



FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA E INFORMÁTICA

**IMPLEMENTACION DE SISTEMA DE CLIMATIZACION PARA LAS AULAS DEL
ICPNA SEDE MIRAFLORES**

**Línea de investigación:
Sistemas eléctricos y electrónicos**

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título profesional de Ingeniero
Electrónico

Autor:

Lope Espinoza, Jorge Luis

Asesor:

Peña Carrillo, Cesar Serapio
(ORCID: 0000-0001-5565-8430)

Jurado:

Flores Masías, Edward Jose
Rosales Fernandez, Jose Hilarión
Pastor Castillo, Jose Enrique
Peña Carrillo, Cesar Serapio

Lima - Perú

2023

"IMPLEMENTACION DE SISTEMA DE CLIMATIZACION PARA LAS AULAS DEL ICPNA SEDE MIRAFLORES"

INFORME DE ORIGINALIDAD

17%

INDICE DE SIMILITUD

16%

FUENTES DE INTERNET

2%

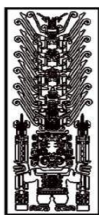
PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	dokumen.pub Fuente de Internet	1%
2	ninive.ismm.edu.cu Fuente de Internet	1%
3	bibliotecasdelecuador.com Fuente de Internet	1%
4	www.grundfos.com Fuente de Internet	1%
5	hmong.es Fuente de Internet	1%
6	Submitted to Corporación Instituto Profesional ESUCOMEX Trabajo del estudiante	1%
7	Submitted to Universidad Americana Trabajo del estudiante	<1%
8	www.grafiati.com Fuente de Internet	<1%



Universidad Nacional
Federico Villarreal

VRIN | VICERRECTORADO
DE INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRONICA E INFORMATICA
IMPLEMENTACION DE SISTEMA DE CLIMATIZACION PARA LAS
AULAS DEL ICPNA SEDE MIRAFLORES

Línea de investigación:

Construcción sostenible y sostenibilidad ambiental del territorio

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título profesional
de Ingeniero Electrónico

Autor:

Lope Espinoza, Jorge Luis

Asesor:

Peña Carrillo, Cesar Serapio

ORCID: 0000-0001-5565-8430

Jurado:

Flores Masías, Edward Jose

Rosales Fernandez, Jose Hilarión

Pastor Castillo, Jose Enrique

Peña Carrillo, Cesar Serapio

Lima - Perú.

2023

DEDICATORIA

El presente trabajo va dedicado en primer lugar a Dios que siempre está conmigo en los tiempos difíciles y me ayuda a superar toda prueba que se me presenta.

A mi padre y hermano que hoy están en la presencia del señor todopoderoso, ellos me apoyaron para poder concluir mi carrera, me enseñaron a no Rendirme y que siempre vendrán tiempos mejores.

A mi madre, mi esposa y toda mi familia, quienes son lo más importante en mi vida, me dan las fuerzas para continuar esforzándome cada día por ser una mejor persona y un buen profesional, haciendo las cosas correctas y honestamente siempre.

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento va en primer lugar a la Facultad de ingeniería Electrónica e Informática de la Universidad Nacional Federico Villarreal donde cursé la especialidad de Ingeniería Electrónica, a los docentes que durante los 5 años me brindaron sus conocimientos y a mis compañeros de la especialidad.

Un agradecimiento a las empresas que confiaron en mí y me permitieron ser parte de su grupo de trabajo donde pude crecer profesionalmente, retribuyendo la confianza con esfuerzo y dedicación.

En especial a la empresa AIR INGENIEROS donde pasé la mayor parte de mi vida profesional, agradecer al gerente, compañeros supervisores, personal técnico y administrativos con los cuales formamos un buen grupo de trabajo.

INDICE

I.	INTRODUCCIÓN	1
1.1.	Trayectoria del autor	2
1.2.	Descripción de la Empresa donde laboré	5
1.3.	Organigrama de la Empresa	7
1.4.	Áreas y funciones desempeñadas	8
II.	DESCRIPCIÓN DE UNA ACTIVIDAD ESPECÍFICA	10
2.1.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
2.1.1.	<i>Determinación del problema</i>	11
2.1.2.	<i>Problema principal</i>	11
2.1.3.	<i>Problemas secundarios</i>	12
2.1.4.	<i>Objetivo principal</i>	12
2.1.5.	<i>Objetivos secundarios</i>	12
2.1.6.	<i>Justificación</i>	13
2.1.7.	<i>Alcances y limitaciones</i>	15
2.2.	MARCO TEORICO	16
2.2.1.	<i>Antecedentes bibliográficos</i>	16
2.2.2.	<i>Normas nacionales e internacionales</i>	19
2.2.3.	<i>Bases Teóricas</i>	19
2.2.3.1.	Aire acondicionado	19
2.2.3.2.	<i>Tipos de sistemas de aire acondicionado</i>	20
2.2.3.3.	Consideraciones para el diseño de sistemas hvac	34
2.2.3.4.	Mantenimiento de sistemas de aire acondicionado	36
2.2.4.	<i>Definición de términos básicos</i>	39
2.3.	PROPUESTA DE SOLUCION	44
2.3.1.	<i>Metodología de la solución</i>	45
2.3.2.	<i>Desarrollo de la solución</i>	55
2.3.3.	<i>Factibilidad técnica – operativa</i>	68
2.3.4.	<i>Especificaciones técnicas de materiales y equipos:</i>	71
2.3.4.1.	Unidades evaporadoras decorativas:	72
2.3.4.2.	Unidades condensadoras:	72
2.3.4.3.	Tuberías de refrigeración y accesorios:	73
2.3.4.4.	Aislamiento térmico de tuberías:	74
2.3.4.5.	Sistema de control:	74
2.3.4.6.	Conexiones eléctricas:	75
2.3.4.7.	Instalación de tuberías de drenaje:	75

2.3.5. Pruebas de funcionamiento y puesta en marcha:	75
2.3.6. Plan de mantenimiento preventivo:	83
2.3.7. Cuadro de inversión	86
2.4. ANALISIS DE RESULTADOS	89
2.4.1. Análisis Costos – beneficio	89
III. APORTES MÁS DESTACABLES A LA EMPRESA	91
IV. CONCLUSIONES	97
V. RECOMENDACIONES	98
VI. REFERENCIAS	99
VII. ANEXOS	101

Resumen

El presente informe de experiencia profesional tuvo como objetivo detallar los beneficios de implementar un sistema de climatización de volumen variable vs un sistema convencional, tanto en ahorro de espacio para colocar unidades condensadoras como en ahorro a mediano plazo en costos de mantenimiento y costos por consumo de energía eléctrica, asimismo como implementadores evaluamos si el proyecto era rentable económicamente, por política de confidencialidad algunos montos fueron variados equitativamente a lo real, pero haciendo nuestro análisis de costos observamos que el B/C es mayor a 1, cuando analizamos el proyecto buscamos siempre que el cliente final que son los estudiantes que ocuparan las aulas de clases sientan confort tanto térmico como del mismo funcionamiento del sistema, es incómodo que el aire frío que sale de los equipos de aire acondicionado caiga directamente a la cara o a la espalda por esa razón escogimos unos equipos tipo cassette que descargan el aire en 360° y lo distribuye equitativamente al ambiente, estos equipos están enlazados a un panel central con el cual el encargado de la sede puede regular las temperaturas en cada aula o apagar todos los sistemas, en caso de no estar en la sede y los equipos hayan quedado encendidos puede apagarlos remotamente desde su celular, estos beneficios no se tendrían con sistemas convencionales de aire acondicionado.

Palabras Clave: climatización de volumen variable, implementadores, remotamente

Abstract

The objective of this professional experience report was to detail the benefits of implementing a variable volume air conditioning system vs. a conventional system, both in space savings to place condensing units and in medium-term savings in maintenance costs and costs for water consumption. electric energy, also as implementers we evaluated whether the project was economically profitable, due to confidentiality policy some amounts were varied equally to what was real, but doing our cost analysis we observed that the B/C is greater than 1, when we analyze the project we always look for that the end client, who are the students who will occupy the classrooms, feel comfort both thermally and in the operation of the system itself, it is uncomfortable that the cold air that comes out of the air conditioning equipment falls directly on the face or on the back for that reason. We chose cassette-type equipment that discharges the air in 360° and distributes it equally to the environment. These equipment are linked to a central panel with which the head of the headquarters can regulate the temperatures in each classroom or turn off all the systems, if necessary. If you are not at the headquarters and the equipment has been left on, you can turn it off remotely from your cell phone; these benefits would not be had with conventional air conditioning systems.

Keywords: variable volume air conditioning, implementers, remotely

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad se ha vuelto indispensable brindar a las personas ambientes de calidad, con confort térmico, que sean muy saludables y donde puedan desarrollar plenamente sus actividades sea en el campo laboral, educativo o de entretenimiento.

El confort térmico es la percepción del ambiente circundante a través de la piel y por el intercambio de aire en los pulmones. El ser humano en condiciones saludables, bajo cualquier situación climática, debe mantener una temperatura corporal de 36.5 a 37.5 °C. Para lograrlo utiliza procesos metabólicos que generan energía. Fuente: (Freixanet, 1984)

Como indica la Organización Mundial de la Salud (OMS), el confort térmico es muy importante en las personas por que brinda salud, bienestar y comodidad, permitiendo que se sientan en las condiciones ideales dentro de los espacios donde estén ubicados, con una satisfacción mental del medio ambiente.

La ausencia de confort térmico ocasiona en algunos casos problemas como estrés, cansancio, disminución en la productividad, falta de atención en las clases, entre otros.

En este informe hablaremos de un ambiente de calidad en el sector educativo, específicamente sobre confort térmico, siendo uno de los trabajos del que estuve a cargo de la supervisión durante los 8 años laborados en la empresa AIR INGENIEROS, la implementación del sistema de climatización en las aulas del INSTITUTO CULTURAL PERUANO NORTE AMERICANO de Miraflores, donde el requerimiento del cliente era tener ambientes climatizados con temperaturas ideales.

A pesar de los inconvenientes que se presentaron para la ejecución de nuestra partida como horarios reducidos permitidos para hacer trabajos con generación de ruido

en el distrito, arquitectura del edificio para el tendido de las tuberías de cobre y la red de drenajes, inicio de la pandemia, el proyecto se concluyó satisfactoriamente con pruebas pre operacionales donde los sistemas funcionaban eficientemente climatizando las aulas.

1.1. Trayectoria del autor

Mi experiencia laboral luego de culminar la carrera de Ingeniería Electrónica, se desarrolló en las siguientes empresas donde los cargos desempeñados y las funciones realizadas fueron las siguientes:

UNIDAD MINERA RAURA S.A. (SKN) - 2006: Practicas pre profesionales en el área de mantenimiento eléctrico.

Dentro de las funciones desempeñadas estuvieron, la conexión y desconexión de tableros eléctricos de fuerza que alimentaban a los equipos utilizados para el proceso de perforación y ventilación en el interior de la mina (equipos tales como Dámper, Scoop, jumbo, Winche, Ventiladores, bombas, equipos que trabajaban con un voltaje de 440 voltios).

Medición de voltaje en los tableros eléctricos que alimentaban a los equipos antes mencionados a fin de detectar caídas de tensión por la distancia que había desde la subestación hasta los tableros eléctricos, esta caída de tensión podría causar averías en los equipos por lo cual según el avance de la perforación se tenía que implementar nuevas subestaciones, para esto la conducción de la energía se hacía con 2.2kv entre una subestación y otra, partiendo desde la subestación y llegando a los tableros con 440 voltios.

CLIMATIZACION AMBIENTAL - 2010: Supervisor de mantenimiento de equipos de aire acondicionado y ventilación mecánica en los locales de Telefónica del Perú.

Coordinación con el cliente para la programación del mantenimiento de los equipos de aire acondicionado, la disponibilidad de áreas u oficinas en las que se podía intervenir cada día.

Verificación diaria de trabajos efectuados por el personal técnico donde todos los equipos debían de quedar operativos (equipos tipo fan coil, Split pared, Split piso – techo, chiller, torre de enfriamiento, multi V), en caso no estuvieran operativos realizar el diagnóstico de la avería.

Suministro de implementos de seguridad al personal técnico, charlas de seguridad y generación de permisos de trabajo.

Entrega al cliente del informe técnico del mantenimiento preventivo realizado a los equipos de aire acondicionado de cada una de las sedes de Telefónica del Perú en Lima.

AIR INGENIEROS - 2013: Jefe de mantenimiento de equipos de aire acondicionado / Jefe de operaciones.

En la primera etapa como jefe de mantenimiento el trabajo desarrollado consistía en realizar visitas técnicas a los clientes (Domicilios, oficinas, centros comerciales, plantas industriales), envío de cotizaciones por servicio de mantenimiento preventivo o reparación, programación de los grupos de trabajo de personal técnico para los servicios aprobados por el cliente (mantenimiento preventivo o reparación).

Supervisión de los trabajos en campo, capacitación al personal nuevo en el correcto desarrollo de los trabajos, elaboración de informes técnicos, emisión de certificados de

operatividad de los equipos.

En la segunda etapa como Jefe de operaciones, la tarea consistía en la supervisión de trabajos de instalación de sistemas de aire acondicionado y ventilación mecánica, donde se implementaron sistemas tipo convencionales, de agua helada, chiller, VRF, MultiV wáter, Rooftop, Inyectores y extractores de aire.

Comprendía desde la recepción del proyecto, compatibilización de planos en obra, logística de equipos e insumos, documentación para ingreso a obra, supervisión de trabajos de implementación, protocolos de pruebas, pruebas de funcionamiento y entrega de dossier de calidad.

MANINGTEC – PLANTA GLORIA S.A. - 2021: Supervisor Electromecánico.

Las funciones desarrolladas fueron la programación y supervisión de los trabajos de mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos de ventilación mecánica (inyectores y extractores), desmontaje, limpieza e instalación de mangas flexibles.

Los equipos mencionados se encargan de la recirculación de aire en las diferentes áreas de producción dentro de la planta, la periodicidad del mantenimiento depende de que tan crítica sea el área (sala de yogurt, sala de queso fresco y mantequilla, transporte PET, sopladoras de botellas, tolva de tapas), en estas áreas el mantenimiento se desarrolla 2 veces por semana.

También se tienen áreas no críticas donde el mantenimiento se realiza semanalmente y quincenalmente (fábrica de envases y servicios de fábrica)

Los trabajos aquí son coordinados con el jefe de mantenimiento de la planta Gloria S.A. para gestionar los permisos, accesos a las áreas, pedido de insumos y repuestos,

semanalmente se entrega informes del cumplimiento del programa de mantenimiento y estado de los equipos.

AIRTEX SOLUCIONES TERMICAS S.A.C. - 2022: Jefe de operaciones.

Supervisión de trabajos de implementación de sistemas de aire acondicionado tipo Chiller con torre de enfriamiento, utilizando nuevas tecnologías para el tendido de tuberías para agua helada con tuberías y accesorios de PVC Schedule 80 que se unen con pegamento primer y pegamento heavy duty, también tuberías y accesorios de PPR las cuales se unen por termofusión utilizando las maquinas adecuadas para el procedimiento.

Supervisión de implementación de sistemas de aire acondicionado tipo VRF, replanteo de planos, metrado, cálculos de cargas térmicas, elaboración de cotizaciones por instalación de sistemas de climatización, logística de materiales y equipos, manejo de grupo de personal técnico.

1.2. Descripción de la Empresa donde laboré

AIR INGENIEROS es una empresa con 20 años en el mercado de HVAC, y cuenta con unidades de negocio.

AIR INGENIERIA AMBIENTAL. Calidad de aire interior:

Proyecta, comercializa e instala sistemas de ventilación y depuración, desinfección y esterilización de todo tipo de edificios, como oficinas, tiendas, restaurantes, centros comerciales, agencias bancarias, centros sanitarios, centros deportivos, etc.

AIR INGENIEROS. Proyecta, instala y conduce instalaciones HVAC en todas sus tecnologías y aplicaciones para sectores industriales y de servicios.

AIR ENERGIA. Es una empresa que estudia y audita instalaciones de HVAC incluido producción ACS, iluminación y otros equipos, para proyectar reformas o proyectos para bajar el consumo energético entre un 35% a 70% incluyendo energías renovables y la autogeneración eléctrica con gas natural y aprovechamiento térmico (cogeneración).

La metodología empleada por AIR INGENIEROS es la siguiente.

Evaluación de las necesidades del cliente y aplicación de la tecnología más adecuada en cada caso particular.

Cálculos de cargas con 2% de coeficiente de seguridad, cálculos térmicos para cualquier otra aplicación con 0% de coeficiente de seguridad, cálculos de tuberías y ductos con 0% del mismo coeficiente, garantizando el balanceo de las redes sin equipos mecánicos de ayuda (tipo compuerta de aire y circuit setter que aumentan el consumo energético), cálculo de velocidades de aire para evitar corrientes molestas y respeto a la emisión de ruidos autorizados por normas y para cada lugar.

Evaluación de la calidad de aire interior en edificios.

Calculo de la eficiencia energética global de la instalación y cada uno de sus componentes.

Evaluación de la eficiencia energética de cada marca y de ser el caso, proyección de consumo.

Elaboración de especificaciones técnicas.

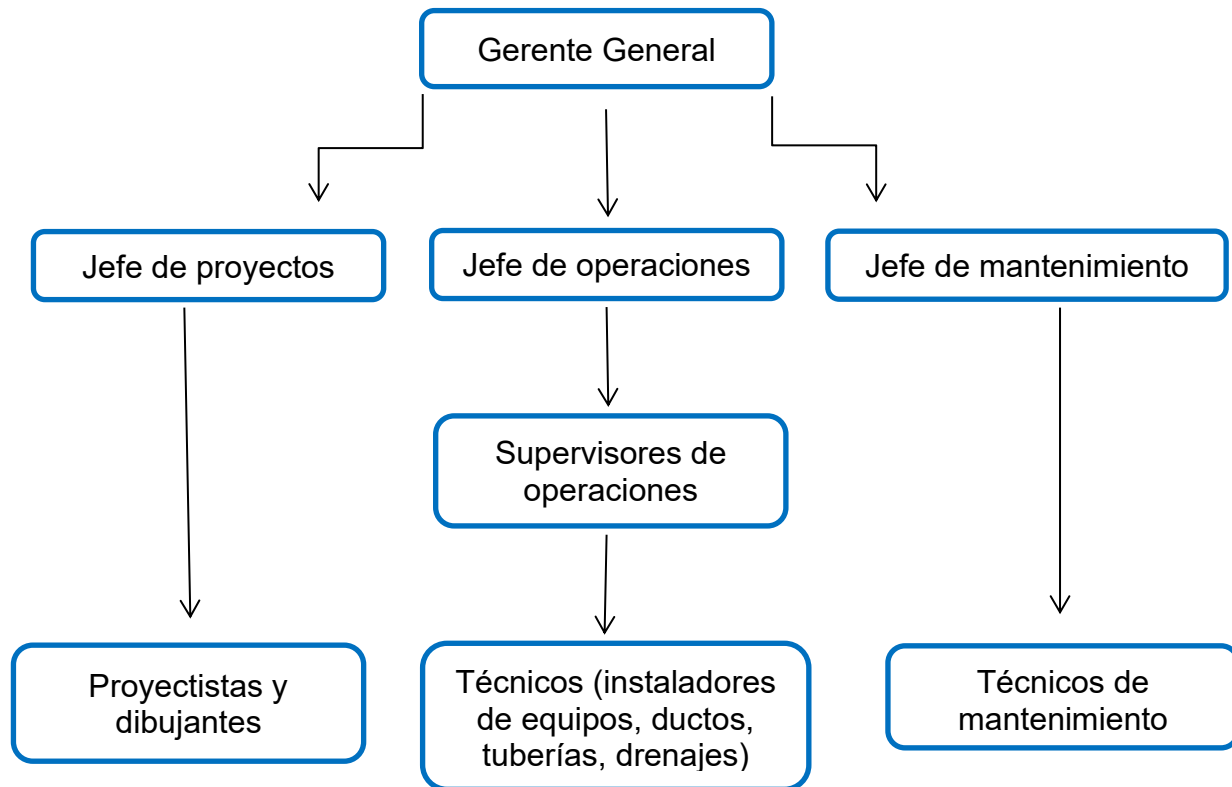
Dirección de obra. AIR INGENIEROS se responsabiliza del proyecto realizado.

Seguimiento de resultados en cada proyecto de optimización energética.

1.3. Organigrama de la Empresa

Esquema 01

Esquema de organización de puestos de trabajo



Nota: En el esquema podemos apreciar el organigrama de la empresa Air Ingenieros

Fuente: (Lope, 2019)

1.4. Áreas y funciones desempeñadas

En la primera etapa como jefe de mantenimiento el trabajo desarrollado consistía en realizar visitas técnicas a los clientes (Domicilios, oficinas, centros comerciales, plantas industriales), envío de cotizaciones por servicio de mantenimiento preventivo o reparación, programación de los grupos de trabajo de personal técnico para los servicios aprobados por el cliente (mantenimiento preventivo o reparación).

Supervisión de los trabajos en campo, capacitación al personal nuevo en el correcto desarrollo de los trabajos, elaboración de informes técnicos, emisión de certificados de operatividad de los equipos.

En la segunda etapa como Supervisor de instalación de sistemas de aire acondicionado y ventilación, se implementaron sistemas tipo convencionales, de agua helada, chiller, VRF, MultiV wáter, Rooftop, Inyectores y extractores de aire.

El trabajo iniciaba con la recepción del proyecto aprobado por el cliente (cotización aprobada, Memoria descriptiva, planos de instalaciones mecánicas, eléctricas y estructural).

Visita a obra para compatibilización de planos y coordinar con las otras especialidades para evitar cruces.

Logística de equipos, materiales e insumos que se instalarían para la implementación del sistema, coordinación con los grupos de trabajo que intervienen en la obra (Instaladores de equipos y tuberías de cobre, instaladores de ductos, técnicos para la instalación del cableado eléctrico de control para los equipos, gasfiteros para la

implementación de la red de drenajes), tramitación de permisos para ingreso a obra e impresión de planos que se utilizaran para la implementación de los sistemas.

Supervisión en campo para la correcta implementación de los trabajos, ubicación de equipos, recorrido de tuberías, distribución de ductos metálicos, ubicación de termostatos, distribución adecuada de difusores de descarga de aire y rejillas de retorno de aire.

Pruebas de funcionamiento de los equipos, protocolo de pruebas, medición de presiones, parámetros eléctricos, temperatura de descarga de aire y temperatura ambiental.

Elaboración de plano Asbuilt, Dossier de calidad (Memoria descriptiva, certificado de operatividad, certificado de garantía, fichas técnicas de equipos y materiales usados en la implementación del sistema.

II. DESCRIPCIÓN DE UNA ACTIVIDAD ESPECÍFICA

En el presente informe veremos el problema de sensación de alta temperatura en cada una de las aulas del INSTITUTO CULTURAL PERUANO NORTEAMERICANO sede Miraflores, lo cual ocasiona en los estudiantes desconcentración, falta de atención, sudoración, para esto se nos pidió hacer una evaluación para mejorar las condiciones.

Debido a la carga térmica generada por la cantidad de alumnos y la temperatura en el verano limeño, la sensación térmica en las aulas estaba elevada, nuestra recomendación fue instalar sistemas de aire acondicionado tipo de volumen variable VRF a fin de optimizar las posibles áreas para unidades condensadoras y que a su vez se cubran con unidades evaporadoras en todas las aulas, asimismo con este sistema se puede tener un ahorro de consumo de energía eléctrica.

Con un sistema convencional esto no se podría hacer debido a que cada unidad evaporadora necesita una unidad condensadora y por tanto para ubicar las unidades condensadoras, el área de máquinas o azotea donde se ubicaran debía de ser muy amplia y las distancias de recorrido de tuberías excederían a las permitidas para el buen funcionamiento de los sistemas.

2.1. Planteamiento del problema

2.1.1. *Determinación del problema*

En la sede de Miraflores del INSTITUTO CULTURAL PERUANO NORTEAMERICANO, cuando hicieron la construcción del edificio no proyectaron la implementación de sistemas de climatización para las aulas de clases.

La sensación térmica que tenemos en el verano en Lima, es mayor a la que se tenía hace años atrás donde posiblemente no tenían tanta incomodidad por las altas temperaturas.

El problema que se tenía que abordar y solucionar es el de sensación térmica dentro de las aulas de clase, esta sensación térmica es una suma de condiciones entre temperaturas elevadas en el verano, calor generado por la cantidad de personas, ambientes cerrados, equipos eléctricos y otros.

Esta sensación térmica ocasionaba en los alumnos cansancio, desconcentración y falta de atención e incomodidad.

2.1.2. *Problema principal*

- ¿Cómo implementar un sistema de climatización eficiente en las aulas del ICPNA Miraflores?

2.1.3. Problemas secundarios

- ¿Cuál es el cálculo de cargas térmicas para cada aula y el tipo de sistema?
- ¿Cómo hacer la distribución de las tuberías de cobre desde la azotea hacia las aulas teniendo cruce con vigas en los techos?
- ¿Cómo hacer soldadura de tuberías y bifurcaciones de cobre en pared vertical?
- ¿Cómo hacer la distribución de la red de drenajes para los evaporadores de cada aula?

2.1.4. Objetivo principal

- Implementar un sistema de climatización tipo VRF con unidades evaporadoras cassette 360°, brindara un confort térmico en cada aula de clase, asimismo brindara un ahorro energético.

2.1.5. Objetivos secundarios

- Determinar el cálculo de cargas térmicas para cada una de las aulas de clase mediante un cuadro de cálculos que usamos, el sistema elegido para la implementación del proyecto es un sistema de volumen variable.
- Distribuir las tuberías de cobre desde la azotea hacia cada uno de los evaporadores evitando los cruces con vigas y de ser necesarios bordearlos, ingresamos al

software las distancias, cantidad de evaporadores y capacidades que obtuvimos al realizar el cálculo de cargas térmicas para obtener las medidas de las tuberías de cobre.

- Evaluar la manera más segura de realizar la soldadura de tuberías y accesorios en altura, siendo la primera opción realizarlo sobre andamios colgantes motorizados.
- Distribuir la red de drenajes para los evaporadores de cada aula tratando de evitar el cruce por vigas, en casos puntuales instalar bombas de condensado para recuperar el impulso y mantener la caída por gravedad.

2.1.6. Justificación

Los factores de riesgos ambientales sobre las personas suelen ocasionar una respuesta fisiológica por la temperatura del entorno, esto puede ser por ambientes fríos, lo cual conlleva al entumecimiento, baja capacidad y situación de alerta del trabajador.

Así como también, por ambientes calurosos que son causas de sudoración con deshidratación que como consecuencia se manifiestan con el cansancio y bajo rendimiento.

Con el avance de la tecnología y la necesidad vital de emplear sistemas respetuosos con el medio ambiente, la industria del aire acondicionado ha experimentado avances tecnológicos importantes en las últimas décadas.

Hace años que los gastos energéticos son una de las preocupaciones principales de las industrias y comercios en todo el mundo.

Los costos energéticos en algunos rubros, son la mayor partida de los gastos generales incluido los costos de personal.

El HVAC representa entre el 40 y el 80 % de los gastos energéticos de un edificio, dependiendo de su uso y actividad.

El buen uso de la energía y la conservación del medio ambiente, así como una buena gestión y conservación de su patrimonio así como el confort y la seguridad de sus ocupantes, son desde hace tiempo una de las preocupaciones de los Gestores del ICPNA.

Algunos de los sistemas ya instalados lo demuestran, sensores de presencia, iluminación de alto rendimiento, últimos sistemas de aire acondicionado instalados, sistemas de ahorro de agua sanitaria, etc.

Air Ingenieros es una empresa del rubro de las instalaciones de HVAC y Optimización Energética, en los sectores Industriales y Terciarios, a nivel de diseño y ejecución.

El acuerdo final con el ICPNA fue implementar el sistema de HVAC para cada una de las aulas donde se dictan clases a personas de diferentes edades desde niños o adultos, en este informe nos enfocaremos integralmente al trabajo realizado en la sede de Miraflores donde como en cada sede se instaló un sistema de aire acondicionado de volumen variable.

Para empezar con el proyecto el ICPNA nos alcanzó los planos de arquitectura con los cuales se realizaron los cálculos de cargas térmicas.

2.1.7. Alcances y limitaciones

Dentro de nuestro alcance para la realización de trabajos en las sedes del Icpna de la sede de Miraflores se consideró lo siguiente:

- Elaboración del proyecto (memoria de cálculo, memoria descriptiva, especificaciones técnicas, planos de instalaciones de HVAC).
- Implementación del proyecto (Recepción de equipos, montaje de unidades condensadoras, montaje de unidades evaporadoras, tendido de tuberías de cobre, entubado para cableado de interconexión, entubado para cableado de termostatos, tendido de redes de drenaje, conexiones y pruebas de funcionamiento).
- Picado de pases en paredes para distribución de tuberías de cobre.
- Izaje de unidades condensadoras.
- Alquiler de andamios colgantes mono motor.
- Supervisión de trabajos seguros por un Prevencionista.
- Elaboración de documentación de entrega de obra (Dossier de calidad, certificado de operatividad, planos Asbuilt).

No estaba considerado en nuestra partida:

- Habilitación de puntos eléctricos.
- Los resanes de pases en paredes.
- Acabados de drywall en los techos.
- Acabados de pintura.

2.2. Marco teórico

2.2.1. Antecedentes bibliográficos

Según Cabrera (2019) en su trabajo de titulación “Diseño de un sistema de climatización de aire acondicionado VRF con reporte del software Hisense para el edificio de la biblioteca general UCSG”, tiene como objetivo el estudio de los parámetros técnicos de la climatización, asimila conceptos teóricos para la propuesta de planos o diseño de un sistema de generación de aire acondicionado mediante el sistema VRF para el edificio donde será la nueva biblioteca general de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil UCSG, la metodología que utiliza es el método descriptivo para detallar la operación, elementos de un sistema de climatización y el aspecto de eficiencia energética.

Él emplea un método empírico con un software especializado en realizar el cálculo de las cargas térmicas y también un método analítico con los datos obtenidos de la simulación que le aporta con más detalles y conexiones del sistema más adecuado para cada uno de los ambientes del nuevo edificio que se climatizará.

Como resultado obtiene las capacidades de cada unidad evaporadora, medidas y distancias de tuberías de refrigeración, accesorios y dispositivos de control que se requerirán para la correcta climatización.

Según Gilmar Cóndor (2021) en su tesis para su titulación “Eficiencia energética en el sistema de expansión directa y el sistema VRV de aire acondicionado en una oficina”,

tiene por objetivo demostrar la eficiencia energética y de costos con un mejor funcionamiento, comparando dos tipos de sistema de aire acondicionado.

Los sistemas que intervienen en su comparación son: El sistema de expansión directa y el sistema VRV de aire acondicionado en las oficinas de la empresa AZZURRA CONSTRUCTORES ubicada en la ciudad de Lima.

Esta investigación inicio detectando el problema que tenían en el verano por la elevada temperatura, donde instalaron ventiladores los cuales eran insuficientes y solo hacían recircular el aire caliente y viciado en el interior, en el invierno donde cerraban puertas y ventanas pero no había recirculación de aire fresco.

Luego de su análisis llego a la conclusión de que con el sistema VRV se obtiene un mayor ahorro de consumo energético en comparación al sistema de expansión directa.

Según Espinoza (2019) en su trabajo “Diseño de un sistema de aire acondicionado tipo caudal de refrigerante variable (VRF) y selección de equipos con el software LATS-HVAC LG, para mejorar el confort del Hotel Asturias en Lince”, el objetivo de su trabajo es realizar los cálculos de cargas térmicas en las habitaciones del hotel mediante el método de cargas por temperatura diferencial y factores de enfriamiento la cual es adecuada para hallar las cargas de manera manual, posteriormente diseña los esquemas de distribución en base a la edificación e ingresa todos los parámetros al software LATS-HVAC LG con lo cual puede obtener los datos más exactos para la instalación, explica paso a paso el manejo del software.

Con su trabajo demuestra que el software de la marca LG es muy amigable y de fácil manejo para realizar un cálculo más exacto de diámetro de tuberías y códigos de

accesorios.

Según Guerrero (2021) cuyo trabajo titula “Implementación de un sistema de climatización VRV para disminuir el consumo eléctrico en clínicas de la ciudad de Lima – Perú”, en su trabajo busca demostrar el ahorro en el consumo de energía eléctrica mensual reflejado en la cantidad de soles que se ahorraría la clínica al utilizar un sistema VRV, para ello emplea todas las herramientas necesarias para el cálculo de la carga térmica y los ingresa al software de la marca de los sistemas, después de realizar los cálculos obtiene como resultado que el ahorro en el consumo de energía sería de 10 498.32 Kw/h y en el costo mensual el ahorro sería de S/ 1 994.68 soles.

Según Sanchez (2017) en su tesis “Diseño de un sistema de aire acondicionado con volumen de refrigerante variable de 1140 m² para el ahorro de energía eléctrica Sunat de Villa el salvador”, aquí propone el diseño de un sistema VRV capaz de atender a cada una de las necesidades de confort usuario definido por ASHRAE tanto en las oficinas administrativas y de atención al público.

Lo realiza mediante una investigación tecnológica, así como un diseño no experimental, utiliza herramientas de recolección de datos tales como, fichas bibliográficas, hemerográficas, entre otras.

Posteriormente compara los datos hallados con los resultados de los programas Elite y LatsHVAC, para carga térmica y dimensionamiento de tuberías de refrigeración.

Como resultado de su investigación pudo concluir que el uso de un sistema que trabaje a carga parcial garantiza que el consumo de energía se ajuste a lo requerido por el

usuario generando un ahorro energético.

2.2.2. Normas nacionales e internacionales

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

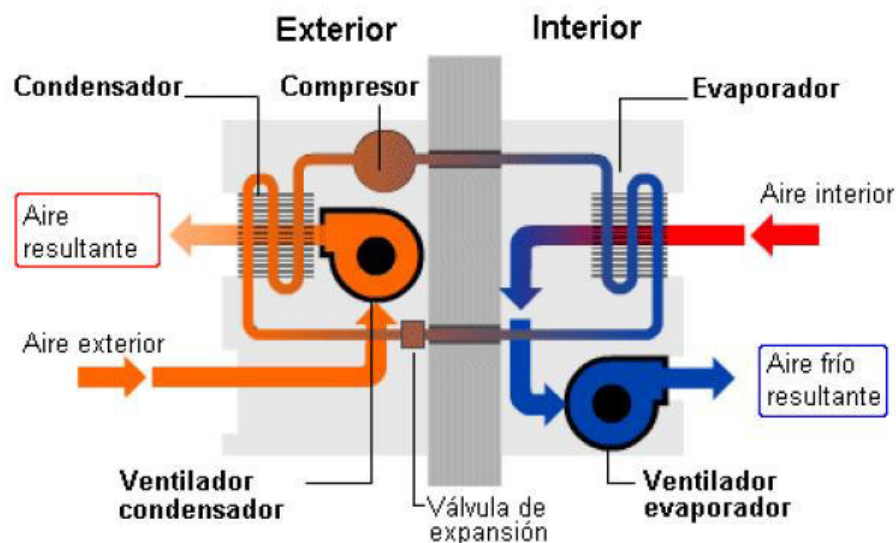
2.2.3. Bases Teóricas

2.2.3.1. Aire acondicionado. El aire acondicionado o llamado también acondicionamiento de aire, es un proceso que consiste en tratar el aire que tenemos en un lugar cerrado para generar un ambiente agradable y de confort para los ocupantes de dicho espacio.

Los parámetros o condiciones que podemos tratar dentro del lugar cerrado son incrementar o reducir la temperatura, controlar el nivel de humedad relativa y otros factores como renovación y filtrado del aire fresco (Lope, 2022).

Figura 01

Esquema de funcionamiento sistema de aire acondicionado



Nota: En la imagen observamos las partes y componentes que intervienen en el funcionamiento de un sistema de aire acondicionado, fuente: (tecnoloxia.org, 2008)

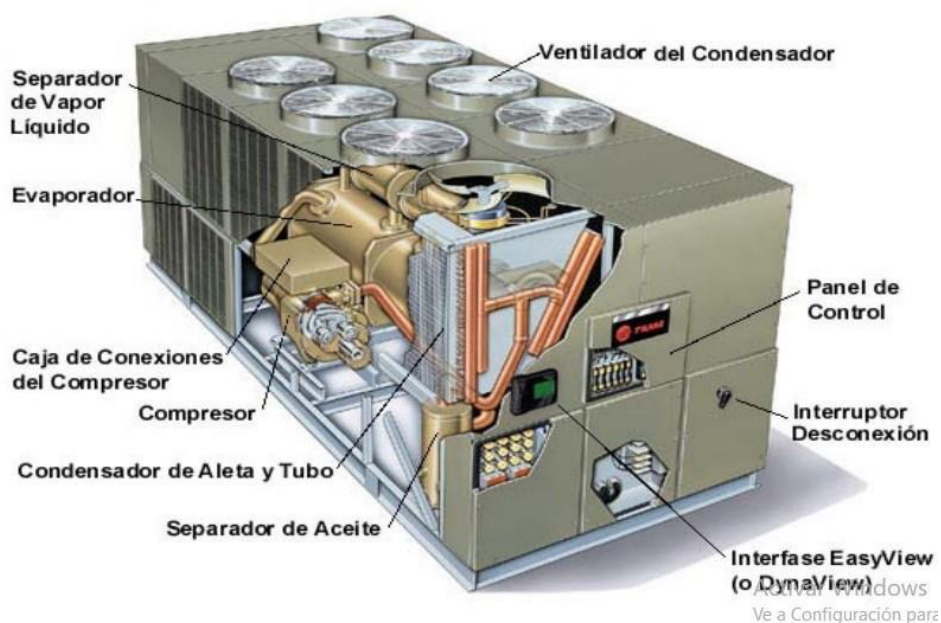
2.2.3.2. Tipos de sistemas de aire acondicionado. Dentro de los sistemas de aire acondicionado tenemos los siguientes tipos: Los sistemas de agua helada, los sistemas de expansión directa convencional y los sistemas de flujo de refrigerante variable, los cuales detallaremos a continuación.

Sistemas de agua helada: Los sistemas de aire acondicionado enfriados por agua, consisten en instalar un equipo central o enfriador de líquidos (chiller), el que suministra el agua helada a una temperatura aprox. De 7 °C, la distribución del agua helada hacia las unidades interiores (evaporadoras) se realiza mediante una red de tuberías, el agua es impulsada por una bomba centrífuga desde el cuarto de máquinas donde se encuentra el chiller hasta cada una de las unidades evaporadoras, las unidades evaporadoras

internamente tienen serpentines de cobre por donde circula el agua helada y por medio de un ventilador silencioso recircula el aire de la sala por el serpentín, generando así el intercambio de calor del ambiente, estas evaporadoras pueden ir visibles o dentro del falso techo, la temperatura en cada ambiente que se climatizará es controlada por un termostato (Lope, 2022).

Figura 02

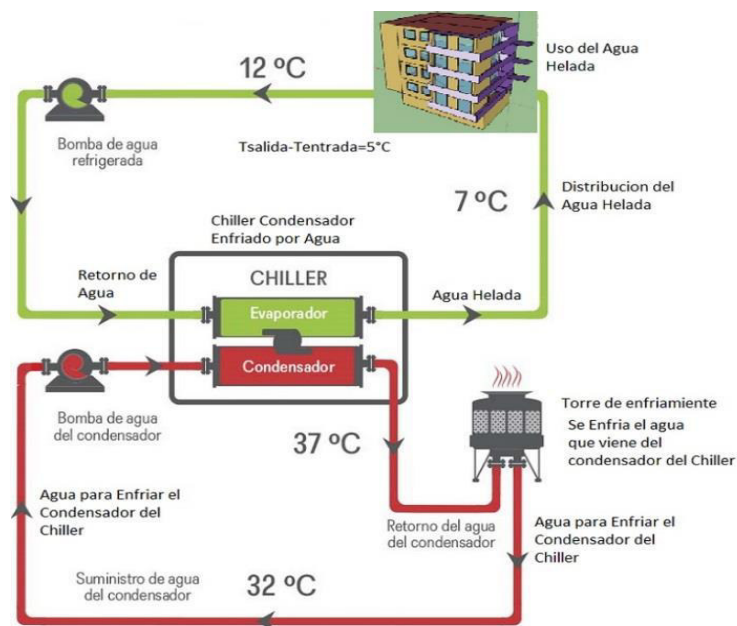
Partes y accesorios de un chiller enfriado por aire



Nota: Indicamos las partes que componen un equipo tipo Chiller enfriado por aire. Fuente: (conforempresarial.com, 2020)

Figura 03

Esquema de funcionamiento de un sistema tipo chiller enfriado por agua



Nota: En la imagen podemos apreciar el comportamiento de un sistema tipo chiller enfriado por agua donde se añade un componente llamado torre de enfriamiento.

Fuente: (conforempresarial.com, 2020)

Sistemas de expansión directa: Los sistemas de expansión directa son equipos que se componen de dos partes, una unidad exterior llamada unidad condensadora donde se encuentra el motor compresor, el condensador puede instalarse en la azotea, terraza o patio donde pueda obtener recirculación de aire y una unidad interior llamada unidad evaporadora que se instala dentro del ambiente o espacio que se desea climatizar, se conectan entre sí (unidad evaporadora y unidad condensadora) mediante tuberías de cobre

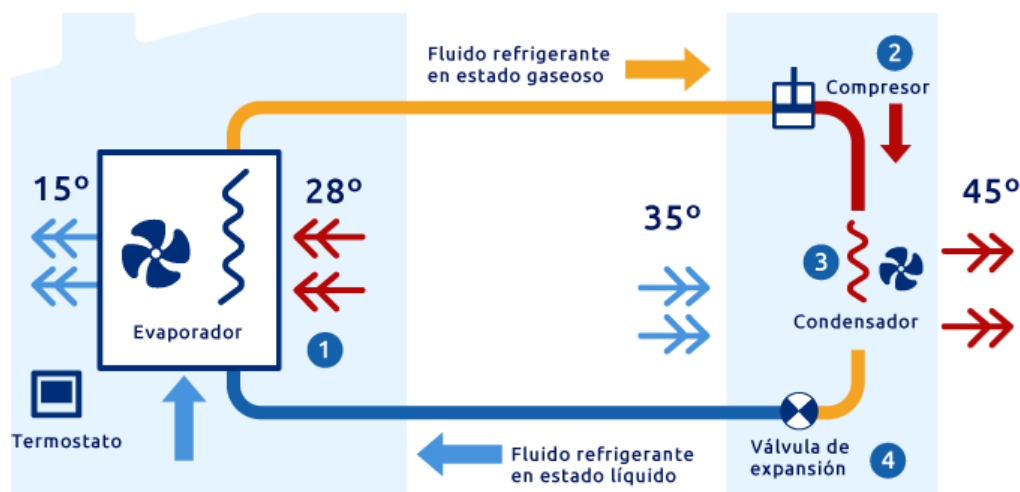
por donde circula el refrigerante, el control de temperatura y encendido se hace mediante un control remoto o termostato que se instala en el interior del ambiente..

Cada unidad cuenta con un ventilador y una batería (conjunto de tuberías y aletas, principalmente de cobre que absorben y sirven para dar calor, como en un radiador). En verano la unidad interior produce frío a través de la evaporación del refrigerante, toma el calor del interior y lo expulsa al exterior mediante la batería y el ventilador de la unidad externa.

En invierno el funcionamiento es a la inversa, tomando el calor del exterior y entregándolo al interior, extrayendo a su vez el frío del interior del ambiente a climatizar, generando así la calefacción (Lope, 2022).

Figura 04

Esquema de un sistema de expansión directa



Nota: Un sistema de expansión directa consta de unidad evaporadora y unidad condensadora, en la imagen vemos el funcionamiento.

Fuente: (preciogas.com, 2023)

Sistemas de Flujo de Refrigerante Variable: En los sistemas VRF las unidades exteriores se instalan generalmente en la azotea para una correcta ventilación, pueden climatizar hasta edificios completos debido a que pueden conectar múltiples unidades interiores y de diferentes tipos.

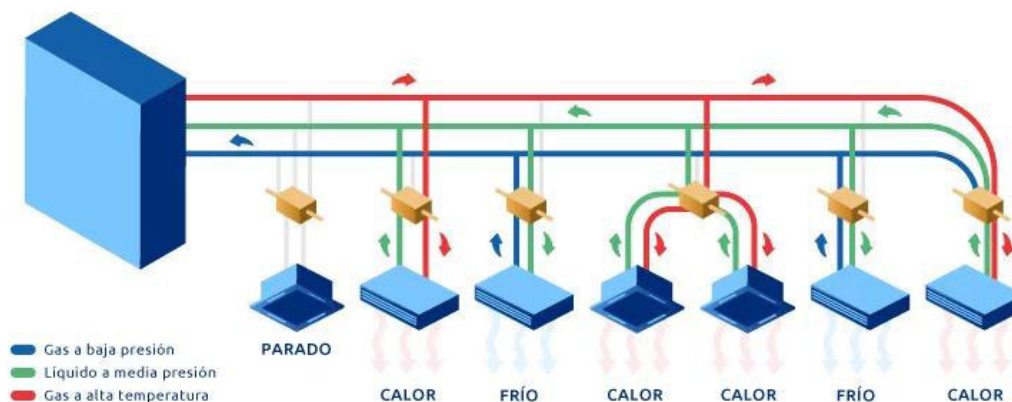
Estos sistemas no solo pueden adaptar su consumo energético según la demanda, sino que también pueden variar la cantidad de refrigerante que se envía a cada una de las unidades interiores o evaporadoras.

En los equipos VRF existen los que trabajan con bomba de calor donde todas las unidades internas pueden trabajar en el modo frío o el modo calefacción, pero no una combinación de ambos.

También tenemos los sistemas con recuperación de calor o sistema de 3 tubos, que se consigue usando el calor que absorbe el refrigerante de las salas donde está en modo frío cuando renueva el aire, el calor que absorbe de estas salas es usado en los ambientes donde se necesita calefacción de forma que la carga del compresor e intercambiador de calor se reduce (Lope, 2022).

Figura 05

Funcionamiento de un sistema VRF



Nota: Un sistema VRF consta en una unidad condensadora y varias unidades evaporadoras de diferentes tipos.

Fuente: (preciogas.com, 2023)

Dentro de las unidades internas o evaporadoras que se instalan con los equipos de expansión directa o los de tipo VRF tenemos:

- **Split pared:** El Split pared es uno de los equipos más populares y más instalados para ambientes residenciales por que ofrece una gran versatilidad a la hora de instalarlo y no requiere realización de obras complejas más que un punto de energía y un punto de drenaje (Lope, 2022).

Figura 06

Aire acondicionado tipo Split pared



Nota: la unidad exterior o condensadora y la unidad interior para fijar en la pared.

Fuente: (Friotemp.com, 2023)

- **Cassette:** Son unidades internas que se instalan en el techo, constan de un ventilador que toma el aire por la parte central y lo distribuye climatizado por las salidas laterales, es una gran alternativa debido a que no requiere ninguna instalación adicional más que la instalación de la maquina misma, se puede usar en techos con altura desde 2.5 m hasta 4 m (Lope, 2022).

Figura 07

Evaporador tipo cassette 4 vías y 360°



SAMSUNG



SAMSUNG

Nota: La unidad evaporadora tipo cassette es vistosamente la que tiene una mejor presentación.

Fuente: (Friotemp.com, 2023)

- **Piso/techo:** Es un modelo de Split muy parecido al del tipo pared, pero en tamaño más grande, diseñado para capacidades mayores y con un gran caudal de aire, se puede usar tanto de forma vertical como horizontal (por eso el nombre de piso/techo), es un equipo ideal para ambientes que son muy alargados y tampoco requiere de instalaciones adicionales (Lope, 2022).

Figura 08

Unidad evaporadora piso techo



La unidad evaporadora puede instalarse en el piso o en el techo para climatizar la sala.

Fuente: (cosmoplas.pe, 2023)

- **Fan coil:** Son equipos de aire acondicionado diseñados para instalación en falso techo, pueden trabajar con agua helada y otro modelo que trabaja con gas refrigerante llamado también de expansión directa, un fan coil no es más que un dispositivo formado por una batería o intercambiador de frío o calor (coil) y un ventilador (fan).

Tiene un dispositivo de expansión dentro del evaporador, sea tubo capilar o tobera, es ideal para ambientes donde el cielo raso no tiene mucha altura y no es posible utilizar equipos de mayor volumen como los de tipo ducto, cuentan con una carcasa

exterior, un retorno de aire y una impulsión por donde se conecta con ductos de descarga (Lope, 2022).

Figura 09

Imagen de fan coil de expansión directa



Nota: El fan coil de expansión directa se instala dentro del falso techo.

Fuente: (Friomarketperu.com, 2023)

- **Split ducto:** Estos equipos son de mayor eficiencia en comparación a los fan coil, son silenciosos y se instalan en el cielo raso que tiene mayor altura, su funcionamiento es simple desde la descarga del evaporador se conecta una red de ductos de descarga de aire y algunas veces también se conecta una red de ductos al retorno, el equipo toma el aire de la sala o ambiente donde está instalada a través

del retorno, en el interior lo enfría y lo vuelve a impulsar hacia la sala por las rejillas de descarga (Lope, 2022).

Figura 10

Imagen de equipo tipo Split ducto



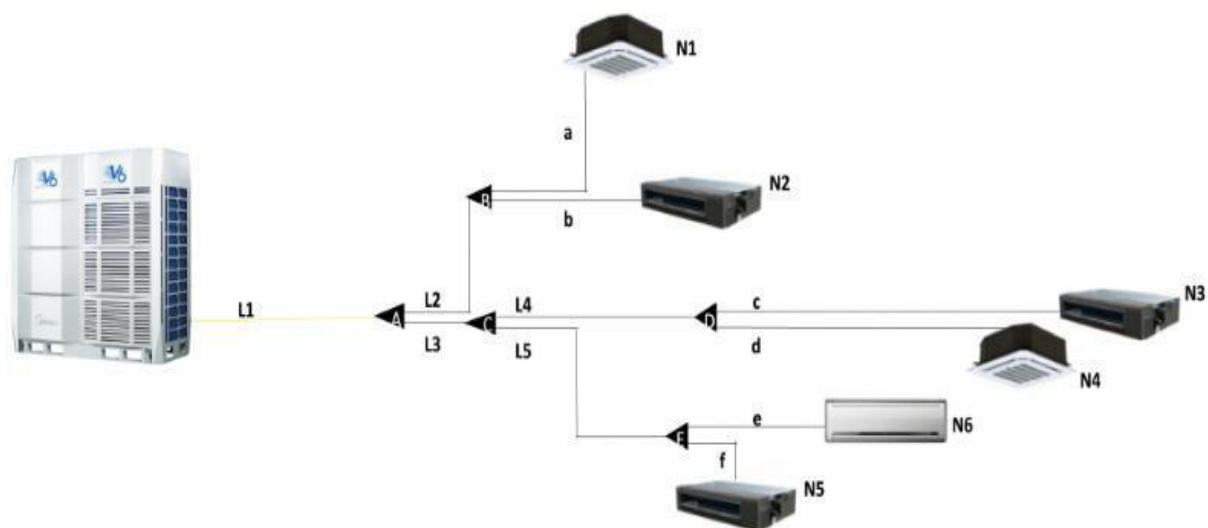
Nota: El evaporador Split ducto se instala dentro del falso techo o en una sala de máquinas.

Fuente: (airfoxperu.com, 2023)

La mayoría de estas unidades evaporadoras pueden funcionar también con los sistemas VRF, ahí se pueden combinar los diferentes tipos, como podemos ver en la imagen.

Figura 11

Imagen de sistema de volumen variable VRF



Nota: El sistema de volumen variable puede constar de una unidad evaporadora y diferentes tipos de unidades evaporadoras.

Fuente: (midea.es, 2023)

Adicional a estos sistemas tenemos:

Sistema Rooftop: Es un sistema muy simple y de rápida instalación, cumple las funciones de climatizar, filtrar el aire, renovar y realizar la recuperación termodinámica.

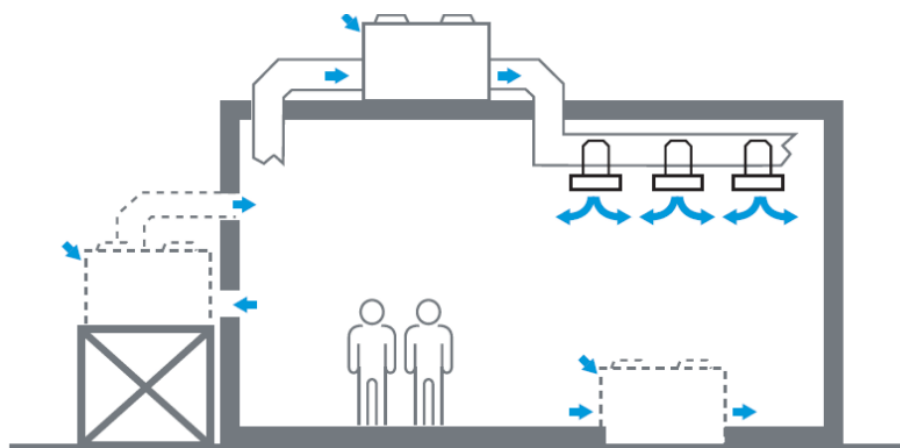
Es un equipo compacto ideal para climatizar ambientes grandes y de bastante aforo, no requiere de hacer conexiones de tuberías de cobre adicional, tanto el condensador y el evaporador están compactos en un solo equipo.

Si requiere distribución de ductos de impulsión de aire hacia cada uno de los ambientes

partiendo de la descarga del equipo, de igual manera los ductos de retorno de aire deben de retornar al equipo (Lope, 2022).

Figura 12

Imagen de sistema tipo Rooftop



Nota: El sistema tipo Rooftop es el menos invasivo, ideal para ambientes grandes.

Fuente: (midea.es, 2023)

Control para sistemas de aire acondicionado: Los sistemas de climatización requieren un control para poder funcionar correctamente, los controles indicaran a los equipos cuando ya llegaron a la temperatura deseada y regulen el funcionamiento del motor compresor. Existen controles individuales para cada equipo de aire acondicionado y también controles centralizados desde donde se puede controlar un grupo de equipos desde un solo control, para la conexión de los controles tenemos por mando inalámbrico, por cable o por WiFi (Lope, 2022).

Figura 13

Imagen de tipos de control para aire acondicionado



Nota: Existen controles básicos como los controles remotos, controles alámbricos o termostatos y paneles touch screen.

Fuente: (midea.es, 2023)

Purificadores de aire: A raíz de la pandemia Covid 19 en los ambientes cerrados se viene implementando la purificación de aire en los sistemas de aire acondicionado, esto se realiza mediante un equipo pequeño formado por un ventilador que hace pasar el aire de la sala por un sistema de filtros (purificación pasiva) donde quedan retenidas las partículas contaminantes y peligrosas para la salud, estos filtros se cambian cuando el equipo lo requiera debido a que en ella quedan atrapados los contaminantes.

Algunos de los equipos cuentan con tecnologías auxiliares de purificación activa que ayudan a limpiar el aire, disolviendo contaminantes y actuando sobre las partículas y virus en suspensión (midea.es, 2023).

Figura 14

Imagen de lámparas UV



Nota: Las lámparas UV ayudan a eliminar los gérmenes que pudieran ingresar por la descarga del aire al interior de la sala.

Fuente: (midea.es, 2023)

2.2.3.3. Consideraciones para el diseño de sistemas hvac. Para realizar el cálculo de carga de enfriamiento de una sala o ambiente, se requiere la información de diseño detallada de la edificación, así como los factores climáticos que inciden.

Para el diseño se debe tener en cuenta los siguientes pasos:

Características de la edificación: Se debe considerar las especificaciones de la construcción del edificio, entre ellas el tipo de material de la construcción, área del espacio a climatizar, áreas climatizadas por encima o techo radiado entre otras que se detallaran en el plano de arquitectura.

Configuración: Tenemos que determinar la ubicación del edificio o sala, tomando como

referencia la orientación geográfica y sombra externa de la edificación a partir de los planos, con la orientación podemos determinar qué lado de la pared es radiada antes del mediodía y que lado después del mediodía, así como también los edificios adyacentes que darán sombra.

Condiciones exteriores de diseño: Se debe considerar la temperatura de la ciudad donde se encuentra el edificio, así como la humedad relativa.

Condiciones interiores de diseño: debemos determinar las condiciones de diseño interior tales como temperatura de bulbo seco interior, temperatura interior de bulbo húmedo y tasa de ventilación, incluyendo variaciones permisibles y límites de control.

Rutina de operación: Se debe considerar la rutina de iluminación, ocupantes, equipo interno, aplicaciones y procesos que contribuyan a incrementar la carga térmica interna. Debemos considerar la probabilidad de que el equipo de aire acondicionado funcione continuamente o apagado durante periodos de no ocupación (por la noche o fines de semana).

Periodo de tiempo: Se selecciona para el cálculo la fecha de mayor sensación térmica y los horarios en que funcionara los sistemas.

2.2.3.4. Mantenimiento de sistemas de aire acondicionado. Lo que siempre se busca es que nuestros equipos de aire acondicionado tengan un tiempo de vida útil muy amplio, pero muchas veces esto no pasa por varios factores como la falta de una cultura de prevención, de cuidado y limpieza de los equipos.

Otros factores son la inexperiencia en el cálculo o diseño, instalaciones deficientes, fallas en el mantenimiento, poca capacidad de los técnicos instaladores o técnicos de mantenimiento.

Enfocándonos en el mantenimiento de los sistemas de aire acondicionado de cualquier tipo de equipo, debemos entender que el mantenimiento es una serie de actividades necesarias para lograr que funcionen correctamente y con los parámetros correctos.

Podemos dividir el mantenimiento en 3 tipos:

Mantenimiento preventivo:

Considerando que los equipos funcionan correctamente, para realizar el mantenimiento preventivo debemos de seguir los siguientes procesos:

- Limpieza de los equipos y partes, tanto el condensador y evaporador deben de tener una correcta limpieza de los serpentines para garantizar una buena transferencia de calor, evitando la contaminación y el sobrecalentamiento de los equipos.
- Lubricación de las piezas mecánicas.
- Revisión y lavado de filtros, en algunos casos cambio por deterioro, los filtros sucios o en mal estado dificultan el flujo de aire y disminuyen la eficiencia del equipo.
- Filtro deshidratador en equipos que no son inverter, normalmente no se da

importancia a este componente en los equipos de aire acondicionado convencionales, frecuentemente se obstruye por suciedad en el sistema y es muy fácil de revisarlo, si esta frio es que está saturado, debe tener la temperatura de la línea de líquido al operar normalmente, si esta obstruido debe sustituirse (esto debe hacerlo un técnico especialista en hvac).

- Revisión de parámetros de voltaje y corriente de compresores, ventiladores y bombas, asimismo realizar ajustes en las borneras, contactores y demás componentes eléctricos, los cuales producto del funcionamiento o calentamiento tienden a aflojarse y causar falsas conexiones, también se miden las presiones de refrigerante.
- Si la unidad exterior cuelga desde la pared, es muy importante en cada mantenimiento verificar el estado de los soportes para evitar accidentes por caída de los equipos.
- Es importante realizar un control del mantenimiento anotando observaciones detectadas las cuales deben de volver a evaluarse en el siguiente mantenimiento.

Mantenimiento correctivo:

En algún momento es necesario realizar reparaciones mayores que fueron detectadas en el mantenimiento preventivo como cambios de motor compresor, ventilador, contactores, entre otros.

Asimismo localización y reparación de fugas de refrigerante, estos trabajos deben ser realizados por personal calificado en instalación y reparación de sistemas hvac.

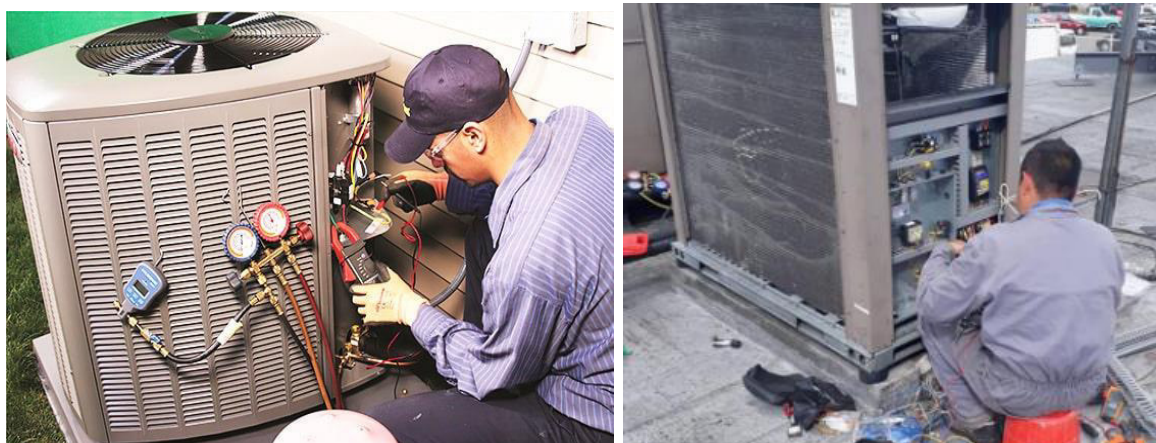
Mantenimiento predictivo:

Mediante un análisis de informes de mantenimiento, fallas y tiempo de funcionamiento, es posible predecir cuándo será necesario realizar el cambio de algún componente y así programarlo para obtener las refacciones y realizarlo en el momento adecuado.

La falla incipiente por lo general es muy fácil de determinar, es el punto de aviso de que fallará el equipo en un periodo corto de tiempo.

Figura 15

Imagen de mantenimiento de unidades condensadoras



Nota: Al realizar el mantenimiento a las unidades condensadoras se tiene que medir presión, consumo eléctrico y ajustes.

Fuente: (alamoheatingandcoolinginc.com, 2023)

Figura 16

Imagen de mantenimiento de unidades evaporadoras



Nota: Al realizar el mantenimiento a las unidades evaporadoras hay que hacer la limpieza de serpentines, bandeja de condensado y sensores.

Fuente: (insumosfirstpro.com, 2023)

2.2.4. Definición de términos básicos

HVAC Heating – Ventilation – Air Conditioning: (en español Calefacción, ventilación y aire acondicionado)

Los inicios del HVAC cabe situarlos a principio del siglo XIX, cuando el Ingeniero Willis Haviland Carrier inventó el primer aparato de aire acondicionado. En 1902 ideó su primera máquina para el enfriamiento y control de la humedad del aire para mejorar las condiciones de impresión y fijación de la tinta en el papel.

En 1914 instaló el primer aire acondicionado doméstico en Minneapolis, Hoy en día, Carrier es tal vez el líder mundial en aire acondicionado.

De forma general se puede decir que el HVAC se refiere a la renovación del aire y a su tratamiento para conferirle unas condiciones de salubridad (es decir condiciones de pureza, acondicionamiento para conseguir un aire apto para la respiración), temperatura y humedad confortables para las personas (solerpalau.com, 2022).

VRV (Volumen de Refrigerante Variable): es un sistema de climatización para grandes superficies como hoteles, hospitales y centros comerciales, su nombre viene del inglés VRF (Variable Refrigerant Flow) por lo que se puede encontrar como VRF.

El VRV se compone de una unidad exterior que se sitúa en la azotea del edificio o plataforma y se conecta por medio de tubos de cobre a muchas unidades interiores ubicadas dentro del local, existen sistemas de VRF de dos tubos que solo generan frío o calor, pero no ambos a la vez; y de tres tubos, capaces de proporcionar frío y calor al mismo tiempo, pero son más costosos.

El VRF fue inventado por Daikin en 1982 como una versión mejorada de los sistemas de aire acondicionado multi-split. Actualmente, tiene gran popularidad en grandes superficies debido a su capacidad de modulación individual de cada aparato interior y a la nueva tecnología de recuperación de calor (Lope, 2022).

TECNOLOGIA INVERTER: La tecnología inverter es un claro ejemplo de la adecuación de los equipos a las necesidades del mercado, el principal componente es el motor el cual en los equipos de aire acondicionado es el compresor.

Mediante el sistema inverter se regula la frecuencia del ciclo eléctrico de este compresor de forma que, se adapta regulando su velocidad y la potencia en función de la temperatura de la sala, evitando continuos arranques y paradas del sistema.

Las principales ventajas del aire acondicionado inverter son:

Proporcionan un importante ahorro de energía que puede llegar a ser de hasta el 50% con respecto a los equipos no inverter o convencionales.

Son equipos que ofrecen mayor eficiencia energética y mejor rendimiento por su modo de funcionamiento continuo

Ofrecen un elevado nivel de confort y bienestar; al funcionar en base a una temperatura estable no se producen cambios bruscos ni altibajos en la sensación térmica.

Son equipos más silenciosos; en este tipo de aparatos el compresor funciona a velocidades más bajas por lo que favorece un ambiente mucho más agradable.

Mayor vida útil; una vez más, su modo de funcionamiento favorece el hecho de que estos equipos alarguen su vida útil. Fuente: (elnur.es, 2022)

BTU (UNIDAD TERMICA BRITANICA): La unidad térmica Británica, es una unidad de energía utilizada en las industrias de energía, generación de vapor, calefacción y aire acondicionado.

Aunque todavía se usa de forma no oficial en países angloparlantes (como Estados Unidos, Canadá, Reino Unido), su uso ha disminuido o ha sido sustituido en otras partes del mundo, en los entornos científicos, la unidad de energía SI, el Joule [J], ha sustituido en gran medida a la BTU (es.wikipedia.org, 2022).

ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air conditioning Engineers): En español La Sociedad Estadounidense de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado.

ASHRAE se fundó en 1894 en una reunión de Ingenieros en Nueva York y desde entonces ha celebrado una reunión anual, a pesar de tener “American” en su nombre, ASHRAE es una organización global, que realiza eventos internacionales.

El manual ASHRAE es un recurso de cuatro volúmenes para la tecnología de HVAC y está disponible tanto en versión impresa como electrónica.

ASHRAE también publica un conjunto de normas y pautas relacionadas con los sistemas y problemas de HVAC, a los que a menudo se hace referencia en los códigos de construcción y que utilizan Ingenieros consultores, contratistas mecánicos, arquitectos y agencias gubernamentales (ashrae.org, 2022).

RITE (Reglamento de Instalaciones Térmicas): Establece las condiciones que deben cumplir las instalaciones destinadas a atender la demanda de bienestar térmico e higiene a través de las instalaciones de calefacción, climatización y agua caliente sanitaria, para conseguir un uso racional de la energía (Idae.es, 2022).

BRANCH: Viene del inglés que significa Derivación, se utiliza generalmente en sistemas VRF para derivar un recorrido de tuberías, una salida va hacia una unidad evaporadora y la otra continua el recorrido de las tuberías (Lope, 2022).

CARGAS TERMICAS SENSIBLES: en esta categoría se incluyen las cargas térmicas

originadas por una diferencia de temperatura y también las debidas a la radiación térmica (solerpalau.com, 2022).

CARGAS TERMICAS LATENTES: Cargas térmicas latentes: aquí englobamos aquellas que se deben a una aportación de humedad al aire. Por ejemplo, las derivadas del aire exterior o de la actividad interior (como puede ser la humedad generada por unas cocinas o una maquinaria específica) (solerpalau.com, 2022).

VACIO DE SISTEMA: El proceso de vacío en los sistemas de refrigeración se refiere a la eliminación de gases no deseados como el aire, vapor de agua entre otros, un buen vacío en los sistemas VRF debe estar entre 500 a 300 micrones (Lope, 2022).

VACUOMETRO: Es un instrumento que permite realizar la medición de la depresión cuando ésta resulta menor a la presión de la atmósfera, miden el vacío. En concreto, lo que hace un vacuómetro es medir cómo cae la presión en un determinado entorno (es.wikipedia.org, 2022).

MICRONES EN HVAC: Los micrones son utilizados para medir el diámetro de las partículas contenidas en el aire. Para tener una idea más concreta, el ojo humano no puede ver algo más pequeño que el tamaño de 40 micrones (es.wikipedia.org, 2022).

ANDAMIO COLGANTE: Estructura dependiente suspendida que se usa como plataforma de trabajo. Es compuesta por dos o más elementos (Ganchos) que se anclan a la parte

superior de una estructura mayor o edificación y una superficie horizontal, su desplazamiento es en vertical para ascenso o descenso (es.wikipedia.org, 2022).

COMPRESOR: Un compresor es una máquina cuya función consiste en incrementar la presión de un fluido. Al contrario que otro tipo de máquinas de similar función, el compresor eleva la presión de fluidos compresibles como el aire y todo tipo de gases (solerpalau.com, 2022).

SENSACION TERMICA: La sensación térmica o temperatura percibida es el grado de frío o de calor que el cuerpo humano percibe en su entorno, dependiendo ya no exclusivamente de la temperatura que registra el termómetro, sino también de factores ambientales como la velocidad del viento o el grado de humedad ambiental (es.wikipedia.org, 2022).

2.3. Propuesta de solución

Para poder implementar un sistema de climatización eficiente en las aulas de clase tenemos que considerar todos los parámetros que influirán en la carga térmica la cual variara según el área y la cantidad de ocupantes.

Al realizar el cálculo de cargas térmicas tenemos definidas las capacidades de los equipos para cada aula.

Realizamos la distribución de las tuberías en el plano validando los recorridos apropiados.

Evaluación de medios adecuados para trabajar en altura para soldadura de tuberías.

2.3.1. Metodología de la solución

Como se tenía definido el tipo de sistema a utilizar para la climatización de las aulas, se realizó los cálculos de cargas térmicas para cada ambiente de la sede considerando los siguientes parámetros indicados por ASHRAE

Tabla 1

Tabla de parámetros de cálculo de cargas térmicas para Miraflores

Medio Ambiente de Lima, Humedo y salino, desertico y polvoriento				
condiciones exteriores °C / HR	30.00	75.00	coeficiente transmision paredes concreto fg/°C/m2	1.2
condiciones interiores	23.00	50.00	coeficiente transmision paredes drywall fg/°C/m2	1.8
diferencia gmH2O/kg	8.00		coeficiente transmision cubiertas concreto fg/°C/m2	1.2
cargas iluminacion W/m2	5		coeficiente transmision cubiertas ligeras fg/°C/m2	1.4
ilumi. Bibliot. Sala profes. Etc W/m2	10		coeficiente transmision vidrios fg/°C/m2	3.8
cargas sensibles BTU/persona	200		diferencia interior con HVAC/sin HVAC °C	3
cargas latentes BTU/persona	240		diferencia interior/exterior según orientaciones.	Carrier Hand Book. ASHRAE
ventilacion m3/h/persona	25		radiaciones por vidrios según orientacion y hora	
ocupacion	la dibujada en planos		coeficiente reductores muros cortina	0.5
calor puesto de computo W/und	80		coeficiente reductor en vidrio normal	0.8
pantalla aula W/und	250		coeficiente reductor por cortina en vidrio normal	0.7
fuerza aulas de Proyeccion W	500			
fuerza en cafeterias, comedores, etc	según tamaño y plano			

Nota: Los parámetros y condiciones son propios para la ubicación del edificio, considerando temperatura exterior, interior, cargas sensibles por persona, entre otros.

Fuente: (Air Ingenieros, 2019)

Para realizar el cálculo de cargas térmicas lo hicimos mediante un cuadro con parámetros fijos y parámetros que varían considerando los siguientes puntos:

- Ubicación geográfica del edificio.
- Área de la sala en metros cuadrados.
- Altura de la sala de piso a techo en metros.
- Cantidad de ocupantes.
- Orientación y área del muro exterior radiado.
- Vidrio y ventana radiada.
- Cantidad de PCs en la sala.
- Iluminación según la medida del área.

Tabla 2

Cuadro de cargas térmicas en formato Air Ingenieros

	ICPNA MIRAFLORES											
	OFICINAS			CASONA			Planta 04			Area m2: 26.50		
	altura	3	temp. °C	HR %	diferen. Int. Ext	il. fg/m2	ocup	fuerza	vent. m3	H2O, g/m3	hora	mes
	exterior		31	75		-						
	interior		23	50	8	10	20	0	340	9.8		
Calor Sensible debido al sol	S	SE	E	NE	N	NO	O	SO	Cubiert.	Suelo	f. Somb.	f. Segur.
diferencias °C	0	2	6	9	14	9	6	2	18	0	0	5%
radiacion	37	98	350	374	415	374	350	98	562	0	0	5%
cerramientos	orient.	m2	dif.	K	carga	f.seg.	comentarios					fg/h
muro exterior	S	8	8	0.9	57.60	1.05						60
muro exterior	SE		10	0.9	0.00	1.05						0
muro exterior	E		14	0.9	0.00	1.05						0
muro exterior	SO		10	0.9	0.00	1.05						0
muro exterior	O		14	0.9	0.00	1.05						0
muro exterior	NO		18	0.9	0.00	1.05						0
muro exterior	N		22	0.9	0.00	1.05						0
muro exterior	NE		17	0.9	0.00	1.05						0
techo	H		27	0.9	0.00	1.05						0
vidrio	S	2	8	3.5	56.00	1.05						59
vidrio	SE		10	3.5	0.00	1.05						0
vidrio	E		14	3.5	0.00	1.05						0
vidrio	SO		10	3.5	0.00	1.05						0
vidrio	O		14	3.5	0.00	1.05						0
vidrio	NO		18	3.5	0.00	1.05						0
vidrio	N		22	3.5	0.00	1.05						0
vidrio	NE		17	3.5	0.00	1.05						0
suelo	H		8	1.2	0.00	1.05						0
traga luces y otros	H		26	3.5	0.00	1.05						0
separacion espac. sin tratar	interior		3	1.9	0.00	1.05						0
												119.28
cargas por radiacion	orient.	m2	radiac.	f.cortina	f.vidrio	f.sombra	carga	f.segur.	comentarios			fg/h
ventana	S	2	37	0.8	0.9	1	53	1.05				56
ventana	SE	0	98	0.8	0.9	1	0	1.05				0
ventana	E	0	350	0.8	0.9	1	0	1.05				0
ventana	SO	0	98	0.8	0.9	1	0	1.05				0
ventana	O	0	350	0.8	0.9	1	0	1.05				0
ventana	NO	0	374	0.8	0.9	1	0	1.05				0
ventana	N	0	415	0.8	0.9	1	0	1.05				0
ventana	NE	0	374	0.8	0.9	1	0	1.05				0
ventana	H	0	562	0.8	0.9	1	0	1.05				0
												55.944
cargas internas	supf. M2	pers.	equipos	carga	-	total	f.segur.	comentarios			fg/h	
personas	-	20	-	110	-	2200	1.05				2310	
fuerza	-		0	0	-	0	1.05				0	
equipos electricos PCs	-		1	220	-	220	1.05				231	
iluminacion	26.50	-	-	10	-	265	1.05				278	
otros	-	-	-	-	-	-	1.05				0	
											2819	
aire exterior	m3/h	Temp.	Dens.	f. bp.	f.segur.	comentarios			fg/h			
tratado	300	8	0.285	95%	1.05				682			
by pass	300	8	0.72	5%	1.05				91			
infiltraciones		8			1.05				0			
									773			
CALOR LATENTE	m3/h	gr/m3	dens	f.bp.	carga	f.segur.	comentarios			fg/h		
personas	20	-	-	-	60	1.05				1260		
aire exterior	340	9.8	0.285	95%	-	1.05				947		
by pass	340	9.8	0.72	5%	-	1.05				126		
otros					-	1.05						
comentarios: no tenemos planos de fachadas, cortes y orientaciones.			fg/h	kW/h	Btu/h	total Btu/h				2333		
total sensible			3,767.48	4.38	15,069.94	24,403						
total latente			2,333.20	2.71	9,332.78							

Nota: Los parámetros y condiciones son propios para la ubicación del edificio, varía según la cantidad de ocupantes, el área, entre otros.

Fuente: (Air Ingenieros, 2019)

Las cargas térmicas obtenidas en cada uno de los ambientes que incluyen aulas de clases de la casona pisos 4, 3 y 2, edificio principal pisos 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, se detallan en las siguientes tablas:

Tabla 3

Tabla de cálculo de cargas térmicas casona piso 4

ICPNA Sede Miraflores. Casona Resumen de cargas planta 4										
	denominados en planos	area tratada m2	ocupacion considerada	aire exterior, AHSRAE, RITE, EM-30, m3/h	sensible btu	latente btu	total btu	equipo tipo	capacidad equipo BTU	unds
1	Aula 1	26.50	20.00	500.00	15,043.09	9,420.40	24,463.49	piso techo	24,200.00	1
2	Aula 2	26.50	20.00	500.00	14,447.74	9,420.40	23,868.14	piso techo	24,200.00	1
3	Aula 3	26.50	20.00	500.00	14,447.74	9,420.40	23,868.14	piso techo	24,200.00	1
4	Aula 4	26.50	20.00	500.00	14,447.74	9,420.40	23,868.14	piso techo	24,200.00	1
5	Aula 5	26.50	20.00	500.00	15,064.35	9,420.40	24,484.75	piso techo	24,200.00	1
6	Direccion	16.58	3.00	75.00	5,831.88	1,413.06	7,244.94	cassette 4 vias	7,500.00	1
7	Oficina Exam. Intern.	48.20	12.00	300.00	26,450.46	5,652.24	32,102.70	cassette 4 vias	9,600.00	1
	----	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	cassette 4 vias	7,500.00	1
	----	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	cassette 4 vias	7,500.00	1
	----	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	cassette 4 vias	7,500.00	1
8	Secretaria	16.48	3.00	75.00	4,829.18	1,413.06	6,242.24	cassette 4 vias	7,500.00	1
9	Desarrollo Sistemas 1	34.49	6.00	150.00	13,519.04	2,826.12	16,345.16	cassette 4 vias	19,100.00	1
10	Desarrollo Sistemas 2	21.91	12.00	300.00	12,294.77	5,652.24	17,947.01	cassette 4 vias	19,100.00	1
11	Supervisor Sistemas 1	11.62	5.00	125.00	6,145.47	2,355.10	8,500.57	cassette 4 vias	9,600.00	1
12	Soporte De Sistemas	12.85	5.00	125.00	6,921.86	2,355.10	9,276.96	cassette 4 vias	9,600.00	1
13	Proyecto Telefonica	11.62	4.00	100.00	7,508.93	1,884.08	9,393.01	cassette 4 vias	9,600.00	1
14	Supervisor Sistemas 2	18.00	7.00	175.00	9,152.43	3,297.14	12,449.57	cassette 4 vias	13,600.00	1
15	Sala Sin Nombre 1	18.52	3.00	75.00	5,668.73	1,413.06	7,081.79	cassette 4 vias	7,500.00	1
16	Sala Sin Nombre 2	31.91	8.00	200.00	14,544.43	3,768.16	18,312.59	cassette 4 vias	19,100.00	1
17	Sala Sin Nombre 3	16.83	3.00	75.00	7,516.69	1,413.06	8,929.75	cassette 4 vias	9,600.00	1
18	Supervisor SSN	13.64	2.00	50.00	4,302.22	942.04	5,244.26	cassette 4 vias	5,500.00	1
		405.15	173.00		cargas calculadas	279,623.21	capacidad instalada	290,400.00	21	

Nota: Las cargas térmicas obtenidas para las aulas de clases de la casona piso 4, nos

indican la capacidad del equipo que se instalara en la sala, se selecciona la capacidad más cercana que es comercial en el mercado.

Fuente: (Air Ingenieros, 2019)

Tabla 4

Tabla de cálculo de cargas térmicas casona piso 3

ICPNA Sede Miraflores. Casona Resumen de cargas planta 3										
	denominados en planos	area tratada m2	ocupacion considerada	aire exterior, AHSRAE, RITE, EM-30, m3/h	sensible btu	latente btu	total btu	equipo tipo	capacidad equipo BTU	unds
1	Aula 1	26.50	20.00	500.00	11,147.59	9,420.40	20,567.99	piso techo	24,200.00	1
2	Aula 2	26.50	20.00	500.00	10,552.24	9,420.40	19,972.64	piso techo	24,200.00	1
3	Aula 3	26.50	20.00	500.00	10,552.24	9,420.40	19,972.64	piso techo	24,200.00	1
4	Aula 4	26.50	20.00	500.00	10,552.24	9,420.40	19,972.64	piso techo	24,200.00	1
5	Aula 5	26.50	20.00	500.00	11,147.59	9,420.40	20,567.99	piso techo	24,200.00	1
6	Almacen 1	7.97	2.00	50.00	3,751.33	942.04	4,693.37	cassette 4 vias	5,500.00	1
7	Almacen 2	15.12	3.00	75.00	4,570.78	1,413.06	5,983.84	cassette 4 vias	7,500.00	1
8	Almacen 3	24.00	4.00	100.00	6,587.98	1,884.08	8,472.06	cassette 4 vias	9,600.00	1
9	Secretaría	23.31	7.00	175.00	9,964.53	3,297.14	13,261.67	cassette 4 vias	13,600.00	1
10	Asistente Secretaría	5.29	1.00	25.00	2,848.34	471.02	3,319.36	cassette 4 vias	5,500.00	1
11	Secretaría	14.22	2.00	50.00	1,505.54	942.04	2,447.58	cassette 4 vias	5,500.00	1
12	Recursos Humanos	35.46	8.00	200.00	9,866.05	3,768.16	13,634.21	cassette 4 vias	13,600.00	1
13	Asistente RRHH	5.71	1.00	25.00	2,478.25	471.02	2,949.27	cassette 4 vias	5,500.00	1
14	Hall	35.88	8.00	200.00	7,445.14	3,768.16	11,213.30	cassette 4 vias	13,600.00	1
15	Topico	2.70	2.00	50.00	2,104.88	942.04	3,046.92	cassette 4 vias	5,500.00	1
16	Administracion	18.07	7.00	175.00	4,902.11	3,297.14	8,199.25	cassette 4 vias	9,600.00	1
17	Asistente Admon.	4.76	1.00	25.00	1,507.30	471.02	1,978.32	cassette 4 vias	5,500.00	1
18	Gerencia Rec. Humanos	17.69	4.00	100.00	5,767.42	1,884.08	7,651.50	cassette 4 vias	7,500.00	1
19	Direccion Legal	14.65	4.00	100.00	12,030.02	1,884.08	13,914.10	cassette 4 vias	13,600.00	1
20	Asistentes Dir. Legal	11.21	2.00	50.00	6,155.94	942.04	7,097.98	cassette 4 vias	9,600.00	1
21	Finanzas y Contab.	36.93	13.00	325.00	17,875.27	6,123.26	23,998.53	cassette 4 vias	24,200.00	1
22	Gerencia Auditorio	19.00	3.00	75.00	5,684.38	1,413.06	7,097.44	cassette 4 vias	7,500.00	1
23	Asistes y Supervision	26.44	6.00	150.00	11,001.98	2,826.12	13,828.10	cassette 4 vias	13,600.00	1
		450.91	178.00		cargas calculadas		253,840.70	capacidad instalada	297,500.00	23

Nota: Las cargas térmicas obtenidas para las aulas de clases de la casona piso 3, nos indican la capacidad del equipo que se instalara en la sala, se selecciona la capacidad más cercana que es comercial en el mercado.

Fuente: (Air Ingenieros, 2019)

Tabla 5

Tabla de cálculo de cargas térmicas casona piso 2

ICPNA Sede Miraflores. Casona Resumen de cargas planta 2										
	denominados en planos	area tratada m2	ocupacion considerada	aire exterior, AHSRAE, RITE, EM-30, m3/h	sensible btu	latente btu	total btu	equipo tipo	capacidad equipo BTU	unds
1	Aula 1	26.50	20.00	500.00	11,147.59	9,420.40	20,567.99	piso techo	24,200.00	1
2	Aula 2	26.50	20.00	500.00	10,552.24	9,420.40	19,972.64	piso techo	24,200.00	1
3	Aula 3	26.50	20.00	500.00	10,552.24	9,420.40	19,972.64	piso techo	24,200.00	1
4	Aula 4	26.50	20.00	500.00	10,552.24	9,420.40	19,972.64	piso techo	24,200.00	1
5	Aula 5	26.50	20.00	500.00	11,147.59	9,420.40	20,567.99	piso techo	24,200.00	1
6	Pinacoteca	47.04	3.00	75.00	9,836.51	1,413.06	11,249.57	cassette 4 vias	13,600.00	1
		179.54	103.00		cargas calculadas		112,303.47	capacidad instalada	134,600.00	6

Nota: Las cargas térmicas obtenidas para las aulas de clases de la casona piso 2, nos indican la capacidad del equipo que se instalara en la sala, se selecciona la capacidad más cercana que es comercial en el mercado.

Fuente: (Air Ingenieros, 2019)

Tabla 6

Tabla de cálculo de cargas térmicas edificio piso 9

ICPNA Sede Miraflores Resumen de cargas planta 9										
	denominados en planos	area tratada m2	ocupacion considerada	aire exterior, AHSRAE, RITE, EM-30, m3/h	sensible btu	latente btu	total btu	equipo tipo	capacidad equipo BTU	unds
1	Aula 1	33.73	26.00	650.00	20,384.46	12,246.52	32,630.98	piso techo	38,200.00	1
2	Aula 2	38.56	30.00	750.00	20,217.56	14,130.60	34,348.16	piso techo	38,200.00	1
3	Aula 3	34.30	25.00	625.00	15,932.70	11,775.50	27,708.20	piso techo	38,200.00	1
4	Aula 4	38.74	27.00	675.00	18,616.53	12,717.54	31,334.07	piso techo	38,200.00	1
5	Aula 5	33.29	25.00	625.00	16,166.82	11,775.50	27,942.32	piso techo	38,200.00	1
6	Aula 6	33.57	26.00	650.00	18,664.79	12,246.52	30,911.31	piso techo	38,200.00	1
7	Aula 7	29.33	25.00	625.00	17,470.90	11,775.50	29,246.40	piso techo	38,200.00	1
8	Aula 8	42.66	25.00	625.00	21,636.18	11,775.50	33,411.68	piso techo	38,200.00	1
9	Aula 9	33.73	26.00	650.00	28,411.67	12,246.52	40,658.19	piso techo	47,800.00	1
		317.91	235.00		cargas calculadas		288,191.31	capacidad instalada	353,400.00	9

Nota: Las cargas térmicas obtenidas para las aulas de clases del piso 9 del edificio, nos indican la capacidad del equipo que se instalara en la sala, se selecciona la capacidad más cercana que es comercial en el mercado.

Fuente: (Air Ingenieros, 2019)

Tabla 7

Tabla de cálculo de cargas térmicas edificio pisos 8, 7, 6, 5 y 4

ICPNA Sede Miraflores										
Resumen de cargas planta 8, 7, 6, 5 y 4										
	denominados en planos	area tratada m2	ocupacion considerada	aire exterior, AHSRAE, RITE, EM-30, m3/h	sensible btu	latente btu	total btu	equipo tipo	capacidad equipo BTU	unds
1	Aula 1	33.73	26.00	650.00	20,384.46	12,246.52	32,630.98	piso techo	36,200.00	1
2	Aula 2	38.56	30.00	750.00	20,217.56	14,130.60	34,348.16	piso techo	36,200.00	1
3	Aula 3	34.30	25.00	625.00	15,932.70	11,775.50	27,708.20	piso techo	36,200.00	1
4	Aula 4	38.74	27.00	675.00	18,616.53	12,717.54	31,334.07	piso techo	36,200.00	1
5	Aula 5	33.29	25.00	625.00	16,166.82	11,775.50	27,942.32	piso techo	36,200.00	1
6	Aula 6	33.57	26.00	650.00	18,664.79	12,246.52	30,911.31	piso techo	36,200.00	1
7	Aula 7	29.33	25.00	625.00	17,470.90	11,775.50	29,246.40	piso techo	36,200.00	1
8	Aula 8	42.66	25.00	625.00	21,636.18	11,775.50	33,411.68	piso techo	36,200.00	1
9	Aula 9	33.73	26.00	650.00	28,411.67	12,246.52	40,658.19	piso techo	47,800.00	1
		221.72	235.00		cargas calculadas		288,191.31	capacidad instalada	337,400.00	9
		1108.6	1175	Total plantas 8, 7, 6, 5 y 4			1,440,956.55		1,687,000.00	45

Nota: Las cargas térmicas obtenidas para las aulas de clases del pisos 8, 7, 6, 5 y 4 del edificio, nos indican la capacidad del equipo que se instalara en cada sala, se selecciona la capacidad más cercana que es comercial en el mercado.

Fuente: (Air Ingenieros, 2019)

Tabla 8*Tabla de cálculo de cargas térmicas edificio piso 3*

ICPNA Sede Miraflores										
Resumen de cargas planta 3										
	denominados en planos	area tratada m2	ocupacion considerada	aire exterior, AHSRAE, RITE, EM-30, m3/h	sensible btu	latente btu	total btu	equipo tipo	capacidad equipo BTU	unds
1	Sala Profesores	93.63	36.00	900.00	28,924.22	16,956.72	45,880.94	cassette 4 vias	24,200.00	1
	----	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	cassette 4 vias	24,200.00	1
2	Oficina	13.67	2.00	50.00	2,151.90	942.04	3,093.94	cassette 4 vias	5,500.00	1
3	Oficina Legal	29.13	7.00	175.00	5,705.03	3,297.14	9,002.17	cassette 4 vias	9,600.00	1
4	Sala De Video	38.55	34.00	850.00	18,474.69	16,014.68	34,489.37	piso techo	38,200.00	1
5	Biblioteca	238.17	45.00	1,125.00	43,962.16	21,195.90	65,158.06	cassette 4 vias	13,600.00	1
	----	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	cassette 4 vias	13,600.00	1
	----	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	cassette 4 vias	13,600.00	1
	----	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	cassette 4 vias	13,600.00	1
	----	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	cassette 4 vias	13,600.00	1
6	Computo	20.25	12.00	300.00	13,602.40	5,652.24	19,254.64	cassette 4 vias	19,100.00	1
7	Biblioteca Niños	14.86	8.00	200.00	7,287.17	3,768.16	11,055.33	cassette 4 vias	13,600.00	1
8	Sala niños	57.88	27.00	675.00	15,080.32	12,717.54	27,797.86	cassette 4 vias	19,100.00	1
8	----	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	cassette 4 vias	13,600.00	1
		506.14	171.00		cargas calculadas		215,732.31	capacidad instalada	235,100.00	14

Nota: Las cargas térmicas obtenidas para las aulas de clases del piso 3 del edificio, nos indican la capacidad del equipo que se instalara en la sala, se selecciona la capacidad más cercana que es comercial en el mercado.

Fuente: (Air Ingenieros, 2019)

Tabla 9

Tabla de cálculo de cargas térmicas edificio piso 2

ICPNA Sede Miraflores										
Resumen de cargas planta 2										
	denominados en planos	area tratada m2	ocupacion considerada	aire exterior, AHSRAE, RITE, EM-30, m3/h	sensible btu	latente btu	total btu	equipo tipo	capacidad equipo BTU	unds
1	Sala De Computo	142.60	50.00	1,250.00	48,459.83	23,551.00	72,010.83	cassette 4 vias	24,200.00	1
	----	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	cassette 4 vias	24,200.00	1
	----	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00	cassette 4 vias	24,200.00	1
2	Resource Center	39.42	8.00	200.00	14,651.56	3,768.16	18,419.72	cassette 4 vias	19,100.00	1
3	Supervisores	82.37	21.00	525.00	19,859.67	9,891.42	29,751.09	cassette 4 vias	13,600.00	1
	----	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	cassette 4 vias	19,100.00	1
4	Supervisor Academico	13.91	2.00	50.00	2,113.21	942.04	3,055.25	cassette 4 vias	5,500.00	1
5	Ofic. Servic. Generales	17.88	2.00	50.00	3,896.51	942.04	4,838.55	cassette 4 vias	5,500.00	1
6	Topico	11.40	2.00	50.00	2,771.78	942.04	3,713.82	cassette 4 vias	5,500.00	1
7	Secretaria	12.90	2.00	50.00	1,743.79	942.04	2,685.83	cassette 4 vias	5,500.00	1
8	Administracion	20.09	5.00	125.00	9,722.14	2,355.10	12,077.24	cassette 4 vias	13,600.00	1
9	Tesoreria	17.95	2.00	50.00	4,454.43	942.04	5,396.47	cassette 4 vias	5,500.00	1
		358.52	94.00		cargas calculadas		151,949.80	capacidad instalada	165,500.00	12

Nota: Las cargas térmicas obtenidas para las aulas de clases del piso 2 del edificio, nos indican la capacidad del equipo que se instalara en la sala, se selecciona la capacidad más cercana que es comercial en el mercado.

Fuente: (Air Ingenieros, 2019)

2.3.2. Desarrollo de la solución

Luego de tener las cargas para cada ambiente, solo nos enfocaremos en todas las aulas de clases que por indicación del ICPNA se climatizaron, para los cuales se utilizaron unidades evaporadoras tipo cassette 360° de 24 000 btu/hr, siendo en total 64 aulas de clases.

El sistema elegido para la implementación de este proyecto fue de Volumen Variable de Refrigerante, el cual es una tecnología desarrollada especialmente para edificios con muchos espacios pequeños y/o medianos.

Son perfectos para colegios, universidades, hoteles, oficinas corporativas.

Hay de 3 tipos, solo frio, bomba de calor el cual vimos líneas arriba que puede trabajar todos en frio o todos en calor, pero no ambos a la vez y recuperador de calor el cual puede trabajar frio y/o calor de forma simultánea.

Un sistema VRV trabaja totalmente interconectado entre sí, lo que permite al elemento de monitoreo que viene incluido de fábrica en los equipos, conocer milésima a milésima de segundo el estatus de la instalación y todos los equipos que la componen, con lo cual el sistema puede anticiparse a cualquier nueva situación por mínima que sea.

Cada sistema de condensadoras está equipada entre 2 y 8 compresores, dependiendo de la potencia y de las marcas. Admiten distancias de tuberías de distribución de hasta 100 metros por unidad interior, y pueden trabajar con alturas equivalentes de 100 m.

Pueden admitir hasta 100 unidades evaporadoras por sistema y varios sistemas por edificio, que se monitorearan como un solo sistema.

Algunas marcas trabajan conjuntamente entre compresores fijos y otros variables, pero las más desarrolladas, trabajan solo con compresores proporcionales, permitiendo mayor regulación proporcional, o sea más ahorro energético.

Estando el sistema parado, al activar el funcionamiento de una maquina interior con el termostato, la unidad de control pondrá a funcionar un compresor a la velocidad correspondiente para cumplir con la demanda de temperatura de la sala el cual se programa en el termostato.

Para ello recibe los datos necesarios de una sonda de temperatura situada en el retorno de aire del elemento terminal, más todas las informaciones necesarias sobre presión de gas, temperatura de gas, y todo el circuito en general.

La capacidad entregada por el equipo interior es la máxima hasta llegar al punto de consigna seleccionado, momento en el que empieza a modular adaptando la velocidad del compresor a la demanda de régimen normal de funcionamiento para mantener el punto de consigna.

Este procedimiento es el mismo siempre que se activen uno, varios o todas las evaporadoras.

La cantidad exacta de gas que se recargó en una condensadora, está controlado por una electroválvula electrónica de impulsos, cuanto más impulsos más gas.

Igualmente los sistemas están equipados de válvulas de expansión electrónicas, sistemas de control de condensación, recuperación de calor y formas de programación prácticamente sin límite.

Se instalaron las unidades exteriores en la azotea del piso 05 del primer bloque y piso 06 del segundo bloque, agrupando los equipos de tal manera que no exceda la

distancia máxima permitida por la marca entre la última unidad evaporadora y el condensador que debería ser de 100 mts.

Debido a que los edificios tienen varias orientaciones y usos diferentes de horario de asistencia, convino diseñar sistemas cuyas cargas máximas no se producen a las mismas horas, esto permite un funcionamiento más ligero y optimizado.

Desde la condensadora hasta cada unidad interior, se instala una red de tubería de cobre, 2 tubos, uno es línea de gas y el otro es línea de líquido, con los diámetros recomendados por el fabricante de los equipos (corridas). Los diámetros varían debido a la capacidad de cada unidad interior, y a la capacidad de todo el sistema, así como a la distancia y diferencia de altura de cada módulo que compone la instalación.

Esta red de tuberías se aísla tubo a tubo con Armaflex de 25 mm.

A cada equipo interior y exterior, en el circuito de gas así como en el de líquido, se instalan 2 válvulas $\frac{1}{4}$ vuelta, de alta presión y especial para este cometido y circuito, esto permitirá en caso de avería, desconectar cada equipo sin tener que parar toda la instalación.

Los equipos interiores o evaporadores, ya fueron descritos más arriba.

Cada evaporador está equipado de bomba de condensados de fábrica.

Todas las redes de condensados o drenajes son de PVC pesado, de 32 y 42 mm de diámetro, y pasan lo más pegado posible a las vigas de la estructura teniendo que salir de falso cielo raso en aquellos casos en los que el falso cielo raso este apegado a la viga.

Cada aula de clases tiene un termostato, el correspondiente a cada sistema, a su vez se instaló un sistema de monitoreo para todo el sistema y prioritario sobre los termostatos particulares, instalado en la oficina Servicios generales de la sede del ICPNA

de Miraflores.

Todo ello al través de códigos de acceso y limitaciones, permitiendo ser manipulado solo por persona autorizada.

La distribución o agrupación de los equipos se realizó luego de evaluar en campo cuantas aulas se podrían enlazar y que podrían tener una unidad externa cerca.

Esta información de cantidad de unidades evaporadoras, distancia entre evaporador y evaporador, se ingresó al software de la marca Samsung para que nos entregue la corrida, de estar los parámetros y la distancia dentro de lo permitido nos dará el ok.

Al ingresar los datos de cantidad de equipos y distribución al software DVM – PRO que es de la marca Samsung se obtuvo los siguientes datos y cantidad de equipos por cada sistema:

Tabla 10

Cuadro de cantidad de unidades evaporadoras por sistema

modelo	Cantidad	Capacidad nominal			al aire libre	modelo	Capacidad nominal		Ratio de simultaneidad	
		enfriamiento		Calefacción			enfriamiento	Calefacción	enfriamiento	Calefacción
		TC	SHC	TC			TC	TC		
		BTU/h	BTU/h	BTU/h	-	-	BTU/h	BTU/h	%	%
AM024KN4DCH/AA	13	24000	16900	27000	New Outdoor1	AM260JXVAFH/AZ	248400	279500	126	126
AM024KN4DCH/AA	21	24000	16900	27000	New Outdoor2	AM420JXVAFH2AZ	402000	451400	125	126
AM024KN4DCH/AA	30	24000	16900	27000	New Outdoor3	AM580JXVAFH2AZ	554100	623400	130	130

Nota: El cuadro indica la cantidad de evaporadoras de cada uno de los 3 sistemas y las capacidades seleccionadas.

Fuente: (Air Ingenieros, 2019)

Sistema 01: Formado por una unidad condensadora y 13 unidades evaporadoras tipo cassette 360.

Tabla 11

Cuadro de equipos y bifurcaciones para el sistema 01

Categorías	nombre del modelo		Cantidad
DVM S(NEW)		AM280JXVAFH/AZ	1
360 CST (Circle)		AM024KN4DCH/AA	13
Y-Joint		MXJ-YA3418M	1

Categorías	nombre del modelo		Cantidad
Y-Joint		MXJ-YA2512M	7
		MXJ-YA1509M	3
		MXJ-YA2815M	1

Nota: El cuadro nos indica el modelo y cantidad de condensadoras, evaporadoras y bifurcaciones del sistema 01.

Fuente: (Air Ingenieros, 2019)

Tabla 12

Cuadro de códigos asignados a cada equipo de cada sala

construccion			unidad		liquido tubo	gas tubo	H.P.Gas tubo	Flujo de aire	
Dept	Fl	habitacion	nombre	nombre del modelo					
-	-	-	-	-	ø, in	ø, in	ø, in	mod o	CFM
Building1	1F		New Outdoor1	AM260JXVAFH/AZ	3/4"	1 3/8"			12007.
	Roof		UE 1-01	AM024KN4DCH/AA	3/8"	5/8"		H	671.00
			UE 1-02	AM024KN4DCH/AA	3/8"	5/8"		H	671.00
			UE 1-03	AM024KN4DCH/AA	3/8"	5/8"		H	671.00
			UE 1-06	AM024KN4DCH/AA	3/8"	5/8"		H	671.00
			UE 1-07	AM024KN4DCH/AA	3/8"	5/8"		H	671.00
			UE 1-08	AM024KN4DCH/AA	3/8"	5/8"		H	671.00
			UE 1-09	AM024KN4DCH/AA	3/8"	5/8"		H	671.00
			UE 1-10	AM024KN4DCH/AA	3/8"	5/8"		H	671.00
			UE 1-11	AM024KN4DCH/AA	3/8"	5/8"		H	671.00
			UE 1-12	AM024KN4DCH/AA	3/8"	5/8"		H	671.00
			UE 1-13	AM024KN4DCH/AA	3/8"	5/8"		H	671.00
			UE 1-14	AM024KN4DCH/AA	3/8"	5/8"		H	671.00
			UE 1-15	AM024KN4DCH/AA	3/8"	5/8"		H	671.00

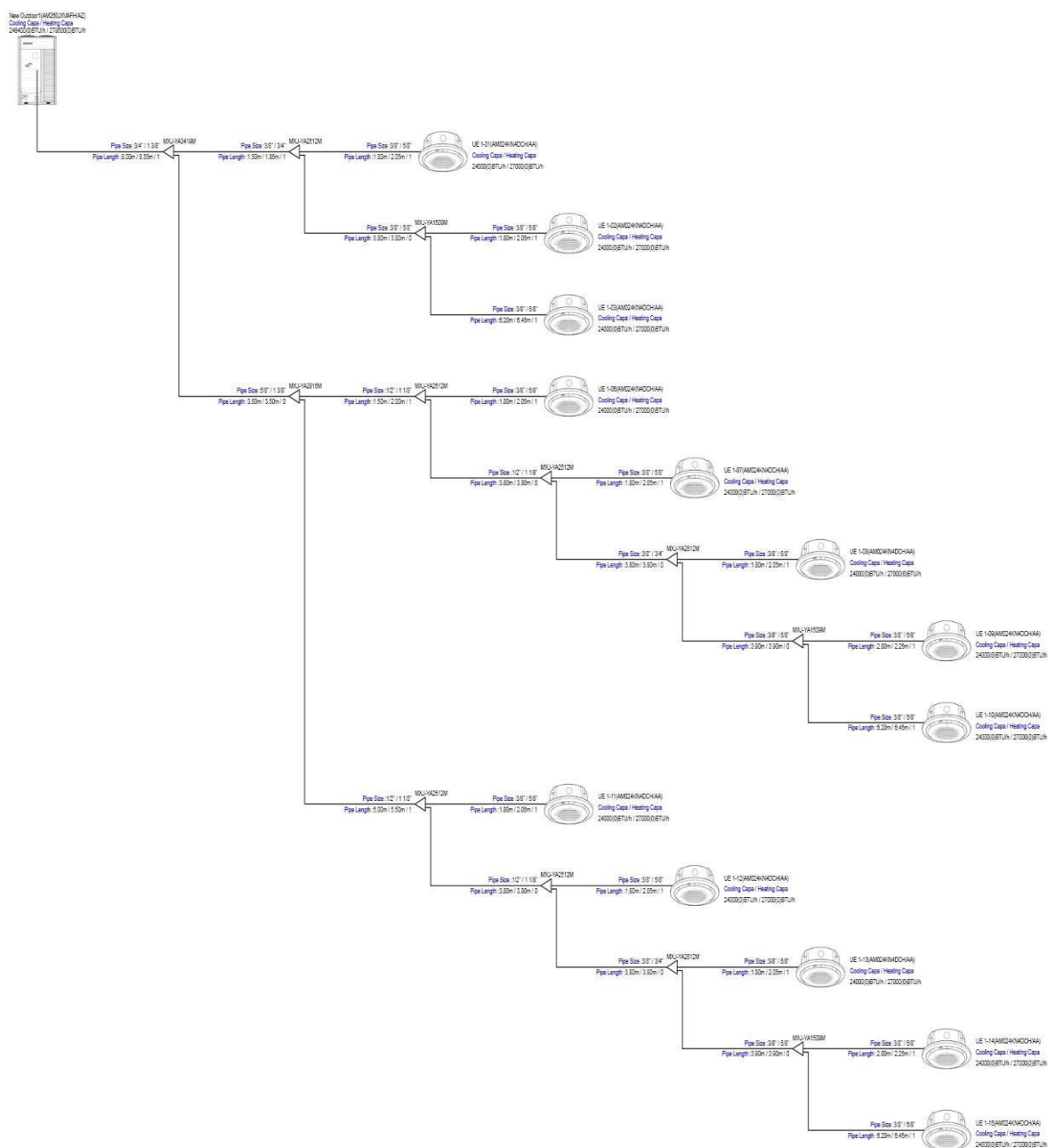
Nota: El cuadro nos indica los códigos asignados a cada uno de los equipos, así como las medidas de las tuberías de cobre para la instalación del sistema 01.

Fuente: (Air Ingenieros, 2019)

La cantidad de refrigerante adicional para el sistema 01 es: 14.260 kg

Figura 17

Distribución según corrida de software sistema 01



Nota: Distribución de los equipos según el código asignado, selección de diámetro de tuberías, código del branch y capacidad del condensador del sistema 01.

Fuente: (Air Ingenieros, 2019)

Sistema 02: Unidad externa formada por 02 condensadoras y unidad interna formada por 21 evaporadoras tipo cassette 360.

Tabla 13

Cuadro de equipos y bifurcaciones para el sistema 02

Categorías	nombre del modelo		Cantidad
DVM S(NEW)	AM420JXVAFH2AZ	AM180JXVAFH/AZ	1
		AM280JXVAFH/AZ	1
360 CST (Circle)		AM024KN4DCH/AA	21
Y-Joint		MXJ-TA3419M	1
		MXJ-YA4119M	2

Categorías	nombre del modelo		Cantidad
Y-Joint		MXJ-YA2512M	7
		MXJ-YA1509M	7
		MXJ-YA3419M	1
		MXJ-YA2815M	2
		MXJ-YA2812M	1

Nota: El cuadro nos indica el modelo y cantidad de condensadoras, evaporadoras y bifurcaciones del sistema 02.

Fuente: (Air Ingenieros, 2019)

Tabla 14

Cuadro de códigos asignados a cada equipo de cada sala

.

construccion			unidad		liquido tubo	gas tubo	H.P.Gas tubo	Flujo de aire	
Dept	Fl	habitacion	nombre	nombre del modelo					
-	-	-	-	-	ø, in	ø, in	ø, in	mod o	CFM
Building1	1F		New Outdoor2	AM420JXVAFH2AZ	3/4"	1 5/8"			9005. + 12007.
	Roof		UE 1-04	AM024KN4DCH/AA	3/8"	5/8"		H	671.00
			UE 1-05	AM024KN4DCH/AA	3/8"	5/8"		H	671.00
			UE 2-01	AM024KN4DCH/AA	3/8"	5/8"		H	671.00
			UE 2-02	AM024KN4DCH/AA	3/8"	5/8"		H	671.00
			UE 2-03	AM024KN4DCH/AA	3/8"	5/8"		H	671.00
			UE 2-04	AM024KN4DCH/AA	3/8"	5/8"		H	671.00
			UE 2-05	AM024KN4DCH/AA	3/8"	5/8"		H	671.00
			UE 2-06	AM024KN4DCH/AA	3/8"	5/8"		H	671.00
			UE 2-07	AM024KN4DCH/AA	3/8"	5/8"		H	671.00
			UE 2-08	AM024KN4DCH/AA	3/8"	5/8"		H	671.00
			UE 2-09	AM024KN4DCH/AA	3/8"	5/8"		H	671.00
			UE 2-10	AM024KN4DCH/AA	3/8"	5/8"		H	671.00
			UE 2-11	AM024KN4DCH/AA	3/8"	5/8"		H	671.00
			UE 2-12	AM024KN4DCH/AA	3/8"	5/8"		H	671.00
			UE 2-13	AM024KN4DCH/AA	3/8"	5/8"		H	671.00
			UE 2-14	AM024KN4DCH/AA	3/8"	5/8"		H	671.00
			UE 2-15	AM024KN4DCH/AA	3/8"	5/8"		H	671.00
			UE 2-16	AM024KN4DCH/AA	3/8"	5/8"		H	671.00
			UE 2-17	AM024KN4DCH/AA	3/8"	5/8"		H	671.00
			UE 2 18	AM024KN4DCH/AA	3/8"	5/8"		H	671.00
			UE 2-19	AM024KN4DCH/AA	3/8"	5/8"		H	671.00

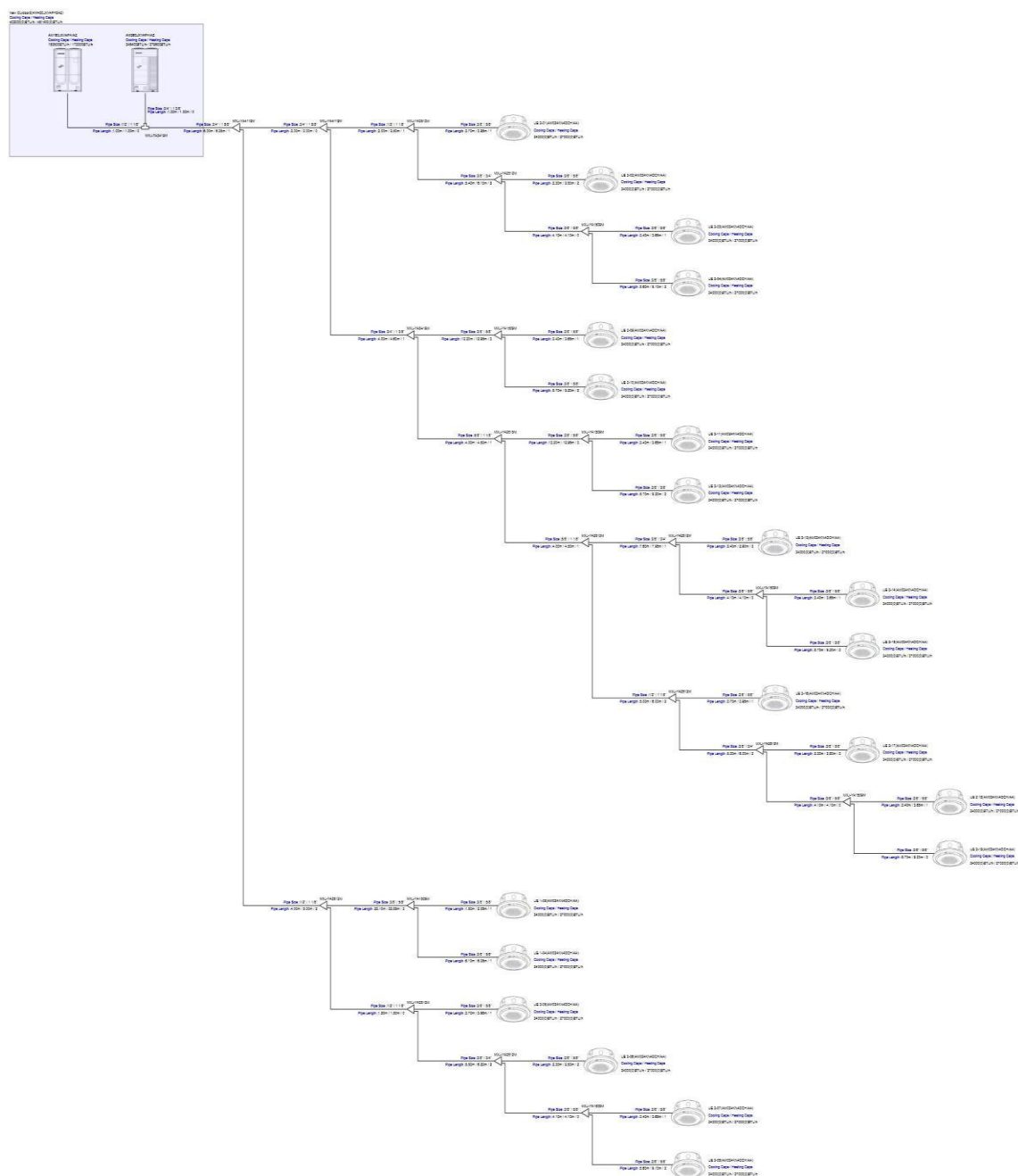
Nota: El cuadro nos indica los códigos asignados a cada uno de los equipos, así como las medidas de las tuberías de cobre para la instalación del sistema 02.

Fuente: (Air Ingenieros, 2019)

La cantidad de refrigerante adicional para este sistema es: 28.110 Kg

Figura 18

Distribución según corrida de software sistema 02



Nota: Distribución de los equipos según el código asignado, selección de diámetro de tuberías, código del branch y capacidad del condensador del sistema 02.

Fuente: (Air Ingenieros, 2019)

Sistema 03: Unidad externa formada por 03 condensadoras y la unidad interna formada por 30 unidades evaporadoras.

Tabla 15

Cuadro de equipos y bifurcaciones para el sistema 03

Categorías	nombre del modelo		Cantidad
DVM S(NEW)	AM580JXVAFH2AZ	AM080JXVAFH/AZ	1
		AM240JXVAFH/AZ	1
		AM280JXVAFH/AZ	1
380 CST (Circle)		AM024KN4DCH/AA	30
Y-Joint		MXJ-TA4122M	1
		MXJ-TA3419M	1

Categorías	nombre del modelo		Cantidad
Y-Joint		MXJ-YA4422M	1
		MXJ-YA4119M	2
		MXJ-YA2512M	18
		MXJ-YA1509M	6
		MXJ-YA2815M	2

Nota: El cuadro nos indica el modelo y cantidad de condensadoras, evaporadoras y bifurcaciones del sistema 03.

Fuente: (Air Ingenieros, 2019)

Tabla 16

Cuadro de códigos asignados a cada equipo de cada sala

construccion			unidad		liquido tubo	gas tubo	H.P.Gas tubo	Flujo de aire	
Dept	Fl	habitacion	nombre	nombre del modelo					
-	-	-	-	-	ø, in	ø, in	ø, in	mod o	CFM
Building1	1F		New Outdoor3	AM580JXVAFH2AZ	3/4"	1 5/8"			
	Roof		UE 3-01	AM024KN4DCH/AA	3/8"	5/8"		H	671.00
			UE 3-02	AM024KN4DCH/AA	3/8"	5/8"		H	671.00
			UE 3-03	AM024KN4DCH/AA	3/8"	5/8"		H	671.00
			UE 3-04	AM024KN4DCH/AA	3/8"	5/8"		H	671.00
			UE 3-05	AM024KN4DCH/AA	3/8"	5/8"		H	671.00
			UE 3-06	AM024KN4DCH/AA	3/8"	5/8"		H	671.00
			UE 3-07	AM024KN4DCH/AA	3/8"	5/8"		H	671.00
			UE 3-08	AM024KN4DCH/AA	3/8"	5/8"		H	671.00
			UE 3-09	AM024KN4DCH/AA	3/8"	5/8"		H	671.00
			UE 3-10	AM024KN4DCH/AA	3/8"	5/8"		H	671.00
			UE 3-11	AM024KN4DCH/AA	3/8"	5/8"		H	671.00
			UE 3-12	AM024KN4DCH/AA	3/8"	5/8"		H	671.00
			UE 3-13	AM024KN4DCH/AA	3/8"	5/8"		H	671.00
			UE 3-14	AM024KN4DCH/AA	3/8"	5/8"		H	671.00
			UE 3-15	AM024KN4DCH/AA	3/8"	5/8"		H	671.00
			UE 3-16	AM024KN4DCH/AA	3/8"	5/8"		H	671.00
			UE 3-17	AM024KN4DCH/AA	3/8"	5/8"		H	671.00
			UE 3-18	AM024KN4DCH/AA	3/8"	5/8"		H	671.00
			UE 3-19	AM024KN4DCH/AA	3/8"	5/8"		H	671.00
			UE 3-20	AM024KN4DCH/AA	3/8"	5/8"		H	671.00
			UE 3-21	AM024KN4DCH/AA	3/8"	5/8"		H	671.00
			UE 3-22	AM024KN4DCH/AA	3/8"	5/8"		H	671.00
			UE 3-23	AM024KN4DCH/AA	3/8"	5/8"		H	671.00
			UE 3-24	AM024KN4DCH/AA	3/8"	5/8"		H	671.00
			UE 3-25	AM024KN4DCH/AA	3/8"	5/8"		H	671.00
			UE 3-26	AM024KN4DCH/AA	3/8"	5/8"		H	671.00
			UE 3-27	AM024KN4DCH/AA	3/8"	5/8"		H	671.00
			UE 3-28	AM024KN4DCH/AA	3/8"	5/8"		H	671.00
			UE 3-29	AM024KN4DCH/AA	3/8"	5/8"		H	671.00
			UE 3-30	AM024KN4DCH/AA	3/8"	5/8"		H	671.00

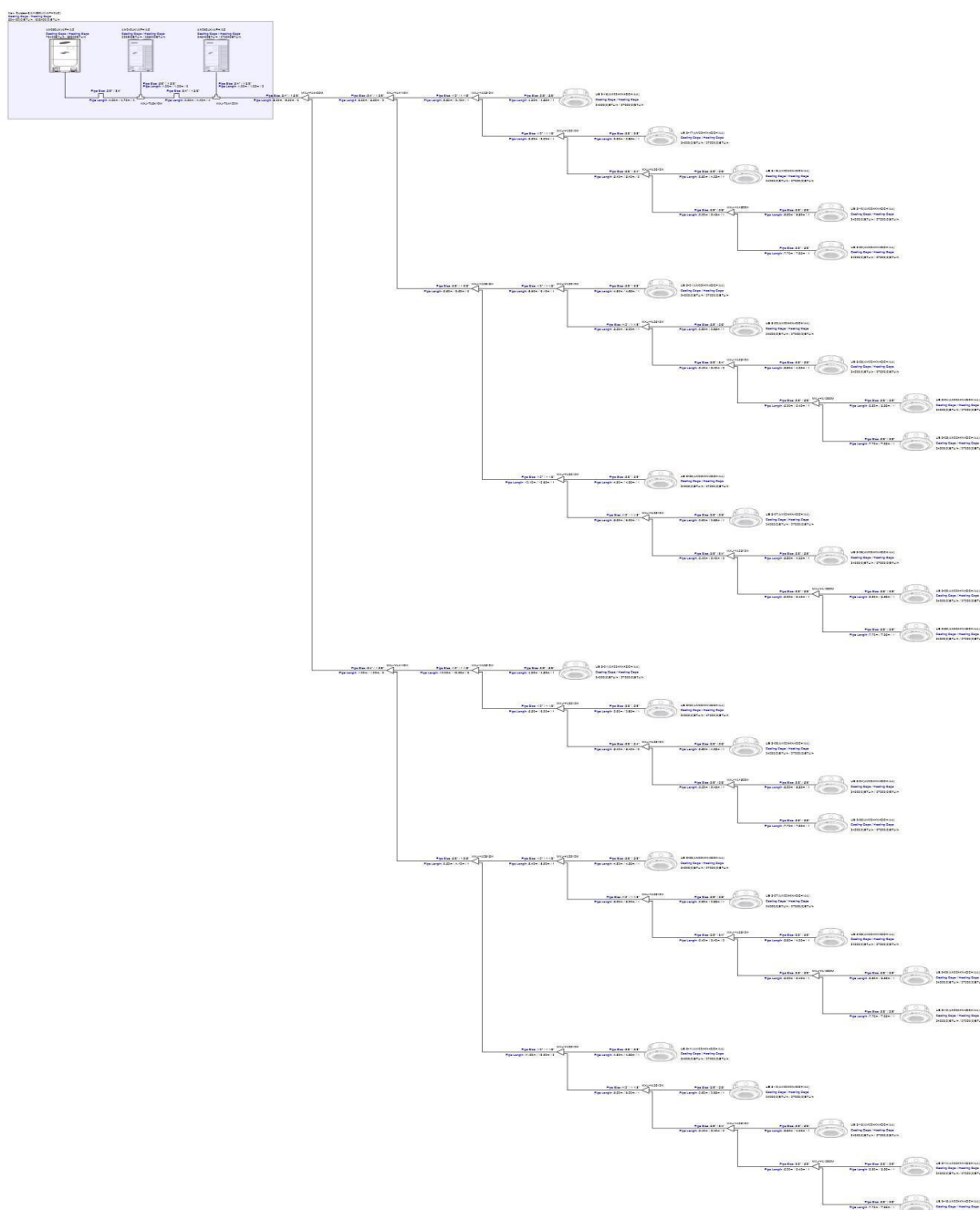
Nota: El cuadro nos indica los códigos asignados a cada uno de los equipos, así como las medidas de las tuberías de cobre para la instalación del sistema 03.

Fuente: (Air Ingenieros, 2019)

La cantidad de refrigerante adicional para este sistema es 44 kg.

Figura 19

Distribución según corrida de software sistema 03



Nota: Distribución de los equipos según el código asignado, selección de diámetro de tuberías, código del branch y capacidad del condensador del sistema 03.

Fuente: (Air Ingenieros, 2019)

2.3.3. Factibilidad técnica – operativa

Una vez definido el tipo de sistema, las aulas por intervenir, la capacidad de las unidades internas, las ubicaciones de unidades condensadoras, los recorridos de tuberías, procedemos con el análisis de factibilidad operativa.

Nos permite conocer la posibilidad de conseguir poner en marcha la implementación del proyecto aprovechando al máximo el tiempo estimado y los horarios disponibles para la ejecución del trabajo, por otra parte evaluar la factibilidad de la realización del trabajo, para lo cual se hará un plan de trabajo considerando los grupos de trabajo especializado que intervendrán en la obra.

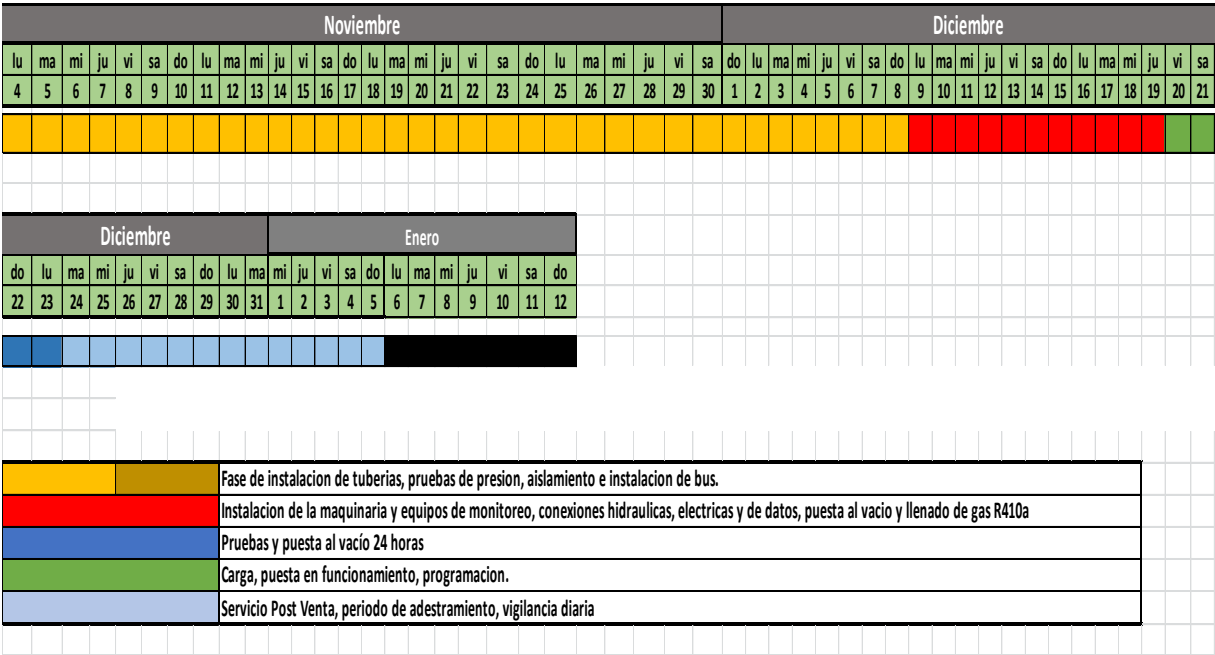
Asimismo elaborar un plan de mantenimiento preventivo de los sistemas a fin de garantizar que el trabajo implementado y entregado pueda estar operativo siempre que el cliente ICPNA quiera utilizar sus equipos.

PLANIFICACION DE TIEMPO ESTIMADO PARA LA IMPLEMENTACION DEL PROYECTO:

Considerando la cantidad de equipos de aire acondicionado que se instalaran, cantidad de tuberías de cobre, recorridos entre aula y aula, se prepara un cuadro para indicar al cliente la cantidad de días que tomará ejecutar el proyecto desde el inicio hasta la finalización.

Tabla 17

Cuadro de cronograma de trabajos



Nota: En el cuadro se indica el tiempo estimado para llegada de equipos y tiempo de ejecución de cada partida que comprende la instalación de los sistemas VRF.

Fuente: (Air Ingenieros, 2019)

PLANIFICACION DE TRABAJOS Y PERSONAL QUE INTERVENDRA:

Se organizaron los grupos de trabajo para cada una de las etapas de la implementación del trabajo.

El primer grupo: formado por el área de proyectos donde intervenían la Ingeniera Mecánica que estaba a cargo de los cálculos de cargas térmicas y diseño de los planos de instalaciones mecánicas, complementaba el grupo un dibujante que se encargaba del traslado del bosquejo de instalaciones mecánicas sobre el plano de arquitectura enviado

por el ICPNA.

El segundo grupo: Cuando ya tenemos los planos aprobados por el ICPNA y verificado que no exista algún cruce con el recorrido de las tuberías de cobre o de drenaje, así como la ubicación de los equipos, el proyecto pasa a manos del área de operaciones donde intervenían los siguientes:

Jefe de operaciones: hace el seguimiento del avance de la obra.

Área contable: hace el seguimiento de las valorizaciones y facturaciones que se debe emitir al ICPNA.

Supervisor de obra: Principal encargado de la ejecución de la instalación, coordinación con el cliente de ubicaciones, permisos de trabajo y más, tiene a su cargo a todo el grupo incluyendo los prevencionistas de riesgos, capataz o técnico encargado y personal técnico.

Prevencionista de Riesgos: Encargada de que los trabajos se desarrollen cumpliendo todos los criterios de seguridad, elaboración de formatos y permisos, así como coordinaciones con el área de Ssoma del ICPNA.

Capataz o Técnico encargado: Es el encargado en obra de coordinar con el supervisor los trabajos diarios y dar las indicaciones al personal técnico de cada una de las partidas (Instalación de equipos, instalación de redes de drenajes, picado de pases).

Personal Técnico: Realizan la mano de obra especializada para la implementación de las instalaciones de sistemas HVAC, en el siguiente orden:

Inicia el grupo de picado, generando pases en las paredes por donde se llevaran las tuberías de un aula a otra.

Continúa el grupo de instalación con la colocación de soportes en los techos para fijar las unidades evaporadoras y las tuberías que irán adosadas a la pared o al techo en

su recorrido.

Tendido de tuberías de cobre rígido y soldadura en las uniones para llegar desde la unidad externa (condensadora) a cada una de las unidades internas (evaporadoras).

Grupo de instalaciones eléctricas se encarga del entubado con conduit y llevar el cableado de interconexión entre unidad externa y unidad interna.

Grupo de gasfitería que se encarga de realizar el tendido de la red de drenajes que enlaza cada una de las unidades evaporadoras manteniendo la pendiente adecuada para que la condensación caiga por gravedad y se conecta a la red troncal de cada edificio de la sede del ICPNA.

2.3.4. Especificaciones técnicas de materiales y equipos:

En este punto veremos las especificaciones técnicas de los materiales, equipos y accesorios que se indican en los planos y en la memoria descriptiva, los cuales se utilizaron para la implementación del sistema de aire acondicionado, siguiendo las normas nacionales e internacionales.

2.3.4.1. Unidades evaporadoras decorativas. Las unidades evaporadoras que se instalaron en este proyecto son del tipo “cassette 360°” de flujo horizontal, comprende el chasis de plástico, donde se encuentra alojado el serpentín de refrigeración y deshumidificación, la bandeja receptora del condensado debidamente aislada, los motores y ventiladores, el filtro de aire es del tipo lavable, de fibra sintética de poliéster.

Los ventiladores son del tipo álabes múltiples curvados hacia adelante, tipo “sirocco”, accionados directamente por un motor eléctrico, con suministro eléctrico a 220V, 60Hz, 1ph. Los ventiladores son sometidos en fábrica a un balanceo estático y dinámico, con el fin de garantizar una operación silenciosa y exenta de vibraciones anormales.

Los motores cuentan con protección integral térmica contra sobrecargas. Todos los motores cuentan con tres velocidades (baja, media y alta).

Cuentan con bornera de conexión eléctrica y capacitor de arranque para el motor.

Cada unidad cuenta con un serpentín de enfriamiento y deshumidificación de tubos de cobre sin costura y aletas de aluminio mecánicamente aseguradas, el elemento de expansión es una válvula de expansión.

2.3.4.2. Unidades condensadoras. Las unidades condensadoras instaladas en este proyecto, son enfriadas por aire, del tipo de FLUJO DE REFRIGERANTE VARIABLE (VRF), dotado de compresores tipo “scroll” y control por microprocesadores.

Uno de los compresores es de velocidad variable, comandado por un variador de frecuencia, de tal modo que la capacidad del compresor se regule de acuerdo a la carga térmica impuesta por el equipo.

Son adecuadas para operar con refrigerante ecológico R-410a y suministro eléctrico a 220V, 60 Hz, trifásicas.

La impulsión del aire de condensación es por la parte frontal y la descarga de aire caliente es por la parte superior, en dirección vertical.

Estos ventiladores son de bajo nivel de ruido y totalmente exentos de vibraciones.

Las unidades condensadoras se apoyan sobre rieles de fierro y amortiguadores de vibración de neopreno, haciendo nula la transmisión de vibración a la plataforma.

2.3.4.3. Tuberías de refrigeración y accesorios. Las tuberías de distribución del sistema de refrigeración son de cobre tipo “L” sin costura, con especificaciones ASTM B88-41, con extremos para ser soldados con accesorios normalizados.

Los accesorios, codos 90°, codos 45°, tees, etc., son de cobre especificación ASTM-B-88, con sus extremos para soldar tipo hembra salvo indicación contraria.

Todos los accesorios llevan grabado en relieve la marca del fabricante. El interior de los mismos es liso y no presenta porosidades en toda su masa.

Las uniones de las tuberías de cobre y accesorios se ejecutaron empleando soldadura de cobre fosforoso con 5% de plata.

2.3.4.4. Aislamiento térmico de tuberías. Las tuberías de refrigerante fueron aisladas con espuma elastomérica de células cerradas marca Armaflex, Rubatex, Aeroflex o similar, con una densidad de 3 lb/pie³, según norma ASTM D 1667 y una conductividad térmica de 0.25 BTU – pulg/pie²,-°F-hr medida a una temperatura de 75°F, de acuerdo al Standard ASTM C 177.

Las juntas fueron adheridas mediante pegamento de contacto fabricado especialmente para este fin.

Los tramos de tubería de cuyo aislamiento térmico se encuentre expuesto al Sol, fueron protegidos contra la acción de los rayos ultravioleta, con material plástico especialmente fabricada para este fin, cinta tafetán o armafinish.

2.3.4.5. Sistema de control. Para el control centralizado, se instaló un panel de control que mediante sensores de temperatura y termostatos instalados en cada aula, se manipula el encendido y apagado de los equipos, así como para la regulación automática de la temperatura de los ambientes acondicionados. La pantalla muestra la temperatura regulada (“set point”) en grados Celsius.

Cuentan con un switch que permite seleccionar la función “ON”, con operación continua del ventilador de la unidad evaporadora o la función “AUTO”, en la que el ventilador de la unidad evaporadora opera únicamente cuando el compresor de la unidad se encuentre en funcionamiento.

2.3.4.6. Conexiones eléctricas. Se suministró todos los materiales requeridos para la conexión eléctrica de las unidades, además elementos que aseguran el perfecto funcionamiento y protección de los motores del sistema.

Siendo el contratista de instalaciones eléctricas contratado por el ICPNA, quien nos dejó a una distancia de 1 m de cada unidad, los alimentadores con puesta a tierra mediante una caja de paso, con alimentadores necesarios para la potencia a instalar de los equipos de aire acondicionado.

2.3.4.7. Instalación de tuberías de drenaje. Se instaló en cada piso una red de drenaje para el sistema de aire acondicionado, las cuales se conectaron a las bombas de condensado de cada unidad hasta el suministro existente. Se instaló tuberías de PVC pesada de 3/4"Ø, 1"Ø y 1 1/2"Ø desde el equipo hasta el desfogue coordinado con el encargado de la sede, cuidando que se respete la pendiente adecuada y evitar atoros o inundaciones por éstas causas.

2.3.5. Pruebas de funcionamiento y puesta en marcha:

Concluido el procedimiento de instalación, se procede a hacer las pruebas de presurización de cada uno de los sistemas, para ello utilizamos un vacuometro la marca Samsung nos pide que el vacío del sistema sea menor a 250 micrones, asimismo que se mantenga la presión con el nitrógeno que ingresemos nuestros sistemas.

Para la prueba de presión del sistema 1, ingresamos 590 PSI y el vacío llego a 230

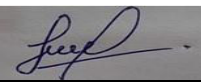
micrones.

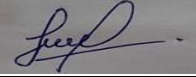
Para la prueba de presión del sistema 2, ingresamos 600 PSI y el vacío llega a 180 micrones.

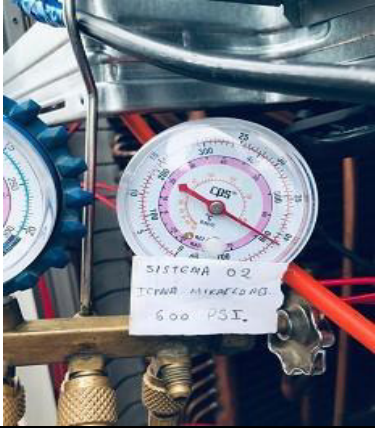
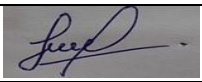
Para la prueba de presión del sistema 3, ingresamos 600 PSI y el vacío llega a 200 micrones.

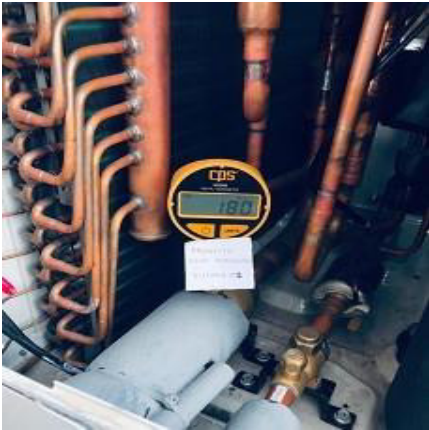
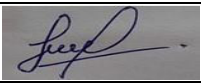
Formatos 01 al 06

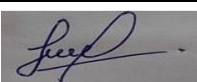
Protocolos de pruebas de presión y protocolos de vacío de los sistemas 01, 02 y 03

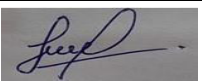
	PRUEBA DE PRESURIZACION DE TUBERIA DE COBRE		Código : SGC - 01					
			Revisión : 1					
			Fecha Prueba :					
			Página : 1					
1.- DATOS GENERALES								
EMPRESA : AIR INGENIERIA AMBIENTAL S.A.C.		N°PTO :						
PROYECTO : ICPNA MIRAFLORES - SISTEMA 1		FECHA : 30/11/2020						
2.- IMAGEN:								
								
3.- DATOS DE LA PRUEBA								
TUBERÍA		SISTEMA VRF						
DIAMETRO	1 5/8", 1 3/8", 1 1/8", 3/4", 5/8", 1/2", 3/8"							
AISLAMIENT O	ESPUMA ELASTOMERICA SUPERLON	DECOR ATIVOS						
MARCA/SERIE : UNIWELD		RANGO : 0-800 PSI						
4.- RESULTADOS DE LA PRUEBA								
Sistema / Sector	Fluido empleado	Presión Inicial Manómetro	Temperatura Inicial Exterior	Fecha / Hora Inicial Prueba	Presión Final Manómetro	Temperatura Final Exterior	Fecha / Hora Final Prueba	Observación
VRF-01	NITROGENO	590 PSI		09/11/2020 08:30 hrs	590 PSI		10/11/2020 09:00 hrs	
5.- OBSERVACIONES								
6.- APROBACIONES								
Aceptado : X	NOMBRE: JORGE LOPE E.		NOMBRE: Ing.:		NOMBRE:			
Rechazado :	Firma 		Firma		Firma			
EMPRESA	AIR INGENIERIA AMBIENTAL S.A.C.							

	PRUEBA DE VACIO EN SISTEMA DE TUBERÍAS		Código : SGC - 02					
	Revisión : 1							
	Fecha Prueba : Pagina : 1							
1.- DATOS GENERALES								
EMPRESA : AIR INGENIERIA AMBIENTAL S.A.C.	N°PTO :							
PROYECTO : ICPNA MIRAFLORES - SISTEMA 1	FECHA :		30/11/2020					
2.- IMAGEN:								
								
3.- DATOS DE LA PRUEBA								
TUBERÍA		SISTEM VRF						
DIAMETRO	1 5/8", 1 3/8", 1 1/8", 3/4", 5/8", 1/2", 3/8"	A:						
AISLAMIENTO	ESPUMA ELASTOMERICA SUPERLON	DECORATIVOS						
MARCA/SERIE : CPS		RANGO :						
1 7								
4.- RESULTADOS DE LA PRUEBA								
Sistema / Sector	Fluido empleado	Presión Inicial Vacuómetro	Temperatura Inicial Exterior	Fecha / Hora Inicial Prueba	Presión Final Vacuómetro	Temperatura Final Exterior	Fecha / Hora Final Prueba	Observación
VRF-01		230 micrones		10/11/2020 10:30 hrs	230 micrones		10/11/2020 14:35 hrs	No se presentó pérdida de nivel de vacío
5.- OBSERVACIONES								
6.- APROBACIONES								
Aceptado : X Rechazado :	NOMBRE: JORGE LOPE E. Firma: 		NOMBRE: Ing.: Firma:		NOMBRE: Ing.: Firma:			
EMPRESA	AIR INGENIERIA AMBIENTAL S.A.C.							

	PRUEBA DE PRESURIZACION DE TUBERIA DE COBRE		Código : SGC - 01					
			Revisión : 1					
			Fecha Prueba :					
			Página : 1					
1.- DATOS GENERALES								
EMPRESA : AIR INGENIERIA AMBIENTAL S.A.C.		N°PTO :						
PROYECTO : ICPNA MIRAFLORES - SISTEMA 2		FECHA : 30/11/2020						
2.- IMAGEN:								
								
3.- DATOS DE LA PRUEBA								
TUBERÍA		SISTEMA VRF						
DIAMETRO	1 5/8", 1 3/8", 1 1/8", 3/4", 5/8", 1/2", 3/8"							
 AISLAMIENT O	ESPUMA ELASTOMERICA SUPERLON	DECO RATIV OS						
MARCA/SERIE : UNIWELED		RANGO : 0-800 PSI						
4.- RESULTADOS DE LA PRUEBA								
Sistema / Sector	Fluido empleado	Presión Inicial Manómetro	Temperatura Inicial Exterior	Fecha / Hora Inicial Prueba	Presión Final Manómetro	Temperatura Final Exterior	Fecha / Hora Final Prueba	Observación
VRF-02	NITROGENO	600 PSI		12/11/2020 09:00 hrs	600 PSI		13/11/2020 09:00 hrs	
5.- OBSERVACIONES								
6.- APROBACIONES								
Aceptado : X	NOMBRE: JORGE LOPE E.		NOMBRE: Ing.:		NOMBRE:			
Rechazado :	Firma			Firma	Firma			
EMPRESA	AIR INGENIERIA AMBIENTAL S.A.C.							

	PRUEBA DE VACIO EN SISTEMA DE TUBERÍAS		Código : SGC - 02					
			Revisión : 1					
			Fecha Prueba :					
			Página : 1					
1.- DATOS GENERALES								
EMPRESA :	AIR INGENIERIA AMBIENTAL S.A.C.		N°PTO :					
PROYECTO :	ICPNA MIRAFLORES - SISTEMA 2		FECHA : 30/11/2020					
2.- IMAGEN:								
								
3.- DATOS DE LA PRUEBA								
TUBERÍA		SISTEMA VRF						
A :								
DIAMETRO	1 5/8", 1 3/8", 1 1/8", 3/4", 5/8", 1/2", 3/8"							
AISLAMIENTO	ESPUMA ELASTOMERICA SUPERLON							
		DECORATIVOS						
MARCA/SERIE : CPS		RANGO : 17						
4.- RESULTADOS DE LA PRUEBA								
Sistema / Sector	Fluido empleado	Presión Inicial Vacuómetro	Temperatura Inicial Exterior	Fecha / Hora Inicial Prueba	Presión Final Vacuómetro	Temperatura Final Exterior	Fecha / Hora Final Prueba	Observación
VRF-02		180 micrones		13/11/2020 10:30 hrs	180 micrones		13/11/2020 12:15 hrs	No se presentó pérdida de nivel de vacío
5.- OBSERVACIONES								
6.- APROBACIONES								
Aceptado : X	NOMBRE: JORGE LOPE E.		NOMBRE: Ing.:		NOMBRE:			
Rechazado :	Firma 		Firma		Firma			
EMPRESA	AIR INGENIERIA AMBIENTAL S.A.C.							

	PRUEBA DE PRESURIZACION DE TUBERIA DE COBRE		Código : SGC - 01					
			Revisión : 1					
			Fecha Prueba :					
			Página : 1					
1.- DATOS GENERALES								
EMPRESA :	AIR INGENIERIA AMBIENTAL S.A.C.		N°PTO :					
PROYECTO :	ICPNA MIRAFLORES - SISTEMA 3		FECHA : 30/11/2020					
2.- IMAGEN:								
								
3.- DATOS DE LA PRUEBA								
TUBERÍA		SISTEMA VRF						
DIAMETRO	1 3/8", 1 1/8", 3/4", 5/8", 1/2", 3/8"							
AISLAMIENT O	ESPUMA ELASTOMERICA SUPERLON	DECORATIVOS						
MARCA/SERIE : UNIWELD RANGO : 0-800 PSI								
4.- RESULTADOS DE LA PRUEBA								
Sistema / Sector	Fluido empleado	Presión Inicial Manómetro	Temperatura Inicial Exterior	Fecha / Hora Inicial Prueba	Presión Final Manómetro	Temperatura Final Exterior	Fecha / Hora Final Prueba	Observación
VRF-03	NITROGENO	600 PSI		16/11/2020 08:20 hrs	600 PSI		17/11/2020 08:30 hrs	
5.- OBSERVACIONES								
6.- APROBACIONES								
Aceptado : X	NOMBRE: JORGE LOPE E.		NOMBRE: Ing.:		NOMBRE:			
Rechazado :	Firma 		Firma		Firma			
EMPRESA	AIR INGENIERIA AMBIENTAL S.A.C.							

	PRUEBA DE VACIO EN SISTEMA DE TUBERÍAS		Código : SGC - 02					
			Revisión : 1					
			Fecha Prueba :					
			Página : 1					
1.- DATOS GENERALES								
EMPRESA : AIR INGENIERIA AMBIENTAL S.A.C.		N°PTO :						
PROYECTO : ICPNA MIRAFLORES - SISTEMA 3		FECHA : 30/11/2020						
2.- IMAGEN:								
								
3.- DATOS DE LA PRUEBA								
TUBERÍA		SISTEMA : VRF						
DIAMETRO	1 3/8", 1 1/8", 3/4", 5/8", 1/2", 3/8"							
AISLAMIENTO	ESPUMA ELASTOMERICA SUPERLON	DECORATIVOS						
MARCA/SERIE	CPS	RANGO	17					
4.- RESULTADOS DE LA PRUEBA								
Sistema / Sector	Fluido empleado	Presión Inicial Vacuómetro	Temperatura Inicial Exterior	Fecha / Hora Inicial Prueba	Presión Final Vacuómetro	Temperatura Final Exterior	Fecha / Hora Final Prueba	Observación
VRF-03		200 micrones		17/11/2020 10:30 hrs	200 micrones		17/11/2020 14:30 hrs	No se presentó pérdida de nivel de vacío
5.- OBSERVACIONES								
6.- APROBACIONES								
Aceptado : X	NOMBRE: JORGE LOPE E.		NOMBRE: Ing.:		NOMBRE:			
Rechazado :	Firma 		Firma		Firma			
EMPRESA	AIR INGENIERIA AMBIENTAL S.A.C.							

Nota: En los protocolos de presión podemos observar que dichas presiones se mantuvieron constantes durante 24 horas, asimismo se llegó al vacío solicitado por Samsung.

Fuente: (Air Ingenieros, 2019)

Una vez superadas las pruebas, se procede con la recarga de gas refrigerante según la cantidad indicada en las corridas de software.

Posteriormente se realiza el arranque de los sistemas verificando que la unidad condensadora reconozca a todas las unidades evaporadoras, midiendo las temperaturas de descarga con un pirómetro.

Procedemos a realizar las mediciones de presión y consumo eléctrico, verificando que todo se encuentre dentro de los parámetros normales de funcionamiento.

2.3.6. Plan de mantenimiento preventivo:

Luego de la entrega de obra y con los equipos operativos se entrega al cliente el dossier de entrega de obra que incluye los planos Asbuilt, certificado de operatividad y un programa de mantenimiento preventivo.

Para asegurar que los equipos estén operativos cuando el cliente quiera utilizarlos y para no perder la garantía que da la marca por los equipos, estos deben de cumplir con un programa de mantenimiento preventivo trimestral siendo este el periodo recomendado.

Dentro del programa de mantenimiento preventivo se debe tener en cuenta los siguientes procedimientos:

Mantenimiento de unidades evaporadoras, consiste en el desmontaje de las tapas, limpieza de los ventiladores, limpieza de los serpentines, limpieza de mini bomba de condensado, ajuste de borneras, verificación de válvulas, revisión de cableado y verificación de funcionamiento del termostato.

Mantenimiento de la unidad condensadora, consiste en lavado de los serpentines con agua a presión, ajuste de borneras, verificación eléctrica.

Puesta en marcha, medición de parámetros como presión, voltaje, corriente.

El modelo de programa de mantenimiento que enviamos a nuestros clientes es el siguiente, con esto le indicamos el día que se entregó la instalación y en qué meses debe realizar el mantenimiento preventivo, el cual puede hacerlo con nuestra área de mantenimiento, alguna empresa autorizada por nosotros o por alguna empresa autorizada por Samsung considerando que el cliente (ICPNA) se encargó de suministrar los equipos de aire acondicionado.

Formato 07

Cronograma de mantenimiento para los equipos de aire acondicionado

		Lunes, 30 de Noviembre del 2020 AE 07-AA-JLE-21												
  														
PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ANUAL														
CLIENTE	: INSTITUTO CULTURAL PERUANO NORTEAMERICANO													
OBRA	: ICPNA MIRAFLORES													
DIRECCION	: AV. ANGAMOS OESTE 160, MIRAFLORES													
ASUNTO	: INSTALACION DE SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO													
Estimado Señores: A través de la presente entregamos el cronograma referencial de mantenimiento preventivo anual de sus equipos de Aire Acondicionado:														
DESCRIPCION	Vecs x Año	AÑO 2020												
UNIDAD DE CONDENSACION		NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV
Desarmado parcial de la unidad	4	E N T R E G A 2 0 2 0			M A N T E N I M I E N T O			M A N T E N I M I E N T O			M A N T E N I M I E N T O			M A N T E N I M I E N T O
Lavado del serpentín con hidrolavadora y producto químico	4													
Lavado de la bandeja de condensado	4													
Revisión de eventual fuga de gas	4													
Revisión de cargas eléctricas, parámetros en general	4													
Lubricación de ventiladores y motores	4													
Ajustes de piezas, conectores, terminales	4													
Armado de la unidad pruebas, ajustes y puesta en marcha	4													
UNIDAD DE EVAPORACION														
Desarmado parcial de la unidad	4	E N T R E G A 2 0 2 0			M A N T E N I M I E N T O			M A N T E N I M I E N T O			M A N T E N I M I E N T O			M A N T E N I M I E N T O
Pruebas y funcionamiento de válvulas de expansión	4													
Limpieza de filtro de aire con productos químicos	4													
Limpieza de serpentín	4													
Revisión de eventual fuga de gas	4													
Limpieza y lubricación de motor ventilador	4													
Ajustes de piezas, conectores, terminales	4													
Limpieza general de gabinete	4													
SISTEMA ELECTRICO														
Limpieza general con Spray Kontakt 60 y 61 Pzs Electromecánicas	4	E N T R E G A 2 0 2 0			M A N T E N I M I E N T O			M A N T E N I M I E N T O			M A N T E N I M I E N T O			M A N T E N I M I E N T O
Verificación de voltaje de operación	4													
Verificación del cableado eléctrico y ordenado de los mismos	4													
Ajuste de conexiones eléctricas	4													
Verificación y medición de funcionamiento del sist. a automatizado	4													
TELEFONOS. Oficina 983500802 / 994607297														
														
JORGE LOPE E. AIR INGENIERIA AMBIENTAL SAC														
CLIENTE: INSTITUTO CULTURAL PERUANO NORTEAMERICANO														

Nota: Junto con el Dossier entregamos en cronograma de mantenimiento de los equipos de aire acondicionado con periodo de cada 3 meses recomendado por nosotros.

Fuente: (Air Ingenieros, 2019)

2.3.7. Cuadro de inversión

Tabla 18

Cuadros de inversión de los sistemas 01, 02 y 03

SISTEMA 01				
ITEM	CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO
1	MATERIALES DE REFRIGERACION			
	Tubería de cobre rigido tipo L	181	M	S/. 2,907.63
	Valvulas de bola soldables	26	Und	S/. 1,868.55
	Codos y uniones de cobre	24	Und	S/. 174.78
	Gas refrigerante R-410A	15	Kg	S/. 340.20
	Soldadura de plata al 5%	150	Und	S/. 1,020.60
2	MATERIALES DE AISLAMIENTO			
	Manguera aislante	181	M	S/. 670.25
	Pegamento	1	Gbl	S/. 226.80
3	MATERIALES DE ANCLAJE - SOLDADURA Y CABLEADO			
	Base metalica para unidad condensadora + instalacion	1	Und	S/. 283.50
	varillas roscadas para anclaje de equipos y tuberias	1	Gbl	S/. 425.25
	Equipo de soldadura (oxigeno - acetileno)	1	Gbl	S/. 141.75
	Nitrogeno para soldar - presurizado del sistema. 30m3	30	m3	S/. 425.25
	Tuberia conduit rigido + cable apantallado	200	M	S/. 3,402.00
4	MANO DE OBRA			
	Unidad condensadora	1	Und	S/. 793.80
	Unidad evaporadora	13	Und	S/. 5,159.70
SUB TOTAL				S/. 17,840.06

SISTEMA 02				
ITEM	CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO
1	MATERIALES DE REFRIGERACION			
	Tubería de cobre rigido tipo L	462	M	S/. 6,344.11
	Valvulas de bola soldables	42	Und	S/. 3,018.42
	Codos y uniones de cobre	39	Und	S/. 240.98
	Gas refrigerante R-410A	30	Kg	S/. 680.40
	Soldadura de plata al 5%	200	Und	S/. 1,360.80
2	MATERIALES DE AISLAMIENTO			
	Manguera aislante	462	M	S/. 1,527.10
	Pegamento	1	Gbl	S/. 283.50
3	MATERIALES DE ANCLAJE - SOLDADURA Y CABLEADO			
	Base metalica para unidad condensadora + instalacion	2	Und	S/. 567.00
	varillas roscadas para anclaje de equipos y tuberías	1	Gbl	S/. 567.00
	Equipo de soldadura (oxigeno - acetileno)	1	Gbl	S/. 141.75
	Nitrogeno para soldar - presurizado del sistema. 30m3	60	m3	S/. 850.50
	Tuberia conduit rigido + cable apantallado	450	M	S/. 7,654.50
4	MANO DE OBRA			
	Unidad condensadora	2	Und	S/. 1,587.60
	Unidad evaporadora	21	Und	S/. 8,334.90
SUB TOTAL				S/. 33,158.56
SISTEMA 03				
ITEM	CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO
1	MATERIALES DE REFRIGERACION			
	Tubería de cobre rigido tipo L	647	M	S/. 10,619.88
	Valvulas de bola soldables	60	Und	S/. 4,312.04
	Codos y uniones de cobre	96	Und	S/. 551.97
	Gas refrigerante R-410A	45	Kg	S/. 1,020.60
	Soldadura de plata al 5%	220	Und	S/. 1,496.88
2	MATERIALES DE AISLAMIENTO			
	Manguera aislante	647	M	S/. 2,458.60
	Pegamento	1	Gbl	S/. 283.50
3	MATERIALES DE ANCLAJE - SOLDADURA Y CABLEADO			
	Base metalica para unidad condensadora + instalacion	3	Und	S/. 850.50
	varillas roscadas para anclaje de equipos y tuberías	1	Gbl	S/. 567.00
	Equipo de soldadura (oxigeno - acetileno)	1	Gbl	S/. 198.45
	Nitrogeno para soldar - presurizado del sistema. 30m3	90	m3	S/. 1,275.75
	Tuberia conduit rigido + cable apantallado	650	M	S/. 11,056.50
4	MANO DE OBRA			
	Unidad condensadora	3	Und	S/. 2,381.40
	Unidad evaporadora	30	Und	S/. 11,907.00
SUB TOTAL				S/. 48,980.07

Nota: En los cuadros de inversión de los sistemas podemos apreciar los materiales que necesitaremos por cada sistema, así como los costos de mano de obra.

Fuente: (Air Ingenieros, 2019)

Tabla 19*Cuadro total de costos*

CUADRO DE COSTOS		
ITEM	DESCRIPCION	COSTO sin IGV
1	Instalacion sistemas 01,02,03 (Materiales de refrigeracion, aislamiento, anclaje, cableado electrico, mano de obra)	S/. 99,978.68
2	Red de drenajes	S/. 10,152.54
3	Alquiler de andamio colgante	S/. 1,779.66
4	Picado de pases	S/. 847.46
5	Bifurcaciones de cobre (BRANCH)	S/. 15,008.47
	Total	\$ 127,766.82

Nota: El cuadro de costos total nos da una cantidad más exacta para poder realizar el cálculo de utilidad.

Fuente: (Air Ingenieros, 2019)

Presupuesto

Tabla 21

Presupuesto aprobado por el cliente para la implementación de los sistemas VRF

CAP. V	Sede Miraflores					
5.01	Montaje de condensadores incluye suministro y fabricación de base metálica para condensadoras VRV, fabricadas en hierro U de 75 mm, arenado y pintado a compresor y en cabina y después de realizar las perforaciones necesarias, con dos manos de pintura anti oxidante, remates de pintura en obra, incluido soportes anti vibratorios tipo SILENTS BLOCS, entre soporte y condensadora, accesorios y pequeño material.	und	3	S/1,289.28	S/3,867.84	
5.02	Montaje de evaporadores, soportes compuesto por 4 vanillas roscadas de 3/8", tacos de expansión, arandelas, gomas antivibratorias y tuercas, interconexión a red de drenaje (1m máximo) dejada por instalador sanitario e interconexión eléctrica (1m máximo) a punto de fuerza dejados por instalador electricista.	und	64	S/141.02	S/9,024.96	
5.03	Suministro e instalación de tubería de cobre, tipo "L", accesorios de cobre, branches de la marca de equipos, aislamiento térmico de espuma elastomérica, cableado de comunicación entubado en PVC, cableado de control centralizado, soporte de Tuberías. Incluye suministro e instalación de válvulas de bola (02 por evaporador), pintado de tuberías en recorridos exteriores, incluido soportación cada 2m en hierro U perforado de 25 mm, pruebas de presión con nitrógeno durante 24 horas, puesta al vacío 24 horas, y llenado de gas R410 A. Incluye cable de comunicación y control en tubería PVC. Instalación de termostatos. Instalación de termostatos.	glb	1	S/141,579.06	S/141,579.06	
5.04	Supervisión y Coordinación de obra por Ingeniero y/o Técnico Especializado. Prevencionista de obra. Gestión y envío de Polizas de SCTR Elaboración de planos as built y Dossier. Costos Administrativos y Logísticos.	glb	1	S/17,727.60	S/17,727.60	
5.05	Trabajos puntuales de obra civil: pases en paredes y/o en techos, resanes en pared, retoques de pintura y movimiento de baldosas para instalación de equipos. Entubado para termostato.	glb	1	S/8,721.60	S/8,721.60	
SUBTOTAL, CAP.V					S/180,921.06	

Nota: En el presupuesto aprobado por el cliente podemos apreciar el monto con el que contaremos para implementar los sistemas.

Fuente: (Air Ingenieros, 2019)

III. APORTES MÁS DESTACABLES A LA EMPRESA

En todo el tiempo trabajado en la empresa AIR INGENIEROS, se implementaron varios proyectos de climatización y ventilación en oficinas, edificios, centros comerciales y plantas industriales.

Las empresas donde mi persona estuvo a cargo de la supervisión de la implementación de proyectos de HVAC fueron:

Oficinas Minera Chinalco (2023) / Av. Santa Cruz – San Isidro.

Instalación de sistemas de aire acondicionado tipo Fan coil de agua helada, VRF y autocontenido para climatizar las oficinas.

Globalplast (2022) / Sector 62 – Km 62 Panamericana Sur - Chilca.

Instalación de sistemas de aire acondicionado tipo Chiller para enfriar el proceso de fabricación de Geomembranas.

Aulas ICPNA Lima Centro (2021) / Jr. Cuzco – Cercado de Lima.

Instalación de sistemas de aire acondicionado tipo VRF en cada una de las aulas.

Aulas ICPNA Miraflores (2021) / Av. Angamos oeste – Miraflores

Instalación de sistemas de aire acondicionado tipo VRF en cada una de las aulas de clases.

Oficinas 806 (2021) / Torre Olguín plus – Santiago de Surco

Instalación de sistemas de aire acondicionado tipo MULTI V WATER y sistemas de ventilación mecánica.

Oficinas Merck (2020) / Torre Olguín plus – Santiago de Surco

Instalación de sistemas de aire acondicionado tipo MULTI V WATER y sistemas de ventilación.

Oficinas NOKIA (2020) / Torre Javier Prado – San Isidro

Instalación de sistemas de aire acondicionado tipo agua helada, autocontenido y ventilación.

Área de Food QUIMTIA (2019) / Planta QUIMTIA – Lurín

Instalación de sistemas de aire acondicionado tipo ROOFTOP y ventilación en áreas de producción.

Oficinas Santivañez Abogados (2018) / Edificio Panamá – San Isidro

Instalación de sistemas de aire acondicionado de agua helada y ventilación.

Oficinas EBS Abogados (2018) / Edificio Caminos del inca - Surco

Instalación de sistemas de aire VRF, ventilación y extracción.

Departamento 802 y 803 (2018) / Edificio Muñiz – San Isidro

Instalación de sistemas de aire VRF en cada uno de los ambientes.

Nave NSA Montana (2018) / Planta Montana – Santa Anita

Instalación de Chiller y sistemas de aire acondicionado de agua helada, ventilación y extracción.

Tienda ANDEAN (2018) / Larco - Miraflores

Instalación de sistemas de aire de expansión directa, ventilación y extracción.

Tienda Patagonia (2018) / C.C. Real Plaza Salaverry – Jesús María

Instalación de sistemas de aire enfriados por torre, ventilación y extracción.

Tienda B&B WORKS (2018) / C.C. Real Plaza Salaverry – Jesús María

Instalación de sistemas de aire enfriados por torre, ventilación y extracción.

Tienda MINISO (2018) / C.C. Jockey plaza – Surco

Instalación de sistemas de aire enfriados por torre, ventilación y extracción.

Estudio Radio Disney Perú (2017) / Edificio El Polo - Surco

Instalación de sistemas de aire VRF, ventilación y extracción en las oficinas, así como silenciadores en los estudios de grabación donde no se debe oír la descarga del aire

Oficinas Creativa (2017) / Santiago de Surco

Instalación de sistemas de aire de expansión directa, ventilación y extracción.

Of. Compartamos Financiera (2017) / Edificio Leuro – Miraflores

Instalación de sistemas de aire acondicionado de agua helada y ventilación.

Oficinas Mary Kay (2017) / Edificio Leuro – Miraflores

Instalación de sistemas de aire acondicionado de agua helada y ventilación.

Oficinas BHP (2017) / Edificio PAL 400 – San Isidro

Instalación de sistemas de aire acondicionado de agua helada y ventilación.

Oficinas FORTE (2017) / Edificio Panorama – Surco

Instalación de sistemas de aire acondicionado de agua helada y ventilación.

Oficinas Assist Card (2016) / Edificio Conquistadores – San Isidro

Instalación de sistemas de aire VRF, ventilación y extracción en cada uno de los ambientes.

Oficinas Financiera Confianza (2016) / La Victoria

Instalación de sistemas de aire de expansión directa, ventilación y extracción.

Oficinas SISE (2016) / Edificio Panorama – Surco

Instalación de sistemas de aire acondicionado de agua helada y ventilación.

CALL CENTER INTERBANK CTC (2016) / Rivera Navarrete – San Isidro

Instalación de sistemas de aire acondicionado de agua helada y ventilación para cada uno de los ambientes del call center.

Oficinas TEVA (2016) / Edificio Leuro – Miraflores

Instalación de sistemas de aire acondicionado de agua helada y ventilación.

Oficinas Precaución (2016) / Enrique Palacios - Miraflores

Instalación de sistemas de aire de expansión directa, ventilación y extracción.

Oficinas APESEG (2016) / Edificio Nacional – San Isidro

Instalación de sistemas de aire de expansión directa, ventilación y extracción.

Oficinas Grupo Arias (2016) / Santa Anita

Instalación de sistemas de aire de expansión directa dentro de las oficinas

NIKE OUTLET (2015) / C.C. OUTLET LURIN – Lurín

Instalación de sistemas de aire de expansión directa, ventilación y extracción en la tienda

Oficinas REPSOL (2015) / Edificio Torre Real 10 – San Isidro

Instalación de sistemas de aire acondicionado de agua helada y ventilación.

Embajada de Venezuela (2016) / Cercado de Lima

Instalación de sistemas de aire de expansión directa.

Oficinas Montana (2015) / Edificio Park Office – La Molina

Instalación de sistemas de aire acondicionado de agua helada y ventilación.

Estudio Rodríguez Angobaldo (2015) / San Isidro

Instalación de sistemas de aire de expansión directa.

Oficinas LINDLEY (2015) / Edificio Park Office – La Molina

Instalación de sistemas de aire acondicionado de agua helada y ventilación.

Oficinas COSAPI DATA (2015) / Edificio CAPITAL – San Isidro

Instalación de sistemas de aire acondicionado de agua helada y ventilación.

Oficinas ESET (2015) / Edificio Park Office – La Molina

Instalación de sistemas de aire acondicionado de agua helada y ventilación.

Oficinas GAITEX (2015) / Edificio Park Office – La Molina

Instalación de sistemas de aire acondicionado de agua helada y ventilación.

Oficinas AEROCONSULT (2015) / Edificio Park Office – La Molina

Instalación de sistemas de aire acondicionado de agua helada y ventilación.

Oficinas ENAEX (2015) / Edificio Los Portales – San Isidro

Instalación de sistemas de aire acondicionado de agua helada y ventilación.

Oficinas ADP (2015) / Benavides – Miraflores

Instalación de sistemas de aire acondicionado de agua helada y ventilación.

Oficinas Atento (2015) / Centro Cívico – Cercado de Lima

Instalación de sistemas de aire de expansión directa.

Oficinas COMPASS CROUP (2014) / Edificio 28 de Julio – Miraflores

Instalación de sistemas de aire acondicionado de agua helada y ventilación.

Oficinas TOYOTA (2014) / Edificio Torre Real 8– San Isidro

Instalación de sistemas de aire acondicionado de agua helada y ventilación.

Oficinas BANBIF (2014) / Rivera Navarrete – San Isidro

Instalación de sistemas de aire acondicionado de agua helada y ventilación.

Oficinas OMD - OMG (2014) / Armendáris – Miraflores

Instalación de sistemas de aire acondicionado de agua helada y ventilación.

Oficinas ITETE (2014) / Conquistadores – San Isidro

Instalación de sistemas de aire acondicionado de expansión directa.

Oficinas Maquinarias NISSAN (2014) / Torre Real – San Isidro

Instalación de sistemas de aire acondicionado de expansión directa.

Oficinas LAN Piso10 (2014) / Edificio LAN – Miraflores

Instalación de sistemas de aire acondicionado de agua helada y ventilación.

IV. CONCLUSIONES

- a) En conclusión el presente informe se enfoca en la implementación de uno de los proyectos de instalación de sistemas HVAC, durante el tiempo de experiencia profesional alcanzada como jefe de operaciones donde supervisé la implementación de proyectos de climatización y ventilación mecánica.
- b) Específicamente con la implementación del sistema de aire acondicionado de volumen variable en las aulas del ICPNA de la sede de Miraflores comprobamos mediante el análisis de costos detallado líneas arriba que el proyecto fue viable dejando un margen de ganancia aceptable.
- c) Asimismo con la implementación de este tipo de sistema el cliente podrá obtener a mediano plazo un ahorro en el consumo eléctrico, ahorro de espacio para ubicación de unidades condensadoras y tendrá sus aulas a temperatura confortable.

V. RECOMENDACIONES

- a) Para lograr instalaciones eficientes se recomienda que el ingeniero proyectista realice un cálculo correcto de las cargas térmicas considerando todos los criterios a considerar indicados en el ASHRAE y manual CARRIER.
- b) Para que la instalación de un sistema no tenga problemas posteriores a la entrega de obra, los materiales a emplearse en la implementación del proyecto deben de ser los apropiados y de buena calidad (como tuberías de cobre, aislamiento, cableado, gas refrigerante, tuberías de Pvc, pegamento, entre otros).
- c) El personal que interviene en la instalación debe estar calificado y certificado para la tarea encomendada.
- d) Los trabajos en altura, sobre andamios colgantes o Izajes de cargas siempre deben realizarse con la supervisión de un Ingeniero de seguridad o PDR, asimismo cumplirse con todos los permisos previos a la ejecución de los trabajos.

VI. REFERENCIAS

- Cabrera, L. (2019) *Diseño de un sistema de climatización de aire acondicionado VRF con reporte del software Hisense para el edificio de la biblioteca general UCSG*. [Tesis de grado, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil]. <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/12490>
- Cóndor, L. (2021). *Eficiencia energética en el sistema de expansión directa y el sistema VRV de aire acondicionado en una oficina*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/16211>
- Espinoza Mejia, G. (2019). *Diseño de un sistema de aire acondicionado tipo caudal de refrigerante variable (VRF) y selección de equipos con el software LATS-HVAC LG, para mejorar el confort del Hotel Asturias en Lince*. [Tesis de grado]. Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur
- Fuentes Freixanet, V. A. (1984). *Arquitectura bioclimática*, pp. 58 – 74.
- Guerrero, E.J. (2021). *Implementación de un sistema de climatización VRV para disminuir el consumo eléctrico en clínicas de la ciudad de Lima – Perú*. [Tesis de grado, Universidad Privada del Norte]. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/29850>
- Sanchez, S. (2017) *Diseño de un sistema de aire acondicionado con volumen de refrigerante variable de 1140 m² para el ahorro de energía eléctrica Sunat de Villa el salvador*. [Tesis de grado, Universidad Nacional del Callao]. <https://repositorio.unac.edu.pe/handle/20.500.12952/3458>

De los gráficos e imágenes:

(Friomarketperu.com, 2023)

(Friotemp.com, 2023)

(cosmoplas.pe, 2023)

(tecnoloxia.org, 2008)

(preciogas.com, 2023)

(midea.es, 2023)

(insumosfirstpro.com, 2023)

(airfoxperu.com, 2023)

(Lope, 2019) Fotos tomadas por mi persona.

VII. ANEXOS

A continuación adjuntamos algunas imágenes de la instalación desarrollada en el ICPNA de Miraflores:

Figura 20

Imágenes de pruebas de vacío de los sistemas



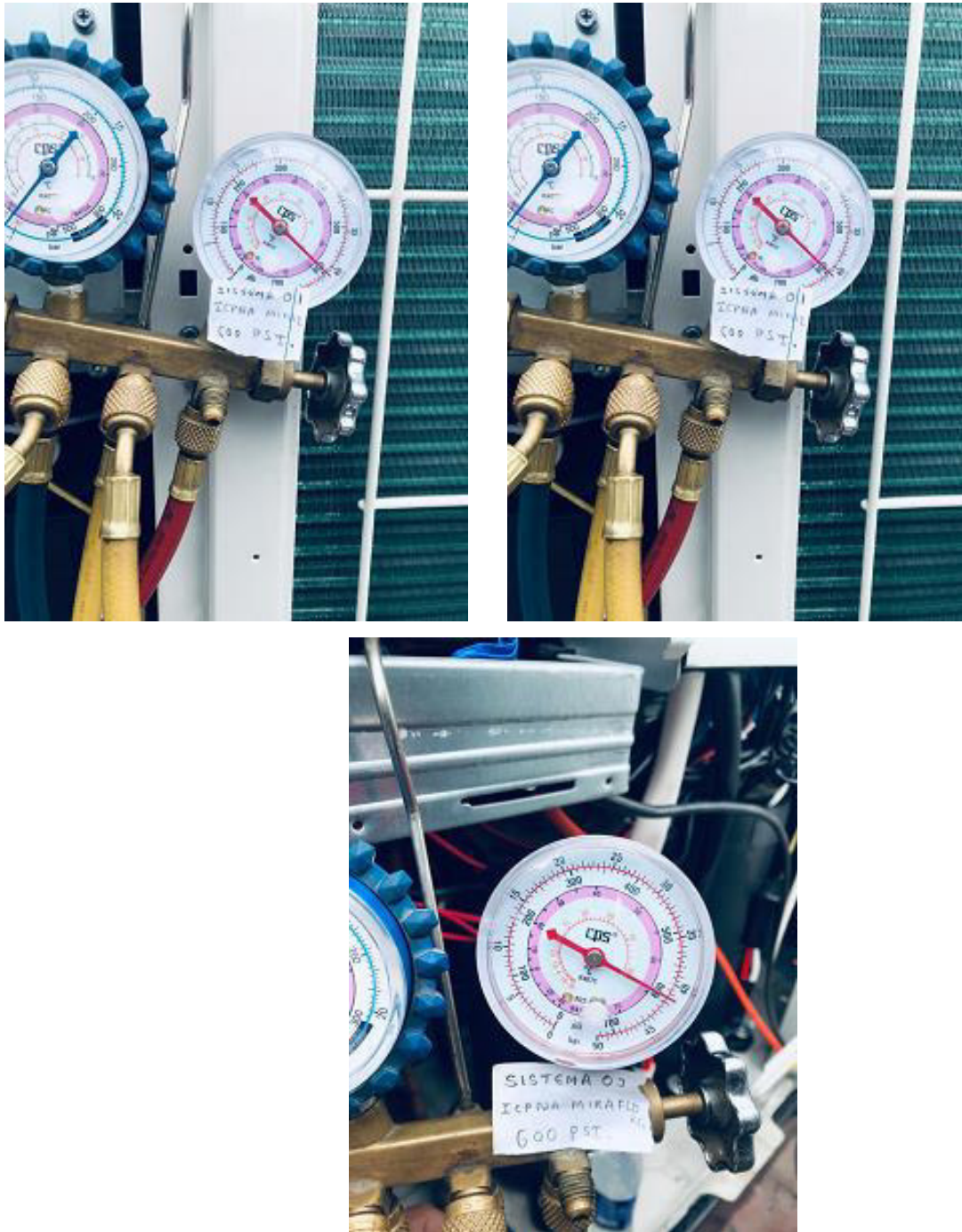


Nota: Medición del vacuometro al realizar las pruebas de vacío en los 3 sistemas que se instalaron.

Fuente: (Lope, 2019)

Figura 21

Imágenes de pruebas de presión



Nota: Medición del manómetro al realizar las pruebas de presurización en los 3 sistemas que se instalaron.

Fuente: (Lope, 2019)

Figura 22

Imágenes de módulos de unidades condensadoras





Nota: fotos de los 3 módulos de unidades condensadoras que se instalaron

Fuente: (Lope, 2019)

Figura 23

Imagen de unidad evaporadora tipo cassette360°



Nota: foto de la unidad evaporadora tipo cassette 360° modelo diseñado para poder distribuir el aire en todas las direcciones.

Fuente: (Lope, 2019)

Figura 24

Imagen del termostato alámbrico y el módulo de control



Nota: El termostato permite realizar varios controles como temperatura, dirección de las descarga de aire, velocidad y otros parámetros.

Fuente: (Lope, 2019)

Figura 25

Imagen de cómo se realizó el tendido de las tuberías de cobre en la pared



Nota: Para la realización del tendido de tuberías de cobre en la pared se utilizó un andamio colgante motorizado.

Fuente: (Lope, 2019)