

# UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

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



“SUPERVISIÓN DE EJECUCIÓN DEL SISTEMA  
AIRE ACONDICIONADO EN EL ALBERGUE  
TEMPLO DE LIMA”

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OBTENER  
EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO.

**Autor: Bachiller, Jesús Eddi Tenorio Calderón**  
**Asesor: Doctor, Rubén Pérez Bolívar**

CALLAO, 2019

PERÚ

**DEDICATORIA:**

“Dedico este trabajo a mis padres y familiares por la confianza, apoyo incondicional y ejemplo de perseverancia que los caracterizó en todas las circunstancias a lo largo de mi vida”

### **AGRADECIMIENTO:**

Mi agradecimiento se dirige a quienes han forjado mi camino por el sendero correcto de la vida, Dios y mis padres los que en todo momento estuvieron conmigo apoyándome moral y económicamente en forma incondicional.

A mi asesor, Dr. Rubén Pérez Bolívar por su valioso aporte para la culminación del presente informe.

## **INTRODUCCIÓN**

El presente informe titulado “Supervisión de ejecución del sistema Aire Acondicionado en el Albergue Templo de Lima”, se ha desarrollado y estructurado de acuerdo con la directiva Número 013-2018-R, Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería Mecánica-Energía de la Universidad Nacional del Callao.

El informe, se basa en la experiencia profesional adquirida en más de 25 años como Supervisor y/o Residente de obras, en las siguientes empresas:

Polytemp del Perú S.A.

Ascensores S.A.- División Carrier.

Gutiérrez Castillo Ingenieros SAC.

CIME Comercial S.A.

Termo Sistemas SAC.

Las Empresas en mención están especializadas en: Elaboración de proyectos, Suministro, Instalación y Mantenimiento de Sistemas de Aire Acondicionado y Ventilación Mecánica, de mediana y gran envergadura con capacidad para brindar y cumplir con las exigencias del mercado principalmente en Centros Empresariales, Centros Comerciales, Hoteles, Hospitales, Minería, Edificios Inteligentes, Telecomunicaciones, Fabricas, Bancos, Informática, etc.

## **RESÚMEN**

El informe consta de seis capítulos los cuales se describen brevemente a continuación:

### **I. Aspectos Generales.**

En este capítulo se describe en forma concisa el objetivo General, los objetivos específicos del informe, así como la reseña institucional, estructura orgánica y ámbito de operaciones de la empresa Gutiérrez Castillo Ingenieros SAC.

### **II. Fundamentación de la Experiencia Profesional.**

Dentro del marco teórico se detalla conceptos básicos sobre el tema, breves definiciones que usaremos, también se describe las actividades que fueron desarrolladas, así como los principales proyectos que he tenido a mi cargo como Residente y/o Supervisor de Obra.

### **III. Aportes Realizados.**

En este capítulo se detalla los aportes realizados a la empresa durante la ejecución de la obra, en base a la experiencia y lecciones aprendidas en la ejecución de proyectos anteriores.

### **IV. Discusión y Conclusiones.**

Se exponen la discusión y conclusiones sobre los logros obtenidos a partir del análisis de las actividades y resultados obtenidos al cierre del proyecto.

### **V. Recomendaciones.**

Teniendo en cuenta las experiencias negativas y positivas vividas como supervisor de obras se exponen recomendaciones, tomando como referencia los incidentes y/o las no conformidades ocurridos durante la ejecución de la obra.

Finalmente, en el capítulo VI, se detalla las Referencias Bibliográficas utilizadas y adicionalmente se Anexa documentación complementaria.

**Palabras claves:** Aire Acondicionado, Supervisión de Obras Electromecánicas.

## **ABSTRACT**

The report consists of six chapters which are briefly described below:

### **I. General Aspects.**

This chapter describes in a concise manner the General objective, the specific objectives of this report, as well as the institutional review, organizational structure and scope operations the company Gutiérrez Castillo Ingenieros SAC.

### **II. Foundation of the Professional Experience.**

Within the theoretical framework is detailed basic concepts on the subject, brief definitions that we will use, it also describes the activities that were developed, as well as the main projects that I have had in my charge as Resident and / or Supervisor of Work.

### **III. Contributions Made.**

This chapter details the contributions made to the company during the execution of the work, based on the experience and lessons learned in the execution of previous projects.

### **IV. Discussion and Conclusions.**

The discussion and conclusions about the achievements obtained from the analysis of the activities and results obtained at the close of the project are presented.

### **V. Recommendations.**

Taking into account the negative and positive experiences experienced as works supervisor, recommendations are presented, taking as reference the incidents and / or the non-conformities that occurred during the execution of the work.

**Keywords:** Air Conditioning and Supervision of electromechanical works.

# ÍNDICE DE CONTENIDO

	Página
CARÁTULA.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
INTRODUCCIÓN.....	iv
RESÚMEN.....	v
ABSTRACT.....	vi
ÍNDICE.....	1
ÍNDICE DE FIGURAS.....	3
ÍNDICE DE TABLAS.....	4
CAPÍTULO	
I ASPECTOS GENERALES.....	5
1.1 Objetivos.....	5
1.2 Organización de La Empresa.....	5
1.2.1 Reseña Institucional.....	5
1.2.2 Ambito de Operaciones.....	6
1.2.3 Estructura Orgánica.....	7
II FUNDAMENTACIÓN DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL.....	9
2.1 Marco Teórico.....	9

2.2 Descripción de las actividades desarrolladas.....	30
2.2.1 Cargo y proyectos Ejecutados .....	30
2.2.2 Funciones Desempeñadas.....	36
III APORTES REALIZADOS.....	37
3.1 Análisis y Evaluación del proyecto.....	37
3.2 Planeamiento y Procedimientos.....	107
3.3 Aseguramiento y Control de Calidad.....	119
IV DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	137
4.1 Discusión.....	137
4.2 Conclusiones.....	142
V RECOMENDACIONES.....	144
VI REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	146
VII ANEXOS.....	148
1 Protocolos de Pruebas y verificación.....	149
2 Glosario de Símbolos y Siglas.....	155
3 Manual de Operación.....	158
4 Manual de Mantenimiento.....	172
5 Planos As Built.....	180

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Organigrama de la Empresa.....	8
Figura 2. Organigrama de Obra.....	8
Figura 3. Ciclo ideal de refrigeración por compresión de vapor.....	15
Figura 4. Ciclo real de refrigeración por compresión de vapor.....	15
Figura 5. Equipo dividido (Split) tipo portatil.....	18
Figura 6. Equipo unitario tipo ventana.....	19
Figura 7. Equipo unitario tipo consola.....	20
Figura 8. Equipo dividido con unidades Multi-Split.....	20
Figura 9. Equipo unitario compacto (paquete).....	21
Figura 10. Equipo dividido Split ducto.....	22
Figura 11. Planta de agua helada-chiller enfriado por aire.....	23
Figura 12. Planta de agua helada-chiller enfriado por agua.....	23
Figura 13. Torre de enfriamiento del agua de condensación.....	24
Figura 14. Unidad fan coil con agua helada.....	25
Figura 15. Esquema de unidad manejadora VAV.....	25
Figura 16. Esquema de cargas térmicas.....	90
Figura 17. Plano de dormitorio de administrador.....	92
Figura 18. Cronograma de Obra.....	102

## ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Calibre de Planchas de acuerdo al tamaño de ducto.....	72
Tabla 2. Coeficientes de conducción.....	90
Tabla 3. Valor de parámetros del calculo.....	90
Tabla 4. Carga térmica en el dormitorio del administrador.....	93
Tabla 5. Caudal de agua recomendado en tuberías.....	98
Tabla 6. Espesor de planchas según ducto.....	103
Tabla 7. Espesor de aislamiento para tuberías.....	104
Tabla 8. Cuadro resumen de costos.....	138

## **I. ASPECTOS GENERALES**

### **1.1 OBJETIVOS**

#### **Objetivo General**

Desarrollar y aplicar competencias necesarias para lograr que la Supervisión en la ejecución del Proyecto de Aire Acondicionado en el Albergue del templo de Lima sea exitosa.

#### **Objetivos Específicos**

- Cumplir con las especificaciones técnicas, planos del proyecto y condiciones establecidas en el contrato de obra
- Crear procedimientos adecuados que nos permita elevar la productividad optimizando la utilización de los recursos humanos y materiales.
- Lograr condiciones ambientales de Confort térmico a satisfacción del cliente y/o de los usuarios finales.

### **1.2 ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA**

#### **1.2.1 Reseña Institucional**

La compañía, **Gutiérrez Castillo Ingenieros Sociedad Anónima Cerrada**, se constituyó inicialmente como Sociedad Comercial de Responsabilidad Limitada por escritura pública del 11 de marzo de 1981, otorgada por el Notario Público de Lima, Dr. Julio D. Espino Pérez quedando inscrita en la ficha N° 34615 del Registro Mercantil de Lima; y se transformó en Sociedad Anónima Cerrada por escritura pública del 17 de febrero de 1999, quedando inscrita en la partida N° 11084940.

- Razón social: Gutiérrez Castillo Ingenieros S.A.C.
- RUC: 20101215581.
- Tipo de Empresa: Sociedad Anónima Cerrada.
- Condición: Activo.
- Inscripción Registros Públicos: Ficha 34615 – Partida 11084940
- Registro Nacional de Trabajo: 202073.
- Fecha de inicio actividades: 11/03/1981.
- Giro: Proyectos, Supervisión, Ventas, Instalación y Mantenimiento en Aire Acondicionado, Ventilación y Calefacción.
- Dirección Legal: Av. La molina 644 Urb. Monterrico La Molina-Lima.
- Teléfonos: (01) 4358270/4358723.
- Gerente General: Gutiérrez Castillo, Félix Daniel.
- Gerente Administrativa: Giraldo Trujillo Betty Maritza.

### **1.2.2 Ámbito de Operaciones**

El objeto de la sociedad es dedicarse a las actividades de Ingeniería Mecánica Eléctrica, especializándose en el área de aire acondicionado, ventilación y calefacción; de tal manera que elabora proyectos y diseños, supervisa, asesora, comercializa equipos, efectúa instalaciones y brinda servicio de mantenimiento preventivo y correctivo.

Gutiérrez Castillo Ingenieros SAC ofrece los servicios Integrales en el Rubro de Aire Acondicionado, Calefacción y Ventilación Mecánica, en forma resumida se desarrolla las siguientes actividades:

- Ingeniería, diseño y elaboración de proyectos de todo tipo de sistemas de Aire Acondicionado, Calefacción y Ventilación mecánica.
- Comercialización de Equipos, Accesorios y Materiales para sistemas de Aire Acondicionado, Calefacción y Ventilación mecánica.
- Ejecución de proyectos de todo tipo de sistemas de Aire Acondicionado, Calefacción y Ventilación mecánica.
- Supervisión y puesta en marcha de proyectos de sistemas de Aire Acondicionado, Calefacción y Ventilación mecánica ejecutados por terceros.
- Auditoría y Balance energético de sistemas de todo tipo de sistemas de Aire Acondicionado, Calefacción y Ventilación mecánica.
- Asesoría Técnica en sistemas de Aire Acondicionado, Calefacción y Ventilación mecánica.
- Consultoría HVAC

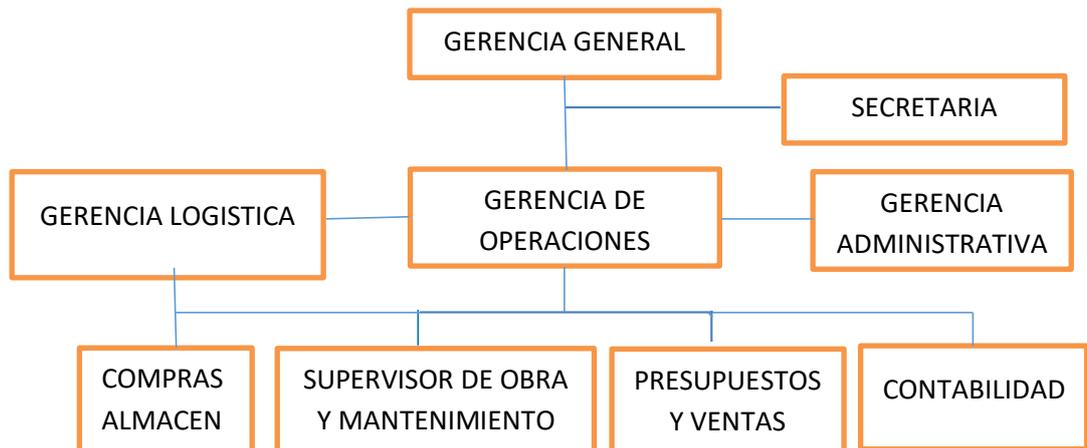
### **1.2.3 Estructura Orgánica**

El activo más importante de Gutiérrez Castillo Ingenieros SAC es sin duda su personal altamente calificado, compuesto por profesionales especializados en el rubro de Aire Acondicionado, Calefacción y Ventilación Mecánica comprometido con la organización y dotado con capacidades innovadoras, los cuales se encuentran en permanente especialización y garantizan el máximo nivel de satisfacción en la atención a sus clientes.

La dirección asegura que las responsabilidades y sus interrelaciones estén definidas y son comunicadas dentro de la organización de acuerdo a la estructura orgánica de la figura 1 y 2:

## Organigrama Funcional

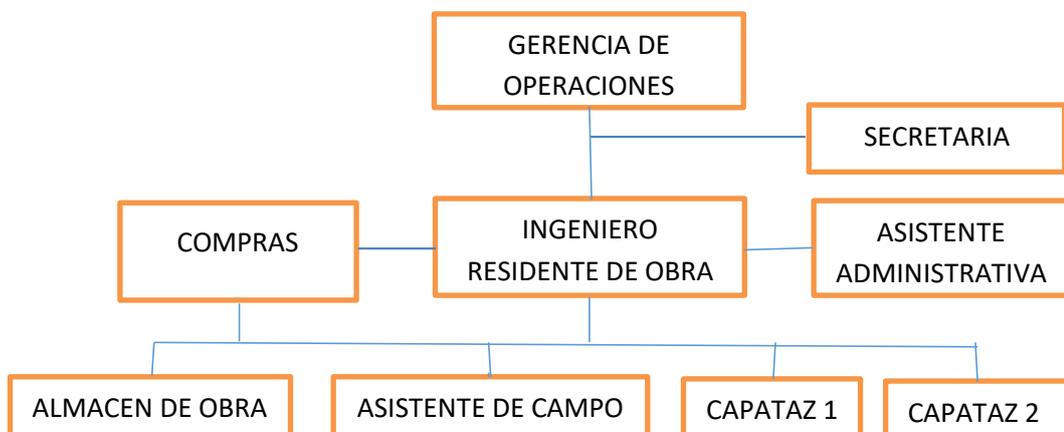
Figura 1: Organigrama De La Empresa



Fuente: Gutiérrez Castillo Ingenieros SAC. (Ref. 7)

## Organigrama De Obra

Figura 2: Organigrama De Obra



Fuente: Gutiérrez Castillo Ingenieros SAC. (Ref. 7)

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

### **2.1 Marco Teórico:**

Desde que el hombre apareció en este mundo, se preocupó por mantener condiciones de confort para poder vivir bajo las cambiantes condiciones climatológicas a la que nos enfrentamos a lo largo del año y condiciones geográficas.

La historia del aire acondicionado es sin duda la historia de Willis Carrier en 1902 sentó las bases del moderno aire acondicionado y desarrolló el concepto de climatización.

Por esa época, un impresor neoyorquino tenía serias dificultades durante el proceso de impresión, que impedían el comportamiento normal del papel, obteniendo una calidad muy pobre debido a las variaciones de temperatura, calor y humedad, entonces fue cuando Willis Carrier se puso a investigar con tenacidad para resolver el problema. Diseñó una máquina específica que controlaba la humedad a través de tubos enfriados, dando lugar a la primera unidad de climatización de la historia, durante aquellos años el objetivo principal de Carrier era mejorar el desarrollo del proceso a través de continuos cambios tecnológicos que permitieran el control de la temperatura y la humedad.

En 1915, empujados por el éxito, Williams Carrier y 6 amigos fundaron “La Compañía de Ingeniería Carrier”, cuyo gran objetivo era garantizar al cliente el control de la temperatura y humedad a través de la innovación tecnológica y servicio al cliente.

La prueba de fuego llegó en 1925, cuando a la compañía Carrier se le encargó la climatización del cine "RIVOLI" de Nueva York. Se realizó una gran campaña de publicidad que llegó rápidamente a los ciudadanos formándose largas colas en la puerta del cine. La película que se proyectó aquella noche fue rápidamente olvidada, pero no lo fue la aparición del aire acondicionado. En 1930 alrededor de 300 cines tenían instalado ya sistemas de aire acondicionado.

Actualmente en nuestra sociedad muchos productos y servicios dependen del control del clima interno. La comida para nuestra mesa, la ropa que vestimos y la biotecnología de donde obtenemos productos químicos, plásticos y fertilizantes.

Sin el control exacto de temperatura y humedad, los microprocesadores, circuitos integrados y la electrónica de alta tecnología no podrían ser producidos. El vuelo de aviones y naves sería solo un sueño, los arquitectos no podrían haber diseñado los enormes edificios que han cambiado las ciudades.

El aire acondicionado ha hecho posible el crecimiento y desarrollo de las áreas tropicales, proporcionando los medios para más y mejores vidas productivas. Decenas de ciudades desérticas, desde el Ecuador hasta Arabia Saudita no existirían aún hoy, sin la capacidad del hombre para controlar su medio ambiente.

Debido al gran éxito alcanzado, Carrier decide seguir estudiando y mejorando cada más sus equipos de aire acondicionado interesándose ya no por la industria sino por las personas, es decir en el confort humano. Es así como patentó la máquina de Refrigeración Centrifuga, capaz de acondicionar grandes espacios,

la industria creció rápidamente y a partir de entonces, el confort del aire acondicionado se extendió a todo el mundo.

En nuestro país el sector construcción ha tenido un crecimiento muy dinámico en las últimas décadas, se incrementó la construcción de edificios empresariales, centros comerciales y en general edificaciones públicas y privadas con considerable afluencia de público y con ello la necesidad de climatizar los ambientes con fines comerciales y/o de mejorar el desempeño de los usuarios.

## **Aire Acondicionado**

**Definición de Aire Acondicionado.** - Climatizar el aire es el proceso de tratamiento del mismo en un ambiente interior, con la finalidad de establecer y mantener los estándares requeridos de temperatura, humedad, limpieza y movimiento.

El control de las condiciones descritas se consigue de la siguiente manera:

**Temperatura.** - La temperatura del aire se controla eliminando o adicionando calor del/al ambiente.

**Humedad.** - Se controla agregando (humidificación) o eliminando vapor de agua del aire (des humidificación).

**Limpieza.** - La limpieza o calidad del aire se controla ya sea, mediante filtración que es la eliminación de contaminantes indeseable por medio de filtros de acuerdo con los requerimientos exigidos.

**Movimiento.** - El movimiento de aire se refiere a su velocidad y a los lugares hacia donde se distribuye, se controla mediante equipos y conductos de aire

adecuados. El objetivo del control de movimiento (velocidad) tiene que ver indirectamente con el nivel de ruido que este genera.

**La Sociedad Americana de Ingenieros de Calefacción, Aire Acondicionado y Refrigeración (ASHRAE), definen que el confort térmico es la condición de la mente que expresa satisfacción con el ambiente térmico, y** determinaron mediante un estudio realizado que el mayor porcentaje de personas que fueron encuestadas, experimentaban confort térmico, bajo las siguientes condiciones:

En verano:

Temperatura de bulbo seco: 23.5°C +/- 1°C (75°F +/- 2°F)

Humedad Relativa: 55% +/- 10%.

En invierno:

Temperatura de bulbo seco: 20°C +/- 1°C (68°F +/- 2°F)

Humedad Relativa: 55% +/- 10%.

*Aplicaciones del Aire Acondicionado.* - En realidad el aire acondicionado es solamente en parte una aplicación de la refrigeración, el aire acondicionado involucra varios subsistemas como: Enfriamiento, Calefacción, Inyección de aire fresco, Extracción de aire por renovación, Extracción de Monóxido y presurización de escaleras entre otras.

Dentro de las principales aplicaciones del Aire acondicionado tenemos:

En la Industria. - Se usa básicamente en los procesos de elaboración de productos que requieren de ciertas condiciones ambientales de temperatura, humedad y limpieza para evitar daños de los materiales y/o productos

procesados por ejemplo en la industria textil, papelera, minería, farmacéutica y electrónica por mencionar algunas.

En Informática y Telecomunicaciones. - Se limita a la protección y al aseguramiento del buen funcionamiento de los dispositivos y elementos que conforman el hardware en este tipo de sistemas.

Doméstico. - Su utilización en el Perú en este sentido es aún limitado debido a los costos de operación, se podría decir que todavía no se le toma en cuenta como una necesidad, sino como un lujo y por supuesto está limitado y/o dirigido a un sector reducido.

Comercial. - El uso es con fines comerciales al crear ambientes agradables a sus clientes como por ejemplo en: Centros Comerciales, Hoteles, Bancos, Cines, Oficinas, etc.

En Laboratorios, Museos y Hospitales. - Este tipo de aplicación es muy especial debido al manejo de contaminantes tanto externos como internos se tiene que tener muy en cuenta el filtrado y la renovación de aire sobre todo cuando se trata de salas de operaciones.

Empresarial. - Este es un sector de alta demanda actual, debido que va de la mano con el sector de construcción cuya arquitectura incluyen paredes externas de vidrio llamados muros cortinas, en tal sentido es necesario e imprescindible contar con un sistema de climatización.

## **Componentes de los sistemas de Aire Acondicionado**

Considerando que los sistemas de climatización se basan en los principios de la termodinámica y consisten en captar el calor de un ambiente y transportarlo por

medio de un fluido hacia exterior, la mayor parte de los sistemas tienen como mínimo los siguientes componentes básicos:

- a) Una fuente de captación de calor de un fluido, el cual generalmente es aire, agua o gas.
- b) Una fuente de eliminación del calor de un fluido.
- c) Un sistema de distribución, que es una red de ductos o tuberías para transportar el aire, agua o gas hacia los recintos que se van a acondicionar.
- d) Equipos como ventiladores o bombas para mover al aire o al agua.
- e) Dispositivos como radiadores, para transmitir el calor entre el fluido y el ambiente.
- f) Dispositivos de mando y control de temperatura.

Para poder entender con mayor claridad el funcionamiento de los componentes se ilustra a continuación el ciclo termodinámico correspondiente:

### **Ciclo Termodinámico**

El ciclo ideal de refrigeración que se utiliza en aire acondicionado es el ciclo de Carnot invertido.

Considerando que el calor generado se tiene que transferir de un ambiente de menor temperatura a otro de mayor temperatura (exterior) es necesario efectuar un trabajo térmico que en este caso son realizados por los equipos de aire acondicionado y se compone básicamente de cuatro procesos:

**1 – 2** Comprensión isotrópica en un *compresor*.

**2 - 3** Rechazo de calor a presión constante en un *condensador*.

**3 - 4** Estrangulamiento en un dispositivo capilar o válvula de expansión a entalpia constante.

#### 4 - 1 Absorción de calor a presión y temperatura constante

**Figura 3:** Ciclo ideal de refrigeración por compresión de vapor

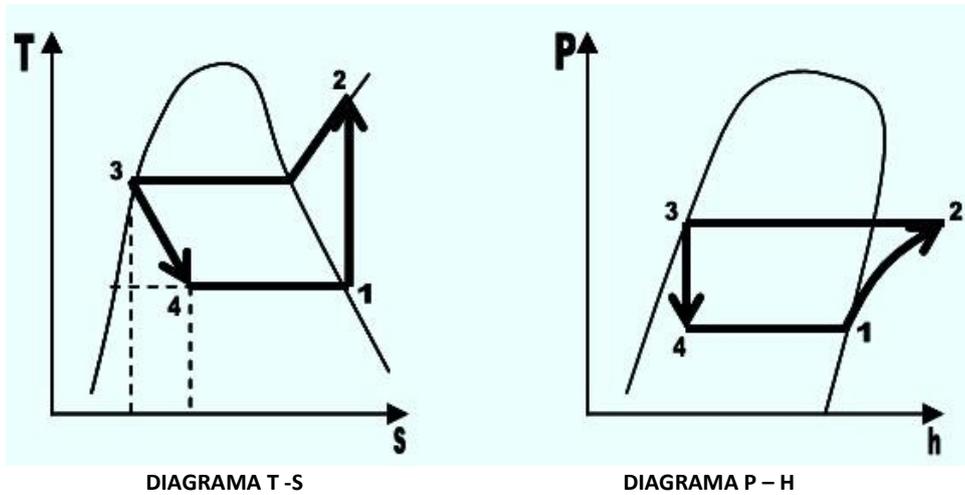


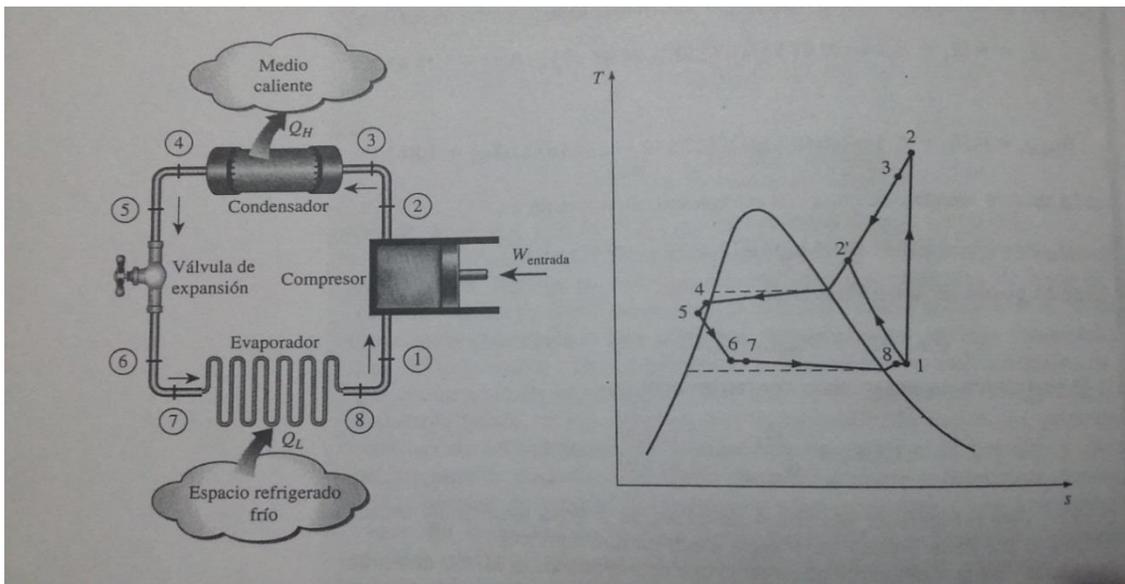
DIAGRAMA T - S

DIAGRAMA P - H

Fuente: Termodinámica Cengel Boles (Ref. 2)

Un ciclo real de refrigeración por compresión de vapor difiere de uno ideal en varios aspectos, debido principalmente a las irreversibilidades que ocurren en varios de los componentes de los equipos como la fricción (caídas de presión) y la transferencia de calor hacia o desde los alrededores tal como se muestra:

**Figura 4:** Ciclo real de refrigeración por compresión de vapor



Fuente: Termodinámica Cengel Boles (Ref. 2)

En resumen, en la práctica los principales componentes físicos que componen un sistema son:

**Compresor.** - Es la maquina encargada de elevar la presión del refrigerante, desde la presión de evaporación hasta la presión de condensación, el salto de presión esta entre 3 a 4 veces la presión de evaporación dependiendo del refrigerante utilizado y de las condiciones exteriores.

**Condensador.** - Intercambiador de calor que disipa el calor del sistema y lo traslada al aire exterior permitiendo la condensación del refrigerante.

**Dispositivo de expansión.** - Produce una disminución de la presión del refrigerante y regula el flujo hacia el evaporador. La disminución de presión es en proporción inversa de lo sucede en el compresor.

**Evaporador.** - En este equipo absorbe la energía calorífica del ambiente a tratar, al permitir la evaporación del refrigerante.

Todos los equipos y dispositivos descritos están conectados por medio de tuberías y accesorios con aislamiento térmico donde se requiera.

## **TIPOS DE SISTEMAS EN AIRE ACONDICIONADO**

Existen varios tipos de sistemas de aire acondicionado que intentan controlar la temperatura, humedad y calidad del aire, cada uno de ellos poseen sus características propias y el control ejercido sobre los de temperatura, humedad, pureza del aire, etc. no siempre se puede efectuar en su totalidad; especialmente cuando el aire se distribuye hacia espacios con características diferentes.

Los sistemas se pueden clasificar en función de los fluidos que transportan la energía térmica (calor) hasta o desde los locales.

Los tipos básicos son:

- Expansión directa
- Expansión indirecta (Sistemas de Agua Helada)

Aunque es posible que en una misma instalación existan varios sistemas, por ejemplo, un sistema puede eliminar la carga térmica perimetral y el otro la carga térmica del núcleo o interior.

A continuación, se explicará los componentes específicos de cada sistema, sus variantes y las instalaciones donde estos pueden ser aplicados para facilitar una evaluación del sistema adecuado para el presente proyecto.

### **Sistemas de expansión directa:**

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

En el equipo están incluidos normalmente los siguientes elementos:

**Toma de aire exterior.** - Aire para ventilación y refrigeración.

**Toma de aire de retorno.** -Entrada de aire de retorno o recirculado

**Filtro.** - Elimina la suciedad del aire

**Serpentín de enfriamiento.** - Enfría y seca el aire y permite la evaporación del refrigerante.

**Ventilador.** - Propulsión de aire incrementando la presión estática del mismo.

**Difusores y/o Rejillas.** - Distribución de aire en cada espacio acondicionado.

**Unidad condensadora.** - Que incluye: compresor e intercambiador de calor y se encargan de extraer el calor que contiene el refrigerante permitiendo que el refrigerante se condense.

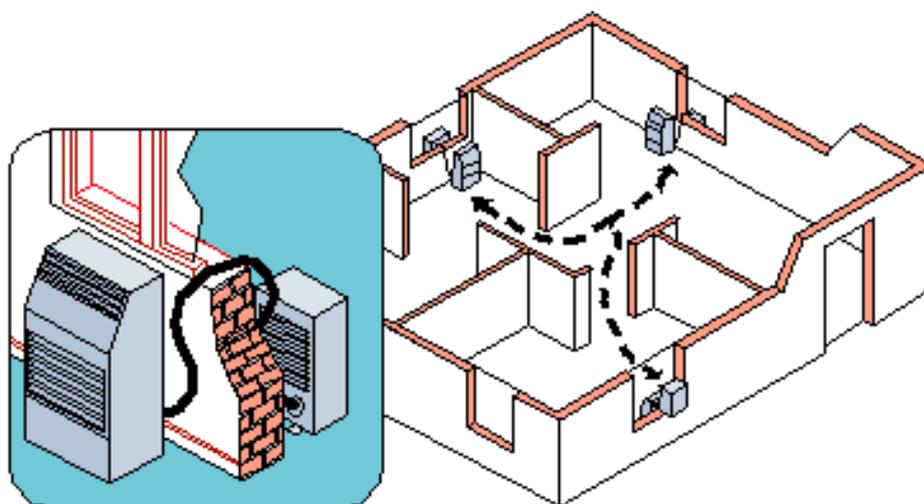
Adicionalmente se puede pedir al proveedor que el equipo conste, con un serpentín de calefacción el cual sirve para calentar el aire en invierno y regular la humedad, puede optar por convertir la unidad en bomba de calor.

Se describe a continuación los equipos de este tipo más comunes:

### **a) Equipo portátil:**

Este es un equipo unitario compacto o dividido de descarga directa y transportable de una habitación a otra, en este tipo de equipos solamente requiere de una sencilla instalación constando de una abertura en el marco o el cristal de la ventana o pared para permitir el paso de un pequeño tubo, por sus características resuelve de forma adecuada las necesidades mínimas de acondicionamiento en habitaciones de viviendas o en espacios pequeños.

**Figura 5:** Equipo dividido (Split) tipo portátil

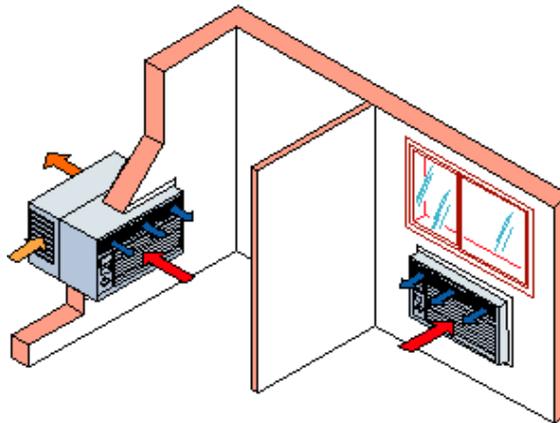


Fuente: P.R.A.C.V. (Ref. 9)

## b) Equipo de ventana:

Los equipos de ventana son unitarios, compactos y de descarga directa, normalmente se colocan uno por cada habitación o si el área es grande se colocan varios según los requerimientos. La instalación se realiza en una ventana o muro, ya que en la sección posterior del equipo se tiene la toma de aire fresco y la descarga el aire viciado.

**Figura 6:** Equipo unitario tipo ventana



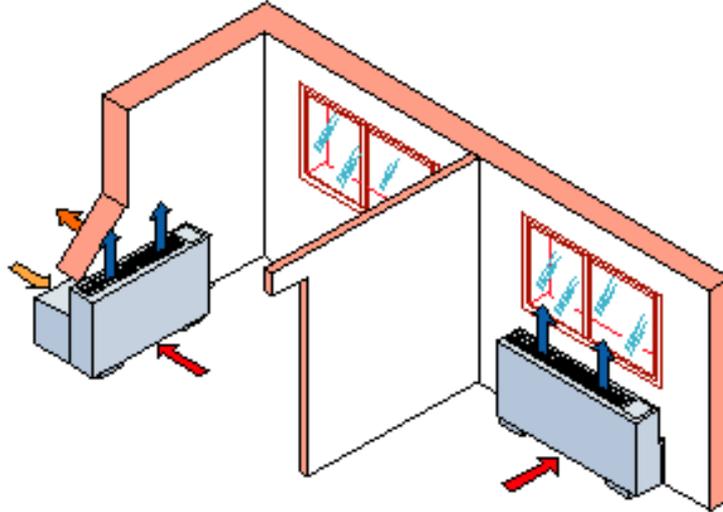
Fuente: P.R.A.C.V. (Ref. 9)

## c) Equipo tipo consola:

Estos equipos son unitarios, compactos y de descarga directa, se puede colocar una consola o varias por cada habitación, la instalación se realiza pegado a un muro ya que requiere de una toma de aire exterior. Se pueden colocar en el suelo o colgado del muro.

En este tipo de equipos los muros donde se encuentra deben tener contacto con el exterior para poder evacuar el calor absorbido de los ambientes que se requieren acondicionar, tal como se detalla en la figura 7.

**Figura 7:** Equipo unitario tipo consola



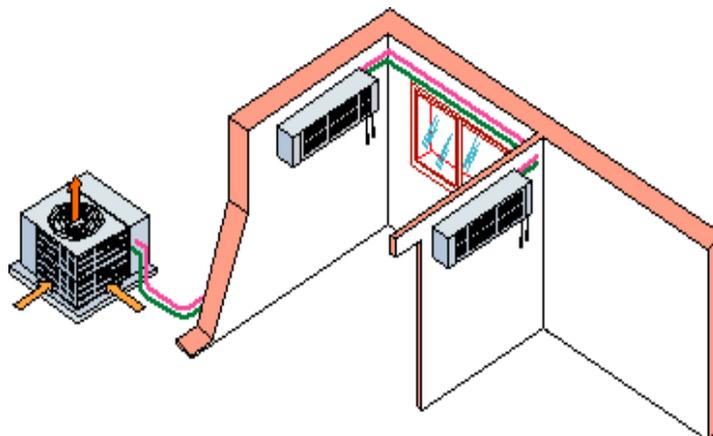
Fuente: P.R.A.C.V. (Ref. 9)

#### **d) Equipos tipo Split-Decorativo:**

Este tipo de equipos son unitarios y de descarga directa. Se diferencian de los compactos en que la unidad condensadora, 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 refrigerante.

Las unidades interiores pueden ser de tipo pared, de techo o consolas.

**Figura 8:** Equipo dividido con unidades Multi-Split

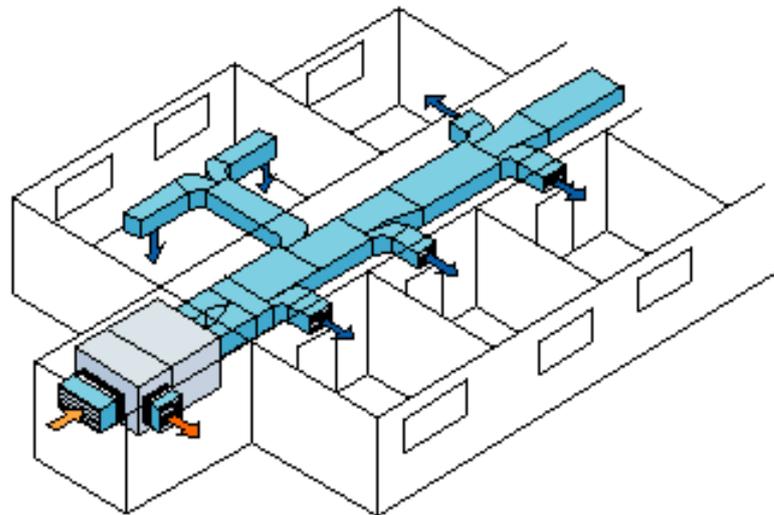


Fuente: P.R.A.C.V. (Ref. 9)

### e) Equipo compacto (paquete)

Es un equipo donde el evaporador y condensador se encuentran en solo gabinete y de descarga indirecta y cuya emisión de aire se realiza a mediante una red de conductos, difusores y rejillas de suministro; generalmente se instala un equipo para todo un conjunto del local. El control de los equipos es individual y con las condiciones de confort del sitio más representativo.

**Figura 9:** Equipo unitario compacto (paquete)



Fuente: P.R.A.C.V. (Ref. 9)

### f) Equipo Split-ducto:

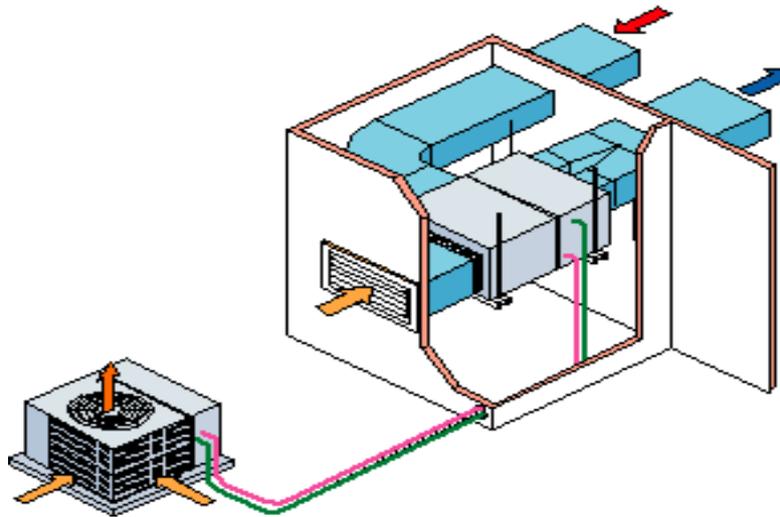
Al igual que los equipos Split decorativos está formado por dos unidades: los condensadores se ubican en el exterior, mientras que la unidad evaporadora se instala en el interior, conectada a la red de conductos; ambas unidades se conectan mediante tuberías por donde circula el refrigerante.

Para asegurar una correcta ventilación de las áreas acondicionadas, la unidad interior requiere una toma de aire del exterior.

El control de estas unidades autónomas suele ser escalonado. En la mayoría de los casos el ventilador funciona continuamente. Este tipo de unidades se instalan

en residencias particulares, oficinas, establecimientos comerciales o grupos de oficinas que constituyen zonas individuales.

**Figura 10:** Equipo dividido Split ducto



Fuente: P.R.A.C.V. (Ref. 9)

## **SISTEMAS DE EXPANSIÓN INDIRECTA**

A estos sistemas se les conoce más como sistemas de agua helada debido a que las unidades terminales utilizan al agua helada como refrigerante para enfriar el aire, la combinación aire-agua distribuyen agua helada desde un sistema central, hasta los recintos individuales.

Los sistemas de agua helada constan de los siguientes componentes:

Planta de agua helada. - compuesto básicamente por la máquina enfriadora (Chiller), Torres de enfriamiento, Electrobombas primarias y secundarias, Tanque separador, Tanque de expansión y variadores de velocidad.

**Figura11:** Planta de agua helada-chiller enfriado por aire



Fuente: Elaboración propia.

La figura 12 corresponde a una planta de agua helada enfriado por dos chiller enfriados por agua con compresores tipo Tornillo, CC Real Plaza Salaverry.

**Figura 12:** Planta de agua helada-chiller enfriado por agua



Fuente: Elaboración propia

En la figura 13 se muestra la planta de enfriamiento de agua de condensación compuesta por torre de enfriamiento y bombas de condensado.

**Figura 13:** Torre de enfriamiento del agua de condensación



Fuente: Elaboración propia.

### **Unidades Manejadoras de Aire:**

Equipos que constan del conjunto ventilador-serpentín (intercambiador de calor) dependiendo del tamaño se les conoce como UMAS para capacidades relativamente grandes y FAN COIL para capacidades pequeñas, estas últimas también pueden ser decorativos en presentaciones tipo pared, piso techo y casett.

En la figura 14, se muestra un equipo fan coil montado en techo y que va a quedar dentro de un falso cielo raso.

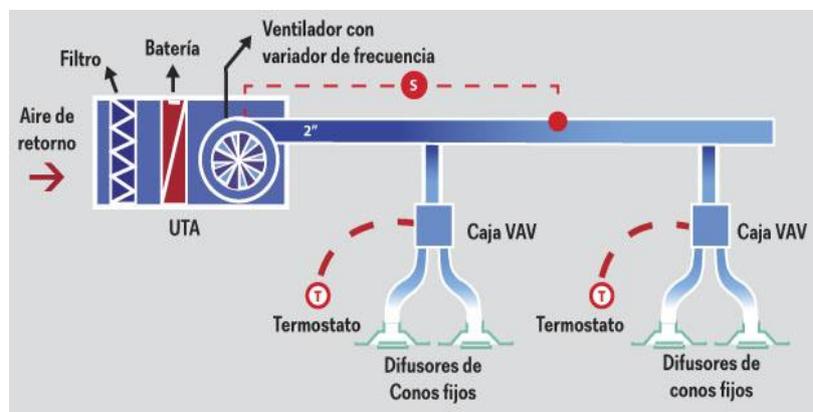
**Figura 14:** Unidad fan coil con agua helada



Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente figura 15 se describe los componentes de un sistema de aire acondicionado tipo multizona con cajas de volumen variable y equipo paquete de Volumen de aire (VAV) variable enfriado por agua:

**Figura 15:** Esquema de unidad manejadora VAV



Fuente: [www.airtradecentre.com](http://www.airtradecentre.com)

## **Unidades de medición de Capacidades en Aire Acondicionado:**

- **BTU/Hr:** Calor necesario para elevar 1°F a una libra de agua en una hora (sistema Ingles)
- **Kcal/Hr:** Calor necesario para elevar 1°C a un Kg. de agua en una hora (sistema europeo)
- **TR (Tonelada de refrigeración):** Cantidad de calor necesario para lograr la fusión de una tonelada agua de fase solido a líquido a 32°F en un periodo de 24 Hrs.
- **Watts:** Unidad del sistema internacional equivalente a 3.41 BTU/Hr.

Para especificar la capacidad de los equipos relativamente pequeños (hasta 60,000 BTU/Hr) se utiliza BTU/Hr y para capacidades mayores la tonelada de refrigeración (TR):

$$01 \text{ TR} = 12,000 \text{ BTU/Hr.} = 3,024 \text{ Kcal/Hr.} = 3,520 \text{ Watts.}$$

## **SUPERVISIÓN DE OBRAS:**

No existe empresa o actividad que pueda tener éxito sin una adecuada supervisión a todos los niveles, los mejores programas y proyectos se convierten en simples documentos de archivo o fracaso, si no existe una supervisión eficaz que permita ejecutarlos. La supervisión de obra puede ser un factor determinante tanto para el éxito, como para el fracaso de un proyecto. Un numero grande de problemas de operación o servicio en las construcciones no son atribuibles a deficiencias del diseño o de los materiales, sino principalmente, al mal desempeño de la supervisión.

## **Concepto de Supervisión:**

Según la Real Academia Española de la Lengua, “Supervisar es ejercer la inspección superior en determinados casos”.

En consecuencia, Supervisar es ejercer la inspección de trabajos efectuado por otros, siendo una de las herramientas usadas para ejercer la dirección en la ejecución de un determinado proyecto y se basa en un ciclo de cuatro funciones principales: Planeamiento, Organización, Ejecución y control.

## **Perfil del Supervisor de Obras de Aire Acondicionado:**

El trabajo de supervisión, como cualquier labor desempeñada por los ingenieros en campo requiere de tres tipos de competencias:

- Técnicas.
- Habilidades interpersonales.
- Valores y actitudes positivas.

El concurso de estas tres competencias dependerá su desempeño integral como supervisor, entendiéndose que cumplir con los objetivos del proyecto también involucra costos sociales y relaciones humanas.

## **Competencias Técnicas:**

Por lo general, únicamente se solicitan competencias técnicas a los aspirantes a un puesto de supervisión, y estas son las que se evalúan por el área de recursos humanos. Entre las competencias necesarias para supervisor de aire acondicionado se pueden mencionar las siguientes:

- Experiencia en el rubro.

- Conocimientos de Materiales y procedimientos de Instalación.
- Lectura de planos y conocimiento básico de AutoCAD.
- Conocimiento básico de Excel y MS Project.

De acuerdo a mi experiencia puedo indicar en forma general que el aire acondicionado es una carrera de aplicación de la ingeniería, es decir el profesional que se dedica a esta disciplina deberá tener además de las competencias descritas, conocimientos básicos de termodinámica, mecánica de fluidos, transferencia de calor, turbo máquinas, mecanismos, electrónica y electricidad.

### **Habilidades Interpersonales:**

El principal recurso que un supervisor administra es el humano; por lo que las habilidades que se requieren para entablar y cultivar las relaciones no deben soslayarse, ya que éstas juegan un papel importante en el ejercicio de la supervisión. El supervisor y/o Residente juega el rol de la máxima autoridad en la obra, sin embargo, el llevar un casco de un color diferente (blanco), no es suficiente para que ejerza de manera efectiva ese papel. En la medida que el supervisor colabore con su equipo humano dictando órdenes atinadas y oportunas se convertirá en su líder y tendrá menos dificultades al ejercer su autoridad.

En general, el supervisor debe desarrollar habilidades en el manejo de conflictos y para interactuar en forma efectiva con todas las personas que intervengan o tengan injerencia en el proyecto como supervisores de otros sistemas o subsistemas, personal de otros departamentos dentro de la empresa, vecinos de

la obra, proveedores, vendedores, prestadores de servicio, funcionarios del gobierno, sindicato, etc.

### **ÉTICA VALORES Y ACTITUDES:**

El fracaso en la supervisión de un proyecto de aire acondicionado y en general se consideró que para cualquier otro proyecto no se da únicamente por incompetencia técnica o por fallas en la interacción humana, sino también por el desapego a la ética profesional.

En nuestro país se está hablando mucho últimamente sobre la corrupción lo cual involucra directa e indirectamente a las tareas de supervisión inclusive se habla de fallas estructurales en obras que se atribuyen a la falta de supervisión o supervisión inadecuada y de responsabilidad, e incluso ponen en duda la honradez de los supervisores y esto obviamente se debe a la falta de valores, como la lealtad y la fidelidad el supervisor debe evitar recibir favores personales, obsequios, invitaciones, etc. del personal de su entorno.

### **Clasificación de las actividades de supervisión de Obras:**

En base a la experiencia, la supervisión de una obra en general y específicamente las de sistemas de Aire Acondicionado, se pueden clasificar en las siguientes etapas:

1. Actividades previas al inicio de Obra.
2. Actividades durante la ejecución de Obra.
3. Actividades de recepción y liquidación de Obra.

## 2.2 DESCRIPCION DE ACTIVIDADES DESARROLLADAS

### 2.2.1 Cargo y Proyectos Ejecutados

A continuación, detallo mi participación en las principales obras ejecutadas en la Empresa Gutiérrez Castillo Ingenieros SAC, durante los años 1999 al 2013:

- Suministro e Instalación del Sistema de Aire Acondicionado para **Hotel Marriot** (Lima) – Graña y Montero S.A. (Año: 1999).  
**Cargo:** Ing. Residente de Obra.
- Sistema de Calefacción y ventilación para nuevas oficinas MINERA YANACOCHA (Año: 2000/2001).  
**Cargo:** Ing. Residente de Obra.
- Sistema de Aire Acondicionado Embajada **de Alemania** (Año: 2002).  
**Cargo:** Supervisor de obra.
- Sistema de Aire Acondicionado para diferentes áreas de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas - **UPC** (Año: 2003-2004).  
**Cargo:** Supervisor de obra.
- Sistema de Aire Acondicionado para las Oficinas del Edificio de Servicios **San Fernando – Chancay** – Sigral (Año: 2003).  
**Cargo:** Supervisor de obra.
- Sistema de Aire Acondicionado para el **Instituto de Glaucoma y Catarata** – (Año: 2003).  
**Cargo:** Supervisor de obra.
- Reparación del sistema de Aire Acondicionado de la Central Hidroeléctrica Campo Armiño – **Electro Perú S.A.** (Año: 2003).

**Cargo:** Supervisor de obra.

- Sistema de Aire Acondicionado para diferentes áreas de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas - **UPC** (Año: 2004).

**Cargo:** Supervisor de obra.

- Sistemas de Aire Acondicionado para el Almacén de **Clements Peruana S.A.** (Año: 2004).

**Cargo:** Supervisor de obra.

- Sistema de Aire Acondicionado para Resonancia Magnética de **CIMEDIC** con Amezaga Arellano S.A.C. Ingenieros (Año: 2004)

**Cargo:** Jefe de Obra

- Sistema de Aire Acondicionado para el edificio de Oficinas y Clínica, Sociedad **Minero Cerro Verde S.A.A.** con Sigral S.A. (Año: 2005).

**Cargo:** Ing. Residente de Obra.

- Sistema de Aire Acondicionado **Etevensa**, GyM S.A. (Año: 2005 - 2006).

**Cargo:** Supervisor de Obra.

- Sistema de Aire Acondicionado para la agencia San Isidro de la ciudad de Lima de **La Caja Municipal de Ahorro y Crédito de Trujillo S.A.** (Año: 2006).

**Cargo:** Supervisor de Obra

- Rociado de Agua sobre los Minerales – camas de fusión DOE RUN – LA OROYA, con **ARSAC** Contratistas Generales (Año: 2006).

**Cargo:** Supervisor de Obra

- Sistema de Aire Acondicionado y ventilación para el Proyecto Gold Mill MINERA YANACOCHA con **Sigral S.A.** (Año: 2007).

**Cargo:** Supervisor de Obra.

- Sistema de Aire Acondicionado para la Agencia del BANCO INTERBANK Real Plaza – Trujillo con **Urbi Propiedades S.A.** (Año: 2007).  
**Cargo:** Supervisor de Obra.
- Suministro e instalación del sistema HVAC del Edificio Pipe Fabrication Shop, Large Bore Fabrication y Welter Training Building - PAMPA MELCHORITA con **Signal S.A.** (Año: 2007).  
**Cargo:** Supervisor de Obra.
- Suministro e instalación del Sistema de Aire Acondicionado Proyecto Miraflores – Piura – Tumbes **ASPERSUD** (Año 2008).  
**Cargo:** Supervisor de Obra.
- Sistema de Ventilación de la Tienda Independencia – **Maestro Home Center S.A. – Plaza Lima Norte.** (Año 2009).  
**Cargo:** Supervisor de Obra
- Suministro e instalación de Precipitador de Grasa, Extractor de Grasa y Bomba de Lavado para tienda Otto Grill C.C. Larco Mar - **Parrilladas Peruanas S.A.** (Año 2009)  
**Cargo:** Supervisor de Obra
- Sistema de Extracción de Grasa para tienda C.C. China Wok Larco Mar – **Alert del Perú S.A.** (Año 2009).  
**Cargo:** Supervisor de Obra
- Sistemas de Ventilación y Calefacción en Vestuarios primera y segunda etapa de la Unidad Huaron, **Pan American Silver S.A. Mina Quiruvilca** (Año 2009).  
**Cargo:** Supervisor de Obra

- Suministro e instalación Aire Acondicionado Maintance Work Shope – Ware House Pampa Melchorita – **Signal S.A.** (Año 2009).

**Cargo:** Supervisor de Obra

- Sistema de Aire Acondicionado para la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas – **UPC** - Pabellón H – Pisos 3, 4 y 5 (Año: 2009).

**Cargo:** Supervisor de Obra

- Suministro e instalación del sistema de Climatización para Edificio de Cuarto de Control y Taller de mantenimiento – BAYOVAR PIURA – **Signal S.A.** (Año 2010).

**Cargo:** Supervisor de Obra.

- Suministro e instalación del sistema de Climatización para Edificios de Cuarto de Control y Laboratorio Químico Metalúrgico – BAYOVAR PIURA – **EMSA S.A.** (Año 2010).

**Cargo:** Supervisor de Obra.

- Suministro e instalación del sistema de Aire Acondicionado y Ventilación mecánica para Plaza Vea Piura – **Supermercados Peruanos S.A.** (Año 2011).

**Cargo:** Supervisor de Obra.

- Sistema de Ventilación Mecánica para Plaza Vea San Miguel (Leopardo) – **Supermercados Peruanos S.A.** (Año 2010 - 2011).

**Cargo:** Supervisor de Obra.

- Sistema de Aire Acondicionado y Ventilación para la Universidad UCAL de **GyM S.A.** (Año: 2011 - 2012).

**Cargo:** Supervisor de Obra

- Servicio especializado para supervisar la ejecución de suministro, instalación, pruebas y puesta en servicio de equipos y accesorios para la ampliación del sistema de aire acondicionado y ventilación en el Edificio de Oficina Principal de **Petroperú S.A.** (Año: 2011 - 2012).

**Cargo:** Supervisor de Obra

- Sistema de Aire Acondicionado y extracción de aire para la Cocina del Centro de Capacitación Misional Lima – **La Asociación Peruana de la Iglesia de Jesucristo de los Santos de los Últimos Días** (Año: 2011 - 2012).

**Cargo:** Supervisor de Obra

- Sistema de Aire Acondicionado para los Pisos 3, 4 y Comedor del Edificio Calle 21 – **Viettel Perú S.A.C.** (Año: 2012).

**Cargo:** Supervisor de Obra

- Sistema de Aire Acondicionado y Reubicación de equipos para la Universidad Peruana del Norte – **Laur Inmobiliaria S.R.L.** (Año: 2012).

**Cargo:** Supervisor de Obras.

- Por el Sistema de Presurización y Ventilación de Escaleras para el Edificio del Proyecto Bello Horizonte, ubicado en la Av. La Paz 2129, Urb. Miramar - San Miguel – **Paz Centenario S.A.** (Año 2012).

**Cargo:** Supervisor de Obra

- Sistema de Aire Acondicionado para Clínica Primavera - **Clínica Primavera S.A.** (Año: 2012).

**Cargo:** Supervisor de Obra.

- Sistema de Aire Acondicionado en los Sótanos del Edificio Calle 21– **Viettel Perú S.A.C.** (Año: 2012).

**Cargo:** Supervisor de Obra.

- Suministro e Instalación de Extracción de Monóxido de Carbono y Ventilación para la obra Los Parques del Agustino II – **Viva GyM S.A.** (Año: 2012 - 2013).

**Cargo:** Supervisor de Obra.

- Sistema de Aire Acondicionado y Ventilación Mecánica para Plaza Vea Zancudo (San Borja) – **Supermercados Peruanos S.A.** (Año 2012 - 2013).

**Cargo:** Supervisor de Obra.

- Sistema de Aire Acondicionado y Ventilación Mecánica para Plaza Vea Rímac – **Supermercados Peruanos S.A.** (Año 2012 - 2013).

**Cargo:** Supervisor de Obra.

- Sistema de Extracción de Grasa para Locales Comerciales Sofá Café, Charlotte y La Esquina – Proyecto Edificio Atelier - Barranco – **Paz Centenario S.A.** (Año: 2013).

**Cargo:** Supervisor de Obra.

- Sistema de Aire Acondicionado, Ventilación y Extracción de Grasa para el Centro Comercial San Borja – **Inversiones San Borja S.A.C.** 2013.

**Cargo:** Supervisor de Obra.

- Suministro e instalación del sistema de calefacción para el Vestuario Segunda Etapa de Obreros Mina Huarón – **Pan American Silver Huarón S.A.** (Año: 2013).

**Cargo:** Supervisor de Obra.

- Sistema de Aire Acondicionado para el Albergue del Tempo de Aspersiones - **Kallari Contratistas S.A.C.** (Año: 2012 - 2013).

**Cargo:** Ingeniero Residente.

### **2.2.2 Funciones desempeñadas:**

- Recepción, revisión y estudio de Expedientes Técnicos.
- Elaboración de consultas, metrados, presupuesto, plan de trabajo, plan de compras, cronogramas y otros documentos exigidos por el proyecto.
- Replanteo de planos en sitio y elaboración de planos de obra con asistencia del cadista.
- Selección de contratistas y negociación de condiciones, así como la elaboración de los contratos correspondientes.
- Coordinación de permisos, seguros, exámenes, médicos y toda la documentación del personal exigidos por los proyectos.
- Inicio de actividades de campo, monitoreo y control de calidad de los trabajos.
- Constante comunicación, coordinación y reuniones con la supervisión y con los representantes de las demás especialidades.
- Elaboración de protocolos, Planos As build, expediente de calidad final y cierre de obra.
- Reingeniería y revisión de proyectos.
- Replanteo, levantamiento de Instalaciones HVAC.
- Auditoria energética y de operatividad.
- Mediciones, Regulación y Balance de parámetros de operatividad de sistemas y elaboración de protocolos correspondientes.
- Supervisión de servicios de Mantenimiento preventivo y correctivo.
- Asesoría en mejoras y ampliaciones postventa.

### **III. APORTES REALIZADOS**

#### **3.1 Análisis y Evaluación del proyecto**

##### **Descripción del tema**

El informe está enfocado a explicar y evidenciar, las competencias técnicas, que se utilizaron en la supervisión de obras referidas a aire acondicionado y ventilación mecánica, que incluyeron la implementación y ejecución desde el inicio hasta el término de esta.

Se expone la supervisión de ejecución de la obra “Sistema de aire acondicionado y ventilación para el albergue del Templo de Lima” con refrigeración indirecta, es decir sistemas de agua helada por ser la más utilizada en nuestro país y donde se centra la mayor experiencia como supervisor adquirida y que se puede tomar como referencia o modelo a seguir también, para cualquier otro sistema similar.

##### **Antecedentes**

La historia muestra, de una u otra forma desde que el hombre apareció ha llevado a cabo la supervisión de todos los trabajos ejecutados, pero ha sido en las últimas décadas donde se le ha dado la importancia realmente merecida, reconociéndose profesionalmente principalmente en los ámbitos de la ingeniería.

Particularmente en nuestro país, en lo concerniente a ejecución de proyectos de aire acondicionado y ventilación mecánica, es desde la década de los 90, que se viene implementando con mayor énfasis, una supervisión específica en este rubro, como consecuencia del crecimiento económico que va de la mano con la

construcción y de infraestructura necesaria básicamente en centros comerciales, edificios empresariales y otros. Es en este contexto que la ejecución de obras de instalación de sistemas de Aire Acondicionado de mediana y gran capacidad demanda actualmente una administración gerencial especializada; los ingenieros encargados de supervisar estas obras deben poseer la experiencia, los conocimientos y habilidades necesarias para satisfacer el grado de exigencia y sofisticación actual.

### **Planteamiento del problema**

¿De qué manera se evita y/o corrige las desviaciones frecuentes que normalmente se dan en los procesos de ejecución de obras de Aire Acondicionado, básicamente en lo que se refiere a los recursos económicos, incumplimiento de cronogramas y especificaciones técnicas, lo que finalmente se ve reflejado en las utilidades y tiempo planificado para los proyectos, así mismo la consecuente insatisfacción de los clientes y/o usuarios finales?

Todo esto está ligado básicamente a una inadecuada supervisión de obra, en los procesos administrativos y constructivos por parte de la empresa, es decir no cuentan y/o aplican procedimientos adecuados para poder establecer una supervisión eficaz, se describe en este informe procedimientos y métodos básicos en la supervisión de obras de Aire Acondicionado que se han sido aplicados en campo con resultados aceptables.

### **Justificación**

El Aire Acondicionado es una especialidad que en el Perú ha tenido un crecimiento muy dinámico en las últimas tres décadas, impulsada entre otros

factores por el incremento del sector construcción; siendo este pujante sector uno de los motores de la economía, su dinamismo involucra directa e indirectamente a varias especialidades entre ellas el aire acondicionado, para cuya ejecución de mediana y de gran capacidad demandan actualmente una administración gerencial especializada; el Supervisor/residente encargado de estas obras debe poseer los conocimientos y habilidades necesarias para satisfacer el grado de exigencia y sofisticación actual, para culminar satisfactoriamente las instalaciones correspondientes a su cargo.

Desde el punto de vista didáctico, se considera que este informe puede ser utilizado como una herramienta al alcance de los futuros Ingenieros que decidan desempeñar el cargo de Supervisor y/o Residente de obra de proyectos de Aire Acondicionado y ventilación Mecánica, entendiéndose que también podría ser aplicado en otros sistemas similares.

### **Alcance del Proyecto:**

Considerando que el contrato firmado con el cliente fue del tipo EPC (Engineering, Procurement and Construcción), la ejecución del proyecto contempló toda la ingeniería, el suministro de equipamiento, materiales e instalación correspondiente.

Los suministros e instalaciones fueron desarrollados según contrato y teniendo en cuenta el cumplimiento de la siguiente documentación:

- Presupuesto aprobado.
- Memoria Descriptiva.
- Especificaciones Técnicas.
- Planos aprobados.

## **Documentación y Normatividad:**

El expediente técnico para la ejecución del proyecto constó de los siguientes documentos:

- Contrato.
- Memoria Descriptiva.
- Especificaciones Técnicas y Normatividad.
- Planos aprobados
- Cronograma del Proyecto.
- Presupuesto aprobado.
- Consultas y absolución de Consultas.
- Hojas de Datos (data sheet) de los equipos suministrados.

## **MEMORIA DESCRIPTIVA DE LA OBRA EJECUTADA**

El proyecto ejecutado se refiere al sistema de climatización para el Albergue del Templo de Lima, ubicado en la Av. Javier Prado 750, Lote E-2, Urb. Santa Patricia II Etapa, Distrito de la Molina, Lima. Para el desarrollo del presente Proyecto se ha tenido en cuenta las normas y procedimientos de la ASHRAE, experiencia local, datos de temperatura - humedad del Senamhi para la Ciudad de Lima y Planos de Arquitectura.

Para el Albergue del Templo de Lima se ha instalado un sistema de aire acondicionado del tipo de recirculación de agua fría el cual funciona de la siguiente manera:

En la azotea del edificio está ubicado la planta de enfriamiento de agua,

compuesta por el enfriador de agua (chiller) y las electrobombas.

El chiller enfría el agua, la cual es recirculada a las unidades enfriadoras de aire (fan coil) por medio de las electrobombas.

Las unidades enfriadoras de aire están ubicadas dentro de los falsos techos, en estos equipos el aire es enfriado y deshumedecido al pasar por el serpentín de enfriamiento el cual recibe el agua fría desde el chiller.

El aire una vez enfriado y deshumedecido en los fan coil es distribuido en los ambientes por medio de una red de ductos, difusores y rejillas.

La renovación de aire en los ambientes necesario para la eliminación de olores, humos y bacterias se realiza por los baños y campanas se realiza la extracción de aire y el ingreso de aire fresco por un ducto de mampostería vertical que interconecta los falsos techos con la azotea, los fans coil toman el aire fresco desde el plenum formado por el techo y falso techo.

Los apartamentos del tercer piso cuentan con calefacción por medio de resistencias eléctricas en los ductos de suministro de aire.

El proyecto también comprendió la extracción de grasas de la cocina del primer piso, el suministro e instalación de la campana de extracción fue por cuenta del que equipó de la cocina.

Los talleres del sótano cuentan con ventilación mecánica.

Para los depósitos del sótano se ha instalado un sistema de aire acondicionado independiente al sistema de aire acondicionado con recirculación de agua fría, esto porque estos depósitos necesitan un acondicionamiento las 24 horas del día los 365 días del año, el sistema que se aplica es el de equipos tipo Split con gas refrigerante y con control de humedad por medio de resistencias eléctricas.

Como consideración básica, estas especificaciones y normas fueron considerados como requisitos mínimos que se debió cumplir por el instalador en lo referente a fabricación, montaje, instalación, calidad de materiales, capacidad y tipo de equipos y en general de todos los elementos necesarios para la correcta instalación del sistema.

Asimismo, se consideró que estas especificaciones describen solamente los aspectos más importantes de las instalaciones, sin entrar en especificaciones precisas de elementos menores.

Como instaladores fuimos responsables de la óptima ejecución de los trabajos en adelante descritos, y de conservar las mejores reglas del arte en aquellos puntos que no estén especialmente descritos. Así también incluimos en nuestra propuesta todo aquello que aun cuando no sea mencionado, era indispensable para el funcionamiento de la instalación. Para la ejecución de los trabajos se utilizó mano de obra calificada, herramientas adecuadas y la dirección técnica de un Ingeniero Mecánico Colegiado en la especialidad.

Los suministros y trabajos ejecutados incluyeron, pero no limitados a lo siguiente:

- Suministro e Instalación de todos los equipos y accesorios que aparecen en los planos y/o solicitan en las presentes especificaciones técnicas, completos con todos los elementos que sean requeridos para su correcta y normal operación, aun cuando no están mostrados en los planos ni se describan en las especificaciones.
- Amortiguadores anti vibratorios especiales para cada equipo (en cantidad y ubicación).
- Suministro e instalación de las tuberías para la recirculación del agua helada y su aislamiento.
- Suministro e instalación del sistema de refrigeración para los equipos Split
- Suministro e instalación de ductos de plancha galvanizada y fiero negro

- Suministro e instalación del aislamiento de los ductos
- Suministro e instalación de difusores y rejillas
- Conexión eléctrica y drenaje de todos los equipos.
- Conexión eléctrica de los controles.
- Pruebas, regulaciones y balance de todos los sistemas.

Normas y Códigos:

En la ejecución de los trabajos de instalación, se tuvieron en cuenta las siguientes normas y códigos:

- ASHRAE (American Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineers)
- SMACNA (Sheet metal and Air Conditioning Contractors National Association, Inc.)
- ASA (American Standard Association)
- ASTM (American Society for Testing Materials)
- ASME (American Society of Mechanical Engineers)
- Los códigos y regulaciones nacionales sobre estas instalaciones en particular.
- Las regulaciones de cualquier otra autoridad que tenga jurisdicción sobre estas instalaciones en particular.

Parámetros de Diseño:

El cálculo de la ganancia térmica fue realizado en base a los siguientes parámetros:

a) Condiciones exteriores máximas verano:

Temperatura de bulbo seco = 29.4 °C (85 °F)

Temperatura de bulbo húmedo = 23.8 °C (75 °F)

b) Condiciones interiores:

Temperatura de bulbo seco = 23.8 °C (75 °F)

Humedad relativa en depósitos = 50 %

Humedad relativa en otros ambientes = no controlada

c) Fluctuación de las condiciones interiores:

Temperatura de bulbo seco =  $\pm 2$  °F

Humedad Relativa en depósitos =  $\pm 5\%$

d) Número de Personas:

Sótano. Deposito Misioneros = 01 personas

Sótano. Deposito Hospedaje = 01 personas

Sótano. Deposito Centro Distribución = 01 personas

Sótano. Deposito Ropa Blanca = 01 personas

Sótano. Centro Distribución = 01 personas

Sótano. Oficina de mantenimiento = 03 personas

Sótano. Historial Familiar = 13 personas

Sótano. Lavandería Central = 02 personas

Sótano. Corredor = 06 personas

1 piso. Comedor = 100 personas

1 piso. Centro juvenil = 14 personas

1 piso. Cunas = 03 personas

1 piso. Lobby = 72 personas

1 piso. Oficina = 02 personas

1 piso. Apartamento Administrativo = 09 personas

1 piso. Dormitorio = 01 personas

2 piso. Apartamento Visitante = 05 personas

2 piso. Apartamento de Parejas = 02 personas

2 piso. Corredor = 08 personas

2 piso. Lavandería = 03 personas

2 piso. Estar de visitantes = 15 personas

3 piso. Apartamento de Misionero = 05 personas

3 piso. Dormitorio = 01 personas

3 piso. Lavandería = 03 personas

- 3 piso. Corredor = 08 personas
- 3 piso. Estar para Misioneros = 15 persona

e) Caudales de renovación aire según ANSI/ASHRAE Standard 62.1- 2004:

- Sótano. Deposito Misioneros = 03 cambios/hora
- Sótano. Deposito Hospedaje = 03 cambios/hora
- Sótano. Deposito Centro Distribución = 03 cambios/hora
- Sótano. Deposito Ropa Blanca = 04 cambios/hora
- Sótano. Centro Distribución = 03 cambios/hora
- Sótano. Oficina de mantenimiento = 03 cambios/hora
- Sótano. Historial Familiar = 02 cambios/hora
- Sótano. Lavandería Central = 15 cambios/hora
- Sótano. Corredor = 1.5 cambios/hora
- 1 piso. Comedor = 10 CFM/persona
- 1 piso. Centro juvenil = 10 CFM/persona
- 1 piso. Cunas = 10 CFM/persona
- 1 piso. Lobby = 10 CFM/persona
- 1 piso. Oficina = 02 cambios/hora
- 1 piso. Apartamento Administrativo = 01 cambios/hora
- 1 piso. Dormitorio = 02 cambios/hora
- 2 piso. Apartamento Visitante = 01 cambios/hora
- 2 piso. Apartamento de Parejas = 01 cambios/hora
- 2 piso. Corredor = 02 cambios/hora
- 2 piso. Lavandería = 15 cambios/hora
- 2 piso. Estar de visitantes = 02 cambios/hora
- 3 piso. Apartamento de Misionero = 01 cambios/hora
- 3 piso. Dormitorio = 1.5 cambios/hora
- 3 piso. Lavandería = 20 cambios/hora
- 3 piso. Estar para Misioneros = 02 cambios/hora

f) Ganancia de calor por personas (sensible / latente):

- Depósitos, Oficinas y lavanderías = 250 btu/h / 200 btu/h
- Lobby, Cunas, Centro Juvenil = 250 btu/h / 200 btu/h
- Apartamentos, Dormitorios, Corredor = 250 btu/h / 200 btu/h
- Comedor = 275 btu/h / 275 btu/h

g) Iluminación:

- Todos los ambientes = 20 Watts/m<sup>2</sup>

h) Equipos:

Oficinas, Cunas, Centro Juvenil, Estar = 300 watts

Historial familiar = 3900 watts

Apartamentos 2 piso = 300 watts

Apartamentos 3 piso = 500 watts

Dormitorio 3 piso = 300 watts

Lavandería = 7000 watts.

i) Ventilación:

Baños = 20 cambios / hora.

Limpieza = 15 cambios / hora.

Talleres, Equipos Mecánicos y Electricidad= 10 cambios / hora.

j) Datos Constructivos:

Coeficiente de conducción de pared = 0.35 Btu/h.°F.pie<sup>2</sup>

Coeficiente de conducción de piso = 0.35 Btu/h.°F.pie<sup>2</sup>

Coeficiente de conducción del vidrio = 1.00 Btu/h.°F.pie<sup>2</sup>

Factor de sombra del vidrio = 0.70

Coeficiente de conducción del techo = 0.15 Btu/h.°F.pie<sup>2</sup>.

## **ESPECIFICACIONES TÉCNICAS APLICADAS**

Las especificaciones técnicas son los documentos con los cuales se definieron y se especificaron las características constructivas, físicas, materiales, normas, certificaciones que debieron cumplir los equipos y materiales, además de las exigencias y procedimientos empleados y aplicados en todos los trabajos de suministro y ejecución de la obra.

A continuación, se presenta las especificaciones técnicas que se aplicaron en la ejecución de la Obra "Sistema de Aire Acondicionado y Ventilación Mecánica para el Albergue del Templo de Lima.

### **ENFRIADOR DE AGUA (CHILLER)**

Esta unidad cuenta de una sola envoltura en donde están incluidos los compresores, evaporador, condensador y ventiladores del condensador.

Todas las secciones modulares que componen el gabinete integral de la unidad están contruidos con plancha de fierro galvanizado pesado (heavy gauge), en forma de paneles removibles para permitir reparaciones y mantenimiento; las secciones modulares estarán adecuadamente reforzadas por medio de estructuras metálicas, conformada por angulares o canales de fierro galvanizado, que garanticen la solidez y rigidez de la unidad.

Toda la estructura de refuerzo y planchas que conforman las diferentes secciones modulares del gabinete y sus accesorios componentes están protegidos contra la corrosión por medio de limpieza química, fosfatado y pintura al horno de todas las piezas metálicas.

**Compresores:**

Son de tipo Scroll de accionamiento directo por motor a 1750 RPM y Cuentan con calentador de cárter.

Estarán provistos de sensores de sobrecarga y con relay de protección de sobrecarga en cada devanado de motor y en cada una de las tres fases respectivas.

Los compresores están montados sobre amortiguadores de vibración con una eficiencia de aislamiento de 95%.

**Evaporador:**

El evaporador es del tipo carcasa con tubos y dos (2) circuitos de refrigeración independientes

El casco está fabricado con planchas de acero al carbón; los tubos son de cobre sin costura directamente expandidos en los cabezales, cuentan con unos

elementos internos para aumentar la superficie de intercambio y generar turbulencia con lo que se consigue aumentar la transferencia de calor.

El evaporador está construido de acuerdo al código ASME – sección VIII, para recipientes a presión no inflamables, diseñado para la presión de trabajo de 225 PSIG en el lado del refrigerante y de 150 PSIG en el lado del agua con pruebas hidráulicas según normas.

El evaporador está aislado exteriormente con aislamiento térmico  $\frac{3}{4}$ " de espesor de cloruro de polivinilo.

**Condensador:**

El serpentín del condensador está conformado por tubos de cobre sin costura y aletas de aluminio mecánicamente unidos., con dos (2) circuitos de refrigeración independientes.

Los ventiladores son del tipo helicoidal de descarga vertical y silenciosa, balanceados estática y dinámicamente; poseen rodamientos de lubricación permanente, acoplados directamente a su motor eléctrico el cual cuenta con protección térmica por sobrecalentamiento de las bobinas del motor.

Componentes del Circuito de Refrigeración:

Amortiguador de ruido en la línea de gas caliente.

- Una válvula Shut Off en la línea de líquido.
- Válvula Shut Off en la succión y descarga del compresor.
- Filtro secador del tipo con elemento reemplazables.
- Indicador líquido y humedad.
- Válvula de alivio.

Válvula de expansión electrónica impulsada por un motor lineal de etapas que es gobernado por microprocesador.

**Tablero de Protección y Control:**

Está compuesto por:

Microprocesador.

Borneros de protección para fuerza y control.

Interruptor de control ON/OFF.

Control de capacidad basado en la temperatura de salida del agua fría.

Protección por pérdida de la carga de gas refrigerante.

Protección por bajo flujo de agua.

Protección por baja temperatura de agua.

Presostato de alta y baja presión regulable.

Protección contra falta de voltaje, pérdida de fase y desbalance de fases.

Protección por baja presión de aceite.

Arrancador magnético tipo Directo para los compresores (ventiladores).

Transformador para los controles.

Relé térmico para los motores.

Retardadores de arranque para los compresores.

**Refrigerante:**

El refrigerante empleado es el R 410 A

Eficiencia: 10.0

**Servicio y Puesta en Marcha:**

Para el servicio de puesta en marcha fue con mi participación y de 01 técnico entrenado en fábrica con experiencia en este tipo de máquinas.

Como supervisor encargado de la obra verifiqué y confirmé la instalación para la puesta en marcha. La conexión de los enfriadores y su puesta en marcha se efectuó durante el período de garantía de la fábrica.

La verificación de las instalaciones se realizó en el terreno y constó de las siguientes labores:

Pruebas de presión para verificar ausencia de filtraciones.

Chequeo de todos los circuitos de fuerza y control.

Pruebas en vacío de todos los elementos de seguridad.

Verificación y calibración de todas las regulaciones tales como presostatos, termostatos, protecciones de consumo eléctrico, etc.

La puesta en marcha del sistema propiamente como tal, se efectuó por un período de operación de una semana.

Certificaciones:

Las certificaciones mínimas que deben tener el equipo son:

- ARI 550 / 590
- UL

Amortiguadores de Vibración

Los equipos se suministraron e instalaron con los respectivos amortiguadores de vibración recomendado por el fabricante

Las uniones de tuberías, tanto mecánicas como eléctricas, se realizaron por medio de amortiguadores de presión flexibles del tipo metálico o de goma, para una presión de trabajo mínima de 1.5 veces la presión de las redes y de un largo tal que permitan, sin esfuerzos la absorción de movimiento del equipo en operación.

Unidad Enfriadora de Aire - Fan Coil:

Cada unidad enfriadora de aire llegó totalmente equipada en fábrica, lista para funcionar una vez instalada.

La unidad está fabricada y probada de acuerdo con las normas internacionales vigentes tales como ASHRAE, AMCA o similar vigentes. Construcción de fácil reemplazo de las partes, debiéndose realizar pruebas estrictas en fábrica de acuerdo con las normas.

Las unidades son del tipo horizontal sin gabinete, con caja Plenum, para instalarse dentro del falso techo, del tipo conocido como "Furred in ceiling".

La unidad de refrigeración está compuesta básicamente por una unidad de ventilación dúplex, accionados por motor eléctrico, un serpentín de enfriamiento con agua helada, en un gabinete de acero galvanizado.

Los ventiladores son tipo centrífugo de doble aspiración, tipo siroco, con aletas curvadas hacia el frente, de bajo nivel de sonido de NC 40 máximo, auto balanceado y de acoplamiento directo al eje.

El motor eléctrico de tres velocidades, fue construido según estándar NEMA, para conectarse a la red de 220V - 60Hz - 1 o 3 fases, 1750 RPM máximo cuya potencia es mayor al BHP requerido por el ventilador. Tiene protección interna por sobre corriente y reset automático.

El serpentín de enfriamiento está construido con tubos de cobre sin costura y aletas de aluminio, para un flujo de agua a razón de 2.4 GPM. Por tonelada de refrigeración y temperatura de ingreso de agua de 44°F. Conexiones roscadas exteriormente, con extensión para válvula de dos vías.

La unidad cuenta con bandeja de recolección del agua condensada de plancha galvanizada aislada o ABS (Plástico Interior Aislado).

El filtro de aire es sintético del tipo lavable, de 35%, fácilmente removible, dentro del plenum de retomo posterior.

El acabado de ventiladores, estructura, compuertas y gabinete son con dos manos de pintura anticorrosivas y acabado de esmalte.

Se suministró asimismo las conexiones eléctricas, en conductores THW. Y con tubería de fierro galvanizado. Cuenta una caja de borneras debidamente accesible, ordenada y con los cables peinados.

La caja plenum fue construida de plancha galvanizada de un espesor de 0.6 mm, interiormente viene aislada con planchas de duct Liner de 1" de espesor y densidad 3 lb/pies<sup>3</sup>, adherida a la plancha con pegamento (terokal) fijadores metálicos de clavo galvanizado, con una separación de acuerdo a las normas de SMACNA, adicionalmente se incluyó hojas técnicas, catálogos y especificaciones completas de los equipos, accesorios a instalarse, con las curvas de funcionamiento del ventilador. La información entregada por el fabricante incluyó, catálogos y manuales de operación y mantenimiento de cada componente, diseño y recomendaciones de montaje, catálogos y partes y lista completa de repuestos los que debe asegurar su suministro.

Adicionalmente se suministró los siguientes componentes:

Válvula de 2 vías.

Válvulas de servicio con un cuarto de vuelta a la entrada y salida de agua helada.

Conexión de drenaje.

Conexión eléctrica completa, con protección contra sobrecarga.

Soportes y colgadores

Circuit setter

## **Electrobombas para Agua Helada, Primaria y Secundaria:**

Las electrobombas son centrífugas, del tipo vertical:

- La caja de la bomba es de hierro fundido, probado a 1.5 veces la presión de trabajo del sistema.
- El impulsor de bronce del tipo que no se sobrecargan, debidamente balanceados.
- Los ejes y las mangas de los ejes son de acero inoxidable.
- Sello mecánico adecuados para el servicio y temperatura de trabajo, los sellos deben ser de limpieza automática, los sellos que van al interior de la caja de empaquetaduras tienen dispositivos especiales de limpieza.
- Las bombas cuentan con puertos de ventilación y purga en la parte superior e inferior de la voluta.
- Los motores pueden soportar sobrecarga al 25 % más allá del punto específico de rendimiento de la bomba.
- Conexiones: (ANSI – B 16.5 RF- clase 300).
- Los rodamientos deben ser del tipo de bolas extra fuerte, clase L10, apropiados para lubricación y están dentro de una envoltura a prueba de polvo y humedad (mínimo tiempo de vida 60,000 horas de funcionamiento).
- La selección de la bomba fue considerando no exceder el 85 % del tamaño máximo del impulsor.
- La bomba, el motor y la base están ensamblados y alineados en fábrica, con un acople flexible, capaz de absorber la vibración de torsión, se empleará entre la bomba y el motor y estará equipado con un guarda

acople, según se requiera. Se niveló cada unidad de acuerdo a las instrucciones del fabricante.

- El motor cumplió con las especificaciones NEMA y con el tamaño, medida y encerramiento indicado en los planos. La bomba y el motor vienen alineados de fábrica no obstante se realineo en campo, después de su instalación.
- El NPSH nominales fue de 20 pies de c.a, con una eficiencia de las electrobombas para agua helada de 80%, para un mayor ahorro energético.
- Los accesorios complementarios que se suministraron fueron de igual o mayor performance. El fabricante incluyó en su propuesta, catálogos y especificaciones completas de cada uno de los equipos, con las curvas de funcionamiento de la bomba.
- El fabricante cumplió proveer luego de la aceptación de la propuesta, catálogos y manuales de operación y mantenimiento de cada componente, diseño y recomendaciones de montaje, catálogos de partes:
- La Electrobomba poseer una placa de identificación de acero inoxidable, fijada en un lugar visible y de fácil acceso, conteniendo los siguientes datos gravados de forma indeleble:
  - Nombre del fabricante
  - Tipo y Modelo
  - Número de serie
  - Caudal
  - Altura dinámica total

- Rotación
- Las certificaciones mínimas que deben tener el equipo son:
- ANSI
- HI (Hydraulic Institute)
- UL

Accesorios para las electrobombas:

Válvula multipropósito

Válvula para medición del caudal de agua, son del tipo para instalación vertical, el cuerpo construido de fierro fundido, la glándula construida de bronce, vástago de acero inoxidable.

Certificación: UL

Difusor de Succión

El cuerpo construido de fierro fundido, con conexiones para brida, lleva tapa embrizada para limpieza, incluido filtro.

Certificación: UL

Tanque de Expansión

Es de forma cilíndrica, construida de plancha galvanizada de acuerdo a las normas ASME, para trabajar hasta una presión de 150 psig.

Certificación: UL

Juntas Flexibles

Para diámetros de 2 ½" y más, son goma sintética con refuerzos internos de acero y mallas de material sintético para presión de operación de 15 kg/cm<sup>2</sup>, con

bridas en acero fundido, según ANSI – B.16.5, provistos de tirantes, clase 250.

Certificación: UL

Separador de Aire:

Tiene forma cilíndrica, construido de acuerdo a norma ASME, para trabajar hasta una presión de 150 PSI, lleva interiormente un perforated stainless Steel air collector tube, en la parte inferior tiene una tapa embridada, incluida un colador de acero galvanizado.

Certificación: UL

Tablero para Arranque y Conmutación de Bombas:

Caja de plancha de fierro galvanizado de 1.2 mm. De espesor. La tapa es de una hoja y tiene su chapa con llave, se le aplicó pintura base zincromato y luego pintura color gris martillado.

El interior del gabinete lleva tres platinas de cobre con aisladores para la alimentación eléctrica, dos relés térmicos de sobrecarga y dos contactores, exteriormente en la tapa tiene las botoneras de arranque y parada. Los contactores están enclavados eléctricamente de tal manera que mientras un electro bomba está trabajando no puede entrar en funcionamiento el electro bomba en Stand-By.

En la tapa, exteriormente, lleva un selector manual-automático para operar las electrobombas en forma manual alternativamente o automáticamente alterne cuando falle una de ellas; si para esta función son necesarios contactores auxiliares éstos se incluirán dentro del gabinete.

Son una unidad para el control de 2 bombas que trabajarán alternadamente, si una falla se emitirá la señal de alarma respectiva y trabajará la otra unidad.

## **Variador de Frecuencia:**

El variador de frecuencia está diseñado para convertir tensión trifásica que varíe entre +/- 10% a 60 Hz, en tensión y frecuencia variables de salida. Suministrar una tensión de salida completa al motor, incluso a una tensión a una tensión de alimentación del -10%. La relación tensión/frecuencia es la adecuada para el control de velocidad de ventiladores centrífugos.

El variador de frecuencia regula la salida para adaptarla continuamente a la carga de corriente del ventilador y así minimizar el consumo de energía. El variador de frecuencia debe regular todos los tipos de motores estándar IEC o NEMA sin la carga y sin que la temperatura del motor exceda el valor habitual cuando está conectado a la red.

El variador de frecuencia puede controlar motores de distintos tamaños conectados en paralelo, y puede ser posible para una máquina durante su funcionamiento sin riesgo de desconexión. El variador funciona sin que el motor esté conectado, para su mantenimiento.

El fabricante suministró catalogo que testifica que ha sometido el variador a varias pruebas, incluyendo aquellas de carga de motor.

El variador de velocidad suministra al motor una corriente de forma sinusoidal y un flujo magnético totalmente circular para obtener el par completo del motor a la frecuencia nominal, sin que éste se caliente más que en condiciones de funcionamiento normal conectado a la red.

Se verificó los siguientes puntos:

Eficiencia mínima de 96% a 100% de carga y 92% a 20% de carga.

Tensión de entrada 200/220/230 V +/- 10% o 440/460/500 V +/- 10%

Temperatura ambiente durante operación de  $-10^{\circ}\text{C}$  a  $40^{\circ}\text{C}$ . Humedad relativa máxima de 95%

Frecuencia de salida de 0-132Hz

Tensión de salida trifásica ajustable de 0-100%

El torque de salida se limitó al 110% del torque nominal del motor para impedir daños a los equipos conectados.

El variador emite una advertencia o para el motor si éste se sobrecalienta. Esta función es parte integrante del convertidor de frecuencia. En consecuencia, no se necesitó un termistor en el motor.

El variador fue adecuado y configurado para control manual y a distancia.

Antes de la instalación se verificó que el variador no sufra daños si se da una señal de arranque sin que el motor esté conectado.

El panel de control es del tipo extraíble y puede funcionar hasta 3m de distancia del variador.

### **Unidad evaporadora (Hasta 5 ton):**

Sección evaporación

Cuenta básicamente de lo siguiente:

Ventilador centrífugo silencioso de doble o simple entrada con hojas inclinadas hacia adelante, balanceado estáticamente y dinámicamente.

Motor eléctrico de varias velocidades, cuyo eje ira unido directamente al ventilador por medio de un prisionero.

Serpentín de refrigeración y des humidificación de tubos de cobre sin costura y aletas de aluminio mecánicamente aseguradas.

Válvula de expansión termostática o tubo capilar.

Borneras de conexión y capacitor de arranque para el motor.

**Gabinete:**

Construidos en planchas de fierro galvanizado en forma de paneles removibles para permitir reparaciones y mantenimiento, éstos se encuentran adecuadamente reforzados por estructuras de fierro galvanizado. Toda la unidad está forrada interiormente con planchas de lana de vidrio de 1" de espesor, la lana será es de una densidad equivalente a 1.5 lb/pie<sup>3</sup>, y lleva además una capa de material adecuado (Neopreno o similar) en su superficie exterior, la lana de vidrio está adherida al gabinete por medio de un pegamento especial a prueba de agua. Este gabinete cuenta con una bandeja de drenaje que cubrirá toda el área de apoyo del serpentín de refrigeración, para recepcionar el agua del condensado.

Todas las planchas y perfiles que conforman las diferentes secciones modulares del gabinete y sus accesorios a excepción del serpentín, están protegidas contra la corrosión por medio de limpieza química, fosfatado y pintura al horno de todas las piezas metálicas. Se Incluyó filtros de malla de aluminio, de dos capas de ¼" de espesor.

**Unidad de condensación (Hasta 5 TR.):**

Constó básicamente de lo siguiente:

Compresor recíprocante del tipo hermético o compresor Scroll para refrigerante R-22.

Serpentín condensador de tubos de cobre sin costuras y aletas de aluminio mecánicamente aseguradas.

Ventilador axial de bajo nivel de sonido.

El compresor está anclado a la estructura del equipo con sus respectivos amortiguadores.

El compresor consta con: Calentador de cárter y protección de sobrecarga en las bobinas del motor.

#### Tablero de Control y Protección

Incluye:

- Contactor para el compresor.
- Terminales para la conexión de la alimentación eléctrica.
- Bornera de conexión a tierra.
- Retardador de arranque para el compresor.
- Transformador 220V/24V.
- Protector de bajo voltaje, alto voltaje.
- Diagrama eléctrico de fuerza y control.

#### Gabinete

Todas las secciones modulares que componen el gabinete de la unidad fueron construidas con planchas de fierro galvanizado en forma de paneles removibles para permitir reparaciones y mantenimiento.

Las secciones modulares están adecuadamente reforzadas por ángulos o canales de fierro galvanizado.

Todas las planchas y perfiles que conforman las diferentes secciones modulares del gabinete y sus accesorios a excepción del serpentín, están protegidas contra la corrosión por medio de limpieza química, fosfatado y pintura al horno de todas las piezas metálicas.

Eficiencia (SEER): La eficiencia mínima del conjunto unidad de condensación y unidad evaporadora es de = 10 BTUH/ WATT.

### **Ventilador Centrífugo (T/F):**

Son del tipo centrífugo de simple entrada; el rodete será de hojas inclinadas hacia delante (forward curve blades), el cual está balanceado estática y dinámicamente como un solo conjunto con su eje.

El rodete es construido de plancha de fierro galvanizado con un espesor de 1/16”

El rodete está unido mecánicamente a su eje por medio de chaveta.

El eje es de acero y viene apoyado en chumaceras con rodamientos de lubricación permanente que está montado rígidamente a la estructura metálica.

La voluta y envoltorio del ventilador y demás partes metálicas son construido de plancha de fierro negro con un espesor de 1/16”.

El rodete unido mecánicamente a su eje por medio de chaveta.

El motor viene montado sobre una base metálica con un mecanismo para tensar las fajas

El extractor y ventilador es accionado por medio de motor eléctrico a través de fajas y poleas, siendo la polea motriz de paso variable; el motor tiene base metálica con tensor de fajas y guarda fajas. Los rodamientos son de lubricación permanente y seleccionada para una duración mínima de 20,000 horas.

Los motores eléctricos deberán llevar protección térmica en las bobinas, el aislamiento de las bobinas será de clase “B”, factor de servicio = 1.15

El eje exterior, chumaceras y motor eléctrico están cubiertos por una tapa de plancha galvanizada

Los rodamientos del ventilador son para trabajo pesado de lubricación permanente y seleccionada para una duración mínima de 20,000 horas

Incluye guarda faja de plancha galvanizada.

Pintura: todo el conjunto se somete a un proceso de pre pintado, donde el acero es tratado químicamente, para garantizar la adherencia de la pintura.

Posteriormente se aplica la pintura en polvo, adherida a través de un proceso electrostático, en donde después del horneado las piezas adquieren sus más altas características de resistencia a la corrosión.

Certificaciones:

UL 705

AMCA (sound and air performance).

### **Ventilador centrífugo en línea (t/f):**

Gabinete

La estructura y tapas están construidas de plancha galvanizada de un espesor gauge 18.

Tres de sus lados son tapas atornilladas con empaquetaduras de neopreno.

Lleva base para el motor, mecanismo para ajustar la faja y guarda faja fabricada de plancha galvanizada.

Rodete

El rodete es centrífugo con paletas inclinadas hacia atrás, construidas de aluminio y lleva un cono aerodinámico de aluminio en el ingreso de aire

El rodete viene balanceado de acuerdo con AMCA estándar 204.96.

Motor

Los motores son para trabajo pesado, con rodamientos de lubricación permanente.

El motor lleva protección térmica entre las bobinas, el aislamiento de las bobinas será de clase "B" factor de servicio = 1.15

#### Rodamientos

Los rodamientos son para trabajo pesado de lubricación permanente y seleccionada para una duración mínima de 20,000 horas.

#### Fajas y Poleas

El accionamiento del rodete es por medio de fajas y poleas, siendo la polea motriz de paso variable,

Las fajas están fabricadas resistentes al calor y la grasa. Y son del tipo no estáticas.

#### *Certificaciones*

UL 705

AMCA (sound and air performance)

### **Ventilador centrífugo en gabinete (t/f):**

#### Gabinete

El gabinete metálico es construido de plancha galvanizada de gauge 18.

Lleva tapas atornilladas con empaquetaduras de neopreno.

Tiene base para el motor, mecanismo para ajustar la faja y guarda faja fabricada de plancha galvanizada.

#### Rodete

El rodete es centrífugo de doble entrada, será de hojas inclinadas hacia delante (forward curve blades), construido de plancha galvanizada

El rodete viene balanceado de acuerdo con AMCA estándar 204.96.

#### Motor

Los motores son para trabajo pesado, del tipo TEFC, con rodamientos de lubricación permanente.

El motor tiene protección térmica entre las bobinas, el aislamiento de las bobinas de clase "B" factor de servicio = 1.15

#### Rodamientos

Los rodamientos son para trabajo pesado de lubricación permanente y seleccionada para una duración mínima de 100,000 horas

#### Fajas y Poleas

El accionamiento del rodete es por medio de fajas y poleas, siendo la polea motriz de paso variable,

Las fajas serán fabricadas resistentes al calor y la grasa. Deberán de ser del tipo no estáticas

Filtros, de malla de aluminio de 3 capas de ¼" cada una

#### *Certificaciones:*

- UL 705
- AMCA (sound and air performance)

#### **Extractor Centrífugo (T/f):**

Son del tipo centrífugo de simple y doble entrada; el rodete de hojas inclinadas hacia delante (Forward Curve Blades), el cual viene balanceado estática y dinámicamente como un solo conjunto con su eje.

El rodete fue construido de plancha de fierro galvanizado con un espesor mínimo de 1/16"

El rodete estará unido mecánicamente a su eje por medio de chaveta.

El eje es de acero y está apoyado en chumaceras con rodamientos de lubricación permanente que están montado rígidamente a la estructura metálica.

La voluta y envoltorio del ventilador y demás partes metálicas, construido de plancha de fierro negro con un espesor de 1/16"

El rodete unido mecánicamente a su eje por medio de chaveta.

El motor viene montado sobre una base metálica con un mecanismo para tensar las fajas

El extractor y ventilador es accionado por medio de motor eléctrico a través de fajas y poleas, siendo la polea motriz de paso variable; el motor tiene base metálica con tensor de fajas y guarda fajas.

Los rodamientos son de lubricación permanente y seleccionada para una duración mínima de 20,000 horas.

Los motores eléctricos llevan protección térmica en las bobinas, el aislamiento de las bobinas es de clase "B" y factor de servicio = 1.15

El eje exterior, chumaceras y motor eléctrico están cubiertos por una tapa de plancha galvanizada.

Los rodamientos son para trabajo pesado de lubricación permanente y seleccionada para una duración mínima de 20,000 horas

Incluye guarda faja de plancha galvanizada.

Pintura: todo el conjunto fue sometido a un proceso de pre pintado, donde el acero es tratado químicamente, para garantizar la adherencia de la pintura.

Posteriormente se aplica la pintura en polvo, adherida a través de un proceso electrostático, en donde después del horneado las piezas adquieren sus más altas características de resistencia a la corrosión.

*Certificaciones:*

UL

AMCA

### **Extractor Axial (T/D):**

Son de paletas helicoidales de plancha galvanizada unido a una base metálica central la cual está fijada directamente al eje del motor eléctrico. El marco metálico y la estructura de sujeción del motor es de plancha galvanizada calibre 1/27". Todas las partes metálicas están protegidas contra la corrosión por medio de limpieza química, luego dos manos de pintura base zincromato y dos manos de pintura esmalte. El equipo luego de ser ensamblado completamente deberá ser balanceado como un todo, estática y dinámicamente. El motor es monofásico, para 220V, girando a una velocidad máxima de 1750 RPM.

### **Extractor Centrífugo para Grasas (T/F):**

El rodete es de hojas rectas el cual viene balanceado estática y dinámicamente como un solo conjunto con su eje.

El eje de acero y es apoyado en chumaceras con rodamientos de lubricación permanente que están montado rígidamente a la estructura metálica.

Los rodetes son construidos de plancha de fierro galvanizado con un espesor de 1/20", el rodete está unido mecánicamente a su eje por medio de chaveta, la carcasa será construida de plancha de fierro galvanizado de un espesor de 1/16"

El extractor es accionado por medio de motor eléctrico a través de fajas y poleas siendo la polea motriz de paso variable, el motor cuenta con una base metálica con tensor de fajas y guarda faja de plancha galvanizada calibre 1/27".

La estructura metálica de plancha de hierro negro doblado de un espesor de 1/8", para las uniones se usaron pernos galvanizados de 1/4"x1".

Todas las partes metálicas están protegidos contra la corrosión por medio de limpieza química, luego se le aplicó dos manos de pintura base y dos manos de pintura esmalte.

Termostato de ambiente para equipos Split:

- Se instaló en la pared del ambiente acondicionado.
- Controla el funcionamiento del compresor y el ventilador de la unidad evaporadora.
- El rango de temperatura es de 50°F a 90°F.
- Opera a 24 VAC – 60 HZ
- Tiene las siguientes características:
  - Pantalla de cristal líquido (LCD)
  - Indicador de temperatura en °F.
  - Selector de funciones Fan y Sistema
  - Selector de ON/ OFF
  - Selector de temperatura

Termostato de ambiente para válvula de dos vías:

- Es del tipo para instalar en la pared del ambiente acondicionado y decorativo.

- Tiene un selector de tres posiciones para operar las tres velocidades del motor de la unidad enfriadora de aire (fan coil de agua helada); poseerá un sensor que operará al motor de la válvula de e dos vías.
- El rango de temperatura es de 50°F a 90°F.
- Opera a 24 VAC – 60 HZ
- Tiene las siguientes características:
  - Pantalla de cristal líquido (LCD)
  - Indicador de temperatura en °F.
  - Selector de ON/ OFF
  - Selector de temperatura.

### **Tuberías de acero negro y accesorios:**

#### Generalidades

Suministrado e instalado según lo indicado en los planos y detalles de la presente especificación.

Toda la tubería y conexiones fueron instaladas a una distancia de por lo menos 4" de otras obras, incluyendo el aislamiento térmico.

La tubería se instaló de tal forma que se aseguró la circulación del fluido sin restricciones, eliminando las bolsas de aire y permitiendo el drenaje independiente de los diversos circuitos en sus puntos más bajos.

Se suministró e instaló válvulas (ventanas automáticas) de purga de aire en los puntos más altos y válvulas para el drenaje y mantenimiento en los puntos más bajos.

La tubería se instaló de manera que permita su libre expansión o contracción sin causar daños a otras obras o a los equipos a que esté conectado, el recorrido

horizontal de la tubería de agua se consideró una ligera inclinación ascendente, realizable por medio del uso de reducciones excéntricas localizados en las uniones donde la tubería cambie de diámetro.

En el caso de las tuberías de drenaje éstas tienen una pendiente descendiente en la dirección del flujo no menor del 2%, todas las tuberías contenidas en el interior de las salas de máquinas o a la vista se pintaron exteriormente con pintura de color diferente para identificar los siguientes usos.

Suministro de agua helada = Azul oscuro.

Retorno de agua helada = Azul claro.

### **Materiales de las Tuberías y Accesorios:**

Todas las tuberías son de acero negro y están de acuerdo con la norma de "AMERICAN STANDARD FOR WROUGHT IRON AND WROUGHT STEEL PIPE" para cédula 40.

Las tuberías son sin costura de acero negro al carbón, 150psig ASTM A –53 grados B.

Características de las Conexiones:

Las conexiones de 2½" y mayores de acero al carbono ASTM A 234 grado A o B según ASA B 16.9 del tipo para soldar a Top.

Las conexiones de 2" y menores de acero al carbono según ASTM A grado B según ASA B 16.11 con extremos roscados para 2000 lb.

*Mangas:*

En los casos donde la tubería atraviesa obras de concreto, paredes de mampostería, o placas de concreto etc., se embutieron mangas de acero galvanizado de un calibre Gauge 22.

Las mangas tienen un diámetro suficientemente amplio para que permita que la tubería, aislada o sin aislamiento, pueda penetrar sin dificultad. Las mangas deberán extenderse para que sus extremos queden a ras con las caras de la obra que atraviese. Cuando las mangas atravesaban pisos, se extendieron hasta el nivel del piso acabado. Las mangas que atravesaban las paredes exteriores, pisos, salas, de maquina salas de ventiladores, y plenum de aire, se instalaron asegurando que no existan filtraciones.

#### *Uniones:*

Se instalaron uniones o bridas en aquellos equipos como serpentines bombos, tanques, etc. Cuando se encontró una válvula instalada anexa a un equipo, se instaló una unión flexible entre la válvula y el equipo. Las uniones fueron del tipo accesibles y no ocultas por la construcción las uniones instaladas en tuberías de acero, o hierro forjado ASTM.

Los Grados II son para 200 lbs. Con extremos de tipo "Enchufe para soldar"

- Las bridas son de clase ASA 150 psig., de acero forjado ASTM 181, Grados I, con cuello para soldar y junta en la cara de contacto. El Standard dimensional será ASA 16.5.
- En aquellos sitios donde era necesario emplear otro tipo de brida por razones por razones de espacio, se usó (slip – on) de la clase ASA 150 lb, acero forjado ASTM 181, Grados I, con junta en la cara de contacto.

#### *Soldadura y Roscado:*

El roscado en las tuberías se realizaron conforme a las especificaciones, por "AMERICAN STANDARD TAPER THREADS" se colocarán cinta teflón únicamente a la rosca macho. No se aceptaron cementos especiales para

enroscar. Las roscas machos debieron estar cortadas en una longitud tal que sobre tres hileras de roscas después de hecha la conexión antes de conectarse se revisó y limpió los extremos de ambas roscas adecuadamente.

La soldadura se efectuó:

- Las tuberías de acero al carbono por el método de Arco Eléctrico Metálico Protegido o por oxiacetilénico para tuberías de cobre, según "AMERICAN WELDING SOCIETY".

*Empaquetaduras:*

Las empaquetaduras son de material grafitado por ambos lados, de 1/16" de espesor. En bridas de caras con reborde se usaron empaquetaduras del tipo anillo plano. En bridas de cara plana se emplearon empaquetaduras completas.

*Pernos:*

Las bridas fueron unidas con pernos y tuercas acero ASTM 307, Grado B.

El Standard dimensional para los pernos y tuercas fueron ASA – B18 2.1 seria cabeza regular cuadrada.

*Válvulas:*

Aquellas válvulas para tubería hasta de 2" en adelante son de cuerpo de bronce, para conexión de rosca. Las válvulas para tubería de 2½" de diámetro o mayor, fueron de cuerpo de hierro, para conexión en brida.

*Prueba:*

Cuando la instalación del sistema de tubería se completó y antes de ser puesto definitivamente en servicio, se efectuó el llenado completo de agua y se

efectuaron prueba hidrostática a una presión de 1.5 veces a la presión de diseño del sistema.

La presión debió mantenerse durante el tiempo de prueba, que era de 24 horas de duración mínima. Cualquier fuga o defecto que se presentó fue reparada adecuadamente, previa aprobación de mi parte o del Ingeniero de campo y se volvió a probar totalmente el sistema.

### **Ductos de Plancha Galvanizada:**

Se fabricaron e instalaron de conformidad con los planos de obra aprobados.

Para la construcción de los ductos se emplearon planchas de fierro galvanizado de la mejor calidad, ARMCO tipo zinc - según SMACNA (sheet metal and air conditioning contractors national association, inc.) y tabla siguiente:

**Tabla 1:** Calibre de Planchas de acuerdo al tamaño de ducto

<b>Ancho del Ducto</b>	<b>Calibre</b>	<b>Empalmes y Refuerzos</b>
Hasta 12"	N° 26	Correderas 1" a máx.-2.38 m. entre centros
13" hasta 30"	N° 24	Correderas 1" a máx.-2.38 m. entre centros
31" hasta 45"	N° 22	Correderas 1" a máx.-2.38 m. entre centros
46" hasta 60"	N° 20	Correderas 1.1/2" a máx.-2.38 m. entre centros
Más de 61"	N° 20	Correderas 1.1/2" a máx.-2.38 m. entre centros con refuerzo Angulo 1" x 1" x 1/8"entre empalmes

Fuente: GCI SAC (Ref. 7)

Todos los ductos se anclaron firmemente a techos de la siguiente manera:

Para ductos hasta 20 pulgadas platinas de plancha galvanizada de 0.8 mm x 1 pulgadas y tacos de expansión de 1/4" de diámetro, cada 2.50 metros.

Para ductos mayores a 20 pulgadas con colgadores de varilla galvanizada roscada de 3/8" de diámetro y la base del soporte de ángulos de fierro galvanizado de 1/8" x 1.1/2", cada 2.00 metros.

La unión entre los ductos y los equipos se efectuaron por medio de juntas flexibles de lona de vinyl pesado y neopreno de 10" de ancho, similar o igual al tipo DFN-10 neopreno de la marca DURO DYNE y asegurada con abrazaderas y empaquetaduras para cierre hermético.

Se instalaron compuertas manuales en los desvíos de los ductos empleando planchas de fierro galvanizado calibre N° 20, cuyo eje está apoyado en las caras del ducto con cojinetes de bronce. El eje indica desde el exterior la posición real de la compuerta.

Los codos se construyeron con el radio menor, igual a los 3/4 de la dimensión del ducto en la dirección el giro, donde por limitaciones de espacio no se pudo instalar codos curvos, se instalaron codos rectangulares con guías de doble espesor. Las transformaciones se fabricaron con una pendiente hasta 25%.

Ductos para grasas:

Los ductos fueron construidos de plancha de acero negro de la mejor calidad de 2.0 mm, toda la fabricación de los ductos y accesorios, las costuras y juntas son soldadas, las planchas a tope y con soldadura continua.

La unión entre ductos y accesorios fueron con soldadura continua

Los soportes de los ductos en los tramos horizontales fue cada 1.5 m. y en los

tramos verticales en cada piso.

Los soportes son con varilla de 3/8" Ø y ángulo de 1/8" x 1 1/2", aseguradas al techo con pernos de expansión de 3/8" Ø, los soportes se pintaron con dos capas de pintura tipo zincromato o wash primer y pintura esmalte para el acabado.

Todos los ductos fueron pintados exteriormente con dos capas de pintura especial para soportar la temperatura de los humos y grasas.

### **Aislamiento para ductos (LAN):**

Todos los ductos de aire acondicionado se aislaron con colchoneta de lana de vidrio de 1.5" de espesor, de una densidad de 1.5 lb/pie<sup>3</sup>.

Exteriormente lleva una lámina de foil de aluminio que le da un acabado uniforme y resistente constituyendo una barrera de vapor, la cual está adherida a la lana de vidrio con un pegamento apropiado.

Forma de ensamble:

A) La colchoneta con foil de aluminio se colocó ajustada alrededor del ducto por medio de zuncho plástico, con los bordes bien unidos entre sí y sujetos aplicando pegamento al traslape sobresaliente de la barrera de vapor.

B) Las colchonetas con foil colocadas alrededor del ducto se instalaron traslapando 10 cm. el foil de aluminio; de tal modo para seguir el sentido longitudinal del ducto.

C) Se aseguraron todos los traslapes con grampas y se sellaron todos con foil de refuerzo de un ancho de 3" y pegamento.

D) Ante cualquier daño o perforación que se produjo durante la instalación se debe parchó con el mismo material de foil de aluminio y pegamento.

E) En ductos mayores a 20" se colocó Zuncho PVC cada un metro.

## **Aislamiento Acústico para Ductos:**

Se suministró e instaló revestimiento acústico en el interior de todos aquellos conductos que así se indiquen en los planos empleándose para este efecto planchas de duct Liner de 1" de espesor y densidad 3 lb/pies<sup>3</sup>, adherida a la plancha con pegamento (terokal) fijadores metálicos de clavo galvanizado, con una separación de acuerdo a las normas de SMACNA.

Este material puede resistir flujos de aire de hasta una velocidad máxima de 4000 FPM

Además, está diseñado para poder resistir flujos de aire de hasta una temperatura máxima de 250 °F

## **Difusores:**

Fueron cuadrados y rectangulares fabricados de plancha galvanizada de acuerdo a las siguientes indicaciones:

- Los difusores hasta 18" en el lado mayor se construyeron con marco de plancha 1/27" y las aletas de plancha 1/54".
- Los difusores cuyo lado mayor sea superior a 18" se construyeron con marco de plancha 1/24" y las aletas de plancha 1/40".
- Todos los difusores llevan un DAMPER de hojas opuestas, fabricado con plancha galvanizada 1/54" para difusores hasta 18" y plancha galvanizada de 1/40" para difusores mayores a 18".
- Todos los difusores se pintaron con dos manos de pintura base zincromato y dos manos de pintura de acabado de color blanco definido por el propietario.

- Todas las uniones de plancha se realizaron con soldadura de punto.

### **Rejillas para Extracción o Retorno:**

Son de aletas inclinadas y se fabricaron de plancha galvanizada de acuerdo a las siguientes indicaciones:

- La medida máxima de una pieza es de 36"x36"; para medidas mayores se efectuó en varias piezas.
- Las rejillas hasta 18" en el lado mayor se fabricaron con marco de plancha de 1/27" y las aletas de plancha de 1/54".
- Las rejillas de 19" hasta 36" en el lado mayor se construyeron con marco de plancha de 1/24" y las aletas de plancha de 1/40".
- Todas las rejillas fueron pintadas con dos manos de pintura base zincromato y dos manos de pintura de acabado de color y tipo a definir por el propietario.
- Toda la unión de plancha se realizó con soldadura de punto.

### **Tuberías y accesorios de cobre para el gas refrigerante:**

Tuberías de Refrigeración: cumplen con los requerimientos de las especificaciones del proyecto; no se usaron líneas refrigerantes precargadas.

Accesorios: de cobre forjado.

Trampas en la línea de succión: con codos de 90°.

Material de conexión: con soldadura de plata SIL-FOS o EASY-FLOW; para soldadura de estaño 95/5 o STS-BRIGHT.

**Válvula de expansión.** - Para distribuidores del tipo de presión, externamente equilibrados con diafragma de acero inoxidable y el mismo refrigerante del sistema en los elementos termostáticos.

Las válvulas están de acuerdo con la capacidad plena del serpentín servido.

**Filtro secador.**- En las líneas de 3/4"Ø y mayores, el filtro secador fue del tipo de núcleo reemplazable con caja no ferrosa y válvula tipo Scharader. En las líneas menores de 3/4"Ø, el filtro secador son del tipo sellado con accesorios de cobre para soldar o rosca.

La dimensión del filtro fue de acuerdo a la capacidad del equipo.

El filtro secador se instaló entre dos válvulas manuales tipo bola.

**Indicador visual.** - Es una combinación de indicador de líquido y humedad, con casquete de protección y del tamaño de la línea.

**Válvula manual de interrupción de refrigerante.** - Son del tipo bolas diseñadas para servicio de refrigeración y del tamaño de la línea, la válvula tendrá sello de casquete. Se instalaron las válvulas de servicio en cada línea de succión y descarga del compresor y en otro lugar según indicación del proyectista. Cuando las válvulas de servicio vienen como parte integral de la unidad de condensación no fue necesario válvulas adicionales.

**Presostato de alta y baja presión.** - Del tipo encapsulado con graduación fija para desconectar los circuitos de control, a 20 psi de refrigerante el de baja presión y a 350 psi el de alta presión.

**Protector de Fase y Voltaje.**

### ***Ejecución:***

Las tuberías de refrigeración fueron instaladas por personal calificado de refrigeración.

Las líneas de succión se instalaron con pendiente hacia el compresor de 1 pulgada por pie; se colocó trampas en las elevaciones de las líneas de succión en posición contra el flujo.

Las conexiones del sistema de refrigeración fueron del tipo cobre a cobre limpiadas y soldadas.

Se circuló nitrógeno seco a través de los tubos a soldar para eliminar la formación de óxido de cobre durante la operación de soldar.

Luego de terminado la instalación de las tuberías de refrigeración y los equipos se ejecutó lo siguiente:

Presurizado el sistema con nitrógeno a 300 PSI para detectar los puntos de fuga.

Se efectuó vacío al sistema con bomba de vacío hasta 200 micrones, usando un vacuómetro calibrado en micrones durante 24 horas; no se usó el compresor de enfriamiento para evacuar el sistema ni para operar mientras el sistema esté en alto vacío.

El vacío se rompió con el gas refrigerante a usar (R22).

Todas las pruebas se realizaron a la temperatura ambiente.

No se puso en marcha el sistema hasta que las pruebas anteriores hayan sido hechas y el sistema arrancado tal como se especifica.

Antes de las pruebas se cargó completamente el sistema con refrigerante.

## Aislamiento de las Tuberías:

Toda la tubería de succión de gas, desde el evaporador al compresor, se aisló con mangueras aislantes espumado flexible de la marca ARMAFLEX, con espesores de acuerdo a la siguiente indicación:

- Para tuberías hasta 1"Ø, espesor de 1/2".
- Para tuberías de 1 1/4"Ø hasta 2"Ø, espesor de 3/4".
- Para tuberías de 2 1/8"Ø a más, espesor de 1".

La instalación del aislamiento para tuberías, se hizo de acuerdo a las siguientes indicaciones:

El aislamiento se ajustó a la tubería y se colocó de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.

Alternar las uniones en el aislamiento por capas.

Deslizando el aislamiento sobre la tubería antes de ensamblar las secciones y accesorios de la tubería manteniendo el corte del aislamiento al mínimo.

La unión entre aislamiento fue con sellador ARMAFLEX 520.

Se colocó una camiseta de plancha galvanizada de 0.9 mm de espesor por 15 cm de largo alrededor del aislamiento en cada soporte.

El aislamiento expuesto en el exterior del edificio tiene las costuras de la junta en la parte inferior de la tubería y llevan dos capas de acabado adhesivo.

Los accesorios se efectuaron con aislamiento en plancha.

En las instalaciones al exterior, el aislamiento se pintó inmediatamente y antes de los siete primeros días de haberse instalado con un esmalte tipo ARMAFINISH.

## **Instalaciones Eléctricas:**

En los planos de instalaciones eléctricas vino indicado el lugar donde se han dejado las provisiones eléctricas para los equipos y desde allí se efectuó la instalación correspondiente.

Cuando la instalación estuvo expuesta se utilizó tuberías conduit galvanizada con cajas condulet y tubería plástica pesada únicamente cuando la instalación era empotrada.

Los cables eléctricos son de cobre con forro tipo THW y AWG de acuerdo al consumo eléctrico.

Fue parte de la instalación eléctrica la instalación de todo el sistema de control, los arrancadores magnéticos y las botoneras.

Todos los equipos fueron conectados a tierra con su respectivo cable.

## **Tubería de Drenaje:**

Se suministró e instaló las tuberías de drenaje de todas las unidades evaporadoras, las cuales se conectaron adecuadamente a la bandeja receptora de cada unidad hasta el sumidero existente.

La instalación de éstas líneas de drenaje fue con tuberías de PVC-SAP de  $\frac{3}{4}$  ", cuidando que se respete la pendiente mínima (2%), y las trampas de agua de drenaje con su correspondiente ventilación para evitar atoros o inundaciones por éstas causas.

## **Pruebas y Balanceo:**

Las pruebas y ajustes de los equipos de Aire Acondicionado y ventilación fueron supervisados personalmente por mi persona, para las pruebas y regulaciones se

tuvo en cuenta todas a las instrucciones indicadas en las especificaciones técnicas y en los planos aprobados.

Una vez que el sistema de distribución de aire se encontró en operación, se procedió balancearse conforme a los volúmenes de aire que especifican los planos, utilizándose para tal efecto instrumentos aprobados y calibrados para la regulación de las velocidades en el interior de los conductos y en los elementos de salida. Los instrumentos de medición de la velocidad del aire en los conductos emplean el principio de tubos de Pitot.

Para las pruebas y balance se utilizó los siguientes instrumentos:

- Bolómetro.
- Anemómetro.
- Pinza Amperimétrica.
- Termómetros.
- Decibelímetro.

Una vez informado la supervisión de que el sistema se encontraba balanceado, se procedió a verificar en su presencia todas aquellas pruebas sobre las cuales él exija comprobación.

Se regularon y calibraron los controles automáticos.

### **Acondicionamiento Pruebas y Arranque del Sistema:**

Antes del arranque se procedió a verificar deberá lo siguiente:

- Las instalaciones y equipos totalmente terminados.
- Los controles se encuentren pre calibrados de acuerdo a lo especificado (o mantenido según fábrica).

- Se verificó que la energía eléctrica proporcionada era la adecuada y sea según lo especificado para el proyecto.
- Se comprobó el sentido de rotación de los motores de las UMAS y Bombas.
- Se verificó la limpieza del sistema.
- Se inyectó aire por medio de los ductos, previendo el cuidado o retiro de los filtros para que no se ensucien.
- Se verificaron tensiones de las fajas y evaluación en general del sistema de ventilación.
- Se efectuó limpieza integral de todas las instalaciones y en la obra comprometida.
- Lanzado el sistema de agua helada se procederá a regular los controles de agua.
- Se procedió a realizar el balance del sistema aire frío con un medidor de caudal digital de última tecnología.

Se verificó que todas las válvulas están abiertas.

Se procedió a arrancar todos los equipos de acuerdo a lo establecido por la fábrica.

Obtenida las temperaturas del proyecto y una operación automática y combinada de los chiller se procedió a regular todas las válvulas automáticas controladoras de agua y realizar pruebas parciales e integrales del sistema de acuerdo al protocolo integrándolos con el sistema de administración.

## **ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL:**

Previamente es conveniente definir el concepto “*Inicio de Obra*”, como la fecha en que se empieza la obra física propiamente dicha; en consecuencia, las actividades anteriores a dicha fecha, se denominan “Actividades previas”. Aclarando el concepto, las actividades que comprenden esta fase son de vital importancia y de ello depende el éxito o fracaso del proyecto por lo que se desarrolló las siguientes actividades:

### **Transferencia y Arranque:**

La empresa cuenta con áreas de Ventas, ingeniería, proyectos, Mantenimiento y el área de Instalaciones, es en esta área donde se ubican los Ingenieros Supervisores y/o Residentes, liderados por un Gerente de Operaciones, con el apoyo obviamente de otras áreas como la de Logística tal como se puede apreciar en el organigrama (figura 1). Considerando que el trabajo siempre se debe efectuar en equipo se consideró necesario efectuar una reunión de todas las áreas que están involucradas en el proyecto desde el inicio hasta el servicio de post venta para detallar los alcances y responsabilidades

### **Reunión de transferencia:**

Esta reunión interna, considero que es muy importante por eso debe ser de carácter obligatorio porque es allí donde se realizó una exposición resumida de las consideraciones y alcances que se ha tenido en consideración al presentar la propuesta final y que fue aceptada por el cliente, también, me asignaron como responsable de la ejecución del proyecto (Supervisor y/o Residente) y se solicitó

la entrega del expediente técnico el cual incluyó como mínimo los siguientes documentos:

- Contrato.
- Memoria Descriptiva.
- Especificaciones Técnicas.
- Planos.
- Cronograma del Proyecto.
- Presupuesto aprobado.
- Consultas y absolución de Consultas.
- Hojas de Datos (data sheet) de los equipos suministrados de ser el caso.

### **Revisión del Expediente Técnico:**

Esta etapa fue de mucha utilidad, porque permitió generar la selección adecuada de equipos, materiales, generar las correspondientes órdenes de compra, para la elaboración del plan de compras y ejecución de Obra considerando los alcances, tiempos y magnitud del proyecto. Se efectuó todas las coordinaciones y consultas al departamento de ventas e Ingeniería básicamente sobre el uso de materiales alternativos teniendo en cuenta la disponibilidad y precios del mercado.

### **Revisión del contrato:**

Se verificó primeramente cual es el tipo de contrato establecido, los alcances, tiempos de entrega, penalidades, requisitos exigidos, formas de pago y periodo de valorizaciones establecidas en este caso se determinó:

**Tipo de Cliente.** - Privado es decir el cliente es una persona natural o jurídica diferente del estado peruano es decir no se rige por el RULCOP sino solo bajo los criterios acordados entre ambas partes.

**Alcance.** - EPC (Engineering, Procurement, and Construction) la empresa ha sido contratada en este caso para elaborar la ingeniería, procura de equipamiento y materiales, así como la construcción correspondiente.

## **Memoria Descriptiva y Especificaciones Técnicas**

Es parte del expediente técnico que nos describe o nos da información de:

- Ubicación y características peculiares de la Obra.
- La solución y el tipo de instalación definitiva elegida.
- Describe el sistema de instalación y operación, así como las partes principales y/o etapas consideradas.
- Las normas, códigos y parámetros que se han tenido en cuenta para el diseño correspondiente.
- Requisitos mínimos que deben cumplir los recursos humanos y materiales a suministrar.

Es necesario analizar bien el sistema propuesto y de existir alguna duda y/o incompatibilidad, se deberá realizar la consulta al departamento de Ingeniería o al Ingeniero proyectista dependiendo del tipo de contrato en el caso de que el proyecto haya sido desarrollado por un tercero, la consulta deberá efectuarse por medio del cliente o la supervisión que lo representa.

## **En Resumen:**

Para el estudio del expediente se consideró los siguientes puntos:

- Se verificó si la información estaba completa antes de firmar el cargo correspondiente.
- Al estudiar la memoria descriptiva se pudo comprender en macro el tipo de sistema propuesto y los alcances del proyecto.
- De acuerdo a las especificaciones técnicas se seleccionó adecuadamente los equipos y materiales, para generar las órdenes de compra correspondiente sobre todo del material y equipos que es uno de los puntos críticos en cuanto a tiempo de igual manera de haber observaciones hay que enumerarlas para realizar las consultas lo más pronto posible. Por ejemplo, uno de los errores más frecuentes que se cometen es el que se refiere al voltaje o del número de fases. Por eso es muy importante leer bien las especificaciones y los requerimientos del proyecto.
- Se Verificó las Escalas de los planos el cual deberá contener elevaciones, cortes y detalles específicos de ser necesario, es posible que en algunos casos los planos no estén de acuerdo a las especificaciones.
- Se identificó los equipos en los catálogos correspondientes poniendo énfasis en sus capacidades, características físicas y eléctricas.

## **Verificación**

Si bien es cierto que el departamento de Ingeniería o proyectista elaboró el proyecto con la información que se dio al cliente planos de arquitectura y de otras

especialidades así como la ubicación exacta y la dirección de los puntos cardinales es posible que a la hora que se haga la compatibilización en el terreno existan diferencias por cambios en la arquitectura lo que puede pasar normalmente en cuyos planos se van realizando revisiones inclusive después que el proyecto ya haya sido entregada, entonces es necesario hacer una compatibilización para lo cual se tuvo en cuenta lo siguiente:

- Se verificó la ubicación y orientación del inmueble corresponde al contemplado en el proyecto, de no ser así y si las diferencias son considerables se le debe hacer la consulta por intermedio de supervisión al proyectista para que valide la información. En este caso especificó las condiciones eran las mismas que las consideradas en el proyecto.
- Se Compatibilizó los planos en el terreno, verificando arquitectura, escala, cortes elevaciones, dimensiones de puertas y ventanas, alturas de FCR, ubicación y tamaños de vigas y si existían los pases preestablecidos. Hubo algunas diferencias considerables que afectaban de alguna forma el funcionamiento del sistema se realizaron consultas al proyectista para que efectuó los cambios necesarios.

### **Revisión del Proyecto:**

El objetivo de la revisión del proyecto a ejecutar, además de buscar mejoras en los procesos, consiste en la verificación técnica de los proyectos revisando antecedentes, memoria descriptiva, especificaciones técnicas, estudios de obra en sitio y calculo básico parcial y aleatoria de cargas térmicas, conductos de Aire y/o refrigerante considerados como críticos en este tipo de proyectos para poder

alertar posibles errores, recomendar mejoras, faltantes y/o lineamientos para su adecuación y actualización, los cuales de ser el caso necesariamente tiene que ser aprobado por el proyectista y/o el cliente antes de su corrección y/o ejecución.

A continuación, se muestran a modo de ejemplo cálculos básicos aplicados en la verificación cuantitativa de lo especificado por el proyectista:

### **Verificación del Cálculo de la Carga térmica:**

Debe entenderse que por tratarse de un cálculo básico y rápido es probable que difiera de lo especificado por el proyectista cuya desviación aproximada según mi experiencia es de +/- 10%, debido a que no se cuenta con la información detallada utilizada por el proyectista como, por ejemplo: tipo de muros y acabados, número de personas, equipos y/o artefactos, tipo de ventanas-vidrio, cortinas, factor de sombra, % de aire exterior, factor de ocupación, entre otros.

**La carga térmica.** - Es la cantidad de calor que debemos evacuar de un ambiente para mantenerlos a ciertas condiciones de temperatura y humedad (condiciones internas).

El cálculo de la carga térmica se debe hacer para los meses de verano y bajo las condiciones más críticas.

Nota. - Carga térmica no es la capacidad del Equipo.

En aire acondicionado se trabaja con dos tipos de transferencia de calor:

**Calor sensible (Qs).** - Es aquel tipo de energía calorífica que se adiciona o se quita a una sustancia para que cambie su **estado** variando su temperatura.

**Calor latente (Ql).** - Es aquel tipo de energía calorífica que se adiciona o se quita a una sustancia para que cambie de **fase**.

Aplicando este concepto al aire, es el flujo de energía que sirve para variar su humedad absoluta.

**El calor total (Qt):**

Es igual a la suma del calor sensible y el calor latente:

$$Q_t = Q_s + Q_l \dots\dots\dots (01)$$

Para determinar el calor sensible aportado por las paredes, ventanas, puertas, techo y piso se tiene la ecuación No 01 y se toman los coeficientes de conducción de la tabla 2

Calor sensible:

$$(Q_s) = A \times U \times \Delta T_1 \text{ (TBS)} \dots\dots\dots (02)$$

Donde:

Qs = calor sensible

A = Área

U = Coeficiente de conducción.

$\Delta T_1$  (TBS)= Variación de la temperatura de bulbo seco.

Además, para la ecuación 01 se considera que  $\Delta T_1$  (TBS) es la variación entre la temperatura de bulbo seco de los ambientes contiguos y la temperatura interior a la que se desea llegar, la cual es de 75°F (23.8°C). Las áreas de los techos, paredes y pisos son tomadas de los planos.

A este valor de calor sensible aportado por las paredes, techos y piso se le debe adicionar el calor aportado por las personas (Qsp) e iluminación (Qi) los cuales se pueden calcular mediante los valores de la tabla 3

**Tabla 2.-** Coeficientes de conducción

MATERIAL	VALOR	UNIDADES
Muro de concreto	0.35	BTU/h °F pie2
Vidrio	1.00	BTU/h °F pie2
Policarbonato	0.40	BTU/h °F pie2

Fuente: GCI SAC (Ref. 7)

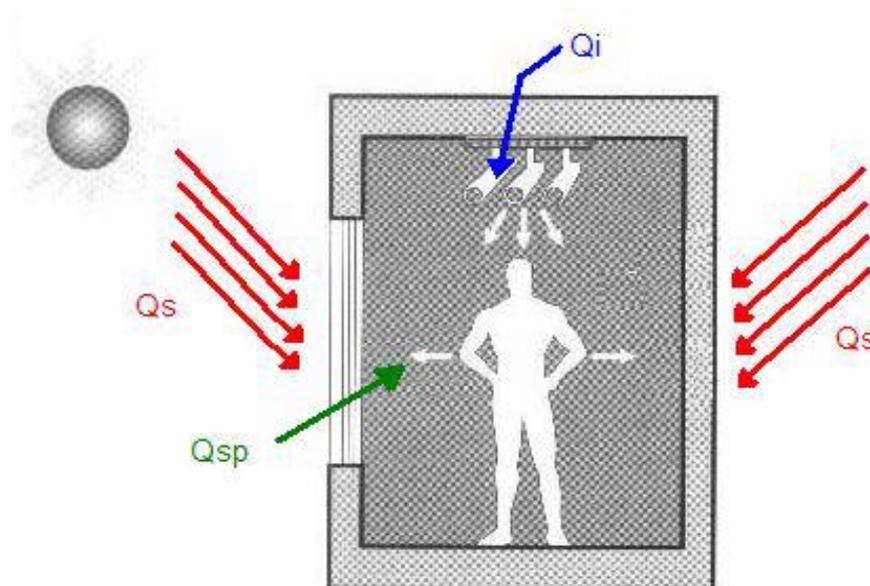
**Tabla 3.-** Valor de parámetros del calculo

PARAMETRO	VALOR	UNIDADES
Área de Ambiente	242	pies2
Luminarias	1.86	W/pies2
Personas	2	Personas
Altura de techo	8	Pies
Calor sensible por personas	250	BTUH/persona
Calor latente por personas	240	BTUH/persona
Aporte de equipos	7.5	W/pies2

Fuente: GCI SAC (Ref. 7)

A continuación, la figura 16, se muestra un esquema del aporte de calor sensible por iluminación y personas del ambiente:

**Figura 16:** Esquema de cargas térmicas



Fuente: E.R.P (Ref. 3)

La suma de estos valores da como resultado el calor sensible total del ambiente ( $Q_{se}$ ) y se realiza según la ecuación (2).

Cabe mencionar que las personas también aportan calor latente así que habrá que tener en cuenta este dato en el cálculo del calor latente.

$$Q_{se} = Q_s + Q_i + Q_{sp} \dots \dots \dots (3)$$

Una vez obtenido el calor sensible del ambiente se realiza el cálculo del caudal de aire ( $C$ ) necesario para extraer dicho calor. Para este fin utilizaremos la ecuación (4)

$$Q_{se} = P_R \times 1.1 \times C \times \Delta T_2 \dots \dots \dots (4)$$

$$C = Q_{se} / P_R \times 1.1 \times \Delta T_2 \dots \dots \dots (5)$$

Donde:

$P_R$  = (Presión barométrica del lugar (Lima) de 29.86 / Presión estándar ASHRAE de 29.921 pulg. de mercurio)

$$P_R = 0.998$$

$C$  = Caudal de aire en CFM

$\Delta T_2$  = Diferencia de temperaturas entre la entrada y la salida del aire del serpentín del evaporador.

De manera similar se obtiene el calor latente del ambiente. Esta ganancia de calor está compuesta principalmente por el aporte de las personas ( $Q_{lp}$ ), las infiltraciones por puertas y ventanas se evitarán manteniendo una presión positiva en el ambiente.

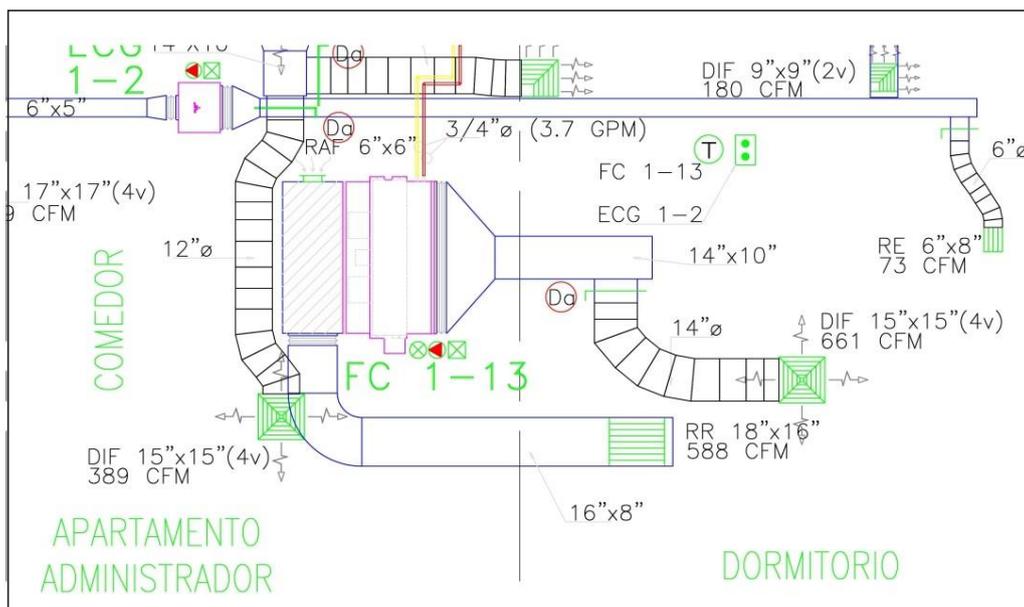
Para calcular el calor latente debido a personas, se utiliza el valor de la tabla 3.

## Verificación de la carga térmica en uno de los ambientes:

A continuación, y a modo de ejemplo se va a calcular la carga térmica en un ambiente de la obra “Albergue del templo de Lima”

- Ubicación de la obra: Av. Javier Prado 6420, La Molina-Lima.
- Plano: AA-02.
- Piso: 01
- Ambiente: Dormitorio de Administrador.
- Ejes: 9-10 con D-E.
- Equipo Especificado:
  - Tag: FC 1-13
  - Tipo: Fan Coil.
  - Capacidad Nominal: 18,000 BTU/HR.
  - Caudal nominal: 661 CFM.

**Figura 17:** Plano de dormitorio de administrador



Fuente: Plano GCI SAC.

De la Figura 17, extraída de plano correspondiente se obtuvo los siguientes resultados:

Área: 22.5 M2 (242 FT2).

Volumen: 67,5 m3 (2,395 FT3)

Condiciones Ambientales:

Temperatura exterior máxima de bulbo seco: 85°F (La Molina-Lima)

Temperatura exterior máxima de bulbo húmedo: 85 húmedo: 75°F (La Molina)

Temperatura interior de bulbo seco: 75°F (ASHRAE)\*

Humedad Relativa: 50% (ASHRAE)

Se está considerando para efectos de cálculo, condiciones reales exigidas por la mayoría de los clientes 72°F(22°C)

Resumen de cálculo de carga térmica según formula (2):

**Tabla 4.- Carga térmica en el dormitorio del administrador**

Pared Este	106 FT2 x 0.35 x 13	=	482 BTU/HR
Pared Oeste	Pared interior con AA	=	0 BTU/HR
Pared Norte	161 FT2 x 0.35 x 13	=	732 BTU/HR
Pared Sur	Pared interior con AA	=	0 BTU/HR
Ventana Este	59 FT2 x 0.90 x 13	=	690 BTU/HR
Techo	Piso superior con AA	=	0 BTU/HR
Piso	242 FT2 x 0.35 x 13	=	1,101 BTU/HR
Iluminación	22.5 M2 x 25.0 x 3.41	=	1,929 BTU/HR
Otros	TV+PC 750 W x 3.41	=	2,558 BTU/HR
Personas Qs	02 personas x 250	=	500 BTU/HR
	<b>Calor sensible total</b>	=	<b>7,982 BTU/HR</b>
<b>Personas QL</b>	02 personas x 240	=	<b>480 BTU/HR</b>

Fuente: Elaboración Propia

Según la ecuación (1): Calor Total = Qs + Ql = 8,492 BTU/HR.

**Nota**, - La carga térmica no es la capacidad del equipo, en la práctica se aplica un factor promedio de 0,7 dependiendo de la calidad y/o marca del equipo.

Por lo tanto: la capacidad del equipo será =  $8492/0.7 = 12,131$  BTU/HR.

El proyectista seleccionó en este caso un equipo de 18,000 BTU/HR, debido a que el inmediato inferior que se fabrica es de 12,000 BTU/HR y estuvo por debajo de lo esperado.

**Conclusión**: El equipo especificado por el proyecto es correcto.

#### **VERIFICACIÓN DEL CAUDAL DE AIRE:**

Utilizando la formula (5)

$$C = Q_{se} / PR \times 1.1 \times \Delta T_2.$$

$$C = 7982 / 0.998 \times 1.1 \times 12.$$

$$C = 606 \text{ CFM.}$$

Según plano del proyecto el caudal de aire acondicionado suministrado es de **661 CFM**, que está por encima de lo calculado por lo tanto es **Correcto**.

#### **VERIFICACIÓN DEL TAMAÑO DE DIFUSORES Y/O REJILLAS:**

Ecuación a utilizar:

$$S = Q \times 144 / V \dots \dots \dots (\text{Pulg}^2)$$

Donde:

S = Área de difusor y/o Rejilla.

Q = Caudal de aire suministrado por el difusor o rejilla en CFM

Según plano el caudal de diseño es 661 CFM

$V$  = Velocidad del aire en el difusor o rejilla en FPM (pies por minuto).

La velocidad recomendada en este tipo de ambiente (dormitorio) es en el rango de 300 a 400 FPM

Según plano en el ambiente tomado como ejemplo el difusor es de 15"x15" es decir tiene un área de 225 pulg<sup>2</sup>.

Considerando una velocidad promedio de 400 FPM y reemplazando datos:

$$S = 661 \times 144 / 400 = 238 \text{ pulg}^2.$$

Como se puede apreciar el área recomendada es mayor a la que se indica en el proyecto por lo que se debe verificar la velocidad de aire que se ha considerado en el proyecto:

$$V = Q \times 144 / S.$$

$$V = 661 \times 144 / 225 = 423 \text{ FPM}.$$

Si bien es cierto que la desviación no es apreciable (5%) es probable que el nivel de ruido se incremente al aumentar la velocidad, pero se debe tener en cuenta que el caudal indicado plano es en velocidad media del equipo y para condiciones máximas de carga térmica la cual es mucho menor por las noches donde normalmente es ocupado el ambiente y teniendo en cuenta que este tipo de equipos tienen 3 velocidades en las noches solo será necesario utilizar la velocidad baja y por ende velocidades relativamente bajas disminuyendo considerablemente los niveles de ruido.

### **VERIFICACIÓN DEL TAMAÑO DE DUCTOS:**

Consiste en verificar las dimensiones de su sección transversal tal que sea capaz de transportar bajo ciertas condiciones adecuadamente un caudal de aire predeterminado.

Consideraciones:

- Caída de presión recomendada: 0.08 a 0.1 pulg de c.a. por cada 100 pies de longitud de ducto.
- Velocidad máxima y mínima recomendadas en este caso (residenciales) 700 – 900 FPM.

Ducto a verificar:

Equipo:

- Tag: FC 1-13
- Plano: AA-02
- Dimensiones del ducto: 14"x12".
- Flujo de aire transportado: 661 CFM.
- Tipo de material: Plancha de acero galvanizado (0.6mm).

Velocidad del aire:  $V = Q/A$ .

Donde:

V = velocidad del aire en FPM

Q = caudal de aire en CFM

A = Área en Ft<sup>2</sup>,

$A = 14 \times 12 / 144 = 1.16 \text{ Ft}_2$

Reemplazando datos  $V = 661 / 1.16 = 570 \text{ CFM}$ .

La velocidad encontrada es menor la velocidad mínima recomendada por lo tanto es posible en este caso reducir las dimensiones del ducto, las nuevas medidas serán:

$A = 661 / 750 = 0.944 \text{ Ft}_2 = 135 \text{ pulg}^2$

Si respetábamos la altura del ducto entonces la nueva medida del ducto pudo ser de: 13.5"x10".

**Considerando que el ahorro no es significativo y que adicionalmente cualquier cambio tiene que pasar por VoBo del proyectista lo cual generará un trámite y tiempo es recomendable en este caso no efectuar ningún cambio.**

### **CALCULO DE LA CAÍDA DE PRESIÓN EN DUCTOS:**

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

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

Donde:

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

Por lo tanto, para nuestro caso se va a considerar un tramo recto de 5 pies de longitud

$$\text{Caída de presión} = 0.06 \times 5 / 100 = 0.003 \text{ " c.a.}$$

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

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

Donde:

C: Coeficiente local de pérdida.

Presión de velocidad: Esta presión se puede hallar en el ductulador entrando con los valores de caudal y velocidad.

Para hallar la caída de presión en un equipo se deben sumar las caídas de presión de los ductos rectos y accesorios desde la salida del ventilador del equipo hasta la rejilla o difusor más lejano a este.

### **Verificación de diámetros de tuberías de agua helada:**

El diseño de tuberías de agua helada se realizó con la consideración de que la velocidad máxima del fluido no exceda los 5.5 pies por segundo.

Considerando que por cada Tonelada de refrigeración (12,000 BTU/HR), los equipos para aire acondicionado necesitan 2.4 GPM. Se puede verificar si el diámetro de diseño es correcto utilizando la tabla anterior la cual ha sido elaborada considerando las velocidades máximas y mínimas.

**Tabla 5**

Caudal de agua recomendado en tuberías

<b>Diámetro de tubería (in)</b>	<b>Caudal máximo (gpm)</b>
3/8	1 – 3
1/2	3 – 5
3/4	5 – 9
1	9 – 14
1 1/4	14 – 24
1 1/2	24 – 34
2	34 – 50
2 1/2	50 – 70
3	70 – 120
4	120 – 240
5	240 – 380
6	380 – 600
8	600 – 850

Fuente: GCI SAC. (Ref. 7)

Para nuestro ejemplo el equipo seleccionado por el proyectista es de 1.5 TR es decir 18,000 BTU/HR, necesitará el siguiente caudal de agua:

$$Q = 1.5 \times 2.4 = 3.6 \text{ GPM}$$

Por lo tanto, según tabla adjunta le corresponderá una tubería de diámetro nominal. ½”.

Del plano se aprecia que el proyectista a considerado tubería de ¾”.

En este caso si fue posible recomendar cambio de diámetro de tubería, pero considerando la cantidad y que las relaciones de costos entre ambas tuberías no eran significativas se optó por al considerar los metrados iniciales del proyecto.

### **Replanteo en campo:**

Una vez que se completó la compatibilización y/o se hayan realizado los cambios de ser necesario en los planos correspondientes se efectuó el replanteo, que consistió básicamente en verificar en el terreno la ubicación, recorrido y anclaje de equipos, ductos y tuberías, se tuvo en cuenta las siguientes consideraciones:

- Una vez que se hayan culminado en la compatibilización la ubicación de los equipos de equipos y recorrido deben estar lo más cerca posible a los planos del proyecto.
- El replanteo se efectuó teniendo en cuenta las demás especialidades especialmente, con la parte eléctrica, contraincendios y agua y desagüé que son en más críticos, para lo cual se solicitó los planos correspondientes.
- Los cambios de ubicación o recorridos necesarios, se sustentaron en campo a la supervisión antes de elaborar los planos de obra.

## **Elaboración de planos de obra:**

Una vez que se ejecutó el correspondiente replanteo de obra se elaboraron los planos de obra, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- Deberá reflejar lo más similar posible a los planos del proyecto.
- Se debe considerar en la ubicación de equipos accesos para mantenimiento o los registros necesarios para tal servicio.
- Los equipos de aire acondicionado no deberán colocarse encima de luminarias canaletas, tableros o transformadores eléctricos.
- Se deben acotar e indicar los puntos de fuerza, control y drenaje de ser el caso.
- Los equipos deberán ser dibujados en escala real de acuerdo a catálogos.
- Los recorridos de ductos deben indicarse desvíos e indicando en planos de cortes y/o elevación los cambios de nivel.
- Se deberán usar colores para distinguirse de las demás especialidades y sea fácil de observarse.
- Los planos de obra deberán ser enviadas al cliente (la supervisión) para la aprobación correspondiente.

## **Elaboración de Cronograma de obra:**

Una vez que se definió, completó y se aprobado los correspondientes planos de obra se elaboró el cronograma de obra teniendo en cuenta lo siguiente:

- Tiempo de entrega comprometido.
- Se consideró un margen adicional para imprevistos y retrasos de obra por diferentes razones, es decir el tiempo de entrega que figura en cronograma

inicial deberá considerarse siempre menor al tiempo de entrega comprometida en este proyecto este tiempo se estimó tomando como referencia experiencias pasadas alrededor de un 20%.

- El cronograma de los sistemas HVAC tuvo que ir de la mano con las actividades previas de construcción y acabados por lo que se especificó las tareas y/o requisitos previos.
- El cronograma se actualizaba día a día e ir anotando el avance real.

Cuando existieron retrasos por razones ajenas a nuestra voluntad (retrasos en construcción, fabricación de pases, etc.) se modificó el cronograma.

Los cambios y los motivos correspondientes se registraron en el cuaderno de obra, para sustentar los tiempos de entrega fuera de los plazos contractuales.

En la figura 18, se presenta el cronograma de Obra del proyecto “Sistema de climatización del Albergue del templo de Lima”.



## **Metrados, selección y adquisición de recursos:**

Después que los planos de obra fueron verificados y aprobado los cambios de ser necesario, se realizó los metrados de:

- Equipos y accesorios
- Ductos y su aislamiento térmico
- Tuberías, accesorios y su aislamiento térmico
- Difusiones y rejillas.
- Material eléctrico de fuerza y control.

### *Equipos y Accesorios:*

Se detalló los siguientes datos:

- Código
- Marca
- Modelo
- Capacidad
- Características Mecánicas y eléctricas.

Para el metrado de ductos se tuvo en cuenta los rangos de gauge especificados en el proyecto considerando en los ductos rectangulares el lado más grande:

**Tabla 6.-** Espesor de planchas según ducto

<b>Lado más grande</b>	<b>Gauge</b>	<b>Espesor (mm)</b>
0-12''	26	0,5
13''-20''	24	0,6
31''-45''	22	0,8
45''-60''	20	1,0
Mayor de 60''	18	1,2

Fuente: GCI SAC. (Ref. 7)

Cuando los ductos con aislamiento termo-acústicos (interior) entonces se aumentó 2'' más por lado a los lados del triángulo, considerando que las medidas que indica el proyectista en planos se refieren a medidas interiores efectivas.

También se consideró un desperdicio en la fabricación de los ductos según experiencia este varía entre 20 a 30 % dependiendo del tamaño y arquitectura del ducto.

Para hallar el peso de la plancha se usó la siguiente formula:

$$\text{Peso (Kg)} = P \times L \times Fa.$$

Dónde:

P = Perímetro de la sección del ducto en metros

L = Longitud del ducto en metros.

Fa = Peso de plancha de acero por unidad de área en Kg/m<sup>2</sup>, según tabla (ver anexo I).

Para el metrado del aislamiento térmico lana de vidrio se sumó 3" más a los lados del rectángulo y un traslape de 10 cm.

Para ducto termo acuático se consideró las medidas del ducto que indica el plano.

### **Tuberías, accesorios y su aislamiento térmico:**

Consideraciones:

Para tuberías menos o igual de 2" las conexiones fueron roscados

Para las tuberías mayores o iguales de 2  $\frac{1}{2}$ " las conexiones son soldadas y bridadas.

Para el aislamiento térmico se tuvo en cuenta las especificaciones técnicas.

**Tabla 7.-** Espesor de aislamiento para tuberías

<b>Diámetro</b>	<b>Material</b>	<b>Espesor</b>
½ - ¾	Espuma Elastomérica	1/2"
1"-2 ½"	Espuma Elastomérica	3/4"
3" - 6"	Espuma Elastomérica	1"

Fuente: GCI SAC (Ref. 7)

Los accesorios son clase 125 y según características indicadas en las especificaciones técnicas.

Se incluyó en el metrado, soportes tipo Clevis y antisísmicas, las cuales se instalaron de acuerdo a las especificaciones técnicas.

➤ Difusores y Rejillas:

Se consideraron los siguientes datos:

Dimensiones.

Tipo.

Numero de vías y dirección

Material

Color

Si lleva o no Dámper de regulación.

En caso de existir difusores lineales se deberán indicar el número de Slots.

Verificar en el caso de que el falso cielo raso sea con baldosas si las medidas de las rejillas y/o Difusores no excedían las medidas de las mismas.

### **Adquisición de Recursos:**

Una vez que se contó con todos los metrados correspondientes y después de haber sido revisado por el gerente de obra se seleccionó y se procedió a adquirir todos los recursos materiales para lo cual se tuvo en cuenta las siguientes consideraciones:

- Todas las características de los materiales deberían cumplir con las especificaciones técnicas del proyecto.
- Todas las adquisiciones deberían ser acompañadas de los correspondientes certificados de calidad y características técnicas (catálogos).
- Todas las tuberías debieron recepcionarse selladas por ambos extremos para evitar que se introduzca materiales extraños.
- El acarreo y almacenamiento se realizó según recomendación de los fabricantes.
- Todo material que ingresó a almacén se registró en los correspondientes registros de entrada/salida (Kardex).

- El almacenamiento se clasificó por tipo y especialidad, debidamente identificado para su fácil uso.
- El único autorizado a ordenar el retiro del material fue el Residente de obra.
- Todas las herramientas, materiales y equipos contaban con su correspondiente kardex.

## **Movilización de recursos**

Para iniciar el proceso movilización se tuvo en cuenta:

Recursos que no dependen del cronograma

Recursos que dependen del cronograma

Dentro de los recursos que no dependían del cronograma tenemos:

- Oficina de Obra.
- Almacén de Obra.
- Talleres Temporales de Obra.

Las consideraciones que se tuvo en cuenta para la ubicación de las Oficinas y Almacenes son las siguientes:

Los recursos que dependen del cronograma son todos los materiales consumibles y que forman parte de la instalación se movilizó a de acuerdo a los metros por Piso y siguiendo el orden del cronograma preestablecido.

El almacenero recibió los materiales y herramientas los cuales fueron codificados de acuerdo al área a la cual fueron destinadas para poder realizar las liquidaciones correspondientes.

Todas las salidas de materiales de Almacén contaron con el VoBo del Ing. Residente/Supervisor.

## **3.2 PLANEAMIENTO Y PROCEDIMIENTOS**

### **Planeamiento:**

La planificación consistió en analizar el proyecto a través del cual se determinaron de manera integral las estrategias de gestión y ejecución del proyecto. El planeamiento incluyó el diseño del sistema de producción o estrategias de ejecución y el análisis de los aspectos organizativos.

Es en este sentido y con el afán de cumplir con uno de los objetivos específicos que se refiere al uso óptimo de los recursos, para lo cual se aplicó la ingeniería de valor lo cual permitió identificar y organizar creativamente los costos innecesarios del producto o servicio tomando en cuenta el ciclo de vida del proyecto.

La metodología que se utilizó incluye los siguientes aspectos:

- Identificar los elementos de un producto, servicio o proyecto.
- Analizar las funciones de estos elementos.
- Crear diseños alternativos para ejecutar estas funciones.
- Evaluar todas las alternativas que mantengan intactos los objetivos del proyecto.
- Asignar costos a cada una de las alternativas más prometedoras.
- Desarrollar recomendaciones aceptables para estas alternativas.

### **Elaboración de Procedimientos:**

Tuvieron, como finalidad establecer el procedimiento seguro para la ejecución y puesta en marcha de sistemas de aire acondicionado y ventilación mecánica de tal

manera que minimicen los riesgos asociados con el objetivo y compromiso de calidad sin descuidar la seguridad.

A continuación, se detalla los procedimientos más relevantes que se utilizaron en la ejecución del proyecto:

## **PROCEDIMIENTO DE TRABAJO SEGURO GENERAL**

*Alcance.* - Es aplicable para todas las instalaciones de suministro, montaje y puesta en marcha del sistema de aire acondicionado y ventilación mecánica.

### *Responsabilidades:*

Ingeniero Supervisor y/o Residente de Obra HVAC:

- Difundir e implementar estos procedimientos.
- Verificar y supervisar la correcta ejecución de los procedimientos seguros.
- Asegurarse que se cuenten con todos los recursos necesarios.
- Mejorar y/o corregir los procedimientos de ser necesarios.
- Identificar todos los peligros y/o Riesgos potenciales en el área de trabajo
- Tomar toda precaución para salvaguardar su integridad física y la de los demás trabajadores en el área de trabajo
- Asegurarse de que el personal tenga conocimiento y entienda el procedimiento para el armado y desarmado de andamios
- Los supervisores serán responsables en que todo personal conozca el procedimiento y que se cumpla. También serán los responsables en que todo personal tenga el curso de altura.
- El Dpto. de Prevención de Perdida, supervisara y hará cumplir que los trabajos se realicen de acuerdo al procedimiento descrito.

*Equipo de Protección Personal:*

- Casco de seguridad
- Zapatos de seguridad
- Lentes de seguridad
- Guantes de seguridad
- Tapones de oído
- Chaleco de seguridad
- Respirador adecuado
- Arnés de Seguridad
- Línea de vida
- Líneas de anclaje.

Planificar y preparar la inspección:

- Antes de iniciar los trabajos Todos los trabajadores que tendrán entre sus responsabilidades el realizar trabajos específicos deberán recibir una charla específica sobre el trabajo a realizar del presente estándar dictado por el supervisor inmediato antes del iniciar sus trabajos.
- El área y/o lugar donde se realizará la colocación de ductos será cercado y/o limitado.
- Los capataces o jefes de grupo evaluarán el área de trabajo en altura y deberán planear e instalar sistemas de protección contra caída de ser necesario.
- Inspeccionar las escaleras, de ser usadas.

- Se deberá trabajar en todo momento con el EPP adecuado para este tipo de trabajos (guantes y respirador de partículas)
- Para la instalación de ductos: los trabajadores deberán usar arnés de seguridad y asegurarse adecuadamente, además se revisarán diariamente el estado de conservación de los arneses de seguridad, las líneas de vida, retirándolas las que estén en mal estado.
- Todo equipo de protección contra caída deberá ser previamente revisado y contar con la aprobación del Jefe de Seguridad.
- Para las líneas de vida se anclaron en las estructuras de la edificación en caso contrario, se usaron cables de acero de 3/8" Ø y para las verticales sogas de nylon de 5/8" o 3/4".
- No se permitirá trasladarse de un lugar a otro al trabajador sin estar asegurado a una línea de vida.
- El área y/o lugar donde se realizará la colocación de ductos será cercado y/o limitado.
- No se permitirá (realizar) trabajar en la parte inferior cuando se realicen los trabajos en la parte superior.
- Antes del inicio de cada tarea se deberá elaborar un ATS (análisis de trabajo seguro) el cual deberá estar firmado por el capataz y la supervisión correspondiente.
- Diariamente antes de empezar las labores se deberá dictar charla de cinco minutos con la participación de todos los involucrados.

## **MONTAJE DE EQUIPOS**

Antes de ensamblar o montar un equipo se verificó, el estado y si corresponde a lo indicado en los planos correspondientes.

Se Removió todos los elementos temporales de bloqueo utilizados para el transporte.

Se verificó que los soportes o bases utilizados para el anclaje de los equipos sean los apropiados y estén fijados correctamente.

Para el izaje y montaje de equipos se tuvieron en cuenta los siguientes puntos:

- Se deben contar con los datos de las correspondientes características físicas antes de instalarse, catálogos y manual de instalación las cuales deberán ser leídas antes de instalarse.
- Antes de montarse se debe trazar o emplantillar la base de los equipos en el área donde se va anclar teniendo en cuenta las conexiones correspondientes y accesos para mantenimiento.
- En el caso del chiller y otros equipos pesados la ubicación final deberá contar con el VoBo del Ingeniero estructural de la parte civil.
- Los anclajes deberán efectuarse de acuerdo a las especificaciones técnicas y los correspondientes planos de detalles.
- Se debe considerar áreas alrededor del equipo para tener acceso para realizar tareas de mantenimiento y regulación.
- Verificar alineamiento y/o pendiente de ser necesario.

## **ARMADO Y MONTAJE DE DUCTOS**

En general el material más empleado para la fabricación de ductos de aire acondicionado es la plancha de acero galvanizado, aunque también se está utilizando últimamente ductos de fibra de vidrio rígido. En el proyecto que se está tratando y según lo especifica el proyecto se utilizó ductos de plancha galvanizada.

La SMACNA (Sheet Metal and Air Conditioning Contractors National Association) ha establecido Normas para la fabricación de ductos. Estas normas especifican los espesores (calibres) de las planchas tal como se muestra en la tabla No 2 de los anexos.

Para la fabricación y montaje de los ductos se siguió el siguiente procedimiento:

- El maestro trazador deberá solicitar los planos finales de Obra en lo posible dibujados en escala 1:100 como fue en este caso.
- Antes de iniciar el trazado el maestro efectuará reconocimiento y replanteo final en campo porque suelen ocurrir cambios de las condiciones.
- Una vez que haya efectuado los replanteos y metrados correspondientes por equipo solicitará a almacén el material por equipo el cual deberá contar necesariamente con el VoBo del Ing. Residente después de verificar con los metrados previstos.
- Los trazos deberán efectuarse de tal manera que el desperdicio de material sea lo menos posible.

- Considerando que las presentaciones de las planchas son de 1.2 x 2.4 m la longitud del ducto deberá ajustarse a una longitud de 2.4 m para minimizar el número de empalmes.
- Cuando se cambia la forma de los ductos la transición debe tener una pendiente de 7: 1 como máximo y como mínimo 4:1, para mantener al mínimo la caída de presión.
- En los cambios de dirección el radio mínimo empleador no deberá ser menor a 8 pulgadas.
- Si por razones de espacio son necesarios los codos de radio corto o cuadrados, se deben instalar aletas de cambio de dirección con separación recomendada de 10 cm.
- Las uniones de los ductos deben sellarse con masilla especial para ductos metálicos del tipo tero mayólica que se comercializa en nuestro país y deberán ser lo más hermético posible.
- El Aislamiento y montaje de ductos se debe efectuar según lo especificado en el proyecto y el plano de detalles.

## **MONTAJE DE TUBERÍAS**

A continuación, se detalla el procedimiento que se utilizó en la preparación y montaje tuberías:

- Las instalaciones deberán iniciarse siempre por las montantes salvo que exista algún requerimiento especial por parte de la obra y la supervisión.
- Las conexiones para tuberías menores o igual a 2" son roscadas, para tuberías mayores serán bridadas.

- Una vez que las tuberías estén preparadas estas deberán limpiarse y pintarse antes de ser forradas y montadas.
- Las tuberías horizontales deberán instalarse con una ligera pendiente hacia el lado más alto para facilitar la evacuación de aire.
- Se debe considera un tramo de tubo con válvulas en la parte más baja para poder vaciar el sistema de ser necesario.
- Las conexiones roscadas deberán sellarse con teflón y formador de empaquetaduras tipo Adex.
- Las conexiones bridadas deberán sellarse con empaquetadura tipo Asbesto con formador de empaquetaduras tipo Adex.
- Las Uniones y conexiones no deberán ser hasta después de que se haya pasado las pruebas hidrostáticas correspondientes.

## **CONEXIÓN DE DUCTOS CON EQUIPOS**

La conexión de los ductos se realizó con juntas flexibles tal como lo indica las especificaciones técnicas se deberán instalar soportes antes y después de la junta flexible.

La sección del ducto de conexión deberá ser la misma que la entrada y/o salida del equipo y deberá estar bien alineada para evitar pérdidas de presión.

## **CONEXIÓN DE TUBERÍAS CON EQUIPOS**

Para la conexión de las tuberías con los equipos se tuvieron en cuenta las siguientes consideraciones:

- Deben haberse cumplido con las pruebas parciales.
- Se debe haber efectuado la limpieza de todo el sistema, las veces que sean necesarias.
- Considerando que la conexión a los equipos se realiza con tuberías de cobre y la tubería de distribución es de acero la unión entre el cobre con el acero, deberá ser con una unión dieléctrica para evitar corrosión eléctrica.
- Las tuberías deberán contar con los siguientes accesorios:
  - Válvulas de servicio en el suministro y retorno.
  - Circuit setter.
  - Válvula motorizada de dos vías ON/OFF.
- Las tuberías de acometida deberán estar bien alineadas con las conexiones de los equipos para evitar esfuerzos en el coil a la hora de empalmar.
- Las válvulas de control y la de regulación deberán instalarse en el lado de retorno.
- Se deberá considerar áreas y espacios suficientes para poder tener acceso hacia las válvulas para efectos de mantenimiento.
- Se deberán identificar y o bloquear la posición de la válvula de regulación señalando la ubicación final seleccionada.

## **CONEXIÓN ELÉCTRICA DE FUERZA Y CONTROL**

Para las conexiones eléctricas de fuerza y control se siguieron las siguientes pautas y/o consideraciones:

- Antes de efectuar las conexiones se debe leer las instrucciones descritas en el manual de instalación recomendado por el fabricante.
- Verificar los datos de placa se debe tomar en cuenta lo siguiente:
  - Voltaje.
  - Numero de fases.
  - Consumo de Corriente.
  - Frecuencia.
  - Potencia Nominal.
  - Tipo de aislamiento NEMA
- Todos los equipos deben tener Interruptor termo magnético cerca del equipo para efectos de mantenimiento y seguridad.
- Los cables deberán ser seleccionado de acuerdo al consumo de amperaje máximo.
- Todos los cables deberán estar identificados y rotulados.
- Es recomendable que el consumo de corriente este alrededor del 90% del consumo nominal como máximo.
- Antes de efectuar las conexiones se debe contar con el protocolo de megado correspondiente del circuito correspondiente el cual será suministrado por el contratista del sistema eléctrico.
- En el caso que los ventiladores y/o extractores sean trifásicos se deberá verificar que el sentido de giro sea el correcto de lo contrario invertir dos de las fases para invertir el sentido de giro.

## **TAREAS IMPREVISTAS Y CONTROL DE ADICIONALES**

Como en toda obra, existieron tareas imprevistas y/o Adicionales por modificaciones o interferencias no previstas en la construcción o trabajos adicionales complementarios solicitados por el propietario.

En el caso de presentarse un imprevisto genere una tarea no programada cuyo tiempo y/o costo afecte significativamente al cronograma y/o presupuesto, estos trabajos se consideraron para lo cual se siguió con los siguientes pasos:

- Una vez que se haya detectado y verificado en campo el imprevisto este deberá registrarse detalladamente en el cuaderno de obra.
- Se debe presentar y sustentar el informe correspondiente al cliente o la supervisión que lo representa debidamente documentada con fotografías, esquemas y/o planos, detallando las implicancias y las posibles soluciones al problema.
- Una vez que el cliente haya aprobado el adicional, inmediatamente se debe presentar el presupuesto por el adicional especificando los tiempos de ejecución y de ser el caso como alteraría este al cronograma contractual.
- Considerando que estos trabajos imprevistos no están incluidos en presupuesto y contrato del proyecto original deberán, ser tratados en forma separada, es decir, que se debería efectuarse la entrega correspondiente una vez culminada para efectos de facturación.

En el caso de trabajos adicionales que fueron solicitados por el cliente normalmente a través de la Supervisión, se procedió de la siguiente manera:

- Toda solicitud de un trabajo adicional deberá ser por medio de físico (carta, correo o formato de existir) y deberá contar con el VoBo de una persona autorizada y/o por el propietario.
- Preparar los presupuestos Adicionales y/o deductivos correspondientes los cuales tienen que ser aprobados por el cliente o por quien lo represente.
- Los trabajos adicionales se deben tratar como trabajos paralelos de tal manera que no deben afectar en lo posible los compromisos adquiridos para el proyecto original.
- Una vez culminado los trabajos adicionales se deben realizar actas o constancias de culminación con la conformidad del cliente.

En ambos casos para la elaboración de los presupuestos correspondientes, no se consideraron los recursos destinados al proyecto original, de tal manera que no afectó el cronograma y presupuesto contractual.

## **VALORIZACIONES DE AVANCE DE OBRA**

Previamente a la elaboración de las Valorizaciones correspondientes se concertó con la Supervisión y/o propietario, la metodología y formatos a ser usados dependiendo del tipo de contrato, en este caso las Valorizaciones y reintegros fue mensual.

Las valorizaciones fueron preparadas en base a los avances reales verificados en campo en la fecha previamente acordada y registrada en el cuaderno de Obra. Las Valorizaciones se prepararon de tal forma que incluía toda la

información necesaria y útil para el control de avance presupuestario; dentro de esta información figuraba y/o se consideró entre otros aspectos los siguientes:

- Deberán figurar necesariamente todas las partidas contractuales incluyendo adicionales.
- Serán preparadas en base a las unidades de medida de las partidas de obra según presupuesto aprobado.
- Se indicarán los metrados y montos acumulados anteriormente.
- Metrados y montos de la presente Valorización, normalmente con un periodo mensual o según lo acordado y especificado en acta.
- Metrados y montos acumulados a la fecha.
- Montos de los adelantos otorgados.
- Avance porcentual % especificado por partida.
- Amortización de los adelantos según contrato.

Similar procedimiento que el utilizado en el contrato principal, se llevará para las Valorizaciones de los presupuestos adicionales.

Las valorizaciones son típicas y pueden ser utilizadas como modelo en otros proyectos, aunque podría variar de acuerdo a lo especificado en el contrato.

### **3.3 ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE CALIDAD**

El monitoreo y control de calidad se efectuó durante todo el proceso de instalación y montaje de los materiales y equipos electromecánicos, es decir; que no se debería esperar la puesta en marcha del sistema para realizar las pruebas

y protocolos, esto permitirá detectar fallas y/o anomalías y poder corregirlos con lo cual se estaría logrando reducir tiempo y costos adicionales.

Para simplificar estas tareas y puedan ser delegadas a otras personas, fue necesario elaborar procedimientos específicos para cada tarea, a continuación, se detallan los principales procedimientos que se utilizaron durante la supervisión de ejecución del proyecto, cabe aclarar que, aunque estos sistemas son típicos los procedimientos pre establecidos se debieron corregir y/o adecuar de acuerdo a las condiciones reales encontradas en campo.

## **INSPECCIÓN Y CONTROL DE SUMINISTROS**

En esta etapa se controló todos los suministros de materiales, accesorios y equipos electromecánicos, que los materiales y equipos sean del tipo y calidad especificados en el correspondiente presupuesto aprobado e ingresen a obra en la cantidad y oportunidad requerida según cronograma de Obra.

Adicionalmente fui responsable como supervisor en esta etapa lo siguiente:

- Velar en todo momento porque las actividades de desembarco, transporte hasta la Obra y almacenamiento en obra, sean efectuados correctamente, teniendo en cuenta para esto las recomendaciones del Fabricante y las necesidades de Obra.
- Verificar y/o disponer la verificación de las características más relevantes de los materiales y equipos según las Especificaciones Técnicas de existir alguna disconformidad, se coordinará inmediatamente con los encargados de logística la devolución y el cambio correspondiente tratando en lo posible de no alterar el cronograma de ser el caso, que los

equipos sean suministrados por el cliente y/o otros, estas disconformidades deben anotarse en el cuaderno de Obra detallando la no conformidad y las consecuencias que esto podría generar en el cronograma de Obra.

## **SEGUIMIENTO Y CONTROL DE CRONOGRAMAS**

Esta tarea es muy importante porque permitió realizar el seguimiento de los avances de obra y poder efectuar algunos cambios y/o incremento de los recursos de ser caso, con el objetivo de corregir atrasos. Se tuvo en cuenta que del avance de obra según cronograma depende la presentación de las valorizaciones y el cumplimiento de los plazos comprometidos según contrato teniendo en cuenta también las penalidades correspondientes.

También es cierto teniendo en cuenta que era muy poco probable que se cumpla según lo previsto pero, se debe trató que los cambios sean lo más pequeños posible en cuanto a tiempos es por eso que se tuvo que estar actualizándose diariamente según los reportes de campo y cualquier retraso que hubo se investigó la causa de ser esta por culpa de otros esto se tuvo registrar en el cuaderno de obra y presentar el informe correspondiente dependiendo de la magnitud, para poder justificar los retrasos y darlos a saber en las reuniones semanales de Obra.

## **REVISIÓN Y SEGUIMIENTO DE PROCEDIMIENTOS**

Esta tarea se efectuó permanentemente como supervisor de obra y estuvo basada en la revisión y control de los procedimientos y métodos de instalación y montaje de equipos electromecánicos, accesorios, ductos, tuberías, etc. Se

entiende que para esto ya previamente estuvo revisado y aprobado todos los procedimientos necesarios.

En algunos casos los procedimientos fueron modificados en campo por necesidades y/o circunstancias reales del momento, pero estos cambios deberán contar con el VoBo del Supervisor o Ing. residente, en el desarrollo de estas tareas es muy importante la opinión y aprobación del Ingeniero de seguridad y medio ambiente porque los procedimientos no solo deben ser viables técnicamente, sino que también deberán ser procedimientos seguros por lo tanto se deben considerar los Peligros y riesgos asociados involucrados en el proyecto.

## **PRUEBAS PARCIALES**

Durante la instalación fue necesario efectuar pruebas hidrostáticas parciales en las tuberías para asegurarse que no existan fugas durante las pruebas integrales más aun considerando que existe áreas que la parte civil va cerrando y que va ser de difícil acceso posteriormente.

Estas pruebas se registraron en planos con el correspondiente protocolo de pruebas y con el VoBo de la Supervisión.

La presión de prueba se efectuó según lo especificado en el proyecto de no especificarlo deberá ser 1.5 la presión máxima de trabajo de la tubería en mención.

## **PRUEBAS INTEGRALES**

Se efectuaron las siguientes pruebas integrales:

*Prueba hidrostática* a todo el sistema la presión de prueba deberá ser a 1.5 veces la presión máxima de trabajo.

Para el caso de Agua helada:

Presión de trabajo máxima: 80 PSI

Presión de prueba: 120 PSI

Duración de la prueba: 24 Horas.

Es importante tomar en cuenta la temperatura al inicio y al final de la prueba en lo posible deberá ser la misma en caso de no ser posible considerar que por cada grado de diferencia la presión variara 1.5 psi el cual es directamente proporcional.

Para el caso equipos de expansión directa depende del refrigerante utilizado, por ejemplo para el R-22:

Presión de trabajo máxima. 200 PSI

Presión de prueba: 300 PSI.

## **PRUEBAS, MEDICIONES Y BALANCEO DEL SISTEMA:**

Se pudo haber llevado a cabo correctamente el diseño e instalación de un sistema de acondicionamiento de aire, pero si no se le ajusta y balancea en forma adecuada para cumplir con las condiciones de diseño, no trabajará satisfactoriamente. Además, la creciente necesidad de reducir al mínimo el desperdicio de energía necesita también técnica correcta de balanceo, un sistema balanceado incorrectamente casi con seguridad que usará demasiada energía.

Esta sección especifica los requisitos y procedimientos que se siguieron para las pruebas, los ajustes y el balanceo del sistema. Estos requisitos incluyeron la medición de las cantidades de fluido de estos sistemas como se requiere para

cumplir con las especificaciones de diseño y para llevar un registro e informar sobre los resultados.

Los siguientes sistemas fueron probados, ajustados y balanceados:

- Sistemas de suministro y retorno de aire
- Sistemas de agua helada
- Sistemas de aire exterior.
- Parámetros de operación de equipos.

### **Definiciones:**

Los sistemas de pruebas, ajustes y balanceo son los procesos que implican el chequeo y el ajuste de todos los sistemas ambientales del edificio para conseguir los objetivos del diseño. Esto incluye el balanceo en la distribución de aire y agua, el ajuste del sistema total para suministrar cantidades de diseño, las medidas eléctricas y la verificación del desempeño de todo el equipo y el control automático.

- **Prueba:** Para determinar el desempeño cuantitativo del equipo.
- **Ajuste:** Para regular el caudal de flujo del fluido específico y los patrones de aire en el equipo terminal.
- **Balance:** Para proporcionar flujos dentro del sistema de distribución (conductos secundarios, ramificaciones y terminales) de acuerdo a las cantidades especificadas en el diseño y planos.
- **Procedimiento:** Enfoque y ejecución estandarizados de la secuencia de operaciones del trabajo para obtener resultados reproducibles.

- **Protocolos de Pruebas:** Hojas de información organizadas sobre las pruebas para recoger los datos de la prueba en orden lógico para presentarlas y revisarlas. Esta información debe ser también el registro permanente a ser utilizado como base para futuras pruebas, ajustes y balanceos requeridos.
- **Terminal:** El punto donde el flujo controlado entra o sale del sistema de distribución. Estos son entradas a los terminales de agua, difusores de aire, rejillas de retorno de los terminales de agua y escapes o salidas de retorno de los terminales de aire tales como registros, rejillas, difusores, rejilla de ventilación.
- **Ducto:** Ductos o tubos que contengan los principales flujos de fluido o su totalidad.
- **Ductos secundarios:** ductos o tubos que contengan parte de la capacidad del sistema y que sirva a dos o más ramificaciones del ducto.
- **Ramificación del ducto:** ducto o tubo que sirva a dos o más terminales.
- **Rejillas y difusores:** Que sirvan a los ambientes.

### **Instrumental:**

El éxito de las Pruebas ajuste y Balanceo depende del instrumental adecuado, los instrumentos que se utilizaron estaban diseñado para medir específicamente sistemas HVAC es decir para medir:

- Temperatura.
- Presión.
- Velocidad.
- Caudal.

Los Instrumentos tienen varios niveles de exactitud, para los trabajos en mención, una exactitud de +/- 5% del valor verdadero es la más adecuada considerando que estos valores son los que manejan los proyectistas y sin incurrir en costos desmesurados de Instrumental.

Los Instrumentos siempre se deben tener vigente la fecha de calibración antes de cada uso se debe verificar la etiqueta que coloca la entidad que ha efectuado la calibración correspondiente que puede ser la UNI, PUC u otras autorizadas.

Algunos instrumentos tienen un dispositivo de ajuste de calibración los cuales son generalmente referenciales (valor cero). En otros casos y cuando las desviaciones han sido medidas por algún laboratorio estas vienen graficadas en curvas de desviación que sirven para corregir las lecturas leídas.

Es muy importante leer previamente el manual del instrumento a usar.

### **Documentación:**

Se presentaron informes y protocolos de pruebas, ajustes y balanceos que llevaron la firma del que ejecutó, supervisión y del que dio la conformidad a las correspondientes pruebas. Los informes y/o protocolos fueron pruebas certificadas de que los sistemas fueron probados, ajustados y balanceados de acuerdo con los estándares referenciados; son una representación exacta de cómo los sistemas han sido instalados; son una representación fiel de cómo están operando los sistemas al terminar los procedimientos de las pruebas, los ajustes y el balanceo; son un registro exacto de todas las cantidades finales medidas, para establecer los valores operativos normales de los sistemas.

## **PUESTA EN MARCHA DEL SISTEMA**

Esta fase fue también muy importante no sólo por que representaba la culminación de las instalaciones, sino por las no conformidades que suelen presentar en la operación del sistema y alteraciones del cronograma alargándose excesivamente en algunos casos, provocando retrasos y costos imprevistos.

En la puesta en marcha de las instalaciones se realizó diversas mediciones para comprobar que el sistema funcione dentro de las especificaciones técnicas del proyecto y del fabricante de los equipos. Se realizaron por tanto mediciones de flujo de agua y aire en tuberías y conductos, así como el equilibrio hidráulico. Por último, fue necesario comprobar el correcto funcionamiento de las unidades terminales, verificándose que los ambientes alcancen las condiciones de confort de consigna esperadas.

### **Procedimientos preliminares a la puesta en marcha:**

La elaboración de procedimientos preliminares fue necesaria para evitar procesos interminables yendo de una salida a otra, nunca se logrará un buen balanceo, en especial en sistemas de gran envergadura es por eso que los procedimientos para los sistemas de agua y aire deben tratarse por separado.

Los procedimientos pueden dividirse en dos etapas en cada caso preliminares y balanceo principal.

Pasos preliminares ejecutados:

- Verificar que todas las instalaciones estén completamente terminadas y sin observaciones.

- Eliminar y verificar que no exista restos de materiales de montaje ni cuerpos extraños que puedan ser aspirados y/o impulsados por los equipos dentro de ellos o en los conductos si los hubiere.
- Chequear los filtros para asegurarse de que estén limpios.
- Chequear los reguladores (tanto de volumen como de incendio) para mantenerlos en una posición correcta y cerrada, y los controles de temperatura para asegurarse que se ha completado la instalación antes de poner en marcha los ventiladores.
- Preparar las hojas de informe de las pruebas tanto para ventiladores como para salidas. Obtenga los factores de salida y los procedimientos recomendados para las pruebas de parte del fabricante. Prepare un resumen de los volúmenes requeridos de salida para permitir un doble chequeo con los volúmenes requeridos de los ventiladores.
- Determinar las mejores posiciones de ajuste de los ductos y ramificaciones para obtener la posición óptima del flujo de aire.
- Colocar los reguladores de las salidas en posición totalmente abiertos.
- Preparar los planos de registro y de construcción del sistema de ductos y trazados de las tuberías para facilitar los informes.
- Chequear la tensión de la correa del ventilador.
- Chequear la rotación del ventilador.
- Suministrar toda la instrumentación requerida para obtener medidas apropiadas, calibradas a las tolerancias especificadas, de acuerdo con las Especificaciones. Los instrumentos deben ser mantenidos de manera apropiada y protegidos contra daños.

- Suministrar los instrumentos que cumplan con las especificaciones.
- Utilizar solo aquellos instrumentos que tengan la máxima exactitud en medidas de campo, y que sean los más adecuados para la función que se va a medir.
- Emplear los instrumentos tal como lo recomienda el fabricante.
- Utilizar los instrumentos con una escala mínima y subdivisiones máximas y con rangos en la escala apropiadas para el valor que se va a medir.
- Tomar las lecturas con el ojo al nivel del valor indicado para evitar errores de paralaje.
- Los equipos se encuentren convenientemente niveladas y ancladas de tal manera que impidan la posible transmisión de vibraciones.
- Las tuberías y los ductos estén convenientemente conectados a los equipos
- El conexionado eléctrico se haya ejecutado adecuadamente, comprobándose la tensión de alimentación, protecciones eléctricas y se ha verificado que todos los circuitos estén debidamente megados.
- Se deben haber realizado todas las pruebas que se ejecutan durante la instalación como por ejemplo estanquidad, presión en las redes de tuberías de agua, en las redes de refrigerante y en los conductos de aire.
- Las pendientes de los sistemas de drenaje tienen la suficiente pendiente, igual o mayor a 2%.
- Que todos los equipos, filtros y conductos se encuentran limpios y sin presencia de materiales extraños o bloqueados.

- Se han Purgado todo el sistema de agua y se ha efectuado el cebado de las bombas.
- Fueron retirados todos los protectores y/o bloqueadores temporales.
- Se han efectuados las coordinaciones del caso con el cliente o con la supervisión que lo representa.

## **PRUEBAS, AJUSTES Y BALANCE:**

Antes de comenzar con las pruebas, ajustes y balanceo se verificó que todos los trabajos previos se encontraban totalmente culminados después de verificarlo se siguió los siguientes pasos:

- Obtener los planos As Build y donde estén indicados los flujos de aire/agua a través del sistema y de los dispositivos de distribución.
- Marcar los montajes de los equipos, incluyendo las posiciones de control de los reguladores, los indicadores de válvulas, las palancas de control de velocidad de los ventiladores y controles y dispositivos similares, para mostrar la disposición final.
- Obtener todos los datos del equipo y de los accesorios de control los cuales se encuentran en la hoja técnica de los equipos/accesorios que debe ser suministrada por el proveedor.
- Verificar que se cuente con todos los instrumentos de medición en buen estado y con su correspondiente certificado de Calidad.
- Verificar el sistema para ver si todas las válvulas, compuertas, dámper y controles están en sus posiciones correctas.

- Hacer funcionar el sistema y revisar que todos los equipos trabajen en forma satisfactoria.

### **Comprobaciones durante la puesta en Marcha:**

Además de verificar y medir los parámetros de operación de los equipos, se realizaron las siguientes comprobaciones:

- Los elementos de seguridad y control funcionan correctamente.
- Los desagües funcionan adecuadamente.
- El sentido de giro de electrobombas y ventiladores es el correcto.
- El ruido producido por los equipos es el normal y está dentro de lo esperado.
- No se producen vibraciones u olores anormales que indiquen algún problema de funcionamiento de la instalación.
- Se están siguiendo las recomendaciones del fabricante según catálogo de instalación y funcionamiento.
- En caso de persistir algún defecto o anomalía en el funcionamiento de los equipos se deberá comunicar inmediatamente al proveedor y/o fabricante para efectos de la garantía correspondiente.

**NOTA.** - La puesta en marcha se realizó solo por personal calificado y en todo momento por bajo mi supervisión.

### **Procedimiento para balanceo del sistema de suministro de aire:**

1. Verificar que se hayan llevado a cabo todas las etapas preliminares.
2. Medir las velocidades de ventilador (RPM) y ajustar a los valores de diseño.

3. Medir el flujo total de aire (CFM) en el ducto principal en un tramo recto de preferencia de ser posibles 3 metros antes y después de un cambio de dirección. El método más utilizado y practico en estos casos es midiendo varias velocidades dentro del ducto y flujo total se obtiene del producto del valor promedio de las velocidades por el área efectiva de la sección del ducto.
4. Repetir el paso anterior en todos los ramales principales y secundarios y donde de ser necesario se debe realizar los ajustes en los dámetros y/o compuertas para conseguir el flujo pre establecido.
5. Medir y ajustar el flujo de aire en todas las salidas terminales (Difusores y/o Rejillas) de la siguiente forma:
  - Colocar todos los dámetros de regulación de las salidas en posición intermedia.
  - Comenzar a medir en las salidas más alejadas del ventilador y progresar hacia atrás.
  - Medir y ajustar el flujo con el balómetro en cada salida al valor de diseño +/- 10%, en caso de utilizar anemómetro se deberá considerar el área efectiva y velocidad promedio.
  - Repetir el procedimiento anterior las veces que sea necesario hasta que el sistema quede balanceado con una desviación aceptable de +/- 10% del valor nominal.
6. Medir temperatura de Bulbo húmedo y seco ante y después de los serpentines del intercambiador, también es necesario medir las temperaturas de aire a salida de cada terminal (difusor y/o rejilla).

## **Procedimiento para balanceo del sistema de agua helada:**

1. Verificar que se hayan llevado a cabo todas las etapas preliminares.
2. Medir las velocidades de la bomba (RPM) y ajustar a los valores de diseño al 100% en caso de contar con variador de velocidad.
3. Medir el flujo total de agua (GPM) en el tubo principal en un tramo recto de preferencia de ser posibles 3 metros antes y después de un cambio de dirección. Esta medición y regulación se realiza en las válvulas de Regulación /circuit setter) para lo cual se debe contar con la curva de la válvula la cual es suministrada por el cliente, a cada diferencial de caudal medido le corresponde un caudal determinado.
4. Repetir el paso anterior en todos los ramales principales y secundarios y donde de ser necesario se debe realizar los ajustes en las Válvulas y/o compuertas para conseguir el flujo pre establecido.
5. Medir y ajustar el flujo de agua con el mismo procedimiento en todos los Fan coil y/o UMA según sea el caso.
6. Medir temperatura del agua antes y después del serpentín en algunos equipos relativamente grande mayores a 10 TR se les instala termómetros en estos casos solo basta observar las lecturas en los equipos pequeños se puede medir con termómetros de contacto, pero considerando que es un sistema cerrado las mediciones serian en la superficie de las tuberías la experiencia muestra que a estos valores se les debe restar un grado para determinar la lectura real del agua.

## **Datos de Registros y Protocolos:**

➤ Se registró toda la información obtenida durante las pruebas, ajustes y balanceos de acuerdo con y en las formas recomendadas por los estándares en los correspondientes protocolos indicando lo siguiente:

- Numero de plano.
- Numero de Accesorio y difusor o Rejilla
- Código de Equipo.
- Parámetros de Operación del Equipo.
- Valor requerido.
- Valor medido.
- Equipo utilizado.
- Desviaciones referenciales.

## **Entrega y cierre de Obra:**

Una vez que se fue culminado con todas las pruebas, mediciones y balance satisfactorio de todo el sistema se procedió a ejecutar la entrega de obra siguiendo los siguientes pasos:

- Comunicar a la supervisión por escrito con copia al cliente la fecha y hora de la entrega de obra.
- Contar con la siguiente documentación:
- Planos As Build.
- Protocolos de pruebas.
- Actas de entrega.

En la entrega participaron el Siguiete Personal:

- El Gerente de proyecto.
- El Ingeniero Supervisor/residente.
- El Supervisor de obra por parte del cliente.
- 02 técnicos.

Cuando se terminó de hacer el recorrido y las pruebas correspondientes y al no haber observaciones se firmó el acta de entrega con la cual se dará por culminado y entregado los trabajos en mención.

### **Elaboración de Dossier de Calidad:**

El dossier de calidad es el conjunto de documentos de documentos que se entregó al cliente una vez que se culminaron las instalaciones incluyendo las pruebas y balanceo que certifican que los procesos, producto y servicio se han realizado conforme a las especificaciones técnicas y memoria descriptiva del proyecto.

El contenido del dossier de calidad puede variar dependiendo de la magnitud y de los alcances del proyecto, en este caso se entregó los siguientes documentos:

- Portada e índice del Dossier.
- Memoria descriptiva.
- Especificaciones Técnicas.
- Planos As Build.
- Presupuesto ejecutado incluyendo adicionales.
- Plan de calidad.
- Procedimientos seguros aplicados.

- Protocolos de pruebas.
- Catálogo y ficha técnica de los equipos
- Certificados de calidad de los materiales y equipos suministrados.
- Certificado de calibración vigente de los instrumentos de medición.
- Manual de Operación.
- Manual de mantenimiento.
- Acta de entrega de obra.

Una vez que se completó toda la documentación por duplicado (uno para el cliente y otros para nuestro archivo) se le hizo llegar al cliente por medio de la supervisión que en este caso lo representaba mediante una carta para recibir sus comentarios de ser el caso y posteriormente para que apruebe y lo archive.

## **IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.**

### **4.1 DISCUSIÓN:**

A partir de los resultados obtenidos, se deduce que la hipótesis general sobre las desviaciones frecuentes en obras anteriores en lo referido al aspecto económico, calidad y cumplimiento de compromisos guardan relación directa con la administración y supervisión de Obra.

En el aspecto económico la tabla 8, se muestra de una manera resumida y comparativa los costos de Instalación con los montos presupuestados para cuantificar la utilidad correspondiente por partida siendo el resultado favorable teniendo en cuenta el ratio esperado.

En lo referente a la calidad y cumplimiento de compromisos, en esta obra no existió ampliación de plazos ni no conformidades relevantes, si lo comparamos con la ejecución de obras anteriores.

Otro valor interesante que se tuvo en cuenta al ser comparado es el ratio de costo total del proyecto, que en el mercado local las empresas proyectistas estiman como ratio referencial USD 1000/tonelada de refrigeración sin considerar la Ingeniería(proyecto) y gastos administrativos.

En nuestro caso para las condiciones establecidas en la ejecución de este proyecto se ha evaluado en USD 890/tonelada de refrigeración, lo cual es muy cercano al ratio empleado por los proyectistas del sector en los llamados presupuestos base.

Otro aspecto muy importante que se tuvo en cuenta, es la Gestión de Seguridad y Salud ocupacional considerando, que no existió accidentes fatales y/o perdidas que lamentar, la gestión fue exitosa.

**Tabla 8.- CUADRO RESUMEN DE COSTOS POR INSTALACION**

<b>“ALBERGUE DEL TEMPLO DE LIMA”</b>						
<b>Ítem</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cant.</b>	<b>Unid</b>	<b>Presupues to por Instalación</b>	<b>Costo de instalación</b>	<b>utilidad</b>
<b>1,00</b>	<b>Sistema de agua helada</b>					
1,02	Suministro de tablero para arranque y conmutación de Dos Electro Bombas Primarias	1	U	400.00	260.00	140.00
1,03	Suministro de tablero para arranque y conmutación de dos electro bombas secundarias	1	U	700.00	455.00	245.00
1,03	Instalación de Fan Coil de Agua Helada, incluye: Bases y soportes Conexión eléctrica Conexión de drenaje Conexión de control Pruebas	53	U	7,950.00	5,400.00	2,550.00
1,04	Instalación de resistencias eléctricas, incluye: Soportes Conexión eléctrica y de control. Pruebas	20	U	1,800.00	1,200.00	600.00
1,05	Suministro e instalación de tubería, accesorios, válvulas y soportes para agua helada de acero SCH40	1	Glb	25,900.00	17,870.00	8,030.00
1,06	Suministro e instalación de aislamiento de las tuberías para agua helada con armaflex.	1	Glb	11,050.00	7,950.00	3,100.00
1,07	Suministro e instalación de Enchaquetado de tuberías, tanque separador de aire y accesorios, bridas, codos, tees, accesorios de 04 bombas y 01 chillers	1	Glb	5,800.00	3,770.00	2,030.00

1,08	Montaje y pruebas de la planta de agua helada en la azotea	1	Glb	7,000.00	4,480.00	2,520.00
1,09	Izaje de chiller y electrobombas hasta la azotea	1	Glb	1,200.00	850.00	350.00
1,10	Conexión eléctrica de chiller, bombas y pruebas	1	Glb	3,650.00	2,370.00	1,280.00
1,11	Suministro e instalación de ducto de plancha galvanizada	15,000	Kg	39,000.00	27,600.00	11,400.0
1,12	Suministro e instalación de aislamiento térmico con lana de vidrio de 1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> " con foil de aluminio	850	M2	5,525.00	3,700.00	1,825.00
1,13	Suministro e instalación de aislamiento acústico con duct liner de 1"	200	m <sup>2</sup>	2,000.00	1,300.00	700.00
1,14	Suministro e instalación de difusores de plancha galvanizado con dämper y acabado en pintura de esmalte	37,406	pulg <sup>2</sup>	7,490.00	4,500.00	2,990.00
1,15	Suministro e instalación de rejillas con plancha galvanizado y acabado en pintura de esmalte	34427	pulg <sup>2</sup>	6,885.00	4,450.00	2,435.00
1,16	Suministro e instalación de ducto flexible	1	Glb	2,300.00	1,540.00	850.00
1.17	Suministro e instalación de Filtro de Malla de Aluminio.	1	Glb	2,500.00	1,700.00	800.00
<b>2,00</b>	<b>Equipos aire acondicionado de expansión directa</b>					
2,01	Suministro de equipos de aire acondicionado Fan Coil Marca: York/Classic Capacidad:12,000 BTU/C. Eléctricas :220v-1Ø- 60Hz	1	U	830.00	540.00	290.00
2,02	Suministro de equipos de aire acondicionado Fan Coil Marca: York/Classic Capacidad: 24,000 BTU/H C. Eléctricas :220v-1Ø-60Hz	2	U	1,800.00	1,170.00	630.00

2,03	Suministro de equipos de aire acondicionado Fan Coil Marca: York/Classic Capacidad: 36,000 BTU/H C. Eléctricas :220v-1Ø-60Hz	1	U	1,300.00	845.00	455.00
2,04	Suministro de equipos de aire acondicionado Fan Coil Marca: York/Classic Capacidad: 48,000 BTU/H C. Eléctricas :220v-1Ø-60Hz	2	U	3,600.00	2,340.00	1,260.0
2,05	Instalación de equipos, incluye: Bases y soportes Accesorios de refrigeración Tubería de cobre Protector de inversión de fase y voltaje para los trifásicos Conexión eléctrica Conexión de drenaje Pruebas	1	Glb	8,000.00	5,440.00	2,560.00
2,06	Suministro e instalación de soportes antisísmicos para los Fan Coil y las tuberías de a Marca: MASON Modelo:SCB-0/SCBH-0	1	Glb	2,700.00	1,809.00	891.00
2,07	Suministro e instalación de filtro de malla de aluminio de $\frac{1}{4}$ "	1	Glb	200.00	130.00	70.00
<b>3,00</b>	<b>Extracción y ventilación</b>					
3,01	Suministro e instalación de filtro de malla de aluminio de $\frac{1}{4}$ "	1	Glb	300.00	200.00	100.00
<b>4,00</b>	<b>Extracción de grasas</b>					
4,01	Instalación de extractor de grasa, incluye: Montaje y anclaje de extractor nuevo	1	Glb	4,370.00	3,015.00	1,355.00

	Conexión eléctrica Instalación de botonera de encendido y apagado Cableado de control Balanceo de caudal. Pruebas.					
4,02	Instalación de precipitador de grasa, incluye: Montaje y anclaje de precipitador. Electrobomba de lavado. Inyector de detergente. Conexión eléctrica Instalación de switch de encendido y apagado Cableado de control Pruebas	1	U	400.00	270.00	130.00
4,03	Instalación de extractor de grasa, incluye: Montaje de bomba Conexión eléctrica Instalación del PLC Cableado de control Tanque de detergente Pruebas	1	U	1,805.00	1,230.00	575.00
4,04	Suministro e instalación de ducto de plancha Negra, con bridas de Angulo de $1/8$ "x $1 1/2$ "x $1 1/2$ ", empaquetaduras de asbesto y pintura es malte color negro, incluye tapas de registro para mantenimiento	2,500	Kg	13,750.00	9,200.00	4,550.00
<b>TOTAL (US\$) sin IGV</b>				<b>170,205.00</b>	<b>115,584.00</b>	<b>54,621.00</b>

Fuente: Dpto. de administración GCI SAC

**Utilidad Porcentual:**  $54621.00/170205.00 = 32 \%$

Se concluyó que el proyecto fue rentable debido, a que a que el margen de utilidad obtenida es superior a lo esperado (**30%**).

## 4.2 CONCLUSIONES:

- Al ser recepcionada la obra según acta de entrega cuya copia se anexa sin observaciones ni penalidades se concluye, que la ejecución del proyecto se efectuó dentro de las condiciones y plazos preestablecidos considerando retrasos por parte de la construcción civil y cambios solicitados por el cliente.
- De la tabla 8, se concluye que el margen de Utilidad por la instalación está dentro de lo esperado en este tipo de instalación (30%).
- La obra “Sistema de climatización del Albergue del templo de Lima” según consta en los protocolos de verificación y pruebas que se anexan ha sido suministrado y se ejecutado de acuerdo a lo establecido en la memoria descriptiva, planos y especificaciones técnicas, hubieron desviaciones no considerables en cuanto a la ubicación final de los equipos y del recorrido de tuberías y ducto debido a interferencias con otras especialidades lo cual fue consultado y aprobado en su momento por la supervisión y/o proyectista.
- La aplicación adecuada de los procedimientos pre establecida y el control permanente de su cumplimiento fue vital para cumplir con los compromisos y las especificaciones técnicas.
- Las tendencias son una especie de pronóstico, en donde se pudo ir observando el avance de obra de acuerdo a lo que en ella va sucediendo y que nos permitió ir corrigiendo algunas desviaciones del cronogramas las cuales se debieron básicamente al incumplimiento parcial y/o total de los procedimientos previamente establecidos, y se analizaron constantemente durante el desarrollo de la obra lo que nos permitió prevenir el incumplimiento del cronograma, aspectos mal programados y/o gastos mayores a lo esperado y de esta manera se tomó las medidas correctivas al respecto.
- La seguridad en el trabajo fue sin lugar a dudas, uno de los aspectos más importantes y críticos que se tuvo en cuenta en la actividad laboral realizada y si bien es cierto que la responsabilidad de la seguridad y de la

calidad es un deber inherente, intransferible e irrenunciable de todo el equipo de trabajo y a todo nivel, el supervisor de obra debe cumplir un rol fundamental en la estrategia para prevenir accidentes por lo que se puso énfasis en la verificación de las condiciones y acciones potencialmente inseguras obteniéndose los siguientes resultados:

Accidentes reportados: Cero.

Incidentes reportados: 22.

## V. RECOMENDACIONES:

- Se recomienda que las instalaciones se ejecuten siempre de acuerdo con procedimientos, especificaciones técnicas y normas preestablecidos debido a que de ello depende la buena calidad en los trabajos, cumplimiento de cronogramas, aplicación correcta de los recursos y por consiguiente mejoras en las utilidades de la empresa.
- Las tendencias se deben analizar constantemente durante el desarrollo de una obra porque nos pueden ayudar a prevenir incumplimiento del cronograma, aspectos mal programados y/o gastos mayores a lo esperado y de esta manera tomar las medidas correctivas al respecto.
- El perfil del supervisor o Ingeniero residente no debe limitarse a las competencias técnicas, sino que debe ser complementado con habilidades interpersonales, con valores y actitudes positivas. La interacción de muchas personas en una obra genera, en forma natural conflictos que deben ser resueltos por el supervisor por lo tanto deberá dominar las técnicas de la comunicación como un medio de lograr sus objetivos.
- Es muy importante la revisión permanente de toda la información técnica del proyecto tales como: memoria descriptiva, especificaciones técnicas, Reglamento nacional de edificaciones, hojas técnicas, hojas de seguridad de los productos, catálogos, etc. Esto nos ayudará a minimizar las no conformidades y posteriores observaciones por parte del cliente o de la supervisión correspondiente.
- Es necesario capacitar y/o actualizar permanentemente al personal técnico y las empresas deberían verlo como una inversión y no como un gasto como está ocurriendo en la mayoría de los casos actualmente en nuestro país.
- Se debe considerar en todos los procedimientos pruebas parciales, las cuales nos permitirá anticiparse a las desviaciones en la calidad, evitando no conformidades en las pruebas finales que demandarían costos y tiempos adicionales no deseados.

- La Ética debe ser una práctica permanente en el ejercicio de la Ingeniería, aplicando adecuadamente los principios que están perfectamente definidos en los Códigos de Ética. Si nos acogemos a estos principios, se disminuirán en gran proporción los conflictos y creo que las instalaciones quedarían mucho mejor de lo que se están logrando actualmente.
- En nuestro país es necesario acompañar el esfuerzo de cambio hacia el futuro inmediato, con capacitación permanente; debemos diseñar especializaciones y maestrías en Climatización y refrigeración. Hacer un esfuerzo en la creación de institutos y/o facultades que enseñen específicamente las disciplinas y tecnologías que tienen que ver con nuestras profesiones.
- Se recomienda, darle alta importancia al servicio posventa que nos permita obtener valor agregado al proyecto, entendiéndole como un sinónimo de respaldo, siendo esto lo que le interesa al usuario final.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

1. EDWARD G. Pita: *Acondicionamiento de Aire*, Segunda Edición. México 2014. ISBN 968-26-1247-0.
2. YUNUS A, Cengel y MICHAEL A, Boles: *Termodinámica*, Séptima Edición 8. México 2015. ISBN 978-607-15-0743-3.
3. AZAHUANCHE, Manuel. *Uso de software en cálculos de aire acondicionado*. Lima: Escuela de Refrigeración del Perú, 2016.
4. HUAMAN, José. *Supervisión de obras en aire acondicionado*. Lima: Escuela de Refrigeración del Perú, 2016.
5. ASHRAE. *Pocket Guide*. Atlanta GA 30329, 2017.
6. SMACNA. *hvac duct systems inspection guide*. First. Edition-December 1989. U.S.A.
7. GCI S.A.C. *Especificaciones para proyectos*, Manual de uso interno, 2012.
8. EL AIRE ACONDICIONADO: *Historia del aire acondicionado*. [consultado: 12 junio 2018]. Disponible en: <http://www.el aire acondicionado.com/articulos/historia-del-aire-acondicionado>
9. P.R.A.C.V: *Tipo de equipos de Aire Acondicionado y Ventilación*. [Consultada: 20 junio 2015]. Disponible en: <http://www.portalrefrigeración.com/articulos/tiposequiposaa.htm>.

10. RÓMEL G. Solís: *La Supervisión de Obra*. Revista de Ingeniería. [Fecha de consulta: 04 de marzo 2019]. Disponible en: [www.revista.ingeniería.uady.mx/volumen8/lasupervisión.pdf](http://www.revista.ingeniería.uady.mx/volumen8/lasupervisión.pdf)
11. PMI. *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos*. Sexta Edición. [Fecha de consulta 22 noviembre 2018] ISBN: 978-1-62825-194-4. Disponible: <https://lccn.loc.gov/2017032505>.
12. CIP. Capítulo de Ingeniería Mecánica y Mecánica eléctrica: *Revisión de Proyectos y supervisión de Obras*. Seminario octubre de 1996.
13. YORK: *Aplicación de Agua Fría en los Sistemas de Aire Acondicionado* – Seminario Julio 2014.
14. ACR: Latinoamérica. *Revista para las industrias del CVAC/R*. años 1015 al 2018. ISSN 0123-9058.

## **VII.- ANEXOS:**

- 1: Protocolos de pruebas y verificación.
- 2: Glosario de símbolos y siglas.
- 3: Manual de operación.
- 4: Manual de Mantenimiento.
- 5: Planos As Build.

# **ANEXO 1**

## **PROTOCOLOS DE PRUEBAS Y VERIFICACIÓN**

N°	APellidos y Nombres	N° Documento	Cargo
00001	ALBERTO CALLEGOS	80115120	Supervisor de Obra
00002	ALBERTO JULCA	80115120	Ing. Residente de Obra
00003	RENÉ MARTÍNEZ	80115120	Supervisor de Campo
00004	JESÚS TENORIO	80115120	Ing. Residente GCI

**ACTA DE ENTREGA DE OBRA**

Siendo el día 04-NOVIEMBRE 2013, se reúnen en las instalaciones de la Obra "Albergue del templo de Lima", ubicada en Av. Javier Prado N° 750 lote E-2, Urb. Santa Patricia II Etapa – La Molina. Representantes del Cliente (Aspersud) y de la Empresa GCI SAC, con el fin de proceder a la recepción del Sistema de Aire Acondicionado y Ventilación.

Después de verificar los suministros e instalaciones se deja constancia que los trabajos han sido ejecutados de acuerdo a presupuesto, especificaciones técnicas y planos aprobados.

En señal de conformidad firman la presente acta.

Por GCI SAC:

Por el Cliente:

  
Nombre: René Martínez  
Cargo: Supervisor de Campo

  
Nombre: ALBERTO CALLEGOS  
Cargo: SUPERVISOR DE OBRA ASPERSUD

  
Nombre: Jesús Tenorio  
Cargo: Ing. Residente GCI

  
Nombre: Alberto Julca  
Cargo: ING. Residente de Obra KALLARI CONTRATISTAS SAC

**GCI SAC****PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO DE EQUIPOS SPLIT EXPANSION DIRECTA****CONTROL DE CALIDAD**

REVISIÓN

1

OBRA: ALBERGUE DEL TEMPLO DE LIMA

FECHA

15-10-13

UBICACIÓN Av. Javier Prado 750, Lote E-2, Urb. Santa Patricia II Etapa - La Molina.

PLANO N° AA-01

FECHA DE REALIZACION

15-10-13

EQUIPO: VE-1/UC-1 - Split Ducto

**VERIFICACION**

	Verificación C/NC/NA/R		Verificación C/NC/NA/R
Marca y modelo según especificado	C	Acoplamiento	C
Ubicación según plano	C	Cojinetes	C
Anclaje	C	Conexión a ducto	C
Voltaje y fase según lo especificado	C	Cableado de Fuerza y control	C

**DATOS DE PLACA**

Fabricante	YORK/CLASSIC	Modelo	YNDA/EHXC25	Serie	M4243121
Corriente nominal	8.2	Potencia	24,000 BTU/HR	Numero de Fases	01
Frecuencia	60Hz	R.P.M	1745		

**MEDICIONES EFECTUADAS**

Voltaje:	226/223	Corriente:	6.9 Amp.	C
Ruido: ( a 1.5 m)	70DBA	Verificación de control:		C
Sentido de giro:	C			
Leyenda de resultados C:CONFORME NC:NO CONFORME NA:NO APLICA R:CORREGIDO/REPARADO				

**OBSERVACIONES:**

Ejecutado por:

FIRMA

  
 RICHARD VANCE

NOMBRE

FECHA

15-10-13

Revisado por:

FIRMA

  
 ALBERTO LUCAS

NOMBRE

FECHA

15-10-13

Supervisado por:

FIRMA

  
 JESUS TENORIO

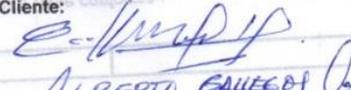
NOMBRE

FECHA

15-10-13

Por el Cliente:

FIRMA

  
 ALBERTO GALLEGOS

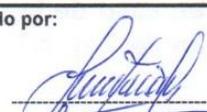
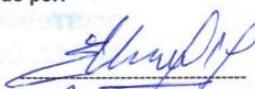
NOMBRE

FECHA

14-10-13

GCI SAC		PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO DE EQUIPO ELECTROBOMBA			
		CONTROL DE CALIDAD		REVISIÓN	1
		OBRA: ALBERGUE DEL TEMPLO DE LIMA		FECHA	14-10-13
UBICACIÓN		Av. Javier Prado 750, Lote E-2, Urb. Santa Patricia II Etapa - La Molina.			
PLANO N°		AA-05			
FECHA DE REALIZACION		04-NOV-2013			
EQUIPO: BS-1 - Electrobomba Secundaria N°1					
<b>VERIFICACION</b>					
	Verificación C/NC/NA/R			Verificación C/NC/NA/R	
Marca y modelo según especificado	C	Acoplamiento		C	
Ubicación según plano	C	Cojinetes		C	
Anclaje	C	Conexión a ducto		NA	
Voltaje y fase según lo especificado	C	Cableado de Fuerza y control		C	
<b>DATOS DE PLACA</b>					
Fabricante	ARMSTRONG	Modelo	4030-3x2.5x8	Serie	481631B29
Corriente nominal	18	Potencia	7.5HP	Numero de Fases	3
Frecuencia	60Hz	R.P.M	1845		
<b>MEDICIONES EFECTUADAS</b>					
Voltaje:	224/222/223	Corriente:	16.8		C
Ruido: ( a 1.5 m)	C-69 DBA	Verificación de control:			C
Sentido de giro:	C	VIBRACION			C
Leyenda de resultados		C: CONFORME NC: NO CONFORME NA: NO APLICA R: CORREGIDO/REPARADO			
<b>OBSERVACIONES:</b>					
<b>Ejecutado por:</b>			<b>Revisado por:</b>		
FIRMA			FIRMA		
NOMBRE	RICARDO VENCE SIMEZ		NOMBRE	ALBERTO LUJÁN	
FECHA	14-10-13		FECHA	14-10-13	
<b>Supervisado por:</b>			<b>Por el Cliente:</b>		
FIRMA			FIRMA		
NOMBRE	JESUS TENORIO		NOMBRE	ALBERTO GRAECO	
FECHA	14-10-13		FECHA	14-10-13	

<b>GCI SAC</b>	<b>PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO DE EQUIPO FAN COIL</b>		
	<b>CONTROL DE CALIDAD</b>		REVISIÓN
	OBRA: ALBERGUE DEL TEMPLO DE LIMA		1
UBICACIÓN		FECHA	16-10-13
Av. Javier Prado 750, Lote E-2, Urb. Santa Patricia II Etapa - La Molina.			
PLANO N° AA-3			
FECHA DE REALIZACION		16-10-13	
EQUIPO: FAN COIL AH - FC 2-2			
<b>VERIFICACION</b>			
	Verificación C/C/N/A/R		Verificación C/C/N/A/R
Marca y modelo según especificado	C	Acoplamiento	C
Ubicación según plano	C	Cojinetes	C
Anclaje	C	Conexión a ducto	C
Voltaje y fase según lo especificado	C	Cableado de Fuerza y control	C
<b>DATOS DE PLACA</b>			
Fabricante	YORK	Modelo	FNF12
Corriente nominal	1.8	Potencia	36,000 BTU/HR
Frecuencia	60 Hz	R.P.M	1425
		Serie	SN2345
		Numero de Fases	01
<b>MEDICIONES EFECTUADAS</b>			
Voltaje:	222/221	Corriente:	1.8 A/B.
Ruido: ( a 1.5 m)	C	Verificación de control:	C
Sentido de giro:	C		—
Leyenda de resultados C: CONFORME NC: NO CONFORME NA: NO APLICA R: CORREGIDO/REPARADO			
<b>OBSERVACIONES:</b>			
<b>Ejecutado por:</b>		<b>Revisado por:</b>	
FIRMA		FIRMA	
NOMBRE	Ricardo Rivas	NOMBRE	Alberto Salas
FECHA	16-10-13	FECHA	16-10-13
<b>Supervisado por:</b>		<b>Por el Cliente:</b>	
FIRMA		FIRMA	
NOMBRE	Jesús Venencia	NOMBRE	ALBERTO SALAS
FECHA	16-10-13	FECHA	16-10-13

<h1>GCI SAC</h1>		<b>BALANCE DE CAUDAL DE AIRE EN DIFUSORES/REJILLAS</b>				
		CONTROL DE CALIDAD		EUQUIPO N°:	FC-314	
		OBRA: ALBERGUE DEL TAPALO		FECHA:	24-10-13	
		PISO: 3	PAGINA:		1/1	
PLANO N°: AA-04						
AREA SERVIDA: PISO 3 - APARTAMENTO DE MISIONERO 6						
INSTRUMENTO UTILIZADO						
MARCA: ALNOR	MODELO: APH150	SERIE: F3094	FECHA DE CALIBRACION: FEB-2013			
DATOS DE PLACA DEL EQUIPO						
MARCA: JOHNSON CONTROLS			CAPACIDAD NOMINAL: 48000 BTU/H			
MODELO: FNF16			CAUDAL NOMINAL: 1600 CFM			
SERIE: BF30243126			MOTOR: 1/3 HP - 220V - 1F - 60Hz			
MEDICIONES DE CAUDAL EN "CFM"						
DIFUSOR N°	TAMAÑO	CAUDAL NOMINAL	MEDICION 1	MEDICION 2	MEDICION FINAL	ERROR %
1	15" x 15"	547 CFM	484	610	551	+0.7
2	15" x 15"	547 CFM	466	502	543	-0.7
3	15" x 15"	450 CFM	390	407	441	-2.00
Total:					1535 CFM	4% -
OBSERVACIONES						
Realizado por:		Revisado por:		Revisado por:		
 Nombre: RESIDENTE Cargo: RESIDENTE Fecha: 24-10-13		 Nombre: JOSE CHERO Cargo: SUPERVISOR KALLARI Fecha: 24-10-13		 Nombre: ROBERTO GONZALEZ Cargo: SUPERVISOR Fecha: 24-10-13		

## **ANEXO 2**

### **GLOSARIO DE SIMBOLOS Y SIGLAS**

## LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS

**1 CFM** = 0.000472 m<sup>3</sup>/s = 0.472 L/s

**1”**: 1 pulgada = 0.0254 m

**1” H<sub>2</sub>O** = Una pulgada de columna de agua.

**a.m.**: antes del meridiano

**AA**: Aire Acondicionado

**AMCA**: Air Movement and Control Association

**ANSI**: American National Standards Institute

**ARI**: Air Conditioning and Refrigeration Institute

**ASHRAE**: American Society of Heating, refrigeration and Air-conditioning Engineers

**ASME**: American Society of Mechanical Engineers Btu British Thermal Unit

**BTU/Hr**: btu por cada hora

**C.N.E.**: Código Nacional de Electricidad (Perú)

**GCI SAC**: Gutiérrez Castillo Ingenieros SAC

**CFM**: Cubic Feet per Meter (Pies cúbicos por minuto, ft<sup>3</sup>/min).

**CHILLER**: Enfriador

**EA**: Extractor Axial

**EC**: Extractor Centrífugo

**ECG**: Extractor Centrífugo en gabinete

**FC**: Fan Coil.

**FCV**: Fan Coil vertical

**FPM**: Feet per meter (Pies por minuto)

**GPM**: Galones por minuto

**H**: Hora

**Hp**: Horse power (Caballo de fuerza)

**HVAC**: Heating, Ventilation and Air conditioning.

**In**: Pulgadas

**Kg**: Kilogramo

**kW**: Kilovatios

**L/s**: Litro por segundo

**m:** Metro

**m<sup>2</sup>:** Metro cuadrado

**m<sup>3</sup>:** Metro cúbico

**min:** Minutos

**mm:** milímetro

**NEMA:** National Electrical Manufacturers Association (Asociación Nacional de fabricantes eléctricos, USA)

**Ø:** Diámetro (pulgadas)

**p.m.:** Posterior al meridiano

**Qi:** Calor por iluminación

**Ql:** Calor Latente

**Qs:** Calor Sensible

**Qt:** Calor Total.

**R.N.E.:** Reglamento nacional de Edificaciones.

**RPM:** Revoluciones por minuto

**S.A.C.:** Sociedad Anónima Cerrada

**SMACNA:** Sheet metal and Air Conditioning Contractors National Association.

**Split:** partido

**TBH:** Temperatura de bulbo húmedo

**TBS:** Temperatura de bulbo seco

**TR:** Ton Tonelada de Refrigeración (aprox. 3.5 kW)

**U:** Coeficiente global de transmisión de calor

**UC:** Unidad condensadora.

**UE:** Unidad evaporadora

**UL:** Underwriters Laboratories Inc.

**UMA:** Unidad manejadora de aire.

**UTA:** Unidad de tratamiento de aire.

**VAV:** Volumen de aire variable.

**VC:** Ventilador Centrífugo

**VCG:** Ventilador Centrífugo en gabinete

**ΔP:** Caída de presión (pulgadas de columna de H<sub>2</sub>O)

**ΔT:** Diferencia de temperaturas (°C)

# **ANEXO 3**

## **MANUAL DE OPERACIÓN**

# **MANUAL DE OPERACIÓN**

## **SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO Y VENTILACIÓN MECÁNICA**

**“ALBERGUE DEL TEMPLO DE LIMA”**

**2013**

<b>REV.</b>	<b>FECHA</b>	<b>MOTIVO REVISIÓN</b>	<b>ELAB. POR</b>	<b>REV. POR</b>	<b>APROBADO POR</b>
01	19/10/13		J.T.C.	D.G.C.	D.G.C.

## PLANTA DE AGUA HELADA

UBICACIÓN: Azotea (sexto nivel)

EQUIPAMIENTO:

- 01 Chiller Enfriador de Agua, ubicado en azotea de la propiedad.
- 04 Bombas de Agua Helada, ubicadas en las áreas en Azotea de la propiedad.

Foto 1

Chiller



Fuente: Propia

Foto 2  
Electrobomba



Fuente: propia

### **Principio de Funcionamiento**

El Sistema de Aire Acondicionado funciona de la siguiente manera:

El Chiller enfría el agua la que se convierte en medio refrigerante y es recirculada por las Bombas de Agua Helada, a través de las tuberías respectivas hacia las Manejadoras de Aire, las cuales sirven a los ambientes correspondientes; el control de la temperatura se efectúa a través de termostatos ubicados en los correspondientes ambientes.

Para la Renovación del Aire en los ambientes del edificio el aire es extraído por los baños a través de extractores y existe una montante de aire fresco, para ingreso de aire fresco hacia el plenum desde es tomado por el fan coil enfriados y enviados a los ambientes una vez mezclados con el aire de retorno. El sistema

de calefacción es por medio de resistencias eléctricas ubicados en los ductos correspondientes y controlados por los mismos termostatos, en los ambientes donde existe control de humedad esto se efectúa a través de resistencia eléctrica los cuales obligan a sub enfriar el aire y por consiguiente sacar la humedad del ambiente.

## **Sistema Eléctrico**

El Sistema de Aire Acondicionado está siendo alimentado eléctricamente por un sistema eléctrico compuesto por los siguientes equipos:

- 01 Tablero TD-G (380Vca, 3ø, 4H, T, 60Hz, 20kA, 500A) Tablero de distribución General, ubicado en el cuarto del grupo electrógeno controla el tablero de distribución del chiller.
- 01 Tablero TD-CH (380Vca, 3ø, 4H, T, 60Hz, 20kA, 500A) Tablero de distribución de Chiller, controla el tablero de control del chiller y el tablero de control de agua helada
- 01 Tablero TD-AA (380Y/220Vca, 3ø, N, T, 60Hz, 25kA, 150A) Tablero Principal de distribución de Aire Acondicionado ubicado en el Ático Ala Oeste Controla las UMAS 1-1, 1-2, 1-3 y el tablero de Aire Acondicionado ala este
- 01 Tablero TD-AA (380Y/220Vca, 3ø, N, T, 60Hz, 10kA, 150A) Tablero Auxiliar de Aire Acondicionado Controla las Unidades Manejadoras de aire 2-1, 2-3.

## ENCENDIDO DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO

### Consideraciones Previas:

- Verificar el funcionamiento de las bombas de agua ubicadas en el cuarto de tratamiento de agua
- En el cuarto de equipos mecánicos verificar que las llaves térmicas estén en ON, la llave principal, la llave del chiller, la llave de los pisos (sótano, 1 piso, 2 piso, 3 piso y azotea)

Foto 3.- ITM Sótano



Foto 4.- ITM Piso 1



Foto 5.- ITM Piso 2



Foto 6.- ITM Piso 3



Fuente: Propia

- Encender los equipos de aire acondicionado (FAN COIL DE AGUA HELADA) de los pisos.
- Verificar que el chiller este energizado por lo menos doce horas antes de ser encendido
- En la azotea verificar que los interruptores del tablero general de las electrobombas estén en posición **ON**, de las bombas primarias y secundarias.
- Todas las válvulas de servicio deberán estar en posición abiertas o reguladas de ser el caso.

Foto 7.- ITM de Electrobombas

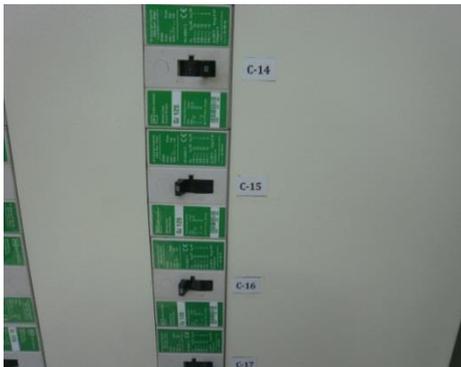


Foto 8.- ITM General de Electrobombas



Fuente: Propia

## **ENCENDIDO MANUAL DE ELECTROBOMBAS:**

Seguir los siguientes pasos:

### **Encendido de bombas:**

- Encender la bomba primaria, en manual: B1 o B2

Foto 9 y 10.- Tablero arrancador de electrobombas



- Encender la bomba secundaria : en manual y B1 o B2
- lanzar la bomba a utilizar y presionar el botón **RUN** en el variador de velocidad de la respectiva bomba. Verificamos el funcionamiento de las bombas.

Foto 11.- Variador de Velocidad de Electrobombas



Fuente: Propia

Foto 12.- Manómetro de Electrobombas



Fuente: Propia

Fotos 13.- Bombas para agua helada



Fuente: Propia

Verificar el funcionamiento de las bombas de agua helada. Ver el manómetro, la aguja debe indicar presión. Además, el diferencial de presión de los manómetros debe ser de 20 psi aproximadamente.

Foto 15.- Manómetro de Electrobomba

MOTOR ENCENDIDO

MAXIMA PRESION



Fuente: Propia

#### **Encendido Manual del Chiller:**

- Abrimos el tablero del Chiller para prenderlo:

Foto 16.- Tablero de Chiller



Fuente: Propia

- En el display seguimos los siguientes pasos Colocar el interruptor en posición **ON**.

Foto 17.- Panel de control del Chiller



Fuente: Propia

1. El control de encendido y apagado del Aire Acondicionado en cada ambiente, oficinas y corredores del 1º, 2º Y 3º piso, pueden controlarse desde Los termostatos que están en los respectivos ambientes. Se controlará la

temperatura de acuerdo al requerimiento del usuario y también las velocidades según sea el caso.

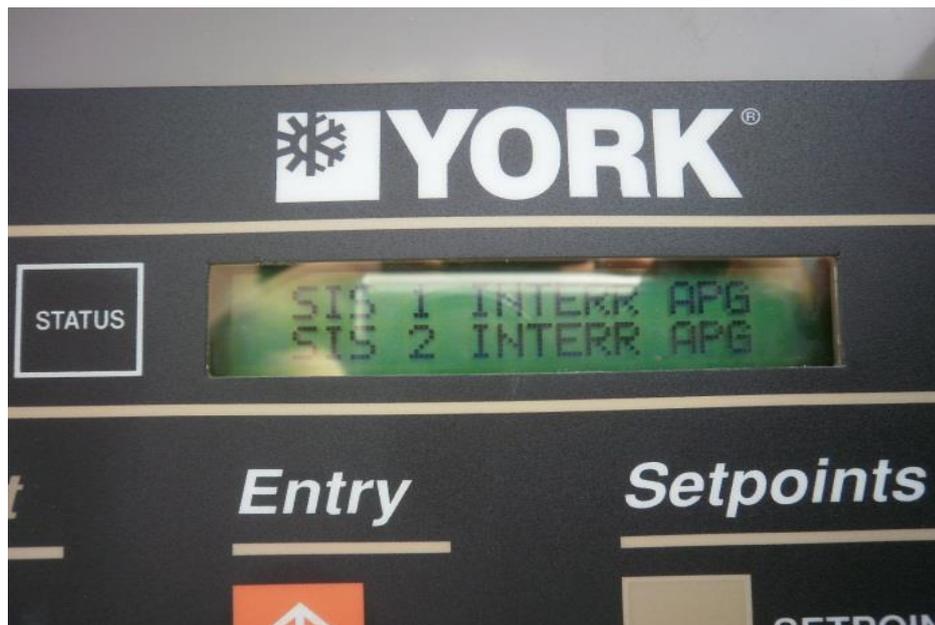
### **Apagado del Sistema de Aire Acondicionado:**

- Primero se debe apagar las electrobombas y después el chiller
- En el variador presionar stop, para las secundarias.
- Para las bombas primarias colocar el selector en cero.

Apagado Manual del Chiller:

- Colocar el Interruptor en posición **Off**.

Foto 18.- Display Chiller



Fuente: Propia

Los ventiladores y extractores se encienden y/o se apagan desde sus correspondientes interruptores **ON/OFF** que se encuentran en los ambientes donde sirven

Todos los ambientes acondicionados tienen termostatos desde se puede controlar y regular la temperatura deseada el manual de uso de este termostato está en catalogo correspondiente adjunto.

Foto 19.- Termostato



Fuente: Propia

# **ANEXO 4**

## **MANUAL DE MANTENIMIENTO**

# **MANUAL DE MANTENIMIENTO**

## **SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO Y VENTILACIÓN MECÁNICA**

### **“ALBERGUE DEL TEMPLO DE LIMA”**

**2013**

<b>REV.</b>	<b>FECHA</b>	<b>MOTIVO REVISIÓN</b>	<b>ELAB. POR</b>	<b>REV. POR</b>	<b>APROBADO POR</b>
02	26/11/13	<b>INCLUSIÓN DE EQUIPOS SPLIT</b>	<b>J.T.C.</b>	<b>D.G.C.</b>	<b>D.G.C.</b>
01	21/10/13		<b>J.T.C.</b>	<b>D.G.C.</b>	

## **I.- INTRODUCCIÓN**

Con el objeto de lograr la satisfacción de nuestros clientes que adquieren nuestros equipos, así como los servicios que brindamos, GCI SAC pone a su disposición el presente manual para lograr el funcionamiento óptimo de los equipos, materiales y accesorios adquiridos para su operación y mantenimiento adecuado de esta forma lograr prolongar su vida útil, su mayor eficiencia requerida y satisfacer las necesidades de nuestros clientes. Se recomienda no operar ni dar mantenimiento a los equipos sin antes haber leído y entendido este manual, es responsabilidad del usuario determinar las medidas de seguridad adecuada.

Es indispensable que las aplicaciones de operación y mantenimiento sean efectuadas por el personal calificado y experimentado. Es responsabilidad del cliente proveer el personal calificado y experimentado en las maniobras de operación y mantenimiento de equipos.

### **I. ALCANCE DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO RECOMENDADO**

#### **FRECUENCIA RECOMENDADA: BIMENSUAL**

##### **Equipo: Chiller (productor de agua fría)**

- Limpieza del intercambiador de calor de la unidad condensadora utilizando producto químico y agua a presión.
- Limpieza y revisión de engrase de motores eléctricos de ventiladores.
- Revisar posibles fugas de refrigerante.

- Verificar funcionamiento de válvula de expansión
- Limpieza y verificar funcionamiento flow switch.
- Limpieza y verificación de accesorios de control complementarios (visores, válvulas, manómetros, termostatos, otros).
- Verificar y limpiar aislamiento térmico del cooler.
- Ajuste de borneras, mantenimiento de tablero eléctrico y limpieza de contactores utilizando spray limpia contactos.
- Simulación de fallas y puesta en funcionamiento
- Registro de parámetros de funcionamiento.
- Inspección y limpieza de tablero de fuerza y control

### **Equipo: Electrobombas**

- Limpieza de carcasa
- Lubricación de rodamientos.
- Revisión tablero y ajuste de empalmes y borneras.
- Ajuste de anclajes y soportaría.
- Limpieza y ajuste de funcionamiento de válvulas de servicio y regulación.
- Revisión y limpieza de filtros.
- Pintado de partes oxidadas.
- Revisar operatividad de manómetros, válvulas de control y servicio.
- Pruebas de funcionamiento y registro de parámetros.

## **Equipo: Unidad Fan coil**

- Limpieza del gabinete interior y exteriormente.
- Limpieza del serpentín.
- Limpieza de filtros de aire.
- Revisión y lubricación de rodamientos cojinetes y/o chumaceras.
- Revisión y pruebas de funcionamiento del ventilador.
- Limpieza de la bandeja de condensado y trampa del drenaje.
- Medición de amperaje y voltaje del motor eléctrico.
- Inspección de tarjetas y dispositivos de control
- Revisión y pruebas de funcionamiento del termostato.
- Pintado de soportes oxidados.
- Inspección del estado de elementos complementarios, válvula motorizada, circuit setter y servicio.

## **MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE EQUIPOS DE EXPANSION DIRECTA**

### **a) Unidad Evaporadora**

- Limpieza del gabinete interior y exteriormente.
- Limpieza del serpentín evaporador.
- Limpieza de filtros de aire.
- Revisión y lubricación de rodamientos cojinetes y/o chumaceras.
- Revisión y pruebas de funcionamiento del ventilador.
- Limpieza de la bandeja de condensado y trampa del drenaje.

- Medición de amperaje y voltaje del motor eléctrico.
- Medición del aislamiento de las bobinas del motor del ventilador.
- Inspección del dispositivo de expansión.
- Inspección de tarjetas y dispositivos de control.
- Revisión y pruebas de funcionamiento del termostato.
- Pintado de soportes oxidados.

#### **b) Unidad Condensadora.**

- Limpieza del gabinete interior y exteriormente.
- Limpieza del serpentín de refrigeración con agua a presión y producto químico.
- Revisión y lubricación de rodamientos, cojinetes y/o chumaceras.
- Revisión y pruebas de funcionamiento del ventilador y compresor.
- Medición de amperaje y voltaje del motor eléctrico y compresor.
- Medición del aislamiento de las bobinas del motor del compresor y motor del ventilador.
- Medición de presiones del circuito de refrigeración y recarga de gas refrigerante si fuera necesario.
- Inspección de tarjetas y dispositivos de control.
- Pintado de soportes oxidados.

#### **MANTENIMIENTO DE EXTRACTORES Y VENTILADORES:**

- Limpieza del gabinete.
- Revisión y lubricación de rodamientos.

- Revisión y ajuste de poleas y faja.
- Revisión y limpieza del tablero de control y fuerza.
- Medición de amperaje y voltaje del motor eléctrico.
- Ajuste, pintado de soportes de ser necesario.
- Inspección de acoples a ductos.
- Limpieza de filtros de aire.
- Revisión y lubricación de rodamientos cojinetes y/o chumaceras.
- Medición del aislamiento de las bobinas del motor del ventilador.
- Revisión y pruebas de funcionamiento del interruptor
- Pintado de soportes oxidados.
- Pruebas de funcionamiento.

## **MANTENIMIENTO DE RESISTENCIAS ELECTRICAS**

- Limpieza del gabinete.
- Revisión resistencias.
- Revisión y limpieza del tablero de control y fuerza.
- Medición de amperaje y voltaje.
- Ajuste, pintado de soportes de ser necesario.
- Inspección de acoples a ductos.
- Revisión y pruebas de funcionamiento del interruptor
- Inspección de tarjetas y dispositivos de control.
- Pintado de soportes oxidados.
- Pruebas de funcionamiento.

**NOTA:**

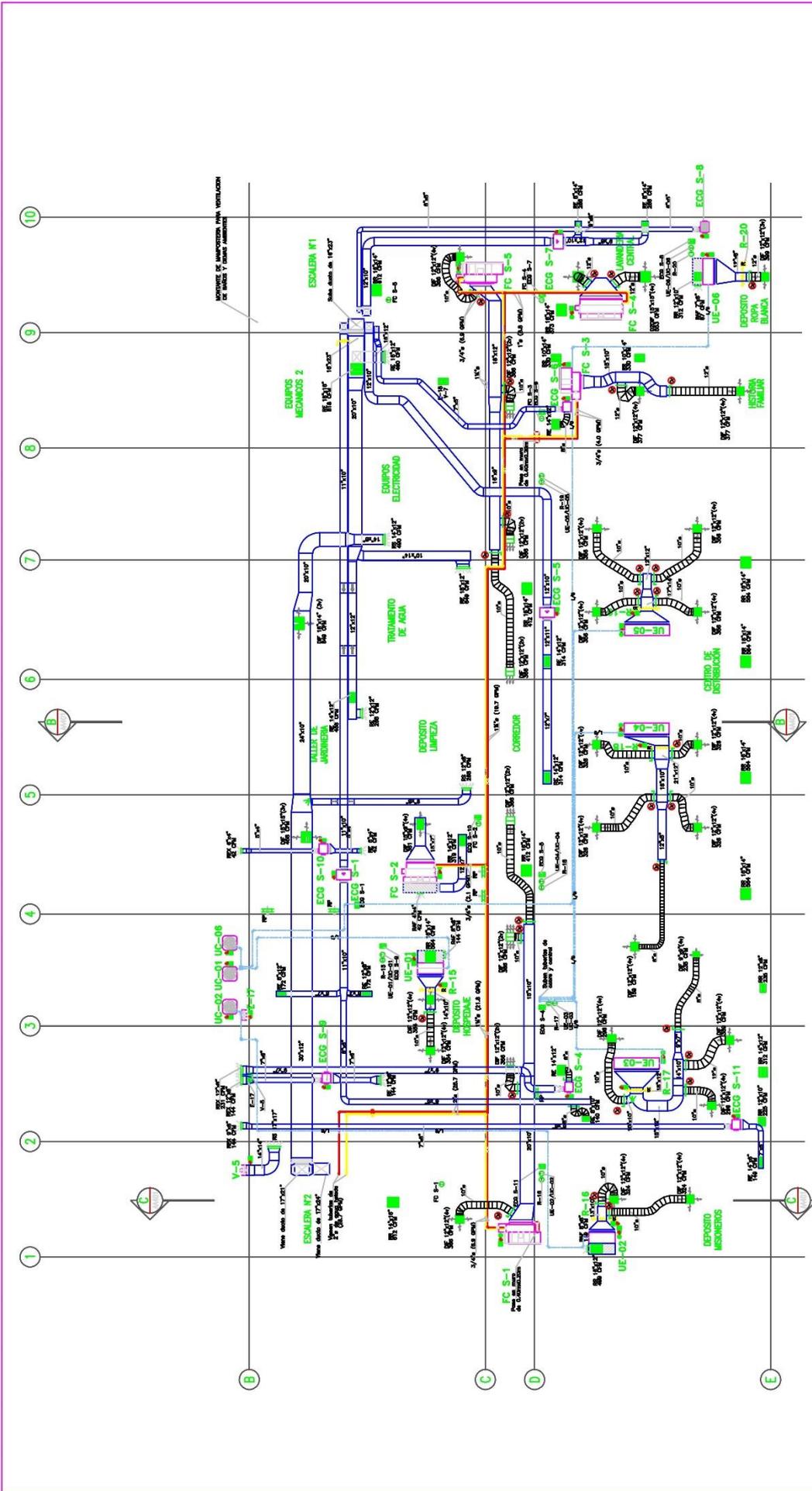
La empresa no se responsabiliza de los daños o averías que podrían ocurrir a los equipos si estos no cumplen un programa de mantenimiento recomendado y/o uso inadecuado de los mismos

# **ANEXO 5**

## **PLANOS AS BUILT**

## **RELACION DE PLANOS**

1. **Plano AA-01:** Sistema de Aire acondicionado - Planta Sótano.
2. **Plano AA-02:** Sistema de Aire acondicionado - Planta Primer Piso.
3. **Plano AA-03:** Sistema de Aire acondicionado - Planta Segundo Piso.
4. **Plano AA-04:** Sistema de Aire acondicionado - Planta Tercer Piso.
5. **Plano AA-05:** Sistema de Aire acondicionado - Planta Azotea.
6. **Plano AA-06:** Sistema de Aire acondicionado - Cortes.
7. **Plano AA-07:** Sistema de Aire acondicionado - Tablas y leyenda.
8. **Plano AA-08:** Sistema de Aire acondicionado - Tablas.

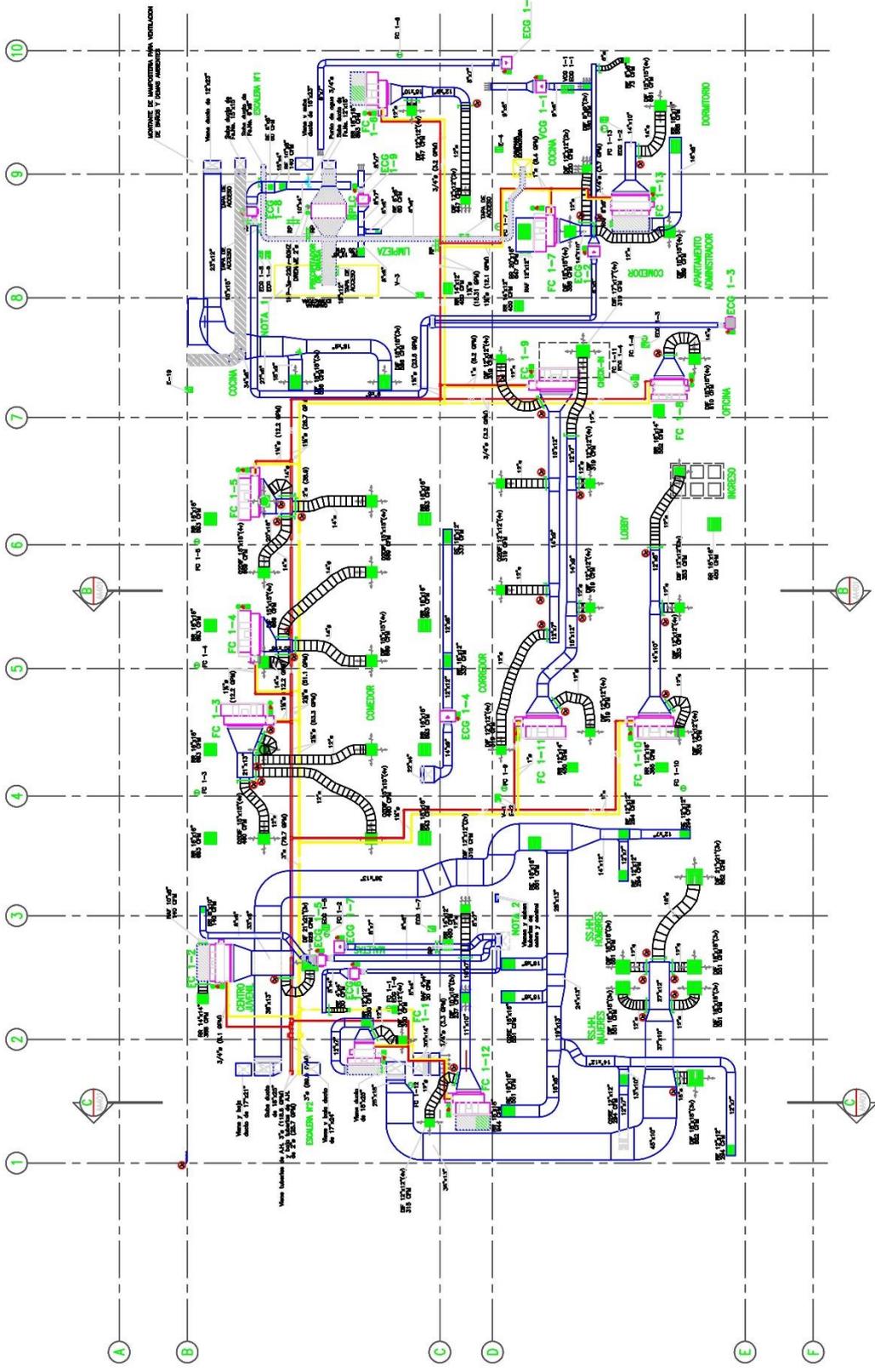


**AS BUILT**

**GUTIERREZ CASTILLO INGENIEROS S.A.C.**  
 TELE./FAX: 438-8773 - 438-8870  
 Calle 10 de Agosto 1000  
 LIMA 11

**OPERA:** ALBERGUE DEL TEMPLO  
**PLANO:** SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO PLANTA SOTANO  
**PROPIETARIO:** ASPERSUD  
**SUPERVISOR:** J.T.C.    **ING. D.G.C.:** S/E    **ESCALA:** S/E

**AA-01**  
**FECHA:** MARZO 2014



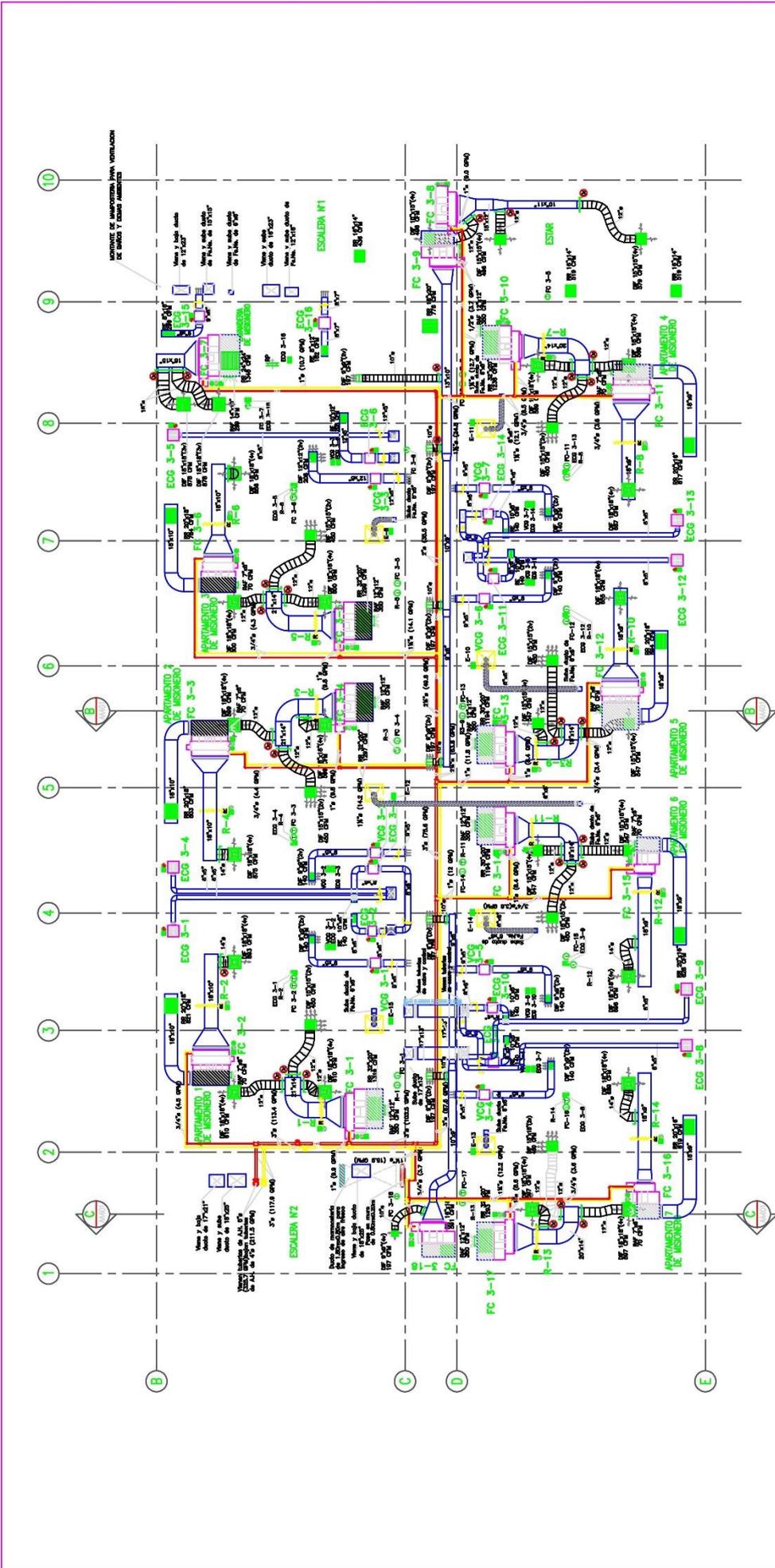
AS BUILT

**GUTIERREZ CASTILLO INGENIEROS S.A.C.**  
 TELE/FAX: 521-8723 FAX: 521-8270  
 Email: gcastillo.com.pe LAMINA N°: **AA-02**

OBRA: **ALBERGUE DEL TEMPLO**  
 PLANO: **SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO**  
 PROYECTO: **PLANTA PRIMER PISO**

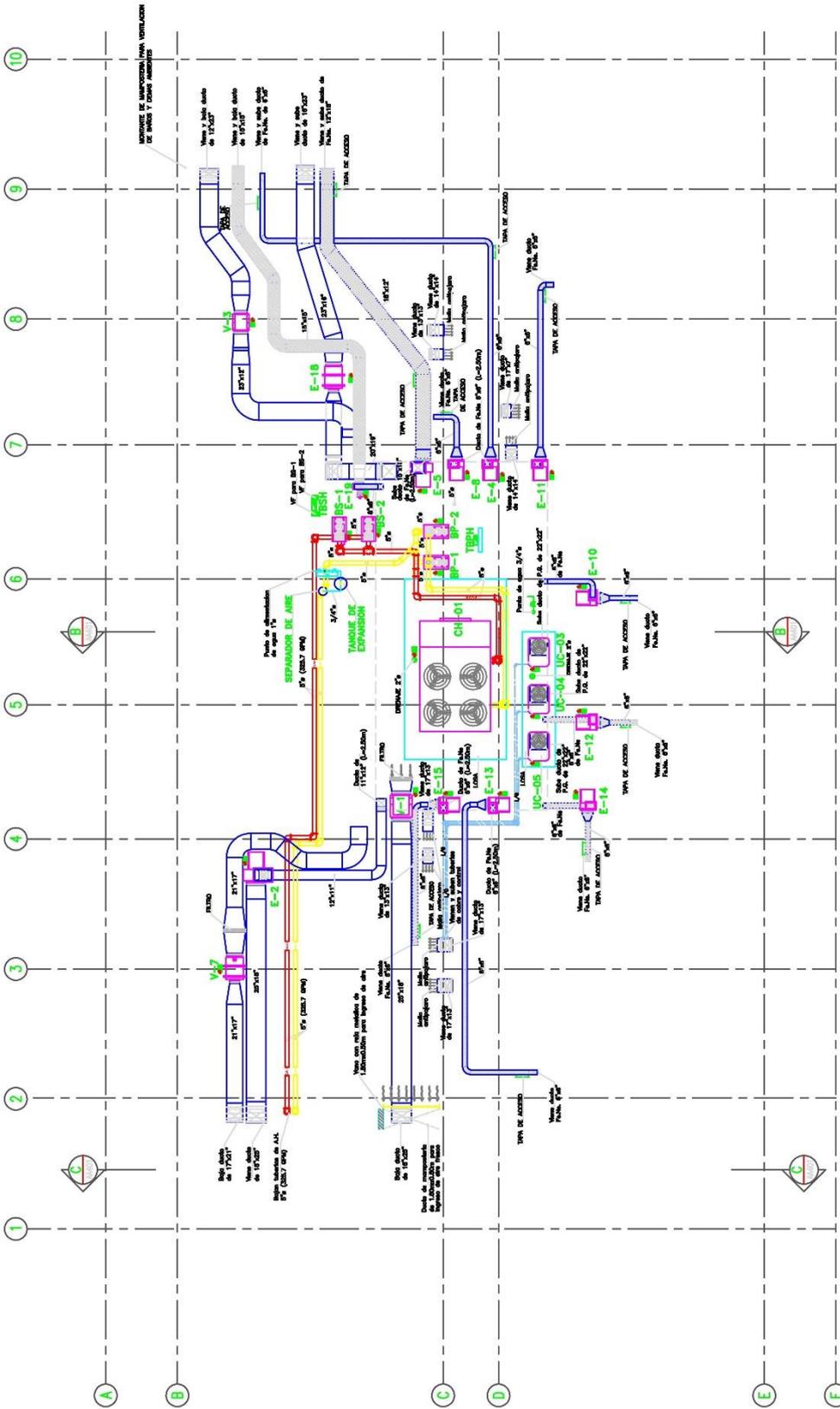
PROYECTADO: **ASPERPUS**  
 SUPERVISOR: **J.T.C**  
 APROBADO: **Ing. D.G.C.**  
 ESCALA: **S/E**  
 FECHA: **MARZO 2014**





AS BUILT

<b>GUTIERREZ CASTILLO INGENIEROS S.A.C.</b> TEL: / FAX: 0911 2541000 LAMINA N°:	
OBRA:	ALBERGUE DEL TEMPLO
PLANO:	SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO TERCER PISO
PROPIETARIO:	ASPERIUS
SUPERVISOR:	J.T.C
DIBUJO:	MILANS DE LA CRUZ
APROBADO:	Ing. D.G.C.
ESCALA:	S/E
FECHA:	MARZO 2014



AS BUILT

<b>GUTIERREZ CASTILLO INGENIEROS S.A.C.</b>	
OBRA:	ALBERGUE DEL TEMPLO
PLANO:	SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO
PROPIETARIO:	PLANTA AZOTEA
SUPERVISOR:	J.T.C
ING. D.G.C.:	ESCALA: S/E
FECHA:	MARZO 2014

AA-05

ALBERGUE DEL TEMPLO  
SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO  
PLANTA AZOTEA

PROPIETARIO:  
ASERSUD

ING. D.G.C.:  
ESCALA: S/E

FECHA:  
MARZO 2014



**LEYENDA**

	DUCTO DE PLANCHA GALVANIZADA (Dimensiones en pulgadas)
	DUCTO FLEXIBLE
	DUCTO DE PLANCHA DE FIERRO NEGRO
	DUCTO CON AISLAMIENTO ACÚSTICO INTERIOR (DUET DURO)
	UNIÓN FLEXIBLE PARA DUCTO
	RESILLA DE RETORNO (R) O EXTRACCIÓN (RE)
	RESILLA EN PUERTA DE MADERA (P)
	DEFENSOR DE CUATRO VAS (4x)
	DEFENSOR DE TRES VAS (3x)
	DEFENSOR DE DOS VAS (2x)
	RESILLA DE EXTRACCIÓN (RE)
	RESILLA DE AIRE FRESCO (RF) CON DAMPERS MANUAL
	PUNTO DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA
	PUNTO DE RETORNO
	CAJA DE CONTROL
	BOTONERA DE ARRANQUE Y PARADA
	TERMOSTATO DE AMBIENTE
	HUMIDIFICADOR DE AMBIENTE
	RESISTENCIA ELÉCTRICA
	PANEL
	CHILLER
	BOMBA PRIMARIA
	BOMBA SECUNDARIA
	UNIDAD CONDENSADORA
	EXTRACTOR
	VENTILADOR
	VALVULO ALTERNATIVO DE BOMBEO PRIMARIO A/L
	VALVULO ALTERNATIVO DE BOMBEO SECUNDARIO A/L
	CODO DE 45°
	CODO DE 90°
	TERMINO DE COBRE (Luzido y Sin Retiguera)
	CODO QUE BASE
	CODO QUE FLUA
	TUBERA DE RETORNO DE AGUA HELADA
	TUBERA DE SUMINISTRO DE AGUA HELADA
	DAMPERS DE REGULACIÓN MANUAL EN DUCTO
	MANIFIO DE COMPUERTA
	UNIÓN UNIVERSAL
	REDUCCION CONSTRICTIVA
	VELA UNIVERSAL DE TRES VAS EN PRESIÓN INDEPENDIENTE
	MANOMETRO
	VALVULO DE FRECUENCIA
	FLUJO SIMPLE
	DAMPERS DE REGULACIÓN MANUAL EN DUCTO
	RESISTENCIA ELÉCTRICA
	DAMPERS DE COMANDO
	PUNTO DE ALIMENTACIÓN DE AGUA

**CUADRO DE IDENTIFICACION DE LAS ELECTROBOMBAS DEL SISTEMA DE AGUA HELADA**

ITEM	DESCRIPCION EQUIPOS	MARCA	MODELO	UBICACION	COMANDO SEGUN PLANOS	CAUDAL	TIPO
1	ELECTROBOMBA	AMSTERDAM	4030-3020B	AZTECA	BP-1	276 GPM	BOMBA PRIMARIA VERTICAL IN LINE PUMP/ACOPLE DIRECTO
2	ELECTROBOMBA	AMSTERDAM	4030-3020B	AZTECA	BP-2	276 GPM	BOMBA PRIMARIA VERTICAL IN LINE PUMP/ACOPLE DIRECTO
3	ELECTROBOMBA	AMSTERDAM	4030-3020A	AZTECA	BP-1	276 GPM	BOMBA PRIMARIA VERTICAL IN LINE PUMP/ACOPLE DIRECTO
4	ELECTROBOMBA	AMSTERDAM	4030-3020A	AZTECA	BP-2	276 GPM	BOMBA PRIMARIA VERTICAL IN LINE PUMP/ACOPLE DIRECTO

**CUADRO DE IDENTIFICACION DE LA UNIDAD ENFRIADORA DE AGUA (CHILLER)**

ITEM	DESCRIPCION EQUIPOS	MARCA	MODELO	SERIE	UBICACION	COMANDO SEGUN PLANOS	CAPACIDAD	TIPO
1	CHILLER	YORK	Y1A01132298A	279M11957	AZTECA	CH-01	115 TR	REFRIGERADO POR AIRE

**CUADRO DE IDENTIFICACION DE EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO INSTALADOS**

ITEM	DESCRIPCION EQUIPOS	MARCA	MODELO	SERIE	UBICACION	COMANDO SEGUN PLANOS	CAUDAL NOMINAL (CFM)	TIPO
1	EQUIPO DE A-A TIPO SHUT DUCTO	CLASSIC	YORK	D50C-25	YND44P3-SAT	YND44P3-SAT	24,000	DESERVIDOR HORISCALE
2	EQUIPO DE A-A TIPO SHUT DUCTO	CLASSIC	YORK	D50C-35	YND44P3-SAT	YND44P3-SAT	30,000	DESERVIDOR HORISCALE
3	EQUIPO DE A-A TIPO SHUT DUCTO	CLASSIC	YORK	D50C-38	YND44P3-SAT	YND44P3-SAT	36,000	DESERVIDOR HORISCALE
4	EQUIPO DE A-A TIPO SHUT DUCTO	CLASSIC	YORK	D50C-46	YND44P3-SAT	YND44P3-SAT	48,000	DESERVIDOR HORISCALE
5	EQUIPO DE A-A TIPO SHUT DUCTO	CLASSIC	YORK	D50C-46	YND44P3-SAT	YND44P3-SAT	48,000	DESERVIDOR HORISCALE
6	EQUIPO DE A-A TIPO SHUT DUCTO	CLASSIC	YORK	D50C-18	00A118215	00A118215	18,000	DESERVIDOR HORISCALE

**CUADRO DE IDENTIFICACION DE EXTRACTORES Y VENTILADORES DE AIRE INSTALADOS**

ITEM	DESCRIPCION EQUIPOS	MARCA	MODELO	SERIE	UBICACION	COMANDO SEGUN PLANOS	AREA DE EXTRACCION	CAUDAL NOMINAL (CFM)
1	EXTRACTOR SIMPLE ENTRADA	COOK	180P3	---	AZTECA	E-2	EXTRACCION DE A-A TIPO SHUT DUCTO	3,898
2	EXTRACTOR SIMPLE ENTRADA	COOK	700P3	---	AZTECA	E-4	EXTRACCION DE A-A TIPO SHUT DUCTO	300
3	EXTRACTOR SIMPLE ENTRADA	COOK	1000P3	---	AZTECA	E-5	EXTRACCION DE A-A TIPO SHUT DUCTO	2,507
4	EXTRACTOR SIMPLE ENTRADA	COOK	700P3	---	AZTECA	E-8	EXTRACCION DE A-A TIPO SHUT DUCTO	300
5	EXTRACTOR SIMPLE ENTRADA	COOK	700P3	---	AZTECA	E-10	EXTRACCION DE A-A TIPO SHUT DUCTO	300
6	EXTRACTOR SIMPLE ENTRADA	COOK	700P3	---	AZTECA	E-11	EXTRACCION DE A-A TIPO SHUT DUCTO	300
7	EXTRACTOR SIMPLE ENTRADA	COOK	700P3	---	AZTECA	E-12	EXTRACCION DE A-A TIPO SHUT DUCTO	300
8	EXTRACTOR SIMPLE ENTRADA	COOK	700P3	---	AZTECA	E-13	EXTRACCION DE A-A TIPO SHUT DUCTO	300
9	EXTRACTOR SIMPLE ENTRADA	COOK	700P3	---	AZTECA	E-14	EXTRACCION DE A-A TIPO SHUT DUCTO	300
10	EXTRACTOR SIMPLE ENTRADA	COOK	700P3	---	AZTECA	E-15	EXTRACCION DE A-A TIPO SHUT DUCTO	300
11	EXTRACTOR NULL	COOK	1080	---	SOTANO	E-17	EXTRACCION DE A-A TIPO SHUT DUCTO	550
12	EXTRACTOR CENTRIFUGO EN GABINETE	COOK	DR-10	---	AZTECA	E-18	EXTRACCION DE A-A TIPO SHUT DUCTO	2,483
13	EXTRACTOR SIMPLE ENTRADA	S&P	PL-25A	---	AZTECA	E-18	EXTRACCION DE A-A TIPO SHUT DUCTO	1,500
14	VENTILADOR CENTRIFUGO EN GABINETE	COOK	180 S0H-S	---	AZTECA	V-1	VENTILACION S0H-S TIPO	3,898
15	VENTILADOR CENTRIFUGO EN GABINETE	COOK	135 S0H-S	---	AZTECA	V-3	VENTILACION S0H-S TIPO	1,172
16	VENTILADOR NULL	COOK	1280	---	SOTANO	V-5	VENTILACION S0H-S TIPO	550
17	VENTILADOR CENTRIFUGO EN GABINETE	COOK	DR-10	---	AZTECA	V-7	VENTILACION S0H-S TIPO	2,483
18	VENTILADOR CENTRIFUGO EN GABINETE	COOK	DR-10	---	AZTECA	V-11	VENTILACION S0H-S TIPO	180
19	VENTILADOR CENTRIFUGO EN GABINETE	COOK	DR-10	---	AZTECA	V-11	VENTILACION S0H-S TIPO	180
20	VENTILADOR CENTRIFUGO EN GABINETE	COOK	DR-10	---	AZTECA	V-11	VENTILACION S0H-S TIPO	180
21	VENTILADOR CENTRIFUGO EN GABINETE	COOK	DR-10	---	AZTECA	V-11	VENTILACION S0H-S TIPO	180
22	VENTILADOR CENTRIFUGO EN GABINETE	COOK	DR-10	---	AZTECA	V-11	VENTILACION S0H-S TIPO	180
23	VENTILADOR CENTRIFUGO EN GABINETE	COOK	DR-10	---	AZTECA	V-11	VENTILACION S0H-S TIPO	180
24	VENTILADOR CENTRIFUGO EN GABINETE	COOK	DR-10	---	AZTECA	V-11	VENTILACION S0H-S TIPO	180
25	VENTILADOR CENTRIFUGO EN GABINETE	COOK	DR-10	---	AZTECA	V-11	VENTILACION S0H-S TIPO	180
26	VENTILADOR CENTRIFUGO EN GABINETE	COOK	DR-10	---	AZTECA	V-11	VENTILACION S0H-S TIPO	180
27	VENTILADOR CENTRIFUGO EN GABINETE	COOK	DR-10	---	AZTECA	V-11	VENTILACION S0H-S TIPO	180
28	VENTILADOR CENTRIFUGO EN GABINETE	COOK	DR-10	---	AZTECA	V-11	VENTILACION S0H-S TIPO	180
29	VENTILADOR CENTRIFUGO EN GABINETE	COOK	DR-10	---	AZTECA	V-11	VENTILACION S0H-S TIPO	180
30	VENTILADOR CENTRIFUGO EN GABINETE	COOK	DR-10	---	AZTECA	V-11	VENTILACION S0H-S TIPO	180
31	VENTILADOR CENTRIFUGO EN GABINETE	COOK	DR-10	---	AZTECA	V-11	VENTILACION S0H-S TIPO	180
32	VENTILADOR CENTRIFUGO EN GABINETE	COOK	DR-10	---	AZTECA	V-11	VENTILACION S0H-S TIPO	180
33	VENTILADOR CENTRIFUGO EN GABINETE	COOK	DR-10	---	AZTECA	V-11	VENTILACION S0H-S TIPO	180
34	VENTILADOR CENTRIFUGO EN GABINETE	COOK	DR-10	---	AZTECA	V-11	VENTILACION S0H-S TIPO	180
35	VENTILADOR CENTRIFUGO EN GABINETE	COOK	DR-10	---	AZTECA	V-11	VENTILACION S0H-S TIPO	180
36	VENTILADOR CENTRIFUGO EN GABINETE	COOK	DR-10	---	AZTECA	V-11	VENTILACION S0H-S TIPO	180
37	VENTILADOR CENTRIFUGO EN GABINETE	COOK	DR-10	---	AZTECA	V-11	VENTILACION S0H-S TIPO	180
38	VENTILADOR CENTRIFUGO EN GABINETE	COOK	DR-10	---	AZTECA	V-11	VENTILACION S0H-S TIPO	180

**CUADRO DE IDENTIFICACION DEL PRECIPITADOR ELECTROSTATICA DE GRASA**

ITEM	DESCRIPCION EQUIPOS	MARCA	MODELO	SERIE	UBICACION	AREA DE EXTRACCION	CAUDAL NOMINAL (CFM)
1	PRECIPITADOR DE GRASA	MARKET	MR	CS-30H	SOTANO-COONA	SOTANO-COONA	2,507

**CUADRO DE IDENTIFICACION DE LAS RESISTENCIAS ELECTRICAS INSTALADAS**

ITEM	DESCRIPCION EQUIPOS	MARCA	MODELO	CAPACIDAD Kw	NUMERO DE ETAPAS	UBICACION
1	RESISTENCIA ELÉCTRICA	WARREN	CRK	3.5	1	R-1
2	RESISTENCIA ELÉCTRICA	WARREN	CRK	1.5	1	R-2
3	RESISTENCIA ELÉCTRICA	WARREN	CRK	3.5	1	R-3
4	RESISTENCIA ELÉCTRICA	WARREN	CRK	1.5	1	R-4
5	RESISTENCIA ELÉCTRICA	WARREN	CRK	3.5	1	R-5
6	RESISTENCIA ELÉCTRICA	WARREN	CRK	1.5	1	R-6
7	RESISTENCIA ELÉCTRICA	WARREN	CRK	3.5	1	R-7
8	RESISTENCIA ELÉCTRICA	WARREN	CRK	1.5	1	R-8
9	RESISTENCIA ELÉCTRICA	WARREN	CRK	3.5	1	R-9
10	RESISTENCIA ELÉCTRICA	WARREN	CRK	1.5	1	R-10
11	RESISTENCIA ELÉCTRICA	WARREN	CRK	3.5	1	R-11
12	RESISTENCIA ELÉCTRICA	WARREN	CRK	1.5	1	R-12
13	RESISTENCIA ELÉCTRICA	WARREN	CRK	3.5	1	R-13
14	RESISTENCIA ELÉCTRICA	WARREN	CRK	1.5	1	R-14
15	RESISTENCIA ELÉCTRICA	WARREN	CRK	2.0	1	R-15
16	RESISTENCIA ELÉCTRICA	WARREN	CRK	2.0	1	R-16
17	RESISTENCIA ELÉCTRICA	WARREN	CRK	3.0	1	R-17
18	RESISTENCIA ELÉCTRICA	WARREN	CRK	3.0	1	R-18
19	RESISTENCIA ELÉCTRICA	WARREN	CRK	3.0	1	R-19
20	RESISTENCIA ELÉCTRICA	WARREN	CRK	1.0	1	R-20

**AS BUILT**

**GUTIERREZ CASTILLO INGENIEROS S.A.C.**  
 TELE/FAX: 051-8773-435-8270  
 Email: gcastillo.com.pe  
 LAMINA N.º: **AA-07**

**ALBERGUE DE AIRE ACONDICIONADO TABLAS Y LEYENDA**

PROPIETARIO: **ASPERSUD**  
 DEBILDO: **INGENIEROS DE LA CRUZ**  
 SUPERVISOR: **J.T.C**  
 ESCALA: **S/E**  
 FECHA: **MARZO 2014**

CUADRO DE IDENTIFICACION DE EXTRACTORES DE AIRE INSTALADOS

ITEM	DESCRIPCION EQUIPOS	MARCA	MODELO	SERIE	UBICACION	COORDENADAS PLANAS	AREA DE EXTRACCION	CAPACIDAD NOMINAL (CMH)
1	EXTRACTOR CENTRIFUGO EN GABINETE	COOK	08-170	---	SOTANO-CORREDOR	EGG 5-1	SOTANO-SALAH.	484
2	EXTRACTOR CENTRIFUGO EN GABINETE	COOK	08-182	---	SOTANO-SERVICE CENTER	EGG 5-1	SOTANO-SERVICE CENTER	231
3	EXTRACTOR CENTRIFUGO EN GABINETE	COOK	08-140	---	SOTANO-SERVICE CENTER	EGG 5-2	SOTANO-SERVICE CENTER	628
4	EXTRACTOR CENTRIFUGO EN GABINETE	COOK	08-144	---	SOTANO-HISTORIA FAMILAR	EGG 5-3	SOTANO-HISTORIA FAMILAR	84
5	EXTRACTOR CENTRIFUGO EN GABINETE	COOK	08-120	---	SOTANO-LAMBIERA	EGG 5-7	SOTANO-LAMBIERA	533
6	EXTRACTOR CENTRIFUGO EN GABINETE	COOK	08-144	---	SOTANO-DEPÓSITO ROPA BLANCA	EGG 5-8	SOTANO-DEPÓSITO ROPA BLANCA	177
7	EXTRACTOR CENTRIFUGO EN GABINETE	COOK	08-144	---	SOTANO-EQUIPOS MECANICOS	EGG 5-9	SOTANO-EQUIPOS MECANICOS	144
8	EXTRACTOR CENTRIFUGO EN GABINETE	COOK	08-122	---	SOTANO-TALLER JARDINERA	EGG 5-10	SOTANO-OTOMA MANTENIMIENTO	42
9	EXTRACTOR CENTRIFUGO EN GABINETE	COOK	08-164	---	SOTANO-SERVICE CENTER	EGG 5-11	SOTANO-DEPÓSITO ARMARIOS	148
10	EXTRACTOR CENTRIFUGO EN GABINETE	COOK	08-168	---	1º FLOOR-SALAH. APARTAMENTO ADMINISTRADOR	EGG 1-1	1º FLOOR-SALAH. APARTAMENTO ADMINISTRADOR	180
11	EXTRACTOR CENTRIFUGO EN GABINETE	COOK	08-220	---	1º FLOOR-OTOMA	EGG 1-2	1º FLOOR-OTOMA	73
12	EXTRACTOR CENTRIFUGO EN GABINETE	COOK	08-124	---	1º FLOOR-OTOMA	EGG 1-3	1º FLOOR-OTOMA	98
13	EXTRACTOR CENTRIFUGO EN GABINETE	COOK	08-140	---	1º FLOOR-LIBRERIA	EGG 1-4	1º FLOOR-LIBRERIA	674
14	EXTRACTOR CENTRIFUGO EN GABINETE	COOK	08-164	---	1º FLOOR-CENTRO JUVENIL	EGG 1-5	1º FLOOR-CENTRO JUVENIL	140
15	EXTRACTOR CENTRIFUGO EN GABINETE	COOK	08-122	---	1º FLOOR-CENTRO JUVENIL	EGG 1-6	1º FLOOR-CENTRO JUVENIL	40
16	EXTRACTOR CENTRIFUGO EN GABINETE	COOK	08-182	---	1º FLOOR-MULETA	EGG 1-7	1º FLOOR-MULETA	180
17	EXTRACTOR CENTRIFUGO EN GABINETE	COOK	08-168	---	1º FLOOR-RESPONSA	EGG 1-8	1º FLOOR-RESPONSA	200
18	EXTRACTOR CENTRIFUGO EN GABINETE	COOK	08-182	---	1º FLOOR-SALAH. Y LIMPIEZA	EGG 1-9	1º FLOOR-SALAH. Y LIMPIEZA	180
19	EXTRACTOR CENTRIFUGO EN GABINETE	COOK	08-164	---	1º FLOOR-SALAH. Y LIMPIEZA	EGG 2-1	1º FLOOR-SALAH. Y LIMPIEZA	140
20	EXTRACTOR CENTRIFUGO EN GABINETE	COOK	08-144	---	2º FLOOR-APARTAMENTO DE VESTIARIOS 1	EGG 2-2	2º FLOOR-APARTAMENTO DE VESTIARIOS 1	85
21	EXTRACTOR CENTRIFUGO EN GABINETE	COOK	08-144	---	2º FLOOR-APARTAMENTO DE VESTIARIOS 2	EGG 2-3	2º FLOOR-APARTAMENTO DE VESTIARIOS 2	83
22	EXTRACTOR CENTRIFUGO EN GABINETE	COOK	08-164	---	2º FLOOR-APARTAMENTO DE VESTIARIOS 3	EGG 2-4	2º FLOOR-APARTAMENTO DE VESTIARIOS 3	140
23	EXTRACTOR CENTRIFUGO EN GABINETE	COOK	08-144	---	2º FLOOR-APARTAMENTO DE VESTIARIOS 4	EGG 2-5	2º FLOOR-APARTAMENTO DE VESTIARIOS 4	140
24	EXTRACTOR CENTRIFUGO EN GABINETE	COOK	08-144	---	2º FLOOR-APARTAMENTO DE VESTIARIOS 5	EGG 2-6	2º FLOOR-APARTAMENTO DE VESTIARIOS 5	83
25	EXTRACTOR CENTRIFUGO EN GABINETE	COOK	08-144	---	2º FLOOR-APARTAMENTO DE VESTIARIOS 6	EGG 2-7	2º FLOOR-APARTAMENTO DE VESTIARIOS 6	83
26	EXTRACTOR CENTRIFUGO EN GABINETE	COOK	08-164	---	2º FLOOR-SALAH. APARTAMENTO DE PASAJES 1	EGG 2-8	2º FLOOR-SALAH. APARTAMENTO DE PASAJES 1	140
27	EXTRACTOR CENTRIFUGO EN GABINETE	COOK	08-164	---	2º FLOOR-SALAH. APARTAMENTO DE PASAJES 2	EGG 2-9	2º FLOOR-SALAH. APARTAMENTO DE PASAJES 2	170
28	EXTRACTOR CENTRIFUGO EN GABINETE	COOK	08-144	---	2º FLOOR-APARTAMENTO DE VESTIARIOS 7	EGG 2-10	2º FLOOR-APARTAMENTO DE VESTIARIOS 7	80
29	EXTRACTOR CENTRIFUGO EN GABINETE	COOK	08-220	---	2º FLOOR-APARTAMENTO DE VESTIARIOS 8	EGG 2-11	2º FLOOR-APARTAMENTO DE VESTIARIOS 8	74
30	EXTRACTOR CENTRIFUGO EN GABINETE	COOK	08-164	---	2º FLOOR-SALAH. APARTAMENTO DE PASAJES 3	EGG 2-12	2º FLOOR-SALAH. APARTAMENTO DE PASAJES 3	130
31	EXTRACTOR CENTRIFUGO EN GABINETE	COOK	08-164	---	2º FLOOR-SALAH. APARTAMENTO DE PASAJES 4	EGG 2-13	2º FLOOR-SALAH. APARTAMENTO DE PASAJES 4	240
32	EXTRACTOR CENTRIFUGO EN GABINETE	COOK	08-144	---	2º FLOOR-APARTAMENTO DE VESTIARIOS 9	EGG 2-14	2º FLOOR-APARTAMENTO DE VESTIARIOS 9	83
33	EXTRACTOR CENTRIFUGO EN GABINETE	COOK	08-144	---	2º FLOOR-APARTAMENTO DE VESTIARIOS 10	EGG 2-15	2º FLOOR-APARTAMENTO DE VESTIARIOS 10	82
34	EXTRACTOR CENTRIFUGO EN GABINETE	COOK	08-164	---	2º FLOOR-APARTAMENTO DE VESTIARIOS 11	EGG 2-16	2º FLOOR-APARTAMENTO DE VESTIARIOS 11	140
35	EXTRACTOR CENTRIFUGO EN GABINETE	COOK	08-164	---	2º FLOOR-APARTAMENTO DE VESTIARIOS 12	EGG 2-17	2º FLOOR-APARTAMENTO DE VESTIARIOS 12	82
36	EXTRACTOR CENTRIFUGO EN GABINETE	COOK	08-144	---	2º FLOOR-APARTAMENTO DE VESTIARIOS 13	EGG 2-18	2º FLOOR-APARTAMENTO DE VESTIARIOS 13	80
37	EXTRACTOR CENTRIFUGO EN GABINETE	COOK	08-142	---	2º FLOOR-SALAH. APARTAMENTO DE PASAJES 5	EGG 2-19	2º FLOOR-SALAH. APARTAMENTO DE PASAJES 5	78
38	EXTRACTOR CENTRIFUGO EN GABINETE	COOK	08-164	---	2º FLOOR-SALAH. APARTAMENTO DE PASAJES 6	EGG 2-20	2º FLOOR-SALAH. APARTAMENTO DE PASAJES 6	140
39	EXTRACTOR CENTRIFUGO EN GABINETE	COOK	08-164	---	2º FLOOR-SALAH. APARTAMENTO DE PASAJES 7	EGG 2-21	2º FLOOR-SALAH. APARTAMENTO DE PASAJES 7	140
40	EXTRACTOR CENTRIFUGO EN GABINETE	COOK	08-142	---	2º FLOOR-APARTAMENTO DE VESTIARIOS 14	EGG 2-22	2º FLOOR-APARTAMENTO DE VESTIARIOS 14	78
41	EXTRACTOR CENTRIFUGO EN GABINETE	COOK	08-142	---	2º FLOOR-APARTAMENTO DE VESTIARIOS 15	EGG 2-23	2º FLOOR-APARTAMENTO DE VESTIARIOS 15	75
42	EXTRACTOR CENTRIFUGO EN GABINETE	COOK	08-164	---	2º FLOOR-SALAH. APARTAMENTO DE PASAJES 8	EGG 2-24	2º FLOOR-SALAH. APARTAMENTO DE PASAJES 8	140
43	EXTRACTOR CENTRIFUGO EN GABINETE	COOK	08-164	---	2º FLOOR-SALAH. APARTAMENTO DE PASAJES 9	EGG 2-25	2º FLOOR-SALAH. APARTAMENTO DE PASAJES 9	140
44	EXTRACTOR CENTRIFUGO EN GABINETE	COOK	08-144	---	2º FLOOR-APARTAMENTO DE VESTIARIOS 16	EGG 2-26	2º FLOOR-APARTAMENTO DE VESTIARIOS 16	83
45	EXTRACTOR CENTRIFUGO EN GABINETE	COOK	08-220	---	2º FLOOR-CORREDOR	EGG 2-27	2º FLOOR-LAMBIERA	400
46	EXTRACTOR CENTRIFUGO EN GABINETE	COOK	08-182	---	2º FLOOR-LAMBIERA	EGG 2-28	2º FLOOR-LAMBIERA	130
47	EXTRACTOR CENTRIFUGO EN GABINETE	COOK	08-164	---	2º FLOOR-MULETA VESTIARIOS	EGG 2-29	2º FLOOR-MULETA VESTIARIOS	141
48	EXTRACTOR CENTRIFUGO EN GABINETE	COOK	08-142	---	2º FLOOR-COMEDOR APARTAMENTO	EGG 3-1	2º FLOOR-COMEDOR APARTAMENTO	72
49	EXTRACTOR CENTRIFUGO EN GABINETE	COOK	08-164	---	2º FLOOR-SALAH. APARTAMENTO DE PASAJES 10	EGG 3-2	2º FLOOR-SALAH. APARTAMENTO DE PASAJES 10	140
50	EXTRACTOR CENTRIFUGO EN GABINETE	COOK	08-164	---	2º FLOOR-SALAH. APARTAMENTO DE PASAJES 11	EGG 3-3	2º FLOOR-SALAH. APARTAMENTO DE PASAJES 11	140
51	EXTRACTOR CENTRIFUGO EN GABINETE	COOK	08-142	---	2º FLOOR-APARTAMENTO DE VESTIARIOS 17	EGG 3-4	2º FLOOR-APARTAMENTO DE VESTIARIOS 17	72
52	EXTRACTOR CENTRIFUGO EN GABINETE	COOK	08-182	---	2º FLOOR-APARTAMENTO DE VESTIARIOS 18	EGG 3-5	2º FLOOR-APARTAMENTO DE VESTIARIOS 18	72
53	EXTRACTOR CENTRIFUGO EN GABINETE	COOK	08-164	---	2º FLOOR-SALAH. APARTAMENTO DE PASAJES 12	EGG 3-6	2º FLOOR-SALAH. APARTAMENTO DE PASAJES 12	208
54	EXTRACTOR CENTRIFUGO EN GABINETE	COOK	08-164	---	2º FLOOR-COMEDOR APARTAMENTO	EGG 3-7	2º FLOOR-COMEDOR APARTAMENTO	140
55	EXTRACTOR CENTRIFUGO EN GABINETE	COOK	08-142	---	2º FLOOR-COMEDOR APARTAMENTO	EGG 3-8	2º FLOOR-COMEDOR APARTAMENTO	70
56	EXTRACTOR CENTRIFUGO EN GABINETE	COOK	08-164	---	2º FLOOR-COMEDOR APARTAMENTO	EGG 3-9	2º FLOOR-COMEDOR APARTAMENTO	68
57	EXTRACTOR CENTRIFUGO EN GABINETE	COOK	08-164	---	2º FLOOR-APARTAMENTO DE VESTIARIOS 19	EGG 3-10	2º FLOOR-APARTAMENTO DE VESTIARIOS 19	140
58	EXTRACTOR CENTRIFUGO EN GABINETE	COOK	08-164	---	2º FLOOR-APARTAMENTO DE VESTIARIOS 20	EGG 3-11	2º FLOOR-APARTAMENTO DE VESTIARIOS 20	140
59	EXTRACTOR CENTRIFUGO EN GABINETE	COOK	08-124	---	2º FLOOR-COMEDOR APARTAMENTO	EGG 3-12	2º FLOOR-COMEDOR APARTAMENTO	61
60	EXTRACTOR CENTRIFUGO EN GABINETE	COOK	08-124	---	2º FLOOR-COMEDOR APARTAMENTO	EGG 3-13	2º FLOOR-COMEDOR APARTAMENTO	70
61	EXTRACTOR CENTRIFUGO EN GABINETE	COOK	08-164	---	2º FLOOR-SALAH. APARTAMENTO DE PASAJES 13	EGG 3-14	2º FLOOR-SALAH. APARTAMENTO DE PASAJES 13	140
62	EXTRACTOR CENTRIFUGO EN GABINETE	COOK	08-220	---	2º FLOOR-LAMBIERA	EGG 3-15	2º FLOOR-LAMBIERA	300
63	EXTRACTOR CENTRIFUGO EN GABINETE	COOK	08-182	---	2º FLOOR-LAMBIERA	EGG 3-16	2º FLOOR-LAMBIERA	182

CUADRO DE IDENTIFICACION DE EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO - AGUA HELADA

ITEM	DESCRIPCION EQUIPOS	MARCA	MODELOS	UBICACION	Nº SERIE NOMINAL(RU/HR)	CAPACIDAD NOMINAL (RT/HR)	AREA ACONDICIONADA
1	EQUIPO DE A-A TIPO SPLIT P/N COIL	AMERSON	RF14	SOTANO-CORREDOR	FC 5-1	36,000	SOTANO-CORREDOR
2	EQUIPO DE A-A TIPO SPLIT P/N COIL	AMERSON	RF14	SOTANO-CORREDOR	FC 5-2	12,000	SOTANO-OTOMA Y MANTENIMIENTO
3	EQUIPO DE A-A TIPO SPLIT P/N COIL	AMERSON	RF14	SOTANO-HISTORIA FAMILAR	FC 5-3	24,000	SOTANO-HISTORIA FAMILAR
4	EQUIPO DE A-A TIPO SPLIT P/N COIL	AMERSON	RF14	SOTANO-LAMBIERA CENTRAL	FC 5-4	48,000	SOTANO-LAMBIERA CENTRAL
5	EQUIPO DE A-A TIPO SPLIT P/N COIL	AMERSON	RF14	SOTANO-LAMBIERA CENTRAL	FC 5-5	36,000	SOTANO-LAMBIERA CENTRAL
6	EQUIPO DE A-A TIPO SPLIT P/N COIL	AMERSON	RF14	1º FLOOR-OTOMA	FC 1-1	12,000	1º FLOOR-OTOMA
7	EQUIPO DE A-A TIPO SPLIT P/N COIL	AMERSON	RF14	1º FLOOR-CENTRO JUVENIL	FC 1-2	36,000	1º FLOOR-CENTRO JUVENIL
8	EQUIPO DE A-A TIPO SPLIT P/N COIL	AMERSON	RF14	1º FLOOR-CORREDOR	FC 1-3	60,000	1º FLOOR-CORREDOR
9	EQUIPO DE A-A TIPO SPLIT P/N COIL	AMERSON	RF14	1º FLOOR-CORREDOR	FC 1-4	60,000	1º FLOOR-CORREDOR
10	EQUIPO DE A-A TIPO SPLIT P/N COIL	AMERSON	RF14	1º FLOOR-CORREDOR	FC 1-5	60,000	1º FLOOR-CORREDOR
11	EQUIPO DE A-A TIPO SPLIT P/N COIL	AMERSON	RF14	1º FLOOR-CORREDOR	FC 1-6	18,000	1º FLOOR-CORREDOR
12	EQUIPO DE A-A TIPO SPLIT P/N COIL	AMERSON	RF14	1º FLOOR-CORREDOR	FC 1-7	48,000	1º FLOOR-CORREDOR
13	EQUIPO DE A-A TIPO SPLIT P/N COIL	AMERSON	RF14	1º FLOOR-OTOMA	FC 1-8	18,000	1º FLOOR-OTOMA
14	EQUIPO DE A-A TIPO SPLIT P/N COIL	AMERSON	RF14	1º FLOOR-LIBRERIA	FC 1-9	48,000	1º FLOOR-LIBRERIA
15	EQUIPO DE A-A TIPO SPLIT P/N COIL	AMERSON	RF14	1º FLOOR-LIBRERIA	FC 1-10	48,000	1º FLOOR-LIBRERIA
16	EQUIPO DE A-A TIPO SPLIT P/N COIL	AMERSON	RF14	1º FLOOR-LIBRERIA	FC 1-11	48,000	1º FLOOR-LIBRERIA
17	EQUIPO DE A-A TIPO SPLIT P/N COIL	AMERSON	RF14	1º FLOOR-LIBRERIA	FC 1-12	18,000	1º FLOOR-LIBRERIA
18	EQUIPO DE A-A TIPO SPLIT P/N COIL	AMERSON	RF14	1º FLOOR-CUARTO	FC 1-13	16,000	1º FLOOR-CUARTO
19	EQUIPO DE A-A TIPO SPLIT P/N COIL	AMERSON	RF14	1º FLOOR-APARTAMENTO DE VESTIARIO 1	FC 2-1	24,000	1º FLOOR-APARTAMENTO DE VESTIARIO 1
20	EQUIPO DE A-A TIPO SPLIT P/N COIL	AMERSON	RF14	1º FLOOR-APARTAMENTO DE VESTIARIO 2	FC 2-2	24,000	1º FLOOR-APARTAMENTO DE VESTIARIO 2
21	EQUIPO DE A-A TIPO SPLIT P/N COIL	AMERSON	RF14	1º FLOOR-APARTAMENTO DE VESTIARIO 3	FC 2-3	24,000	1º FLOOR-APARTAMENTO DE VESTIARIO 3
22	EQUIPO DE A-A TIPO SPLIT P/N COIL	AMERSON	RF14	1º FLOOR-APARTAMENTO DE VESTIARIO 4	FC 2-4	24,000	1º FLOOR-APARTAMENTO DE VESTIARIO 4
23	EQUIPO DE A-A TIPO SPLIT P/N COIL	AMERSON	RF14	1º FLOOR-APARTAMENTO DE VESTIARIO 5	FC 2-5	24,000	1º FLOOR-APARTAMENTO DE VESTIARIO 5
24	EQUIPO DE A-A TIPO SPLIT P/N COIL	AMERSON	RF14	1º FLOOR-APARTAMENTO DE VESTIARIO 6	FC 2-6	24,000	1º FLOOR-APARTAMENTO DE VESTIARIO 6
25	EQUIPO DE A-A TIPO SPLIT P/N COIL	AMERSON	RF14	1º FLOOR-APARTAMENTO DE VESTIARIO 7	FC 2-7	18,000	1º FLOOR-APARTAMENTO DE VESTIARIO 7
26	EQUIPO DE A-A TIPO SPLIT P/N COIL	AMERSON	RF14	1º FLOOR-APARTAMENTO DE VESTIARIO 8	FC 2-8	18,000	1º FLOOR-APARTAMENTO DE VESTIARIO 8
27	EQUIPO DE A-A TIPO SPLIT P/N COIL	AMERSON	RF14	1º FLOOR-LAMBIERA	FC 2-9	60,000	1º FLOOR-LAMBIERA
28	EQUIPO DE A-A TIPO SPLIT P/N COIL	AMERSON	RF14	1º FLOOR-LAMBIERA	FC 2-10	60,000	1º FLOOR-LAMBIERA
29	EQUIPO DE A-A TIPO SPLIT P/N COIL	AMERSON	RF14	1º FLOOR-APARTAMENTO DE VESTIARIO 9	FC 2-11	24,000	1º FLOOR-APARTAMENTO DE VESTIARIO 9
30	EQUIPO DE A-A TIPO SPLIT P/N COIL	AMERSON	RF14	1º FLOOR-APARTAMENTO DE VESTIARIO 10	FC 2-12	24,000	1º FLOOR-APARTAMENTO DE VESTIARIO 10
31	EQUIPO DE A-A TIPO SPLIT P/N COIL	AMERSON	RF14	1º FLOOR-APARTAMENTO DE VESTIARIO 11	FC 2-13	24,000	1º FLOOR-APARTAMENTO DE VESTIARIO 11
32	EQUIPO DE A-A TIPO SPLIT P/N COIL	AMERSON	RF14	1º FLOOR-APARTAMENTO DE VESTIARIO 12	FC 2-14	24,000	1º FLOOR-APARTAMENTO DE VESTIARIO 12
33	EQUIPO DE A-A TIPO SPLIT P/N COIL	AMERSON	RF14	1º FLOOR-APARTAMENTO DE VESTIARIO 13	FC 2-15	24,000	1º FLOOR-APARTAMENTO DE VESTIARIO 13
34	EQUIPO DE A-A TIPO SPLIT P/N COIL	AMERSON	RF14	1º FLOOR-APARTAMENTO DE VESTIARIO 14	FC 2-16	24,000	1º FLOOR-APARTAMENTO DE VESTIARIO 14
35	EQUIPO DE A-A TIPO SPLIT P/N COIL	AMERSON	RF14	1º FLOOR-CORREDOR	FC 2-17	18,000	1º FLOOR-CORREDOR
36	EQUIPO DE A-A TIPO SPLIT P/N COIL	AMERSON	RF14	1º FLOOR-APARTAMENTO DE VESTIARIO 15	FC 2-18	48,000	1º FLOOR-APARTAMENTO DE VESTIARIO 15
37	EQUIPO DE A-A TIPO SPLIT P/N COIL	AMERSON	RF14	1º FLOOR-APARTAMENTO DE VESTIARIO 16	FC 2-19	48,000	1º FLOOR-APARTAMENTO DE VESTIARIO 16
38	EQUIPO DE A-A TIPO SPLIT P/N COIL	AMERSON	RF14	1º FLOOR-APARTAMENTO DE VESTIARIO 17	FC 2-20	24,000	1º FLOOR-APARTAMENTO DE VESTIARIO 17
39	EQUIPO DE A-A TIPO SPLIT P/N COIL	AMERSON	RF14	1º FLOOR-APARTAMENTO DE VESTIARIO 18	FC 2-21	24,000	1º FLOOR-APARTAMENTO DE VESTIARIO 18
40	EQUIPO DE A-A TIPO SPLIT P/N COIL	AMERSON	RF14	1º FLOOR-APARTAMENTO DE VESTIARIO 19	FC 2-22	48,000	1º FLOOR-APARTAMENTO DE VESTIARIO 19
41	EQUIPO DE A-A TIPO SPLIT P/N COIL	AMERSON	RF14	1º FLOOR-APARTAMENTO DE VESTIARIO 20	FC 2-23	24,000	1º FLOOR-APARTAMENTO DE VESTIARIO 20
42	EQUIPO DE A-A TIPO SPLIT P/N COIL	AMERSON	RF14	1º FLOOR-APARTAMENTO DE VESTIARIO 21	FC 2-24	24,000	1º FLOOR-APARTAMENTO DE VESTIARIO 21
43	EQUIPO DE A-A TIPO SPLIT P/N COIL	AMERSON	RF14	1º FLOOR-APARTAMENTO DE VESTIARIO 22	FC 2-25	48,000	1º FLOOR-APARTAMENTO DE VESTIARIO 22
44	EQUIPO DE A-A TIPO SPLIT P/N COIL	AMERSON	RF14	1º FLOOR-CORREDOR	FC 2-26	18,000	1º FLOOR-CORREDOR
45	EQUIPO DE A-A TIPO SPLIT P/N COIL	AMERSON	RF14	1º FLOOR-APARTAMENTO DE VESTIARIO 23	FC 2-27	48,000	1º FLOOR-APARTAMENTO DE VESTIARIO 23
46	EQUIPO DE A-A TIPO SPLIT P/N COIL	AMERSON	RF14	1º FLOOR-APARTAMENTO DE VESTIARIO 24	FC 2-28	18,000	1º FLOOR-APARTAMENTO DE VESTIARIO 24
47	EQUIPO DE A-A TIPO SPLIT P/N COIL	AMERSON	RF14	1º FLOOR-APARTAMENTO DE VESTIARIO 25	FC 2-29	18,000	1º FLOOR-APARTAMENTO DE VESTIARIO 25
48	EQUIPO DE A-A TIPO SPLIT P/N COIL	AMERSON	RF14	1º FLOOR-APARTAMENTO DE VESTIARIO 26	FC 2-30	18,000	1º FLOOR-APARTAMENTO DE VESTIARIO 26
49	EQUIPO DE A-A TIPO SPLIT P/N COIL	AMERSON	RF14	1º FLOOR-APARTAMENTO DE VESTIARIO 27	FC 2-31	48,000	1º FLOOR-APARTAMENTO DE VESTIARIO 27
50	EQUIPO DE A-A TIPO SPLIT P/N COIL	AMERSON	RF14	1º FLOOR-APARTAMENTO DE VESTIARIO 28	FC 2-32	48,000	1º FLOOR-APARTAMENTO DE VESTIARIO 28
51	EQUIPO DE A-A TIPO SPLIT P/N COIL	AMERSON	RF14	1º FLOOR-APARTAMENTO DE VESTIARIO 29	FC 2-33	18,000	1º FLOOR-APARTAMENTO DE VESTIARIO 29