



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

Instalaciones especiales; aire acondicionado

INFORME DE ACTIVIDADES PROFESIONALES

Que para obtener el título de

Ingeniero Mecatrónico

P R E S E N T A

Roberto López Rito

ASESOR DE INFORME

Dr. Álvaro Ayala Ruiz



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2024

índice

Contenido

Capítulo1. Introducción:	3
1.1 Antecedentes	3
1.2 Misión y Visión	5
1.3 Clientes.....	5
1.4 Organigrama.....	6
1.5 Descripción de mi puesto	7
Capítulo2. Caso de estudio	8
2.1 Panorama general.....	8
2.2 Análisis del caso de estudio	10
2.2.1 Estado sin remodelación	10
2.2.2 Problemática	13
2.2.3. Especificaciones requeridas	14
2.2.4 Análisis del problema	14
Conclusiones	32

Capítulo1. Introducción:

1.1 Antecedentes

Aire acondicionado es la adecuación del aire para cubrir necesidades determinadas, como son temperatura, humedad, distribución, y pureza¹. Los procesos más utilizados para el acondicionamiento del aire son: expansión directa, con base en una red de agua helada y agua caliente.

El campo de aplicación de aire acondicionado es diverso y amplio, ya que existen diferentes actividades que requieren condiciones de aire específicas como son: laboratorios de investigación, laboratorios de calibración, salas de cómputo, quirófanos, sala de terapia intensiva, laboratorios de calibración, por mencionar algunos ejemplos².

La empresa Esquema MW S.A. de C.V. Es fundada por el Ing. Mario Jaimes Rodríguez en colaboración con la Arq. María Concepción Jaramillo en el año 2005, tiene como meta ampliar las ramas de especialización de instalaciones mecánicas, eléctricas y HVAC (Heating Ventilation Air Conditioning)³, inició ofreciendo servicios de calefacción, ventilación y aire acondicionado, después incursionó en el área de la construcción hasta convertirse en una constructora. La empresa hasta el momento ha logrado sus objetivos a mediano plazo que consisten en una especialización en instalaciones HVAC manteniéndose a la vanguardia en los avances tecnológicos enfocados en este rubro, para seguir logrando estas metas se realizan capacitaciones constantes en diversas áreas en las instalaciones de LG y Carrier como son: instalaciones VRF, Neodata, Opus y cursos de automatización, además de tener presencia en desarrollos gubernamentales, como son trabajos en hospitales o en la cámara de diputados.

La empresa cuenta con un equipo de trabajo especializado (área de ingeniería, administrativa, técnicos, soldadores, técnicos en instalaciones de red hidráulica), capaz de darle solución al problema localizado en hogares, comercio, oficina e industria de la construcción, estableciendo condiciones óptimas de confort y logrando la completa satisfacción del cliente. La oficina central se encuentra ubicada en la calle José María Olloqui 223, Colonia acacias, alcaldía Benito Juárez en la Ciudad de México.

Mi desempeño dentro de la empresa Esquema MW S.A. de C.V, era dar seguimiento a las instalaciones denominadas MEP´s (Mecánico, Eléctrico y Plomerías), supervisar que estas fueran de acuerdo con la función y calidad esperada, si se presenta un error analizar las causas y

¹ Eduardo Hernández Goribar. (2017). Fundamentos de aire acondicionado y refrigeración. México: Limusa.

² Samuel C. Sugarman. (2006). Testing and balancing HVAC air and water systems. EUA: The Fairmont Press.

³ Samuel C. Sugarman. (2006). Testing and balancing HVAC air and water systems. EUA: The Fairmont Press.

soluciones a este, llevar las nóminas del personal y tratar con el cliente para brindarle un mejor servicio.

Dado mi perfil y conocimientos en diferentes disciplinas de la ingeniería, me permitió escalar rápidamente los puestos en la empresa y aún que mi intención inicial era permanecer más tiempo en la empresa Esquema MW, para ampliar los conocimientos en el área de HVAC. mi crecimiento profesional y personal se vieron limitados, decidí separarme y conocer otras empresas que me puedan brindar diferentes retos.

Por lo cual descubrí que el área de instalación de aire acondicionado se encuentra muy poco explorado en México, y aprovechando que ya comenzaba a dar servicio de asesoría en pequeños trabajos independientes, donde se involucran cálculos de flujo de aire, sistemas eléctricos o mecánicos, decido permanecer como independiente y comenzar a dar formalidad y estabilidad a una empresa formando así la empresa IIACON.

La empresa IIACON (Ingeniería e Instalación para Aire Acondicionado) nace con la idea de brindar un servicio profesional en aire acondicionado a través de realizar el cálculo de la carga térmica, seleccionar los equipos y realizar las instalaciones de aire acondicionado. Realizando una vinculación cercana con otras especialidades como las instalaciones eléctricas (alimentador eléctrico de los equipos) o instalaciones sanitarias (instalaciones de los drenes solamente). Así con un pequeño grupo de trabajo fue suficiente para iniciar la empresa, a medida que la relación con los clientes se volvió más cercana, nos solicitaron las instalaciones eléctricas (instalación de contactos, luminarias, alimentadores, tableros de distribución, etc.) y las instalaciones hidrosanitarias (instalación de tarjas, de llaves, sistemas de bombeo, presurizadores, etc.), esto generó una ampliación del alcance de la empresa requiriendo formar un equipo multidisciplinario y especializado en cada área de ingeniería, y estableciéndonos en unas oficinas para atención a clientes en la colonia del valle.

Actualmente IIACON, realiza trabajos de instalación de sistemas eléctricos, hidrosanitarios, cctv, voz y datos, instalaciones contra incendios, automatización de espacios, instalación de sistemas de ahorro de energía y mantenimientos a todos los sistemas mencionados. Nuestros principales clientes se encuentran en industrias como: farmacéutica, fabricación de envases, imprenta, *hospitales*, casas, edificios privados y gubernamentales.

1.2 Misión y Visión

La misión y visión de la empresa están dedicados para el mejoramiento continuo de cada colaborador, que le permita alcanzar un éxito a nivel profesional y personal, y con esto la empresa este encaminada a tener grandes éxitos a un futuro no tan lejano.

Misión

Ofrecer soluciones eficientes e integrales en climatización, garantizando el bienestar y la satisfacción de nuestros clientes, bajo el respaldo del equipo técnico profesional capacitado.

Visión

Ser la empresa líder en el sector de aire acondicionado, climatización y servicios de ingeniería, siendo sinónimo de confianza y calidad, impactando positivamente a nuestros clientes colaboradores y la comunidad.

1.3 Clientes

IIACON cuenta con una cartera de clientes importantes de diversos sectores, entre ellos destacan:

SEVIME: Servicio especializado en venta de equipo médico.

Wir Bauen: Empresa dedicada a interiores.

EPL: dedicado a la fabricación y etiquetado de envases para dentífricos y cosméticos

Digipath: Laboratorio patológico

Médica Riso: Clínica médica especializada en atención a las mujeres.

Castelli: Constructora.

Constructora Alcántara: Constructora

Díaz y sucesores: Contratista general

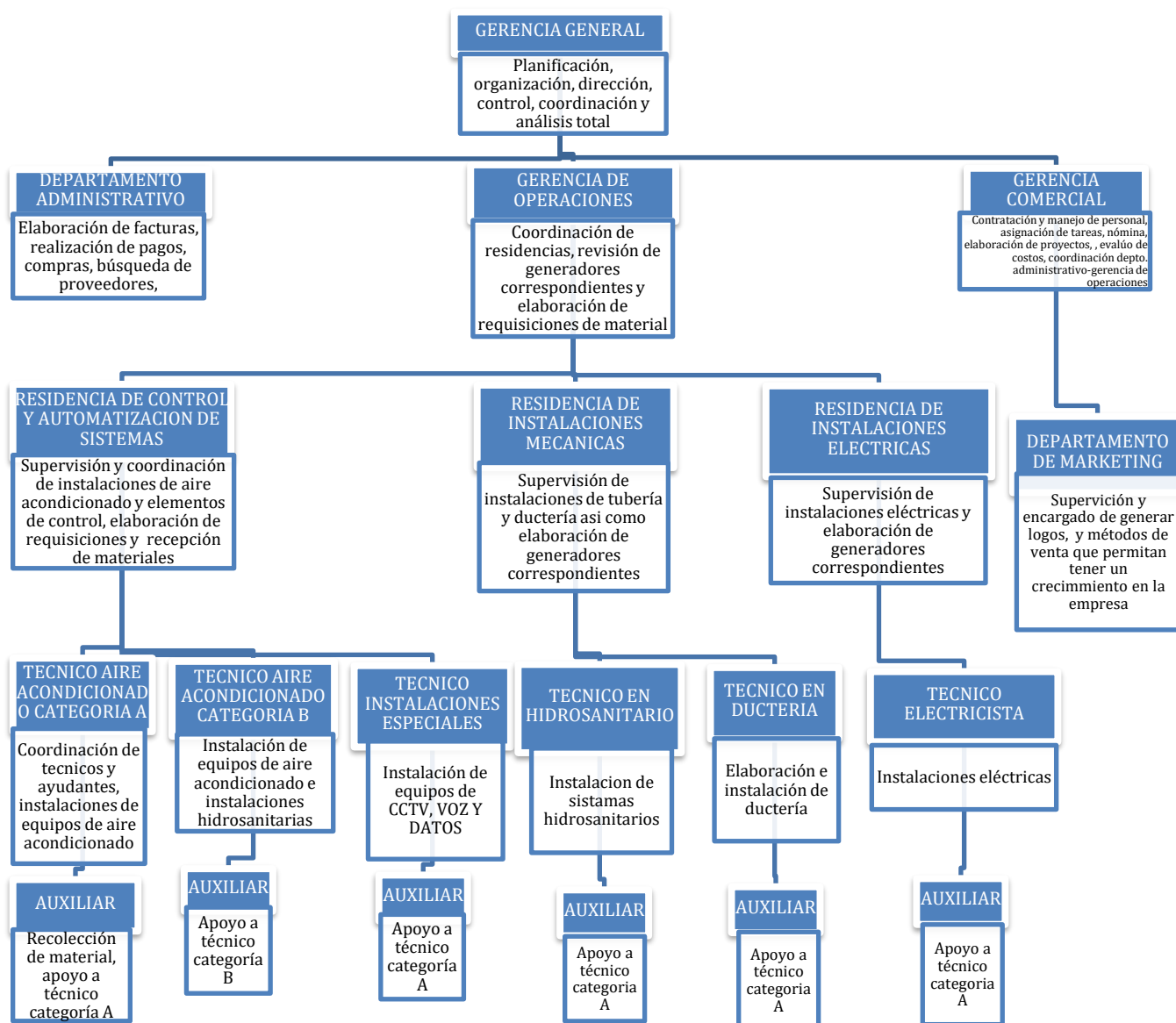
Restaurante El Cafecito, Puerto escondido

Mismos que por sus diferentes giros, hemos cubierto gran parte de la zona centro y sur de la República Mexicana, como es Baja California, Guadalajara, Guanajuato, Puebla, Oaxaca, Estado de México etc.

Además, cuenta con clientes particulares distribuidos en toda la ciudad de México dándole mantenimiento a instalaciones en oficinas, u hogares.

1.4 Organigrama

La estructura organizacional que formé en IIACON, está diseñada para garantizar la eficiencia, coordinación de cada área de la empresa. A través de un equipo de trabajo con roles y responsabilidades claros, busco lograr una operación fluida y alineada con los objetivos estratégicos.



Los puestos de trabajo se pueden generalizar en, ayudantes, técnicos, residencia y gerencia.

- Ayudantes: son colaboradores que no tienen conocimiento profundo en la instalación, pero se van capacitando. Su función principal es apoyar al técnico.
- Técnicos: Son colaboradores con conocimiento profundo en el funcionamiento e instalación de su área. Se cuenta con dos tipos de técnicos, el primer tipo son técnicos que adquirieron su conocimiento en escuelas técnicas finalizándolo o dejándolo trunca, estos dominan los reglamentos de construcción y normativas aplicadas, y el segundo son técnicos que adquirieron su conocimiento de una forma empírica, estos pueden visualizar la instalación a un futuro detectando los puntos críticos en su instalación o funcionamiento mucho antes de que esta se presente.
- Residencias: Los colaboradores que se encuentran desarrollando este puesto, son estudiantes de arquitectura y de ingeniería mecánica. La función principal es la organización de los trabajos en sitio, la requisición de materiales, elaboración de generadores de obra o reportes, y apoya en la resolución de los problemas.
- Gerencia: Por su naturaleza completamente diferentes no se pueden generalizar:
 - Gerencia de operaciones: La función principal de estos colaboradores es la organización de las diferentes áreas y es el segundo acercamiento al cliente y quien le brindará la atención continua, se encuentra en juntas para aclarar las que surjan a los clientes, ya sea técnicas o normativas y da seguimiento a las solicitudes de los Residentes.
 - Gerencia Comercial. El ingeniero responsable de gestionar la imagen de la empresa, administrar las redes sociales, e implementar servicios o actividades para una mejor convivencia dentro y fuera de la empresa, además de hacer proyecciones a futuro para ver los alcances o las metas mínimas que se requieren, administra el área de marketing.
 - Departamento administrativo. El colaborador encargado es el contador de la empresa con su apoyo mantenemos organizadas el control de ingresos y egresos que se tienen día a día.

1.5 Descripción de mi puesto

Yo como socio fundador, desempeño el puesto de Gerente General y como principales responsabilidades y funciones me encargo de lo siguiente:

- Atender a los clientes: sobre todo a los primeros clientes, ya que esos fueron adquiridos en mi trayectoria como residente en trabajos pasados.
- Representante legal de la empresa.
- Coordinar las gerencias
- Administrar los recursos económicos
- Analizar los procesos para una mejora continua de los trabajos.
- Negociar los proyectos, hablando de alcances o de presupuesto.
- Autorizar o realizar transferencias y retiros para pagos a proveedores, a colaboradores o pago de créditos otorgados
- Resolver los contratos de arrendamiento de bodega, taller y oficinas.
- Aprobar o implementar innovaciones a la empresa para un mayor crecimiento.

- Revisar los documentos de obra y realizar el proceso de cobranza por avances o finiquitos de los proyectos
- Visita y supervisión a los trabajos ejecutados en obra o mantenimiento.
- La toma de decisiones sobre los proyectos, verificando que los proyectos que nos entregan son totalmente congruentes en los cálculos, y cerciorarme que sea lo que se instale.

Capítulo 2. Caso de estudio

2.1 Panorama general

En abril de 2018 como gerente general de IIACON participé en la licitación organizada por la empresa Nueva Telccop S.A de C.V, quien era la encargada de la segunda etapa de la remodelación del Hospital Naval de Alta Especialidad. La constructora otorgó a IIACON los contratos de las instalaciones de aire acondicionado y las instalaciones hidráulicas.

A inicios del mes de mayo se iniciaron los trabajos de la remodelación en el Hospital Naval de Alta Especialidad, con la finalidad de gestionar el proyecto en conjunto con las áreas administrativas y operativas de IIACON como son: reclutamiento de personal, compras y adquisiciones y el área de operaciones.

También, se asignó a un ingeniero residente para supervisar las instalaciones de ejecutadas en el Hospital Naval, sin embargo, para el mes de julio, la administración de Nueva Telccop solicitó una reunión con la idea de externar las problemáticas en relación con el avance del proyecto. Nuestros trabajos presentaban atrasos y con diversos desperfectos, provocando la pérdida del contrato de las instalaciones hidráulicas. Debido a esta situación tomé la decisión de relevar al residente para tomar un plan de acción y resolver las adversidades presentes y lograr un trabajo de calidad, recuperar los tiempos perdidos. Esta estrategia me dio la oportunidad de adquirir los contratos de las instalaciones de red contra incendios y escape atmosférico.

Tomando en cuenta esta iniciativa, IIACON logró una estabilidad que permitió aumentar las áreas de trabajo, la cantidad de colaboradores hasta alcanzar un total de 60 personas ejecutando el proyecto, divididos en: ducteros, eléctricos, herreros, plomeros, técnicos en refrigeración, administrativos, recursos humanos sobre todo aumentó

el equipo de residencia para asegurar la entrega de generadores de obra y apoyo para supervisión de las instalaciones.

Así, la remodelación del hospital se dividió en tres etapas, debido a que este seguía en funcionamiento y se tenía que gestionar los trabajos sin afectar la operación de este. La participación de IIACON fue en la segunda etapa que estaba conformada por las siguientes áreas:

- **Sótano:** Trayectorias de desfogue de ductos de extracción

- **Semisótano:** Rehabilitación, electroterapia, hidroterapia, comedor, cocina, administrativo de ingeniería biomédica y cuarto de máquinas.
- **Primer nivel:** Banco de sangre, resonancia magnética y 2 cuartos de máquinas.
- **Segundo nivel:** Encamados, central de enfermeras, clínica del sueño, cuarto de máquinas y cirugía de trasplantes, que es mi caso de estudio, ya que es el espacio en el que tome mayores decisiones sobre sistemas mecánicos, eléctricos y de control, está área cuenta con sensores de temperatura, sensores de presión, caja de volumen variable (actuadores), cajas de control (computadoras que manipulan los datos de los sensores), variadores de frecuencia, manejadora de aire con filtro uv y filtros de carbón activado.
- **Tercer nivel:** Salud mental y cuarto de máquinas
- **Azotea:** Equipos de refrigeración que alimentan algunas áreas inferiores.

Para poder tomar las decisiones en el proyecto, aseguré una coordinación consistente y eficaz con las gerencias de los contratistas de Nueva Telccop (gases medicinales, instalaciones hidráulicas e instalaciones eléctricas), apoyado en la información generada por el residente, detecté los puntos críticos en donde se presentaban algunas problemática.

Después de esta conciliación, el siguiente paso fue asignar y ejecutar las siguientes tareas:

- Analizar elementos que pueden ser funcionales para las nuevas instalaciones, los criterios que tomé en cuenta para hacer el análisis fueron: volumetría, es decir, el flujo volumétrico máximo que requieren los ductos de aire actuales,
- Iniciar la desinstalación de elementos existentes (Fig. 1 y Fig. 2)
- Calcular las adaptaciones para los nuevos ductos y derivaciones.
- Determinar el diagrama de control basado en los elementos ya adquiridos y las situaciones específicas del espacio.



Figura 1: Desmantelamiento de ductos



Figura 2: Trabajo de desmantelamiento

2.2 Análisis del caso de estudio

El caso de estudio surge con el reto de trabajar con elementos existentes que no coinciden con el proyecto ejecutivo original, de las 6 áreas asignadas a IIACON, en este trabajo sólo se describe el área de cirugía de trasplantes, ya que es el lugar más representativo en mi toma de decisiones para asegurar una correcta instalación y funcionalidad.

2.2.1 Estado sin remodelación

El área de Trasplantes inicialmente estaba conformada por consultorios de medicina externa, una sala de espera, una estación de enfermeras, un cuarto de cardiología, unidad no infectados y un cuarto de máquinas (Fig. 3). Evidentemente la instalación de aire acondicionado para estas áreas no contaba con control de bacterias y filtros tipo Hepa que retuvieran partículas mayores a 20 μm .

El departamento de instalación de ductos de IIACON me informó la condición de la instalación de ductos y esta no cumplía con los requisitos para zona de quirófano. Ya que el sistema de distribución de aire no utilizaba filtros, cajas de volumen variable, además de no recibir mantenimiento. Claramente, el sistema contenía partículas perjudiciales para los pacientes en trasplantes, también, se observó la carencia de control de temperatura y presión, los cuales eran requeridos en el proyecto ejecutivo.

El capitán supervisor de las instalaciones de la obra, había solicitado en un inicio que se realizara la limpieza de los ductos solamente, para poder bajar los costos de la remodelación, después de presentarle las evidencias del estado de los ductos y concluir que IIACON no podía garantizar la calidad de la zona de los quirófanos. También, se le mostró el costo beneficio de realizar sólo la limpieza del sistema de distribución. Dado que él supervisor no podía tomar la decisión de aumentar el presupuesto, llevó la propuesta de instalar un sistema nuevo de distribución a su superior.

Después de analizar y revisar las evidencias él capitán y el almirante superior tomaron la decisión de autorizarme el presupuesto complementario y el anticipo adecuado, sin embargo, debido a los procesos administrativos la aceptación de la propuesta se retrasó más de dos semanas. Lo cual repercutió en las fechas de entrega, aunque ya me había organizado con el área de compras y residencia de IIACON para adquirir equipos y materiales que representaba el punto crítico, disminuyendo el retraso en una semana.

Durante la desinstalación de los equipos existentes, junto con el residente de obra revisamos el proyecto ejecutivo, y así se identificó que equipos y materiales ya se habían comprado con antelación, y se determinaron los elementos faltantes para cumplir con el proyecto ejecutivo.

Al terminar de definir los elementos requeridos, los insumos, consumibles, y materiales para interconexión se le presentó al gerente de compras todos los requerimientos y características esto le permitió establecer la logística adecuada y poder cumplir con las metas establecidas.

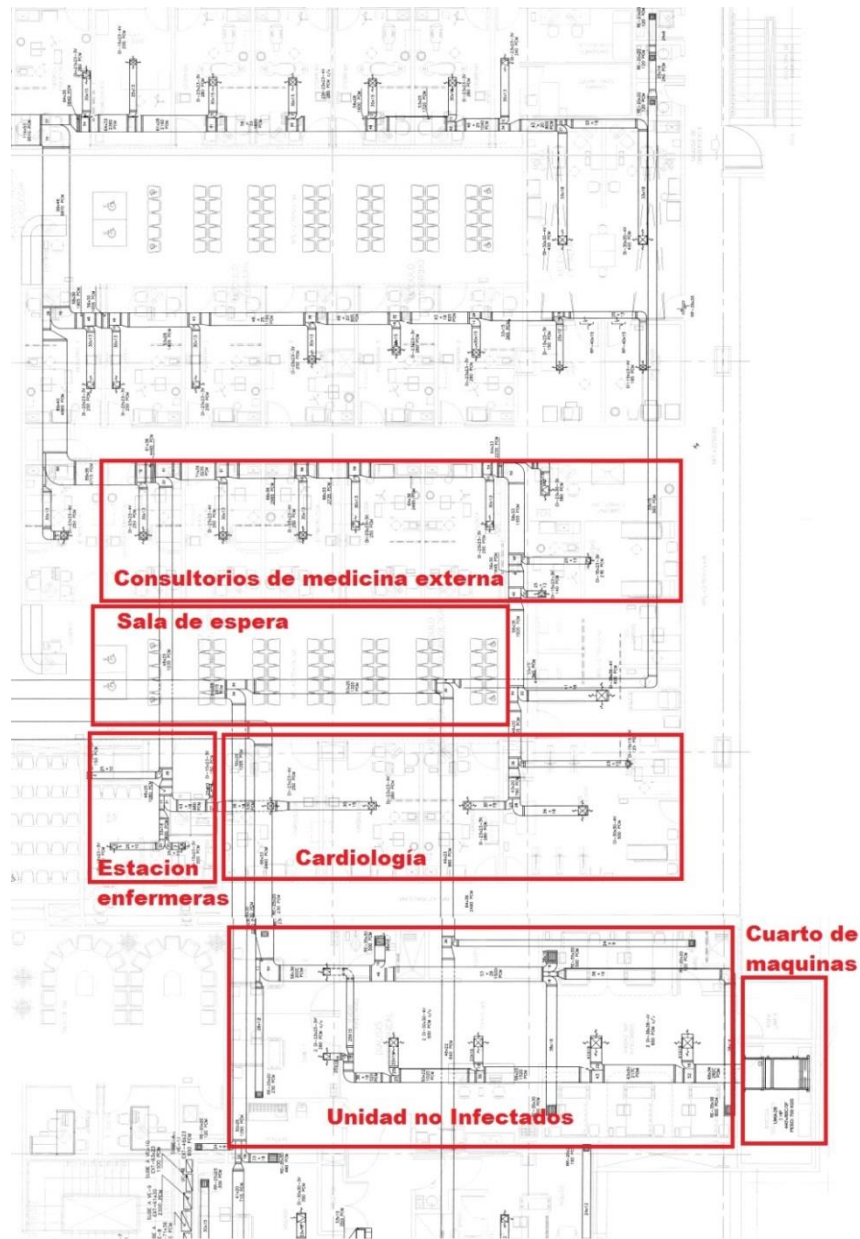


Figura 3: Plano de ducteria del estado actual del caso de estudio

Al finalizar la adquisición de los equipos y elementos electrónicos faltantes, y considerando los equipos adquiridos al inicio del proyecto se cumplió con los requerimientos indicados en el proyecto ejecutivo. A continuación, con la idea de identificar y resolver los problemas existentes, decidí dividir el proyecto en seis subsistemas, que se identifican en el sistema de distribución de aire (Fig. 4).



Figura 4: Elementos requeridos para la instalación y control del caso de estudio

- **Sistema de control:** 8 procesadores que registraría, y procesarían la información de los sensores y actuadores divididos en los siguientes controles:
 - *Control de presión:* actuadores y sensores de la marca Trox: 12 compuertas instaladas en el ducto de inyección y extracción denominadas caja de volumen variable la cual tienen la función de dirigir el volumen de aire y al manipular el volumen de entrada y de salida nos permite controlar la presión en cada cuarto, junto con 12 sensores de presión instalados en los cuartos de trasplantes, y en puntos estratégicos para revisar la presión de la atmosfera.
 - *Control de temperatura:* 6 sensores de temperatura.
 - *Control de bacterias:* 6 bancos de filtros HEPA nos permiten filtrar hasta 98% de las impurezas en el ambiente.
 - *Control de humedad:* 2 humidificadores con humidostatos, que distribuye vapor de agua dentro del ducto de la UMA.
- **Sistema mecánico:** 2 UMA'S (Unidad Manejadora de Aire), máquinas que sustraen aire del exterior a un intercambiador de temperatura y apoyados en ductos de lámina galvanizada distribuyen el volumen de aire a zonas específicas (Fig. 5).

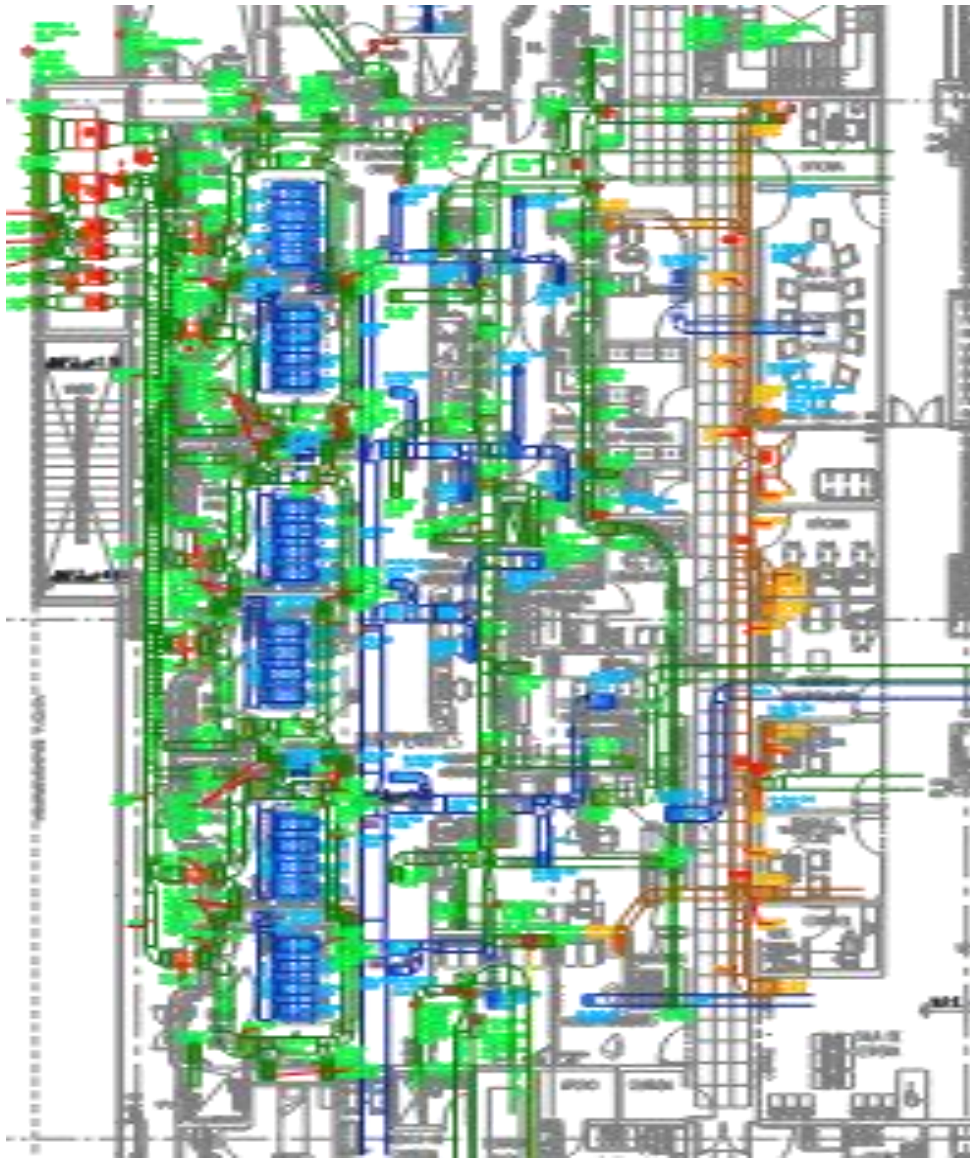


Figura 5: Plano de aire acondicionado

2.2.2 Problemática

El planteamiento de los problemas, según las políticas de IIACON se deberá iniciar revisando el proyecto ejecutivo y el catálogo de conceptos con la idea de establecer alcances y responsabilidades.

- Proyecto ejecutivo, el cual consiste en los planos oficiales de las instalaciones, especificaciones de instalación y los accesorios, detalles de la instalación, y la posición final de todos los elementos.
- Catálogo de conceptos, este documento oficial, especifica todos los elementos requeridos para la instalación, especifica cantidades, modelo, marca, materiales, insumos. Además, el catálogo de conceptos tiene reflejado el precio de todos los elementos, mismo que se utiliza como base para facturar los trabajos finalizados.
- El proyecto ejecutivo y el catálogo de conceptos deben coincidir en la información que comparten.

Por otra parte, conocer y revisar el proyecto ejecutivo me permitió establecer los requerimientos y especificaciones del proyecto.

2.2.3. Especificaciones requeridas

Identificando y ordenando los requerimientos necesarios que se encuentran descritos a lo largo el proyecto ejecutivo, realicé la tabla 1 de especificaciones, y así contar con un control de avance, mismo que serviría para realizar un check list.

Tabla 1: Especificaciones técnicas de cuartos de trasplantes.

Especificación	Rango de operación
Velocidad de aire	Variable
Temperatura	20°C a 24°C, regulada por los operarios médicos, pero solo en ese rango
Presión manométrica	Mayor a 10 Pa menor al 15% de la presión atmosférica
Humedad	Invierno 45% a 60% Verano 50% a 60%
Eficiencia de filtrado	Se requiere para una correcta operación 95% a 99.99%
Capacidad de enfriamiento	15 Btu, por cada 3 cuartos de trasplantes

2.2.4 Análisis del problema

Para poder resolver los problemas presentados en el proyecto, decidí abordarlo dividiendo en sistemas independientes, y posteriormente conjugarlos en un sistema para que trabajen de forma sincronizada entre subsistemas.

Sistema Mecánico

El sistema mecánico se basa principalmente en la distribución de aire en ductos de lámina galvanizada, con las dimensiones adecuadas para que el flujo de aire sea laminar, dependientes de la velocidad y volumen, esto permite evitar turbulencia ya que incrementaría la presión en el ducto, generación de ruido en la lámina galvanizada, vibraciones y sobre todo una mala distribución en la zona a acondicionar.

La situación que se presentó fue la incompatibilidad de los nuevos ductos y las instalaciones preexistente que no eran posible remover, tales como tubería hidráulica, tubería eléctrica, sistema de PCI (Protección Contra Incendios), gases atmosféricos y los ductos de distribución de aire acondicionado.

Dado lo anterior generé dos propuestas de solución: *Cambiar la trayectoria de la ducteria*. Esta solución implicaba instalar más accesorios como codos y hacer más larga la trayectoria lo que lleva a pérdidas en el flujo de aire no contempladas y esto implicaba cambiar el motor de las UMAS, por otro lado, el residente de la obra señaló que esta solución implicaba daños en áreas terminadas y áreas que no se iban a remodelar.

- *Modificar el área transversal de la ducteria.* El área transversal puede modificarse manteniendo el mismo flujo volumétrico. Estas secciones trasversales equivalentes deben de cumplir con los lineamientos establecidos en el reglamento de instalaciones y el proyecto ejecutivo.

La propuesta más viable técnica y económicamente era la de Modificar el área transversal de los ductos, sin embargo, está implicaba modificar los planos contenidos en el proyecto ejecutivo. Después de presentar un estudio técnico basado en las normas ASHRAE de HVAC al capitán encargado de la obra, decidió que no era parte de sus responsabilidades tomar la decisión, por lo que la presentó al Almirante responsable. Finalmente, el Almirante aprobó el cambio en las secciones transversales.

Desarrollo de la solución del sistema mecánico

La trayectoria de ductos del sistema de acondicionamiento de aire tenía una distancia de 50 m, constaba de 10 secciones con medidas transversales diferentes, para cada área se realizó un estudio técnico, en el presente reporte sólo se presentan los cálculos realizados para el área 4.

Como entrada para el estudio técnico se requiere conocer la magnitud de las variables temperatura del agua helada, las personas promedio que se encontrarán en el área a acondicionar, dimensiones posibles del ducto según el espacio físico, el número de curvas posibles para evitar caída de presión.

Se contaban con dos equipos que proporcionan aire climatizado por un intercambiador de calor, los cuales funcionan con agua helada (3°C), proporcionan un flujo de aire de 5760 PCM, las dimensiones especificadas originalmente de los ductos en el punto crítico eran de 53 x38 cm, sin embargo, en las instalaciones sólo se contaba con 30 cm disponibles, considerando dicha variable se realizaron los cálculos de los ductos.

El sistema mecánico requiere un dimensionamiento nuevo, para mantener el flujo, para lo cual las especificaciones son:

- Un flujo de 5760 PCM
- Una altura H máxima de 30 cm
- Por normas establecida por ASHRAE (organización dedicada a la calefacción, refrigeración y aire acondicionado) la base no puede ser mayor a tres veces la altura.

A continuación, se muestra la memoria de cálculo para obtener la proporción equivalente de aire que fluye en el ducto:

$$S = H \times B \text{ -----(1)}$$

$$Per = 2(H + B) \text{ -----(2)}$$

$$D = \frac{4S}{Per} \text{ -----(3)}$$

Dónde:

D=diámetro circular equivalente.

S=sección de paso del fluido

Per= perímetro

H= altura del ducto

B= base del ducto

Utilizando los datos del proyecto ejecutivo se indican las condiciones iniciales:

H=53 cm Y B=38 cm

Sustituyendo en la fórmula (3):

$$D = \frac{4 \times (53 \text{ cm} \times 38 \text{ cm})}{2 \times (53 \text{ cm} + 38 \text{ cm})} = \frac{8056 \text{ cm}}{182} = 44.26 \text{ cm}$$

Obtuve el diámetro circular equivalente de 44.26 cm, a partir de la ecuación (3):

$$44.26 \text{ cm} = \frac{4 \times (H \times B)}{2 \times (H + B)}$$

$$88.52 \text{ cm} = \frac{(H \times B)}{(H + B)}$$

Para determinar la base B del ducto de cambio de sección se utilizará nuevamente la fórmula (3) y como valores iniciales H altura máxima y d diámetro equivalente:

$$H = 30 \text{ cm} \quad D = 88.52 \text{ cm}$$

Ahora tenemos una ecuación con 1 incógnita y de dónde se puede obtener la base del ducto B.

$$88.52 \text{ cm} = \frac{(30 \text{ cm} \times B)}{(30 \text{ cm} + B)}$$

$$B = 45.38 \text{ cm}$$

Con la idea de comprobar el resultado, utilicé un segundo método para determinar la sección transversal del cambio de sección, utilizando una tabla de relación de diámetro circular con un conducto rectangular (Fig. 6), el cual muestra que para una D= 44.26 cm y H= 30 cm se obtiene B= 50 cm. Este valor B es cercano y sirvió de referencia, para validar la propuesta de cambio en el ducto.

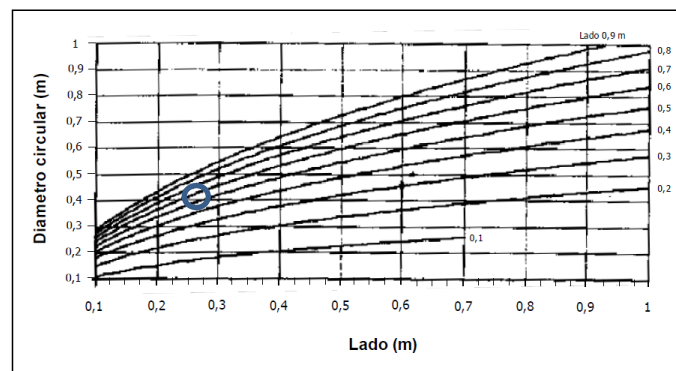


Figura 6 Relación de equivalencia de diámetro circular y conducto rectangular

Descripción de la ejecución del sistema mecánico

Posterior a hacer el análisis, cálculos y ser autorizados por los supervisores correspondientes. se procedió al retiro de los ductos existentes, en la Fig. 7 se muestra el desmantelamiento de la zona de Trasplantes, así como en el cuarto de máquinas.

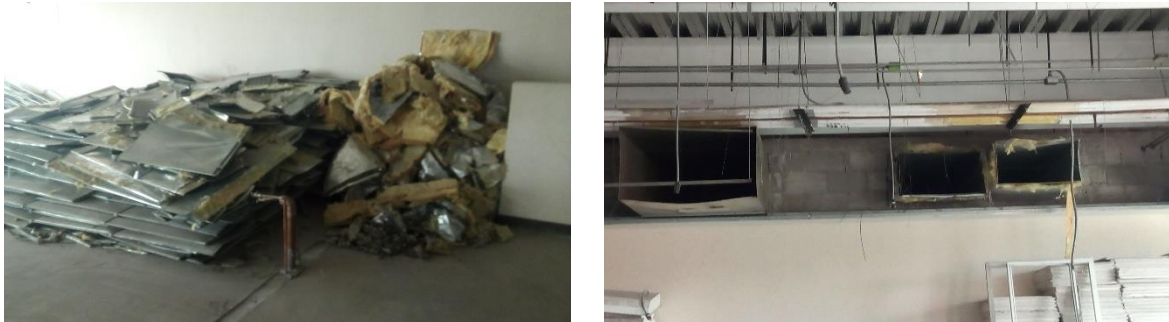


Figura 7: Desmantelamiento de ductos en área de cuartos de máquinas

Se realizaron maniobras con grúa para introducir las UMAS en el cuarto de máquinas (Fig. 8), por un muro que se requirió derribar debido a las dimensiones del equipo, ya que si estas se abren pierden la garantía, igualmente se suministraron e instalaron en sitio los extractores del área, en la Fig. 9 se muestran los equipos.



Figura 8: Maniobra de elevación y colocación de UMA en cuarto de máquinas



Figura 9: Suministro e instalación de extractores para área de Trasplantes

Se prosiguió a la fabricación y armado de los ductos de lámina galvanizada, como se muestra en las figuras 10A 10B 10C, junto con las cajas de volumen variable (Fig 10D), simultáneamente a la instalación de drenes (Fig 10E) y alimentación de los equipos de agua helada (Fig 10F)



Figura 10 A: Fabricación de ducteria, previamente calculada y aceptada, en sótano del



Figura 10B: Ensamble de ductos de lámina, de las diferentes secciones transversales y piezas de unión



Figura 10 C: Instalación de ductos para distribución de aire, sellado de uniones y aislante



Figura 10 D: Instalación de cajas de volumen



Figura 10 E: Instalación de drenes y de tuberías de agua helada.

Sistema de control

El sistema de control de aire acondicionado se proyectó para ser monitoreado y manejado desde el Centro de Control del hospital, donde se monitorean, supervisan los equipos delicados. Así, se requería durante la obra civil el colado de tubería para canalizar los cables de Voz y datos, esto no sucedió ya que el residente de la obra no se percató de la importancia de esta instalación y no tuvo el cuidado de informar oportunamente al departamento de suministros la instalación de tubería galvanizada, con lo que se generó una problemática durante la instalación de los sensores ubicados en el cuarto de trasplantes.

Para solucionar el control de los cuartos de trasplantes se tenía dos opciones:

- Realizar una nueva canalización para que no se produzca interferencia entre los diferentes tipos de señales que conducen, sin embargo, no era recomendable ya que los avances de obra civil estaban al 90%, y se generarían atrasos en fechas de entrega y altos costos, al tratar de modificar la obra civil
- Cambiar el control del aire acondicionado que se pensaba colocar en el cuarto de monitoreo a un control local (cuarto de trasplante), y además del tipo manual. Este tipo de

control se logró con un PID (Proporcional, Diferencial e Integral) cuya entrada proviene de un panel de control, que adquiere señales de presión, porcentaje de humedad además de la temperatura en el cuarto de trasplantes. Cabe señalar que el panel de control es manual y se adapta a las diferentes necesidades de los usuarios.

El Capitán a cargo, consideró estas opciones, evaluó y decidió implementar la segunda propuesta, ya que sería la más rápida de ejecutar y se ajustaba a las necesidades del director del área de trasplantes, donde le comentó que le gustaría que ellos pudieran controlar las condiciones.

Desarrollo de la solución del sistema de control

El control del área de trasplantes está normalmente en función de la relación entre actuadores y sensores que son el tipo analógicos o digitales, por lo que se requiere un sistema de controlador electrónico que admita estas dos señales en conjunto para modificar las variables de temperatura, presión y humedad.

Los sensores y actuadores adquiridos previamente para el control de los cuartos de trasplantes son de la marca Trox, en la tabla 2 se muestra el tipo de señal adquirida. Así, partir de la identificación de las señales de cada actuador y sensor me centré en determinar el control electrónico, que permitiera los integrar los diferentes tipos de señales de entradas /salidas.

Tabla 2: Sensores y actuadores para el área de Trasplantes.

No.	Dispositivos	Tipo de señal
1	Temperatura del cuarto	Analógica
2	Presión en un cuarto	Analógica
3	Transductor de presión	Digital
4	Presión en los ductos de aire	Analógico
5	Humedad de tres cuartos	Digital
6	Motor de la UMA para 3 cuartos	Analógico
7	Variador de frecuencia	Analógico
8	Humidificador	Digital
9	Válvula de 3 vías para agua helada	Analógico
10	Válvula de aire de inyección	Digital
11	Válvula de aire de extracción	Digital
12	Motor de extractor para 3 cuartos	Analógico

Después de una revisión técnica propuse el controlador electrónico Type TAM (Fig. 11 y 12), ya que permite regular los parámetros manualmente y muestra los valores en una pantalla LCD, además de contar con la opción de alertas, la cual se emplea para advertir la necesidad de realizar el mantenimiento preventivo de los filtros Hepa. La propuesta la presenté al capitán y fue aceptada.



Figura 11: Controlador Type TAM Marca Trox



Figura 12: Panel de control TyBE LCD 01

El diagrama de control se tuvo que remplazar por un control más complejo. El diagrama de control inicial (fig. 13) consistía en mandar las señales directo al centro de control, de donde se monitorea y se manipula de una forma manual para obtener los parámetros en el rango establecido en el proyecto.

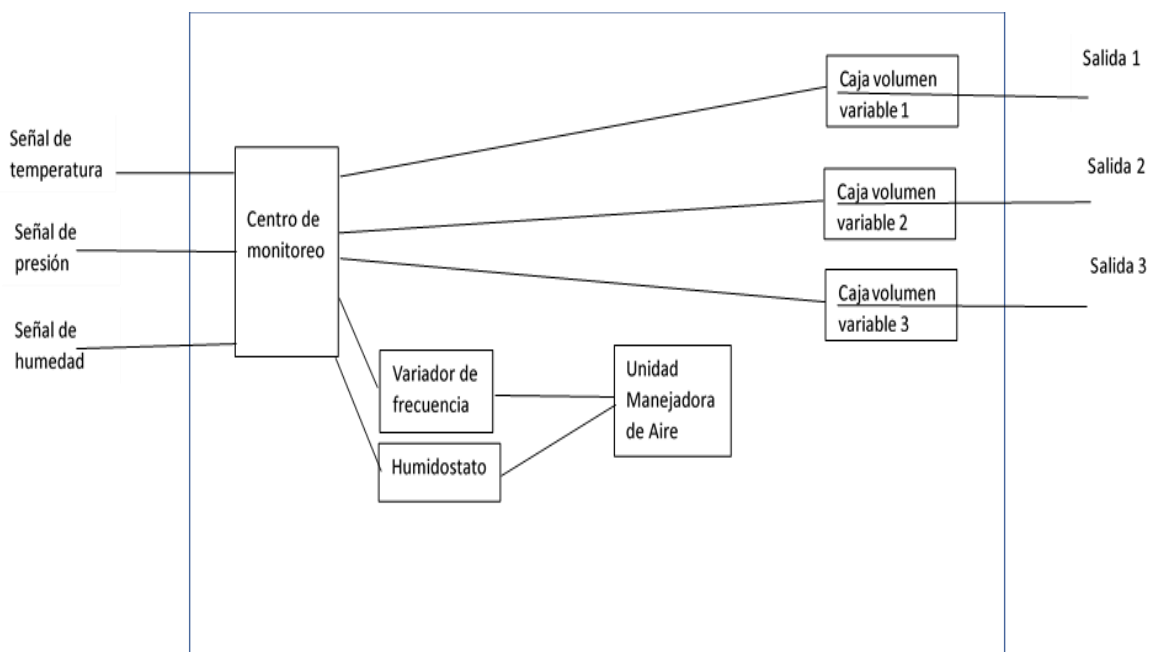


Figura 13: Diagrama de conexión de elementos de aire acondicionado

En colaboración con el técnico especialista de trox, realizamos el diagrama de flujo (Fig. 14) el cual se desarrolló un control PID, este ayuda a automatizar la manipulación de los actuadores para que el cuarto de trasplantes se mantenga en el rango deseado, en la figura 15 se muestra la interacción entre los sensores y actuadores en el control de cada sala de trasplante, esta lógica de instalación fue verificada y probada, y replicada en los 6 cuartos de trasplantes.

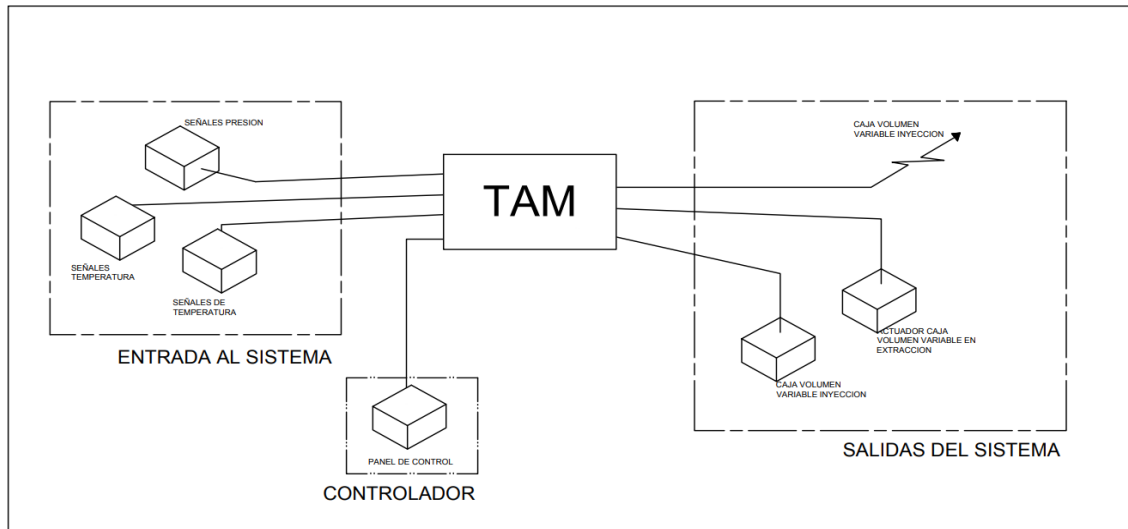


Figura 14: Diagrama de conexión de elementos de aire acondicionado

El diagrama de la figura 15, se complementa con el diagrama de la figura 14, el cual muestra al controlador encargado de la manipulación de los actuadores generales ubicados en la UMA. Con estos diagramas se cumple satisfactoriamente los requerimientos acordados con el cliente.

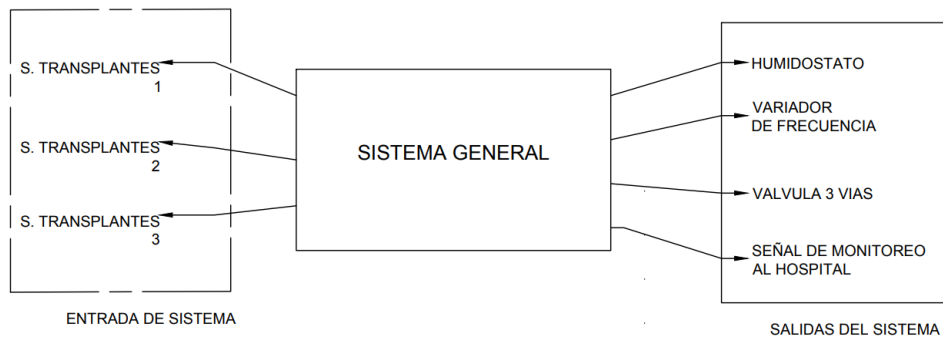


Figura 15: Sistema general de control.

Descripción de la ejecución del sistema de control

La instalación de los sensores y control mostrado en las figuras 16A, 16B 16C y 16D, fue instalada directamente en la ductería para medir las características de aire acondicionado.



Figura 16 A: Actuadores mecánicos para el control de aire



Figura 16 B: Actuadores mecánicos para el control de flujo de agua helada



Figura 16 C: Sensores de presión, de temperatura y de humedad



Figura 16 D: Termostato, humidostato y termómetro para visualizar y controlar los parámetros requeridos



Figura 16E: Variador de frecuencias, para regular la apertura de las válvulas de agua

Para obtener el filtrado requerido, el proyecto indica una etapa de filtrado tipo HEPA (Fig. 17) que filtra a 99.97%, este sistema se complementó colocando un banco de filtros MERV (Método de Prueba de Estándar ANSI/ASHRAE 52.2 d)³ 8 y MERV 13 con lámparas uv, a la entrada del intercambiador de calor. Y se coloca humidificadores en cuarto de máquinas para poder inyectar partículas de agua en el aire que se dispersa en el área figura 18.

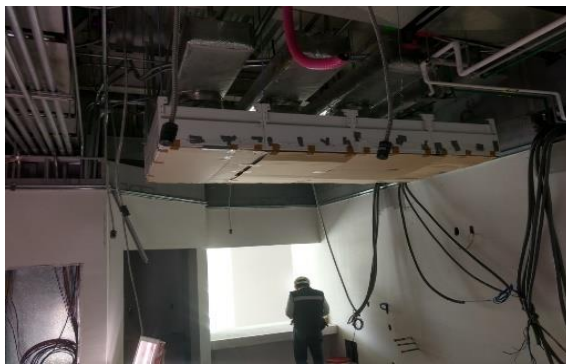




Figura 17: Filtro Hepa



Figura 18: Humidificador

El paso final de la instalación fue acabados, donde colocamos las rejillas (fig 19), y la calibración del flujo de aire, este lo realice utilizando el método Newton-Raphson llevando un registro de cada interacción de los volúmenes de salida, para poder calibrar todas ellas y obtener la distribución. (Fig, 20)



Figura 19: Colocación de rejillas y difusores



Figura 20: Calibración y regulación de salidas de aire

Conclusiones

Se cumplió el objetivo del trabajo al 100%, la entrega del proyecto resultó en términos generales satisfactoria, ya que durante el transcurso de la garantía extendida por IIACON y posterior a ella no se ha solicitado intervenir por fallas o algún inconveniente competente, lo que muestra la calidad y funcionalidad de las instalaciones ejecutadas.

Este proyecto ayudó al crecimiento del emprendimiento de IIACON y ayudó a la consolidación de la empresa, con lo que se evitó alta rotación del personal, y por lo tanto a fortalecer al equipo de trabajo en campo.

La problemática a la que me enfrenté en este proyecto fue la gestión y administración del proyecto, ya que, al realizarse el trabajo en las instalaciones de la Armada de México, los tiempos de trabajo estaban condicionados a la disponibilidad de las instalaciones y a la autorización de los mandos superiores de la

institución. A partir de lo cual, empecé a mejorar la logística de los trabajos y tiempos de ejecución de los proyectos adjudicados a IIACON.

Esta problemática si bien no mermó los trabajos de una forma critica, si impactaron significativamente en las ganancias finales del proyecto.

Durante el desarrollo de este proyecto se me presentó una gran variante de situaciones, como la oportunidad de diseñar, ejecutar o implementar en conjunto un sistema, aunado a las situaciones administrativas, burocráticas y sociales que implica.

Mi formación universitaria me brindó los conocimientos teóricos para poder afrontar estas problemáticas prácticas de la mejor forma, aunado a la disposición de adquirir compromisos extra como ser líder de equipo, me apoyó al desarrollo de habilidades tales como la capacidad de trabajar en equipo, el aprendizaje autodidacta y la habilidad de analizar los problemas y situaciones para encontrar una solución real y eficiente.

En los trabajos de equipo y tomar el rol de liderazgo que se desarrollaron en la Facultad fuera una pieza clave para poder desarrollar habilidades como pensamiento crítico, control de tiempo, gestión de los recursos humanos, identificación de las habilidades de mis compañeros e incluso manejo de la frustración. Estas habilidades las uso constantemente para alcanzar mis metas personales y brincar el enfoque adecuado para generar el emprendimiento IIACON.

Los conocimientos que me brindó la Universidad no son los suficientes para ser un emprendedor falta englobar áreas, aunque no pertenecen al físico matemáticas, son fundamentales para entender el flujo de los negocios. Pero la Facultad fue fundamental para desarrollar las habilidades lógicas, pensamiento crítico, solución de problemas son la base para poder afrontar los problemas que se van presentando en el emprendimiento, y puedo asegurar que en cualquier giro del emprendimiento.

El conocimiento adquirido hasta el día de hoy es un factor invaluable para desempeñar el trabajo de un líder, pero no basta con ello pues no perder la capacidad de transformarse cada día para trascender, adaptarse y mejorar, provocar la mejora en el equipo que se conformó, no perder responsabilidad social y siempre tener en frente una meta desafiante es lo que nos llevara de la mano al éxito personal y profesional.