

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**



**“ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MEJORA PARA EL MANTENIMIENTO  
PREVENTIVO EN LOS SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO DE LA RED DE  
TELEFÓNICA DEL PERU ZONAL NORTE, BASADO EN LA METODOLOGÍA  
ISHIKAWA - PARETO”**

---

TESIS PARA OPTAR POR EL  
TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO ELECTRÓNICO

---

**AREA** :  
Telecomunicaciones

**AUTORES** :  
Br. Giancarlo Gabriel Costa Silva  
Br. José Gustavo Guevara Haro.

**ASESOR** :  
Ing. Eduardo Elmer Cerna Sánchez

Trujillo - Perú

2015

**“ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MEJORA PARA EL MANTENIMIENTO  
PREVENTIVO EN LOS SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO DE LA RED  
DE TELEFÓNICA DEL PERU ZONAL NORTE, BASADO EN LA  
METODOLOGÍA ISHIKAWA - PARETO”**

Elaborado Por:

---

Br. Giancarlo Gabriel Costta Silva

---

Br. José Gustavo Guevara Haro

Aprobado por :

---

Ing. FILIBERTO AZABACHE FERNÁNDEZ  
PRESIDENTE  
CIP N° 97916

---

Ing. HENRY VASQUEZ CHOZO  
SECRETARIO  
CIP N° 148241

---

Ing. JORGE EGUSQUIZA GORRITTI  
VOCAL  
CIP N° 145633

---

Ing. EDUARDO CERNA SÁNCHEZ  
ASESOR  
CIP N° 80252

## **PRESENTACION**

Señores miembros del Jurado:

De conformidad y en cumplimiento de los requisitos estipulados en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Privada Antenor Orrego y el Reglamento Interno de la Carrera Profesional de Ingeniería Electrónica para obtener el Título Profesional de Ingeniero Electrónico, ponemos a vuestra disposición el presente Trabajo de Tesis titulado: **“ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MEJORA PARA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LOS SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO DE LA RED DE TELEFÓNICA DEL PERU ZONAL NORTE, BASADO EN LA METODOLOGÍA ISHIKAWA - PARETO”**.

Este trabajo, es el resultado de la aplicación de los conocimientos adquiridos en la formación profesional en la Universidad, excusándonos anticipadamente de los posibles errores involuntarios cometidos en su desarrollo.

Trujillo, Abril del 2015

Br. Giancarlo Gabriel Costa Silva

Br. José Gustavo Guevara Haro

## DEDICATORIAS

A Dios, quien me brinda aquel amor, sabiduría, fortaleza y gracia que han servido para sostenerme hasta este momento en mi vida.

A mi abuelita y a mis Padres, por brindarme aquellos tan necesarios lineamientos que me ha convertido en la persona que soy, por sus innumerables consejos los cuales han calado muy profundamente en mi corazón.

Giancarlo Gabriel

A Dios, que me brinda sabiduría, amor y paciencia.

A mis padres, por brindarme su apoyo, fortaleza incondicional y ánimos para salir adelante.

José Gustavo

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios, por habernos dado fuerzas y ganas de seguir superarnos profesionalmente para establecer objetivos, realizar metas y cumplir responsabilidades.

A la Universidad Privada Antenor Orrego de Trujillo, por brindarnos los conocimientos necesarios para el desarrollo del Proyecto de Tesis y abrirnos el camino hacia el ámbito laboral.

A todos nuestros profesores universitarios de ingeniería electrónica, por brindarnos conocimientos en cada una de las materias tomadas para el desarrollo profesional.

A nuestros padres por enseñarnos que la mejor herencia es la educación, por sus consejos, valores, motivación y amor.

A nuestro asesor de tesis, el Ingeniero Eduardo Cerna Sánchez, por su confianza y apoyo en el transcurso de toda la investigación.

A todos Gracias

## **RESUMEN**

La presente investigación se centra en la elaboración de un Plan de Mejora para el Mantenimiento Preventivo de los sistemas de Aire Acondicionado de la Red Zonal Norte del operador Telefónica del Perú S.A. mediante la aplicación de la metodología de gestión de calidad Ishikawa – Pareto. El trabajo fue realizado con la aprobación de la empresa Huawei del Perú S.A.C. quien tiene a su cargo las labores de mantenimiento de los sistemas de energía y aire acondicionado en toda la Región Norte. En el primer capítulo se aborda la problemática del mantenimiento preventivo de los sistemas de aire acondicionado en la red Movistar, presentando en el segundo capítulo un marco teórico referencial acerca de sistemas de aire acondicionado, conceptos de mantenimiento y las metodologías de Gestión de Calidad Ishikawa Pareto. En el tercer capítulo, se presentan los materiales y procedimientos empleados en la presente tesis, para luego en el cuarto capítulo, analizar los resultados obtenidos. Finalmente se presentarán las conclusiones y recomendaciones del trabajo.

## **ABSTRACT**

This research focuses on the development of an Improvement Plan for Preventive Maintenance of Air Conditioning systems in North Zonal Network of the Operator Telefónica del Peru S.A. by applying the Quality Management methodology of Ishikawa - Pareto. The work was done with the approval of the company Huawei del Peru S.A.C. who is responsible for the maintenance of power and air conditioning systems throughout the Peruvian Northern Region. In the first chapter the problem of preventive maintenance of air conditioning systems in the Movistar network is addressed, presenting in the second chapter, a theoretical reference about air conditioning systems, maintenance concepts and the quality management methodology of Pareto -Ishikawa. Materials and methods used in this thesis are presented, and then in the third chapter so the fourth chapter is focused to analyze the results. Finally the conclusions and recommendations of the work are presented.

## INDICE GENERAL

### I. INTRODUCCION

1.1. Delimitación del problema-----	15
1.1.1. Características de la realidad-----	15
1.1.2. Analisis de las características-----	16
1.1.3. Identificación y analisis del problema-----	18
1.1.4. Delimitación -----	19
1.1.5. Enunciado resumen-----	19
1.1.6. Alcance-----	19
1.1.7. Justificación-----	19
1.1.8. Aportes-----	19
1.1.9. Antecedentes-----	20
1.2. Hipotesis-----	21
1.3. Objetivos-----	22

### II. MARCO REFERENCIAL

2.1. Introducción a los sistemas de aire acondicionado-----	24
2.2. Circuito del sistema de aire acondicionado-----	30
2.3. Tipos de mantenimiento-----	34
2.4. Metodología Pareto-----	40
2.5. Metodología Ishikawa-----	43
2.6. Relacion entre los metodos de Pareto e Ishikawa-----	46

### III. MATERIALES Y PROCEDIMIENTOS

3.1. Materiales-----	48
3.2. Metodos-----	48
3.2.1. Tipos de investigación-----	48
3.2.2. Diseño de la investigación-----	49
3.2.3. Variables de Estudio y Operacionalización-----	49
3.2.4. Instrumentos de recolección de datos-----	52
3.2.5. Procesamiento de la Información-----	62



**IV. RESULTADOS**

- 4.1.1. Plan de Mejora Dimensión de Recursos Humanos-----81
- 4.1.2. Plan de Mejora Dimensión Metodos de Trabajo----- 81
- 4.1.3. Plan de Mejora Dimensión Recursos y Equipamientos-----81
- 4.1.4. Plan de Mejora Dimensión Recursos de Gestion-----81
  
- 4.2. Discusión de resultados-----87
  
- 4.2.1. Plan de Mejora Dimensión Recursos Humanos-----87
- 4.2.2. Plan de Mejora Dimensión Métodos de Trabajo-----87
- 4.2.3. Plan de Mejora Dimensión Recursos y Equipamiento-----87
- 4.2.4. Plan de Mejora Dimensión Recursos de Gestión-----87

**V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

- 5.1. Conclusiones-----90
- 5.2. Recomendaciones-----91

**VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

- 6.1 Referencias bibliograficas-----93

**VII. ANEXOS**

- a. Planes de Mejora del Mantenimiento Preventivo de Aire Acondicionado-----96
- b. Analisis Cuantitativo De Averias En El Sistema De Aire Acondicionado Periodo 2014. -----102
- c. Hoja De Datos Equipos De Aire Acondicionado Nivel 1 y 2-----104

## INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Ejemplo de análisis de defectos en un calzado-----	42
Tabla 3.1 Operacionalización de la Variable Independiente-----	50
Tabla 3.2 Operacionalización de la Variable Dependiente-----	51
Tabla 3.3 Profesionales Zonal Norte TdP Convocados a Brainstorming-----	52
Tabla 3.4 Ideas resultantes de la Técnica Brainstorming-----	55
Tabla 3.5. Causas Secundarias Dimensión de Recursos Humanos-----	68
Tabla 3.6. Ponderación de las Causas Secundarias Dimensión de Recursos Humanos-----	68
Tabla 3.7. Causas Secundarias Dimensión de Métodos de Trabajo-----	70
Tabla 3.8. Ponderación Causas Secundarias Dimensión Métodos de Trabajo-----	71
Tabla 3.9. Causas Secundarias Dimensión Recursos y Equipamiento-----	73
Tabla 3.10 Ponderación Causas Secundarias Recursos y Equipamiento-----	74
Tabla 3.11. Causas Secundarias Dimensión Recursos de Gestión-----	76
Tabla 3.12 Ponderación Causas Secundarias Recursos de Gestión-----	77
Tabla 4.1. Resultados Plan de Trabajo Dimensión Recursos Humanos-----	83
Tabla 4.2. Resultados Plan de Trabajo Dimensión Métodos de Trabajo-----	84
Tabla 4.3. Resultados Plan de Trabajo Dimensión Recursos y Equipamiento-----	85
Tabla 4.4. Resultados Plan de Trabajo Dimensión Recursos de Gestión-----	86

## INDICE DE ILUSTRACIONES

Figura 1.1. Reporte Alarmística Temperatura Movistar Zona Norte-----	16
Figura 1.2. Gastos Mantenimiento Aire Acondicionado Movistar Zona Norte-----	17
Figura 1.3. Análisis KPI Aire Acondicionado Movistar Zona Norte-----	18
Figura 2.4. Componentes de un Sistema de Aire Acondicionado Directo-----	25
Figura 2.5. Componentes de un Sistema de Aire Acondicionado de Consola-----	27
Figura 2.6. Componentes de un Circuito de Aire Acondicionado-----	31
Figura 2.7. Temperatura de componentes Sistema de Aire Acondicionado-----	32
Figura 2.8. Diagrama de Pareto-----	41
Figura 2.9. Selección de causas más relevantes-----	43
Figura 2.10. Inicio del diagrama Causa - Efecto de Ishikawa-----	44
Figura 2.11. Causas Secundarias Diagrama Causa - Efecto de Ishikawa-----	44
Figura 2.12. Ejemplo de elaboración Diagrama Causa – Efecto-----	45
Figura 3.1 Equipo de Profesionales Zonal Norte TdP-----	54
Figura 3.2 Procesamiento de la Información mediante metodología Ishikawa-----	62
Figura 3.3 Encuesta llevada a cabo para el Factor de Recursos Humanos-----	64
Figura 3.4 Encuesta llevada a cabo para el Factor de Métodos de Trabajo-----	65
Figura 3.5 Encuesta llevada a cabo para el Factor de Recursos y Equipamiento-----	66
Figura 3.6 Encuesta llevada a cabo para el Factor de Recursos de Gestión-----	67
Figura 3.7 Selección de Causas Secundarias para el Factor de Recursos Humanos-----	69
Figura 3.8 Selección de Causas Secundarias para el Factor Métodos de Trabajo-----	72
Figura 3.9 Selección de Causas Secundarias para el Factor Recursos y Equipamiento-----	75
Figura 3.10 Selección de Causas Secundarias para el Factor Recursos de Gestión-----	78

# **CAPÍTULO I**

## **INTRODUCCIÓN**

## **1.1. Delimitación Del Problema**

El Grupo Telefónica es uno de los operadores integrados de telecomunicaciones líder a nivel mundial en la provisión de soluciones de comunicación, información y entretenimiento, con presencia en Europa y Latinoamérica. Está presente en 24 países y cuenta con una base de clientes que supera los 317,3 millones a junio de 2013<sup>1</sup>.

Telefónica del Perú S.A.A, cuyo nombre comercial actualmente es Movistar ingresó al mercado peruano en el año 1994, con la privatización de la compañía peruana de Teléfonos (CPT) y la Empresa Nacional de Telecomunicaciones del Perú (ENTEL Perú)<sup>2</sup>. Actualmente el Grupo Telefónica en Perú está conformado por diferentes unidades de negocio entre las que consolidan sus servicios de comunicación comerciales, servicios de gestión, cobranzas, servicios corporativos, portales de Internet, televisión de paga y producción de contenidos<sup>3</sup>.

Con el fin de optimizar la competitividad y reducir sus costos operativos Telefónica del Perú empezó a finales de los años 90 un proceso progresivo de tercerización en muchas de sus áreas operativas. Es así como en el año 2012 adjudica a la Empresa Huawei del Perú S.A.C. el mantenimiento de sus sistemas de energía y aire acondicionado en la Región Norte del país<sup>4</sup>.

En el lapso de un año a partir de la adjudicación antes mencionada no obstante la destacada labor de mantenimiento de Huawei, se han venido acumulando un exceso de costos que son particularmente notables en el mantenimiento de los sistemas de aire acondicionado. Este hecho hace que tanto el operador Movistar como la Empresa Huawei cuestionen la eficacia del actual Plan de Mantenimiento Preventivo.

### **1.1.1. Características de la Realidad**

- a. Presencia de Alarmas de Temperatura en los reportes operativos diarios.
- b. Exceso en los costos de mantenimiento de equipos de aire acondicionado.
- c. Cumplimiento de mantenimiento preventivo no guarda relación con los costos mensuales.

---

<sup>1</sup> Perfil de Grupo Telefónica, disponible en [http://www.telefonica.com/es/about\\_telefonica](http://www.telefonica.com/es/about_telefonica)

<sup>2</sup> Juan Castillo Maza: Evaluación del proceso de privatización de las empresas de servicios públicos 1991-2000.

<sup>3</sup> Movistar del Perú, disponible en [http://es.wikipedia.org/wiki/Telef%C3%B3nica\\_del\\_Peru](http://es.wikipedia.org/wiki/Telef%C3%B3nica_del_Peru)

<sup>4</sup> ANEXO 01: Entrevista con responsable del Proyecto, Project Manager Región Norte

### 1.1.2. Análisis de las Características

#### a. Presencia de Alarmas diarias de Temperatura.

El Centro de Gestión Avanzado (CGA) Huawei, es el encargado de elaborar los reportes diarios, semanales y mensuales con la diversa alarmística presentada en toda la Planta de Telefónica del Peru en la Zona Norte. En la siguiente figura se puede apreciar un reporte de alarmas de temperatura generadas en el mes de Diciembre del 2013.

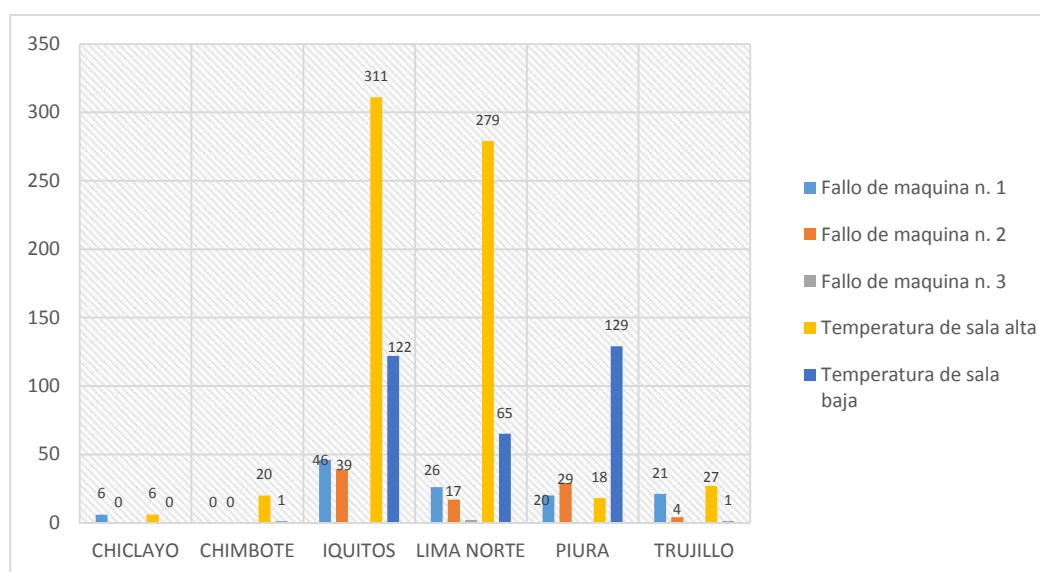


Figura 1.1. Reporte Alarmística Temperatura Movistar Zona Norte

Fuente: Centro de Gestión Avanzado – CGA Huawei Perú, (Diciembre 2013)

La Figura 2.1 muestra las estadísticas acumuladas en cuanto a eventos de falla en Aire Acondicionado dentro de la Red Movistar Zona Norte. Se puede notar que el mayor número de incidencias se generan por eventos de alta temperatura en sala de equipos en las zonales de Iquitos y Lima. Le siguen eventos de baja temperatura en las que también se incluye a la Zonal Piura. Todo esto ha ido generando una preocupación creciente en el operador.

#### b. Gasto excesivo en compras de repuestos para equipos de aire acondicionado.

De acuerdo a una entrevista realizada con el Project Manager Huawei Región Norte Ing. Hernán Pinedo<sup>5</sup>, se pudo conocer que se maneja una línea base de costos para

<sup>5</sup> ANEXO 01: Entrevista con responsable del Proyecto, Project Manager Región Norte

los gastos en el sistema de Aire Acondicionado. La condición óptima es que no se llegue a afectar la rentabilidad del proyecto sobrepasando esta línea base.

En la Figura 2.2 se muestra un gráfico relacionado a los costos de mantenimiento de los Sistemas de Aire Acondicionado a lo largo de los meses Enero a Julio del año 2013. Por cuestiones de confidencialidad no se han mostrado cifras puntuales, sin embargo se puede apreciar que los porcentajes mensuales que representan estos costos operativos llegan a sobrepasar en más del 20% la línea base establecida por Huawei. De acuerdo a la entrevista realizada al Ing. Hernán Pinedo, estos excesos se generan en su mayor parte por la constante compra de repuestos para los equipos de aire acondicionado.

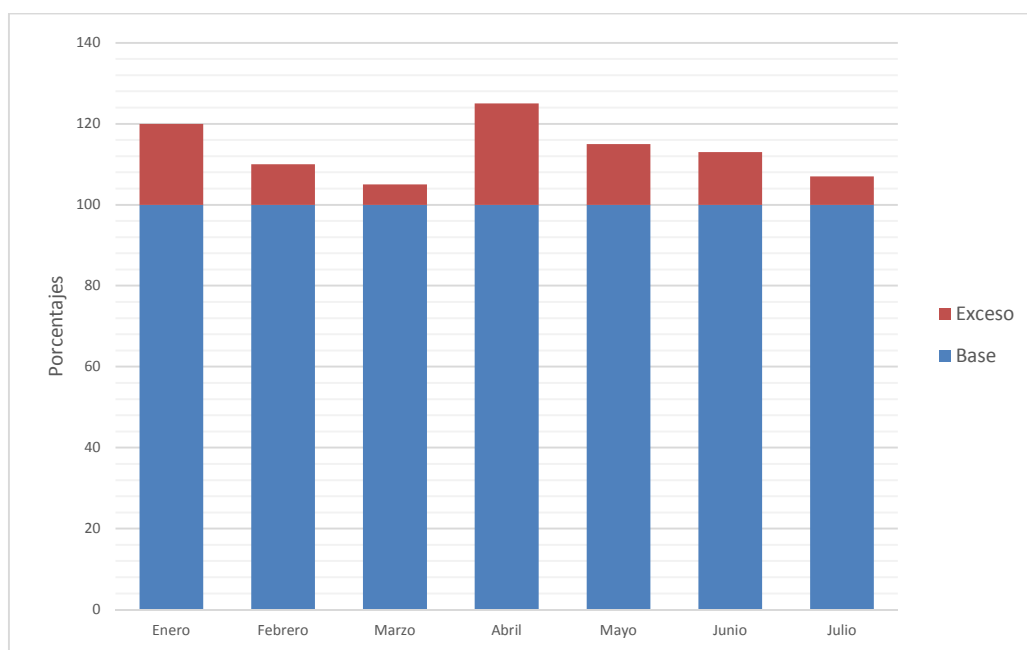


Figura 1.2. Gastos Mantenimiento Aire Acondicionado Movistar Zona Norte

Fuente: Centro de Gestión Avanzado – CGA Huawei Perú, (Diciembre 2013)

**c. Cumplimiento de Mantenimiento Preventivo no guarda relación con los costos mensuales.**

A fin de evidenciar el cumplimiento de las labores de mantenimiento preventivo en la Red Movistar, la empresa Huawei del Perú S.A. elabora un reporte de cumplimiento basado en los indicadores KPI<sup>6</sup> medidos por su NOC<sup>7</sup>.

<sup>6</sup> Indicadores Clave de Performance (Key Performance Indicators)

<sup>7</sup> Centro de Operación de Red (Network Operation Center)

El KPI específico que mide el Cumplimiento del Mantenimiento Preventivo es denominado CMP. Dicho indicador considera en su cálculo tres escenarios:

- Número de Mantenimientos Preventivos realizados a tiempo y correctamente dentro del mes en curso(A).
- Número de Mantenimiento Preventivos realizados dentro de tolerancia de tiempo (B).
- Número de Mantenimientos Preventivo realizado fuera de tolerancia de tiempo (C).
- Número de Mantenimientos Preventivos Totales dentro del mes en curso (Z).

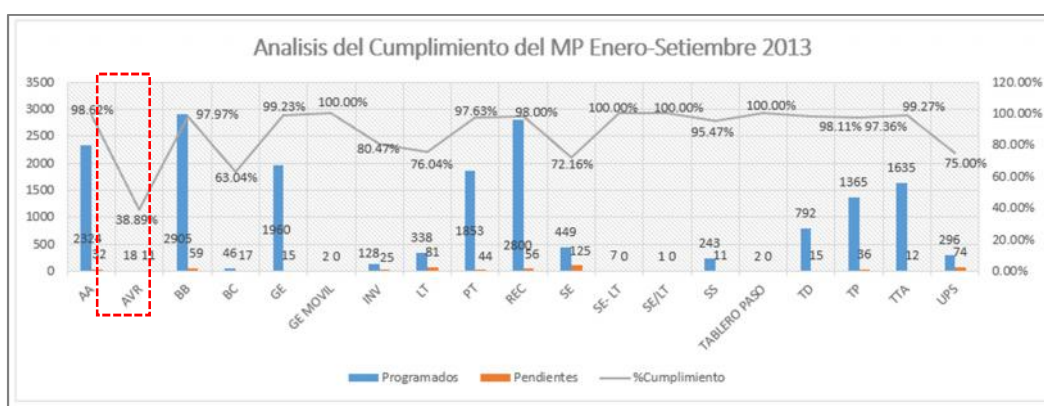


Figura 1.3. Análisis KPI Aire Acondicionado Movistar Zona Norte

Fuente: Centro de Gestión Avanzado – CGA Huawei Perú, (Diciembre 2013)

En la Figura 1.3 se presenta un reporte de cumplimiento de mantenimientos preventivos en el año 2013. La simbología AA (resaltada en un recuadro rojo) representa los sistemas de aire acondicionado. Según el gráfico mostrado los mantenimientos preventivos se cumplen en un 98%, lo cual es un aparente indicador satisfactorio. Sin embargo el constante cambio de repuestos en estos sistemas y los gastos asociados hacen que tanto el operador Movistar como La Empresa Huawei del Perú S.A. tengan una percepción deficiente de estas labores.

### 1.1.3. Identificación y Determinación del Problema

Luego de haber realizado el análisis de las características de la realidad problemática, esta investigación pretende elaborar un Plan de mejora para el Mantenimiento



Preventivo en el Sistema de Aire Acondicionado de la Red de Telefónica del Perú Zona Norte mediante el empleo de la Metodología de Gestión de Calidad Ishikawa - Pareto.

#### **1.1.4. Delimitación**

Por lo expuesto anteriormente, el presente trabajo de investigación se delimita a desarrollar un Plan de Mejora para el Mantenimiento Preventivo en el Sistema de Aire Acondicionado para la Red de Telefónica del Peru Zonal Norte.

#### **1.1.5. Enunciado Resumen**

El problema en el que se centra la presente tesis, exige responder a la interrogante:

¿De qué manera se puede elaborar un Plan de mejora del Mantenimiento Preventivo del Sistema de Aire Acondicionado en la Red de Telefónica del Perú Zona Norte?

#### **1.1.6. Alcance**

El proyecto está delimitado al Sistema de Aire Acondicionado de la Red de Telefónica del Perú Zona Norte y a la aplicación de la Metodología Ishikawa - Pareto, usando los reportes de KPI y reportes adicionales del Centro de Operaciones de Red (NOC).

#### **1.1.7. Justificación**

Este proyecto de Investigación se justifica Académicamente porque permitirá plantear una Metodología para el desarrollo de mejora en los Procesos de Mantenimiento Preventivo, aplicando la técnica Ishikawa – Pareto.

Este proyecto de Investigación se justifica Económicamente para el operador porque su aplicación podría reducir gastos en compras de repuestos para el Sistema de Aire Acondicionado, reducir costos de Atención de Averías y Mejorar de la performance del Sistema de Aire Acondicionado en la Red del operador

#### **1.1.8. Aportes**

- Se desarrollará una Metodología para elaborar un Plan de mejora en el Mantenimiento Preventivo de los Sistemas de Aire Acondicionado.
- Se aplicara la metodología Ishikawa – Pareto al caso real de un operador local de Telecomunicaciones.

### **1.1.9. Antecedentes**

Para sustentar este proyecto de investigación se ha tomado como antecedentes diversos estudios relacionados con la aplicación de los métodos de Ishikawa - Pareto para la mejora de procesos.

#### **a. Gerencia Estratégica de Mantenimiento de la Empresa Plásticos del Litoral – Plastlit.**

Tesis de grado

Autor : Br. Maria Fernanda Piedra Paladines

Fuente : Escuela Politécnica Litoral.

Ubicación : Guayaquil- Ecuador.

En este trabajo se desarrolla el Mantenimiento Productivo Total, sus pilares y los beneficios. Lo más significativo para el desarrollo de la presente tesis, son los Métodos y Herramientas para la gestión del Mantenimiento.

Se explica la Metodología de la Calidad para eliminar averías (QC Story o ruta de Calidad), dentro del cual se encuentran las 7 herramientas para mejora de Calidad.

- Diagrama de Pareto.
- Diagrama de Causa Efecto.
- Histogramas.
- Estratificación de Información.
- Hoja de chequeo y verificación.
- Diagramas de dispersión.

Entre los aportes más resaltantes para el caso de esta tesis sólo se realizara el uso de el diagrama de Pareto, diagrama causa-efecto e Histogramas.

#### **b. Implementación de la Estrategia de Mejora Seis Sigma para la Empresa Nugar Stamping & Wheels S.A. de C.V.**

Tesis de Grado Maestría

Autor : Elda Gomez Mendiola

Fuente : Instituto Politécnico Nacional

Ubicación : México D.F.

En este trabajo se implementa la estrategia de mejora Seis Sigma en el departamento de producción de línea de dos arillos. Esta línea es la segunda etapa de un proceso

de producción de ruedas de acero de diferentes características que se comprende en cuatro etapas. Se desarrolla una estrategia de mejora en base a la metodología DMAMC (Define Measure, Analyze, Improve and Control). Dentro de los aportes de esta tesis se rescata el desarrollo de los diagramas de Pareto e Ishikawa dentro de la metodología Seis Sigma como herramientas básicas del control de Calidad.

**c. Mejoramiento del Nivel de Producción de las Máquinas Empaquetadoras en la Empresa Mavenga, Barquisimeto, Estado de Lara.**

Tesis de Grado

Autor : Br. Nailleth Sierralta.

Fuente : Universidad Nacional Abierta.

Ubicación : Venezuela, Barquisimeto.

Este trabajo está orientado a mejorar el nivel de producción de las maquinas empaquetadoras con la finalidad de elaborar productos de calidad que puedan competir en el mercado nacional e internacional tan exigente de hoy en día. En ese trabajo se utilizaron diferentes técnicas y herramientas necesarias para la recolección de información entre las cuales se encuentran diagrama de Causa-Efecto, Diagrama de Pareto, entrevistas estructuradas. A través de estas herramientas se pudo determinar las principales causas que ocasionan el bajo nivel de producción.

**1.2. Hipótesis**

**a. Hipótesis General**

La aplicación de la Metodología Pareto-Ishikawa permitirá elaborar un Plan de Mejora para el Mantenimiento Preventivo de los Sistemas de Aire Acondicionado en la Red de Telefónica del Perú Zona Norte.

**b. Variables**

**b.1 Variable Independiente**

- Metodología Ishikawa - Pareto

**b.1.1 Indicadores:**

- Número de Ideas generadas en BrainStorm
- Número de Causas Principales
- Número de Causas Secundarias

## **b.2 Variable Dependiente:**

- Plan de Mejora para Mantenimiento Preventivo Aire Acondicionado

### **b.2.1 Indicadores:**

- Número de Medidas recomendadas para Recursos Humanos
- Número de Medidas recomendadas para Métodos de Trabajo
- Número de Medidas recomendadas para Recursos de Equipamiento
- Número de Medidas recomendadas para Recursos Gestión.

## **1.3. Objetivos**

### **a. Objetivo General**

- Elaborar un Plan de mejora para el Mantenimiento Preventivo del Sistema de Aire Acondicionado en la Red de Telefónica de Peru Zona Norte, aplicando la Metodología de gestión de calidad Ishikawa - Pareto.

### **b. Objetivos Específicos**

- Recolectar información acerca de las principales causas de averías de los sistemas de aire acondicionado de la Red de Telefónica del Perú Zonal Norte.
- Aplicar las técnicas de Ishikawa – Pareto para la determinación de las razones por las cuales se ejecuta Mantenimiento Preventivo deficiente en los sistemas de aire acondicionado.
- Elaborar recomendaciones para la mejora del mantenimiento preventivo de los sistemas de aire acondicionado

# **CAPÍTULO II**

## **MARCO REFERENCIAL**

## **2.1. Introducción a los sistemas de aire acondicionado.**

Según los Autores Whitman y Johnson (2000)<sup>1</sup>, aunque la palabra acondicionar significa algo así como establecer una condición; el término aire acondicionado, se ha reservado solo, al proceso de mantener un ambiente cerrado a una temperatura estable por enfriamiento. En contraste cuando el mismo efecto se logra por calentamiento, siempre se refiere a ello como calefacción.

### **a.1 Unidades de Producción de aire frío**

La capacidad de refrigeración de los sistemas de aire acondicionado se mide en diferentes unidades de acuerdo al sistema de unidades usado en el país. Entre las unidades de capacidad de refrigeración tenemos:

- Toneladas de refrigeración

Una tonelada de refrigeración puede definirse como la cantidad de calor necesaria a extraer, para bajar un grado Fahrenheit a una tonelada (2000 lb) de agua pura.

- Frigorías

Una frigoría es la cantidad de calor que tenemos que sustraer a 1 Kg de agua a 15 grados Celsius para disminuir esta temperatura en 1 grado Celsius.

- BTU

Donde un BTU es la cantidad de calor a extraer a una libra de agua para bajar su temperatura un grado Fahrenheit.

### **a.2 Clasificación de las máquinas de aire acondicionado**

Desde el punto de vista constructivo, las máquinas para aire acondicionado pueden clasificarse en:

- Máquinas de pared
- Máquinas enfriadoras del aire directas: En estas máquinas el aire es llevado frío y retornado caliente por conductos a la unidad que está colocada en el exterior.
- Máquinas divididas en dos unidades: Están divididas en una exterior que produce y bombea el refrigerante líquido a otra interior conocida como consola donde se evapora el refrigerante y se intercambia el calor con el aire del local.

---

<sup>1</sup> William C. Whitman, William M. Johnson (2000) Tecnología de la refrigeración y aire acondicionado

- Máquinas exteriores: Son máquinas enfriadoras de agua, esta agua luego se bombea por tuberías y se usa para enfriar el aire localmente en intercambiadores de calor distribuidos por toda la edificación.

Cada una de estas máquinas de aire acondicionado encuentra su campo de aplicación en dependencia del volumen y tipo de edificación a servir, así por ejemplo, las máquinas de pared están reservadas al enfriamiento de un solo local, siempre que éste tenga alguna pared que comunique al exterior. Las máquinas de los casos 2 y 3 se usan para acondicionar el aire de toda una vivienda o la planta completa de un edificio de pocos pisos de altura. Los sistemas por enfriamiento de agua se reservan para edificios de muchos pisos donde el relativo poco diámetro de los conductos de agua, así como su facilidad de bombeo, hace más viable el proyecto.

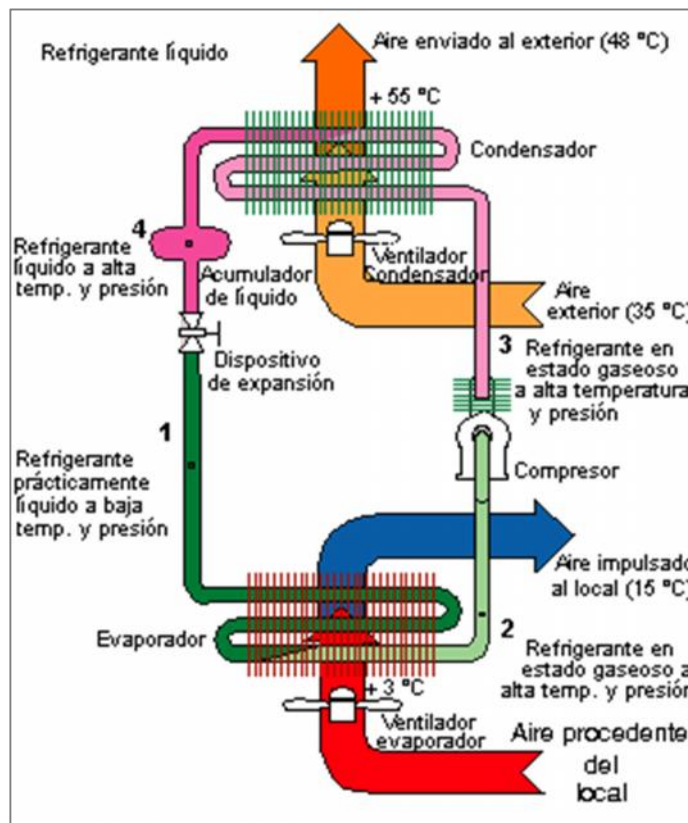


Figura 2.4. Componentes de un Sistema de Aire Acondicionado Directo

Fuente: Ficha de Red 4.07 Valeo Clim Service, Madrid (2001)

Un esquema general de un sistema de aire acondicionado enfriador del aire de manera directa, se muestra en la Figura 2.4. En esta figura pueden apreciarse las mismas partes básicas que se tendrían en un sistema de refrigeración tradicional por licuefacción, tales como compresor, condensador, evaporador y válvula de expansión. La característica

diferenciadora de este sistema contra uno de refrigeración convencional es que en este, las temperaturas finales necesarias son mucho más altas (con un mínimo de aproximadamente 10 grados celsius), mientras que en el refrigerador convencional, puede estar en el orden de las decenas de grados celsius bajo cero.

Adicionalmente estos sistemas a diferencia con el refrigerador convencional, deben intercambiar constantemente, una parte del aire interior del local, con aire exterior, a fin de mantener una atmósfera respirable y sana dentro de los locales.

Un típico sistema aire acondicionado de consola puede verse en la Figura 2.5. En este dibujo se han obviado las partes pertenecientes a la producción del refrigerante comprimido (compresor y tuberías) y solo está representada la consola intercambiadora de calor.

Estas consolas generalmente están provistas de dos ventiladores de tipo axial, uno para forzar aire exterior a través del condensador, para licuar el refrigerante comprimido, y otro para recircular el aire interior a través del evaporador, e intercambiar parcialmente un poco de aire interior con aire fresco procedente del exterior.

En todos los casos, en la superficie frontal del evaporador, o en la entrada a la cámara donde está este, se coloca un filtro especial, capaz de retener las partículas sólidas en suspensión en el aire de entrada, sin producir resistencia apreciable al paso del aire.

En algunos casos, la parte correspondiente al condensador está junto con el compresor en una misma unidad, y el refrigerante llega líquido a la consola. En este caso, la consola es más pequeña y solo consta del ventilador de impulsión, el evaporador y el sistema de filtrado. Tiene el inconveniente que el intercambio de aire interior por aire fresco no puede realizarse, este intercambio no es importante cuando los locales son grandes y lo usan pocas personas, donde el abre y cierre de puertas, las pérdidas de hermeticidad de ellas y las ventanas, así como el intercambio natural de chimeneas y conductos de respiración de dispositivos domésticos es suficiente.



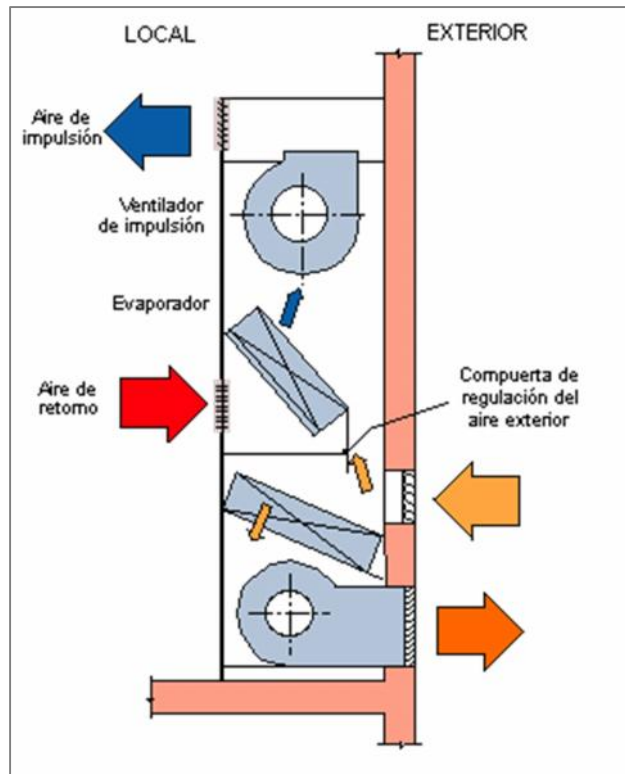


Figura 2.5. Componentes de un Sistema de Aire Acondicionado de Consola

Fuente: Ficha de Red 4.07 Valeo Clim Service, Madrid (2001)

Según el autor Henry Mendiburu (2003)<sup>2</sup>, para grandes edificios donde se usa el método de enfriamiento de agua, pueden utilizarse sistemas de refrigeración por absorción con una consola por local, que utiliza el agua fría como refrigerante. Los sistemas de ventilación de estos grandes edificios son sistemas independientes.

Para el mantenimiento de una temperatura estable, en todos los sistemas de aire acondicionado, se acude al uso de termostatos. Estos termostatos pueden controlar el arranque y parada de los compresores, o el accionamiento de sistemas eléctricos o hidráulicos que abren y cierran compuertas del aire frío, o del agua fría, según el caso.

<sup>2</sup> MENDIBURU DIAZ, Henry Antonio (2003). *Automatización Ambiental, Aplicación de la automatización industrial y el control de procesos en la conservación del medio ambiente*, (1<sup>ra</sup>. Edición). Lima, Perú.

### **a.3 Condiciones de los locales a enfriar.**

Para obtener un sistema de aire acondicionado energéticamente eficiente, los locales deben cumplir ciertos requisitos de hermeticidad y aislamiento térmico. Locales poco herméticos o con grandes entradas de calor por paredes, techos y pisos no son adecuados, y su consumo energético sería muy elevado.

Es práctica común en climas calurosos, revestir las paredes exteriores por su parte interior, con un material termo aislante de unos 19 mm de grueso y luego recubrirlo con paneles de yeso-papel, madera contrachapada y similares. También los falsos techos o cielo raso se recubren con capas de unos 100 mm de aislante a base de fibra de vidrio u otro similar. Para este propósito, los techos de color blanco son los más adecuados.

### **a.4 Cantidad de frío necesario.**

La capacidad de refrigeración necesaria de la instalación enfriadora para determinado local, se establece partiendo de los metros cuadrados de pared exterior. Estos requerimientos están influidos además por varios factores, los más importantes son:

1. Área de pared con vidrios (mientras más vidrios más pérdidas).
2. Generación interior de calor por equipos o instalaciones.
3. Número de personas a un tiempo dentro del local.
4. Tipo de techo y si este da al exterior.
5. Temperatura exterior anual promedio.
6. Orientación geográfica.
7. Materiales de construcción, existencia o no de aislamiento térmico.
8. Color exterior de las paredes y techos.
9. Otros

En la práctica se acepta que el rango de frigorías por metro cuadrado de pared oscile entre 100 y 150 en dependencia de los factores adicionales influyentes relacionados anteriormente. Pueden reducirse los kilowatts de potencia de una máquina frigorífica a frigorías, multiplicándolos por 0.86.

### **a.5 Distribución del aire frío**

Una vez creado el aparato de preparar el aire frío, es necesario distribuirlo adecuadamente entre los diferentes locales objeto de servicio, de manera uniforme,

para lograr que en todos ellos, exista la misma temperatura. Esta distribución cuando se trata de múltiples locales casi universalmente se hace a través de conductos.

El proyecto de los conductos y sus partes, para la adecuada distribución del aire frío en las localidades, puede ser, desde una simple abertura de vertido y otra de retorno en la propia máquina como en el caso de las de pared, hasta complejos sistemas dotados de un entramado de conductos de diferentes secciones de flujo interconectados, con múltiples rejillas de salida y retorno, sistemas de compuertas reguladoras de flujo y de control en caso de incendio etc.

Para un adecuado funcionamiento de un sistema de aire acondicionado, con independencia de su complejidad, es muy importante, no solo distribuir el aire frío en mayor o menor grado a cada local según sus condiciones, si no también, lograr un adecuado retorno. Una ventana de salida de aire frío en un local, no será funcional si el aire frío vertido no tiene posibilidades bien definidas de retornar a la máquina frigorífica.

#### **a.6 Regulación de la Temperatura**

Para que un sistema de aire acondicionado funcione adecuadamente será necesario como ya se ha indicado, el uso de termostatos. Estos termostatos pueden variar sustancialmente de una instalación a otra dependiendo de la complejidad del sistema. Para un sistema simple como el de una vivienda, el termostato se reduce a un control eléctrico que enciende y apaga el compresor y los ventiladores de recirculación de aire, pero en el caso de edificaciones comerciales donde pueden estar muchas personas al mismo tiempo, lo más común es utilizar termostatos de bulbos dobles incluidos en el mismo cuerpo y accionados por la misma palanca de control.

Uno de estos termostatos sirve para encender y apagar el compresor, y el otro para los ventiladores de recirculación. Los dos están desfasados un tanto en valor de temperatura de manera que siempre el termostato que controla el compresor funciona a una temperatura más alta que el otro, de esta forma el compresor se apagará y encenderá de manera intermitente para mantener la temperatura del local, pero siempre los ventiladores de recirculación permanecerán encendidos para garantizar el adecuado intercambio de aire con el exterior.

Si se desea apagar a mano todo el sistema, se puede hacer subiendo la palanca de temperatura por encima del valor de calibración del termostato de los ventiladores de recirculación.

## **2.2. Circuito de un Sistema de Aire Acondicionado.**

Para Clim Valeo (2007), el sistema de aire acondicionado requiere de componentes específicos y complejos, así como un fluido adecuado para el intercambio de calor. A diferencia de un sistema de calefacción, en el que el líquido refrigerante absorbe calor del motor y se lo cede a dos radiadores (refrigeración y calefacción), en el caso del aire acondicionado, el objetivo consiste en que el fluido frigorífico absorba el calor del aire que entra al habitáculo mediante el evaporador. Por lo tanto, deberá cederlo al ambiente mediante otro intercambiador, el condensador. El principio de funcionamiento del circuito de aire acondicionado se puede explicar siguiendo las siguientes etapas:

### **b.1 Compresión**

El fluido en estado gaseoso es aspirado por el compresor a baja presión y baja temperatura (3 bar, 5 °C) y sale comprimido a alta presión y alta temperatura (20 bar, 110 °C). La energía necesaria para llevar a cabo este trabajo de compresión se la aporta la correa del alternador, que también suele mover la bomba de líquido refrigerante.

### **b.2 Condensación**

El fluido en estado gaseoso entra en el condensador a alta presión y temperatura. Empieza la cesión de calor del fluido al aire que atraviesa el intercambiador, produciéndose la condensación del fluido frigorífico, saliendo del condensador en estado líquido a alta presión y temperatura media (19 bar, 60°C).

### **b.3 Filtrado y desecado**

El fluido en estado líquido pasa por el filtro deshidratante, que absorbe la humedad que pueda contener el fluido. Además, pasa a través de un elemento filtrante que retiene las impurezas presentes en el líquido. No debe producirse ningún cambio en el estado termodinámico del fluido.

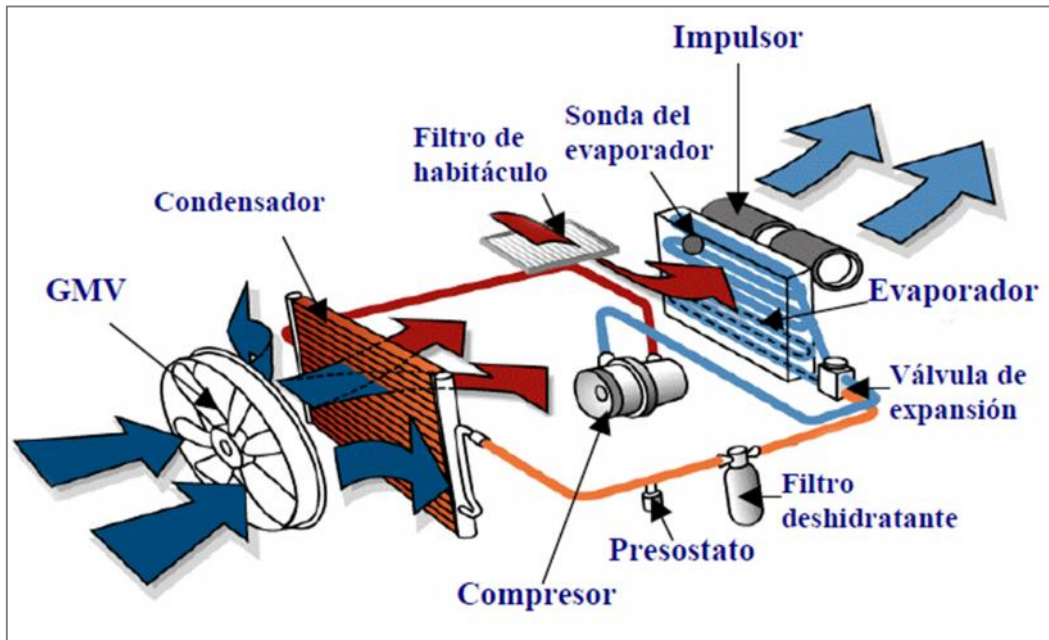


Figura 2.6. Componentes de un Circuito de Aire Acondicionado

Fuente: Valeo Clim (2007), Madrid España

#### **b.4 Expansión**

El fluido en estado líquido a 19 bar y 60°C penetra en la válvula de expansión termostática, produciéndose una caída brusca de presión y temperatura. El fluido sale de la válvula en estado difásico, a una presión de 3 bar y una temperatura de 0°C.

#### **b.5 Evaporación**

El fluido en estado difásico penetra en el evaporador, donde comienza el intercambio de calor con el aire exterior que penetra al habitáculo. El fluido necesita absorber calor para poder evaporarse, y lo toma del aire que atraviesa el evaporador. A su vez, la humedad presente en este aire se condensa sobre las aletas (superficie fría) y se acumula en una bandeja bajo el intercambiador, para después ser evacuada al exterior mediante un conducto de desagüe.

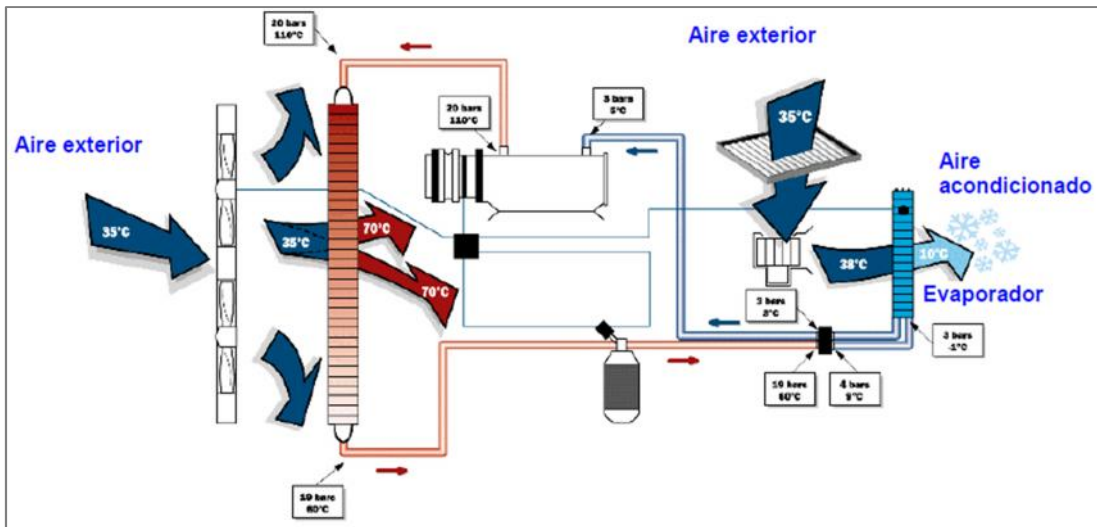


Figura 2.7. Temperatura de componentes Sistema de Aire Acondicionado

Fuente: Fuente: Valeo Clim (2007), Madrid España

### b.6 Control

El fluido a la salida del evaporador y por lo tanto a la entrada del compresor debe estar en estado gaseoso, para evitar posibles deterioros en el compresor. En los circuitos equipados con una válvula de expansión termostática, el control se realiza a la salida del evaporador, mediante el recalentamiento, o diferencia entre la temperatura a la salida del evaporador y la temperatura de evaporación.

Dicho valor debe estar comprendido entre 2 y 10°C, y en caso de encontrarse fuera de estos márgenes, la válvula se abre más o menos para permitir la entrada de una caudal mayor o menor al evaporador. Es por lo tanto imprescindible no variar el tarado de dicha válvula.

Una vez garantizada la evaporación de la totalidad del fluido, éste pasa de nuevo por el compresor, y el ciclo comienza de nuevo.

## **b. Fundamentos del Mantenimiento**

Según la European Federation of National Maintenance Societies<sup>3</sup> se define mantenimiento como: Todas las acciones que tienen como objetivo mantener un artículo o restaurarlo a un estado en el cual pueda llevar a cabo alguna función requerida. Estas acciones incluyen la combinación de las acciones técnicas y administrativas correspondientes.

En el mundo, de las telecomunicaciones y la ingeniería el concepto de mantenimiento tiene los siguientes significados:

Cualquier actividad (comprobaciones, mediciones, reemplazos, ajustes y reparaciones) necesarios para mantener o reparar una unidad funcional de forma que esta pueda cumplir sus funciones.

Para el mundo de los materiales cumple con las siguientes definiciones:

- Todas aquellas acciones llevadas a cabo para mantener los materiales en una condición adecuada o los procesos para lograr esta condición. Incluyen acciones de inspección, comprobaciones, clasificación, reparación, etc.
- Conjunto de acciones de provisión y reparación necesarias para que un elemento continúe cumpliendo su cometido.
- Rutinas recurrentes necesarias para mantener unas instalaciones (planta, edificio, propiedades inmobiliarias, etc.) en las condiciones adecuadas para permitir su uso de forma eficiente, tal como está designado.

Para otros autores como Richard Perrin (2008), se definen como el conjunto de acciones que permite conservar o restablecer un sistema productivo a un estado específico, para que pueda cumplir un servicio determinado.

---

<sup>3</sup> Mantenimiento: Disponible en <http://es.wikipedia.org/wiki/Mantenimiento>

### 2.3. Tipos de Mantenimiento

- **Mantenimiento Predictivo**

Este mantenimiento está basado en la inspección para determinar el estado y operatividad de los equipos, mediante el conocimiento de valores de variables que ayudan a descubrir el estado de operatividad; esto se realiza en intervalos regulares para prevenir las fallas o evitar las consecuencias de las mismas. Para este mantenimiento es necesario identificar las variables físicas (temperatura, presión, vibración, etc.) cuyas variaciones están apareciendo y pueden causar daño al equipo. Es el mantenimiento más técnico y avanzado que requiere de conocimientos analíticos y técnicos y necesita de equipos sofisticados.

- **Mantenimiento Correctivo**

Comprende el mantenimiento que se lleva con el fin de corregir los defectos que se han presentado en el equipo. Se clasifica en

- No planificado. Es el mantenimiento de emergencia. Debe efectuarse con urgencia ya sea por una avería imprevista a reparar lo más pronto posible o por una condición imperativa que hay que satisfacer (problemas de seguridad, de contaminación, de aplicación de normas legales, etc.).
- Planificado. Se sabe con antelación qué es lo que debe hacerse, de modo que cuando se pare el equipo para efectuar la reparación, se disponga del personal, repuesto y documentos técnicos necesarios para realizarla correctamente

- **Mantenimiento Preventivo**

Es el mantenimiento que se realiza con el fin de prevenir la ocurrencia de fallas, y mantener en un nivel determinado a los equipos, se conoce como mantenimiento preventivo directo o periódico, por cuanto sus actividades están controladas por el tiempo; se basa en la confiabilidad de los equipos.

A pesar de que cada tipo de mantenimiento tiene sus características específicas es necesario recalcar que en la aplicación de estos a los equipos se requiere de una mezcla de ellos; Y es en esta mezcla donde surgen los modelos de mantenimiento aplicables a cada uno de los equipos.

Pueden identificarse claramente 4 de estas mezclas, completadas con otros dos tipos de tareas adicionales.



### **c.1 Modelos de Mantenimiento**

Cada uno de los modelos incluye varios de los tipos de mantenimiento, en la proporción que se necesaria. Además, todos ellos incluyen dos actividades: inspecciones visuales y lubricación.

- **Modelo correctivo**

Es un modelo en donde se realiza la reparación de averías y además se incluye una inspección visual y lubricación.

- **Modelo condicional**

Modelo de mantenimiento en donde además de las actividades anteriores incluye una serie de pruebas y ensayos que condicionan la actuación a futuro del equipo. Es aplicado a equipos cuya probabilidad de falla es baja.

- **Modelo sistemático**

En este modelo se realizan una serie de tareas sin importar las condiciones del equipo, realizamos una serie de pruebas y ensayos para planificar tareas de mayor importancia, se aplica este modelo a equipos que deben tener tareas constantes de mantenimiento que pueden ser planificadas en el tiempo; sin importar el tiempo que lleve funcionando el equipo.

- **Modelo de alta disponibilidad**

Este modelo de mantenimiento incluye el modelo condicional y sistemático, incluye paradas en periodos largos de tiempo, puede ser anual y en esta parada realizar todas las correcciones, modificaciones, reparaciones que pudieron presentarse a lo largo del periodo operativo.

En general todo modelo debe poseer las características:

- Metas claras y precisas.
- Incluir a todo la organización con su respectivo personal como gestores del proceso de mantenimiento.
- Enfoque a los ejes funcionales de la empresa.
- Considerar al proceso de mantenimiento dentro de todas las fases de la empresa y no solo al de operación.
- Orientado a evolución y a la mejora continua.
- Incluir aplicaciones sistemáticas y de prioridad para optimizar planes de mantenimiento y asegurar confiabilidad.

## **c.2 Objetivos del Mantenimiento**

El Objetivo del Mantenimiento abarca el asegurar la disponibilidad planeada al menor costo dentro de las recomendaciones de garantía y uso de los fabricantes de los equipos e instalaciones y las normas de seguridad. Para ello actúa sobre:

- La continuidad de la operación producción: Es decir, la confiabilidad que se mide por el Mean Time To Failure, (tiempo medio entre fallas consecutivas MTTF);
- El tiempo de paradas o mean downtime (MDT), cuando éstas se producen.
- El Mean Time to Repair: Tiempo de paradas que además incluye el tiempo efectivo de reparación (MTTR) que es función del diseño, herramientas disponibles y destreza y capacitación del personal.
- Main Waiting Time, tiempo de espera (MWT) (Soporte) que es función de la organización (sistemas y rutinas, herramientas y talleres disponibles, documentación técnica, capacitación, entrenamiento y suministro de piezas y/o repuestos).

El mantenimiento constituye un sistema dentro de toda organización industrial cuya función consiste en ajustar, reparar, reemplazar o modificar los componentes de una planta industrial para que la misma pueda operar satisfactoriamente en cantidad / calidad durante un período dado.

El mantenimiento, por su incidencia significativa sobre la producción y la productividad de las empresas, constituye uno de los modos idóneos para lograr y mantener mejoras en eficiencia, calidad, reducción de costos y de pérdidas, optimizando así la competitividad de las empresas que lo implementan dentro del contexto de la Excelencia Gerencial y Empresarial. Al respecto, debe destacarse que:

- Mantenimiento no es un costo.
- No se reduce a un conjunto más o menos discreto de personas con habilidades mecánicas, eléctricas, electrónicas y/o de computación.
- Requiere excelencia en su manejo gerencial y profesional.
- Implica tenerlo presente desde el momento que se diseña y monta una planta industrial o que se modifica y/o reacondiciona total o parcialmente, etc.
- Requiere información e insumos y produce resultados e información.

### **c.3 Gestión de Mantenimiento**

La gestión del mantenimiento industrial moderno se presenta como un conjunto de técnicas para cuidar la tecnología de los sistemas de producción a lo largo de todo su ciclo de vida, llegando a utilizarlos con la máxima disponibilidad y siempre al menor costo, garantizando, entre otras cuestiones, una asistencia técnica eficaz a través de una buena formación y gestión de competencias en el uso y mantenimiento de dichos sistemas asegurando la disponibilidad planeada dentro de las recomendaciones de garantía y uso de los fabricantes de los equipos e instalaciones.

En una gestión de mantenimiento, la planificación y programación representan el punto de partida. Ella lleva involucrada la necesidad de imaginar y relacionar las actividades probables que habrán de cumplirse para lograr los objetivos y resultados esperados. A continuación se describen cada una de las etapas de la gestión de mantenimiento:

#### **c.4.1 Planificación.**

Es un proceso que consiste en la definición de rutinas y procedimientos y en la elaboración de planes detallados para horizontes relativamente largos, usualmente trimestrales o anuales, lo cual implica la determinación de las operaciones necesarias, mano de obra requerida, materiales a emplear, equipos a utilizar y duración de las actividades.

En la planificación del mantenimiento se debe considerar los siguientes aspectos:

1. Se deben tener establecidos objetivos y metas en cuanto a los objetos a mantener.
2. Se debe garantizar la disponibilidad de los equipos o sistemas.
3. Establecer un orden de prioridades para la ejecución de las acciones de mantenimiento.
4. Sistema de señalización y codificación lógica.
5. Inventario técnico.
6. Procedimientos y rutinas de mantenimiento.
7. Registros de fallas y causas.
8. Estadísticas de tiempo de parada y tiempo de reparación.

### **c.4.2 Programación.**

El proceso de programación consiste en establecer las frecuencias para las asignaciones del mantenimiento preventivo, las fechas programadas son esenciales para que exista una continua disponibilidad de equipos e instalaciones. Se inicia con la solicitud y envío de la orden de trabajo.

### **c.4.3 Ejecución, control y evaluación.**

Estos procesos vinculan dos acciones administrativas de singular importancia como son la dirección y la coordinación de los esfuerzos del grupo de realizadores de las actividades generadas en los procesos de planificación y programación cuya finalidad es garantizar el logro de los objetivos propuestos. En general la ejecución, el control y la evaluación, permiten que las actividades se realicen tal cual fueron planificadas.

## **c.4 Indicadores de Mantenimiento**

Según la autora María Gabriela Marcano Borromé (2013)<sup>4</sup>, dentro de los principales parámetros indicadores de mantenimiento se pueden mencionar:

### **c.5.1 Disponibilidad (D)**

Aptitud de un sistema (maquina o proceso), de cumplir una función requerida dentro de un tiempo determinado.

$$D = \text{TFR} / \text{TFP}$$

TFR : Tiempo de Funcionamiento Real

TFP : Tiempo de Funcionamiento Programado.

Para el caso específico de mantenimiento medimos la Disponibilidad Propia (Dp) de la máquina. Esto es tomando en cuenta solo fallas de máquina.

$$D_p = (\text{TFP} - \text{Tf}) / \text{TFP}$$

Tf : Tiempo de fallas.

---

<sup>4</sup> MARCANO, María G. (2013). Diseño de Modelo de Gestión de Mantenimiento aplicado a los equipos críticos de Planta Piloto de Concentración de Mineral en CVG Ferrominera Orinoco C.A. Venezuela

### **c.5.2 Confiabilidad (C)**

Probabilidad de buen funcionamiento de un sistema (máquina o proceso) bajo ciertas condiciones y durante un período determinado. En otras palabras es el tiempo promedio de funcionamiento entre fallas.

$$C = TF / Nf$$

TF : Tiempo de Funcionamiento

Nf : Numero de fallas.

### **c.5.3 MANTENIBILIDAD (M)**

Esta representa un sistema en el cual se decide la cantidad de esfuerzo que debemos requerir para poder así conservar el funcionamiento normal o para restituirlo una vez se ha presentado un evento de falla. De esa forma se podrá decir si un sistema es "Altamente mantenible" cuando el esfuerzo que necesitemos, a comparación con la restitución sea bajo y se dirá si un sistema es poco mantenible o de "Baja mantenibilidad" si para restituirse o sostenerse se requieren grandes esfuerzos.

En otras palabras es la duración promedio de las fallas.

$$M = Tf / Nf$$

Tf : Tiempo de fallas

Nf : Numero de fallas

## 2.4. Metodología Pareto

Richard Perrin (2008) en su libro “Real-World Project Management: Beyond Conventional Wisdom, Best Practices, and Project Methodologies”, menciona que la metodología de Pareto está basada en un método gráfico que ayuda a definir las causas más importantes de una situación en particular y por tanto las prioridades de acción a seguir. El diagrama de Pareto es una comparación ordenada de factores relativos a un problema. Esta comparación nos va a ayudar a identificar y enfocar los pocos factores vitales diferenciándolos de los muchos factores útiles. Esta herramienta es especialmente valiosa en la asignación de prioridades a los problemas de calidad, en el diagnóstico de causas y en la solución de las mismas, el diagrama de Pareto se puede elaborar de la siguiente manera:

1. Cuantificar los factores del problema y sumar los efectos parciales hallando el total.
2. Reordenar los elementos de mayor a menor.
3. Determinar el % acumulado del total para cada elemento de la lista ordenada.
4. Trazar y rotular el eje vertical izquierdo (unidades).
5. Trazar y rotular el eje horizontal (elementos).
6. Trazar y rotular el eje vertical derecho (porcentajes).
7. Dibujar las barras correspondientes a cada elemento.
8. Trazar un gráfico lineal representando el porcentaje acumulado.
9. Analizar el diagrama localizando el "Punto de inflexión" en este último gráfico.

Por ejemplo, 80% del valor del inventario total se encuentra en sólo 20% de los artículos en el inventario; en 20% de los trabajos ocurren 80% de los accidentes, o 20% de los trabajos representan cerca de 80% de los costos de compensación para trabajadores, su interpretación se lleva de la siguiente manera: "existen (número de categorías) contribuyentes relacionados con (efecto). Pero estos (número de pocos vitales) corresponden al (número) % del total (efecto). Debemos procurar estas (número) categorías pocos vitales, ya que representan la mayor ganancia potencial para nuestros esfuerzos. La Figura 2.8 representa un Diagrama de Pareto en el que se observa que el 20 % de la línea de productos ofrecidos son los que generan la facturación del 80% de las ventas.

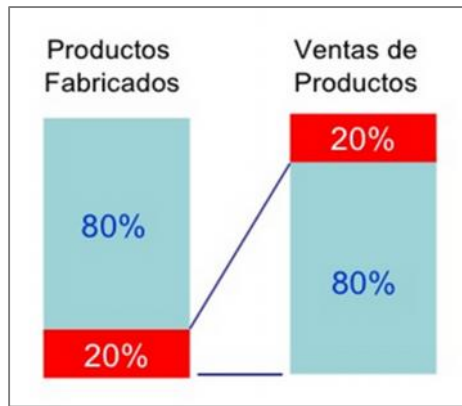


Figura 2.8. Diagrama de Pareto

Fuente: Pareto e Ishikawa, Lluvia de ideas, Ing. Jorge Fernández D. (2011)

El análisis de Pareto es de aplicación a aquellos estudios o situaciones en que es necesario priorizar la información proporcionada por un conjunto de datos o elementos. Básicamente es una comparación cuantitativa y ordenada de elementos o factores según su contribución a un determinado efecto.

El objetivo de esta comparación es clasificar dichos elementos o factores en dos categorías:

1. Las “Pocas Vitales”: Elementos muy importantes en su contribución
2. Los Muchos Triviales: Elementos de contribución poco importante

#### **d.1 Características de la Metodología de Pareto**

Entre las características de la Metodología de Pareto podemos mencionar:

1. Priorización: Identifica los procesos que más peso o importancia tienen dentro de un grupo
2. Unificación de Criterios: Enfoca o dirige el esfuerzo del grupo de trabajo hacia un objetivo prioritario común
3. Carácter Objetivo: Su utilización fuerza al grupo de trabajo a tomar decisiones basadas en datos y hechos objetivos y no en ideas subjetivas.

#### **d.2 Construcción del Diagrama de Pareto**

Para la construcción del Diagrama de Pareto son necesarios los siguientes elementos:

1. Un efecto cuantificado y medible: Sobre el que se quiere priorizar (Costos, tiempo, número de errores o defectos, porcentaje de clientes, etc.)

2. Una lista completa de elementos o factores que contribuyan a dicho efecto (tipos de fallos o errores, pasos de un proceso, tipos de problemas productivos, servicios, etc.)
3. La Magnitud de la contribución de cada elemento factor al efecto total.

Todos estos datos bien existan o bien haya que recolectarlos deberán ser:

- **Objetivos:** Es decir basados en hechos, no en opiniones
- **Consistentes:** Debe utilizarse la misma medida para todos los elementos contribuyente y los mismos supuestos y cálculos a lo largo del estudio, ya que el análisis de Pareto es un análisis de comparación.
- **Representativos:** Deben reflejar toda la variedad de hechos que se producen en la realidad
- **Verosímiles:** Evitar cálculos o suposiciones controvertidas, ya que se busca un soporte para toma de decisiones, si no se crean los datos, no apoyarán las decisiones.

Como ejemplos de la metodología de análisis se muestra una Tabla de Conteo para el caso de análisis de defectos en una empresa de fabricación de calzado. La Tabla 2.1 nos muestra los tipos de defectos más comunes y ordenados por su porcentaje de contribución.

Tabla 2.1 Ejemplo de análisis de defectos en un calzado

Tipo de defecto	Número de defectos	Porcentaje Total de Defectos	Total acumulado de defectos	Porcentaje acumulado
Costuras torcidas	110	40.74%	110	40.74%
Corte descentrado	82	30.37%	192	71.11%
Talones desiguales	48	17.78%	240	88.89%
Tonalidad desigual	12	4.44%	252	93.33%
Plantillas manchadas	8	2.96%	260	96.30%
Forros manchados	6	2.22%	266	98.52%
Piquetes o cicatrices en la capellada	4	1.48%	270	100.00%
<b>TOTAL</b>	<b>270</b>			

Fuente: Pareto e Ishikawa, Lluvia de ideas, Ing. Jorge Fernández D. (2011)



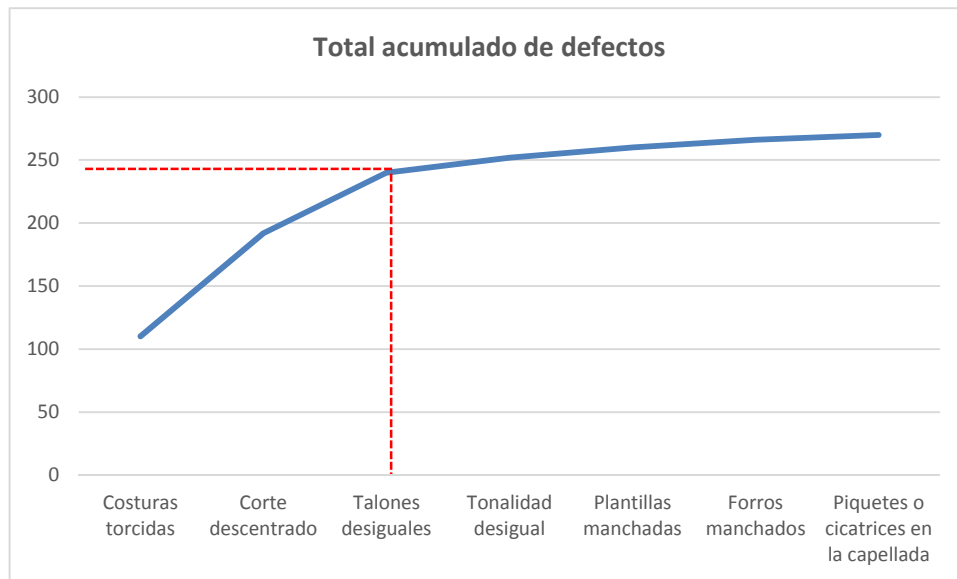


Figura 2.9. Selección de causas más relevantes

Fuente: Pareto e Ishikawa, Lluvia de ideas, Ing. Jorge Fernández D. (2011)

En la Figura 2.9 se presenta el gráfico de selección de causas más relevantes para el ejemplo presentado. Se puede apreciar que los tres tipos de defecto que se pueden considerar como “Pocas Vitales”, generan el 89% de defectos en la fabricación de un calzado.

## 2.5. Metodología Ishikawa

El diagrama de Ishikawa conocido también como causa-efecto, es una forma de organizar y representar las diferentes teorías propuestas sobre las causas de un problema. Nos permite, por tanto, lograr un conocimiento común de un problema complejo, sin ser nunca sustitutivo de los datos.

### e.1 Elementos del diagrama de Ishikawa

Los elementos que estructuran un Diagrama de Causa – Efecto son:

1. El Problema
2. Causas Mayores: Considerados como Variables Críticas
3. Causas Menores: Causas que inciden sobre las variables críticas
4. Sub Causas: Las que inciden sobre las causas menores

## e.2 Construcción del Diagrama de Ishikawa

Los errores comunes son construir el diagrama antes de analizar globalmente los síntomas, limitar las teorías propuestas enmascarando involuntariamente la causa raíz, o cometer errores tanto en la relación causal como en el orden de las teorías, suponiendo un gasto de tiempo importante. El diagrama se elabora de la siguiente manera:

1. Ponerse de acuerdo en la definición del efecto o problema.
2. Trazar una flecha y escribir el "efecto" del lado derecho.



Figura 2.10. Inicio del diagrama Causa - Efecto de Ishikawa

Fuente: Identificación de la problemática mediante Pareto e Ishikawa, Sebastián Walter Stachú (2006)

3. Identificar las causas principales a través de flechas secundarias que terminan en la flecha principal.

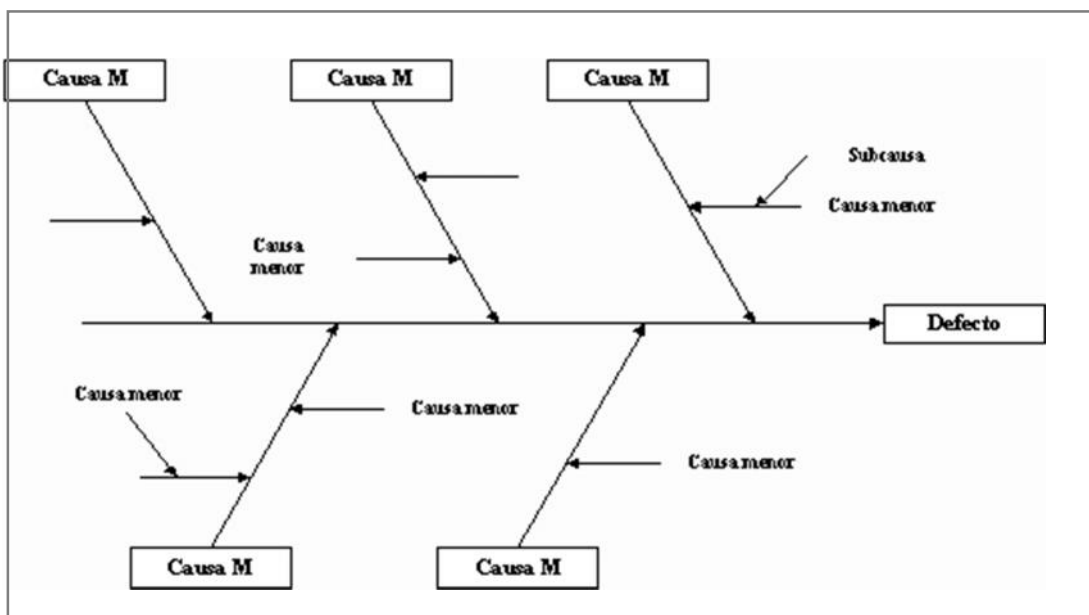


Figura 2.11. Causas Secundarias Diagrama Causa - Efecto de Ishikawa

Fuente: Identificación de la problemática mediante Pareto e Ishikawa, Sebastián Walter Stachú (2006)

4. Identificar las causas secundarias a través de flechas que terminan en las flechas secundarias, así como las causas terciarias que afectan a las secundarias.
5. Asignar la importancia de cada factor.

6. Definir los principales conjuntos de probables causas: materiales, equipos, métodos de trabajo, mano de obra, medio ambiente (5 M's).
7. Marcar los factores importantes que tienen incidencia significativa sobre el problema.
8. Registrar cualquier información que pueda ser de utilidad.

La Figura 2.12 nos muestra un ejemplo de Diagrama Causa – Efecto para el caso de análisis del problema de deficiencias en la gestión de mantenimiento de equipos críticos de una Planta Piloto de Concentración de Mineral<sup>5</sup>.

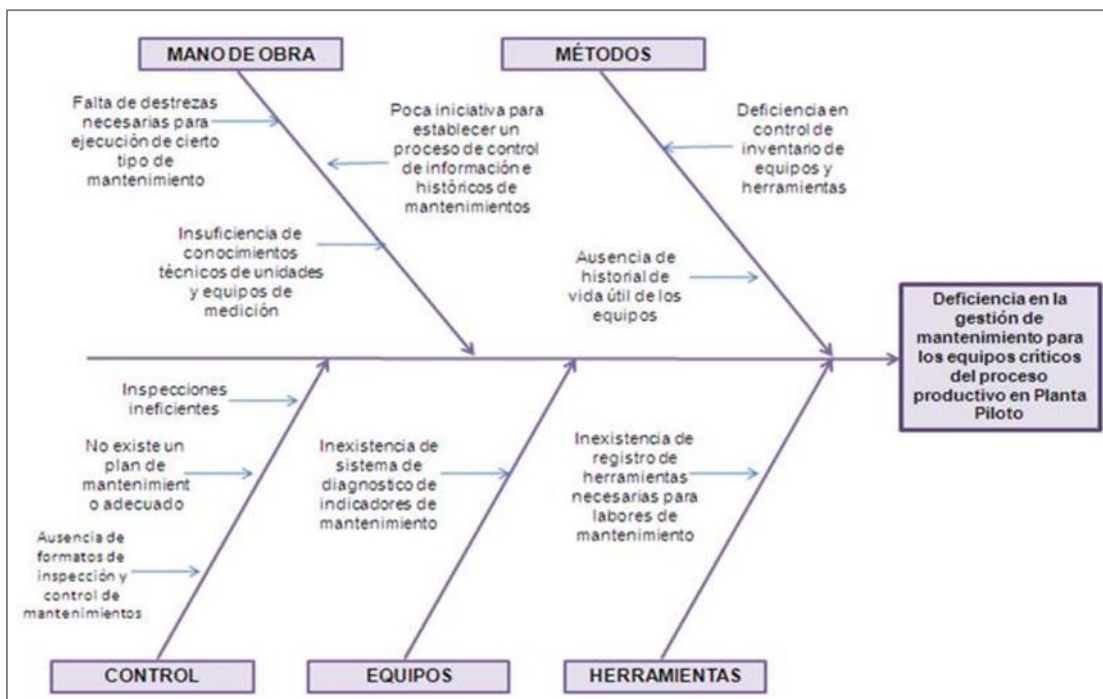


Figura 2.12. Ejemplo de elaboración Diagrama Causa - Efecto

Fuente: Diseño modelo de gestión de mantenimiento equipos críticos, Ing. Iván Turnero Astros (2013)

<sup>5</sup> Diseño de un Modelo de Gestión de Mantenimiento aplicado a los Equipos Críticos de Planta Piloto de Concentración de Mineral en CVG Ferrominera Orinoco C.A. María Gabriela Marcano Borromé, 2013. Universidad Nacional Politécnica "Antonio José de Sucre". Puerto Ordaz, Venezuela

## **2.6. Relación entre los Métodos de Pareto e Ishikawa**

El Diagrama de Ishikawa en primer lugar permite clasificar los defectos y priorizarlos. Una vez priorizados los defectos se procede a realizar un Diagrama de Pareto de causas, el cual nos ayuda a procesar la causa o causas que representan u originan el 80% de los problemas o incidencias.

**CAPÍTULO III**  
**MATERIALES Y**  
**PROCEDIMIENTOS**

### **3.1. Materiales**

#### **3.1.1. Población**

Equipos de Aire Acondicionado de la Red de Telefónica del Perú Zonal Norte

#### **3.1.2. Muestra**

Para determinar el tamaño de la muestra se calcula en base a las técnicas de muestreo probabilístico siguiente:

$$n = \frac{Z^2 P.Q.N}{S^2(N-1) + Z^2 .P.Q}$$

Dónde:

Z = 1,96 para 95% de confianza

P = 98% potencial de Equipos de Aire Acondicionado

Q = (1- P)

S = Margen de error aceptable: 1%

N = 600 Equipos de Aire Acondicionado

Por tanto la muestra será de 334.16, equivalentes a 334 Equipos de Aire Acondicionado a seleccionarse de modo totalmente aleatorio en la Metodología a aplicarse.

#### **3.1.3. Unidad de Análisis**

Análisis del Mantenimiento Preventivo de los sistemas de Aire Acondicionado de la Red Zonal Norte del Operador Telefónica del Perú S.A.

### **3.2. Métodos**

#### **3.2.1. Tipo de Investigación**

La investigación planteada para el presente trabajo de tesis según su carácter es cuantitativa-cualitativa. Este tipo de investigación es llamado también “enfoque mixto”. Según los autores Hernández, R.; Fernández, C.; y Baptista, P.; en su libro titulado “*Metodología de la Investigación*” (2006, Pág. 755), define el enfoque mixto como: “... un proceso que recolecta, analiza y vincula datos cuantitativos y cualitativos en un mismo estudio o una serie de investigaciones para responder un planteamiento del problema”.

Además, el tipo de investigación según su finalidad es aplicada. Para Ander-Egg, en su libro titulado “*La Investigación Social*” (1977, Pág. 33), “La investigación aplicada concentra su atención en las posibilidades fácticas de llevar a la práctica las teorías generales, y destina sus esfuerzos a resolver los problemas y necesidades que se plantean los hombres en sociedad en un corto, mediano o largo plazo”.

Se tomarán datos de lo ocurrido en campo para realizar una base de datos que permita evaluar las estadísticas de incidencias de averías del Sistema de Aire Acondicionado de la Red Zonal Norte de Telefónica del Perú, lo cual a su vez permitirá desarrollar la Metodología Ishikawa - Pareto.

### 3.2.2. Diseño de la Investigación

Para la metodología, se empleará la siguiente estructura:



- O : Datos recopilados por el NOC y entrevistas a los técnicos expertos en Sistemas de Aire Acondicionado.
  
- X : Aplicación del Método de Ishikawa – Pareto para el análisis de las deficiencias en el Mantenimiento Preventivo de los Sistemas de aire acondicionado de la Red Telefónica del Perú Zonal Norte.
  
- R : Determinación de las causas más significativas y elaboración del Plan de Acción de Mejoras

### 3.2.3. Variables de Estudio y Operacionalización

Mediante el empleo de la metodología Ishikawa-Pareto, se elaborará un Plan de Mejora para el Mantenimiento Preventivo de los Sistemas de Aire Acondicionado en la Red de Telefónica del Perú Zona Norte.

**a. Variable Independiente.**

**Tabla 3.1 Operacionalización de la Variable Independiente**

VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADORES	INSTRUMENTO	FORMULA	UNIDADES MEDIDA
Metodología Ishikawa- Pareto	Son dos herramientas usadas para en Gestión de calidad de Mantenimiento que nos permiten determinar las causas más relevantes asociadas a un problema	El Diagrama de Pareto permite clasificar y priorizar los defectos. El Diagrama de Ishikawa permite analizar las causas de estos defectos priorizados. Un segundo Diagrama de causas de Pareto permite procesar la causa o causas raíces del problema.	Ideas Brainstorm	Encuestas	-	N° de ideas Brainstorm
			Defectos principales y secundarios Pareto	Diagrama de Pareto		N° defectos principales y secundarios
			Causas principales Ishikawa	Diagrama de Causa Efecto		N° causas principales Ishikawa
			Causas raíz Pareto	Diagrama Pareto		N ° causas raíz Pareto

Fuente: Elaboración Propia



**b. Variable Dependiente.**

**Tabla 3.2 Operacionalización de la Variable Dependiente**

VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADORES	INSTRUMENTO	FORMULA	UNIDADES MEDIDA
Plan de Mejora Mantenimiento Aire Acondicionado TdP Zonal Norte	Es un documento donde se consignan las acciones de mejora generadas por la evaluación Ishikawa Pareto. Asimismo se establecen las especificaciones de satisfacción y calidad.	A partir de los resultados de la metodología Ishikawa Pareto, se establecen recomendaciones para recursos humanos, métodos de trabajo, equipamiento y recursos de gestión. Asimismo se recomiendan, niveles de responsabilidad, indicadores de logro y seguimiento para las especificaciones de satisfacción y calidad	Recomendaciones para Recursos Humanos	Informe Técnico	-	Número de Recomendaciones
			Recomendaciones para Métodos de Trabajo	Informe Técnico		Número de Recomendaciones
			Recomendaciones para Recursos de Equipamiento	Informe Técnico		Número de Recomendaciones
			Recomendaciones para Recursos de Gestión	Informe Técnico		Número de Recomendaciones

Fuente: Elaboración Propia

### 3.2.4. Instrumentos de Recolección de Datos

#### a. Técnica Lluvia de Ideas (Brainstorming)

Este es uno de los métodos más antiguos para recoger información y es especialmente efectivo para generar ideas nuevas. El procedimiento consiste en reunir un grupo de personas interesadas en solucionar un problema en particular. Dentro de las reglas a tomar en cuenta se prohíben todas las críticas. Ninguna idea puede ser evaluada antes que todas las ideas relacionadas sean consideradas.

Se da la bienvenida a todas las ideas extravagantes y se lucha por la cantidad no por la calidad. Mientras más ideas se presentan es más fácil que surja una idea nueva.

Se trata de encontrar combinaciones y cambios valiosos, animando a los participantes para que adicionen o modifiquen las sugerencias de los demás. La lluvia de ideas es más efectiva cuando el problema es simple y específico.

#### a.1. Grupo de Profesionales Convocados

Para el caso tratado en el presente trabajo, se convocó un grupo de profesionales que participan del Proyecto de Mantenimiento de los Sistemas de Energía y Aire Acondicionado de la Zona Norte de Telefónica del Perú. Tabla N° 3.3 En la Tabla N° 3.3 se detalla la relación de profesionales convocados:

Tabla N° 3.3 Profesionales Zonal Norte TdP Convocados a Brainstorming

N°	NOMBRE	ÁREA	CARGO	ZONAL	EXPERIENCIA	ENCUESTA
1	JOSÉ LEYVA	ENERGÍA AA	TÉCNICO EXPERTO	CHICLAYO	7 AÑOS	PARETO INICIAL
2	PAÚL ALVIZ ALVIZ	ENERGÍA DC	TÉCNICO EXPERTO	TRUJILLO	12 AÑOS	PARETO INICIAL
3	ROMEL VARGAS CAMPOS	ENERGÍA GE	TÉCNICO EXPERTO	TRUJILLO	7 AÑOS	PARETO INICIAL
4	FÁTIMA ESCOBEDO	RRHH	ANALISTA RRHH	LIMA	1.5 AÑOS	PARETO INICIAL
5	GIANCARLO COSTTA SILVA	ENERGÍA	TÉCNICO JUNIOR	TRUJILLO	0.5 AÑOS	PARETO INICIAL

Fuente: Elaboración Propia 2014

A continuación se realiza una descripción relacionada a los expertos convocados para la recolección de datos acerca de las causas que afectan el mantenimiento de los Sistemas de Energía y Aire Acondicionado de la Zona Norte de Telefónica del Perú.

01 Experto con más de 07 años de experiencia en el Campo de Mantenimiento de Aire Acondicionado, de manera que se pueda tener el punto de vista específico de un profesional ligado al tema de investigación, que a la vez tenga conocimiento de la realidad que enfrenta esta área al contar con un considerable periodo de tiempo laboral.

01 Experto con más de 12 años de experiencia en el campo de Mantenimiento de Energía DC, tal como rectificadores, UPS, bancos de baterías, inversores, de manera que se pueda cubrir el punto de vista técnico de un área afín al Mantenimiento de Aire Acondicionado, y que a la vez pueda aportar conocimiento del ámbito laboral del que ha sido parte en este considerable periodo de tiempo.

01 Experto con más de 07 años de experiencia en el Campo de Mantenimiento de Grupos Electrónicos, de manera que se pueda complementar la visión del trabajo de mantenimiento visto desde el punto de vista de un profesional afín a otra área técnica, que también cuente con un considerable periodo de tiempo laboral.

01 Analista de Recursos Humanos, quien pueda aportar un enfoque de la problemática desde un punto de vista estratégico y alineado con la visión gerencial de la empresa Huawei S.A., contando con la capacidad de describir y evaluar las funciones de los puestos de trabajo que intervienen en el tema de análisis.

01 Moderador, representado por uno de los investigadores quien cuenta con una moderada experiencia y conocimiento de la realidad laboral que enfrenta el personal de Mantenimiento de los Sistemas de Energía y Aire Acondicionado de la Zona Norte de Telefónica del Perú, y que será el encargado de conducir en coordinación con el segundo investigador la aplicación de la metodología Pareto – Ishikawa.



Figura N° 3.1 Equipo de Profesionales Zonal Norte TdP

Fuente: Elaboración Propia (2015)

## **a.2 Pregunta realizada a participantes**

La pregunta realizada a los expertos participantes, fue la siguiente:

*¿Cuáles son las principales causas que afectan el mantenimiento del sistema de aire acondicionado TdP zonal Norte?*

Las diferentes respuestas obtenidas a la pregunta efectuada en el brainstorming son mostradas en la Tabla N° 3.4. Cabe destacar que el orden en el que se enumeran no corresponde a ninguna clasificación, y que ninguna de las ideas fue descartada. A continuación se brinda un alcance sobre cada idea recopilada:

### **a.2.1. No se cuenta con Procedimientos Operativos Estándar (SOP)**

Esta idea se encuentra referida a que en el tema de Mantenimiento de los Sistemas de Aire Acondicionado de la Zonal Norte TdP, la empresa Huawei del Perú S.A. no tiene procedimiento estandarizados y generalizados para atender las labores de mantenimiento correctivo y preventivo. Muchos de estos mantenimientos se realizan de acuerdo a la experiencia y pericia del personal técnico encargado, siendo algunas veces efectiva como otras veces causantes de demoras y/o dificultades en las labores.

Tabla N° 3.4 Ideas resultantes de la Técnica Brainstorming

Principales causas que afectan el mantenimiento del sistema de aire acondicionado TdP

ITEM	CAUSAS
1	No se cuenta con Procedimientos Operativos Estándar (SOP)
2	No se cuenta con Parte Operativo acorde a las necesidades de Campo
3	Falta de Capacitación para equipos nivel 2
4	Falta de Capacitación para equipos nivel 1
5	Falta de instrumentos para equipos Nivel 1
6	Falta de instrumentos para equipos Nivel 2
7	No se cuenta con suficiente Personal
8	Falta de Caja para atención de Mantenimiento Preventivos
9	No se cuenta con sistema de Almacenes Virtuales
10	Falta de capacitación en management a los Supervisores y TL
11	Falta de Sistema para trazabilidad de eventos en AA
12	Falta de un referente técnico a Nivel de Todo el Proyecto
13	Necesidad de Cursos de Coaching
14	No existe línea de carrera definida
15	Falta de comunicación interna
16	No se conoce la necesidad del cliente
17	No tenemos Sistema de RR HH
18	Inexistencia de Trabajo Proactivo
19	Personal desmotivado
20	Poco sentido de Pertenencia
21	Insatisfacciones laborales
22	Sueldos Bajos
23	Desgaste por Horas Extras
24	Competencias Laborales Limitadas
25	Indefinición de responsabilidades

Fuente: Elaboración Propia

#### a.2.2. No se cuenta con parte operativo acorde a las necesidades de campo

Esta idea se encuentra referida respecto de que los partes o reportes de mantenimiento poseen ítems que no permiten obtener la información suficiente para poder realizar un análisis más profundo de la problemática ocurrida durante la labor de mantenimiento, de manera que se pueda contar con los datos necesarios para trazar y correlar eventos hasta llegar a la causa raíz del problema. Esto origina que las actividades de mantenimiento queden en una descripción rutinaria y limitada de la ocurrencia.

#### a.2.3. Falta de Capacitación para equipos nivel 2

Los equipos de Nivel 2, son referidos como aquellos equipos de aire acondicionado de nueva generación que cuentan con control de humedad, temperatura y polución, incorporando para ello nuevas tarjetas y funciones que generan un vacío de conocimiento en el personal técnico, al tener que monitorear nuevas variables e incorporar a su quehacer nuevos procedimientos de prueba.

#### a.2.4. Falta de Capacitación para equipos nivel 1

Los equipos de Nivel 1, son referidos como los sistemas tradicionales de aire acondicionado presentes en planta desde antes del año 2012. Debido a la gran diversidad de equipos que maneja Telefónica del Perú, existen equipos que son desconocidos por el personal técnico de Huawei del Perú S.A. generándose con ello dificultades en su operación y mantenimiento.

#### a.2.5. Falta de Instrumentos para equipos nivel 1

Los instrumentos para los equipos de Nivel 1 son aquellos que permiten la realización del mantenimiento de acuerdo a las características de los equipos tradicionales de aire acondicionado. Entre los instrumentos más empleados se pueden mencionar manómetros, abocardadores, llave ratchet y tensiómetros. De estos últimos instrumentos no se cuentan con el número suficiente para atender numerosos los ajustes de fajas internas requeridos en los sistemas de aire acondicionado, originándose con ello averías en los motores internos del sistema.

#### a.2.6. Falta de Instrumentos para equipos nivel 2

Los instrumentos para los equipos de Nivel 2 son aquellos que permiten la realización de mantenimiento a los equipos de última generación adquiridos por Telefónica del

Perú los cuales presentan nuevas variables de monitoreo. Entre los instrumentos más empleados se pueden mencionar tensiómetros, controladores de temperatura, controladores de humedad, pistolas de rayos infrarrojos, medidores de humedad relativa entre otros.

#### a.2.7. No se cuenta con suficiente personal

La idea está referida a la ocurrencia de fallas en un mismo tiempo de manera que el personal encargado no puede abastecerse en atender todos los eventos. Con ello no queda otra posibilidad que dar prioridad a las labores de mantenimiento correctivo antes que el preventivo.

#### a.2.8. Falta de Caja para Atender Mantenimiento Preventivos

La idea está referida a la falta de presupuesto para solventar los gastos de mantenimiento preventivo de los equipos de energía y aire acondicionado de la Red Zonal Norte de la Empresa Telefónica del Perú S.A. En este sentido existen Zonales donde los Supervisores no se encuentran dentro del Staff de Huawei por lo tanto las cajas que se les son asignadas corresponden a las de la Outsourcing por ende mayor demora en los reembolsos lo que origina la no atención de Mantenimiento Preventivo.

#### a.2.9. Falta de un Sistema de Almacenes Virtuales

Esta idea se encuentra referida a la carencia de un sistema que permita visualizar y acceder en tiempo real a la disponibilidad de materiales, repuestos y equipos de reemplazo, de forma que el personal de mantenimiento pueda conocer la disponibilidad y ubicación del recurso requerido. Cada Zonal trabaja actualmente como una isla con respecto a consumibles, equipos y herramientas. Esto origina la no atención a tiempo de averías o muchas veces la demora en compras de repuestos que generan que el mantenimiento originalmente preventivo pase luego a ser un correctivo.

#### a.2.10. Falta de Capacitación en Management a los Supervisores y Team Leaders

Esta idea plantea la necesidad de conocer debidamente los procesos administrativos, de gestión y de manejo de recursos humanos por parte de los supervisores y líderes de los grupos de mantenimiento, de manera que puedan conocer herramientas que les permita organizar y controlar mejor las labores de mantenimiento diarias.

#### a.2.11. Falta de Trazabilidad de Eventos en Aire Acondicionado

Esta idea está referida a la posibilidad de realizar un seguimiento de fallas dentro de las actividades de mantenimiento de manera que puedan identificarse con mayor facilidad indicadores clave sobre la ocurrencia de ciertos eventos con características tales como zonificación, es decir permitiendo identificar la pertenencia a alguna zonal exclusiva, personalización, es decir identificando al técnico responsable, o alguna nueva categoría no considerada hasta ese momento.

#### a.2.12. Falta de un referente técnico a Nivel de todo el Proyecto

La figura de un Referente Técnico se relaciona con los antecedentes de labores de mantenimiento en la Red Zonal Norte de Telefónica del Perú en el área de Energía y Aire Acondicionado. Es deseable la creación de un equipo que lleve a cabo la eualización de las ideas de los Jefes Zonales y armonizar las decisiones con la opinión de los especialistas.

#### a.2.13. Necesidad de cursos de Coaching

La idea se alinea en el sentido de que el personal en el proyecto tiene la necesidad de ser capacitado con las herramientas para lograr los resultados, potencializar habilidades personales, conociendo técnicas para establecer un plan de acción para lograr los objetivos estratégicos y mejorar la comunicación en los diferentes niveles.

#### a.2.14. No existe línea de carrera definida

Esta idea va enmarcada en la expectativa del trabajador por ascender dentro de la empresa Huawei S.A. en donde la línea de ascenso del personal técnico no está claramente definida. Esto reduce las expectativas de mejora y aspiraciones del personal técnico al no encontrar oportunidades de mejora personal y profesional. Como ejemplo se pueden citar casos en los que el Supervisor y los Team Leaders no tienen una cantidad de funciones definidas, lo cual origina confusión de labores, sobre carga en unos y holgura en otros.

#### a.2.15. Falta de Comunicación Interna

Respecto de esta idea, la falta de comunicación puede devenir en diferentes consecuencias de manera que el personal no tiene claridad acerca de la visión de la empresa, perdiendo con ello la moral, enfoque, y rendimiento con la empresa cliente



(TdP). La falta de comunicación también se convierte en un problema de satisfacción cuando afectan a la transmisión de problemas y soluciones, ya que desconectan al empleado de la organización, haciendo que su nivel de compromiso esté bajo mínimos, así como el reconocimiento de su trabajo. Como ejemplo se pueden citar casos en los que el personal técnico muchas veces informaba al Team Leader y este no informaba al Supervisor, luego cuando ocurre una avería el Supervisor no estaba enterado. Otro ejemplo es el caso en el que un Supervisor da órdenes al personal técnico y el Team Leader no conocía lo ordenado por el Supervisor y le asignaba otras actividades, de tal forma que personal técnico quedaba en duda de que trabajo realizaba.

#### a.2.16. No se conoce la necesidad del Cliente

Esta idea está relacionada a como la falta de comunicación interna también afecta a la externa, en este caso con la empresa Telefónica del Perú, de manera que se tiene una percepción de insatisfacción con el servicio esperado. Se requiere mejorar la comunicación con el cliente escuchando realmente las necesidades para el mejoramiento de la confianza y la cooperación entre ambas empresas. Como ejemplo se pueden citar casos en los que Huawei del Perú S.A.C. invierte en mantener recursos humanos en locales que para el cliente no son de mayor de impacto. Esto desgastaba al personal y no impactaba en los mantenimientos preventivos críticos

#### a.2.17. No tenemos sistema de Recursos Humanos

La idea se centra en la falta de un sistema integral de control, monitoreo y evaluación del personal de mantenimiento, de manera que permita encontrar indicadores clave para monitorear el rendimiento de cada trabajador, de manera que se facilite la toma de decisiones en aras de obtener mejoras en su desempeño.

#### a.2.18. Inexistencia de Trabajo Proactivo

Esta idea describe la poca iniciativa de los trabajadores por aportar mejoras para las labores que realizan. Simplemente se limitan a cumplir con su trabajo. Esto da una idea de la poca motivación en su entorno laboral.

#### a.2.19. Personal Desmotivado

Esta idea se orienta en las diversas condiciones laborales que son consideradas desfavorables por los trabajadores, por lo cual no se sienten motivados a mantenerse en la empresa, cumpliendo únicamente con el mínimo esfuerzo requerido. Existe personal muy capacitado que hace sólo labores básicas y cumple sólo lo que se les solicita.

#### a.2.20. Poco sentido de pertenencia

Esta idea se alinea con las demás respecto del poco sentido de pertenencia e identificación de los trabajadores con la empresa Huawei del Perú S.A. De manera que no se puede garantizar la retención de los trabajadores, quienes siempre buscan mejores oportunidades laborales y de desarrollo en otras empresas. Como ejemplo se puede citar que el personal siente poca responsabilidad por averías o caídas de estaciones

#### a.2.21. Insatisfacción Laboral

La insatisfacción laboral puede entenderse como el grado de malestar experimentado por los empleados en su puesto de trabajo, lo cual puede estar ocasionado por factores personales, ambientales o directamente por las labores realizadas. El personal técnico siente que trabaja pero no es reconocido.

#### a.2.22. Sueldos Bajos

Esta idea se alinea en el sentido que la remuneración económica y emocional (reconocimiento del esfuerzo) puede ser un claro motivo de insatisfacción, agravándose cuando existen diferencias no justificadas entre empleados de un mismo nivel organizativo. Se han tenido reiteradas solicitudes del personal técnico respecto de un aumento salarial.

#### a.2.23. Desgaste por horas extras

Esta idea añade al brainstorming la percepción de los trabajadores de una jornada laboral intensa y mal estructurada. Es necesaria una mejor compensación del estrés laboral, el tiempo que pasamos en sociedad y nuestro tiempo biológico (que necesitamos para funciones como comer, descansar y dormir).

De esta manera, las jornadas largas y vacías se convierten en uno de los peores enemigos de la satisfacción en el trabajo. El "presentismo" puede ser un enemigo para el

rendimiento y lo importante es que exista una jornada suficiente, estructurada y que permita la conciliación familiar del trabajador.

En el caso de Huawei, se tiene personal trabajando más de 8 horas diarias por incremento de averías y otros pendientes. Esto debido a una planta descuidada y no gestionada adecuadamente

#### a.2.24. Competencias Laborales Limitadas

Esta idea se alinea con las demás en el aspecto de que no se tiene un sentido de competencia entre los trabajadores por demostrar la mayor eficiencia y eficacia en el trabajo realizado. La misma desmotivación ocasiona el sólo cubrir el esfuerzo mínimo en vista de la poca compensación obtenida por su esfuerzo. Se cuenta con muy poco personal multifunción (Es decir que conozcan la mayoría de sistemas de Energía) los cuales puedan servir para cubrir los horarios no cubiertos por el personal de aire acondicionado.

#### a.2.25. Indefinición de Responsabilidades

Esta idea se alinea respecto de la percepción en el trabajador de malestar subjetivo generado por la ambigüedad y el conflicto de roles. El personal percibe indefinición respecto a su rol, debido a expectativas poco claras o no explicitadas, surgiendo la ambigüedad de roles. Al producirse diferencias entre las funciones que se piensan desempeñar y las que la organización realmente demanda se producen asimismo un conflicto de roles. Se han dado casos en los que el Supervisor, Team Leader o personal técnico no sabían a quién reportar no solo al interno si no también con el cliente.

### 3.2.5. Procesamiento de la Información

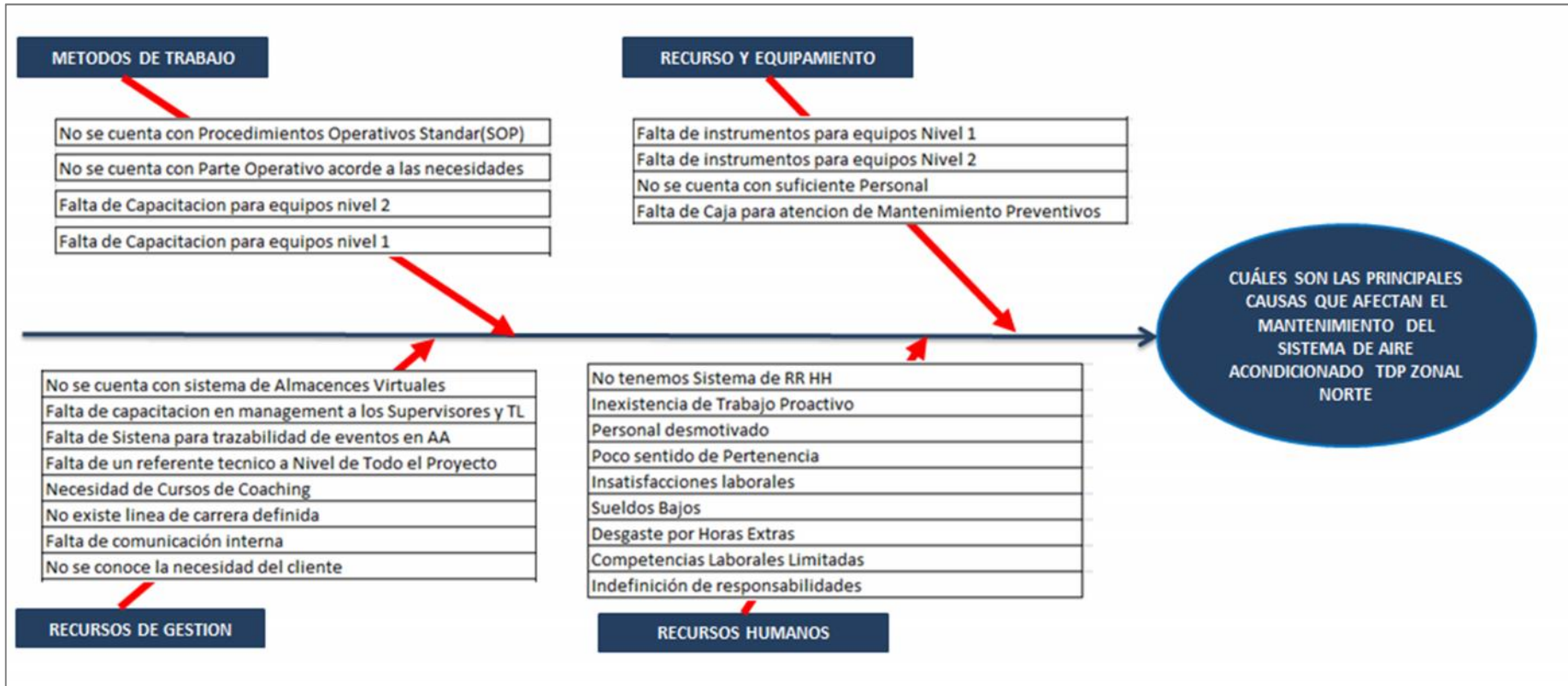


Figura N° 3.2 Procesamiento de la Información mediante metodología Ishikawa

Fuente: Elaboración Propia (2014)

### **3.2.5.1. Procesamiento de la Información mediante Metodología Ishikawa**

Para poder proceder al primer paso del procesamiento de la información, se decidió aplicar la técnica Ishikawa, en la cual, a partir de la lluvia de ideas, los expertos convocados, pudieran clasificar los categorías principales en las que se podrían agrupar las causas que afectan el mantenimiento del sistema de aire acondicionado de la Red Zonal Norte de la empresa Telefónica del Perú S.A.

El consenso de los profesionales convocados, resolvió agrupar las causas recolectadas en el brainstorming, dentro de cuatro categorías. La Figura 3.2 nos muestra un resumen de la clasificación final establecida, en la cual se pueden apreciar la aparición de cuatro dimensiones de agrupación:

1. Recursos Humanos
2. Métodos de Trabajo
3. Recursos y Equipamiento
4. Recursos de Gestión

Estas cuatro dimensiones vendrían a conformar las causas principales que afectan el mantenimiento del sistema de aire acondicionado. A partir de cada razón principal, las causas agrupadas por brainstorming se convierten en razones secundarias.

### **3.2.5.2. Procesamiento de la Información mediante Metodología Pareto**

Para la aplicación de la metodología de Pareto se realizará un análisis de cada causa principal, de manera que mediante una encuesta aplicada a 17 trabajadores se pueda asignar un número de ocurrencias a cada causa secundaria establecida, de manera tal que aquellas causas secundarias que generen el 20% más significativo de eventos cuantificados serán las que serán seleccionadas para la elaboración del Plan de mejora.

Para obtener el número de ocurrencias que debe ser asignado a cada causa secundaria, se realizaron 4 encuestas (una por cada causa raíz) a 17 trabajadores en donde a cada encuestado se le indicaba completar el 100% de valor porcentual asignando un valor de importancia entre 0 y 100 a cada causa secundaria.

Los formatos de las encuestas aplicadas se indican en las Figuras N° 3.3, 3.4, 3.5 y 3.6. En ellas se puede apreciar que el encuestado tiene la libertad para designar el peso o ponderación de cada causa secundaria de acuerdo a su propio criterio. El puntaje total que asignó cada encuestado siempre debía sumar 100.



ENCUESTA – CAUSAS QUE GENERAN UN DEFICIENTE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN EL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO

Primera Edición 2014

1. DATOS GENERALES (Información de la Organización que responde el formulario)

1.1. Nombre completo de la Empresa u Organización:

1.2. Ubicación (Localidad – Departamento):

1.3. Nombre de la persona encuestada:

1.4. Relación laboral:

1.5. Teléfono

1.6. Correo Electrónico

**INSTRUCCIONES:**

*Coloque por cada área un valor proporcional en cada pregunta conforme a lo que crea son las causas que más incidencias tienen en campo que impide el correcto desarrollo de un Mantenimiento Preventivo del Sistema de Aire Acondicionado. Su valoración por pregunta debe tener como mínimo el valor de 1. La suma final de la puntuación por cada área debe ser 100.*

**A. RECURSOS HUMANOS**

	PREGUNTA	VALORACION
1	No se cuenta con sistema de Recursos Humanos	
2	Inexistencia de trabajo Proactivo	
3	Personal desmotivado	
4	Poco sentido de pertenencia	
5	Insatisfacciones Laborales	
6	Sueldos Bajos	
7	Desgaste por Horas Extra	
8	Competencias laborales Limitadas	
9	No se cuenta con responsabilidades definidas	

Figura N° 3.3 Encuesta llevada a cabo para el Factor de Recursos Humanos

Fuente: Elaboración Propia (2014)



**ENCUESTA – CAUSAS QUE GENERAN UN DEFICIENTE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN EL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO**

Primera Edición 2014

1. DATOS GENERALES (Información de la Organización que responde el formulario)
1.1. Nombre completo de la Empresa u Organización:
1.2. Ubicación (Localidad – Departamento):
1.3. Nombre de la persona encuestada:
1.4. Relación laboral:
1.5. Teléfono
1.6. Correo Electrónico

**INSTRUCCIONES:**

*Coloque por cada área un valor proporcional en cada pregunta conforme a lo que crea son las causas que más incidencias tienen en campo que impide el correcto desarrollo de un Mantenimiento Preventivo del Sistema de Aire Acondicionado. Su valoración por pregunta debe tener como mínimo el valor de 1. La suma final de la puntuación por cada área debe ser 100.*

**B. MÉTODOS DE TRABAJO**

	PREGUNTA	VALORACION
1	No se cuenta con Procedimientos Operativos Estandar ( SOP)	
2	No se cuenta con un Parte Operativo que cubra las necesidades de Campo	
3	Falta Capacitación para Equipos Nivel 2 ( Equipos de Precisión	
4	Falta de Capacitación de Equipos Nivel 1 ( Convencionales)	

Figura N° 3.4 Encuesta llevada a cabo para el Factor de Métodos de Trabajo

Fuente: Elaboración Propia (2014)



**ENCUESTA – CAUSAS QUE GENERAN UN DEFICIENTE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN EL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO**

Primera Edición 2014

1. DATOS GENERALES (Información de la Organización que responde el formulario)		
1.1. Nombre completo de la Empresa u Organización:		
1.2. Ubicación (Localidad – Departamento):		
1.3. Nombre de la persona encuestada:		
1.4. Relación laboral:		
1.5. Teléfono		
1.6. Correo Electrónico		
<p><b><u>INSTRUCCIONES:</u></b></p> <p><i>Coloque por cada área un valor proporcional en cada pregunta conforme a lo que crea son las causas que más incidencias tienen en campo que impide el correcto desarrollo de un Mantenimiento Preventivo del Sistema de Aire Acondicionado. Su valoración por pregunta debe tener como mínimo el valor de 1. La suma final de la puntuación por cada área debe ser 100.</i></p>		
<b>C. RECURSOS Y EQUIPAMIENTO</b>		
	<b>PREGUNTA</b>	<b>VALORACION</b>
1	Falta de instrumentos para equipos nivel 1	
2	Falta de instrumentos para equipos nivel 2	
3	No se cuenta con Personal Suficiente	
4	Falta de Caja para atención de Mantenimientos Preventivos	

Figura N° 3.5 Encuesta llevada a cabo para el Factor de Recursos y Equipamiento

Fuente: Elaboración Propia (2014)





**ENCUESTA – CAUSAS QUE GENERAN UN DEFICIENTE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN EL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO**

Primera Edición 2014

1. DATOS GENERALES (Información de la Organización que responde el formulario)
1.1. Nombre completo de la Empresa u Organización:
1.2. Ubicación (Localidad – Departamento):
1.3. Nombre de la persona encuestada:
1.4. Relación laboral:
1.5. Teléfono
1.6. Correo Electrónico

**INSTRUCCIONES:**

*Coloque por cada área un valor proporcional en cada pregunta conforme a lo que crea son las causas que más incidencias tienen en campo que impide el correcto desarrollo de un Mantenimiento Preventivo del Sistema de Aire Acondicionado. Su valoración por pregunta debe tener como mínimo el valor de 1. La suma final de la puntuación por cada área debe ser 100.*

**D. RECURSOS DE GESTIÓN**

	PREGUNTA	VALORACION
1	No se cuenta con Sistema de Almacenes Virtuales	
2	Falta Capacitación en Management a los Supervisores y Team Leaders	
3	Falta Sistema para trazabilidad de eventos en Aire Acondicionado	
4	Falta un Referente Técnico a Nivel de Todo el Proyecto	
5	Necesidad de Cursos de Coaching	
6	No existe línea de carrera definida	
7	Falta de Comunicación interna	
8	No se conoce la necesidad del Cliente	

Figura N° 3.6 Encuesta llevada a cabo para el Factor de Recursos de Gestión

Fuente: Elaboración Propia (2014)

### 3.2.5.4. Metodología Pareto aplicada a la Dimensión de Recursos Humanos

En la Tabla N° 3.5 se resumen las causas secundarias correspondientes a la causa raíz de recursos humanos obtenidas por la metodología Ishikawa.

Tabla N° 3.5. Causas Secundarias Dimensión de Recursos Humanos

CAUSAS SECUNDARIAS: DIMENSIÓN RECURSOS HUMANOS
No tenemos Sistema de RR HH
Inexistencia de Trabajo Proactivo
Sueldos Bajos
Insatisfacciones laborales
Personal desmotivado
Desgaste por Horas Extras
Poco sentido de Pertenencia
No se cuenta con responsabilidades definidas
Competencias Laborales Limitadas

Fuente: Elaboración Propia (2014)

Los valores de ponderación promedio resultantes asignados por los 17 trabajadores encuestados se muestran en la Tabla N° 3.6. Cabe destacar que cada trabajador asignó un porcentaje de ponderación distinto, de manera que se promediaron los 17 valores de ponderación asignados por cada una de las causas secundarias, con lo cual se obtuvieron los resultados mostrados.

Tabla N° 3.6. Ponderación de las Causas Secundarias Dimensión de Recursos Humanos

RECURSOS HUMANOS	Count	Sum Accum	Cum Percent
No tenemos Sistema de RR HH	33	33%	33%
Inexistencia de Trabajo Proactivo	15	48%	15%
Sueldos Bajos	12	60%	12%
Insatisfacciones laborales	11	71%	11%
Personal desmotivado	8	79%	8%
Desgaste por Horas Extras	8	87%	8%
Poco sentido de Pertenencia	7	94%	7%
No se cuenta con responsabilidades definidas	4	98%	4%
Competencias Laborales Limitadas	2	100%	2%
	100		100%

Fuente: Elaboración Propia (2014)

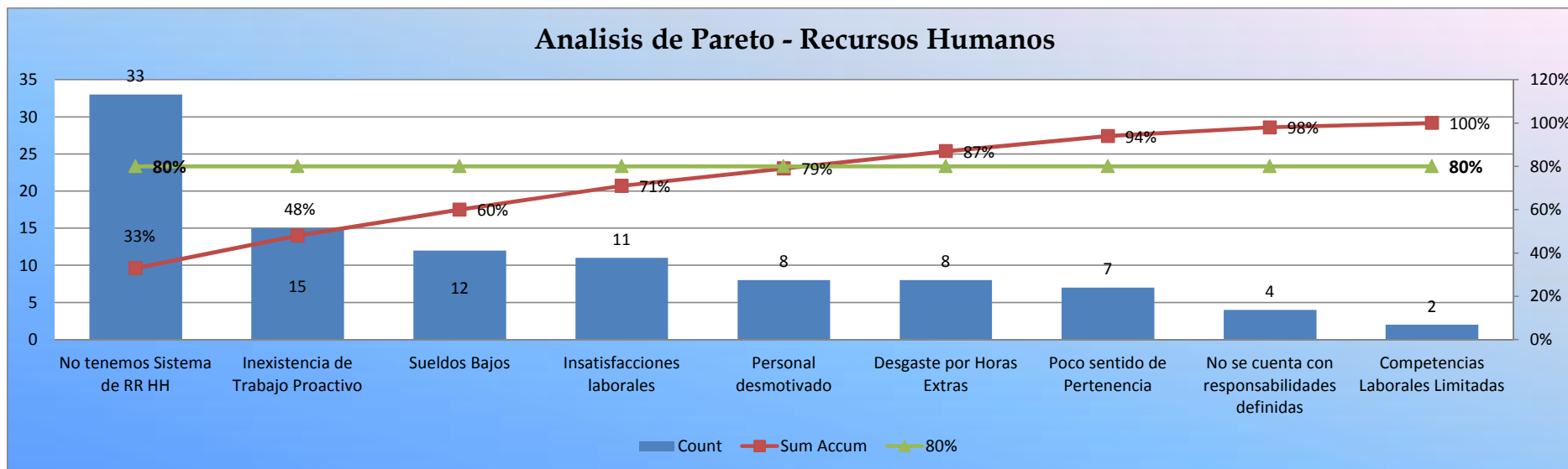


Figura N° 3.7 Selección de Causas Secundarias para el Factor de Recursos Humanos

Fuente: Elaboración Propia (2014)

Como se puede apreciar en la Tabla N° 3.6 los porcentajes de ponderación asignados han sido ordenados de mayor a menor (columna count), de manera que se puedan identificar aquellas causas secundarias que acumulan el 80% de la problemática (summ acumm). En base a este ordenamiento se construye un gráfico de selección de Pareto mostrado en la Figura N° 3.7.

De acuerdo a la gráfica mostrada en la Figura N° 3.7, los ítems que se encuentran a la izquierda de la intersección de las curvas 80% y Sum Accum son las que deben ser seleccionadas para solucionar el 80% de la problemática. De esta manera las causas seleccionadas serían:

1. No existencia de Sistemas de Recursos Humanos
2. Inexistencia de Trabajo Proactivo
3. Sueldos Bajos
4. Insatisfacciones Laborales
5. Personal Desmotivado

### **3.2.5.5. Metodología Pareto aplicada a la Dimensión de Métodos de Trabajo**

En la Tabla N° 3.7 se resumen las causas secundarias correspondientes a la causa raíz de Métodos de Trabajo obtenidas por la metodología Ishikawa.

Tabla N° 3.7. Causas Secundarias Dimensión de Métodos de Trabajo

<b>CAUSAS SECUNDARIAS: DIMENSIÓN METODOS DE TRABAJO</b>
No se cuenta con Procedimientos Operativos Standar(SOP)
No se cuenta con Parte Operativo acorde a las necesidades de Campo
Falta de Capacitacion para equipos nivel 2
Falta de Capacitacion para equipos nivel 1

Fuente: Elaboración Propia (2014)

Los valores de ponderación promedio resultantes asignados por los 17 trabajadores encuestados se muestran en la Tabla N° 3.8. Cabe destacar que cada trabajador asignó un porcentaje de ponderación distinto, de manera que se promediaron los 17 valores de ponderación asignados por cada una de las causas secundarias, con lo cual se obtuvieron los resultados mostrados.

Tabla N° 3.8. Ponderación Causas Secundarias Dimensión Métodos de Trabajo

<b>METODOS DE TRABAJO</b>	Count	Sum Accum	Cum Percent
No se cuenta con Procedimientos Operativos Estándar (SOP)	39	39%	39%
No se cuenta con Parte Operativo acorde a las necesidades de Campo	29	68%	29%
Falta de Capacitacion para equipos nivel 2	21	89%	21%
Falta de Capacitacion para equipos nivel 1	11	100%	11%
	100		100%

Fuente: Elaboración Propia (2014)

Como se puede apreciar en la Tabla N° 3.8 los porcentajes de ponderación asignados han sido ordenados de mayor a menor (columna count), de manera que se puedan identificar aquellas causas secundarias que acumulan el 80% de la problemática (sum, acum). En base a este ordenamiento se construye un gráfico de selección de Pareto mostrado en la Figura N° 3.8.

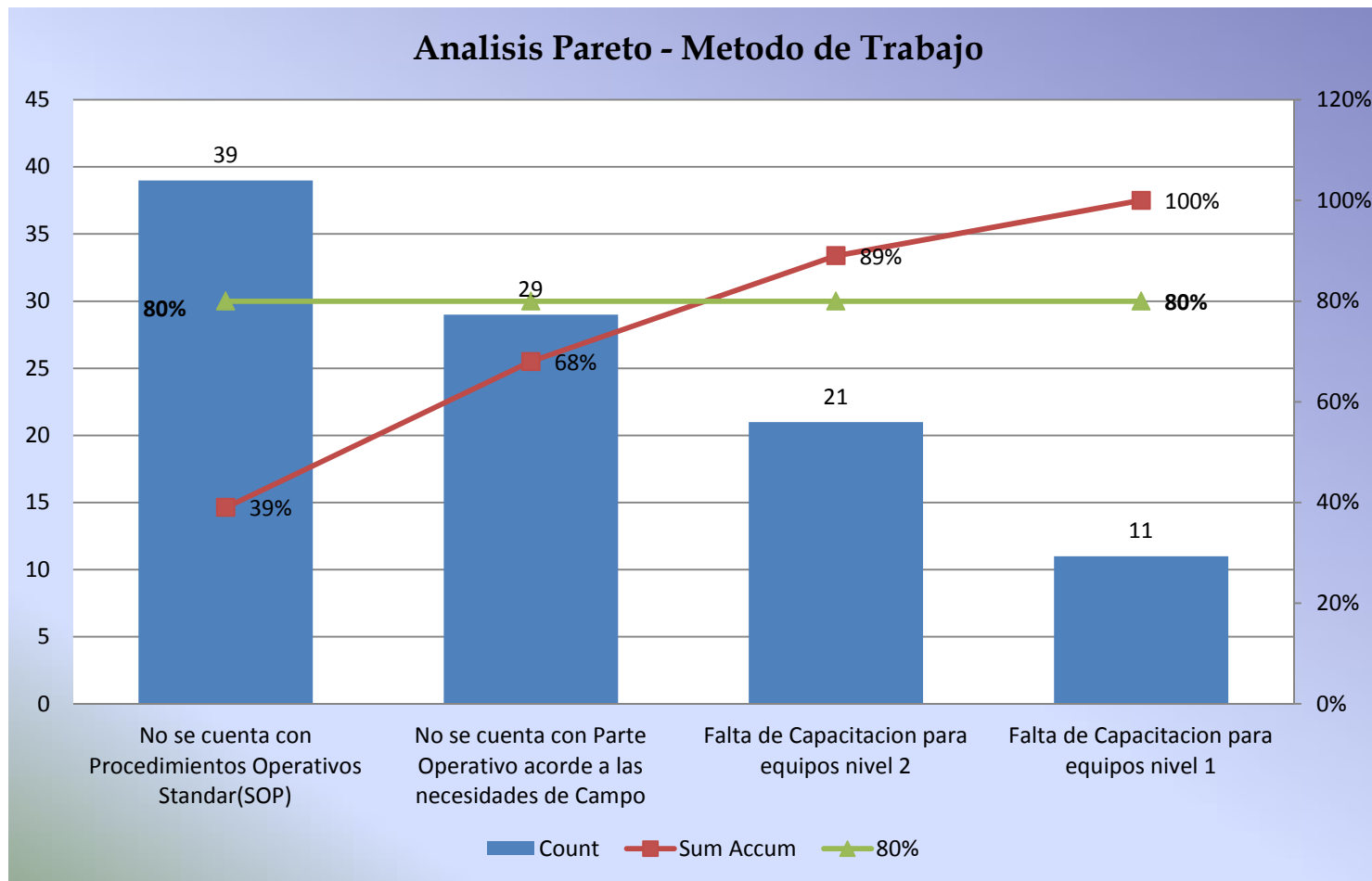


Figura N° 3.8 Selección de Causas Secundarias para el Factor Métodos de Trabajo

Fuente: Elaboración Propia (2014)

De acuerdo a la gráfica mostrada en la Figura N° 3.8, los ítems que se encuentran a la izquierda de la intersección de las curvas 80% y Sum Accum son las que deben ser seleccionadas para solucionar el 80% de la problemática. De esta manera las causas seleccionadas serían:

1. No se cuenta con Procedimientos Operativos Estándar
2. No se cuenta con Parte operativo acorde a las necesidades de campo

### **3.2.5.6. Metodología Pareto aplicada a la Dimensión de Recursos y Equipamiento**

En la Tabla N° 3.9 se resumen las causas secundarias correspondientes a la causa raíz Recursos y Equipamiento obtenidas por la metodología Ishikawa.

Tabla N° 3.9. Causas Secundarias Dimensión Recursos y Equipamiento

<b>CAUSAS SECUNDARIAS: DIMENSIÓN RECURSOS Y EQUIPAMIENTO</b>
Falta de instrumentos para equipos Nivel 1
Falta de instrumentos para equipos Nivel 2
Falta de Caja para atención de Mantenimiento Preventivos
No se cuenta con personal suficiente

Fuente: Elaboración Propia (2014)

Los valores de ponderación promedio resultantes asignados por los 17 trabajadores encuestados se muestran en la Tabla N° 3.10. Cabe destacar que cada trabajador asignó un porcentaje de ponderación distinto, de manera que se promediaron los 17 valores de ponderación asignados por cada una de las causas secundarias, con lo cual se obtuvieron los resultados mostrados.

Tabla N° 3.10 Ponderación Causas Secundarias Recursos y Equipamiento

<b>RECURSOS Y EQUIPAMIENTO</b>	Count	Sum Accum	Cum Percent
Falta de instrumentos para equipos Nivel 1	33	33%	33%
Falta de instrumentos para equipos Nivel 2	27	60%	27%
Falta de Caja para atencion de Mantenimiento Preventivos	21	81%	21%
No se cuenta con Personal suficiente	19	100%	19%
	100		100%

Fuente: Elaboración Propia (2014)

Como se puede apreciar en la Tabla N° 3.10 los porcentajes de ponderación asignados han sido ordenados de mayor a menor (columna count), de manera que se puedan identificar aquellas causas secundarias que acumulan el 80% de la problemática (sum, acum). En base a este ordenamiento se construye un gráfico de selección de Pareto mostrado en la Figura N° 3.9.



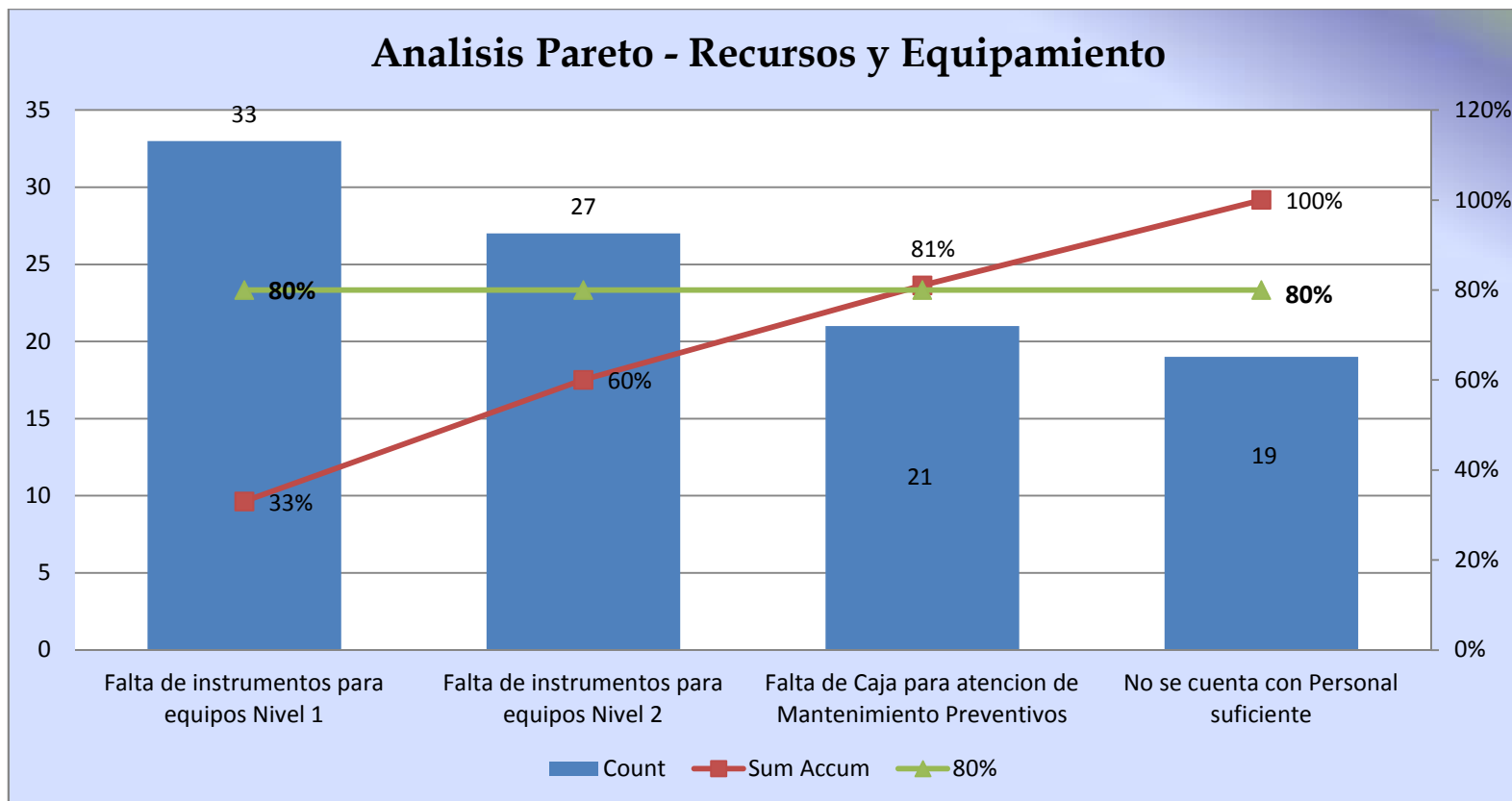


Figura N° 3.9 Selección de Causas Secundarias para el Factor Recursos y Equipamiento

Fuente: Elaboración Propia (2014)

De acuerdo a la gráfica mostrada en la Figura N° 3.9, los ítems que se encuentran a la izquierda de la intersección de las curvas 80% y Sum Accum son las que deben ser seleccionadas para solucionar el 80% de la problemática. De esta manera las causas seleccionadas serían:

1. Falta de Instrumentos para Equipos Nivel 1
2. Falta de Instrumentos para Equipos Nivel 2

### 3.2.5.7. Metodología Pareto aplicada a la Dimensión de Recursos de Gestión

En la Tabla N° 3.11 se resumen las causas secundarias correspondientes a la causa raíz Recursos de Gestión obtenidas por la metodología Ishikawa.

Tabla N° 3.11. Causas Secundarias Dimensión Recursos de Gestión

CAUSAS SECUNDARIAS: DIMENSIÓN RECURSOS DE GESTION
No se cuenta con sistema de Almacenes Virtuales
Falta de Sistema para trazabilidad de eventos en AA
Falta de un referente tecnico a Nivel de Todo el Proyecto
Falta de capacitación en management a los Supervisores y TL
Necesidad de Cursos de Coaching
No existe linea de carrera definida
Falta de comunicación interna
No se conoce la necesidad del cliente

Fuente: Elaboración Propia (2014)

Los valores de ponderación promedio resultantes asignados por los 17 trabajadores encuestados se muestran en la Tabla N° 3.12. Cabe destacar que cada trabajador asignó un porcentaje de ponderación distinto, de manera que se promediaron los 17 valores de ponderación asignados por cada una de las causas secundarias, con lo cual se obtuvieron los resultados mostrados.

Tabla N° 3.12 Ponderación Causas Secundarias Recursos de Gestión

RECURSOS DE GESTION	Count	Sum Accum	Cum Percent
No se cuenta con sistema de Almacenes Virtuales	24	24%	24%
Falta de Sistema para trazabilidad de eventos en AA	21	45%	21%
Falta de un referente técnico a Nivel de Todo el Proyecto	15	60%	15%
Falta de capacitación en management a los Supervisores y Team Leaders	13	73%	13%
Necesidad de Cursos de Coaching	8	81%	8%
No existe línea de carrera definida	8	89%	8%
Falta de comunicación interna	6	95%	6%
No se conoce la necesidad del cliente	5	100%	5%
	100		100%

Fuente: Elaboración Propia (2014)

Como se puede apreciar en la Tabla N° 3.12 los porcentajes de ponderación asignados han sido ordenados de mayor a menor (columna count), de manera que se puedan identificar aquellas causas secundarias que acumulan el 80% de la problemática (sum, acum). En base a este ordenamiento se construye un gráfico de selección de Pareto mostrado en la Figura N° 3.10.

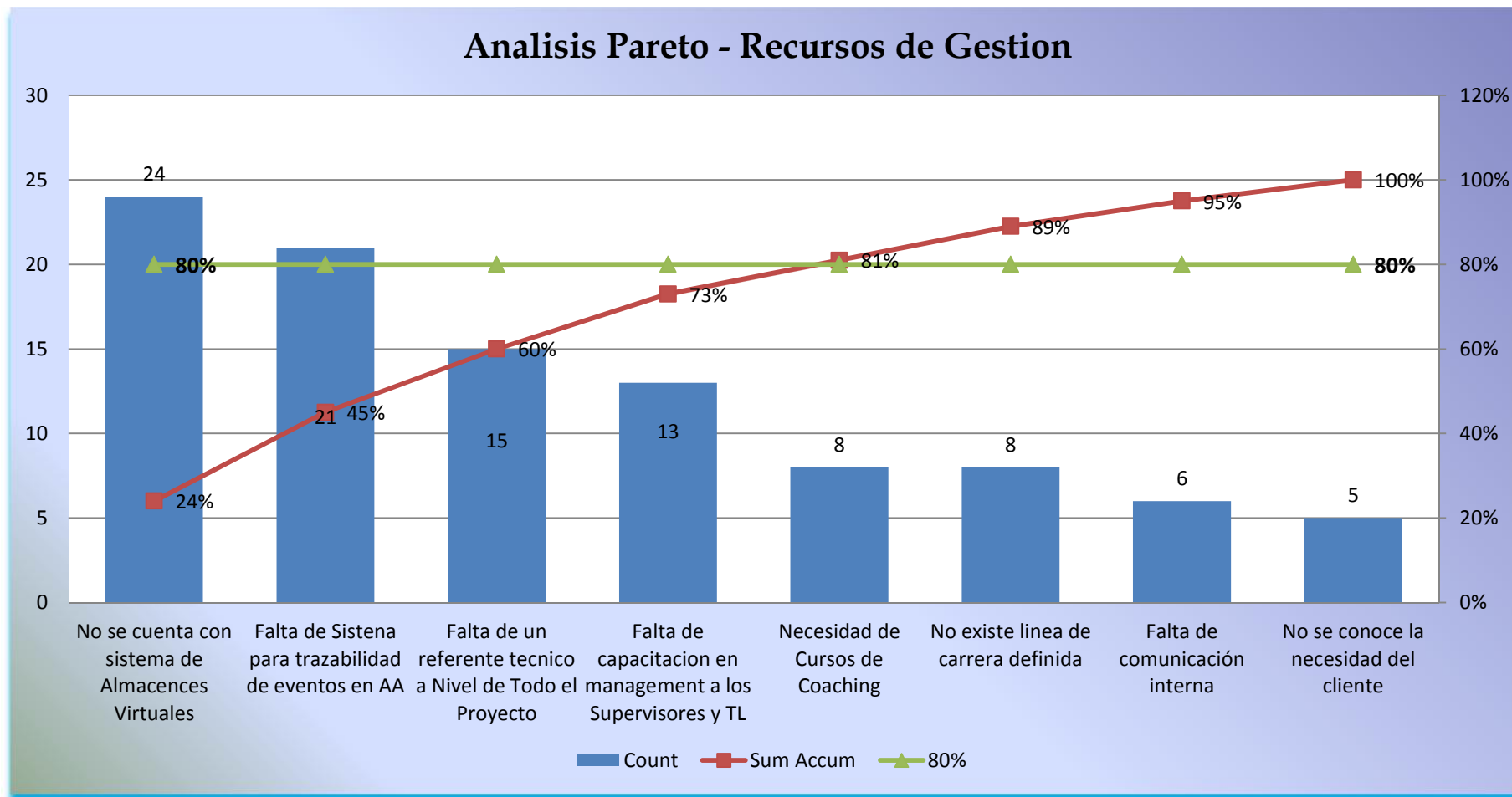


Figura N° 3.10 Selección de Causas Secundarias para el Factor Recursos de Gestión

Fuente: Elaboración Propia (2014)

De acuerdo a la gráfica mostrada en la Figura N° 3.10, los ítems que se encuentran a la izquierda de la intersección de las curvas 80% y Sum Accum son las que deben ser seleccionadas para solucionar el 80% de la problemática. De esta manera las causas seleccionadas serían:

1. No se cuenta con Sistemas de Almacenes Virtuales
2. Falta de Sistema para trazabilidad de eventos en Aire Acondicionado
3. Falta de un referente técnico a nivel de todo el proyecto
4. Falta de capacitación en management a los supervisores y Team Leaders

# **CAPÍTULO IV**

## **RESULTADOS**

## **4.1. RESULTADOS**

### **4.1.1. Plan de Mejora Dimensión Recursos Humanos**

Dentro del Plan de Mejora de Recursos Humanos se consideraron como principales medidas el implementar un Sistema de Recursos Humanos, acorde a las necesidades de la empresa y los trabajadores, el cual contemple un sistema de incentivos por desempeño con el que se pueda manejar la problemática de aumento de sueldo, premiando la productividad del personal. La Tabla N° 4.1 nos presenta el detalle de los resultados.

### **4.1.2. Plan de Mejora Dimensión Métodos de Trabajo**

Dentro del Plan de Mejora de Métodos de Trabajo se consideraron como principales medidas el implementar el establecer un estándar para procedimientos que permite recoger la experiencia y criterios del personal experto y a la vez poder establecer un nuevo formato de reporte operativo que permita recoger la información técnica relevante para mejorar las operaciones de Mantenimiento. La Tabla N° 4.2 nos presenta el detalle de los resultados.

### **4.1.3. Plan de Mejora Dimensión Recursos y Equipamiento**

Dentro del Plan de Mejora de Recursos y Equipamiento se consideraron como principales medidas la compra de instrumentos para el mantenimiento de equipos Nivel 1, y debido al alto costo que significa la compra de instrumental Nivel 2, se opta por fortalecer el mantenimiento preventivo. La Tabla N° 4.3 nos presenta el detalle de los resultados.

### **4.1.4. Plan de Mejora Dimensión Recursos de Gestión**

Dentro del Plan de Mejora de Recursos de Gestión se consideraron como principales medidas la implementación de un sistema de almacenes virtuales, de manera que se pueda contrarrestar las deficiencias en la disponibilidad de repuestos, asimismo se creyó conveniente establecer la figura de Coordinador Referente Técnico, quien tendría como función el armonizar los criterios establecidos entre las diferentes Jerarquías del Proyecto con el fin de mejorar la toma de decisiones dentro de las labores de Mantenimiento. La Tabla N° 4.4 nos presenta el detalle de los resultados.

#### **4.1.5. Plan de Mejora Mantenimiento Aire Acondicionado Zonal Norte TdP**

El Proyecto de Mejora final presentado a la Empresa Huawei del Perú S.A.C. contempla los resultados y justificaciones mencionados en los ítems anteriores. Este documento se presenta en documentación adjunta al presente trabajo en el Anexo 01<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> ANEXO 01: Plan de Mejoras del Mantenimiento Preventivo de Aire Acondicionado, elaborado por FLM Telefónica del Perú Energía 2014.



Tabla N° 4.1. Resultados Plan de Trabajo Dimensión Recursos Humanos

SELECCIÓN DE CAUSAS SECUNDARIAS PARETO DIMENSIÓN RECURSOS HUMANOS	PERC. %	PLAN DE TRABAJO
No existe un Sistema de Recursos Humanos	33	Creación de un sistema de RRHH en el cual pueda conocerse las necesidades de los trabajadores y a la vez sea usado como fortaleza para mejorar el trabajo de manera que pueda impactar en las operaciones.
Inexistencia de Trabajo Proactivo	15	Implementación dentro del sistema de RRHH, de un Sistema de Desempeño. Los costos de RRHH representan el 60% de los costos totales. Si logramos que ese porcentaje mejore su rendimiento se mejorará la productividad.
Sueldos Bajos	12	El ítem no está alineado a los recursos de la Empresa, sin embargo debe evaluarse el costo beneficio dado la amenaza en el mercado (por parte de otro operador) que pueda pagar más al personal al que se está entrenando
Insatisfacciones laborales	11	
Personal desmotivado	8	
Desgaste por Horas Extras	8	
Poco sentido de Pertenencia	7	
No se cuenta con responsabilidades definidas	4	
Competencias Laborales Limitadas	2	

Fuente: Elaboración Propia (2014)

Tabla N° 4.2. Resultados Plan de Trabajo Dimensión Métodos de Trabajo

SELECCIÓN DE CAUSAS SECUNDARIAS PARETO DIMENSIÓN METODOS DE TRABAJO	PERC. %	PLAN DE TRABAJO
No se cuenta con Procedimientos Operativos Estándar(SOP)	39	Establecer Procedimientos que unifiquen todos los criterios. Dado que es un trabajo netamente técnico / administrativo, se puede considerar en el Plan de Trabajo sin consumir recursos económicos directos.
No se cuenta con Parte Operativo acorde a las necesidades de Campo	29	Elaboración de Parte Operativo acorde a las necesidades de información y análisis que impacten en las operaciones. Dado que es un trabajo netamente técnico / administrativo, se puede considerar en el Plan de Trabajo sin consumir recursos económicos directos
Falta de Capacitación para equipos nivel 2	21	
Falta de Capacitación para equipos nivel 1	11	

Fuente: Elaboración Propia (2014)

Tabla N° 4.3. Resultados Plan de Trabajo Dimensión Recursos y Equipamiento

SELECCIÓN DE CAUSAS SECUNDARIAS PARETO RECURSOS Y EQUIPAMIENTO	PERC. %	PLAN DE TRABAJO
Falta de instrumentos para equipos Nivel 1	33	Compra de Instrumentos Nivel 1, dada la implementación del nuevo parte operativo y la necesidad de disminuir este tipo de incidencias
Falta de instrumentos para equipos Nivel 2	27	Se considera que el costo de reparación de equipos nivel 2 (Equipos Precision) es muy alto. Se debe priorizar el mantenimiento preventivo dado que MP se tenían indicadores muy bajos.
Falta de Caja para atención de Mantenimiento Preventivos	21	
No se cuenta con Personal suficiente	19	

Fuente: Elaboración Propia (2014)

Tabla N° 4.4. Resultados Plan de Trabajo Dimensión Recursos de Gestión

SELECCIÓN DE CAUSAS SECUNDARIAS PARETO RECURSOS DE GESTION	PERC. %	PLAN DE TRABAJO
No se cuenta con sistema de Almacenes Virtuales	24	Se considera de suma importancia este ítem dado que se tiene mucho stock de repuestos y no se conoce en donde son usados. Esto justifica la inversión en la implementación del sistema
Falta de Sistema para trazabilidad de eventos en Aire Acondicionado	21	Dentro del Sistema de Almacén Virtual se puede agregar esta herramienta
Falta de un referente técnico a Nivel de Todo el Proyecto	15	Esta opción debe implementarse dado que no solo serviría para el Sistema de Aire Acondicionado si no para otros sistemas de alto impacto económico del proyecto como son Líneas de Media Tensión, y Aerogeneradores.
Falta de capacitación en Management a los Supervisores y Team Leaders	13	
Necesidad de Cursos de Coaching	8	
No existe línea de carrera definida	8	
Falta de comunicación interna	6	
No se conoce la necesidad del cliente	5	

Fuente: Elaboración Propia (2014)

## **4.2. DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

### **4.2.1. Plan de Mejora Dimensión Recursos Humanos**

El Plan de Mejora de Recursos Humanos se considera un punto muy importante y factible de llevar a cabo puesto que el Proyecto de Mantenimiento del Sistema de Aire Acondicionado de la Red Zonal Norte de Telefónica del Perú, contempla que un 60% de los costos asociados al proyecto se relacionan con el personal. Es así que con este sistema adaptado a las necesidades de la empresa y trabajadores se espera poder aumentar el nivel de ingreso de los empleados que muestren mejoras en sus indicadores de productividad, de manera que al mismo tiempo puedan mejorar su nivel de satisfacción y motivación laboral.

### **4.2.2. Plan de Mejora Dimensión Métodos de Trabajo**

Los Planes de mejora correspondientes a la dimensión de Métodos de Trabajo son considerados los más sencillos de implementar dado que no se requiere mayor inversión para su implantación. Con el consenso técnico y profesional del personal experto de Huawei se espera establecer procedimientos asertivos de manera que se reduzcan los errores en las labores de mantenimiento. Asimismo el establecimiento de estos procedimientos implica la creación de nuevos formatos de reportes operativos.

### **4.2.3. Plan de Mejora Dimensión Recursos y Equipamiento**

Los planes de mejora de Recursos y Equipamiento se alinean a la realidad de la empresa Huawei como proveedor del Servicio de Mantenimiento de Sistemas de Aire Acondicionado de la Red Zonal Norte TdP. Es así que sólo se contemplan la compra de más instrumentos para los equipos que tienen un tiempo de vida considerable, los cuales son denominados equipos nivel 1. Sin embargo los equipos nuevos, denominados nivel 2 requerirían de una inversión no conveniente para la empresa Huawei del Perú S.A.C., ante lo cual la decisión tomada es mejorar el mantenimiento preventivo.

### **4.2.4. Plan de Mejora Dimensión Recursos de Gestión**

El Plan de Mejora de Recursos de Gestión contempla la implementación de un Sistema de Almacenes Virtuales, lo cual a pesar de los costos implicados se considera bastante conveniente para la empresa Huawei del Perú S.A.C. permitiendo con ello que el se

pueda reducir el número de incidencias por falta y/o retraso de repuestos. Se conoce que se tiene disponibilidad de repuestos para el proyecto, sin embargo el sistema de coordinación y distribución de estos actualmente no está optimizado para estas labores.

Otro item resaltante, es la figura del Coordinador o Referente Técnico, quien cumplirá una función muy importante Al evitar controversias en la toma de decisiones entre las diferentes jerarquías presentes en el proyecto.

# **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 5.1. CONCLUSIONES

- ✓ Mediante el empleo de la técnica brainstorming se recolectó información acerca de las causas que afectan el mantenimiento de los Sistemas de Aire Acondicionado de la Red Zonal Norte de Telefónica del Perú, determinándose que existen múltiples razones con diversas variantes que van desde la falta de instrumentos y desmotivación del personal hasta deficiencias de gestión por parte de la Empresa Huawei del Perú S.A.C.
  
- ✓ Mediante la aplicación de la Metodología Ishikawa – Pareto, se logró clasificar a las causas que afectan el mantenimiento dentro de las categorías de Recursos Humanos, Métodos de Trabajo, Recursos - Equipamiento, y Recursos de Gestión, logrando determinar las causas secundarias más significativas por cada una de estas categorías principales.
  
- ✓ Las causas secundarias más significativas clasificadas por la Metodología Pareto permitieron elaborar un Plan de Mejora del Mantenimiento de los Sistemas de Aire Acondicionado TdP Zonal Norte, dentro de los cuales se resaltan como acciones más importantes la implementación de un Sistema de Recursos Humanos, Sistema de Almacenes Virtuales, Incentivos por productividad, establecimiento de una Coordinación Técnica y mejora del instrumental de mantenimiento.
  
- ✓ Por lo expuesto, se demuestra que la Metodología Pareto – Ishikawa ha permitido establecer un Plan para que la Empresa Huawei del Perú S.A.C. pueda mejorar el Servicio de Mantenimiento de los Sistemas de Aire Acondicionado de la Red Zonal Norte de la Empresa Cliente Telefónica del Perú S.A.



## **5.2. RECOMENDACIONES**

- Por lo expuesto se recomienda la implementación del Plan de Mejora de los Sistemas de Aire Acondicionado de la Zona Norte TdP elaborado en el presente trabajo.
- Asimismo se recomienda continuar el presente trabajo a través de un estudio de la implementación del Plan de Mejora recomendado, el cual debe contemplar indicadores que permitan establecer el nivel de significancia y mejora en el Mantenimiento de los Sistemas de Aire Acondicionado de la Red Zonal Norte de la Empresa Telefónica del Perú S.A.

# **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

## 6.1. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### LIBROS

- WHITMAN, William C. y JOHNSON, William M. (2000). *Tecnología de la refrigeración y aire acondicionado*, (4ta Edición). Gran Canaria Humanes, Madrid, España. Editorial Paraninfo Thomson Learning
- MENDIBURU DIAZ, Henry Antonio (2003). *Automatización Ambiental, Aplicación de la automatización industrial y el control de procesos en la conservación del medio ambiente*, (1<sup>st</sup>. Edition). Lima, Perú.
- PERRIN, Richard (2008). *Real-World Project Management: Beyond Conventional Wisdom, Best Practices, and Project Methodologies*. (1<sup>st</sup>. Edition). United States of America. ISBN N° 978-0-470-17079-3

### TESIS

- PIEDRA PALADINES, Maria Fernanda (2009). *Gerencia Estratégica de Mantenimiento de la Empresa Plásticos del Litoral – Plastlit*. Escuela Politécnica Litoral. Guayaquil- Ecuador.
- GÓMEZ MENDIOLA, ELDA. (2010) *Implementación de la Estrategia de Mejora Seis Sigma para la Empresa Nugar Stamping & Wheels S.A. de C.V.* Tesis de Grado Maestría. Instituto Politécnico Nacional. México D.F.
- SIERRALTA, Nailith. (2010) *Mejoramiento del Nivel de Producción de las Maquinas Empaquetadoras en la Empresa Mavenga, Barquisimeto, Estado de Lara*. Tesis de Grado. Universidad Nacional Abierta. Barquisimeto. Venezuela

## **AUTOR CORPORATIVO - INFORME**

- Huawei del Perú S.A. (2013). *Análisis de Criticidad Operativa. Índices de Cumplimiento de Mantenimiento Preventivo (CMP) Enero – Septiembre 2013*. Lima, Perú

## **DOCUMENTOS**

- WALKER, Sebastian. *Identificación de la problemática mediante Pareto e Ishikawa*. Sistema Nacional de Investigadores y Ciencia Aplicada Independiente (SNICAI). México. Recuperado el 01 de Diciembre del 2014, de <http://www.monografias.com/trabajos17/pareto-ishikawa/pareto-ishikawa.shtml#ixzz2sZrnsyNR>
- VALEO, Clim (2007). *Ficha de Red N° 4.07. funcionamiento del Circuito de Aire Acondicionado*. Área Empresarial de Andalucía, Madrid España. Recuperado el 03 de Diciembre del 2014, de: <http://es.scribd.com/doc/1008574/funcionamiento-del-circuito-de-aire-acondicionado>
- SIE, Servicio de Inspección Educativa (2012). *Sistema de Indicadores para valorar los planes de mejora*. Gobierno de Navarra, Departamento de Educación España. Recuperado el 05 de Diciembre del 2014, de: [http:// www.educacion.navarra.es/portal/](http://www.educacion.navarra.es/portal/)

## **INTERNET**

- Evaluación del proceso de privatización de las empresa de servicios públicos 1991-2000  
[http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/publicaciones/administracion/v05\\_n9/](http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/publicaciones/administracion/v05_n9/)  
Último acceso: 08 de Diciembre del 2014.

# **ANEXOS**

**PLANES DE MEJORA DEL  
MANTENIMIENTO  
PREVENTIVO DE AIRE  
ACONDICIONADO**

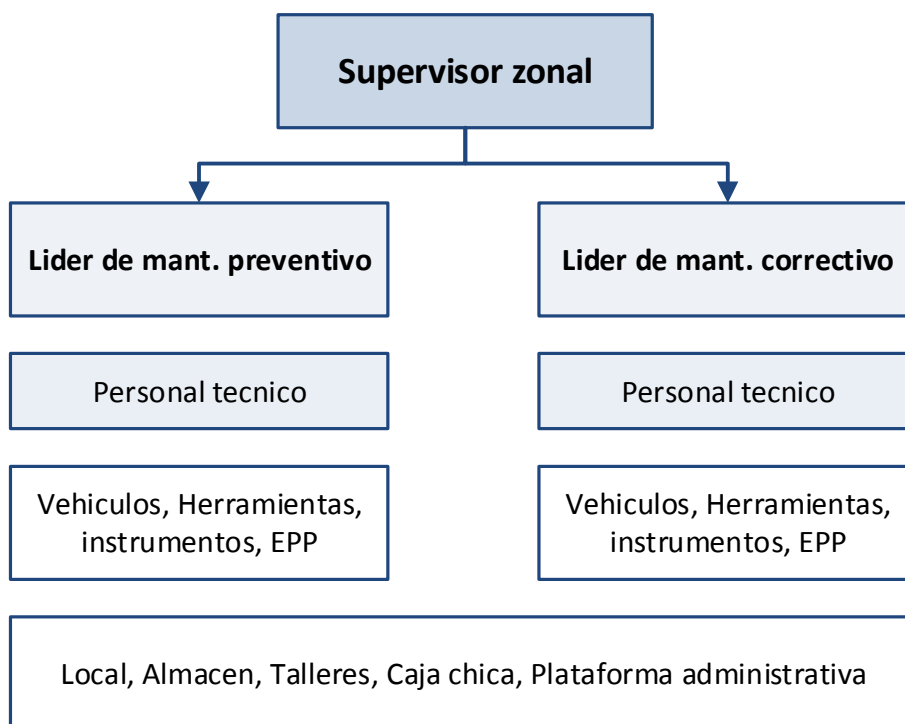
**FLM Telefónica del Peru  
Energía**

**2014**

## I. OBJETIVOS

1. Desarrollar un Plan de Proyecto de Métodos de Trabajo que nos permita mantener un estándar en el desarrollo de nuestras actividades preventivas dentro del marco contractual con nuestro cliente Telefonica del Peru.
2. Desarrollar un Plan de Proyecto de Métodos de Gestion que nos permita desarrollar e implementar herramientas tanto cualitativas como cuantitativas con la finalidad de suplir las necesidades tanto de nuestro cliente interno como externo.
3. Desarrollar un Plan de Proyecto de Recursos y Equipamientos los cuales nos permitan identificar variables no consideradas hasta el momento los cuales impacten de forma directa en la operaciones de los equipos.
4. Desarrollar un plan de proyecto de Recursos Humanos que permita mejorar factores como el clima laboral, remuneraciones, desempeño de tal forma que nos permita una mejora en la calidad del trabajo e incremente los niveles de productividad y proactividad.

## II. ESTRUCTURA ZONAL FLM.



### III. ROLES Y RESPONSABILIDADES

Posición	Roles y responsabilidades
Supervisor zonal	<p>Responsable de la gestión y dirección técnica del personal en zona</p> <p>Responsable del cumplimiento de los servicios de mantenimiento</p> <p>Supervisión y administración de los líderes de mantenimiento</p> <p>Ejecución y control de las obras complementarias</p> <p>Gestión y seguimiento de los requerimientos del cliente en Lima y en zona</p>
Líder de mantenimiento preventivo	<p>Gestionar la ejecución del mantenimiento preventivo (cronograma y alcance)</p> <p>Supervisión y administración del personal a cargo</p> <p>Control de recursos (herramientas, vehículos, caja chica, etc.) del mantenimiento correctivo</p> <p>Control de los indicadores del servicio (CMP)</p>
Líder de mantenimiento correctivo	<p>Gestionar la atención oportuna de los incidentes y averías de planta. Como <b>experto técnico zonal en energía</b>, brinda soporte técnico especializado Nivel II (Back Office de Energía).</p> <p>Supervisión y administración del personal a cargo.</p> <p>Elaboración de los informes de incidentes de planta y análisis de causa origen.</p> <p>Verificación de los partes de mantenimiento preventivo, inventario y registro de planta</p> <p>Control de los indicadores del servicio (CMP)</p> <p>Ejecutar auditorías de planta y visitas inopinadas</p> <p>Ejecución del plan de contingencia ante cortes masivos programados y no programados</p>

#### Listado de Personal:

	Iquitos	Piura	Chiclayo	Trujillo	Chimbote
Supervisor Zonal	Paul Alvis	Giankarlo Saldarriaga	Magaly Aguinaga	Jaime Ortiz	Raúl Orellana
Líder de mantenimiento preventivo	Johan Rocha	Rafael Almestar	Luis Siccha	Julio Agreda	Yvan Mendo
Líder de mantenimiento Correctivo	Humberto Rodriguez	Cesar Suarez	Benjamín Holguín	Jhonathan Lujan	Edwin Medina



## IV. PLAN DE MEJORAS DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE AIRE ACONDICIONADO.

### A. Plan de Recursos Humanos.

El plan de Recursos humanos acorde al analisis de Pareto-Ishikawa considera las siguientes causas, como Causa-Raíz:

- No tenemos sistema de Recursos Humanos
- Inexistencia de Trabajo Proactivo
- Sueldos Bajo

Como Accion Estrategica para mitigar las Causas – Raiz se realizo:

Item	Causa Raiz	Accion Estrategica	Responsable	Area	Entregable	Frecuencia
1	No tenemos Sistema de Recursos Humanos	Implementacion del Programa de Analisis de Evaluacion de desempeno	Fatima Escobedo	RRHH	Analisis de Evaluacion de Desempeno	Bi - Mensual
2	Inexistencia de Trabajo Proactivo					
3	Sueldos bajos					

#### Comentario

Se desarrollo la Evaluacion de desempeno para ir bajo los siguientes frentes:

1. - La ED tiene como resultado una asignacion economica aquellos trabajadores dentro del 20% Sobresaliente.
2. - Se busca realizar la retencion de Personal calificado.
3. - Pretende fomentar competitividad y mejorar el desempeno.

## B. Plan de Métodos de Trabajo.

El plan de Métodos de Trabajo acorde al analisis de Pareto-Ishikawa considera las siguientes causas, como Causa-Raíz:

- No se cuenta con Procedimientos Operativos Estandar
- No se cuenta con Parte Operativo acorde a las necesidades de campo

Como Accion Estrategica para mitigar las Causas – Raiz se realizo:

Item	Causa Raiz	Accion Estrategica	Responsable	Area	Entregable	Frecuencia
1	No se cuenta con Procedimientos Operativos Estandar	Implementacion del Nuevo Parte y Procedimiento Operativo	Luis Cornejo	Direccion Tecnica	SOP	Unica
2	No se cuenta con Parte Operativo acorde a las necesidades de Campo				PO	Unica

Comentario
Entre los documentos como entregables se realizo: 1.- Video Instructivo el cual contiene paso a paso la realizacion del Mantenimiento Preventivo 2. - Partes Operativos numerados y autocopiables para el control y analisis correspondientes.

## C. Plan de Métodos de Gestion.

El plan de Métodos de Gestion acorde al analisis de Pareto-Ishikawa considera las siguientes causas, como Causa-Raíz:

- No se cuenta con sistema de almacenes virtuales
- Falta de Sistema para trazabilidad de eventos de Aire Acondicionado
- Falta un referente Tecnico a nivel de todo el Proyecto

Como Accion Estrategica para mitigar las Causas – Raiz se realizo:

Item	Causa Raiz	Accion Estrategica	Responsable	Area	Entregable	Frecuencia
1	No se cuenta con sistema de Almacenes Virtuales	Implementacion de Servidor con Almacen Virtual	Luis Huaccha	Sub - Gerencia	Software Web - Almacen Virtual	Unica
2	Falta de Sistema para trazabilidad de eventos de Aire Acondicionado	Implementacion de Reporte de Analisis de Incidencias	Marco Barboza	NOC	Reporte de Analisis de Incidencias	Bi - Mensual
3	Falta un referente Tecnico a nivel de todo el Proyecto	Implementacion del Area de Direccion Tecnica	Hernan Pinedo	Gerencia	Nueva Estructura FLM	Unica

#### Comentario

Para el desarrollo e implementacion de la Plataforma de Almacen se utilizo recursos externos.

Dentro del Reporte de Analisis de Incidencias se considero lo siguiente:

- 1.- Reporte de Analisis Causa - Origen
- 2.- Reporte de Analisis de Reiteracion de Incidencias
- 3.- Reporte de numero de incidencias por volumen de Planta
- 4.- Reporte de numero de Incidencias por Turno Laboral

#### **D. Plan de Recursos y Equipamientos.**

El plan de Métodos de Recursos y Equipamientos acorde al analisis de Pareto-Ishikawa considera las siguientes causas, como Causa-Raíz:

- Falta de instrumentos para Equipos nivel 1
- Falta de instrumentos para Equipos nivel 2

Como Accion Estrategica para mitigar las Causas – Raiz se realizo:

Item	Causa Raiz	Accion Estrategica	Responsable	Area	Entregable	Frecuencia
1	Falta de instrumentos para equipos Nivel 1	Compra de Instrumentos requeridos	Hernan Pinedo/Gemy Narcizo	Gerencia/ Compras	Instrumentos	Unica
2	Falta de instrumentos para equipos Nivel 2					

#### Comentario

Se realizo la compra escalonada de Instrumentos, de acuerdo al impacto que estos generaban, entro ellos se tiene:

1. - Pistola Infrarojo - Analisis Termico
2. - Megometro - Analisis de Aislamiento de Equipo Compresor.
3. - Tensiometro - Tension de Fajas en Motores Electricos.
4. - Controladores Temperatura & Humedad - Validacion de eficiencia de Mantenimiento Preventivo.

**ANALISIS CUANTITATIVO DE  
AVERIAS EN EL SISTEMA DE  
AIRE ACONDICIONADO  
PERIODO 2014**

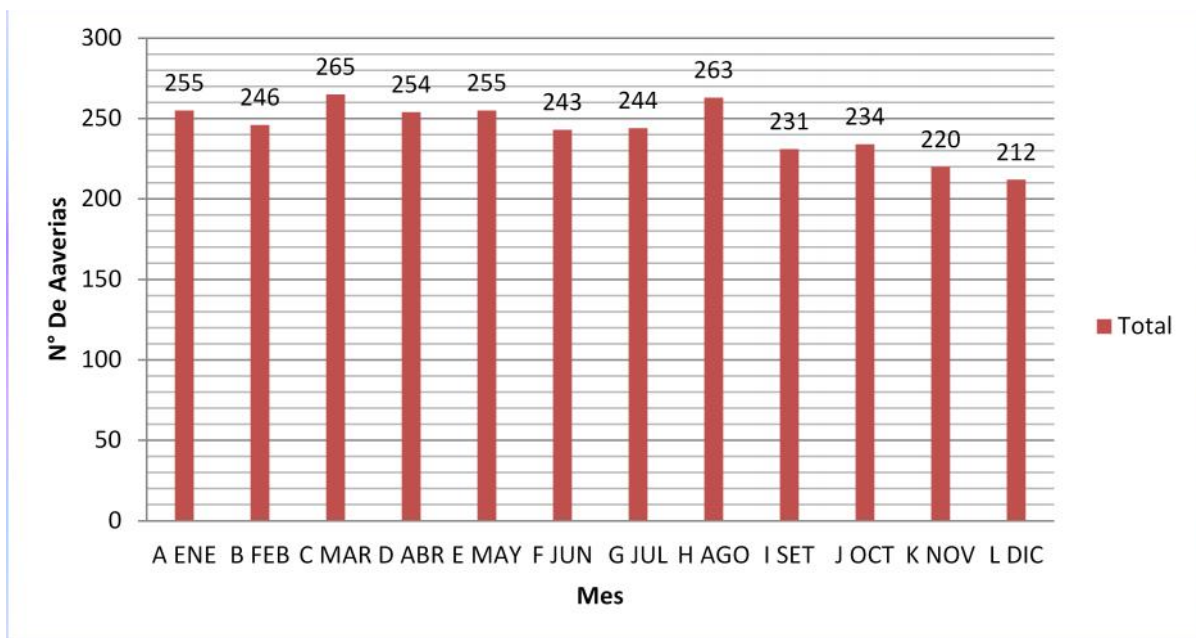
**FLM Telefónica del Peru  
Energía**

## I. Objetivos

- El presente analisis pretende brindar un detalle cuantitativo el cual pueda evidenciar el impacto de los planes planteados para mejorar el mantenimiento preventivo de aire acondicionado

## II. Resultados

Averias/Mes en el sistema de AA



- Para la realizacion de este analisis se tomo la muestra de N= 334 equipos de Aire Acondicionado correspondiente a la Zona Norte de Telefonica del Peru.
- Se puede evidenciar ente los meses de Enero y Agosto, se tiene un índice promedio de averias de 253 averias/mes.
- Luego de la implementacion de algunos de los ítems de cada plan mencionados en la presente tesis, se observa una disminuci3n en los meses de setiembre a diciembre con un valor promedio de 224 averias/mes

**HOJA DE DATOS EQUIPOS DE AIRE  
ACONDICIONADO NIVEL 1 y 2**