



**UNIVERSIDAD JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI**  
**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

**MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO  
E ILUMINACIÓN GENERAL DE PLANTA EN LA CENTRAL  
TÉRMICA ILO 1 ENGIE – PERÚ**

**PRESENTADO POR**

**BACHILLER JOSE ERNESTO GONZALES ARUHUANCA**

**ASESOR**

**ING. FELIX RICARDO PEREZ PUERTAS**

**PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO  
ELÉCTRICO**

**MOQUEGUA – PERÚ**

**2023**

## ÍNDICE

	<b>Pág.</b>
DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTOS.....	ii
ÍNDICE. ....	iii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT .....	xi
INTRODUCCIÓN.....	xii

### CAPÍTULO I

#### ASPECTOS GENERALES DEL TEMA

1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Aspectos generales de la empresa.....	2
1.2.1. Razón social.....	2
1.2.2. Actividades que realiza la empresa. ....	2
1.2.3. Ubicación.....	3
1.3. Contexto socioeconómico.....	4
1.4. Descripción de la experiencia.....	5
1.5. Explicación del cargo .....	5

1.6.	Propósito del puesto.....	6
1.7.	Proceso objetivo del informe .....	6
1.8.	Resultados concretos .....	7

## **CAPÍTULO II**

### **FUNDAMENTACIÓN**

2.1	Explicación del papel que jugaron la teoría y práctica en el desempeño profesional.....	8
2.1.1	Ciclo de refrigeración .....	8
2.1.2	Partes del sistema de aire acondicionado.....	9
2.1.2.1	Compresor .....	9
2.1.2.2	Válvula de expansión.....	10
2.1.2.3	Evaporador.....	11
2.1.2.4	Condensador .....	12
2.1.2.5	Componentes Secundarios.....	12
2.1.3	Tipos de unidades de aire acondicionado .....	14
2.1.3.1	Sistema tipo Compacto o Ventana.....	14
2.1.3.2	Sistema tipo Split.....	16
2.1.3.3	Sistema tipo Paquete.....	17
2.1.3.4	Sistema tipo Chiller .....	18
2.1.4	Gases refrigerantes .....	19
2.1.4.1	Clases de gases refrigerantes .....	19
2.1.4.2	Tipos de gases refrigerantes.....	21
2.1.5	Fallas presentadas en unidades de aire acondicionado en la Central Térmica Ilo 1.....	23

2.1.6	Iluminación general .....	24
2.1.7	Flujo luminoso.....	24
2.1.8	Tipos de luminarias .....	24
2.1.8.1	Lámparas incandescentes .....	24
2.1.8.2	Lámparas halógenas .....	25
2.1.8.3	Lámparas fluorescentes .....	26
2.1.8.4	Lámparas de vapor de mercurio. ....	27
2.1.8.5	Lámparas de vapor de sodio. ....	28
2.1.8.6	Lámparas LED .....	29
2.1.9	Fallas presentadas en iluminación general en la Central Térmica Ilo 1 .....	30
2.2	Descripción de las acciones, metodología y procedimiento a los que se recurrieron para resolver la situación profesional objeto del informe.....	31
2.2.1	Definición de mantenimiento. ....	31
2.2.2	Mantenimiento Correctivo .....	32
2.2.3	Mantenimiento Preventivo .....	32
2.2.4	Procedimiento del mantenimiento de unidades de aire acondicionado en la Central Térmica Ilo .....	32
2.2.5	Procedimiento del mantenimiento de iluminación general en la Central Térmica Ilo .....	35

### **CAPÍTULO III**

#### **APORTES Y DESARROLLO DE EXPERIENCIAS**

3.1	Aportes utilizando los conocimientos o bases teóricas.....	37
3.1.1	Seguridad y salud ocupacional .....	37

3.1.2 Reconocimiento de equipos.....	38
3.1.3 Lectura de planos eléctricos y leyenda de tableros.....	40
3.2 Desarrollo de la experiencia .....	43
CONCLUSIONES.....	44
RECOMENDACIONES .....	45
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	46
ANEXOS.....	48

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Ubicación geográfica de la CT Ilo 1 .....	3
Figura 2 Central Térmica Ilo 1 .....	4
Figura 3. Crecimiento de inversiones en el Perú sector servicios 2021 .....	5
Figura 4. Ciclo de Refrigeración .....	9
Figura 5. Compresor de aire acondicionado tipo Scroll.....	10
Figura 6. Válvula de expansión.....	11
Figura 7. Evaporador.....	11
Figura 8. Condensador de aire acondicionado .....	12
Figura 9. Recibidor de líquido.....	13
Figura 10. Filtro secador .....	14
Figura 11. Acumulador de succión.....	14
Figura 12. Equipo HVAC tipo ventana .....	15
Figura 13. Equipo HVAC tipo split .....	16
Figura 14. Equipo HVAC tipo paquete .....	17
Figura 15. Equipo HVAC tipo chiller .....	18
Figura 16. Gas refrigerante R-22.....	22
Figura 17. Gas refrigerante R-407C.....	22
Figura 18. Gas refrigerante R-410A.....	23
Figura 19. Foco incandescente .....	25
Figura 20. Bombilla halógena de calefacción .....	25
Figura 21. Lámpara fluorescente.....	26
Figura 22. Balastro de fluorescente.....	27

Figura 23. Arrancador de fluorescente.....	27
Figura 24. Lámpara vapor de mercurio 250W .....	28
Figura 25. Lámpara vapor de sodio 250W .....	29
Figura 26. Foco Led .....	30
Figura 27. Fluorescente Led.....	30
Figura 28. Formato de mantenimiento de equipos HVAC .....	40
Figura 29. Formato de componentes de equipos HVAC .....	40
Figura 30. Formato de mediciones de equipos HVAC .....	41
Figura 31. Diagrama eléctrico de condensador de HVAC.....	39
Figura 32. Leyenda de tablero de iluminación.....	42

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Muestra de coeficientes ODP y GWP de refrigerantes .....	19
Tabla 2. Clases de refrigerantes.....	21

## **RESUMEN**

El presente informe de trabajo de suficiencia profesional detalla la experiencia laboral desempeñada en la empresa contratista TALLER MECÁNICO Y TRANSPORTES ILO, en donde se dedicó a brindar varios tipos de servicios industriales del cual eran parte del servicio integral de mantenimiento general de la Planta Ilo 1. Uno de los servicios era el mantenimiento de equipos de aire acondicionado (HVAC) e iluminación general de la Central Térmica Ilo 1 – ENGIE S.A., del cual era el supervisor técnico, responsable de los trabajos de mantenimiento correctivo y preventivo en mi área.

Palabras clave: mantenimiento, aire acondicionado, iluminación.

## **ABSTRACT**

This professional proficiency work report details the work experience carried out in the contractor company TALLER MECÁNICO Y TRANSPORTES ILO, where it was dedicated to providing various types of industrial services which were part of the comprehensive general maintenance service of the Ilo 1 Plant. One of the services was the maintenance of air conditioning equipment (HVAC) and general lightning of the Ilo 1 plant – ENGIE S.A., of which I was the technical supervisor, responsible for corrective and preventive maintenance work in my area.

Keywords: maintenance, air conditioning, lightning

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de suficiencia profesional informa los trabajos de mantenimiento de equipos HVAC y de los de iluminación general de la planta Ilo 1 con la empresa TALLER MECÁNICO Y TRANSPORTES ILO, que se realizaron en el período 2021-2022.

Este Informe se divide en cuatro capítulos:

El primer capítulo se redactan los objetivos que se quieren conseguir en este informe, datos de la empresa, antecedentes y el contexto socioeconómico.

En el segundo capítulo se basa en los fundamentos teóricos de los equipos de aire acondicionado, los tipos de equipos que hay en la Central Térmica Ilo 1, su funcionamiento de equipos HVAC, las fallas presentadas y el procedimiento de mantenimiento que se aplica. Y por parte de la iluminación general; los tipos de luminarias que hay en toda la planta, sus fallas presentadas y su respectivo mantenimiento de acuerdo al procedimiento establecido.

La tercera parte se demuestra los aportes y se mencionan los desarrollos de la experiencia de cómo era el trabajo de mantenimiento diario programado de los equipos HVAC y de la iluminación general.

Y por último las conclusiones y recomendaciones del informe final de suficiencia profesional.

En la sección Anexos, se puede evidenciar las tareas realizadas con imágenes y la tabla con la cantidad de luminarias en la Central Térmica Ilo 1.

# **CAPÍTULO I**

## **ASPECTOS GENERALES DEL TEMA**

### **1.1. Antecedentes**

El acondicionamiento del aire es el proceso que enfría, limpia y circula el aire, además, controla el grado de humedad; un equipo hvac realiza este trabajo de manera simultánea. Al aire acondicionado se considera hoy en día como uno de los inventos más importantes del siglo XX. Su amplitud de poder controlar la temperatura, la humedad, el polvo; de las zonas agrícolas, residenciales, industriales y comerciales tiene un buen resultado en el confort del aire que desea una persona o máquina.

Por otro lado, según Manrique (2018), afirman que debido al desarrollo de la tecnología led desde el sistema de iluminación led blanco en Japón en 1997, el mercado global es cada vez más exigente en convertir las fuentes de luz tradicionales en soluciones eficientes, y durabilidad basada en iluminación led.

La capacidad de ofrecer soluciones de un alto rendimiento desde el punto de vista del ahorro energético, eliminando costos de mantenimiento cambiando y desechando luminarias cada cierto tiempo; ofreciendo un sistema de durabilidad, ha convertido a la tecnología led en una proyección a futuro en calidad de iluminación residencial, comercial e industrial.

## **1.2. Aspectos generales de la empresa**

### **1.2.1. Razón social.**

Nombre de la empresa: TALLER MECÁNICO Y TRANSPORTES ILO

R.U.C.: 20503980216

### **1.2.2. Actividades que realiza la empresa.**

- Servicios de mantenimiento general para plantas industriales.
- Mantenimiento de equipos HVAC y electricidad.
- Fabricación, diseño de elementos y componentes estructurales.
- Maquinado de piezas en fresadora, tornería, cepilladoras.
- Aislamiento térmico industrial
- Servicios de soldadura especial TIG, MIG/MAG.
- Montaje y desmontaje de andamios
- Montaje, desmontaje de estructuras metálicas.
- Pintura industrial
- Limpieza industrial
- Alquiler de grúas de 3 y 22 Tn.

### 1.2.3. Ubicación.

La Central Térmica Ilo 1 está ubicada adentro de las instalaciones de Fundición de la empresa SPCC (Southern Perú Copper Corporation), a unos 17 km al norte del puerto de Ilo, distrito de Pacocha, provincia Ilo y región Moquegua.

**Figura 1**

*Ubicación geográfica de la CT Ilo 1.*



*Nota:* Ministerio de Energía y Minas, 2022

**Figura 2**

*Central Térmica Ilo 1*

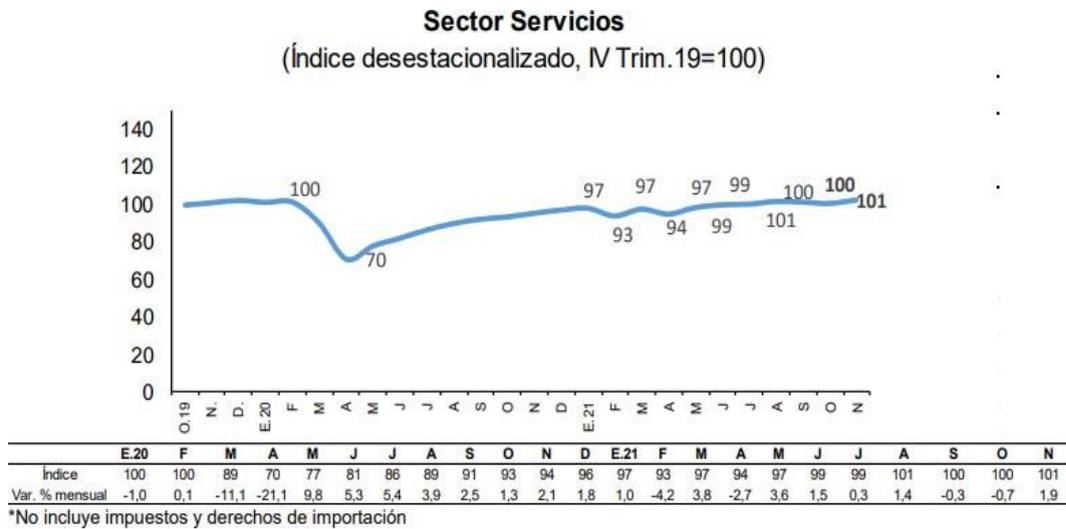


### **1.3. Contexto socioeconómico**

Ministerio de Economía y Finanzas (2021). Precisó que el BCRP (Banco Central de Reserva del Perú) en su reporte de actividades económicas en el mes de noviembre del año 2021, estimó que en el rubro de servicios brindados a empresas creció una cantidad del 6%, por el efecto base del año previo, que a pesar de la pandemia del Covid-19, algunas empresas permanentes, han continuado contratando los servicios de empresas terceristas, asesoría, servicios de mantenimiento, arquitectura y de ingeniería.

**Figura 3**

*Aumento de inversiones en Perú en el sector servicios hasta noviembre 2021*



*Nota:* Banco Central de Reserva del Perú, 2022

#### **1.4. Descripción de la experiencia**

El ejercicio laboral desarrollado era de Supervisor Técnico Electricista con la empresa contratista Taller Mecánico y Transportes Ilo, en el área de mantenimiento de la Central Térmica Ilo 1 – Engie S.A. desde el 04 de enero del 2021 hasta el 15 de enero del 2022 donde mi intervención fue de manera directa y presencial en las actividades relacionadas a la electricidad, ampliando así mis conocimientos y poniendo en práctica los fundamentos teóricos que aprendí en la universidad y experiencia laboral.

#### **1.5. Explicación del cargo**

Como Supervisor Técnico Electricista estuve encargado de 04 técnicos electricistas en donde mi función era supervisar, inspeccionar, gestionar y planificar los trabajos de mantenimiento de equipos HVAC y del mantenimiento de la iluminación general de la planta Ilo 1. Además de realizar informes mensuales de los trabajos realizados, elaboración de procedimientos de mantenimiento de los trabajos a intervenir, solicitud de materiales y continuas coordinaciones con el supervisor del área de mantenimiento de electricidad de Engie y el jefe de operaciones de la Central

Térmica Ilo 1.

### **1.6. Propósito del puesto**

- Garantizar que el personal de la empresa conozca, comprendan y sigan el procedimiento de trabajo elaborado por el supervisor encargado.
- Identificar los riesgos y peligros asociados a los trabajos que se ejecutan.
- Identificar y publicar el plan de respuesta a emergencias elaborado por el supervisor de seguridad.
- Dar a conocer y verificar que los trabajadores conozcan y cumplan con los documentos de seguridad, ATS, PETS, e IPERC y usen correctamente sus EPP (Equipos de protección personal).
- Coordinar y planificar con el jefe u operador de la planta y también con el supervisor del área, para revisar el alcance de los servicios a realizar.
- Supervisión permanente durante el período de los trabajos de mantenimiento.

### **1.7. Proceso objetivo del informe**

Explicar el mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos de unidades de aire acondicionado y de la iluminación general de planta Ilo 1.

El presente trabajo menciona los diferentes equipos y tipos de unidades de aire acondicionado de la planta Ilo 1, así como los tipos de refrigerantes de cada equipo y el procedimiento que elaboré para el mantenimiento que se brinda a los equipos hvac; por otro lado, en la iluminación general se menciona la reparación de acuerdo al procedimiento elaborado de luminarias tipo convencional (bombillas incandescentes, halógenas, fluorescentes, reflectores) que están instalados en la planta Ilo 1, por otro lado si no se encontraron los repuestos necesarios, el cambio a luminarias led.

## **1.8. Resultados concretos**

En mi etapa de Supervisor Técnico Electricista, era mi responsabilidad las siguientes funciones:

- Responsable de la ejecución de los cronogramas de trabajos diarios, avances y solicitudes de material o repuestos en caso sea necesario.
- Velar por la seguridad de los trabajadores y de la calidad de los trabajos ejecutados.
- Cerrar las órdenes de trabajos de equipos hvac y de la iluminación general de la planta Ilo 1.
- Gestionar y supervisar que se ejecute el procedimiento de mantenimiento correctivo, preventivo de los equipos de aire acondicionado y de la iluminación general de la planta Ilo 1.

## **CAPÍTULO II**

### **FUNDAMENTACIÓN**

#### **2.1 Explicación del papel que jugaron la teoría y práctica en el desempeño profesional**

A continuación, se detallará los conceptos teóricos del ciclo de refrigeración y la iluminación, así como su funcionamiento y componentes que se encontraron instalados en la Central Térmica Ilo 1, ubicada en la fundición de Southern Perú Copper Corporation (SPCC) en Ilo.

##### **2.1.1 Ciclo de refrigeración.**

Según Cengel & Boles (2012). Los refrigeradores son dispositivos de circulación y el fluido de trabajo utilizado en el ciclo de refrigeración se conoce como refrigerante, donde el calor se extrae de la cámara frigorífica a temperatura fría. El calor en el calentador se transfiere al espacio deseado con la temperatura caliente y el trabajo realizado es la entrada de energía al refrigerador. Otros dispositivos que transfieren calor de áreas de menor temperatura a áreas de mayor temperatura se denominan bombas de calor, similares a los refrigeradores.

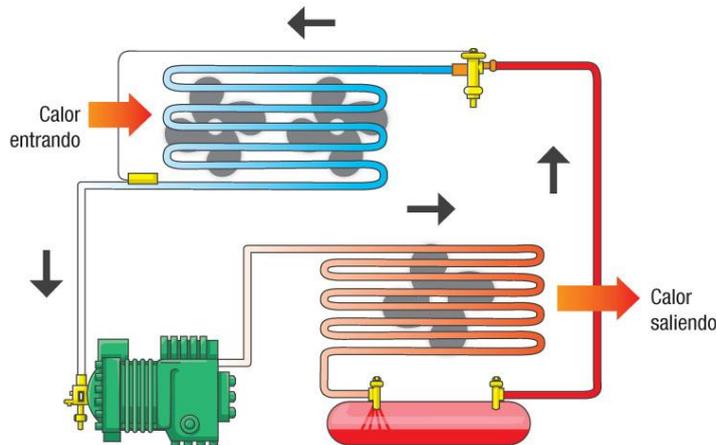
Espinoza (2017), El ciclo funciona de la siguiente manera:

El corazón del sistema es el compresor, este comprime el refrigerante de alta presión, lo pasa por la línea de líquido al recipiente receptor, por el filtro secador a

la unidad de control, separando los dos lados de presión alta y baja del sistema. Se pueden usar varios dispositivos de control de flujo, considere una válvula de expansión que controla el flujo de refrigerante líquido hacia el evaporador y reduce la presión y la temperatura del refrigerante a través de un orificio pequeño.

**Figura 4**

*Ciclo de Refrigeración*



*Nota:* Yáñez, 2014

## **2.1.2 Partes del sistema de aire acondicionado.**

### **2.1.2.1 Compresor.**

Según Espinoza (2017). Este es el corazón en el sistema de refrigeración, su función es succionar el refrigerante líquido a baja presión y baja temperatura, comprimirlo y luego liberarlo a una alta presión y alta temperatura en la que después se va a condensar. Los tipos de compresores comúnmente utilizados en refrigeración son:

- Alternativos
- Tornillo o helicoidales
- Rotativos
- Centrífugos

Los tres primeros son de expansión; donde el refrigerante es comprimido mecánicamente por un elemento de compresión reductor de volumen. Los compresores centrífugos tienen desplazamiento cinemático porque comprimen por la fuerza centrífuga que actúa sobre el refrigerante cuando el impulsor gira a alta

velocidad.

El motor del compresor en la unidad de aire acondicionado es de tipo rotativo hermético y semihermético, el último de los cuales es se puede aplicar un mantenimiento; porque se puede desarmar mecánicamente. En los herméticos, tienen sola una vida útil en donde ocurra una falla o a daño al equipo se tiene que reemplazar por uno nuevo.

Todos los compresores de los equipos de aire acondicionado de la Central Térmica Ilo 1 eran tipo scroll, como se muestra en la siguiente figura.

**Figura 5**

*Compresor de aire acondicionado tipo Scroll*



*Nota:* Grainger, 2018

### ***2.1.2.2 Válvula de expansión.***

Las válvulas de expansión están diseñadas para controlar el flujo de refrigerante líquido al evaporador. Esta inyección de refrigerante siempre estará controlada por un termostato ubicado en la parte superior de la válvula, que se controla de acuerdo con el sobrecalentamiento del refrigerante.

**Figura 6**

*Válvula de expansión*



*Nota: Danfoss, 2019*

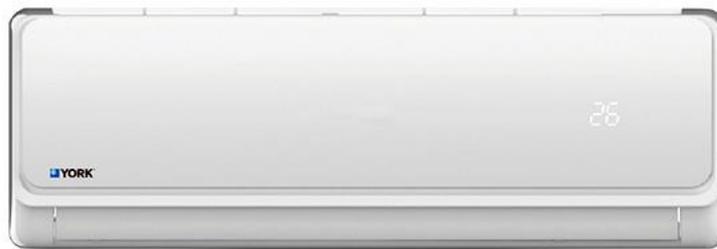
### **2.1.2.3 Evaporador.**

Según Espinoza, (2017).

La función principal del evaporador es captar el calor del espacio enfriado. Además de eliminar o retener la humedad en el área a enfriar. El evaporador es un intercambiador de calor, es un componente del aire acondicionado que cumple la función de transferir calor al ambiente, ya sea una persona o un producto, a una temperatura confortable.

**Figura 7**

*Evaporador*



*Nota: Cold Import S.A., 2020*

#### **2.1.2.4 Condensador.**

Espinoza (2017). El condensador, funciona según el principio de convección forzada, es decir, es enfriado por un ventilador porque permite cambiar físicamente el refrigerante en el sistema de refrigeración. El vapor refrigerante se comprime en el compresor. Cuando llega al condensador como vapor a alta presión proveniente del evaporador, se intercambia la temperatura. Por lo que, el calor refrigerante que absorbe el evaporador se libera al medio ambiente. En este punto, el condensador debe dejar pasar el refrigerante que se evapora a través del líquido saturado para que permanezca en este estado en todo momento.

**Figura 8**

*Condensador de aire acondicionado*



*Nota:* Cold Import S.A., 2020

#### **2.1.2.5 Componentes secundarios.**

Existen además otros componentes que complementan al ciclo de refrigeración, son los siguientes:

-Recibidor de líquido: Instalado entre el condensador y la unidad de expansión, permite que el refrigerante líquido se mantenga temporalmente en el condensador antes de pasar a la válvula de expansión. Este elemento permite que el líquido fluya

hacia el interior del dispositivo de expansión. También almacena refrigerante que no es necesario en el sistema cuando está operando. Los recibidores de líquido no deben usarse en un sistema capilar porque durante el ciclo de apagado el líquido puede fluir hacia el evaporador y comprimir el líquido cuando se reinicia el sistema.

**Figura 9**

*Recibidor de líquido*



*Nota:* Cold Import S.A., 2020

-Filtro secador: La tarea de este dispositivo es eliminar la humedad y los objetos extraños que puedan ser levantados por el refrigerante durante su funcionamiento. Es de material de cobre, tiene desecantes, se instala entre el condensador y el dispositivo de expansión. La humedad en el refrigerante puede causar problemas ya que puede congelarse. (Rodas, 2018).

**Figura 10**

*Filtro secador*



*Nota:* Cold Import S.A., 2020

Acumulador: Está instalado entre el evaporador y el compresor cuya función es evitar que el refrigerante en estado líquido entre en el compresor, devolviendo solo vapor al compresor. (Rodas, 2018).

**Figura 11**

*Acumulador de succión*



*Nota:* Cold Import S.A., 2020

### **2.1.3 Tipos de sistemas de unidades de aire acondicionado en la Central Térmica Ilo 1.**

#### ***2.1.3.1 Sistema de tipo Ventana.***

CIAC (2015). Es una unidad unitaria, compacta y de flujo directo, es decir, el aire enfriado se descarga directamente en la habitación a través de la unidad. Por regla general, se utilizan para el aire acondicionado de habitaciones pequeñas y separadas, ya que tienen una baja capacidad de refrigeración.

Ventajas:

- Se instala en las paredes o ventanas que tengan espacios hacia el exterior.
- Ventila el área ya que trae aire fresco al interior y renueva el aire viciado.
- Su precio es más económico comparable a los demás equipos, al igual que su instalación.
- Tiene un mantenimiento fácil.

Desventajas:

- Se pierde la vista al exterior cuando es instalado en una ventana.
- No ingresa luz por el lado donde está montado.
- A veces consumen más electricidad, ya que este encendido casi todo el tiempo.
- Tiene un sonido un poco elevado al momento de operación.
- Se tiene que poner un drenaje adicional, para que no gotee hacia el piso.

**Figura 12**

*Equipo HVAC tipo ventana*



*Nota: Motorex S.A., 2019*

### **2.1.3.2 Sistema tipo Split.**

Este tipo de aire acondicionado fue el más utilizado por la empresa en la planta, estaban instaladas en oficinas y almacén.

Rodas (2018). Es diferente a los compactos, ya que el compresor y condensador tienen que estar instalados al exterior del espacio a enfriar. Solo la unidad del evaporador está al interior del ambiente. Están interconectados por tubos de cobre de refrigerante y conexiones eléctricas.

Ventajas:

- Son de adaptación y montaje sencillo, pueden instalarse en viviendas y oficinas.
- Para la programación del confort del ambiente, es a través de un control remoto
- Tiene un nivel de bajo ruido cuando está en operación.
- Es de fácil mantenimiento.
- No consumen mucha energía eléctrica.

Desventajas:

- Se perfora la pared o techo para las interconexiones de los tubos de cobre (tubín).
- El condensador está situado en el exterior o techo del cuarto o vivienda.

**Figura 13**

*Equipo HVAC tipo Split*



*Nota: Uezu Group S.A.C., 2016*

### **2.1.3.3 Sistema tipo Paquete.**

Este tipo de sistema estaba instalado en la sala de operaciones, así como el tablero de comunicaciones ubicadas en la Central Térmica Ilo 1.

Rodas (2018). Son de tipo central, quiere decir que todos sus componentes están juntos en un solo equipo y el aire se distribuye a los espacios a través de ductos aislados para evitar que el aire se pierda en el recorrido. Se emplean en edificaciones de gran tamaño, por ejemplo; bancos, oficinas, centros deportivos, restaurantes, etc. Son instalados al exterior de los ambientes a enfriar.

Ventajas:

- Nivel bajo de ruido
- Eficiente y confort de ventilación.

Desventajas:

- No se puede programar a temperaturas muy bajas.
- Instalación requiere técnicos especializados.
- Son robustos, tienen un gran peso y tamaño.

#### **Figura 14**

*Equipo HVAC tipo paquete*



*Nota: Cold Import S.A., 2020*

### **2.1.3.4 Sistema tipo Chiller.**

Este tipo de aire acondicionado no se encontró en la central térmica Ilo 1, pero en su momento se estuvo gestionando para implementar uno para así evitar tener varios equipos en un mismo pabellón y evitar el mantenimiento a varias unidades.

Rodas (2018). Es un dispositivo de flujo indirecto ya que el aire se distribuye a través de conductos a las diferentes estancias. Consiste en un sistema central encargado de enfriar el líquido, generalmente agua, que se distribuye a varias unidades frigoríficas ubicadas en áreas donde se requiere aire acondicionado. El agua enfriada fluye desde la unidad exterior a través de tuberías (PVC, cobre o acero) hasta el controlador de aire o componentes llamados fancoils (ventiladores), que distribuyen el aire en los ductos y enfrían a los ambientes.

Ventajas:

- Pueden tener varios fancoils para distintos lugares a enfriar.
- Este equipo se utiliza en edificaciones de gran envergadura.
- Nivel de ruido mínimo en los ductos.
- Tienen una larga vida útil.

Desventajas:

- Instalación requiere técnicos especializados y es cara.
- Tienen un gran peso y tamaño.
- No se usa en edificaciones pequeñas.

**Figura 15**

*Equipo HVAC tipo chiller*



*Nota: Cold Import S.A., 2020*

## 2.1.4 Gases refrigerantes.

Mora y Gonzales (2020). Los gases refrigerantes son de suma necesidad, puesto que sin ellos los sistemas de refrigeración y aire acondicionado no podrían ser utilizados, éstos son importantes porque transmite energía calorífica de baja temperatura (evaporador) y lo lleva a otro de alta temperatura (condensador) entregando el calor. Estos gases generan un impacto al medio ambiente en la capa de ozono (ODP) y el calentamiento global (GWP)

**Tabla 1**

*Muestra de coeficientes ODP y GWP de refrigerantes*

Refrigerantes	ODP	GWP
R-11	1	4000
R-12	1	8100
R-1234yf	0	4
R-22	0.05	1700
R-32	0	675
R-125	0	220
R-134A	0	1300
R-143A	0	1000
R-404A	0	3750
R-407C	0	1610
R-410A	0	1725
R-417A	0	2240
R-422A	0	2530
R-290	0	3
R-600	0	5
R-449A	0	2
R-452A	0	3
R-513A	0	5
R-744	0	1

*Nota:* Mora y Gonzales, 2020

### 2.1.4.1 Clases de gases refrigerantes.

a) Los clorofluorocarbonos (CFC): Son iniciales de cloro, flúor y carbono y son químicamente estables más aun cuando son expuesto a la atmósfera, puesto que, no contienen hidrógeno y dañan al medio ambiente ODP y GWP por lo que contienen

cloro. (Mora y Gonzales, 2020).

b) Los Hidroclorofluorocarbonos (HCFC): Estos tipos de gases son similares a los CFC, pero con átomos de hidrógeno y son de menor interacción contaminante al medio ambiente ya que tienen hidrógeno. (Mora y Gonzales, 2020).

c) Los Hidrofluorocarbonos (HFC): Son las iniciales del hidrogeno, flúor y carbono. Estas no dañan a la capa de ozono (ODP), puesto que no contiene cloro, pero sí al calentamiento global (GWP) respecto con el medio ambiente. (Mora y Gonzales, 2020).

d) Mezclas zeotrópicas: La característica de este refrigerante, durante el cambio de fase o calor latente, estos componentes se pueden separar, pero cuando termina este cambio sigue siendo el mismo refrigerante y también se le conoce como deslizamiento de temperatura (quedan en la serie de los 400 y llevan una letra mayúscula: R-407C, R-410A, etc. (Mora y Gonzales, 2020).

e) Mezclas azeotrópicas: Se comporta como un compuesto puro porque está compuesto por una sustancia binaria, puesto que, cuando está en la evaporación o en la condensación mantiene su misma composición que quedan en la serie de los 500; R-502, R-507, etc. (Mora y Gonzales, 2020).

A continuación, se muestra la tabla de algunas clases de refrigerantes.

**Tabla 2***Clases de refrigerantes*

<b>Producto</b>	<b>Número ASHRAE</b>	<b>Tipo de refrigerante</b>	<b>Clase</b>	<b>Lubricante</b>	<b>Punto de ebullición</b>
Genetron 11	R-11	Compuesto	CFC	MO	74.7
Genetron 12	R-12	Compuesto	CFC	MO	-21.6
Genetron 22	R-22	Compuesto	HCFC	AB	-41.6
Genetron 23	R-23	Compuesto	HFC	POE	-115
Genetron 123	R-123	Compuesto	HCFC	AB	82.1
Genetron 134	R-134	Compuesto	HFC	POE	-14.9
Genetron MP-39	R-401A	Mezcla	HCFC	AB	-27.2
Genetron MP-66	R-401B	Mezcla	HCFC	AB	-30.4
Genetron HP-80	R-402A	Mezcla	HCFC	AB	-56.5
Genetron HP-81	R-402B	Mezcla	HCFC	AB	-52.9
Genetron 404A	R-404A	Casi-Azeótropo	HFC	POE	-51.8
Genetron 407C	R-407C	Mezcla	HCFC	POE	-46.9
Genetron 408A	R-408A	Mezcla	HCFC	AB	-49.8
Genetron 409A	R-409A	Mezcla	HCFC	MO	-29.6
Genetron AZ-20	R-410A	Casi-Azeótropo	HFC	POE	-60.9
Genetron 502	R-502	Azeótropo	CFC	AB	-49.5
Genetron 503	R-503	Azeótropo	CFC	AB	-125.5
Genetron AZ-50	R-507	Azeótropo	HFC	POE	-52.8
Genetron 508B	R-508B	Azeótropo	HFC/CFC	POE	-125.3
Genetron 290	R-290	Puro/Natural	HCFC	POE	-43.78

*Nota:* Mora y Gonzales, 2020**2.1.4.2 Tipos de gases refrigerantes.**

Los gases refrigerantes que se encontraron en la central térmica Ilo 1 fueron R-22, R-407C y el R-410A y se describen a continuación.

a) Refrigerante R-22: Mora y Gonzales (2020). Es un gas refrigerante comercial para los sistemas de aire acondicionado y pueden estar en las casas, tiendas comerciales, en la industria, cámaras con conservación y procesos de alimentos, en los transportes y también puede ser utilizado en compresores de pistón, centrífugo y de tornillo. Actualmente este tipo de gas está prohibido su uso y venta, ya que es un gas de alto impacto ambiental.

**Figura 16**

*Gas refrigerante R-22*



*Nota: Refriworld Perú S.A.C., 2020*

b) Refrigerante R-407C: Mora y Gonzales (2020). Este gas es muy similar al R-22, usar este gas refrigerante implica tener un ODP=0 y GWP=1774, estas características indica que es menos contaminante que otros gases y más aún que se puede trabajar en los equipos ya instalados.

**Figura 17**

*Gas refrigerante R-407C*



*Nota: Refriworld Perú S.A.C., 2020*

c) Refrigerante R-410A: Mora y Gonzales (2020). Es un refrigerante fluorado libre de cloro y por lo que no daña la capa de ozono. Posee un alto rendimiento. No es

tóxico ni inflamable, se puede reciclar y reutilizar.

### Figura 18

Gas refrigerante R-410A



Nota: Refriworld Perú S.A.C, 2020

### 2.1.5 Fallas presentadas en unidades de aire acondicionado en la Central Térmica Ilo 1.

- El equipo no enfría, debido a una fuga de refrigerante o por falta de recarga de gas refrigerante.
- Presencia de hielo en el condensador o evaporador.
- Equipos sucios.
- Ruido excesivo en los ventiladores.
- Calentamiento en el compresor o no arranca.
- Desprogramación en el termostato.
- El equipo no enciende.
- Malas conexiones eléctricas, posibles cortocircuitos.
- Condensación elevada, goteo de agua.
- Tubos de cobre expuestos a la intemperie (suciedad).
- Drenaje atorado.
- Acumulación de polvo (concentrado) en los equipos expuestos.

- Filtros sintéticos sucios.
- Descargas de capacitores.
- Aletas de radiador deteriorados.

### **2.1.6 Iluminación general.**

Proporciona una distribución lumínica simétrica y uniforme sobre todo el ambiente a iluminar. Aplicado en todos los lugares; en oficinas, escuelas, fábricas, tiendas, parques, pistas etc.

### **2.1.7 Flujo luminoso.**

Castro y Posliga (2015). Es la potencia de radiación emitida por una luminaria. Su unidad de medida es el Lumen (lm) y es representada por la letra griega  $\Phi$ .

### **2.1.8 Tipos de luminarias.**

A continuación, se describirá los conceptos teóricos de los tipos de luminarias instaladas en la central térmica Ilo 1.

#### ***2.1.8.1 Lámparas incandescentes.***

García (2019). El principio de funcionamiento de la lámpara incandescente es que el filamento (conductor), generalmente de tungsteno, tiene una o dos vueltas, es decir, su temperatura se eleva hasta la aparición de radiación térmica por el paso de una corriente eléctrica. Para no quemar el filamento, se encierra en un tubo o recipiente de vidrio, en cuyo interior se introduce un gas inerte (argón, criptón, etc.), para luego emitir una luz amarilla.

**Figura 19**

*Foco incandescente*



*Nota:* Philips Peruana S.A., 2019

### **2.1.8.2 Lámparas halógenas.**

Este tipo de lámpara, se empleó para brindar calefacción a motores luego de su limpieza exterior que le aplicaban con agua desmineralizada. Las lámparas eran de 500W.

Castro y Posligua (2015). Es la evolución de la lámpara incandescente, pero ahora cuenta con un filamento de tungsteno en un gas inerte y una pequeña cantidad de halógeno (como yodo o bromo). El vidrio ha sido reemplazado por un compuesto de cuarzo que puede soportar las altas temperaturas de 250 °C requeridas para iniciar el ciclo halógeno (esto también permite el uso de una bombilla mucho más pequeña y de alta potencia).

**Figura 20**

*Bombilla halógena de calefacción*



*Nota:* Philips Peruana S.A., 2019

### ***2.1.8.3 Lámparas fluorescentes.***

Estas lámparas se encontraron en las oficinas, almacenes y algunos pasillos, estaban hermetizados y su potencia de los tubos fluorescentes eran de 18W y 32W.

García (2019). Esta categoría incluye lámparas de descarga de gas inerte y vapor de mercurio de baja presión. La descarga tiene lugar en un recipiente tubular en donde en su interior se deposita una capa de minerales fluorescentes, electrodos en ambos extremos del tubo. Cuando se aplica un voltaje adecuado entre los electrodos o el cátodo de la lámpara, se produce una descarga eléctrica que excita el mercurio a baja presión y libera radiación ultravioleta.

**Figura 21**

*Lámpara fluorescente*



*Nota:* Philips Peruana S.A., 2019

Según García (2019). Para su arranque y encendido se necesita un elemento auxiliar llamado “balastro”; es un dispositivo electromagnético, o híbrido que, por medio de inductancias, capacitancias, resistencias, y/o elementos electrónicos (transistores, tiristores, etc.), encienden la lámpara.

**Figura 22**

*Balastro de fluorescente*



*Nota:* Philips Peruana S.A., 2019

Hay algunos fluorescente que tienen un encendido retardado y otros que prenden de manera instantánea. Esto es debido al arrancador que calientan a los electrodos y prenden la lámpara. En la central térmica Ilo 1 se encontró arrancadores tipo S2 (para fluorescentes de 18W) y S10 para (tubos fluorescentes de 32W).

**Figura 23**

*Arrancador de fluorescente*



*Nota:* Philips Peruana S.A., 2019

#### ***2.1.8.4 Lámparas de vapor de mercurio.***

Estas lámparas estaban ubicadas en paredes a una altura de 4 metros o en los postes, alumbrando a pasadizos o amplias zonas. Se utilizaban lámparas de 250W y 400W; constaban de un tubo de descarga de cuarzo donde hay vapor de mercurio, el cual tiene dos electrodos principales y uno auxiliar para que el arranque sea fácil. La corriente incrementa de 1.5 a 2 veces a la corriente nominal por lo que es necesario que se controle su descarga por un balastro. Cuando se produce la estabilización del foco su flujo luminoso y color es constante; tienen un encendido retardado ya que se pueden demorar de 2 a 4 minutos a llegar al 100% de su encendido.

#### **Figura 24**

*Lámpara vapor de mercurio 250W*



*Nota: Philips Peruana S.A., 2019*

#### ***2.1.8.5 Lámparas de vapor de sodio.***

Estas lámparas estaban ubicadas en paredes a una altura de 4 metros o en los postes, alumbrando a pasadizos o amplias zonas. Se utilizaban lámparas de 250W y 400W.

García (2019). Tienen una luz “blanca dorada” o amarillo. La luz de estas lámparas da un color que los fabricantes como “blanco dorado”, pero tienden un poco al color amarillo. Es un tipo de lámpara de descarga de gas que usa vapor de sodio para producir luz, abarcan una gran área de iluminación.

**Figura 25**

*Lámpara vapor de sodio 250W*



*Nota: Philips Peruana S.A., 2019*

#### **2.1.8.6 Luminarias LED.**

Se hacía el cambio de luminarias convencional a led cuando no había repuestos en stock en almacén.

Castro y Posligua (2015). Es un tipo de lámpara semiconductor que utiliza led (diodos emisores de luz) como fuente de luz. Dado que la luz que emiten las luminarias led no es tan intensa, para lograr el mismo brillo que las incandescentes o fluorescentes.

En la actualidad este tipo de luminaria está ocupando la mayoría de campos lumínicos, ya que son eficientes y tienen un ahorro de consumo energético.

Tienen ventajas sobre la iluminación convencional; tienen una vida útil mayor, no emiten rayos UV, no contienen gases y son menos contaminantes con el medio ambiente.

**Figura 26**

*Foco Led*



*Nota:* Philips Peruana S.A., 2019

**Figura 27**

*Fluorescente Led*



*Nota:* Philips Peruana S.A., 2019

### **2.1.9 Fallas presentadas en luminarias en la Central Térmica Ilo 1.**

- Deterioro de luminarias por término de vida útil.
- Malas conexiones eléctricas.
- Interruptores defectuosos.

- Cortocircuitos por cargas excesivas.
- Cables mal dimensionados.
- Carcasa y estructura de reflectores deterioradas.
- Fallas en interruptores termomagnéticos.
- Fallas en fotoceldas.
- Canalización de luminarias y tomacorrientes en mal estado.
- Luminarias sucias.
- Arrancadores de fluorescentes no funcionan.
- Fallas en el balastro.
- Sockets de focos y fluorescentes quemados.

## **2.2 Descripción de las acciones, metodología y procedimiento del mantenimiento a los que se recurrieron para resolver la situación profesional objeto del informe**

Es muy agradable estar en el sitio en el momento en que se desarrolló las actividades del mantenimiento de equipos de aire acondicionado y la iluminación general en la planta Ilo 1, ya que pude verificar y cuantificar directamente posibles cambios directos e indirectos en las condiciones de operación, materiales, equipos, seguridad en el trabajo, gestión, planificación, etc.

### **2.2.1 Definición de mantenimiento.**

Los trabajos de mantenimiento de equipos de aire acondicionado e iluminación general de planta se basaban en el mantenimiento preventivo y correctivo cumpliendo con los procedimientos de trabajos de mantenimiento descritos en este informe. Donde los trabajos preventivos se hacía una planificación semanal previa a intervenir a los equipos con el supervisor electricista de la planta y los correctivos se intervenían en el mismo día o se postergaba para otra fecha, según su criticidad y disposición de la sala de operaciones, donde aperturaban la orden de trabajo (OT).

Según afirma Garrido (2018). El mantenimiento se define generalmente

como un conjunto de actividades destinadas a mantener los equipos y las plantas industriales en funcionamiento durante el mayor tiempo posible (alta disponibilidad) y con la máxima eficiencia. El mantenimiento es el proceso de evitar que una parte del equipo cause fallas inesperadas y/o tiempo de inactividad durante su vida útil. Donde su propósito principal es extender la vida útil de cualquier equipo o maquinaria, brindando así soporte de trabajo o reparación, asegurando el ahorro de costos para la empresa.

### **2.2.2 Mantenimiento Correctivo.**

Según Garrido (2018). Se refiere a la corrección de problemas o averías a medida que ocurren. Esta es la operación normal de reparación después de un incidente que provocó el cierre de la planta o maquinaria afectada.

### **2.2.3 Mantenimiento Preventivo.**

Según Garrido (2018). El mantenimiento preventivo es una serie de acciones repetitivas realizadas de acuerdo con una programación establecida con la finalidad de eliminar o reducir la posibilidad de falla de una pieza, independiente de su condición.

### **2.2.4 Procedimiento para el mantenimiento de equipos de aire acondicionado en la Central Térmica Ilo 1.**

Este procedimiento fue elaborado por mi persona, en el cargo de supervisor técnico electricista, revisado y validado por el supervisor de seguridad, coordinador de mantenimiento de la empresa “Taller Mecánico y Transportes Ilo” y por parte del empleador por el supervisor electricista y sala de operaciones.

- Apertura de permiso de trabajo con sus documentos aplicables.
- El supervisor de seguridad procederá a inspeccionar los EPP (equipos de protección personal)

- El personal de campo inspeccionará las herramientas que se usarán.
- Señalización del área de trabajo, consignación de equipo para el corte de energía eléctrica autorizada por sala de operaciones.
- Inspección y mantenimiento de los siguientes equipos instalados en la CT Ilo 1:

1. HVAC Sala de Control Lado Oeste (Tipo paquete).
2. HVAC Sala de Control Lado Este (Tipo paquete).
3. HVAC Sala de Control Lado Sur (Tipo paquete).
4. HVAC Jefatura (Tipo paquete).
5. HVAC Laboratorio (Tipo Split y ventana).
6. HVAC TG2 (Tipo paquete).
7. HVAC DSP3 (Tipo Split).
8. HVAC Bodega de Herramientas (Tipo Split).
9. HVAC Almacén General (Tipo Split).
10. HVAC Oficina Planeamiento (Tipo Split).
11. HVAC Oficina de taller Electricidad (Tipo Split).
12. HVAC Nueva Sala de UPS (Tipo Split).
13. HVAC Comedor (Tipo Split).

-Se realizará el mantenimiento a todas las partes y componentes de los equipos de aire acondicionado, tanto interna como externa.

-Se realizará cambio y lavado de los filtros sintéticos tanto en el condensador y evaporador.

-En el caso de fuga, se ubicará la fuga con el instrumento detector. Luego se procederá a soldar la tubería averiada con el soplete de gas propano y su varilla de aporte. Luego se utilizará la bomba de vacío para aplicarlo a todo el sistema hasta llegar los 30 mmHg en el manómetro. Finalmente se recargará el refrigerante de acuerdo a su tipo del equipo.

- A los tubos expuestos se les recubrirá con cubierta de armaflex. para evitar deterioro en la tubería.

-En el caso de repuestos o material, el supervisor contratista encargado solicitará el suministro al supervisor electricista de la planta.

#### CONDENSADOR:

- Limpieza de serpentín con líquido alkifoam o agua desmineralizada.
- Verificación de filtros deshidratador y deshumecedor.
- Pintado de estructuras o partes del equipo si fuera necesario.
- Se realizará mediciones de temperatura con pirómetro calibrado.
- Inspección de tubos de cobre.

#### EVAPORADOR:

- Limpieza serpentín, filtros sintéticos, rejillas de succión de aire.
- La limpieza del blower (ventilador) debe ser con un soplador de aire.
- Mantenimiento del ventilador y verificación de sus rodamientos, cambio si fuera necesario.
- Verificación de su temperatura de trabajo y presión de acuerdo a su ficha técnica.

#### COMPRESOR:

- Se realizará mediciones de presión, temperatura y corriente de trabajo.
- Inspección de refrigerante de acuerdo a su presión de succión y descarga según ficha técnica.
- Verificación de fugas de líquido o gas, se realizará recarga de gas refrigerante de acuerdo a su tipo y presión de trabajo.
- Reparación de tubos y cambio de válvulas de servicio.
- Se realizará mantenimiento de compresor si lo requiere, pruebas de megado, cambio de aceite.

#### SISTEMA ELÉCTRICO:

- Verificación o cambio de terminales eléctricos, contactor, capacitor de marcha y arranque, capacitor de ventilador.
- Mantenimiento al relé de corriente y los auxiliares.
- Mantenimiento del sensor de temperatura ubicada en el evaporador.
- Realizar el ordenamiento y numeración del cableado eléctrico.
- Configuración del termostato.

-En el caso de cortocircuito o cables deteriorados, se procederá a megar el cable, si tiene un rango menor a  $100M\Omega$ , será retirado de todo el circuito y reemplazo por otro de las mismas características al anterior.

Una vez culminado los trabajos, el supervisor encargado del servicio se comunicará con el operador de turno de la sala de operaciones y supervisor electricista de mantenimiento de la empresa Engie S.A. para dar la conformidad respectiva del servicio y el cierre del permiso de trabajo.

### **2.2.5 Procedimiento para el mantenimiento de iluminación general de la central térmica Ilo 1.**

Este procedimiento fue elaborado por mi persona, en el cargo de supervisor técnico electricista, revisado y validado por el supervisor de seguridad, coordinador de mantenimiento de la empresa “Taller Mecánico y Transportes Ilo” y por parte del empleador por el supervisor electricista y sala de operaciones.

- El supervisor técnico a cargo apertura el permiso de trabajo con sus documentos aplicables.
- El supervisor de seguridad procederá a inspeccionar los EPP (equipos de protección personal).
- El personal de campo inspeccionará las herramientas que se usarán.
- Señalización del área de trabajo, consignación de equipo para el corte de energía eléctrica autorizada por sala de operaciones.
- Se realizará el mantenimiento de todas las luminarias que se encuentran en la central térmica Ilo 1 de 110 VAC, 220 VAC y 480 VAC.
- Se realizará cambio de fluorescentes y lámparas si lo requiere, así como también sus componentes.
- En el caso de repuestos o material, el supervisor contratista encargado solicitará el suministro al supervisor electricista de la planta.
- Se realizará limpieza externa de las luminarias.
- Cuando se realiza el cambio de luminarias (incandescentes o lámparas de sodio,

mercurio) se debe tener precaución para evitar incidentes y accidentes, ya que la lámpara se encuentra caliente y pueda estallar, se debe esperar a que enfríe para realizar el cambio.

-Comprobación de las fijaciones mecánicas de reflectores o de su estructura de la luminaria.

-En el caso de cortocircuito o cables deteriorados, se procederá a megar el cable, si tiene un rango menor a 100 MΩ, será retirado de todo el circuito y reemplazo por otro de las mismas características al anterior.

-Los trabajos en altura se realizará con ayuda de una escalera tijera con plataforma, con una persona de apoyo sosteniendo, y si sobrepasa los 1.80 metros se tendrá que montar cuerpos de andamios.

-Se actualizará la leyenda de los tableros de distribución con respecto a las zonas de iluminación modificadas.

Una vez culminado los trabajos, el supervisor técnico encargado del servicio se comunicará con el operador de sala de operaciones y supervisor electricista de mantenimiento de la empresa Engie S.A. para dar la conformidad respectiva del servicio y el cierre del permiso de trabajo.

## **CAPÍTULO III**

### **APORTES Y DESARROLLO DE EXPERIENCIAS**

#### **3.1 Aportes utilizando los conocimientos o bases teóricas**

Para brindar un servicio adecuado seguimos tres reglas antes de los trabajos diarios.

-Seguridad: Esta es una regla muy importante, porque debemos de tener los equipos de protección personal idóneos para que no exista ningún daño tanto del personal como para el equipo.

-Herramientas: Tener las herramientas e instrumentos necesarios cuando se realice el mantenimiento del equipo o máquina, porque sin ellas no podríamos realizar el trabajo.

-Calidad: Realizar los trabajos de manera correcta cumpliendo con el procedimiento descrito en el capítulo anterior y cumplir con los requerimientos del cliente de una manera óptima.

##### **3.1.1 Seguridad y salud ocupacional.**

SERVIR (2016). La seguridad y salud en el trabajo (SST) es un derecho fundamental de todos los trabajadores y su finalidad es prevenir los accidentes de trabajo y las enfermedades ocupacionales. A tal fin, las organizaciones públicas y privadas deben contribuir a la mejora de las condiciones de seguridad y salud en el trabajo para evitar daños a la integridad física y mental de los trabajadores como

consecuencia del trabajo o durante del mismo.

Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo (2017). La ley N.º 29783, Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo y su Reglamento, aprobado por Decreto Supremo N.º 005-2012-TR, tienen como objetivo promover una cultura de prevención de riesgos laborales que permitan el trabajo en un entorno laboral seguro para todas las trabajadoras y trabajadores en el Perú.

Antes de realizar las actividades se tuvo que tener todos los documentos aplicables para ejecutar los trabajos firmados por el supervisor técnico encargado del servicio, supervisor de seguridad y coordinador de mantenimiento, los documentos asociados fueron:

- Orden de Trabajo. (OT)
- Permiso de trabajo. (PT)
- Procedimiento escrito de trabajo seguro (PETS)
- Identificación de Peligros, Evaluación de Riesgos y sus controles. (IPERC)
- Identificación y evaluación de aspectos e impactos ambientales. (IEAIA)
- Formato de análisis de trabajo seguro. (ATS)
- Formato de charla de seguridad.
- Formato inspección de implementos de seguridad.
- Formato inspección de equipos y herramientas.

### **3.1.2 Reconocimiento de equipos.**

Al momento de ejecutar el mantenimiento de los equipos de aire acondicionado de la Central Térmica Ilo 1, se hicieron los trabajos bajo un formato de mantenimiento de cada equipo, por lo cual se hizo un reconocimiento de cada unidad para reconocer sus partes, características y modelos de sus componentes.

**Figura 28**

*Formato de mantenimiento de equipos HVAC*

**FORMATO DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS HVAC**

				FECHA	
<b>DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO</b>					
Ubicación		Jefatura			
Modelo/Fabricación		CARRIER - 50BRN01261		Oct-04	
Serie		4104B68492			
Tipo/Estado		Paquete		<b>Condi Equipo</b> Regular	
		COMPRESOR 1		COMPRESOR 2	
Capacidad de Enfriamiento		60000 BTU		60000 BTU	
Tensión de alimentación		480 VAC 3f		480 VAC 3f	
Amperaje		22 A		22 A	
Tipo de Refrigerante/Cantidad		R-22 2 Kg		R-22 2 Kg	
Tipo de Aceite / Cantidad		Mineral 2 L		Mineral 2 L	
Tipo de compresor		Scroll		Scroll	
<b>ACCIONES DE MANTENIMIENTO</b>					
P R E V E N T I V O	Lavado / Cambio de filtros <input type="checkbox"/>		C O R R E C T I V O	Reparación de tuberías <input type="checkbox"/>	
	Medición de corriente <input type="checkbox"/>			Recarga de refrigerante <input type="checkbox"/>	
	Medición de presión <input type="checkbox"/>			Cambio de terminales <input type="checkbox"/>	
	Medición de temperatura <input type="checkbox"/>			Otros <input type="checkbox"/>	
	Limpieza con aire a presión <input type="checkbox"/>				
	Limpieza de equipo <input type="checkbox"/>				
	Limpieza de drenaje <input type="checkbox"/>				

**OBSERVACIONES**

Se procedió a soldar tubería en condensador debido a fuga en la válvula de expansión. (mar-2021)

**Figura 29**

*Formato de componentes de equipos HVAC*

		OBSERVACIONES
<b>P A Q U E T E</b>	<b>Motor Blower</b>	
	460 VAC 3f, 2 HP, 1720 RPM	
	<b>Contactador de 2 polos</b>	
	24 VAC, MOD: HN52KC024	
	<b>Termostato Programable</b>	
	Marca_ Honeywell	
	<b>Relay</b>	
	24 VAC , Mod: HN61KK041, COD: 1008748	
	<b>Switch de Alta Presión</b>	
	Mod: HK02A436, COD: 1008749	
	<b>Switch de Baja Presión</b>	
	Mod: HK02B027, COD: 1007908	
	<b>Tarjeta de control</b>	
	Mod: 38HQ660014	
	<b>FAJA</b>	
	B-35 COD, 1008047	
	<b>Valvula de expansión</b>	
Mod: 46101099 COD:1001021		
<b>Transformador 220/24 VAC</b>		
Para contactor y relé		

**Figura 30**

*Formato de mediciones de equipos HVAC*

MEDICIÓN DE CORRIENTE EN (Amp.)												MEDICIÓN DE PRESIÓN en (PSI)				MEDICIÓN DE TEMPERATURA en (° C)												AGUA									
COMPRESOR N° 1			COMPRESOR N° 2			BLOWER			FAN			COMPRESOR N° 1		COMPRESOR N° 2		COMPRESOR N° 1		COMPRESOR N° 2		CONDENSADOR N° 1		CONDENSADOR N° 2		VALV EXP. N° 1		VALV EXP. N° 2		AMBIENTE			TEMP ° C		PRESIÓN en (PSI)				
L1	L2	L3	L1	L2	L3	L1	L2	L3	L1	L2	L3	HIGHT	LOW	HIGHT	LOW	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	SET	AMB	EXIT	IN	OUT	IN	OUT	

**3.1.3 Lectura de planos eléctricos y leyenda de tableros.**

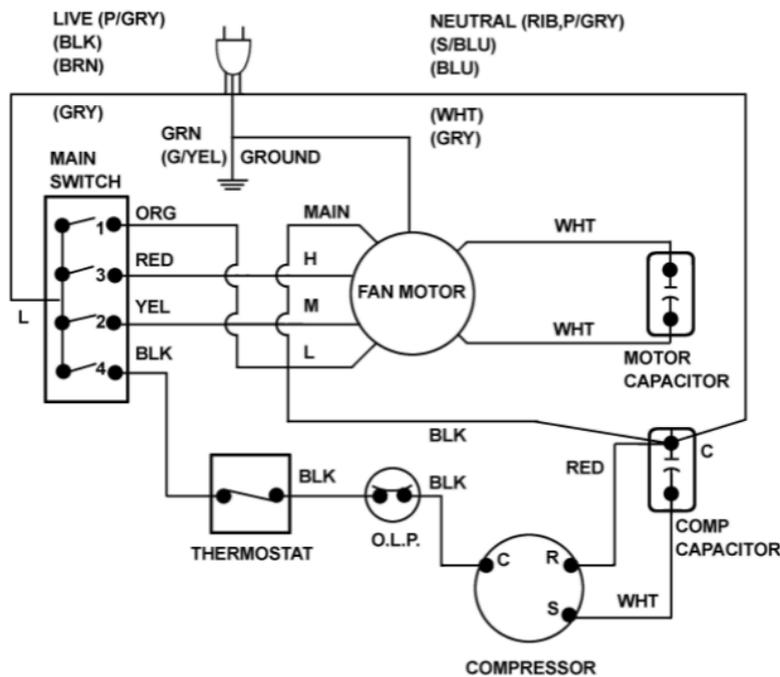
Los diagramas de cableado o plano que muestra gráficamente los componentes y sus relaciones en una instalación eléctrica de aire acondicionado ya sea en el evaporador y condensador.

Las luminarias de la planta no contaban con planos eléctricos, por lo que, en las fallas de sus componentes como cortocircuitos, fallas en interruptores, y otros; se tenía que hacer seguimiento de líneas (tuberías) o pruebas de continuidad con la ayuda del multímetro hasta encontrar el circuito deseado.

En los cuales junto a mi equipo de trabajo se pudo interpretar los diagramas eléctricos de equipos de aire acondicionado y leyendas de tablero de distribución de iluminación y tomacorrientes de la planta Ilo 1 y realizar un óptimo trabajo.

**Figura 31**

*Diagrama eléctrico de condensador de HVAC de equipo 24000 BTU*



*Nota: CIAC, 2016*

**Figura 32**

*Leyenda de tablero de iluminación Panel "L3A"*

PANEL "L3A"					
CKTO	DESCRIPCION	AMP	CKTO	DESCRIPCION	AMP
1	Alumbrado 2do nivel TV-3 Lado Oeste	20	2	Alumbrado pasadiso principal lado Este 2do nivel TV-3.(220)	20
3	Alumbrado 2do nivel Pasadiso TV-3 Lado Oeste	20	4		
5	Alumbrado 2do nivel Pasadiso TV-3 Lado Oeste	20	6	Alumbrado 2do nivel TV-3 Lado Este.	20
7	Alumbrado 2do nivel TV-3 Calentador # 5.	20	8	Fuera de Servicio. (Reparar).	20
9	Alumbrado Nor-Estes TV3 Edo. Nivel.	20	10	Alumbrado primer nivel Lado Este TV-3 (Bombas Alimentación).	20
11	Alumbrado calentador # 5 TV-3 nivel lado Norte.	20	12	Alumbrado primer nivel Lado Este TV-3 (Bomba Terry).	20
13	Alumbrado 2do. Nivel Evaporador # 3 y Lado Norte calentador # 5 TV-3.	20	14	Alumbrado sala de PCU- Cuarto Herramientas GOP. Y salida B-3.	20
15	Alumbrado primer nivel Lado Hobwel TV-3.	20	16	Alumbrado Lado Este Barra # 3 4.16kv.	20
17	Alumbrado primer nivel pasadiso TV-3.	20	18	Alumbrado primer nivel Bombas Transf. 3A-3B.	20
19	Alumbrado plataforma intermedia (Calentador # 1 TV-3.)	20	20	Fuera de Servicio. (Vacio).	20
21	Alumbrado pasadiso Lado Oeste.	20	22	Tomac. Salida Este. Tomac. 220 v. Lado Este (BFP- 3A)	20
23	Alumbrado primer nivel Lado Pasadiso central TV-3.	20	24	Tomac. 220 v. Lado Este (BFP- 3A)	20
25	Alumbrado primer nivel Zona de H2. TV-3.	20	26	Alumbrado Exterior Lado Oeste. Alumbrado zona transf. Aux. y Star Up TV-3.	20
27	Alumbrado Bombas-Busther A-B TV-3.	20	28	Tomac. Primer y 2do nivel TV-3 Lado Norte.	20
29	Alumbrado Condensador # 3 Lado Oeste.	20	30	Fuera de servicio (vacio).	20
31	Alumbrado Condensador # 3 Lado Oeste.	20	32	Fuera de servicio.	20
33	Relay L3-A (Luz de emergencia) Lado Este 2do piso. TV-3.	20	34	Tomac. Primer y 2do nivel TV-3 Lado Oeste.	20
35			36	Fuera de servicio. (Malogrado).	
37	Fuera de servicio (vacio).	20	38	Alumbrado exterior puerta de salida a Caldero # 3.	20
39	Fuera de servicio (vacio).	20	40	Fuera de servicio (vacio).	20
41	Fuera de servicio (sellado).	20	42	Fuera de servicio (sellado).	20

Interrupitor de Barra: 70 Amp.  
(MCC# 3B- Transformador # 3B)

EX RD- 1

### **3.2 Desarrollo de la experiencia**

En el transcurso de la experiencia, se desarrollaron trabajos preventivos y correctivos del mantenimiento de aire acondicionado e iluminación general de planta en la central térmica Ilo 1, de los cuales se hizo un trabajo de calidad en los equipos, optimizando su vida útil y seguridad en los trabajadores, no habiendo ningún accidente en mi período de supervisor técnico electricista.

Por lo tanto:

- Se realizó el mantenimiento preventivo y correctivo de todas las unidades de equipos de aire acondicionado y luminarias instaladas en la central térmica Ilo 1, ejecutadas de acuerdo al procedimiento elaborado.
- Se priorizó el mantenimiento de unidades de aire acondicionado instaladas en sala de cuartos técnicos como UPS (sistemas de alimentación ininterrumpida) y racks de comunicaciones, eran equipos que necesitaban una ventilación a 17 °C, caso contrario, emitían una alarma de emergencia.
- Todo repuesto de accesorios de componentes tantos de equipos de aire acondicionado como los de iluminación eran suministrados por parte del empleador Engie S.A.
- Cuando no había repuestos de las luminarias convencionales, se hizo el cambio por luminarias led.
- Se trabajaron con tensiones bajas de: 110 VAC, 220 VAC y 480 VAC.
- La central térmica Ilo 1, a partir del mes de julio del 2021 se encontró en plan de cierre, por lo que se tuvo que desconectar de los tableros de distribución sus cargas de las zonas autorizadas por sala de operaciones, como equipos aire acondicionado, luminarias y tomacorrientes dejándolos en 0VAC, sin energía.
- Se realizó actualización de leyendas de los tableros de distribución de cargas hasta 480 VAC.

## CONCLUSIONES

- Primera.** Este informe indica que el mantenimiento del equipo es importante para detectar signos tempranos de falla o avería, minimizar el riesgo de eventos no deseados y reducir la necesidad de servicio en trabajos correctivos.
- Segunda.** En los trabajos de aire acondicionado el trabajo continuo que se hacía a los equipos era el de la limpieza de filtros sintéticos y lavado de guardas y rejillas, para evitar la acumulación de suciedad. Por otro lado, en el de iluminación general era el cambio de focos y fluorescentes.
- Tercera.** Cuando me involucré en este trabajo, me di cuenta de que la seguridad desde el principio es muy importante, lo que a veces limita las funciones que se puede realizar en momentos rápidos, ya que está sujeto a cumplir con todos los permisos pertinentes para proteger la vida de todos los miembros.
- Cuarta.** Los trabajos ejecutados fueron realizados con calidad y seguridad, prolongando la vida útil en equipos, máquinas y sus componentes.
- Quinta.** Estar presente en el lugar de trabajo, ayudó a desarrollarme y tener una visión amplia en mis expectativas que quiero para la siguiente meta profesional el cual es obtener el título profesional de ingeniero mecánico eléctrico

## RECOMENDACIONES

**Primera.** Antes de iniciar la ejecución de los servicios se tiene que tener un plan de programación y una coordinación con el supervisor encargado de Engie S.A., esto nos va ayudar a generar líneas de tiempo, requerimientos de material si fuera necesario y tomar decisiones con los datos recogidos de la información de los trabajos realizados.

**Segunda.** Se recomienda mantener un control constante a las unidades de aire acondicionado, ya que sin un correcto mantenimiento y sin una limpieza a los filtros, el equipo y sus accesorios agotan su vida útil siendo forzados.

**Tercera.** Continuar con la gestión del cambio de luminarias convencionales por iluminación LED para minimizar los trabajos de mantenimiento, ahorro de costos en material y reducir el impacto ambiental.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Banco Central de Reserva del Perú (2022): *Reporte de estabilidad Financiera*. Recuperado de: <https://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Reporte-Estabilidad-Financiera/2021/noviembre/ref-noviembre-2021.pdf>
- Castro, M. y Posligua, N. (2015): *Diseño de iluminación con luminarias Led basado en el concepto de eficiencia energética y confort visual, implementación de estructura para pruebas*. Recuperado de: [https://www.academia.edu/31530875/Informe\\_t%C3%A9cnico\\_de\\_reparaci%C3%B3n\\_de\\_aire\\_acondicionado](https://www.academia.edu/31530875/Informe_t%C3%A9cnico_de_reparaci%C3%B3n_de_aire_acondicionado)
- Cengel, Y. y Boles, M. (2012). *Termodinámica*. Recuperado de: <http://joinville.ifsc.edu.br/~evandro.dario/Termodin%C3%A2mica/Material%20Did%C3%A1tico/Livro%20-%20Cengel/Termodinamica%20-%20Cengel%207th%20-%20espanhol.pdf>
- CIAC (2015) *Manual aire acondicionado* Recuperado de: <https://www.carrier.com.ar/wp-content/uploads/2015/07/53CHMC-01M.pdf>
- Cold Import S.A. (2020). *Mini split york 18000 BTU*. Recuperado de: <https://tienda.coldimport.com.pe/mini-splits/>
- Danfoss (2019). *Válvulas de expansión termostáticas T2/TE2 con orificio intercambiable*. Recuperado de: <https://www.danfoss.com/es-es/products/dcs/valves/thermostatic-expansion-valves/thermostatic-expansion-valves/t2-te2/#tab-overview>
- Espinoza, P. (2017). *Mejora de procesos para la reducción de fallas en el mantenimiento de equipos de aire acondicionado en la empresa de servicios esalb group sac 2017*. Recuperado de: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/11337>
- García, J. (2019). *Lámparas y luminarias*. Recuperado de: <https://recursos.citcea.upc.edu/llum/lamparas/lamp0.html>

- Garrido, S. (2018). *Ingeniería de mantenimiento*. Recuperado de: <http://www.renovetec.com/ingenieria-del-mantenimiento.pdf>
- Yáñez, G. (23 de diciembre del 2014). *Ciclo básico de la refrigeración*. Recuperado el 12 de noviembre del 2022 de <https://0grados.com/ciclo-basico-de-la-refrigeracion/>
- Grainger (2018). *HVAC & Refrigeration Parts*. Recuperado de: <https://www.grainger.com/category/hvac-and-refrigeration/hvac-refrigeration-replacement-parts/hvac-refrigeration-parts?refineSearchString=compressor&redirect=true>
- Manrique, B. (2018). *Comparar el gasto de la tecnología led y la tecnología fluorescente en familias de zonas rurales, Provincia de Bellavista 2019*. Recuperado de: [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/50022/Manrique\\_GB%20-%20SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/50022/Manrique_GB%20-%20SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Mora, W. y Gonzales, C. (2020). *Análisis comparativo del gas refrigerante R-22 con los gases refrigerantes R-407C y R-290 de un equipo de aire acondicionado Mini Split Decorativo de 18,000 Btu/h en las oficinas administrativas de la empresa GyZ Service*. Recuperado de: <https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/3158>
- Ministerio de Economía y Finanzas. (2021). *Marco macroeconómico multianual 2018-2021*. Recuperado de: [https://www.mef.gob.pe/contenidos/pol\\_econ/marco\\_macro/MMM\\_2018\\_2021.pdf](https://www.mef.gob.pe/contenidos/pol_econ/marco_macro/MMM_2018_2021.pdf)
- Ministerio de Energía y Minas. (2022). *Modificación del Plan de Abandono Parcial de la Central Termoeléctrica Ilo, Moquegua*. Recuperado de: [https://www.minem.gob.pe/minem/archivos/ARCHIVO\\_7149912.PDF](https://www.minem.gob.pe/minem/archivos/ARCHIVO_7149912.PDF)
- Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo (2017). *Política y Plan Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo 2017-2021*. Recuperado de: [https://www.trabajo.gob.pe/archivos/file/CNSST/politica\\_nacional\\_SST\\_2017\\_2021.pdf](https://www.trabajo.gob.pe/archivos/file/CNSST/politica_nacional_SST_2017_2021.pdf)
- Motorex S.A. (2019). *Sistema de aire acondicionado tipo ventana*. Recuperado de:

<https://www.motorex.com.pe/blog/aire-acionado-tipo-ventana/>

Philips Peruana S.A. (2019). *Entre el mundo de Philips Lighting*. Recuperado de:

[https://www.lighting.philips.com.pe/consumer?\\_ga=2.111561476.1646321342.1679586977-518555506.1678395741](https://www.lighting.philips.com.pe/consumer?_ga=2.111561476.1646321342.1679586977-518555506.1678395741)

Refriworld Perú S.A.C. (2020). *Gases Refrigerantes*. Recuperado de:

<https://refriworld.com.pe/categoria-producto/suministros/gases-refrigerantes/>

Rodas, F. (2018). *Diseño de un sistema de aire acondicionado de bajo costo de operación para las oficinas administrativas del cuarto piso del edificio*.

Recuperado de: <https://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/1857>

SERVIR: *Seguridad y Salud en el Trabajo (SST)*. Recuperado de:

<https://www.gob.pe/institucion/servir/campa%C3%B1as/14946-seguridad-y-salud-en-el-trabajo-sst-en-el-sector-publico>

Uezu Group S.A.C. (2016). *Equipo Mini Split York 24000 BTU*. Recuperado de:

<https://uezuperu.com/uezu-aire-acionado-y-ventilacion/>