : Ing. EMILIANO LOAYZA HUAMÁN

Asimismo, contamos con la presencia de la Dra. Ana Mercedes León Zárate – Vicerrectora de Investigación de la Universidad Nacional del Callao (Supervisora General), Dr. José Hugo Tezén Campos – Decano de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía (Supervisor de la Facultad), y el Lic. Rogelio Efrén Cerna Reyes - Miembro de la Comisión de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía (Representante de la Comisión de Grados y Títulos);

De acuerdo a lo señalado en el Capítulo X, numeral 10.1 de la "Directiva para la Titulación Profesional Modalidad por Informe de Experiencia Laboral con Curso Taller de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía de la Universidad Nacional del Callao", aprobada por Resolución de Consejo de Facultad N° 025-2017-CF-FIME de fecha 19.01.17;

Se procede con el acto de exposición de Informe Final de Experiencia Laboral del I Curso Taller de Titulación Profesional por Informe de Experiencia Laboral, título: "SELECCIÓN E INSTALACIÓN DE UN SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO TIPO SPLIT DUAL FRIO - CALOR DE PARED DE 24,000 BTU/HR HOSPITAL DE SALUD CHINCHERO - CUSCO.", presentado por el Bachiller ARCE BRAVO JOSÉ ARMANDO, contando el asesoramiento del Ing. JORGE LUIS ALEJOS ZELAYA.

Luego de la exposición correspondiente y de absolver las preguntas formuladas por los miembros del Jurado de Exposición, se procede a la deliberación en privado respecto a la evaluación;

Este jurado acordó calificar al Sr. Bachiller ARCE BRAVO JOSÉ ARMANDO, para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico por la modalidad de Curso Taller de Titulación Profesional por Informe de Experiencia Laboral, según la puntuación cuantitativa y cualitativa que a continuación se detalla:

CALIFICACIÓN CUANTITATIVA	CALIFICACIÓN CUALITATIVA
13(TRECE)	BUENO

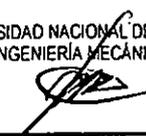
Con lo que se da por concluido el acto, siendo las 16:20 horas del día viernes 09 de junio del 2017.

En señal de conformidad con lo actuado, firman la presente acta.

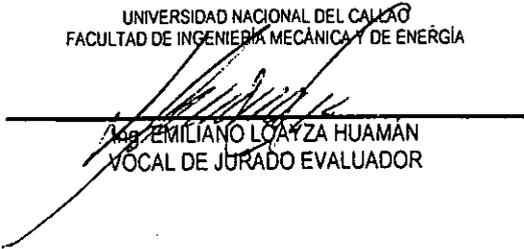
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA


Dr. OSCAR TEODORO TACZA CASALLO
PRESIDENTE DE JURADO EVALUADOR

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA


Ing. VICTORIANO SÁNCHEZ VALVERDE
SECRETARIO DE JURADO EVALUADOR

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA


Ing. EMILIANO LOAYZA HUAMÁN
VOCAL DE JURADO EVALUADOR

DEDICATORIA

A mis padres por estar ahí cuando más los necesite, prestándome su ayuda de manera incondicional en mi vida, en el hogar, en mi educación, dándome fuerzas para seguir adelante y por conseguir este sueño, les dedico este trabajo con mucho amor.

Moisés, Lidia y Crespín.

AGRADECIMIENTO

A mis profesores que estuvieron presentes a lo largo de mi carrera, por su tiempo, dedicación, amistad y conocimientos que transmitieron en mí para llegar a ser el profesional que soy ahora, porque sin ustedes este trabajo no sería posible, les estaré siempre agradecido.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	6
I. OBJETIVOS	7
1.1 Objetivo General.....	7
1.2 Objetivos Específicos	7
II. ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA O INSTITUCIÓN	8
2.1 Reseña Histórica	8
2.2 Declaraciones Estratégicas	8
2.3 Organigrama.....	9
III. ACTIVIDADES DESARROLLADOS POR LA EMPRESA O INSTITUCIÓN	11
3.1 Servicios	11
3.2 Principales Clientes	12
IV. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROYECTO DE INGENIERÍA ...14	
4.1 Descripción del Tema	14
4.2 Antecedentes.....	14
4.3 Planteamiento del Problema	14
4.4 Justificación	15
4.5 Marco Teórico.....	15
4.5.1 Antecedentes de Estudio.....	15
4.5.2 Bases Teóricas	17
4.5.3 Marco Normativo.....	36
4.6 Fases del proyecto	36
4.6.1 Fase I: Evaluación Preliminar.....	40

4.6.2 Fase II: Selección de los Equipos y Componentes	42
4.6.3 Fase III: Planificación de las actividades	59
4.6.4 Fase IV: Instalación de los Equipos y Componentes	65
4.6.5 Fase V: Pruebas	72
V. EVALUACIÓN TÉCNICO – ECONÓMICO	74
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	76
6.1 Conclusiones	76
6.2 Recomendaciones	77
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	78
VIII. ANEXOS Y PLANOS	80
8.1 Anexos	80
8.2 Planos	87

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA N° 1: ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA VIAR INGENIEROS S.R.L	10
FIGURA N° 2: VARIABLES DE CONFORT TERMICO	20
FIGURA N° 3: ZONA DE CONFORT	20
FIGURA N° 4: CARTA PSICROMETRICA	25
FIGURA N° 5: EQUIPO TIPO VENTANA	30
FIGURA N° 6: EQUIPO TIPO PORTATIL	31
FIGURA N° 7: EQUIPO TIPO SPLIT DE PARED	33
FIGURA N° 8: EQUIPO TIPO SPLIT TECHO	34
FIGURA N° 9: EQUIPO TIPO PAQUETE	35
FIGURA N° 10: FASES DEL PROYECTO	39
FIGURA N° 11: MAQUETA 3D. HOSPITAL CHINCHERO	41
FIGURA N° 12: ISOMÉTRICO DE AMBIENTES A CLIMATIZAR	41
FIGURA N° 13: ISOMÉTRICO DE UN AMBIENTE A CLIMATIZAR	43
FIGURA N° 14: VÁLVULA DE 4 VÍAS	58
FIGURA N° 15: DETECTOR DE FUGAS PCE-LD1	61
FIGURA N° 16: BOMBA DE VACÍO	62
FIGURA N° 17: MANÓMETROS	62
FIGURA N° 18: EQUIPO DE SOLDADURA AUTÓGENA.....	63
FIGURA N° 19: ABOCARDADORES.....	63
FIGURA N° 20: PEINES PARA ALETAS	64
FIGURA N° 21: ABOCINADOR	64
FIGURA N° 22: CORTA TUBO	65

FIGURA N° 23: JUEGO DE EXPANSORES	65
FIGURA N° 24: SOPORTE DE LA UNIDAD EVAPORADORA	66
FIGURA N° 25: UNIDAD EVAPORADORA	66
FIGURA N° 26: UNIDAD CONDENSADORA	67
FIGURA N° 27: AISLANTE TÉRMICO-TUBO ARMAFLEX	69
FIGURA N° 28: ABOCINADO DE TUBERÍA DE COBRE	69
FIGURA N° 29: MODELO DE REGISTRO DE PRUEBAS DE INSTALACIÓN, PRESIÓN Y CORRIENTE	73

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N° 1: DATOS HISTÓRICOS DEL TIEMPO EN CHINCHERO.....	40
TABLA N° 2: COEFICIENTE DE TRANSMISIÓN DE CALOR EN INVIERNO	45
TABLA N° 3: RESULTADOS DE LAS CARGAS TÉRMICAS	55
TABLA N° 4: FACTORES PARA EL CÁLCULO TÉRMICO POR EVALUACIONES RÁPIDAS.....	56
TABLA N° 5: CARGA TÉRMICA MEDIANTE EVALUACIONES RÁPIDAS	56
TABLA N° 6: CUADRO DE RESULTADOS DE LOS DOS MÉTODOS ...	57
TABLA N° 7: DIMENSIONES DE LA TUBERÍAS DE COBRE PARA LOS EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO PARA TIPOS SPLIT DE PARED Y TECHO	68

INTRODUCCIÓN

Los hospitales son importantes para el país ya que en ellos se atienden a los enfermos proporcionándoles tratamientos para su recuperación, así mismos la climatización en zonas específicas en un hospital juega un papel muy importante y significativo para la recuperación de los pacientes mediante el confort de las personas enfermas y el desarrollo de una forma más satisfactoria en las actividades del personal médico. Esto es posible mediante un sistema de Aire Acondicionado bien seleccionado y que estén acorde a los lineamientos del Reglamento Nacional de Edificaciones Norma A 010. Capítulo X (Requisitos de Ventilación y Acondicionamiento Ambiental), haciendo de esta manera viable el proyecto ***“Selección e Instalación de un Sistema de Aire Acondicionado tipo Split Dual Frio – Calor de pared de 24,000 BTU/Hr. Hospital de Salud Chinchero – Cusco”***, ejecutado por la empresa VIAR INGENIEROS S.R.L, el cual busca brindar un ambiente grato y confortable, además estos equipos eliminan las bacterias del ambiente, polvo en suspensión, evitando alergias, contribuyendo de esta manera con la recuperación de los pacientes del hospital.

El desarrollo del proyecto fue ejecutado mediante las siguientes fases. FASE I: Evaluación preliminar, FASE II: Selección de los equipos y componentes, FASE III: Planificación de las actividades, FASE IV: Instalación de los equipos y componentes, FASE V: Pruebas y puesta en servicio.

Este proyecto fue ejecutado en el interior de las instalaciones del Hospital Chinchero, ubicado en el distrito de Urubamba en la ciudad de Cusco, siguiendo los procedimientos que sugiere la norma ASHRAE, para garantizar una calidad de aire en el interior del hospital, el cual beneficiara a las personas de esta comunidad.

I. OBJETIVOS

1.1 Objetivo General

Garantizar un clima de confort térmico en los usuarios del Hospital de Salud Chinchero – Cusco, mediante la selección e Instalación de un Sistema de aire de Aire Acondicionado Tipo Split Dual Frio – Calor de Pared de 24,000 BTU/Hr.

1.2 Objetivos Específicos

- Evaluar las condiciones ambientales, infraestructura y carga térmica emitidos por los equipos y personal en tránsito en las instalaciones del hospital Chincheros – Cusco, para la selección posterior del equipo a utilizar.
- Determinar la capacidad térmica total para la selección del sistema de Aire Acondicionado, componentes y materiales a utilizar, que garantice el confort climático para los usuarios del Hospital.
- Proyectar un plan operacional de actividades – tiempo del proyecto, que conlleve a ejecutarlo en los plazos establecidos del contrato.
- Situar los componentes y equipos del sistema de aire acondicionado Tipo Split Dual. en el centro de salud Hospital Chinchero según normativas vigentes.
- Garantizar la operatividad del sistema de aire acondicionado Tipo Split Dual para la conformidad de contrata del gobierno Local.

II. ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA O INSTITUCIÓN

2.1 Reseña Histórica

La empresa **VIAR INGENIEROS S.R.L.** con RUC 20421001538, es una empresa peruana que se constituyó el 16 de diciembre de 1998 y empezó sus actividades comerciales el 17 de enero de 2003 empezando en sus inicios en la venta de accesorios y repuestos para el sector industrial, está ubicada en Pr. Ayacucho N°. 1270 Urb. Pando 2da Etapa, Lima - Lima - San Miguel, brindando servicios de Instalación y Mantenimiento de equipos de Aire Acondicionados y Sistemas de Ventilación.

2.2 Declaraciones Estratégicas

Misión

Ofrecer el mejor servicio dentro del mercado de la refrigeración, Aire acondicionado y Ventilación, resolver de manera optimizada y eficaz las necesidades de nuestros clientes, enfocados siempre en la innovación, apoyándonos en nuestro equipo de colaboradores profesionales.

Visión

Ser una empresa competitiva con las medianas y grandes empresas en la Comercialización y Servicios en Refrigeración, Aire acondicionado y Ventilación, así como también desarrollarnos profesionalmente con estándares altos de calidad y excelencia, satisfaciendo las expectativas de nuestros clientes.

Valores

- Integridad, honestidad y lealtad: son cualidades del carácter que implica ser siempre el mismo, en todas las circunstancias, en el

trabajo y en el día a día, el cual tiene un gran valor para nosotros y es fomentada en nuestra empresa.

- Profesionalismo, Creatividad y eficiencia: nos referimos a todas aquellas prácticas, actitudes que deben contar nuestro personal en todas las labores y actividades relacionadas a la empresa.
- Trabajo en equipo, iniciativa y liderazgo: son cualidades que fomentamos y buscamos en todo profesional de nuestra organización.

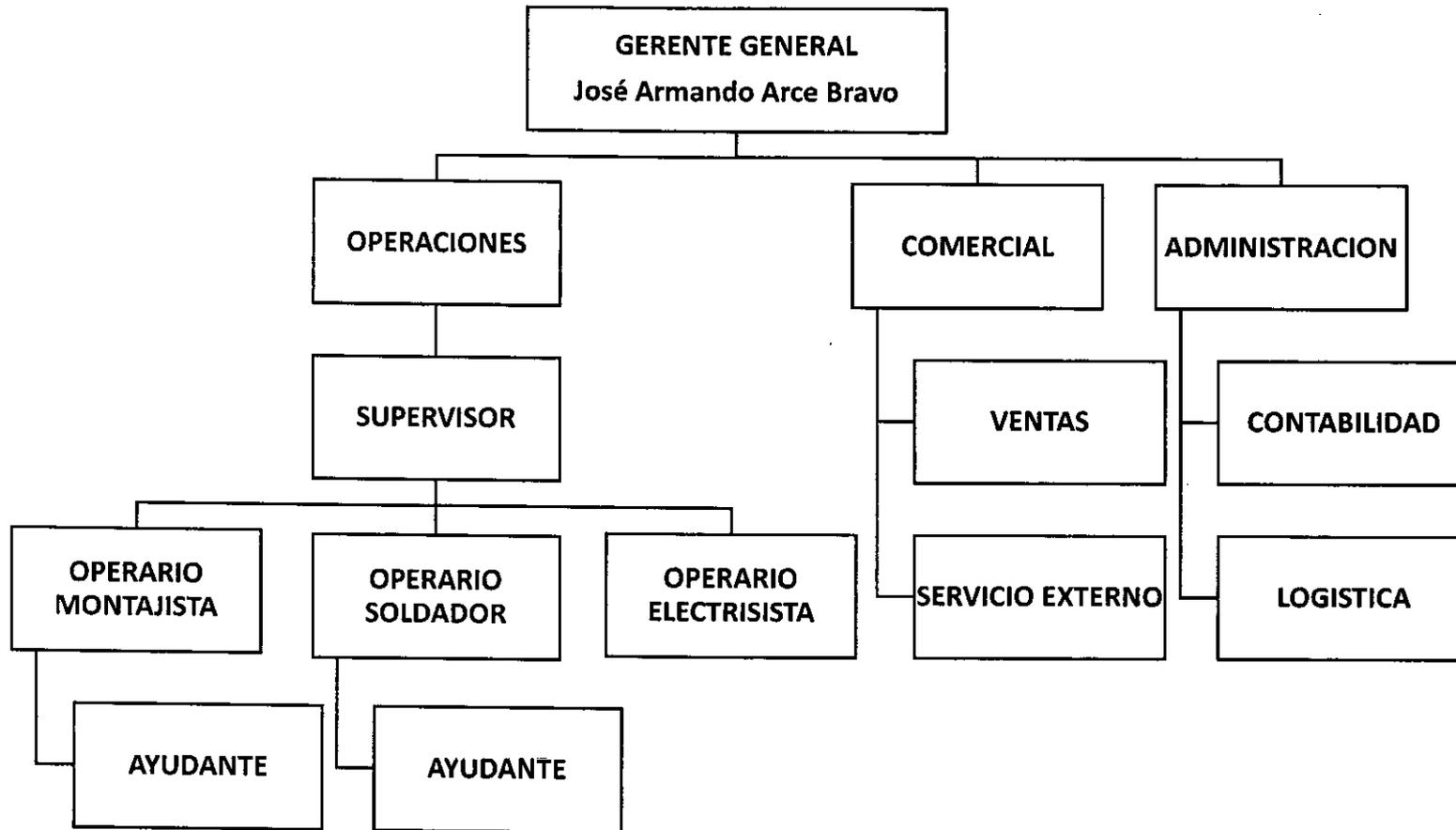
2.3 Organigrama

La estructura orgánica de la empresa VIAR INGENIEROS S.R.L. está dado por:

- Gerente General.
- Administrador.
- Contador.
- Gerente comercial.
- Gerente de Operaciones.
- Supervisor.
- Técnicos operarios.

El representante legal de la empresa VIAR INGENIEROS S.R.L. es el Sr José Armando Arce Bravo el cual tiene a cargo la gerencia general, teniendo la función de dirigir y coordinar con las distintas áreas de administración, contabilidad, comercial y operaciones para garantizar la sostenibilidad de la empresa.

FIGURA N° 1. ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA VIAR INGENIEROS S.R.L.



Fuente: Elaboración Propia

III. ACTIVIDADES DESARROLLADOS POR LA EMPRESA O INSTITUCIÓN

3.1 Servicios

La empresa VIAR INGENIEROS S.R.L. Brinda los siguientes servicios:

a) Aire Acondicionado – Refrigeración

- **Venta, Instalación y Mantenimiento de equipos como :**
 - Equipos Ventana.
 - Equipo Split Decorativo.
 - Equipo Split Ducto.
 - Chiller.

- **Reparación de equipos y venta de repuestos.**

b) Ventilación – Renovación de aire

- **Venta, Instalación y Mantenimiento de equipos como:**
 - Extractores de Aire.
 - Extractores Centrífugos.
 - Extractores Axiales.
 - Extractores Helicocentrífugos.
 - Extracción de humos y gases tóxicos.

- **Reparación de equipos y venta de repuestos.**

c) Ductos

- **Fabricación de ductos como los siguientes:**
 - Ductos de sección cuadrada.
 - Ductos Circulares.

- Fabricación de Campanas Extractoras.
- Trabajos en planchas galvanizadas.
- Trabajos en acero inoxidable.

d) Servicios de Instalación y Reparación.

- Instalaciones eléctricas y Mantenimiento.
 - Equipos Electromecánicos.
 - Electrobombas.
 - Compresoras.
 - Grupos electrógenos.
- Fabricación de Estructuras tipo Metalmecánica.
- Instalación de Drywall.

3.2 Principales Clientes

Aire Acondicionado

- Hospital del Niño (Instituto Nacional de Salud del Niño).
Suministro, Instalación y mantenimiento de Unidades refrigeradas, aire acondicionado en sus diferentes áreas del Hospital.
- Banco de la Nación.
Suministro, Instalación de equipos de aire acondicionado, pozos a tierra, parra rayos e instalaciones de grupos electrógenos de 8 a 10Kwatts.
- Circuito mágico del Agua.
Suministro de accesorios y repuestos, reparación de bombas hidráulicas, trabajos de soldadura Tig, mantenimiento de equipos de aire acondicionado.

- Metrocolor SA.

Suministro, Instalación y mantenimiento de Equipos refrigerados, Equipos de aire acondicionado en sus diferentes áreas de la Empresa.

Ventilación

- Repsol Gas del Perú.

Suministro e instalación de extractores de aire, reparación de líneas de gas GLP para la planta de Ventanilla.

- Súper intendencia de Banca y Seguros SBS.

Suministro e instalación de extractores de aire, para los almacenes de libros y folletos en sede de San Isidro – Lima.

- Grupo TZ SAC.

Suministro e instalación de extractores e inyectores de aire.

Electricidad

- Hospital de Emergencias Pediátricas.

Suministro e instalación de tablero eléctrico, balanceo de carga eléctrica y tendido eléctrico para la alimentación de laboratorio de sangre, farmacia y consultorios externos.

IV. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROYECTO DE INGENIERÍA

4.1 Descripción del Tema

El Hospital de Chinchero está ubicado en la Av. Vía Principal Urubamba S/N. Cusco no contaba con un sistema de climatización confortable, el cual era necesario para la buena recuperación de los pacientes de esta y el buen desarrollo de la labor del personal médico.

Este problema genera un riesgo potencial en la salud de los pacientes que se encuentran en tratamiento ya que esta zona del Perú tiene un ambiente de frío extremo que llega en ocasiones a alcanzar hasta una temperatura de $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ en su época de invierno.

4.2 Antecedentes

Antiguamente el tema de aire acondicionado se veía como un lujo que en ocasiones era innecesario y que se podía prescindir, sin embargo la calidad del aire en los hospitales es un asunto que cobra cada vez más importancia, ya que está relacionado con el bienestar de los pacientes y profesionales que laboran allí, esto es apoyado por el ministerio de salud, la cual indica que el sistema de climatización de los hospitales debe estar zonificado según la actividad o departamento, por ello esta especialidad debe estar en estrecha relación con la de la arquitectura, al concebir un proyecto.

4.3 Planteamiento del Problema

¿En qué medida la selección e instalación de un sistema de Aire Acondicionado Tipo Split Dual mejorará el confort térmico en los pacientes que se encuentran en la sala de recuperación del Hospital de Salud Chinchero – Cusco?

4.4 Justificación

Teórica

Una de las bases del presente proyecto es la aplicación de conceptos teóricos mediante un proceso de cálculo, para implementar un sistema de Aire acondicionado en el Hospital de Chinchero – Cusco el cual tiene un clima excesivamente frío, dándole un mejor bienestar y confort a los pacientes, otorgando aire limpio y fresco.

Metodológico

Otra de las bases del presente trabajo es el análisis metodológico, ya que para el desarrollo de un sistema de aire acondicionado, es necesario realizar un diagnóstico de la situación del entorno del Hospital, analizando el tipo de infraestructura, las zonas a climatizar, los tipos de equipos y personal en tránsito que emitirá un calor térmico, con el fin de proyectar la selección de un sistema adecuado para el Hospital.

4.5 Marco Teórico

4.5.1 Antecedentes de Estudio

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

- ENDERICA ARMIJOS, Néstor Antonio. **“Diseño de un Sistema de Climatización para la Clínica Esperanza de la ciudad de Machala”**. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Mecánico. Universidad Politécnica Salesiana. Ecuador. 2013.

La tesis en mención tiene como objetivo diseñar un sistema de climatización en la clínica Esperanza, para mantener el confort térmico y la calidad de aire interior con una tasa de ventilación recomendada por la norma ASHRAE.

- **BONILLA BARRIOS, José Carlos. “Propuesta de Selección e Instalación de un Sistema de Aire Acondicionado para los Quirófanos del Hospital Policlínico Roma del Instituto Salvadoreño del Seguro Social”.** Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Mecánico. Universidad del Salvador. Argentina. 2015.

La tesis en mención tiene como fin la selección e instalación de un sistema de acondicionamiento de aire para el área de quirófanos del hospital Policlínico Roma del Seguro Salvadoreño del Seguro Social localizado en la ciudad de San Salvador, con la finalidad de brindarle a este espacio todos los requerimientos en cuanto a las condiciones específicas del local siguiendo las normativas de seguridad y así poder ofrecer el servicio para el cual ha sido proyectado.

- **LOPEZ PEREZ, Irma Cristina. “Diseño de un sistema de climatización para un hotel Zeus”.** Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Mecánico. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador. 2009.

La tesis en mención tiene como objetivo diseñar un sistema de climatización de calefacción en el hotel Zeus ubicada en Riobamba – Ecuador, la cual tiene una zona muy fría con un clima similar a la sierra peruana con temperaturas muy bajas, considerando las ventajas de instalar estos sistemas de aire acondicionado y sustituyendo el sistemas que cuenta el hotel basado en resistencias eléctricas el cual requiere un gran consumo de energía y costo.

4.5.2 Bases Teóricas

- **Acondicionamiento del Aire¹**

Es el proceso, tratamiento de aire que modifica sus condiciones para adecuarlas a unas necesidades determinadas, en otras palabras significa calentar el aire en invierno, enfriarlo en verano, circular el aire y renovarlo en esas dos estaciones del año, secarlo (quitarle humedad) cuando el aire está demasiado húmedo, humedecerlo (añadirle humedad) cuando es demasiado seco y filtrar o lavar el aire para privarle del polvo y los posibles microbios que contenga tanto en el verano como en el invierno, cualquier sistema que sólo realiza una o dos de esas funciones, pero no todas ellas, no es un sistema completo de acondicionamiento del aire.

Para que un sistema de acondicionamiento lleve a cabo su función en forma adecuada debe operar en forma simultánea y continua sobre las magnitudes siguientes:

- Temperatura: Calefacción, Refrigeración.
- Humedad: Humidificación, Deshumidificación.
- Velocidad: Ventilación mecánica, Extracción del aire.
- Pureza: Filtrado, Esterilizado.

- **Confort térmico²**

Consiste en crear un ambiente térmicamente cómodo para las personas, en otras palabras es cuando no se experimenta la sensación de frío o calor ya que las condiciones de temperatura, humedad y movimientos del aire son favorables a la actividad que se está desarrollando.

¹ Edward G. Pita. Acondicionamiento de Aire. Capítulo 1. 2000

² Carrier. Manual de Aire Acondicionado. Primera parte Capítulo 9. 2012

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

Evaluar el confort térmico es una tarea compleja, ya que valorar sensaciones conlleva siempre una importante carga subjetiva; no obstante, existen unas variables modificables que influyen en los intercambios térmicos entre el individuo y el medio ambiente y que contribuyen a la sensación de confort, éstas son:

Temperatura seca del aire:

Es la temperatura a la que se encuentra el aire que rodea al individuo, la diferencia entre esta temperatura y la de la piel de las personas determina el intercambio de calor entre el individuo y el aire, a este intercambio se le denomina intercambio de calor por convección. También existe el intercambio de calor por radiación entre unas y otras superficies del ambiente (piel, máquinas, cristales, paredes, techos, etc.), que hace que, por ejemplo, pueda ser agradable estar en una casa en la que la temperatura es de 15° C, pero sus paredes están a 22° C. Si la temperatura de la piel es mayor que la temperatura radiante media, el cuerpo cede calor por radiación al ambiente; si es al revés, el organismo recibe calor del medio.

Humedad:

La humedad es el contenido de vapor de agua que tiene el aire. El mecanismo por el cual se elimina calor del organismo es a través de la transpiración, Cuanta más humedad haya, menor será la transpiración; por eso es más agradable un calor seco que un calor húmedo, un valor importante relacionado con la humedad es el de la humedad relativa, que es el porcentaje de humedad que tiene el aire respecto al máximo que admitiría.

La velocidad del aire:

La velocidad del aire interviene de forma directa en el balance térmico y en la sensación térmica, ya que, según sea la velocidad, variará la capa de aire que nos aísla y aumentará la evaporación del sudor.

La Actividad del Trabajo:

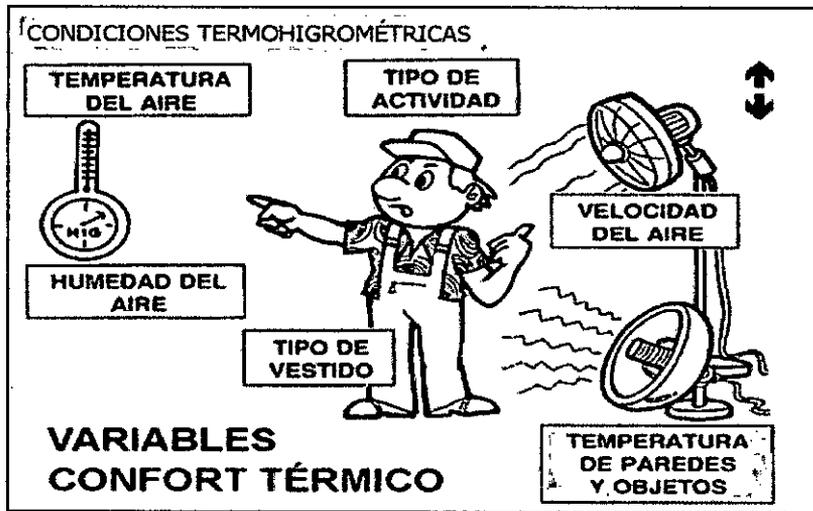
Independientemente de las condiciones ambientales, realizar una actividad intensa nos da una mayor sensación de calor. Nuestro cuerpo transforma en trabajo útil menos del 10% de la energía consumida, el resto se transforma en calor, que debe eliminarse para evitar que la temperatura del organismo se eleve hasta niveles peligrosos.

El vestido:

El tipo de vestido es una variable que influye de manera importante en nuestra sensación de confort, cuanto mayor es la resistencia térmica de las prendas de vestir, más difícil es para el organismo desprenderse del calor generado y cederlo al ambiente, El confort térmico se alcanza cuando se produce cierto equilibrio entre el calor generado por el organismo como consecuencia de la demanda energética y el que es capaz de ceder o recibir del ambiente.

Por lo tanto se debe acondicionar el aire para conseguir una atmósfera sana y confortable controlando simultáneamente la temperatura, humedad, circulación del aire y limpieza del mismo de acuerdo a los requerimientos de la edificación.

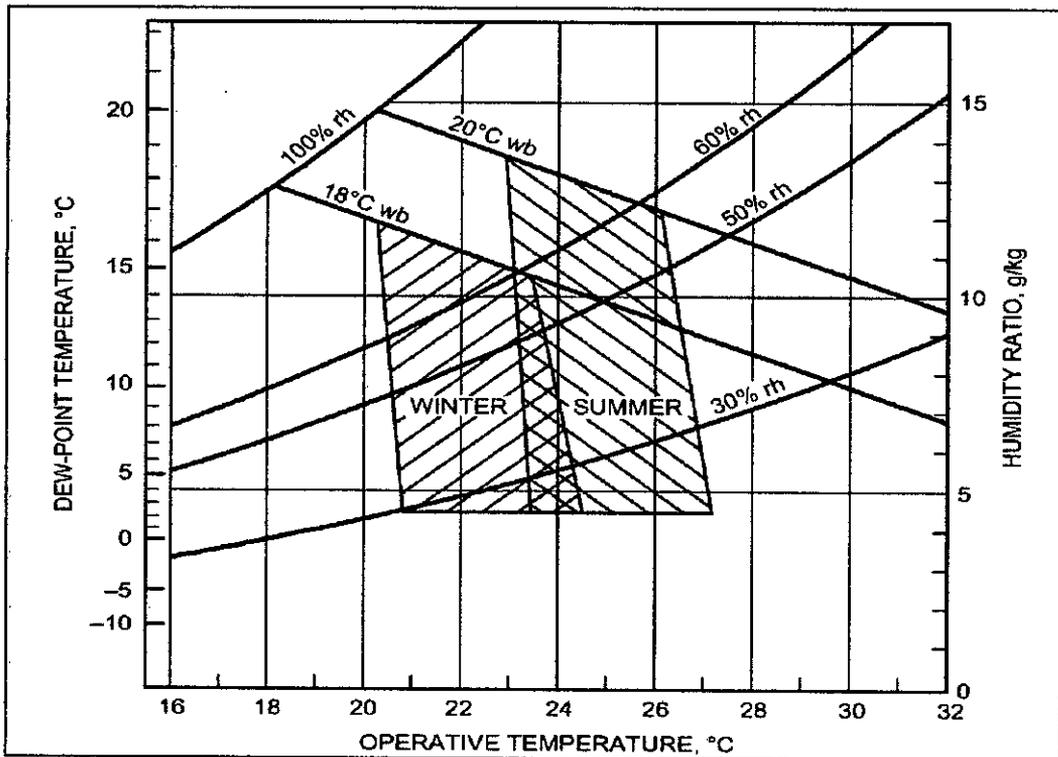
FIGURA N° 2. VARIABLES DE CONFORT TERMICO



Fuente: Extraído de www.jmcprl.net/CALOR/

En la figura N° 3 se observan las zonas de bienestar según la Norma de Confort de ASHRAE en términos de temperatura efectiva, basadas en actividades sedentarias y grados de vestimenta típicos para verano e invierno.

FIGURA N° 3. ZONA DE CONFORT



Fuente: Norma ASHRAE

Las zonas de confort mostradas en la Figura 3 y las consideraciones mencionadas anteriormente son referenciales para cualquier tipo de ambiente; en el presente informe se pretende climatizar un Hospital en Chinchero Cusco, que se encuentra a una altitud de 3754 m.s.n.m, sobre la planicie alto-andina del Perú, el cual tiene un clima extremo, es por ello que se especificarán los rangos de humedades relativas y las temperaturas de bulbo seco para cada ambiente específico del Hospital.

- **Termorregulación humana y balance energético**

La actividad metabólica en los seres humanos genera constantemente calor dentro de sus cuerpos. Este calor debe ser disipado y regulado para mantener temperaturas normales. Los seres humanos poseen una serie de mecanismos termorreguladores que mantienen constante la temperatura del cuerpo. Asimismo ASHRAE enuncia que “Las temperaturas de la piel mayores a 118°F (45°C) o menores a 64.5°F (18°C) causan dolor. La temperatura de la piel asociada con el confort en actividades sedentarias son de 91.5°F (33°C) a 93 (34°C) y decrece con el aumento de actividad”.

El calor neto generado (M-W), que es la diferencia entre el metabolismo M y el trabajo mecánico desarrollado W, es transferido al ambiente a través de la superficie de la piel (qsk) y la respiración (qres) con algún excedente o déficit almacenado (S), causando el aumento o disminución de la temperatura del cuerpo.

$$M - W = q_{sk} + q_{res} + S \dots \dots \dots (1)$$

$$M - W = (C+R+ Esk) + (Cres+Eres) + sk+Scr) \dots \dots (2)$$

Dónde:

M = tasa de producción de calor metabólico, BTU/h*ft² (W*m²).

W = tasa de trabajo mecánico realizado, BTU/h*ft² (W*m²).

q_{sk} = tasa total de pérdida de calor por piel, BTU/h*ft² (W*m²).

q_{res} = tasa total de pérdida de calor por medio de la respiración, BTU/h*ft² (W*m²).

$C+R$ = calor sensible perdido por la piel, BTU/h*ft² (W*m²).

E_{sk} = tasa de calor por convección perdido por respiración, BTU/h*ft² (W*m²).

C_{res} = tasa de calor por evaporación perdido por respiración, BTU/h*ft² (W*m²).

S_{sk} = tasa de calor almacenado en compartimentos de la piel, BTU/h*ft² (W*m²).

S_{cr} = tasa de calor almacenado en compartimentos del núcleo, BTU/h*ft² (W*m²).

- **Condiciones Exteriores de diseño³**

Son aquellas condiciones climatológicas existentes en el medio ambiente. Se consideran las siguientes condiciones para el proyecto:

- Condiciones normales de verano.
- Condiciones normales de invierno.

Las condiciones normales de verano son recomendables en aplicaciones destinadas al confort o a la refrigeración industrial, en las que ocasionalmente es tolerable que se sobrepasen las condiciones ambientales del proyecto. Estas condiciones normales fijadas para el ambiente exterior consisten en admitir una simultaneidad de valores fijados para las temperaturas de los

³ Carrier. Manual de Aire Acondicionado. Primera parte Capítulo 2. 2012

termómetros seco y húmedo y del contenido de humedad, las cuales se pueden sobrepasar algunas veces dentro del año y durante cortos periodos de tiempo.

El segundo tipo de condiciones exteriores son las llamadas condiciones normales de invierno, que son recomendables para instalaciones de confort y calefacción industrial.

La temperatura seca interior podrá ser inferior a la indicada algunas veces durante el año, generalmente en las primeras horas de la mañana. Con la calefacción la variación de temperatura se produce por debajo de las condiciones exigidas de confort en la hora de máxima carga de calefacción (ausencia de personal, iluminación o ganancia solar, y con la mínima temperatura exterior). El calor almacenado en la estructura del edificio cuando se trabaja con carga parcial (durante las horas del día) reduce la capacidad necesaria del equipo para el funcionamiento a plena carga.

- **Propiedades del aire⁴**

Temperatura de Bulbo Seco (TBS)

Es la temperatura del aire tal como lo indica el termómetro, la cual es utilizada en la valoración del bienestar térmico.

Temperatura de Bulbo Húmedo (TBH)

Es la temperatura que indica un termómetro cuyo bulbo está envuelto en una tela empapada en agua, en el seno del aire en rápido movimiento, se emplea para medir la temperatura húmeda del aire.

⁴ Edward G. Pita. Acondicionamiento de Aire. Capítulo 1. 2000

Temperatura de Punto de Rocío (PR)

Es la temperatura a la que empieza a condensarse el vapor de agua contenido en el aire, produciendo rocío, neblina, cualquier tipo de nube o en caso de que la temperatura sea lo suficientemente baja.

Relación de Humedad (w)

Llamada también humedad específica, está representada como el peso de vapor de agua por libra de aire seco expresado en $\text{lb}_{\text{agua}}/\text{lb}$ de aire seco.

Humedad Relativa (HR)

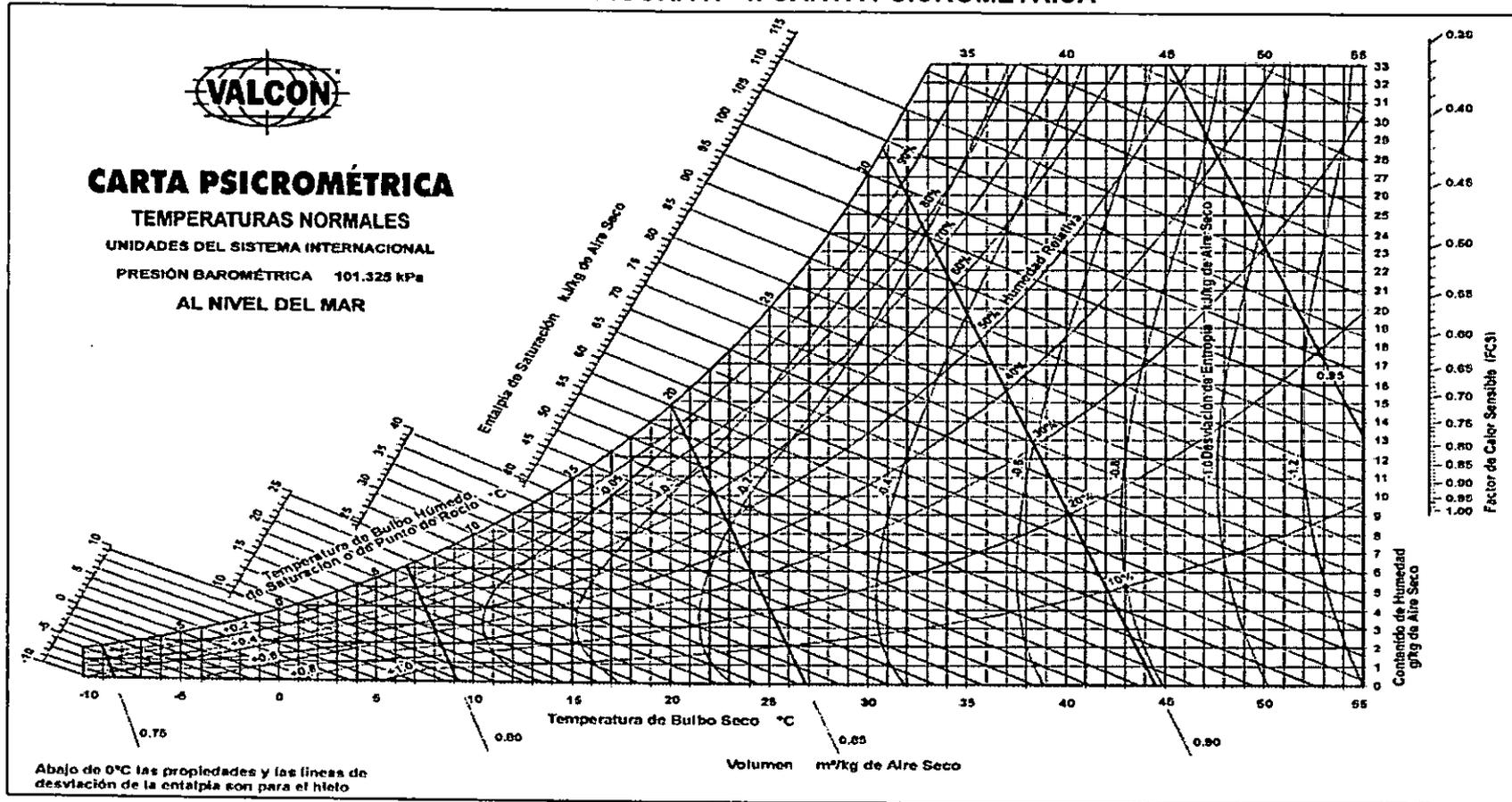
Es la relación de presión real de vapor de agua en el aire con la presión de vapor de agua si el aire estuviera saturado a la misma temperatura de bulbo seco, la cual es expresada en porcentaje.

Carta Psicométrica

La Psicometría es el estudio de las propiedades termodinámicas del aire húmedo y el uso de estas propiedades para analizar condiciones y procesos que involucran aire húmedo, esta es importante en el estudio del aire húmedo atmosférico y sus efectos en edificaciones.

La Norma ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers) define el acondicionamiento del aire como: "El proceso de tratar el aire, de tal manera, que se controle simultáneamente su temperatura, humedad, limpieza y distribución, para que cumpla con los requisitos del espacio acondicionado".

FIGURA N° 4. CARTA PSICROMETRICA



Fuente: Manual VALCON

Volumen Específico (v)

Es el volumen de aire por unidad de peso de aire seco.

Calor Sensible y Latente

Cuando aplicamos calor a una sustancia y esta responde aumentando la temperatura estamos aplicando calor sensible, cuando aplicamos calor a una sustancia y esta no aumenta la temperatura pero si cambia de estado estamos aplicando calor latente.

Pero para cambiar de estado un fluido evaporándolo se necesita muchísimo calor, Este calor se llama calor latente de evaporación.

Entalpia

En un cambio de estado se intercambian una cantidad de calor, que para calcularse muchas veces se recurre a la entalpia, digamos que entalpia es como calor total.

- **Carga Térmica⁵**

También nombrada como carga de enfriamiento, es la cantidad de energía que se requiere vencer en un área para mantener determinadas condiciones de temperatura y humedad para una aplicación específica (ej. Confort humano). Es la cantidad de calor que se retira de un espacio definido, se expresa en BTU, la unidad utilizada comercialmente relaciona unidad de tiempo, BTU/hr, Para realizar el estimado de la carga requerida con la mayor exactitud posible en espacios y edificios, utilizaremos las siguientes condiciones:

➤ Datos climatológicos.

⁵ Carrier. Manual de Aire Acondicionado. Primera parte Capitulo 9. 2012

- La característica de la edificación, dimensiones físicas.
- La orientación del edificio, la dirección de las paredes del espacio a acondicionar.
- El momento del día en que la carga llega a su pico.
- Espesor y características de los aislamientos.
- La cantidad de sombra en los vidrios.
- Concentración de personal en el local.
- Las fuentes de calor internas.
- La cantidad de ventilación requerida.

- **Métodos de Calculo**

La **ASHRAE** reconoce unos métodos de cálculo de cargas térmicas para seleccionar la capacidad de los equipos de aire acondicionado. Los cuales se nombran a continuación:

Método de Función de Transferencia (tmf):

Este método tiene como fundamento el estimar las cargas de enfriamiento hora por hora, predecir las condiciones del espacio para varios sistemas, establecer programas de control y programas de operación, este método es aplicado para el cálculo de flujo unidimensional de transferencia de calor en paredes y techos soleados.

Los resultados debido a las variaciones de construcción se consideran insignificantes, se si toman en cuenta la carga de los componentes normalmente dominantes. La ASHRAE (1988) generó factores de decremento efectivos de calor y períodos de retraso de tiempo para 41 diferentes tipos de pared y 42 tipos de techo, que son presentados para utilizarse como coeficientes de función de transferencia.

Método de "Cálculo de Cargas por Temperatura Diferencial y Factores de Carga de Enfriamiento" (DMLT/CLF):

Este método que debe ser aplicado al considerarse como la primera alternativa de procedimiento de cálculo manual.

El método de Temperatura Diferencial para Carga de Enfriamiento es simplificado, por utilizar un factor "U" para calcular la carga de enfriamiento para techos y paredes, presentando resultados equivalentes. Así, la ecuación básica para carga de enfriamiento en superficies exteriores es:

$$q = U * A * (DMLT).....(3)$$

Dónde:

U : Coeficiente Global de Transferencia de Calor.

A : Área de transferencia de calor.

DMLT: Diferencia Media Logarítmica de Temperatura.

El método de cálculo de carga por temperatura diferencial se basa en la suposición de que el flujo de calor a través de un techo o pared puede ser obtenido por multiplicar la temperatura diferencial (exterior - interior) por los valores tabulados "U" de techos y paredes, respectivamente.

Método de Valores de Temperatura Diferencial Total Equivalente y Tiempo Promedio" (ttd/ta)

La primera presentación de este método se hizo en el manual de fundamentos ASHRAE de 1967, este procedimiento es recomendado para usuarios experimentados.

Para calcular la carga de enfriamiento de un espacio usando la convención del ttd/ta, aplican los mismos procedimientos generales empleados para el tfm.

Un caso especial es el método de DMLT/CLF, utilizado para cálculo de cargas en residencias

El aplicar el procedimiento TETD/TA en forma manual, especialmente el cálculo de promedio de tiempo, resulta tedioso en la práctica. Este hecho más el interés creciente en el TFM condujo a la ASHRAE a desarrollar el proyecto de investigación RP-158, con el objetivo original de comparar las diferencias y similitudes entre estos métodos (TEDT y TFM), para establecer un procedimiento común para ambos.

- **Tipos de Sistemas de Acondicionado⁶**

Los distintos tipos de sistemas de aire acondicionado que intentan controlar la temperatura, humedad y calidad del aire, estos poseen características propias y el control ejercido sobre los parámetros de temperatura, humedad, pureza del aire, etc.

Podemos clasificarlo de acuerdo al tipo de fluidos que transportan la energía térmica (calor o frío), las cuales serían por expansión directa y por agua helada.

Sistemas de expansión directa

Estos equipos utilizan el ciclo de refrigeración para realizar la transferencia de calor entre el aire caliente del ambiente y el refrigerante, por tanto el aire es forzado por un ventilador para que atraviese el serpentín - evaporador que es por donde circula gas refrigerante a baja temperatura,

Estos equipos constan con los siguientes elementos:

- evaporador.
- condensador.

⁶ Dossat, Roy J. *Principios de Refrigeración*. 2001

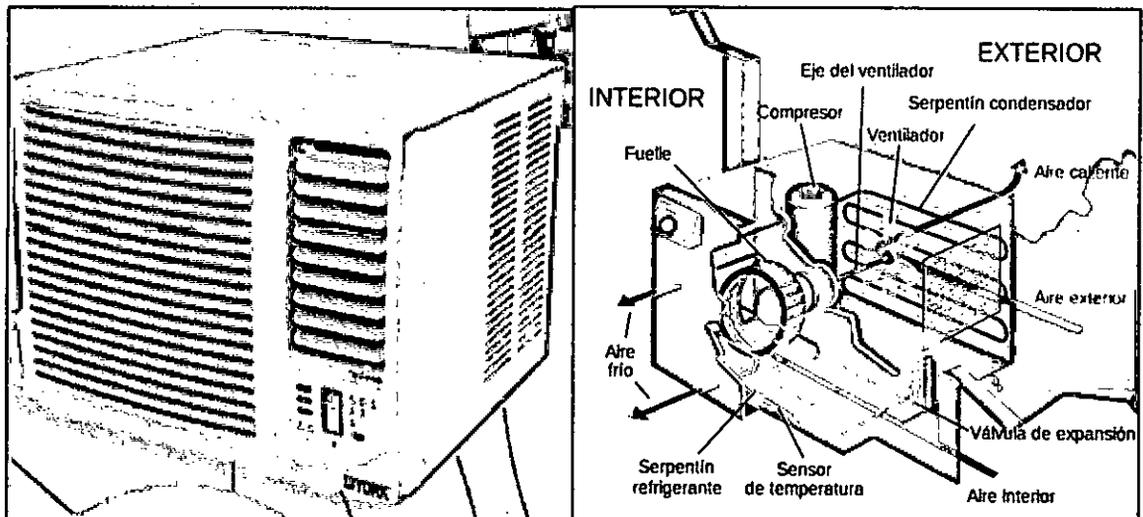
- Compresor.
- tuberías de alta y baja presión: contienen al refrigerante.
- Filtro: Elimina la suciedad del aire.

En caso de ambientes de dimensiones mayores se le pueden añadir ductos para distribuir el aire a las distintas zonas. Además los equipos por expansión directa pueden ser:

➤ El Equipo Tipo Ventana

Este equipo se caracteriza por tener todo el sistema dentro de una caja que usualmente son instaladas en la ventana, la unidad de alta presión (Condensador) y la unidad de baja presión (Evaporador) está separada mediante una pared de material aislante, además el ventilador del evaporador como el del condensador son accionados por un solo motor de doble eje.

FIGURA N° 5: EQUIPO TIPO VENTANA



Fuente: Catalogo LG Life's Good.

Ventajas del equipo tipo ventana

- ✓ Es fácil su instalación.
- ✓ Reduce el costo de instalación.

- ✓ Pueden ser instalados en cada tipo de ventana, con pequeños ajustes.

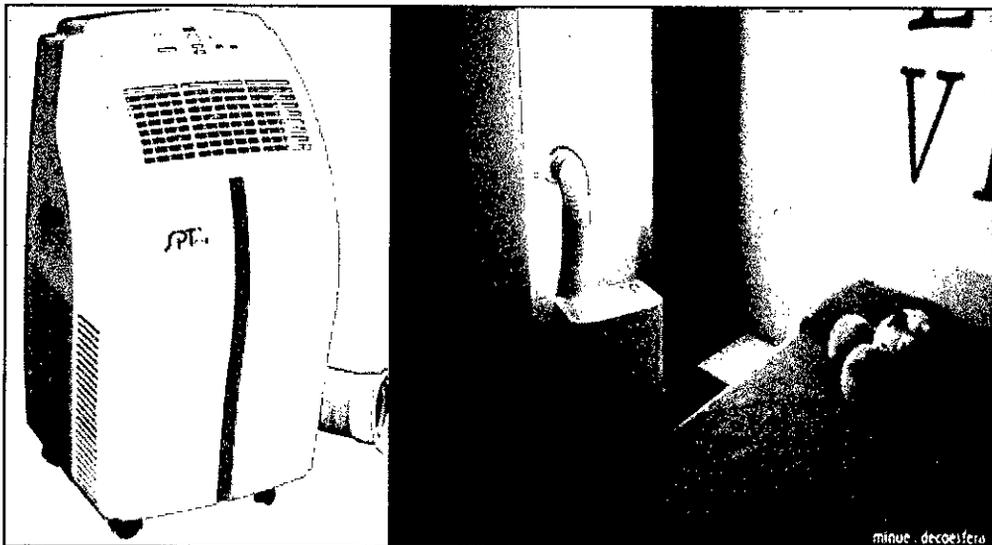
Desventajas del equipo ventana

- ✓ Si es instalado en la ventana reduce la entrada de luz al ambiente a climatizar.
- ✓ Si es instalado en la pared se necesita un adicional de soporte metálico.

➤ El Equipo Tipo Portátil

Es un equipo compacto que se han puesto muy de moda en oficinas y residencias, este tipo de equipos se presentan como una alternativa económicamente barata y sin obra de instalación.

FIGURA N° 6: EQUIPO TIPO PORTATIL



Fuente: Catalogo S.P.T. USA.

Ventajas del equipo tipo portátil.

- ✓ El equipo puede trasladarse a otros ambientes, es portátil y de fácil instalación.
- ✓ Enfía pequeñas áreas sin gastar la cantidad de energía que requiere un acondicionador de aire de sistema central.

- ✓ Es útil para las habitaciones que generan más calor, tales como las cocinas o una oficina con fotocopiadoras, ordenadores, etc.
- ✓ La mayoría de modelos poseen un sistema de ventilación para eliminar el aire caliente.

Desventajas del equipo tipo portátil.

- ✓ Su elevado consumo: la media ronda entre los 1.000 y los 2.000 kW/hora.
- ✓ El tamaño que ocupa en el interior de la vivienda.
- ✓ Emiten algo de ruido, aunque las marcas están mejorando este punto.
- ✓ Se tiene que buscar un lugar de desfogue de calor para su manga.

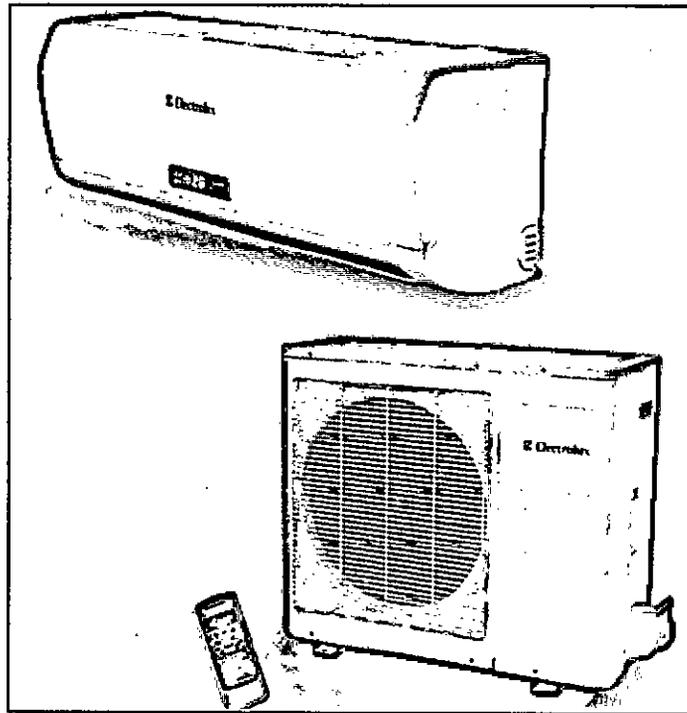
➤ **El Equipo Tipo Split de Pared**

Este equipo se diferencia de los compactos en que la unidad formada por el compresor y el condensador va al exterior, mientras que la unidad evaporadora se instala en el interior, ambas unidades se conectan a través de las líneas de tubería de cobre y sus conexiones eléctricas de refrigerante, las unidades del equipo tipo Split son:

Unidad Condensadora.- Tienen como componentes un condensador de tubo y aletas, ventilador del condensador, algunas veces viene de fábrica con acumulador de succión o también llamado eliminador de líquidos, las válvulas de servicio para la medición de presiones y carga de gas.

Unidad Evaporadora.- Tienen como componentes el evaporador, el ventilador del evaporador, el circuito de mando electrónico del sistema, el termostato, el drenaje de condensado.

FIGURA N° 7: EQUIPO TIPO SPLIT DE PARED



Fuente: Catalogo Electro lux

Ventajas del equipo tipo Split de Pared

- ✓ Su emisión de sonido de la unidad evaporadora es muy bajo.
- ✓ No necesita ductería y es un ahorro en costos.
- ✓ si solo quieres climatizar un ambiente del local.
- ✓ Sirven para instalar en techos bajos.

Desventajas del equipo Split de Pared

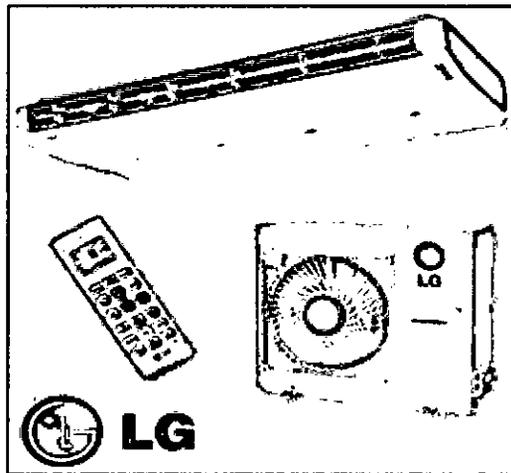
- ✓ Hay que realizar trabajos de albañilería como huecos para el paso de las tuberías de cobre de la línea de alta y baja, así como los cables eléctricos y manguera de drenaje si lo requiere.
- ✓ Buscar un lugar adecuado para instalar la unidad condensadora.

➤ El Equipo Tipo Split Techo

Este equipo de aire acondicionado es similar al equipo de Pared se diferencia en su forma de la unidad evaporadora y tiene un mayor ahorro energético eléctrico pero sus precios son mayor a los equipos de pared.

Al elegir entre la instalación de un equipo Split piso techo a un equipo de pared Todo depende de las necesidades económicas, ecológicas y confort térmico del usuario. Todo esto unido al tiempo disponible y la estética nos hace decantarnos por uno u otro tipo de aparato.

FIGURA N° 8: EQUIPO TIPO SPLIT TECHO



Fuente: Catalogo LG Life's Good.

Ventajas del equipo tipo Split de Techo

- ✓ Nos proporciona mucha mayor potencia en cuatro direcciones, ideal para locales grandes colocado en el centro del ambiente a acondicionar.
- ✓ No necesita ductería, esto sería un ahorro en costos.

Desventajas del equipo Split Techo

- ✓ Hay que realizar trabajos de albañilería como huecos para el paso de las tuberías de cobre de la línea de alta y baja, así

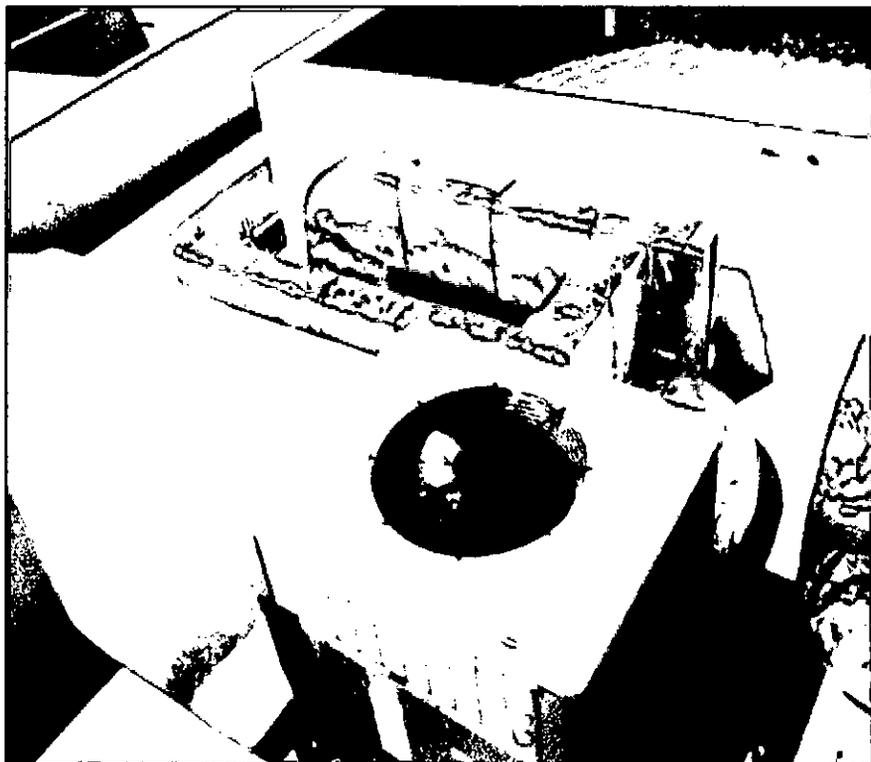
como los cables eléctricos y manguera de drenaje si lo requiere.

- ✓ Su emisión de sonido de la unidad evaporadora es mas alto que el del equipo de pared.
- ✓ No Sirven para instalar en techos bajos.
- ✓ Buscar un lugar adecuado para instalar la unidad condensadora.

➤ **El Equipo Tipo Paquete**

Este equipo es similar al equipo ventana es una caja compacta que en su interior se encuentra todo el sistema, la zona caliente está separada de la fría por una pared aislante térmicamente, por su gran caudal del aire no se puede colocar directamente al ambiente acondicionado. Es necesario instalarlos con ductos de impulsión y de retorno.

FIGURA N° 9:. EQUIPO TIPO PAQUETE



Fuente: Elaboración propia

4.5.3 Marco Normativo

- **ASHRAE 55:** - Norma que proporciona información sobre las condiciones medioambientales térmicas para la ocupación humana.
- **ASHRAE 62:** Norma que proporciona información sobre la ventilación para la calidad del aire interior aceptable. Edición 2001.
- **ASHRAE 129:** Norma que proporciona información para medir la efectividad del cambio de aire.
- **RNE. A 010. Capítulo IX:** Reglamento nacional de edificaciones que indica los requisitos de Ventilación y Acondicionamiento Ambiental.
- **RNE. EM 50:** Reglamento nacional de edificaciones que proporciona información sobre las instalaciones de Climatización.

4.6 Fases del proyecto

El desarrollo de proyecto fue dividido en 5 fases las cuales involucran las etapas de evaluación, selección, planificación y puesta en servicio, tal como se muestra en la figura N° 10, estas fases a su vez se dividen en actividades, las cuales tienen una secuencia y duración, estas fueron estimadas como parte de la planificación y ejecutadas en un tiempo de 12 días tal como muestra en el cronograma de actividades.

El cronograma de actividades es una representación gráfica de un conjunto de actividades en función del tiempo, permitiendo visualizar la secuencia de trabajo a seguir, facilitando de igual manera el control y seguimiento en caso de atrasos.

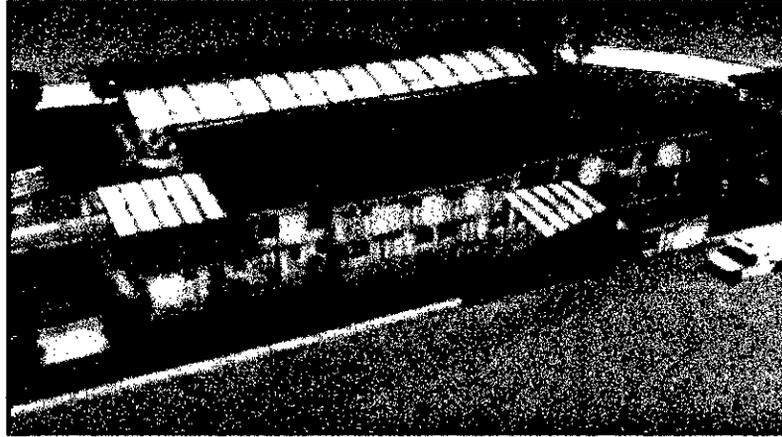
CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Cliente: HOSPITAL CHINCHERO
Contratista: VIAR INGENIEROS S.R.L.

FASES DEL PROYECTO			Semana 01							Semana 02						
			Lun.	Mar.	Mie.	Jue.	Vie.	Sab.	Dom.	Lun.	Mar.	Mie.	Jue.	Vie.	Sab.	Dom.
			05-12-17	06-12-17	07-12-17	08-12-17	09-12-17	10-12-17	11-12-17	12-12-17	13-12-17	14-12-17	15-12-17	16-12-17	17-12-17	18-12-17
FASE I: EVALUACIÓN PRELIMINAR DEL PROYECTO.	INICIO	FIN														
Evaluación de la infraestructura y toma de medidas de las áreas a climatizar.	05/12/2016	05/12/2016														
Evaluación de los equipos existentes	05/12/2016	05/12/2016														
Evaluación y estimación de la cantidad de personas a utilizar los ambientes	05/12/2016	05/12/2016														
FASE II: SELECCIÓN DE LOS EQUIPOS Y COMPONENTES DEL PROYECTO.	INICIO	FIN														
Cálculos térmicos.	06/12/2016	06/12/2016														
Selección de equipos	06/12/2016	06/12/2016														
Descripción y características de los equipos.	06/12/2016	06/12/2016														

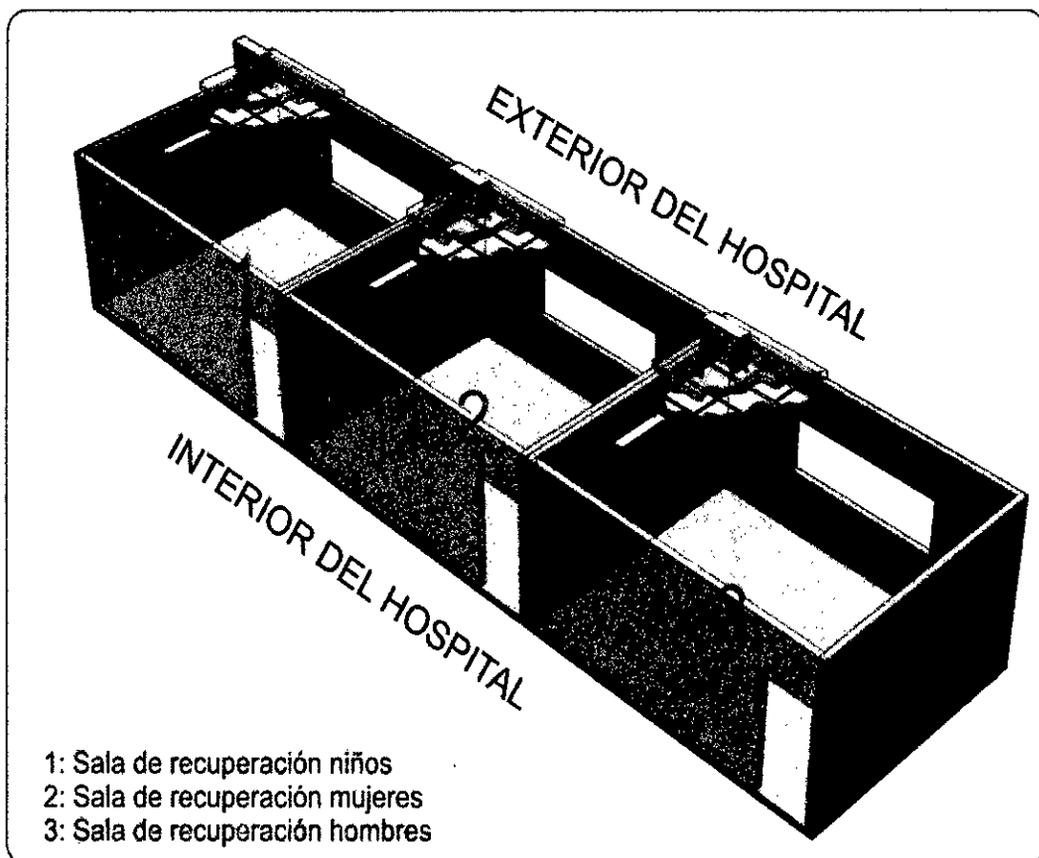
12, las dimensiones de cada sala es de 5m x 6m x 2,6m, cuenta con una puerta de ingreso de 1m x 2,1m y una ventada de 1m x 3m.

FIGURA N° 11: MAQUETA 3D. HOSPITAL CHINCHERO



Fuente: Constructora Inmobiliaria Project S.A.C.

FIGURA N° 12: ISOMÉTRICO DE AMBIENTES A CLIMATIZAR



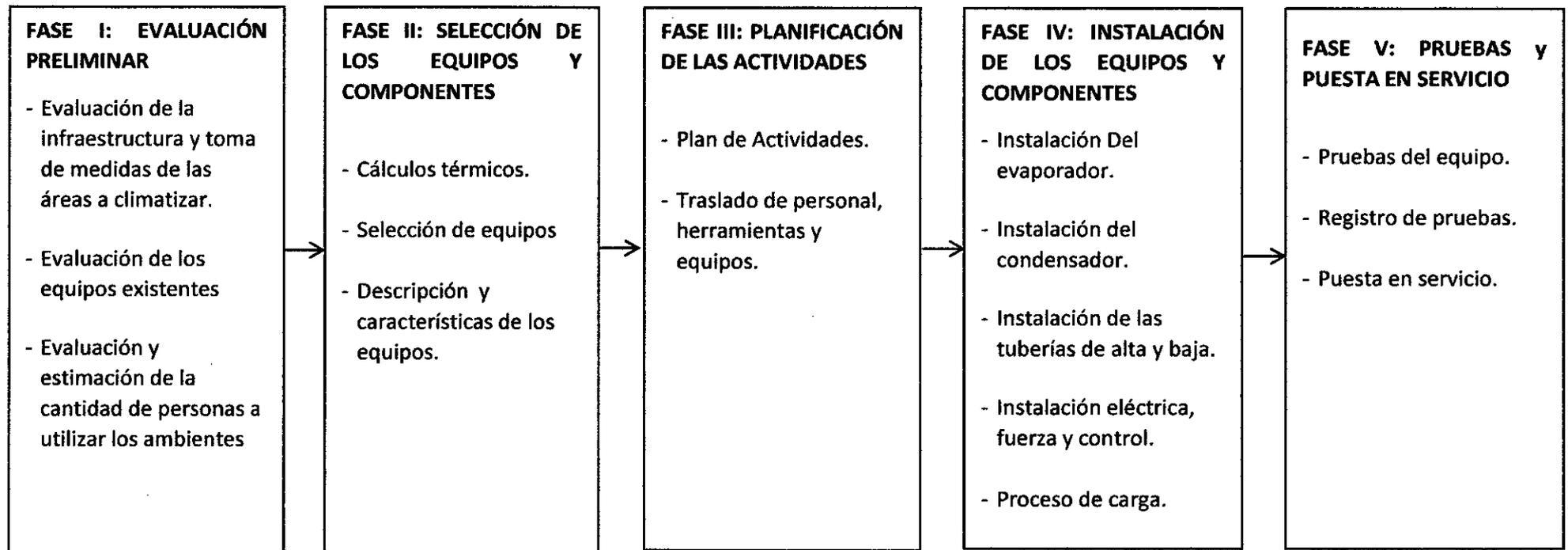
Fuente: Elaboración propia.

FASES DEL PROYECTO			Semana 01							Semana 02						
			Lun.	Mar.	Mie.	Jue.	Vie.	Sab.	Dom.	Lun.	Mar.	Mie.	Jue.	Vie.	Sab.	Dom.
			05-12-17	06-12-17	07-12-17	08-12-17	09-12-17	10-12-17	11-12-17	12-12-17	13-12-17	14-12-17	15-12-17	16-12-17	17-12-17	18-12-17
FASE3: PLANIFICACIÓN DE LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO.	INICIO	FIN														
Logística.	07/12/2016	09/12/2016			■	■										
Traslado de personal, herramientas y equipos.	10/12/2016	11/12/2016						■	■							
FASE4: INSTALACIÓN DE LOS EQUIPOS DEL PROYECTO.	INICIO	FIN														
Instalación Del evaporador.	12/12/2016	13/12/2016								■						
Instalación del condensador.	13/12/2016	14/12/2016								■						
Instalación de las tuberías de alta y baja.	14/12/2016	15/12/2016									■					
Instalación eléctrica, fuerza y control.	14/12/2016	15/12/2016									■					
Proceso de carga.	14/12/2016	15/12/2016									■					
FASE 5: PRUEBAS, PUESTA EN SERVICIO Y ENTREGA DEL PROYECTO.	INICIO	FIN														
Pruebas del equipo.	16/12/2016	17/12/2016										■				
Registro de pruebas.	16/12/2016	17/12/2016										■				
Puesta en servicio.	16/12/2016	17/12/2016										■				

DÍAS A TRABAJAR

Fuente: Elaboración propia

FIGURA N° 10: FASES DEL PROYECTO



Fuente: Elaboración propia.

4.6.1 Fase I: Evaluación Preliminar.

- **Evaluación de la infraestructura y toma de medidas de las áreas a climatizar**

La ejecución del proyecto selección e instalación de un sistema de aire acondicionado tipo split dual frío – calor en el Hospital de Chinchero se inició con el levantamiento de información, esta se basó en el tipo de clima de la zona, el tipo de infraestructura del hospital y áreas correspondientes a climatizar según planos entregados, así mismo de identificar las facilidades de espacio que se tenga para la realización de los trabajos en el montaje.

El clima en Chinchero es cálido y templado, en invierno hay mucha menos lluvia que en verano, la temperatura promedio es de 9.3 ° C, sin embargo en invierno puede caer hasta casi -3 ° C, tal como se muestra en la tabla N° 1.

TABLA N° 1: DATOS HISTÓRICOS DEL TIEMPO EN CHINCHERO

	Enero	Feb.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Temperatura media (°C)	10.2	10.1	10.1	9.8	8.6	7.2	7	8	9.5	10.6	10.6	10.5
Temperatura min. (°C)	3.8	4	3.8	2.4	0	-2.6	-2.7	-1.7	1.2	2.4	2.8	3.7
Temperatura máx. (°C)	16.7	16.3	16.5	17.2	17.2	17	16.7	17.8	17.8	18.9	18.5	17.3

Fuente: climate-data.org

La infraestructura encontrada en el hospital de Chinchero es de material noble, el hospital es de categoría I-4 (atención médica integral ambulatoria y con Internamiento de corta estancia principalmente enfocada al área Materno-Perinatal), con dos niveles tal como se muestra en la figura N° 11. Los ambientes a climatizar son salas para recuperación de paciente, estos ambientes se encuentran en el segundo nivel del hospital de forma continua, con una de las paredes ubicada en la calle, tal como indica la figura N°

- **Evaluación de los equipos existentes**

El hospital en cuestión se encontraba en la parte final de la construcción, por lo que se realizó una proyección de los equipos y aparatos que tendrá cada sala, estos serían:

- 4 luminarias led.
- 1 televisor plasma de 41 pulgadas.
- 1 equipo médico.

- **Evaluación y estimación de la cantidad de personas a utilizar los ambientes**

La estimación del aforo de personas se cuantifico por medio del número de camas y el personal médico necesario para la atención de cada sala de recuperación, el cual sería de:

- 5 pacientes para hospitalización.
- 1 médico.
- 1 Licenciados en enfermería.
- 1 técnico en enfermería.
- 1 personal en limpieza.

4.6.2 Fase II: Selección de los Equipos y Componentes

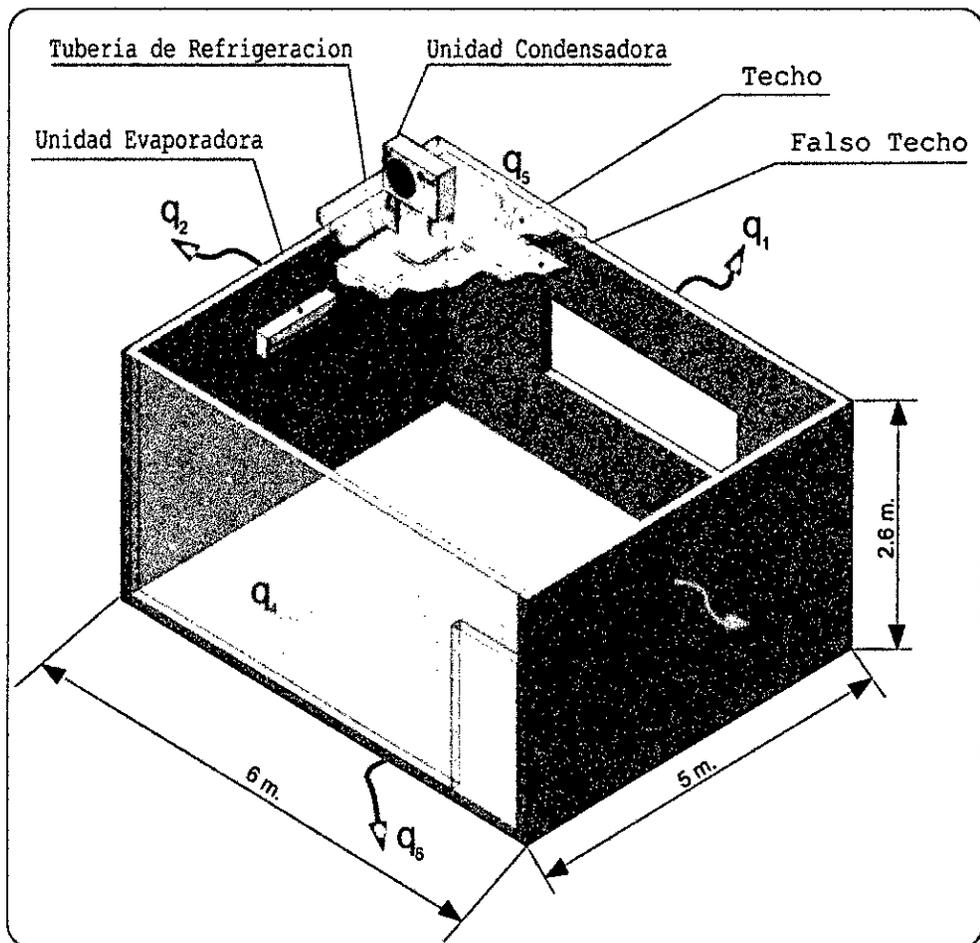
- **Cálculos Térmicos: Método analítico**

Para el desarrollo de los cálculos térmicos, nos basaremos en las teorías de transferencia de calor, que en nuestro caso corresponde a la transferencia del aire caliente del interior de las salas de recuperación hasta el aire frío del exterior a través de las paredes, puertas y ventanas, por tanto se deberá añadir continuamente calor, para compensar las pérdidas y de esta manera mantener la temperatura deseada en los ambientes a climatizar.

En otras palabras si queremos mantener la temperatura constante, entonces el calor que pierde el aire dentro de la sala debe ser igual al calor que gana por nuestro sistema de calefacción.

Por otro lado el cálculo térmico estará basado en un solo ambiente a climatizar como se puede observar en la figura N° 13, ya que estos son muy similares y se encuentran de manera contigua como se puede observar en la figura N° 12.

FIGURA N° 13: ISOMÉTRICO DE UN AMBIENTE A CLIMATIZAR



Fuente: Elaboración propia.

Dónde:

q_1 = Calor que se pierde por la superficie 1.

q_2 = Calor que se pierde por la superficie 2.

q_3 = Calor que se pierde por la superficie 3.

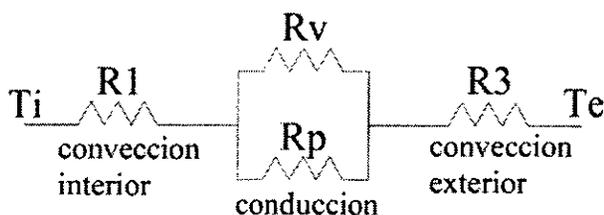
q_4 = Calor que se pierde por la superficie 4.

q_5 = Calor que se pierde por la superficie del techo.

q_6 = Calor que se pierde por la superficie del piso.

Análisis de las pérdidas de calor por la superficie 1 (q_1)

La superficie 1 está compuesta por la pared y una ventana, esta superficie se encuentra expuesta al exterior del hospital, por lo que el circuito térmico de flujo de calor será el siguiente:



Dónde:

R_1 : Resistencia térmica de convección en el interior del ambiente en calefacción.

R_3 : Resistencia térmica de convección en el exterior de la Habitación.

R_v : Resistencia térmica de conducción en la ventana.

R_p : Resistencia térmica de conducción en la pared.

T_i : temperatura en el ambiente con calefacción.

T_e :temperatura en el exterior.

La temperatura exterior (t_e) serán tomada de la tabla N° 1 asumiendo el peor escenario ($t_e = -3$ °C), La temperatura interior será tomada de la zona de confort de la figura N° 3 ($t_i=23$ °C).

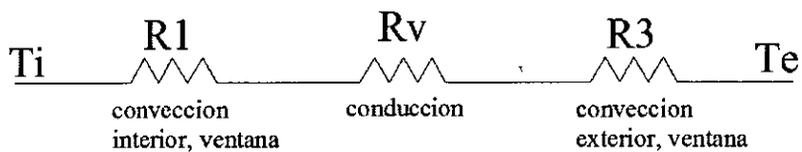
El coeficiente conectivo interno (h_i) y el coeficiente conectivo externo (h_{ex}) fueron tomados del libro (Reingeniería y ahorro de la energía en la elaboración y operación de proyectos en aire acondicionado) del colegio de Ingenieros del Perú y preparado por el Ing. Daniel Herencia Quispe, tal como indica la tabla N°2.

TABLA N° 2: COEFICIENTE DE TRANSMISIÓN DE CALOR EN INVIERNO

SUPERFICIES	h_i BTU/(hr - m ² - °c)	h_{ex} BTU/(hr - m ² - °c)
Ventanas y puertas	27,778	-
Techos con transmisión hacia arriba	27,778	-
Pisos con transmisión hacia abajo	19,841	-
Superficies en el exterior en invierno	-	111,113

Fuente: Colegio de Ingenieros del Perú

El análisis del cálculo térmico fue realizado de manera individual por lo que el circuito térmico de la ventana de la superficie 1 es:



Como indica el circuito térmico en serie, el flujo de calor será constante sobre todas las resistencias térmicas, por tanto, el flujo de calor que se pierde por la ventana expuesta al exterior se da por:

$$q_{1a} = u_{1a} * A_{v1} * \Delta T_E \dots \dots \dots (4)$$

$$u_{1a} = \frac{1}{\frac{1}{h_i} + \frac{e_v}{K_v} + \frac{1}{h_{ex}}} \dots \dots \dots (5)$$

Dónde:

q_{1a} : Calor perdido por la ventana de la primera superficie.

u_{1a} : Coeficiente global de transferencia en la ventana de la primera superficie.

A_{v1} : área de la ventana de la primera superficie=3m².

ΔT_E : Diferencia de temperatura entre el exterior y el ambiente con calefacción = 26 °C.

h_i : coeficiente conectivo en el interior=27.778 BTU/(hr.m².°C).

h_{ex} : coeficiente conectivo en el exterior y en el corredor = 111.113 BTU/(hr.m².°C).

e_v : espesor de la ventana=4 mm.

K_v : coeficiente conductivo de la ventana=2.73 BTU/(hr.m.°C).

De la ecuación (4)

$$u_{1a} = \frac{1}{\frac{1}{27.778} + \frac{0.004}{2.73} + \frac{1}{111.113}}$$

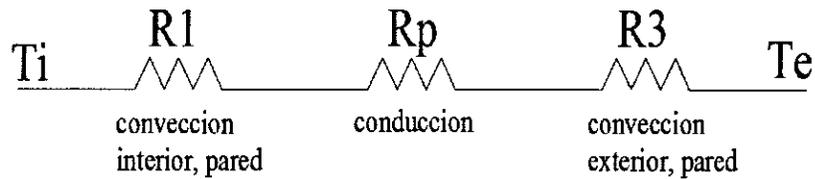
$$u_{1a} = 21.5217 \text{ BTU}/(\text{hr.m}^2.\text{°C})$$

De la ecuación (5)

$$q_{1a} = 21.5217 \times 3 \times 26$$

$$q_{1a} = 1678.696 \text{ BTU/hr}$$

Análogamente el cálculo de pérdida de flujo de calor en la pared se realizara por:



$$q_{1b} = u_{1b} * A_{p1} * \Delta T_E \dots \dots \dots (6)$$

$$u_{1b} = \frac{1}{\frac{1}{h_i} + \frac{e_p}{K_p} + \frac{1}{h_{ex}}} \dots \dots \dots (7)$$

Dónde:

q_{1b} : Calor perdido por la pared de la primera superficie.

u_{1b} : coeficiente global de transferencia en la pared de la primera superficie.

h_i : coeficiente conectivo en el interior=27.778 BTU/(hr.m².°C)

h_{ex} : coeficiente conectivo en el exterior y en el corredor = 111.113 BTU/(hr.m².°C).

A_{p1} : área de la pared, primera superficie=12.6m².

e_p : espesor de la pared=13 cm.

K_p : coeficiente conductivo de la pared=2.4657 BTU/(hr.m.°C).

De la ecuación (6) y (7)

$$u_{1b} = \frac{1}{\frac{1}{27.778} + \frac{0.13}{2.4657} + \frac{1}{111.113}}$$

$$u_{1a} = 10.233 \text{ BTU}/(\text{hr.m}^2.\text{°C})$$

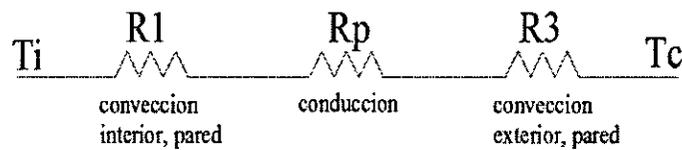
$$q_{1b} = 10.233 \times 12.6 \times 26 = 3352.335 \text{ BTU/hr}$$

Por tanto el calor total perdido en la superficie 1 será determinada como la suma de las pérdidas de la pared y la ventana.

$$\dot{q}_1 = \dot{q}_{1a} + \dot{q}_{1b} = 1676.696 + 3352.335$$

$$\dot{q}_1 = 5029.031 \text{ BTU/hr}$$

Análisis de las pérdidas de calor por la superficie 2 (q_2)



$$\dot{q}_2 = u_2 * A_{p2} * \Delta T_C \dots\dots\dots(8)$$

$$u_2 = \frac{1}{\frac{1}{h_i} + \frac{e_p}{K_p} + \frac{1}{h_{ex}}} \dots\dots\dots(9)$$

Dónde:

\dot{q}_2 :calor perdido en la pared de la segunda superficie.

U_2 :coeficiente global de transferencia en la pared de la segunda superficie.

A_{p2} :área de la pared de la segunda superficie = 13 m².

ΔT_C : Diferencia de temperatura entre el corredor (5 °C) y el ambiente con calefacción (23 °C) = 18 °C.

De la ecuación (8) y (9)

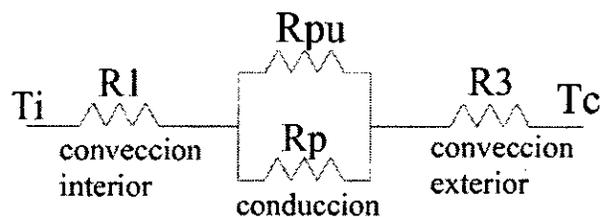
$$u_2 = \frac{1}{\frac{1}{27.778} + \frac{.13}{2.4657} + \frac{1}{111.113}}$$

$$U_2 = 10.233 \text{ BTU}/(\text{hr.m}^2.\text{°C})$$

$$\dot{q}_2 = 10.233 \times 13 \times 18 = 2394.522 \text{ BTU/hr}$$

Análisis de las pérdidas de calor por la superficie 3 (q₃)

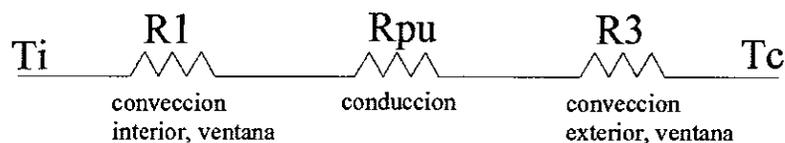
La superficie 3 está compuesta por la pared y una puerta, estas superficies se encuentran expuestas entre el corredor del hospital con una temperatura no mayor de 5°C (asumiendo el peor escenario) y el interior de la sala con una temperatura de confort de 23°C, por lo que el circuito térmico de flujo de calor será el siguiente:



R_{pu} : Resistencia térmica de conducción en la puerta.

T_c : temperatura en el corredor=5°C.

Analizando del cálculo térmico por la puerta.



$$q_{3a} = u_{3a} * A_{pu} * \Delta T_c \dots\dots\dots(10)$$

$$u_{3a} = \frac{1}{\frac{1}{h_i} + \frac{e_{pu}}{K_{pu}} + \frac{1}{h_{ex}}} \dots\dots\dots(11)$$

Dónde:

q_{3a} :calor perdido en la puerta de la tercera superficie.

U_{3a} :coeficiente global de transferencia en la puerta de la tercera superficie.

h_i : coeficiente conectivo en el interior=27.778 BTU/(hr.m².°C)

h_{ex} : coeficiente conectivo en el exterior y en el corredor = 111.113 BTU/(hr.m².°C).

A_{pu} : área de la puerta de la tercera superficie = 2.1 m².

e_{pu} : espesor de la Puerta = 4 cm.

K_{pu} : coeficiente conductivo de la puerta = 0.44357 BTU/(hr.m.°C).

ΔT_C : Diferencia de temperatura entre el corredor (5 °C) y el ambiente con calefacción (23 °C).

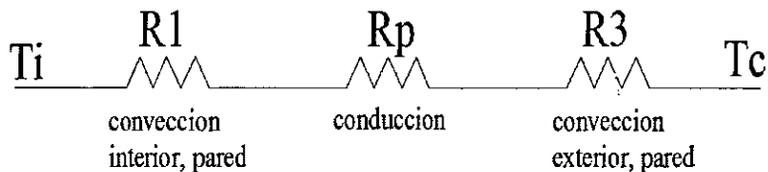
De la ecuación (10) y (11)

$$u_{3a} = \frac{1}{\frac{1}{27.778} + \frac{0.04}{0.44357} + \frac{1}{111.113}}$$

$$U_{3a} = 7.397709 \text{ BTU}/(\text{hr.m}^2.\text{°C})$$

$$q_{3a} = 7.397709 \times 2.1 \times 18 = 279.6334 \text{ BTU/hr}$$

Analizando el cálculo térmico por la pared.



$$q_{3b} = u_{3b} * A_{p3} * \Delta T_C \dots\dots\dots(12)$$

$$u_{3b} = \frac{1}{\frac{1}{h_i} + \frac{e_p}{K_p} + \frac{1}{h_{ex}}} \dots\dots\dots(13)$$

Dónde:

q_{3b} : calor perdido en la pared de la tercera superficie.

U_{3b} : coeficiente global de transferencia en la pared de la tercera superficie.

h_i : coeficiente conectivo en el interior = 27.778 BTU/(hr.m².°C)

h_{ex} : coeficiente conectivo en el exterior y en el corredor = 111.113 BTU/(hr.m².°C).

A_{p3} : área de la pared de la tercera superficie = 13,5 m².

e_p : espesor de la pared = 13 cm.

K_p : coeficiente conductivo de la pared = 2.4657 BTU/(hr.m.°C).

ΔTC : Diferencia de temperatura entre el corredor (5 °C) y el ambiente con calefacción (23 °C).

De la ecuación (12) y (13)

$$u_{3b} = \frac{1}{\frac{1}{27.778} + \frac{.13}{2.4657} + \frac{1}{111.113}}$$

$$U_{3b} = 10.233 \text{ BTU}/(\text{hr.m}^2.\text{°C})$$

$$q_{3b} = 10.233 \times 13.5 \times 18 = 2486.622 \text{ BTU/hr}$$

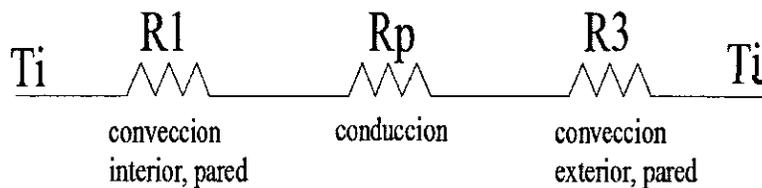
Por tanto el calor total perdido en la superficie 3 será determinada como la suma de las pérdidas de la puerta y la pared.

$$q_3 = q_{3a} + q_{3b} = 279.6334 + 2486.622$$

$$q_3 = 2766.2554 \text{ BTU/hr}$$

Análisis de las pérdidas de calor por la superficie 4 (q_4)

Al analizar el cálculo térmico por la pared mediante el circuito térmico podremos observar que las temperaturas en los extremos de la pared son iguales, esto se debe a que el cuarto contiguo está también ambientado a la temperatura de confort como se observó en la figura N° 12.



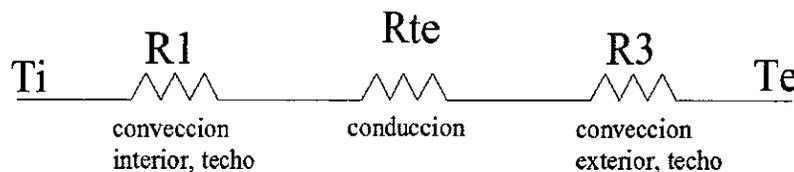
Por lo tanto en esta pared no existiría transferencia de calor.

$$q_4 = 0 \text{ BTU/hr}$$

Análisis de las pérdidas de calor por la superficie 5 (q_5)

Este análisis térmico corresponde a la superficie del techo, en donde analizaremos solo la superficie de material noble como peor escenario, la cual estará expuesta al exterior del Hospital a una temperatura de -3°C .

El flujo de calor que se pierde por el techo se da por el siguiente circuito.



Del circuito térmico se encuentra el flujo de calor que se pierde mediante las ecuaciones siguientes.

$$q_5 = u_5 * A_{te} * \Delta T_E \dots \dots \dots (14)$$

$$u_5 = \frac{1}{\frac{1}{h_i} + \frac{e_{te}}{K_{te}} + \frac{1}{h_{ex}}} \dots\dots\dots(15)$$

Dónde:

q_5 : Calor perdido por el techo.

U_5 : coeficiente global de transferencia en el techo.

h_i : coeficiente conectivo en el interior=27.778 BTU/(hr.m².°C)

h_{ex} : coeficiente conectivo en el exterior y en el corredor = 111.113 BTU/(hr.m².°C).

A_{te} : área del techo, quinta superficie=30m².

e_{te} : espesor del techo = 20 cm.

K_{te} : coeficiente conductivo del techo =2.4657 BTU/(hr.m.°C).

ΔT_E : Diferencia de temperatura entre el exterior (-3°C) y el ambiente con calefacción (23°C).

De la ecuación (14) y (15)

$$u_5 = \frac{1}{\frac{1}{27.778} + \frac{0.2}{2.4657} + \frac{1}{111.113}}$$

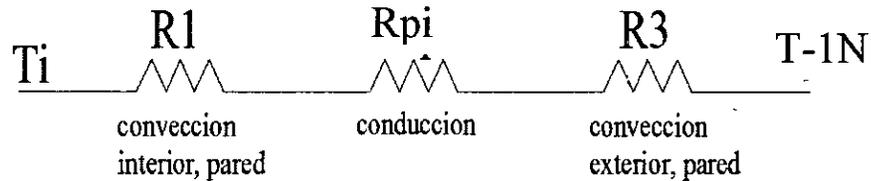
$$U_5 = 7.929 \text{ BTU}/(\text{hr.m}^2.\text{°C})$$

$$q_5 = 7.929 \times 30 \times 26 = 6187.957 \text{ BTU/hr}$$

Análisis de las pérdidas de calor por la superficie 6 (q_6)

Este análisis térmico corresponde a la superficie del piso, en donde encontraremos que la superficie está expuesta al entre el primer nivel (interior del Hospital) a una temperatura de 5°C en el peor escenario y la sala a climatizar a la temperatura de confort 23°C.

El flujo de calor que se pierde por el piso se da por el siguiente circuito térmico.



Del circuito térmico se encuentra el flujo de calor que se pierde.

$$\dot{q}_6 = u_6 * A_{pi} * \Delta T_{1N} \dots \dots \dots (16)$$

$$u_6 = \frac{1}{\frac{1}{h_i} + \frac{e_{pi}}{K_{pi}} + \frac{1}{h_{ex}}} \dots \dots \dots (17)$$

Dónde:

\dot{q}_6 : Calor perdido por el techo.

U_6 : coeficiente global de transferencia en el techo.

h_i : coeficiente conectivo en el interior = 27.778 BTU/(hr.m².°C)

h_{ex} : coeficiente conectivo en el exterior y en el corredor = 111.113 BTU/(hr.m².°C).

A_{pi} : área del piso, sexta superficie = 30m².

E_{pi} : espesor del piso = 20 cm.

K_{pi} : coeficiente conductivo del piso = 2.4657 BTU/(hr.m.°C).

ΔT_{1N} : Diferencia de temperatura entre el primer nivel (5°C) y el ambiente con calefacción (23°C).

De la ecuación (16) y (17)

$$u_6 = \frac{1}{\frac{1}{27.778} + \frac{0.2}{2.4657} + \frac{1}{111.113}}$$

$$U_5 = 7.929 \text{ BTU}/(\text{hr} \cdot \text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$$

$$\dot{q}_6 = 7.929 \times 30 \times 26 = 4281.894 \text{ BTU/hr}$$

El sistema de calefacción debe ser capaz de entregar una cantidad de energía mayor o igual al total de cargas térmicas que se pierden por las superficies que se observan en la tabla N° 3.

TABLA N° 3: RESULTADOS DE LAS CARGAS TÉRMICAS

ÍTEM	TRANSFERENCIA POR SUPERFICIE	CARGA TÉRMICA BTU/hr
1	q ₁	5029,031
2	q ₂	2394,522
3	q ₃	2766,255
4	q ₄	0
5	q ₅	6187,957
6	q ₆	4281,894

Fuente: Elaboración Propia

Por lo tanto la pérdida de calor total será resultado de la suma de todos los calores que se pierden.

$$\dot{q}_T = \dot{q}_1 + \dot{q}_2 + \dot{q}_3 + \dot{q}_4 + \dot{q}_5 + \dot{q}_6$$

$$\dot{q}_T = 20659.938 \frac{\text{BTU}}{\text{hr}}$$

- **Calculo Térmico: Evaluaciones Rápidas**

Este método consiste en asignar unos factores provenientes de tablas experimentales como se muestra en la tabla N° 4, las cuales sirven para mayor facilidad de los frigoristas en donde por medio de criterio y base técnica, se pueden encontrar de manera abreviada y aceptable, los valores de la carga térmica que son los que veremos a continuación:

TABLA N° 4: FACTORES PARA EL CÁLCULO TÉRMICO POR EVALUACIONES RÁPIDAS

Para climas templados: <16°C a 25°C>			
a	Aparatos eléctricos funcionando	vatios x 3.413 =	BTU/HR
b	Personas presentes	Nro. x500 =	"
c	Ventanas con mala orientación	m ² x 500 =	"
d	Ventanas con buena orientación	m ² x 200 =	"
e	Paredes exteriores al sol	m ² x 300 =	"
f	Paredes exteriores a la sombra	m ² x 150 =	"
g	Paredes interiores	m ² x 100 =	"
h	Techos al aire libre	m ² x 200 =	"
i	Techos con otro piso arriba o aislados	m ² x 60 =	"
j	Mobres eléctricos	HP x 2545 =	"

Fuente: Curso Taller. Retel SRL.

Por medio de este método calcularemos las pérdidas por cada superficie mediante la multiplicación del área de transferencia de calor y el factor asignado, luego sumamos todos estos factores y encontramos la carga de aire acondicionado.

TABLA N° 5: CARGA TÉRMICA MEDIANTE EVALUACIONES RÁPIDAS

ITEM	SUP..	ESTRUCTURA	FACTOR	ÁREA (m ²)	BTU/hr
1	Sup. 1	Paredes con buena orientación	12,6	300	3780
		Ventanas con buena orientación	3	500	1500
2	Sup. 2	Paredes exteriores a la sombra	13	200	2600
3	Sup. 3	Paredes exteriores a la sombra	15,6	200	3120
4	Sup. 4	No hay transferencia de calor	0	0	0
5	Sup. 5	Techos al aire libre	30	200	6000
6	Sup. 6	Techos al aire libre	30	200	6000
CARGA TOTAL					23000

Fuente: Elaboración Propia

Observamos que ambos métodos para el cálculo de carga térmica llegan a resultado cercanos como se observa en la tabla N° 6.

TABLA N° 6: CUADRO DE RESULTADOS DE LOS DOS MÉTODOS

ÍTEM	MÉTODOS	CARGA TÉRMICA (BTU/hr)
1	Analítico	20,659.94
2	Evaluaciones Rápidas	23,000.00

Fuente: Elaboración Propia

- **Selección de equipos**

La selección del equipo a instalar fue determinada en base a los cálculos térmicos del calor total que se pierde por todas las superficies a climatizar, este debe ser capaz de entregar un calor mayor o igual a lo que se pierde, por lo que un sistema de aire acondicionado tipo Split dual Frio – Calor de pared de 24,000 BTU/hr es la mejor opción ya que entregaría el calor suficiente al ambiente a climatizar, siendo capaz de entregar energía por encima de las pérdidas en las superficies, ya sea por método analítico (20,659.94 BTU/hr) o por el método de evaluaciones rápidas (23,000.00 BTU/hr).

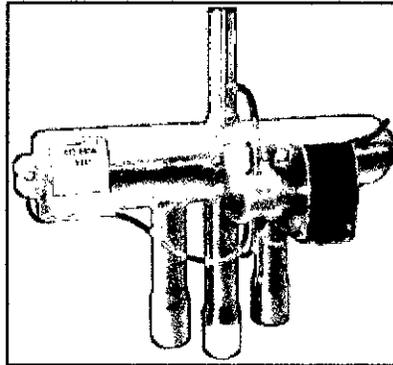
Por otro lado el sistema de aire acondicionado tipo Split dual Frio – Calor puede invertir su sistema en caso de un aumento de temperatura en verano y es práctico con respecto a su uso.

- **Descripción y características de los equipos.**

El equipo Split dual Frio – Calor de pared de 24,000 BTU/hr es un equipo permite una inversión del ciclo de refrigeración, pues cuenta con una válvula de 4 vías, cambiando de refrigeración en el verano al modo de calefacción en invierno como se observa en la figura N° 14, esta inversión del ciclo se inicia por una pequeña válvula piloto

de solenoide, que da movimiento a una corredera, que cambia la dirección del refrigerante.

FIGURA N° 14: VÁLVULA DE 4 VÍAS.



Fuente: Catalogo Danfoss

El equipo de aire acondicionado tipo pared dual frio –calor seleccionado tiene las siguientes características:

Modelo de la unidad evaporadora:	cpwsh-24
Dimensiones de la unidad evaporadora:	90x29x20.5 cm.
Nivel sonoro de la unidad evaporadora:	45 decibeles
Potencia:	2710W
Voltaje:	220 Voltios
Corriente:	Monofásico
Frecuencia:	60 Hz
Refrigerante:	R-22

Refrigerante R22

El refrigerante R22 pertenece en la segunda generación de refrigerantes como consecuencia de las investigaciones de muchos científicos con el apoyo de grandes laboratorios, los cuales realizaron investigaciones para conseguir nuevos refrigerantes seguros que no sean tóxicos ni inflamables. Alterando la estructura molecular de los hidrocarburos, al remplazar los átomos de hidrogeno por átomos de Cloro y Fluor , lograron obtener muchos

refrigerantes "amigables" que se denominaron Cloro Fluoro Carbonados (CFC) e HidroCloro Fluoro Carbonados (HCFC) donde lo más destacados y en orden de aparición fueron:

- Diclorodifluoro Metano (CCL₂F₂) o (R-12), año 1930
- Tricloromonofluoro Metano (CCL₃F) o (R-11), año 1,932
- MonoclorodifluoroMetano (CHCLF₂) o (R-22), año 1,935
- Mezcla de 48.8% R-22 y 51.2% R-115 (R-502), Año 1,963.

La ASHRAE estableció otra nomenclatura, que es la mostrada entre paréntesis, para identificar mundialmente a estos refrigerantes. Esa nomenclatura tiene que ver con el número de átomos de flúor, de cloro y de hidrogeno presente en sus moléculas.

De toda aquella segunda generación todavía se usa el refrigerante R-22 y algunas mezclas con ese refrigerante, pero solo en países en vías de desarrollo, teniendo como meta ir disminuyendo año a año su uso hasta desaparecer en el año 2,039, mayor detalle ver anexo N° 1.

4.6.3 Fase III: Planificación de las actividades

- **Plan de actividades.**

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

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

Área de Proyectos

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

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

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

Logística:

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

Recursos Humanos

Tendrá la función de seleccionar y reclutar el personal idóneo para la ejecución del proyecto, así como su administración o gestión durante su permanencia en el proyecto, esto implica que los nuevos empleados cuenten con una inducción en donde se les dará a conocer las políticas de la empresa, así como la definición del sueldo y las cláusulas del contrato con la empresa.

- **Movilización de personal, herramientas y equipos.**

Se entiende por movilización el proceso de transporte de equipos; maquinaria; herramienta, entre las instalaciones de VIAR

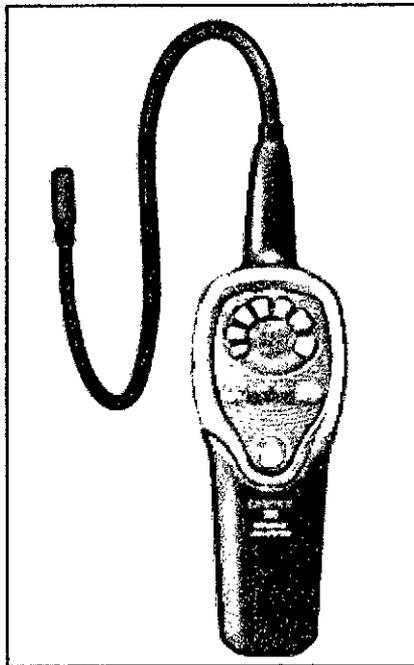
INGENIEROS S.R.L en Lima hasta las instalaciones del Hospital de Chinchero en cusco, esto incluye el cargue y descargue de todos los equipos o elementos, así como la adaptación del taller de trabajo en el sitio asignado por el cliente.

El personal asignado para la ejecución del proyecto, estaba conformado por 01 supervisor mecánico y 01 operario montajista, 01 operario electricista y 02 ayudantes.

Las herramientas a utilizar para la instalación fueron:

- **Detector de fugas pce-ld1:** Es un detector de fugas de gases de refrigerantes de alta tecnología que detecta los gases con base a CFC o HFC.

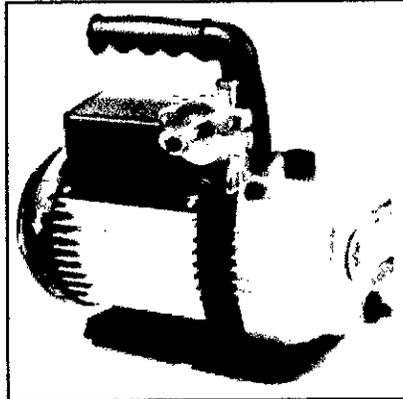
FIGURA N° 15: DETECTOR DE FUGAS PCE-LD1



Fuente: Catalogo Ferrecsa SA.

- **Bomba de vacío:** Una bomba de vacío es uno de los equipos más útiles en refrigeración, ya que el buen funcionamiento del sistema depende del buen vaciado que se haya realizado en ese proceso.

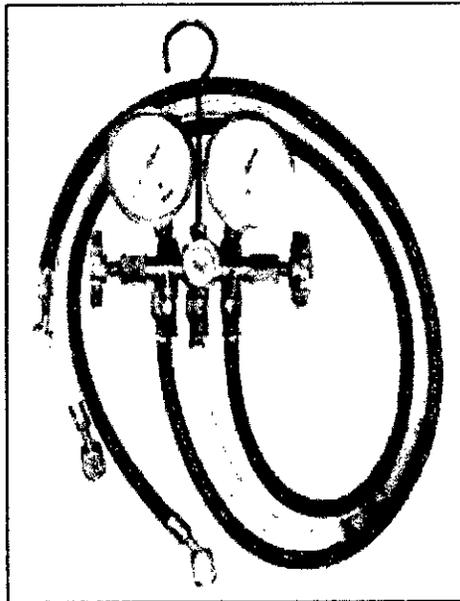
FIGURA N° 16: BOMBA DE VACIO



Fuente: Catalogo Ferrecca SA.

- **Manómetros:** Los manómetros o múltiples de manómetros permiten al técnico diagnosticar el problemas y facilitar la carga de refrigerante.

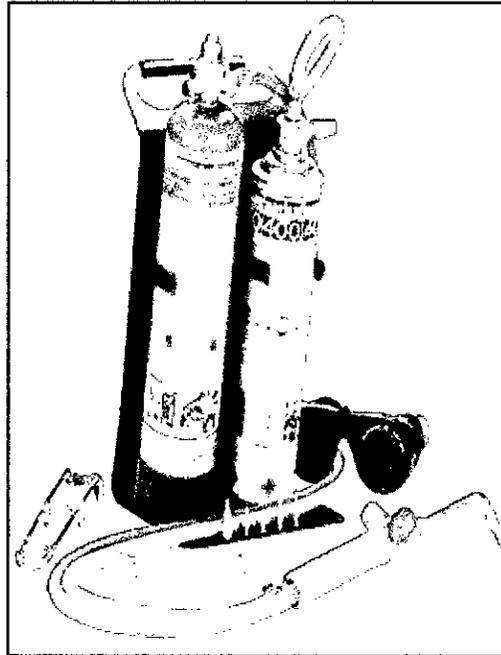
FIGURA N° 17: MANOMETROS



Fuente: Catalogo Ferrecca SA.

- **Soldadora autógena:** Es el método de fusión de tuberías de cobre de un sistema de refrigeración o aire acondicionado en el cual se utiliza el acetileno y el oxígeno para crear uniones fuertes precisas y más limpias.

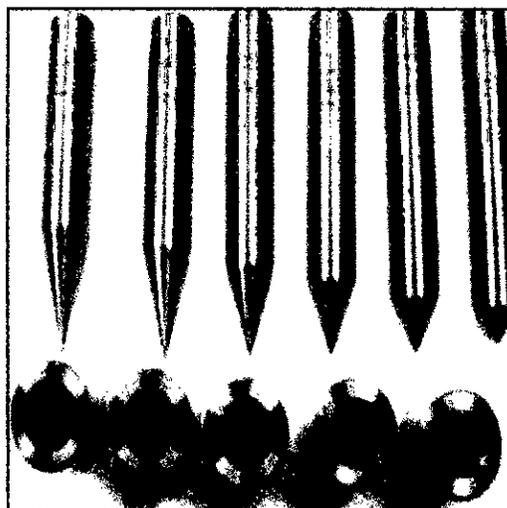
FIGURA N° 18: EQUIPO DE SOLDADURA AUTOGENA



Fuente: Catalogo Ferrecsa SA.

- **Abocardadores:** Los abocardadores para refrigeración domestica tienen agujeros con dimensiones de $\frac{1}{4}$ y otras alrededor de la misma.

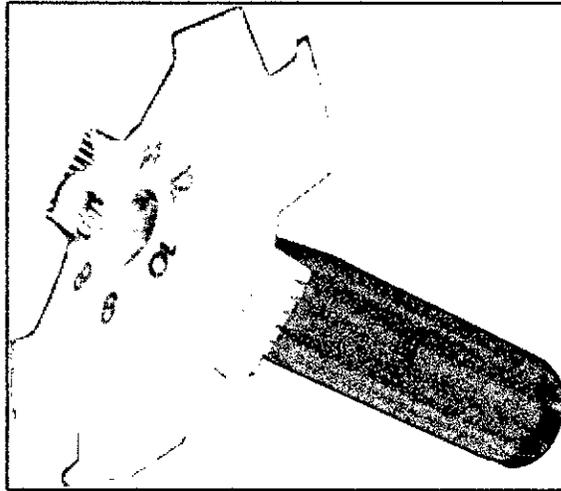
FIGURA N° 19: ABOCARDADORES



Fuente: Catalogo Ferrecsa SA.

- **Peines para aletas:** Son para limpiar y enderezar las aletas de los evaporadores o condensadores.

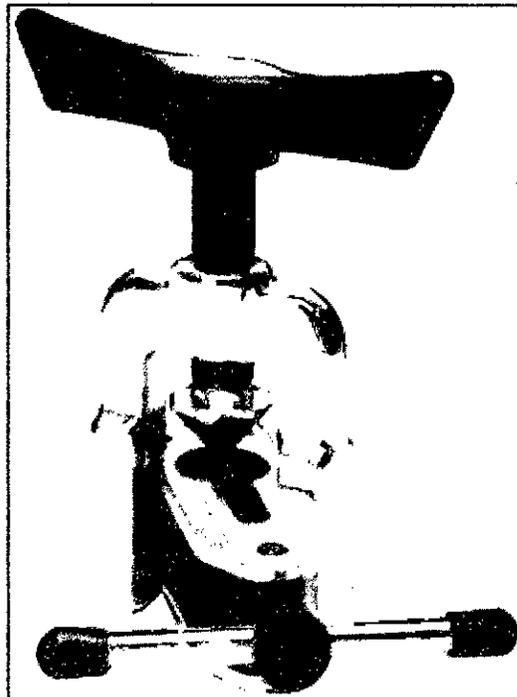
FIGURA N° 20: PEINES PARA ALETAS



Fuente: Catalogo Ferrecsa SA.

- **Abocinador:** Para zanjear tubos de cobre o de aluminio de 4.5 a 16mm para instalación en equipos de gas o refrigeraciones.

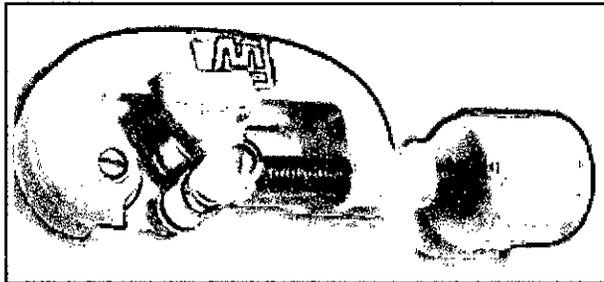
FIGURA N° 21: ABOCINADOR



Fuente: Catalogo Ferrecsa SA.

- **Corta tubos:** Herramienta provista de rodillos, una cuchilla quita las rebabas, una cuchilla circular y un tornillo de ajuste.

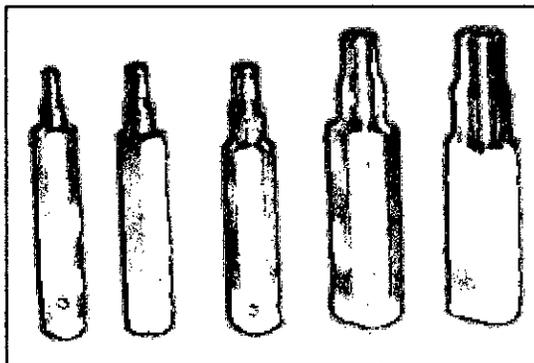
FIGURA N° 22: CORTA TUBO



Fuente: Catalogo Ferrecsa SA.

- **Juego de expansores:** Esta herramienta se utiliza para expandir el tubo y así unirlo con otro tubo y poderlo soldar.

FIGURA N° 23: JUEGO DE EXPANSORES



Fuente: Catalogo Ferrecsa SA.

4.6.4 Fase IV: Instalación de los Equipos y Componentes

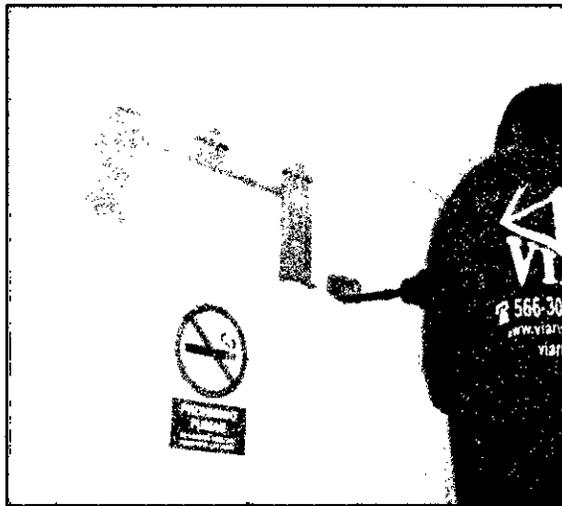
El personal ya presente en las instalaciones del hospital, procedió a realizar el reconocimiento y trazo de los puntos de instalación, procediendo luego a la instalación de los equipos mediante las siguientes actividades:

- **Instalación del evaporador.**

Esta actividad consistió en retirar la plantilla metálica de soporte de la unidad evaporadora, para proceder a anclarlo a la pared y fijarlo con los tarugos que trae la unidad si fuese de ladrillo la pared, en el caso de que la pared fuese de muro drywall o de pared de adobe

colocar tarugos especiales respectivamente, esto debe fijarse a una distancia mínima de 25 cm del techo para dar las facilidades al momento de hacer mantenimiento, en nuestro caso la fijación de la plantilla metálica se hizo sobre material noble.

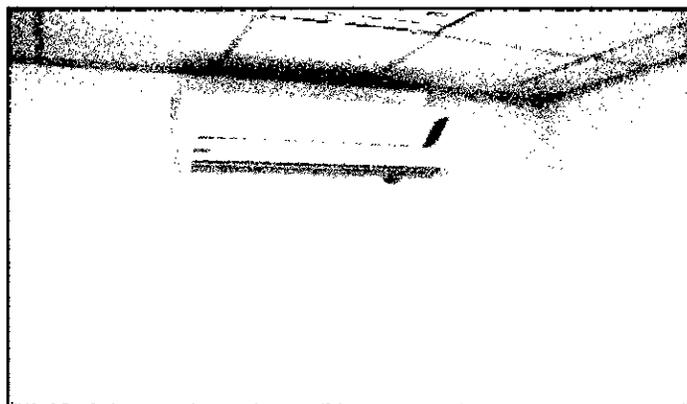
FIGURA N° 24: SOPORTE DE LA UNIDAD EVAPORADORA



Fuente: Elaboración Propia

Una vez colocado la plantilla metálica de sujeción de la unidad evaporadora se procedió a perforar a la pared para hacer un orificio de 4" pulgadas, con la de hacer pasar las tuberías de cobre, el cableado eléctrico y la manguera de drenaje del equipo.

FIGURA N° 25: UNIDAD EVAPORADORA



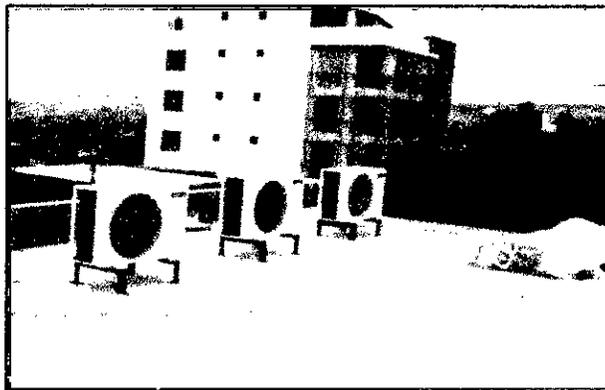
Fuente: Elaboración Propia

- **Instalación del condensador.**

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

La unidad condensadora fue fijada al suelo mediante soportes metálicos contruidos a base de ángulos de 1 ½" x 1/8" en forma de U con tirafones o pernos de anclaje, como se puede observar en la figura N° 26, el soporte tiene una altura del suelo a la condensadora de 15 cm como mínimo.

FIGURA N° 26: UNIDAD EVAPORADORA



Fuente: Elaboración Propia

- **Instalación de las tuberías de alta y baja.**

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

Los Fabricantes de Tubería de Cobre nos proporcionan 3 tipos:

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

Tubería tipo L: Es para trabajos medianos y es la que utilizamos normalmente en refrigeración y aire acondicionado. Puede ser flexible (Se suministra en rollos de 50 pies ó 15 metros)

y tuberías rígidas (Se suministra en tramos rectos de 20 pies ó 6 metros).

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

Por tanto el tipo de tubería de cobre que corresponde a nuestro equipo es el tipo L, en 3/8" de diámetro para alta y 5/82 de diámetro para baja, tal como se muestra en la tabla N° 7.

TABLA N° 7: DIMENSIONES DE LA TUBERÍAS DE COBRE PARA LOS EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO PARA TIPOS SPLIT DE PARED Y TECHO

CAPACIDAD BTU/HR	TUBERÍA DE ALTA	TUBERÍA DE BAJA
9,000 Btu/Hr	1/4"	3/8"
12,000 Btu/Hr	1/4"	1/2"
18,000 Btu/Hr	1/4"	1/2"
24,000 Btu/Hr	3/8"	5/8"
36,000 Btu/Hr	3/8"	5/8"
48,000 Btu/Hr	1/2"	3/4"
60,000 Btu/Hr	1/2"	3/4"

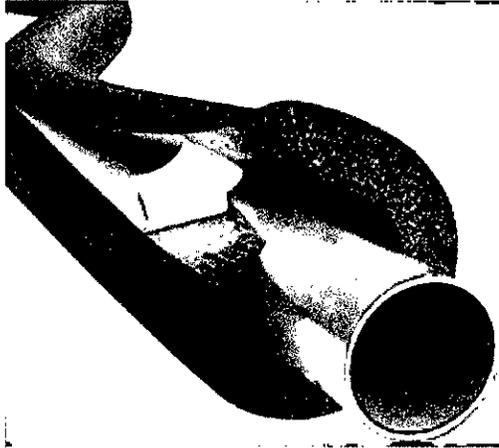
Fuente: Ernesto Sanguinetti Remusgo en su libro Tratado Practico de Refrigeración. Capitulo VII.

El uso de las tuberías de cobre apropiadas en cada sistema de refrigeración y aire acondicionado es tan esencial para que opere satisfactoriamente como lo son las venas y arterias en el cuerpo humano, en ambos casos circula por el interior de las "tuberías" un fluido vital y un dimensionamiento inapropiado puede cambiar la eficiencia de los diferentes componentes afectando así la capacidad del sistema.

Por otro lado, las tuberías de cobre deben ser preparadas y abocinadas con sus respectivas tuercas de unión, en otras palabras una vez que se le ha dado la forma del recorrido a la tubería, se procede a forrar las tuberías de cobre de la línea de alta y baja

presión con el tubo Armaflex para las tuberías de 5/8" y 3/8" respectivamente.

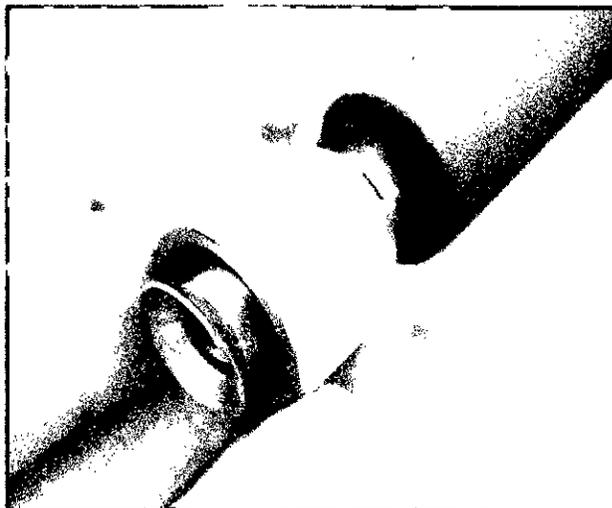
FIGURA N° 27: AISLANTE TÉRMICO-TUBO ARMAFLEX



Fuente: Catalogo Armacell

Para la parte de unión la hacemos mediante las tuercas de unión y el abocardado de las tuberías de cobre utilizando un abocinador hasta darle la forma a la tubería, tal como se muestra en la figura, N° 28, la buena ejecución de esta actividad garantizara la hermeticidad del sistema evitando las fugas de gas.

FIGURA N° 28: AISLANTE TÉRMICO-TUBO ARMAFLEX



Fuente: Elaboración Propia

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

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

El tipo de cable sugerido por el fabricante para la Instalación eléctrica de fuerza es de THW AWG N° 12 y para la instalación eléctrica de control es de THW AWG N° 16.

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

- **Proceso de Vacío del Sistema**

Para el proceso de vacío se realizó a una temperatura mayor a 10°C, este detalle es importante ya que al no hacerlo bajo ese parámetro existiría una gran probabilidad de provocar una congelación de la humedad en el interior del sistema (restos de escarcha o agua congelada en el interior de las tuberías) y por ende hacer falsos vacíos y mal funcionamiento del sistema.

Vacío correcto

Para saber que llegamos al vacío correcto se requiere de un vacuómetro para medir el vacío de manera eficaz. El vacío correcto se alcanza midiendo la presión, no por el tiempo que dejemos la bomba trabajando en el sistema.

Procedimientos de vacío y eliminación de humedad

Hacer un barrido con nitrógeno gaseoso para poder expulsar la mayor cantidad de humedad posible básicamente soplándola al exterior del sistema. Este proceso deberá de hacerse con una

botella de nitrógeno gaseoso y con un regulador de nitrógeno de por medio para evitar accidentes, una vez listos para iniciar el proceso, se sugiere esta secuencia de operaciones:

- Concluidos los trabajos de soldadura y conectados todas las tuercas de unión de las tuberías de alta y baja procedemos a hacer el trabajo del vacío al sistema.
- Se conecta la manguera de servicio del manómetro de refrigeración de color amarillo en la bomba de vacío.
- La manguera de baja presión del manómetro de refrigeración de color azul se conecta en la válvula de servicio del lado de baja presión de la unidad condensadora.
- Con el equipo de aire acondicionado apagado encendemos la bomba de vacío y abrimos la manivela del manómetro de baja presión.
- Dejamos trabajar a la bomba de vacío en un tiempo de 20 a 25 minutos dejar la presión en 30 Pulgadas de Hg.
- Llegado a esa presión y al tiempo de 25 minutos de trabajo de la bomba de vacío, se cierra la manivela del manómetro de baja y se apaga la bomba de vacío, para el sistema instalado se esperó 30 minutos, al paso de este tiempo se verificó que la aguja del manómetro se mantuvo a 30 Pulg. de Hg. Lo que indicaba que ya podíamos hacer la carga de refrigerante.

- **Proceso de carga**

Para la realización de esta actividad realizamos se procedió a desconectar la manguera de servicio de la bomba de vacío, para luego conectarla a la botella de refrigerante R-22, haciendo ingresar el gas refrigerante hasta una cantidad de 1700 gr.

4.6.5 Fase V: Pruebas

- **Pruebas del equipo**

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

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

Pruebas de presión del sistema y corriente

Para este tipo de equipos la presión alta debe estar en el rango de 220 a 240 psi y para la presión en baja entre 50 a 60 psi, en nuestro caso el equipo Split de aire acondicionado registró una presión en alta de 230 psi y una presión en baja de 55 psi, encontrándose dentro de los parámetros establecidos por el fabricante. En uso normal el equipo se registró un amperaje de 6,7 amperios de trabajo lo cual está dentro de lo recomendado por el fabricante.

- **Puesta en servicio**

Corresponde a la etapa final del proyecto y se realiza luego de las pruebas hechas en el Sistema de Aire acondicionado, consiste en poner en funcionamiento el equipo a distintas exigencias de carga con el fin de verificar el buen funcionamiento del equipo, alcanzando las temperaturas esperadas, además los parámetros de presión y corriente deben estar dentro de las especificaciones del fabricante.

**FIGURA Nº 29: MODELO DE REGISTRO DE PRUEBAS DE
INSTALACIÓN, PRESIÓN Y CORRIENTE.**

	PROTOCOLO DE INSTALACIÓN, INSPECCION Y PRUEBAS	VERSIÓN : AA.VI.113-F01
		FECHA : 05/03/2014
	AIRE ACONDICIONADO	PÁGINA : 1 de 1
		N° Correlativo :

NOMBRE DEL PROYECTO :
CLIENTE :
CONTRATISTA :
DESCRIPCION :

DESCRIPCIÓN DE SISTEMA			
EQUIPO	MARCA	MODELO	SERIE

INSTALACION			
TIPO	VISUAL	FUNCIONALIDAD	COMENTARIOS
Evaporador			
Condensador			
Tubería de alta presión			
Tubería de baja presión			
Sistema eléctrico			
Fuerza y control			

PRUEBAS DEL SISTEMA			
TIPO	VISUAL	FUNCIONALIDAD	COMENTARIOS
Pruebas de presión			
pruebas de corriente (Amperaje)			
Pruebas de fuga del refrigerante			

COMENTARIOS :

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
FIRMA	FIRMA	FIRMA
NOMBRE:	NOMBRE :	NOMBRE :
FECHA :	FECHA :	FECHA :

V. EVALUACIÓN TÉCNICO – ECONÓMICO

Este proceso inicia con el levantamiento de información el cual ayudo a satisfacer la necesidad del cliente, en donde nuestra área de ingeniería evaluó la solución óptima y disponible del sistema de aire acondicionado a requerir, observando en función de la carga demandada por las pérdidas de calor en las superficies de los ambientes a climatizar según cálculos térmicos (23 000 BTU/Hr) , en donde los equipos a ofrecer serian del tipo pared o del tipo piso-techo, ya que los equipos como el tipo compacto son unidades que se encuentran en el mercado por encima de los 90,000 BTU/Hr y necesitan de instalación de ductos para su funcionamiento, además que no tendrían un control independiente de temperatura por ambiente a climatizar, por lo que descartamos esta posibilidad, por otro lado el equipo de aire acondicionado tipo ventana tiene el flujo de calor inferior a lo requerido en los modelos de calefacción, además que son de bajo caudal, por lo que su elección tampoco es viable.

Por otro lado El costo de equipo Split de pared es más económico que los equipos piso techo en un 30%, de igual manera una instalación de un Split de pared es 50% más económica que un que los modelos Piso techo, disminuyendo de esta manera el costo a ofrecer.

Por lo tanto según esta evaluación se seleccionó el equipo Tipo Split Dual Frio – Calor de Pared de 24,000 BTU/Hr, marca Cold Point, modelo CPWSH-24, ya que cumple con los requisitos de carga térmica y costo para el presente proyecto.

Además la unidad condensadora cuenta con un motor rotativo que consume menos energía eléctrica que los equipos que usan motores tradicionales de desplazamiento positivo.

Ítem	Descripción	U.	Cant.	Precio Unitario	Precio Parcial	Precio Total
1,00	SUMINISTRO DE MATERIALES METÁLICOS Y DE RECUBRIMIENTOS AISLANTES					10000,00
1,10	Suministro de materiales metálicos					
	TUBERIA DE COBRE, ACCESORIOS Y AISLAMIENTO, 3/8", 5/8" x 6.0mts	glb	1,00	2.500,00	2500,00	
1,20	Suministro de Equipos SPLIT	und	3,00	2.500,00	7500,00	
2,00	FABRICACION, MONTAJE Y RECUBRIMIENTO AISLANTE EN RED DE NUEVA LINEA					2700,00
2,10	Suministro, Fabricación e instalación de soportes metálicos					
	Fabricación y montaje Incluye resane.	glb	1,00	1.200,00	1200,00	
2,20	Montaje tuberías metálicas y recubrimiento					
	Fabricación y montaje Incluye instalación y tendido de red.	glb	3,00	500,00	1500,00	
3,00	ANDAMIOS					800,00
3.10	Alquiler de andamios normados Incluye movilización	glb.	1,00	800,00	800,00	
4,00	MOVILIZACIÓN Y ESTADÍA DE PERSONAL					6450,00
4.10	Traslado de Equipos y Herramientas	glb.	1,00	1.200,00	1200,00	
4.20	Pasajes por ida y vuelta a obra	glb.	1,00	1.500,00	1500,00	
4.30	Estadía en obra	días	15,00	250,00	3750,00	
				Sub total		19.950,00
				IGV	18%	3.591,00
	Precio expresado en Nuevos Soles			Total	S/	23.541,00

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- Con la implementación del Sistema de aire de Aire Acondicionado Tipo Split Dual Frio – Calor de Pared de 24,000 BTU/Hr, se logró garantizar un clima de confort térmico agradable para los pacientes de las salas de recuperación del Hospital de salud Chinchero – Cusco.
- Mediante la evaluación de las condiciones ambientales e infra estructura se logró recopilar información necesaria que contribuyo en la selección del equipo de aire acondicionado para el confort de los pacientes de recuperación del Hospital Chinchero en el Cusco.
- Se determinó que la carga térmica total es igual a la suma de todas las cargas que se pierden en las paredes de las salas a climatizar y que esta debe ser inferior a la carga térmica que entrega el equipo de aire acondicionado seleccionado, equipo Split Frio – Calor de 24 000 BTU/hr tipo pared.
- El proyecto “***Selección e Instalación de un Sistema de Aire Acondicionado tipo Split dual frio – calor de pared de 24,000 BTU/hr. Hospital de Salud Chinchero – Cusco***”, fue ejecutado con éxito, dentro de los plazos establecidos gracias a la organización que realizo y plasmo mediante el cronograma de actividades.
- Los componentes de cada equipo se instalaron de tal manera que no interfiera con operatividad del sistema, no interrumpa a los pacientes y personal médico, además de poseer buena estética, tal que la unidad evaporadora se instaló en el interior del ambiente a climatizar y la unidad condensadora en el exterior del techo.

- Las pruebas realizadas y la puesta en servicio del sistema de aire acondicionado bajo la supervisión del cliente, nos garantiza y da conformidad al contrato realizado con el gobierno local.

6.2 Recomendaciones

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

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

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ENDERICA ARMIJOS, Néstor Antonio. ***“Diseño de un Sistema de Climatización para la Clínica Esperanza de la ciudad de Machala”***. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Mecánico. Universidad Politécnica Salesiana. Ecuador. 2013. Recuperado de <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/5078>

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

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

CARRIER: **MANUAL DE AIREA CONDICIONADO**. New York, E.E.U.U. Editorial Marcombo. 2012.

PITA, Edward G: **ACONDICIONAMIENTO DE AIRE**. New York, E.E.U.U. Editorial Cecsa. 2000.

INCROPERA, Frank P. y DEWITT, David P: **FUNDAMENTOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR**. México. Editorial Pearson Educación. 2000.

SANGUINETTI REMUSGO, Ernesto: **TRATADO PRACTICO DE REFRIGERACIÓN**. Perú. 2006.

HERENCIA QUISPE, Daniel: **REINGENIERÍA Y AHORRO DE ENERGÍA EN LE ELABORACIÓN Y OPERACIÓN DE PROYECTOS DE AIRE ACONDICIONADO**. Colegio de ingenieros del Peru.1995.

ASHRAE: Sociedad Americana de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado. **ASHRAE 55: Norma para las Condiciones Medio Ambientales para la Ocupación Humana**. Atlanta. Asociación comprometida avanzar en las artes y las ciencias de la calefacción, ventilación, aire acondicionado y la refrigeración.

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

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

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

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

VIII.ANEXOS Y PLANOS

8.1 Anexos

ANEXSO N° 1: HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DEL REFRIGERANTE R-22

INDURA		HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD NCh 2245 Of. 2003			
Edición:	Fecha:	Emi: W. Pérez	Rev.: C. Díaz / L. Díaz	Apr.: R. Keller	
DA-SSO-R22HDS-00	20/08/2009				
NOMBRE DEL PRODUCTO: GAS REFRIGERANTE R-22					
1. PRODUCTO QUÍMICO E IDENTIFICACIÓN DE LA COMPAÑÍA					
INDURA S.A. Las Américas 585 Cod. Postal 9230117 Cerrillos, Santiago.					
NUMERO DE TELEFONO 56-2-5303000					
NUMERO DE TELEFONO LAS 24 HORAS, PARA EMERGENCIA 800-800 505					
NOMBRE DEL PRODUCTO: Gas Refrigerante R-22					
NOMBRE QUÍMICO: Clorodifluorometano					
NOMBRES COMUNES / SINÓNIMOS: Refrigerante 22; Propelente 22					
CLASIFICACION NU: 2.2					
2. COMPOSICIÓN, INFORMACIÓN SOBRE LOS INGREDIENTES					
INGREDIENTE	VOLUMEN %	PEL-OSHA	TLV-ACGIH	LD ₅₀ o LC ₅₀ Ruta /especie	
Gas Refrigerante R-22 FORMULA: CHClF ₂ CAS: 75-45-6	100	No disponible	1000 ppm	No disponible	
<i>Sistema de Gestión Indura</i>					
Página 1 de 8					

**NOMBRE DEL PRODUCTO: GAS REFRIGERANTE R-22****3. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS****Resumen de Emergencias**

Gas licuado, con leve olor a éter e incoloro. Si es inhalado en altas concentraciones puede ser fatal, debido al desplazamiento del aire. Se debe evitar el contacto con ojos, piel y ropas en general.

RUTA DE ENTRADA:

Contacto con la Piel	Absorción por la Piel	Contacto con los Ojos	Inhalación	Ingestión
Sí	No	Sí	Sí	No

EFFECTOS SOBRE LA SALUD:

Limites de Exposición No	Irritante Sí	Sensibilización No
Teratógeno No	Peligro Reproductivo No	Mutágeno No
Efectos Sinérgicos Ninguno Reportado		

EFFECTOS EN LOS OJOS:

El contacto de liquido sobre los ojos causa congelamiento.

EFFECTOS SOBRE LA PIEL:

El contacto del líquido o de la neblina sobre la piel puede causar congelación, la cual se manifiesta por palidez o enrojecimiento, pérdida de sensación e hinchazón.

EFFECTOS DE INGESTION:

No aplicable.

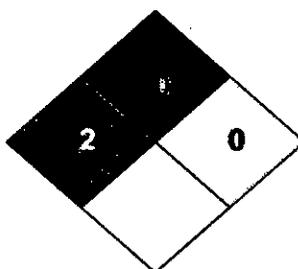
EFFECTOS DE INHALACION:

Este material es bajo en niveles de toxicidad a concentraciones tan altas como 4%(40000 ppm). Cuando se reducen los niveles de oxígeno en el aire a 12-14 %, se presentan síntomas de asfixia: pérdida de coordinación, aumento en el pulso cardiaco y respiración más profunda. Se han observado efectos narcóticos a niveles de 200000 ppm.

**NOMBRE DEL PRODUCTO: GAS REFRIGERANTE R-22****CLASIFICACIÓN DE RIESGOS DEL PRODUCTO SEGÚN NCH 1411/4**

- Salud
- Inflamable
- Reactividad
- Riesgos Especiales

Riesgo

0 Insignificante**1** Ligero-Suave**2** Moderado-Medio**3** Alto-Severo**4** Muy Alto-Extremo**4. MEDIDAS DE PRIMEROS AUXILIOS****OJOS:**

Enjuague inmediatamente los ojos con abundante agua, por lo menos por 15 minutos. Trasladar a centro asistencial de salud.

PIEL:

Enjuague rápidamente la zona afectada con abundante agua hasta que se elimine todo el producto. Si existe evidencia de congelación, lave (tratando de no frotar demasiado su piel) con agua tibia (no caliente), en ausencia de agua cubra su piel con apósitos suaves y limpios. Traslado a centro asistencial de salud, para pronta y oportuna atención.

INGESTION:

No aplicable.

INHALACION:

LA PRONTA ATENCION MEDICA ES OBLIGATORIA EN TODOS LOS CASOS DE SOBRE-EXPOSICION. EL PERSONAL DE RESCATE DEBERIA ESTAR EQUIPADO CON EQUIPOS DE RESPIRACION AUTONOMOS. Las víctimas deberían ser removidas a un área no contaminada e inhalar aire fresco. La rápida remoción del área contaminada es de la mayor importancia. Si la respiración se ha detenido, debe dárseles resucitación artificial y oxígeno suplementario. Tratamiento adicional debería ser sintomático y de apoyo.

**NOMBRE DEL PRODUCTO: GAS REFRIGERANTE R-22****5. MEDIDAS CONTRA INCENDIOS**

Condiciones de Inflamabilidad: Gas no inflamable		
Punto de Inflamación: No disponible	Método: No aplica	Auto-ignición No disponible
LEL(%): No aplica		UEL(%): No aplica
Productos de combustión peligrosos: compuestos halogenados; aluros de hidrógeno; Haluros de carbonilo. Monóxido de carbono, dióxido de carbono(co2)		
Sensibilidad a impacto mecánico: ninguna		
Sensibilidad a descarga Estática: no disponible		

PELIGROS DE EXPLOSION E INCENDIOS:

El compuesto es no inflamable, por lo que se puede usar cualquier agente extintor, se recomienda elegir el mas apropiado dependiendo de los materiales que estén cerca del área y sean combustibles.

MEDIOS DE EXTINCION:

Si no hay riesgo, se debe detener la fuga cerrando la válvula. Los cilindros cercanos al fuego deben ser retirados y los que se encuentren expuestos al fuego deben ser enfriados rociándolos con agua desde un lugar seguro.

INSTRUCCIONES PARA APAGAR INCENDIOS:

Aplique medios de extinción adecuados a materiales combustibles involucrados en el fuego, evite el sobrecalentamiento de los contenedores (cilindros), por aumento de presión estos pueden colapsar.

6. MEDIDAS POR LIBERACIÓN ACCIDENTAL

En caso de un escape despejar el área afectada, evacuando hacia un lugar contrario a la dirección del viento que cubra por lo menos 100 metros a la redonda. Proteger a la gente y responder con personal entrenado. Si es posible, cerrar la válvula del cilindro para detener el escape. Si no se logra detener (o si no es posible llegar a la válvula), permitir que el gas se escape en su lugar o mover el cilindro a un sitio seguro, alejado de fuentes de ignición.

Se debe tener mucha precaución cuando mueva un cilindro de gas refrigerante con escape. Monitorear el nivel de oxígeno presente en el área con el fin de detectar posibles mezclas explosivas, teniendo en cuenta que el contenido de oxígeno debe estar por encima del 19.5%.

**NOMBRE DEL PRODUCTO: GAS REFRIGERANTE R-22****7. MANEJO Y ALMACENAMIENTO****CLASIFICACIÓN ELÉCTRICA:**

No peligroso.

Use sólo en áreas bien ventiladas. Las tapas de protección de válvulas deben permanecer en su lugar, a menos que el contenedor esté asegurado con una salida de válvula con cañerías al punto de uso. No arrastre, deslice o ruede cilindros. Use una carretilla adecuada para el movimiento de cilindros. Use un regulador de reducción de presión al conectar un cilindro a cañerías o sistemas de baja presión. No caliente el cilindro por ningún medio para aumentar la velocidad de descarga del producto desde el cilindro.

Proteja los cilindros del daño físico. Almacénelos en un área fría, seca, bien ventilada, de construcción no combustible, lejos de las áreas con gran tráfico y de las salidas de emergencia. No permita que la temperatura donde se encuentren almacenados los cilindros exceda los 52 °C. Los cilindros deberían almacenarse de manera vertical y asegurados firmemente, para impedir que caigan o sean golpeados. Use el sistema de inventario de "primero que entra - primero que sale" para impedir que los cilindros completos sean almacenados por excesivos períodos de tiempo.

8. CONTROLES DE EXPOSICIÓN, PROTECCIÓN PERSONAL**LIMITES DE EXPOSICION:**

INGREDIENTE	VOLUMEN %	PEL-OSHA	TLV-ACGIH	LD ₅₀ O LC ₅₀ Ruta / especie
Gas Refrigerante R-22 FORMULA: CHClF ₂ CAS: 75-45-6	100	No disponible	1000 ppm	No disponible

CONTROLES DE INGENIERIA:

Use extracción local para impedir la acumulación de concentraciones altas que puedan reducir el nivel de oxígeno en el aire a menos de 19.5.

PROTECCION A LOS OJOS/FACIAL:

Gafas o anteojos de seguridad, como sea apropiado para el trabajo.

PROTECCION A LA PIEL:

Guantes protectores hechos de látex o caucho. Guantes protectores hechos de cualquier material adecuado.

**NOMBRE DEL PRODUCTO: GAS REFRIGERANTE R-22****PROTECCION RESPIRATORIA:**

Equipos de respiración autónoma o línea de aire comprimido para situaciones de emergencia en lugares confinados.

PROTECCION GENERAL / OTRA:

Zapatos de seguridad u otro calzado apropiado para el trabajo.

9. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

PARAMETRO	VALOR	UNIDADES
Estado físico (gas, líquido, sólido)	Gas	
Presión de vapor	136.1	psia
Densidad de vapor (Aire = 1)	3.0	Kg/m ³
Punto de evaporación	No disponible	
Punto de ebullición	-40.8	°C
Punto de congelación	-160	°C
pH.	No Aplicable	
Masa Molecular	86.47	g/mol
	No disponible	
Coefficiente de partición de aceite / agua		
Solubilidad (H ₂ O)	Insignificante	
Umbral de olor	No Aplicable	
Olor y apariencia	Gas incoloro, con leve olor a éter	

10. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD**ESTABILIDAD:**

Estable.

MATERIALES INCOMPATIBLES:

Los oxidantes fuertes, incluyendo el oxígeno, aumentan de manera muy considerable el riesgo de incendio o explosión en caso de que las condiciones favorezcan.

POLIMERIZACION PELIGROSA:

No aplicable

**NOMBRE DEL PRODUCTO: GAS REFRIGERANTE R-22****15. INFORMACIÓN REGULADORA**

Está regulado como una sustancia peligrosa, según:
D.S. 298 "Reglamenta Transporte de Cargas Peligrosas por Calles y Caminos"
NCh 2190 Of. 2003 "Sustancias Peligrosas - Marcas para información de Riesgos"
NCh 382. Of. 2004 "Terminología y Clasificación General" de materiales peligrosos.

16. OTRA INFORMACIÓN

Los cilindros no deberían ser rellenados sin el permiso expreso, por escrito del dueño. El envío de un termo que no haya sido llenado por su dueño o con su consentimiento (escrito) es una violación de las regulaciones de transporte. Los datos consignados en esta Hoja informativa fueron obtenidos de fuentes confiables. Sin embargo, se entregan sin garantía expresa o implícita respecto de su exactitud o corrección. Las opiniones expresadas en este formulario son las de profesionales capacitados. La información que se entrega en él es la conocida actualmente sobre la materia.

Considerando que el uso de esta información y de los productos está fuera del control del proveedor, la empresa no asume responsabilidad alguna por este concepto. Determinar las condiciones de uso seguro del producto es obligación del usuario.

8.2 Planos

PLANO N° 1: PLANTA Y PROYECCIONES CENTRO DE SALUD CHINCHERO, LÁMINA IM-01

[Symbol]	[Symbol]



**VIAR INGENIEROS
SRL**

PROYECTO: SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO
EXTRACCION Y VENTILACION

CLIENTE: GOBIERNO REGIONAL DE CUSCO

DIBUJADO: BLAD4 **REVISADO POR:** MARIO MEJA UGARTE
CP 117490

FECHA: FEBRERO-2017 **PLANO:** PLANTA Y PROYECCIONES

ESCALA: 1/100 **CENTRO DE SALUD CHINCHEROS** **N° DE PLANO**
IM-01

Prolongación Ayacucho N° 1270, Urb Pando II Etapa, San Miguel-Lima

