



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

“MEJORA DE PROCESOS PARA LA REDUCCIÓN DE FALLAS EN EL MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO EN LA EMPRESA DE SERVICIOS ESALB GROUP SAC 2017”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autor:

Pedro Moisés Espinoza Albino

Asesor:

Mg. Ing. Luis Alfredo Zúñiga Fiestas

Lima – Perú

2017

APROBACIÓN DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

El (La) asesor(a) y los miembros del jurado evaluador asignados, **APRUEBAN** el trabajo de suficiencia profesional desarrollado por el (la) Bachiller **Pedro Moisés Espinoza Albino**, denominada:

**“MEJORA DE PROCESOS PARA LA REDUCCIÓN DE FALLAS EN EL
MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO EN LA EMPRESA
DE SERVICIOS ESALB GROUP SAC 2017”**

Mg. Ing. Luis Alfredo Zúñiga Fiestas
ASESOR

Mg. Ing. Gianni Michael Zelada García
**JURADO
PRESIDENTE**

Ing. Teodoro Julián Riega Zapata
JURADO

Mg. Ing. Jhonatan Abal Mejía
JURADO

DEDICATORIA

Ante todo, dar gracias a Dios por haberme dado salud y fuerza para salir adelante y culminar mis estudios; asimismo, agradecerle por lo más preciado que tengo, mi familia.

Agradezco también de una manera muy especial a mi asesor, Luis Zúñiga Fiestas, por su dedicación y tiempo y por brindarnos toda la información necesaria para la realización del presente proyecto.

A nuestros profesores por su incondicional ayuda prestada en el desarrollo de este trabajo y a todas las personas que colaboraron con la información necesaria. A todos mis familiares y amigos que me brindaron su apoyo y soporte para finalizar con éxito este proyecto.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, dar gracias a mi familia quienes fueron el pilar principal en el transcurso y culminación de mi carrera profesional.

A mi madre, padre y hermanos, gracias a Dios los tengo cerca de mí; por ser un apoyo incondicional en todo momento, que con su amor y sabiduría me encaminaron por el sendero correcto que es Dios, gracias a ello aprendí que con fe, humildad y perseverancia se pueden hacer realidad nuestras metas y sueños.

A mis colaboradores de la empresa por el apoyo en todo momento para la realización de este proyecto.

De igual forma de mi asesor y profesores de la UPN por el apoyo en toda la carrera profesional enseñándome igual que a todos mis compañeros el buen camino para ser un gran profesional.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Pág.
APROBACIÓN DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO	iv
ÍNDICE DE CONTENIDOS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
ÍNDICE DE TABLAS	ix
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	13
1.1 Situación problemática	14
1.2 Justificación	15
1.3 Objetivo General.....	16
1.3.1 Objetivos Específicos.....	16
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	17
2.1 Antecedentes.....	17
2.1.1 Ámbito Internacional	17
2.1.2 Ámbito Nacional	19
2.2 Ciclo de Refrigeración	22
2.3 Compresor	23
2.4 La Válvula de Expansión – Dispositivo de Control.....	24
2.5 Evaporador	25
2.6 Condensador	25
2.7 Definición de Mantenimiento	26
2.7.1 Objetivos del Mantenimiento.....	27
2.7.2 Mantenimiento Correctivo (MC)	27
2.8 Indicadores de Gestión de Mantenimiento y Eficiencia.....	29
2.8.1 Fiabilidad de los Equipos MTBF	31
2.8.2 Mantenibilidad de los Equipos MTTR	31
2.9 Diagrama de Operaciones de Proceso	32
2.9.1 Definición de Diagrama de Proceso	33
2.9.2 Diagrama del Proceso de la Operación	35
2.9.3 Diagrama de Análisis de Proceso.....	35
2.9.4 Objetivos	36
2.9.5 Tipos de DAP	37
2.10 Diagrama de Gantt	37
2.10.1 Características.....	38

2.10.2Diseño de un Diagrama de Gantt:	38
2.10.3Ventajas y Desventajas de los Gráficos de Gantt.	39
2.11 Estudio del trabajo	40
2.12 Estudio de tiempos	41
2.13 Definición de términos básicos.....	41
CAPÍTULO III: DESARROLLO.....	43
3.1 Organización Historial.....	43
3.1.1 Misión	43
3.1.2 Visión	43
3.1.3 Valores	43
3.1.4 Organigrama	44
3.1.5 Descripción área de mantenimiento de equipos de refrigeración y aire acondicionado.	44
3.2 Diagnóstico y Situación Actual de la Empresa.....	45
3.2.1 Diagrama ISHIKAWA.....	46
3.2.2 Actividades Realizadas	47
3.2.3 Desarrollo de objetivos específicos	48
3.2.4 Actividades Realizadas	48
3.2.5 Estudio de Tiempos antes de la mejora en mantenimiento preventivo.	49
3.2.6 Actividades realizadas en el mantenimiento preventivo antes de la mejora	49
3.2.7 Estudio de tiempos antes de la mejora en mantenimiento correctivo.	51
3.2.8 Actividades realizadas en el mantenimiento correctivo antes de la mejora	51
3.3 Desarrollo objetivo específico 1: Identificar los tiempos del mantenimiento más relevantes. .	53
3.3.1 Identificar los tiempos del mantenimiento preventivo relevantes.	53
3.3.2 Diagrama de operaciones y procesos del MP antes de la mejora	55
3.3.3 Identificar los tiempos del mantenimiento correctivo relevantes	55
3.3.4 Diagrama de operaciones y Procesos del MC Antes de la mejora	58
3.4 Desarrollo objetivo específico 2:.....	59
3.4.1 Identificar los tiempos improductivos del mantenimiento que puedan reducirse.	59
3.4.2 Actividades realizadas en el proceso de mantenimiento preventivo después de la mejora ..	59
3.4.3 Identificar los tiempos improductivos del proceso de mantenimiento Preventivo reducidos. .	62
3.4.4 Diagrama de operaciones y Procesos del MP después de la mejora	65
3.5 Estudio de Tiempos después de la mejora en mantenimiento correctivo.....	66
3.5.1 Actividades realizadas en el proceso de mantenimiento correctivo después de la mejora ...	66
3.6 Identificar los tiempos improductivos reducidos del mantenimiento correctivo.....	69
3.6.1 Diagrama de operaciones y procesos del MC después de la mejora	72
3.7 Determinar cuánto mejora la eficiencia de solicitudes.	73
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	74
4.1 Resultados.....	75

4.2 Resultados: Identificar los tiempos del mantenimiento relevantes.	76
4.2.1 Tiempos Relevantes del Mantenimiento Preventivo.....	76
4.2.2 Tiempos Relevantes del Mantenimiento Correctivo	77
4.3 Resultados: Identificar los tiempos improductivos del mantenimiento que pueden reducirse. 79	
4.3.1 Tiempos improductivos reducidos en el mantenimiento preventivo.	79
4.3.2 Tiempos improductivos reducidos en el mantenimiento Correctivo	81
4.4 Resultados: Determinar cuánto mejora la eficiencia de solicitudes	83
4.5 Discusión	85
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	86
5.1 CONCLUSIONES	86
RECOMENDACIONES	87
REFERENCIAS.....	88
Anexos	89
Anexo N.º 1 Dop Mantenimiento Preventivo Aire Acondicionado	89
Anexo N.º 2 Dop Mantenimiento Correctivo Aire Acondicionado.....	90
Anexo N.º 3 Nuevo Diseño De Ordenes De Trabajo.....	91
Anexo N.º 4 Diagrama de Gantt	92
Anexo N.º 5 Nuevo Diseño Solicitud De Servicio de Mantenimiento	93
Anexo N.º 6 Nuevo Diseño Ficha Històrica de Equipo	94
Anexo N.º 7 Formato Entrega de Control Herramientas y Epps	95
Anexo N.º 8 Matri Iper.....	96
Anexo N.º 9 Formato Plan de Acción Control de Riesgos.....	100
Anexo N.º 10 Relación de Solicitudes Enero 2016.....	101
Anexo N.º 11 Relación de Solicitudes Febrero 2016.....	102
Anexo N.º 12 Relación de Solicitudes Marzo 2016	103
Anexo N.º 13 Relación de Solicitudes Abril 2016	104
Anexo N.º 14 Relación de Solicitudes Mayo 2016	105
Anexo N.º 15 Relación de Solicitudes Junio 2016.....	106
Anexo N.º 16 Relación de Solicitudes Julio 2016.....	107
Anexo N.º 17 Relación de Solicitudes Agosto 2016	108
Anexo N.º 18 Relación de Solicitudes Setiembre 2016.....	109
Anexo N.º 19 Relación de Solicitudes Octubre 2016	110
Anexo N.º 20 Relación de Solicitudes Noviembre 2016.....	111
Anexo N.º 21 Relación de Solicitudes Diciembre 2016.....	112
Anexo N.º 22 Relación de Solicitudes Enero 2017.....	113
Anexo N.º 23 Relación de Solicitudes Febrero 2017.....	114
Anexo N.º 24 Relación de Solicitudes Marzo 2017	115
Anexo N.º 25 Relación de Solicitudes Abril 2017	116

Anexo N.º 26 Relación De Solicitudes Mayo 2017	117
Anexo N.º 27 Estudio de Tiempos Actual de Mantenimiento Preventivo	118
Anexo N.º 28 Estudio de Tiempos Mejorado de Mantenimiento Preventivo	119
Anexo N.º 29 Estudio de Tiempos Actual de Mantenimiento Correctivo.....	120
Anexo N.º 30 Estudio de Tiempos Mejorado Mantenimiento Correctivo.....	121

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura N° 2.3	Válvula de Expansión 25
Figura N° 2.4	Evaporador 25
Figura N° 2.5	Condensador 26
Figura N° 2.6	Definición Diagrama de Proceso 34
Figura N° 2.7	Modelo Diagrama de Proceso 36
Figura N° 3.1.	Organigrama Esalb Group SAC 44
Figura N° 3.2	Diagrama de Ishikawa de Situación de Problema..... 46
Figura N° 3.3	Cronograma de Actividades de Planificación del Proyecto..... 47
Figura N° 3.4	Cronograma de Actividades de Implementación del Proyecto – Ejecución Y .. 47
Figura N° 3.5	Estudio de Tiempo Mp Antes de Mejora 49
Figura N° 3.6	Estudio de Tiempo Mc Antes de Mejora 51
Figura N° 3.7	Diagrama Ishikawa de Mantenimiento Preventivo y Correctivo..... 53
Figura N° 3.8	Diagrama de Pareto de Tiempo Relevante en el MP..... 53
Figura N° 3.9	DOP MP Equipo de Aire Acondicionado 55
Figura N° 3.10	Diagrama Ishikawa de Mantenimiento Preventivo y Correctivo..... 56
Figura N° 3.11	Diagrama de Pareto Tiempos Relevantes MC..... 56
Figura N° 3.12	DOP MC Equipo de Aire Acondicionado 58
Figura N° 3.13	Estudio de Tiempos de MP Despues de la Mejora 59
Figura N° 3.14	Maquinaria e Insumos Antes y Despues de Mejora..... 61
Figura N° 3.15	Técnica de los Cinco Porqués del Proceso en Tiempos Improductivos MP Y MC 62
Figura N° 3.16	Diagrama de Pareto Tiempo Improductivo en el MP 63
Figura N° 3.17	Estudio de Tiempos de MP Despues de la Mejora 65
Figura N° 3.18	Estudio de Tiempos de MC Despues de la Mejora 66
Figura N° 3.19	Dispositivos Eléctricos e Insumos para Correctivos..... 68
Figura N° 3.20	Técnica de los Cinco Porqués del Proceso en Tiempos Improductivos MP Y MC 69
Figura N° 3.21	Diagrama de Pareto de los Tiempos Improductivos en el MC..... 70
Figura N° 3.22	DOP Mantenimiento Correctivo Aire Acondicionado 72
Figura N° 4.1	Diagrama de Pareto Tiempo Improductivo Proceso de Mantenimiento Preventivo..... 79
Figura N° 4.2	Diagrama de Pareto Tiempo Improductivo Proceso de Mantenimiento Correctivo 81
Figura N° 4.3	Diagrama de Pareto de Datos de Eficiencia 2016 83
Figura N° 4.4	Datos de Eficiencia 2016 – 2017..... 84

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla N° 3.1	Tiempos Relevantes en Mantenimiento Preventivo 54
Tabla N° 3.2	Tiempos Relevantes en el Proceso de Mantenimiento Correctivo 57
Tabla N° 3.3	Tiempo Improductivo en el Proceso de Mantenimiento Preventivo 64
Tabla N° 3.4	Tiempo Improductivo en el Proceso de Mantenimiento Correctivo..... 71
Tabla N° 3.5	Cuadro de Actividades..... 73
Tabla N° 3.6	Rango de Desempeño..... 74
Tabla N° 3.7	Registro de Eficiencia de Indicador de Eficiencia 74
Tabla N° 4.1	Reducción del Tiempo Mantenimiento Preventivo 75
Tabla N° 4.2	Reducción del Tiempo Mantenimiento Correctivo..... 75
Tabla N° 4.3	Tiempo del Proceso de Mantenimiento Preventivo Relevantes..... 76
Tabla N° 4.4	Mejora de Tiempos Relevantes del Proceso de Mantenimiento Preventivo..... 76
Tabla N° 4.5	Mejora de Tiempos Relevantes del Proceso de Mantenimiento Correctivo 77
Tabla N° 4.6	Mejora de Tiempos Relevantes del Proceso de Mantenimiento Correctivo 78
Tabla N° 4.7	Tiempo Improductivo en el Proceso de Mantenimiento Preventivo 80
Tabla N° 4.8	Resultados de Tiempo y Actividades Reducidas en MC..... 81
Tabla N° 4.9	Datos de Eficiencia de Solicitudes 2016 83
Tabla N° 4.10	Datos de Eficiencia 2016 - 2017..... 84

RESUMEN

El presente proyecto de suficiencia profesional propone satisfacer las necesidades del departamento de mantenimiento de la empresa de servicios ESALB GROUP SAC, a su vez proponer una mejora de procesos en el mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos de aire acondicionado. Se aplicaran los conocimientos adquiridos y herramientas de ingeniería industrial que nos facilitaran en la elaboración del proyecto. De la misma manera rediseñar un DOP, formatos de orden de trabajo o servicio para reducir paros no programados. Reducción en el tiempo de entrega de servicio al cliente, aumentar la productividad en los equipos de Aire Acondicionado y prolongar la vida útil de los equipos de aire acondicionado de los clientes.

Los conceptos y herramientas que se utilizaron para lograr estos objetivos son los siguientes: diagrama de operaciones, donde se mencionan la mejora en las actividades, implementación de formatos de servicio o trabajo y una gestión de seguridad en el mantenimiento de equipos de aire acondicionado.

De acuerdo con los antecedentes recabados de los equipos, se llevó a cabo una revisión y se determinó que deberían existir evidencias e historiales de mantenimiento de cada equipo, para lo cual se desarrolló un Plan de Mantenimiento Preventivo para los equipos con que cuenta la institución.

En el proyecto se definieron objetivos y alcances trazados en conjunto con el departamento de producción y servicios, determinado las actividades a realizar en cada uno de los equipos, la frecuencia y el personal involucrado de ESALB GROUP SAC

Para el desarrollo de este trabajo, se realizaron visitas quincenales durante un periodo de 4 meses y reuniones con los responsables de la empresa, para recopilar la información necesaria para definir los procesos de mantenimiento de equipos de aire acondicionado, e identificar los más críticos y de mayor impacto económico.

A la conclusión de cada uno de los objetivos trazados al comienzo del proyecto, la empresa ESALB GROUP SAC obtendrá beneficios económicos considerables, proceso de actividades más definidas, satisfacción de actuales y nuevos clientes al implementar un adecuado proceso en el mantenimiento de equipos de aire acondicionado

Palabras claves:

Mejora de procesos, mantenimiento preventivo, mantenimiento correctivo.

ABSTRACT

The present professional sufficiency project proposes to satisfy the needs of the maintenance department of the service company ESALB GROUP SAC, in turn propose a process improvement in the preventive and corrective maintenance of air conditioning equipment. The acquired knowledge and tools of industrial engineering will be applied that will facilitate us in the elaboration of the project. Likewise redesign a DOP, work order or service formats to reduce unscheduled shutdowns. Reduce customer service delivery time, increase productivity in Air Conditioning equipment and extend the life of customers' air conditioning equipment.

The concepts and tools that were used to achieve these objectives are: operations diagram, which mention the improvement in activities, implementation of service or work formats and a safety management in the maintenance of air conditioning equipment.

According to the background of the teams, a review was carried out and it was determined that there should be evidence and records of maintenance of each equipment, for which a Preventive Maintenance Plan was developed for the equipment that the institution has.

In the project, objectives and scope were defined in conjunction with the production and services department, the activities to be carried out in each of the teams, the frequency and personnel involved in ESALB GROUP SAC.

For the development of this work, biweekly visits were made during a period of 4 months and meetings with the company's managers, to gather the necessary information to define the processes of maintenance of air conditioning equipment, and identify the most critical and Greater economic impact.

At the conclusion of each of the objectives set at the beginning of the project, the company ESALB GROUP SAC will obtain considerable economic benefits, a more defined process of activities, and satisfaction of current and new customers, implementing an adequate process in the maintenance of air conditioning equipment.

Keywords:

Improvement of processes, preventive maintenance, corrective maintenance.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

La EMPRESA ESALB GROUP SAC es una empresa de servicios creada en el 2013, con el objetivo de satisfacer las necesidades del mercado en materia de mantenimiento en edificaciones, donde abarcan las siguientes especialidades: mantenimiento eléctrico, infraestructura, mobiliario y sistemas de climatización en aire acondicionado.

En los últimos años, la empresa aumentó su demanda, por lo tanto fue creciendo de manera acelerada y desordenada. Esto implica que a la fecha la mayoría de sus procesos en el mantenimiento preventivo y correctivo de equipos de aire acondicionado no estén organizados, no exista un manual de procedimientos y tengan una gestión deficiente de sus recursos, principalmente en el área de logística y mantenimiento.

Por lo tanto, la oportunidad de mejora se dirige a reducir costos de gestión y rediseñar los procesos más críticos.

En el capítulo 1, se realizará una descripción de la situación problemática que atraviesa la empresa que brinda servicios de mantenimiento y entrega de informe indicadores de eficiencia para sus clientes. Justificaremos la importancia y justificación de las mejoras en los procesos, los objetivos generales y específicos que enmarcan el desarrollo del trabajo actual.

En el capítulo 2, se tomará como referencia las tesis sobre propuesta de mejora de procesos. Nuestras bases teóricas serán las experiencias nacionales e internacionales relacionadas al proyecto, así como las herramientas de calidad aplicadas para la mejora del proceso.

En el capítulo 3, se describirá el organigrama de la empresa, herramientas y las actividades que se realizaron para la ejecución de la propuesta de mejora en el proceso para el área de mantenimiento. El análisis iniciando con una evaluación de métodos de trabajo, estudio de tiempos y los indicadores de eficiencia después de la propuesta.

En el capítulo 4, se analizará los resultados obtenidos después de la propuesta y su evaluación inmediata para el cumplimiento de los objetivos propuestos. Inicialmente que es la mejora para el proceso de mantenimiento de equipos para el aumento del porcentaje de indicadores de eficiencia.

En el capítulo 5, se confrontará los procesos del proyecto con otros estudios, para determinar si los resultados fueron negativos o positivos para la empresa.

Finalmente, se explicará en las conclusiones los resultados obtenidos en los objetivos, y las recomendaciones para continuar con la mejora del proceso.

1.1 Situación problemática

Las empresas de servicios están consideradas como el sector servicio de la economía, en donde además se encuentra el sector primario y secundario del ámbito económico – empresarial de un país. Sin embargo, este tipo de empresas detectaron fluctuaciones en su eficiencia y productividad. Por tal motivo, es necesario en un continuo proceso de mejora en sus actividades para lograr fortalecerse en el mercado, obteniendo mejores resultados en su entorno y poder obtener más clientes y oportunidades de negocio.

Muñumel (2012), nos dice que las empresas buscan mejoras con la visión de aumentar la eficiencia de sus procesos y mejorar el aprovechamiento de sus recursos. En ese proceso se determinó que la mayoría de empresas se encuentran en un problema de productividad por las repetidas interrupciones en el funcionamiento de los equipos en las instalaciones.

El objetivo del mantenimiento es disminuir el tiempo de parada para lograr una alta disponibilidad de los equipos en las instalaciones. Para lograr este objetivo se debe establecer una correcta gestión de mantenimiento que permita optimizar las actividades, con los recursos disponibles de la empresa. (pág. 2)

Ibáñez (2013), en el mercado no existen un número importante de empresas dedicadas a la misma actividad, por lo tanto es importante estar continuamente en un proceso de mejora que permita avanzar en el negocio, satisfaciendo las necesidades del cliente y evitando que nuevos negocios de la misma línea impacten el trabajo que se ha realizado durante varios años. (pág. 3)

En el caso de la empresa ESALB GROUP SAC, realiza servicios de mantenimiento de equipos de aire acondicionado. No obstante, se determinó que debido al aumento la empresa demanda muchos requerimientos por parte de diversos clientes. Por tal motivo, se enfrenta a procesos desfasados e incorrectos de mantenimiento. En consecuencia, la presencia de fallas y emergencias en los equipos de aire acondicionado. Generando sobre costos en el proceso productivo que se deben solucionar de la manera más eficientemente posible si se desea continuar en el negocio, ya que en el último año la empresa ha recibido quejas de clientes estratégicos por causa de atrasos en la entrega de los reportes de eficiencia de solicitudes.

En ese sentido, el presente proyecto está dirigido a realizar un análisis de todo el proceso de mantenimiento de los equipos. La cual implicaría un cambio en los procedimientos y métodos que se están aplicando, facilitarían el análisis de los equipos generando una reducción de fallas y eficiencia de los recursos asignados, su ubicación y cumplimiento de los objetivos.

Para tener una solución a la problemática primero es necesario identificar todas las deficiencias que actualmente se encuentran en el proceso de mantenimiento de los equipos de aire acondicionado, que está afectando la calidad del servicio. Asimismo, se tendrá que aplicar técnicas de mejora en los procesos para satisfacer las necesidades del cliente. De la misma manera la reducción de fallas, el comportamiento y los resultados.

1.2 Justificación

Mediante el siguiente trabajo de investigación, se busca la necesidad de optimizar el desempeño de las actividades de los equipos al reducir las fallas y los tiempos en los servicios de mantenimiento. A su vez, generar un mejor desempeño de los trabajadores de la organización para brindar un mejor servicio a los clientes. La funcionalidad y eficiencia de este proyecto se reflejará en la disminución de costos por mantenimiento correctivo, capacitando a todos los integrantes del personal de mantenimiento de ESALB GROUP SAC para dar dicho servicio basado en la calendarización de actividades a realizarse en cada equipo, obteniendo en beneficio organizacional en sus procesos de mantenimiento.

La intención de este estudio es la mejora de procesos en la reducción de fallas en el mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos de aire acondicionado, se pretende organizar los procesos mediante herramientas de mejoras de métodos y estudio del trabajo en la ejecución de mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos de aire acondicionado, comenzando por establecer un levantamiento de la información de especificaciones técnicas de los equipos, posteriormente elaborar formatos de fichas técnicas y formatos de orden de trabajo o servicio en el mantenimiento preventivo y correctivo de aire acondicionado. Donde se conseguirá lo siguiente:

- Aumentar la productividad esperada, a su vez la rentabilidad proyectada de la empresa.
- Garantizar continuidad en los procesos de mantenimiento en los servicios.
- Asegurar la calidad de los servicios de mantenimiento
- Cumplir con el programa de producción establecido, y por ende realizar las entregas a tiempo y bajo las condiciones pactadas con los clientes.
- Capacitar al personal administrativo y técnico para incrementar el desempeño laboral.

Según (Garrido, 2003):

“El Mantenimiento preventivo es el que tiene por misión y objetivo el mantener un nivel de servicio determinado en los equipos, programando las correcciones de sus puntos vulnerables en el momento más oportuno”.

El mantenimiento preventivo del aire acondicionado, tiene la finalidad de prevenir las paradas imprevistas del equipo de aire acondicionado, mediante la limpieza, lubricación e inspección de sus componentes; ya que pueden generar problemas en su enfriamiento, en ambientes donde laboren personas, conservación de productos; laboratorios, donde la temperatura deseada es muy importante, ya que puede generar la incomodidad de las personas y pérdida de productos.

Una vez establecido el plan diseñado, a futuro la organización podrá monitorear y confirmar algunos de los logros del mantenimiento preventivo y correctivo programado, siempre y cuando sea

aplicado correctamente. Entre los logros que más se destacan de un programa aplicado de mantenimiento preventivo programado, se tiene:

- Optimización en las temperaturas confort, deseadas en los sistemas de climatización de los ambientes de diversos clientes.
- Eliminación de los daños de consideración y aumentar la eficiencia de los equipos e instalaciones en general en los procesos productivos.
- Alargar la vida útil de una instalación, maquinaria o equipo, garantizando un buen nivel de operatividad y funcionamiento.
- Establecer un proceso de mantenimiento preventivo y correctivo más apropiado evitando las fallas mediante una documentación y formatos donde genere una base de datos, cálculos y diseño de los sistemas de climatización.
- Evitar el desgaste en los equipos por falta de limpieza o actividades incorrectas en su proceso.

1.3 Objetivo General

Mejorar los procesos para la reducción de fallas en el mantenimiento de equipos de aire acondicionado en la empresa de servicios ESALB GROUP SAC en el año 2017.

1.3.1 Objetivos Específicos

- **Objetivo específico 1**

Identificar los tiempos del mantenimiento más relevantes.

- **Objetivo específico 2**

Identificar los tiempos improductivos del mantenimiento que pueden reducirse.

- **Objetivo específico 3**

Determinar cuánto mejora la eficiencia de las solicitudes.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes.

2.1.1 Ámbito Internacional

Según la investigación de Ibañez (2013):

En su proyecto de “Mejoramiento del Proceso de Fabricación de ductos de Aire Acondicionado” sustentada en la Universidad EAN Facultad de Posgrados Especialización en Gerencia de Proyectos Bogotá D.C, investigó que mediante la implementación de una alternativa que permita optimizar la producción y mejorar la eficiencia, garantizando La calidad del producto en la empresa Proaire” pretende presentar una alternativa que mejore el proceso de fabricación de ductos de aire acondicionado en la empresa Proaire, mediante la optimización de la producción actual y la eficiencia en tiempos y capacidad instalada, garantizando la calidad en el producto.

Para lo anterior, se llevó a cabo inicialmente un diagnóstico con el fin de evaluar el proceso productivo actual, que permitió identificar los puntos de la fabricación que se consideran críticos y que pueden ser objeto de mejora. A partir de esta información, se planteó una solución que fue analizada y evaluada con el fin de determinar su pertinencia. (Pág. 1)

Este proyecto tiene los objetivos que se desea lograr las cuales son: Beneficios en ganancias, mejora en las fechas de entrega, mejora en los procesos y actividades, ahorro en materiales que puede llegar a generar para la compañía.

Según Muñumel (2012):

En su investigación de “Propuesta de mejora de operación del sistema de aire acondicionado del Centro Monaca” sustentada en la Universidad Simón Bolívar Sartenejas de Venezuela, manifiesta que para obtener un mejor resultado se debe impulsar el crecimiento del mantenimiento preventivo. Esto conllevará a la consecuente disminución del mantenimiento correctivo no planificado. Este plan de mantenimiento permite disminuir los costos, optimizar los recursos y enfocar el esfuerzo en el mantenimiento logrando así aumentar la disponibilidad operativa y el rendimiento de los equipos.

El mantenimiento correctivo representa el mayor porcentaje de las actividades realizadas en el área, eso impacta negativamente los costos de operación de las empresas. Adicionalmente, si el mantenimiento es del tipo no planificado, los costos aumentan considerablemente debido a la urgencia de las operaciones. (Pág. 11)

El trabajo de investigación usada como fundamento teórico, pone énfasis a la disminución del mantenimiento correctivo no planificado. En ese análisis, se identifican los puntos críticos en el proceso, los cuales, están generando un impacto alto en los servicios de tecnología de información que prestan a los clientes. La implementación de esta de mejora en el proceso, tuvo como resultando un incremento en la eficiencia y eficacia de la organización y la satisfacción de todos los usuarios que usan los servicio de tecnología de información. El mensaje que nos trae para la tesis, es adicionar un desarrollo de tecnología de información en nuestros procesos actuales de la organización, sobre todo siendo una empresa de investigación de mercado que su día a día es el manejo de información de productos de consumo masivo.

Según Montoya & Nuñez, (2014):

En la “Propuesta para la Implementación de un programa de gestión de mantenimiento en la empresa Grupo Elite De Outsourcing S.A.S” sustentada en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas de Bogotá, nos indica que en la actualidad las empresas están direccionadas en un entorno donde la mejora continua es la única ventaja competitiva, con esto se ayuda a disminuir costos, además logran niveles aceptables y competitivos de calidad en los procesos, las certificaciones de calidad son en gran medida la evidencia que tiene la empresa al trabajar procesos de forma organizada y confiable, en gestión del mantenimiento se busca impulsar esos procesos de mejora desde las actividades de manutención de los equipos que forman parte del puesto de trabajo, es correcto decir que al darle un manejo óptimo a las máquinas en materia de costos se pueden corregir varios gastos innecesarios por cambio de repuestos y demás eventualidades que puedan ocurrir por mal manejo de las máquinas, de cierto modo se logra dar un orden a la compañía desde la parte inicial del proceso productivo , es decir antes de comenzar a producir el bien o el servicio que la empresa maneje, si se hace un profundo análisis se podrá evidenciar que muchos de los sobrecostos en una empresa están dados por las recurrentes fallas que tienen los equipos muchas de las cuales se podrían prevenir si se da un manejo adecuado. (Pág. 22)

El proyecto usado como fundamento teórico, indica que mantenimiento es una disciplina y esta tiene como fin mantener las máquinas de la empresa y los equipos que se utilizan en un estado óptimo. Para la satisfacción del buen funcionamiento en las tareas asignadas, en el mantenimiento

se manejan conceptos que inducirán a la buena toma de decisiones frente a lo que se presente, permite criterios y formas de hacer el debido mantenimiento. El mensaje que nos trae para la tesis, incide en el profundo análisis de las actividades del mantenimiento. La mejora continua de los procesos de mantenimiento en ESALB GROUP SAC, es la única ventaja competitiva a nivel productivo, logístico y administrativo.

Según Rivero (2012)

En su proyecto de "Propuesta de mejora al proceso de mantenimiento preventivo de sistema en una empresa de servicios" sustentada en la Universidad de Carabobo Valencia de España, menciona que su investigación está relacionada debido a que se requiere establecer una propuesta para establecer mejoras del procedimiento al mantenimiento preventivo, tomando medidas de seguridad en lo que respecta a los equipos de clientes del concesionario, a su vez, resaltar la importancia que tiene un cliente dentro de una organización brindando la herramienta que permita elevar la satisfacción necesaria dentro de la misma. Desde este punto de vista, se puede afirmar que el cliente es tanto el usuario final de un producto o servicio como también aquella persona u organización que recibe el producto del trabajo que se realiza dentro de ella, siendo este uno de los factores fundamentales del progreso organizacional; es por ello, que toda empresa va orientada hacia el cliente y su satisfacción depende, en gran medida de las herramientas de las que ellas disponen. (Pág. 11)

La tesis usada como fundamento teórico, pone énfasis en el uso de los procedimientos de una empresa de servicios de una comunidad española de valencia, que afirma la relación entre la organización y la satisfacción del cliente que es uno de los factores fundamentales para el aumento en la productividad. Esta tesis sirve como referencia al trabajo de suficiencia profesional que se encuentra en desarrollo, con la finalidad de dar mayor respaldo a la mejora en los procesos que se implementó en la empresa ESALB GROUP SAC. En donde, se aplicó diversas herramientas de mejora de proceso, principalmente el estudio de métodos y tiempos.

2.1.2 Ámbito Nacional

Cancino & Ruelas, (2014):

En su investigación de "Mejora de Procesos de Gestión en Una empresa de Servicios de mantenimiento y limpieza Industrial" sustentada en la Pontificia Universidad Católica del Perú, tuvieron como objetivo evaluar mediante un diagnóstico y proponer mejoras en los procesos de gestión de una empresa que brinda servicios de mantenimiento y limpieza industrial. Para lograr estos objetivos se realizaron uso de conceptos de gestión

de mantenimiento, calidad en el servicio, seguridad y salud en el trabajo y herramientas de la ingeniería industrial. (Pág. 1).

La empresa que realizó el estudio brinda servicios a empresas del sector público y privado, así mismo para el análisis recopilaron información de su servicio de mantenimiento detectando problemas en los tiempos, personal parado por falta de insumos, a su vez los equipos se malograban muy seguidos. Con un control adecuado de la gestión de la información y algunos de sus procesos, este proyecto generó una reducción de costos en los insumos, repuestos para aire acondicionado, además una mejora en atención al cliente por mejora en los tiempos de trabajo.

Según Costta & Guevara (2015):

En su proyecto de “Elaboración de un plan de mejora para el mantenimiento preventivo en los sistemas de aire acondicionado de La red de Telefónica del Perú Zonal Norte” sustentada en la Universidad Antenor Orrego de Trujillo en Perú, el mantenimiento constituye un sistema dentro de toda organización industrial cuya función consiste en ajustar, reparar, remplazar 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. (Pág.36).

La tesis usada como fundamento teórico, pone énfasis en la aplicación de de mantener las mejoras en la eficiencia en el mantenimiento preventivo herramientas de mejora de continua, en donde, se identificó los puntos críticos del proceso que generó el mayor impacto en los costos. Estas actividades ocasionaban el 80% de los sobrecostos, que a través de un plan de mejora se establece nuevos métodos de trabajo para un mejor control de calidad de los materiales y así no tener pérdida.

Según Salas (2012):

En su proyecto de “Propuesta de mejora del programa de mantenimiento preventivo actual en una Fábrica Textil” sustentada en la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas Lima en Perú, nos menciona que el objetivo de las empresas para que sean competitivas radica en la reducción de los costos y optimización de los procesos de producción. Asimismo, las empresas competitivas deben brindar la disponibilidad a los equipos a través de un programa de mantenimiento, ya sea con el fin de prevenir o reparar las averías. Por

tal motivo, para lograr esta mejora se requiere de una gestión de fuerza laboral y sus competencias.

Las empresas deberían planificar y controlar la utilización de sus recursos, pues deben mantener sus costos reducidos de tal modo que no afecte los precios de venta y reduzca el margen de ganancia. Además, los cambios producidos por la globalización en las industrias han generado que las empresas compitan por lograr una ventaja competitiva dentro de sus organizaciones. (Pág.5).

La tesis usada como fundamento teórico, toma énfasis en que las organizaciones entiendan la importancia de la diferencia entre eficacia y eficiencia, ya que en términos de rentabilidad la eficiencia permite reducir los costos de producción y la eficacia permite lograr el cumplimiento de los objetivos propuestos.

Según Rodríguez (2012):

En su proyecto de “Propuesta de mejora de la gestión de mantenimiento basado en la mantenibilidad de equipos de acarreo de un empresa minera de Cajamarca” sustentada en la Universidad Privada del Norte Cajamarca en Perú, señala para que su sistema recupere la capacidad de realizar una función es necesario realizar unas tareas especificadas, conocidas como tareas de mantenimiento. Las tareas de mantenimiento más comunes son limpieza, ajuste, lubricación; pintura, calibración, sustitución, reparación, renovación, etc. A menudo es necesario realizar más de una tarea para recuperar la funcionalidad. (Pág.22).

La tesis usada como fundamento teórico, nos indica el principal interés de un proceso de mantenimiento, que se podría definir como un conjunto de actividades que necesitan realizarse por el área de mantenimiento para conservar la funcionalidad del elemento. Esta tesis sirve como referencia al trabajo de suficiencia profesional que se encuentra en desarrollo, con la finalidad de dar mayor respaldo a la mejora en los procesos en las actividades de mantenimiento en ESALB GROUP SAC. En donde se aplicó diversas tareas de mantenimiento para mejorar la funcionalidad.

2.2 Ciclo de Refrigeración

Según Cengel & Boles (2012),

Los refrigeradores son dispositivos cíclicos y los fluidos de trabajo utilizados en los ciclos de refrigeración se llaman refrigerantes. Donde existe un calor extraído del espacio refrigerado a la temperatura fría; el calor en la zona caliente se elimina hacia el espacio caliente con temperatura caliente, y el trabajo realizado es la entrada neta de trabajo al refrigerador. En otros dispositivos que realizan transferencia de calor de una zona baja en temperatura a una zona alta en temperatura se denominan bombas de calor, similares a los refrigeradores.

La termodinámica de los procesos de refrigeración, se basan en la segunda ley, la cual determina el ciclo térmico de dos adiabáticas y dos isotermas teniendo en consideración el foco caliente y el foco frío; que mediante etapas se cumplen los rendimientos efectivos efectuados por el denominado ciclo de Carnot. Las condiciones ambientales en los procesos isentrópicos y adiabáticos se asocian con la entropía producida en el ciclo de refrigeración.

Los sistemas de enfriamiento de materias sólidas, líquidas o gaseosas, también cumplen un rol importante en la extracción del calor que se sistematiza por intercambios continuos de calor y de temperaturas.

Así también, los costos de operación en los ciclos de refrigeración determinan valores monetarios deducidos como calor requerido o calor generado, sabiendo que los líquidos fríógenos cumplen en cierta forma la criogenia de la temperatura en el transporte de esta materia fríógena o fríogénica recorriendo etapas de naturaleza termodinámicas.

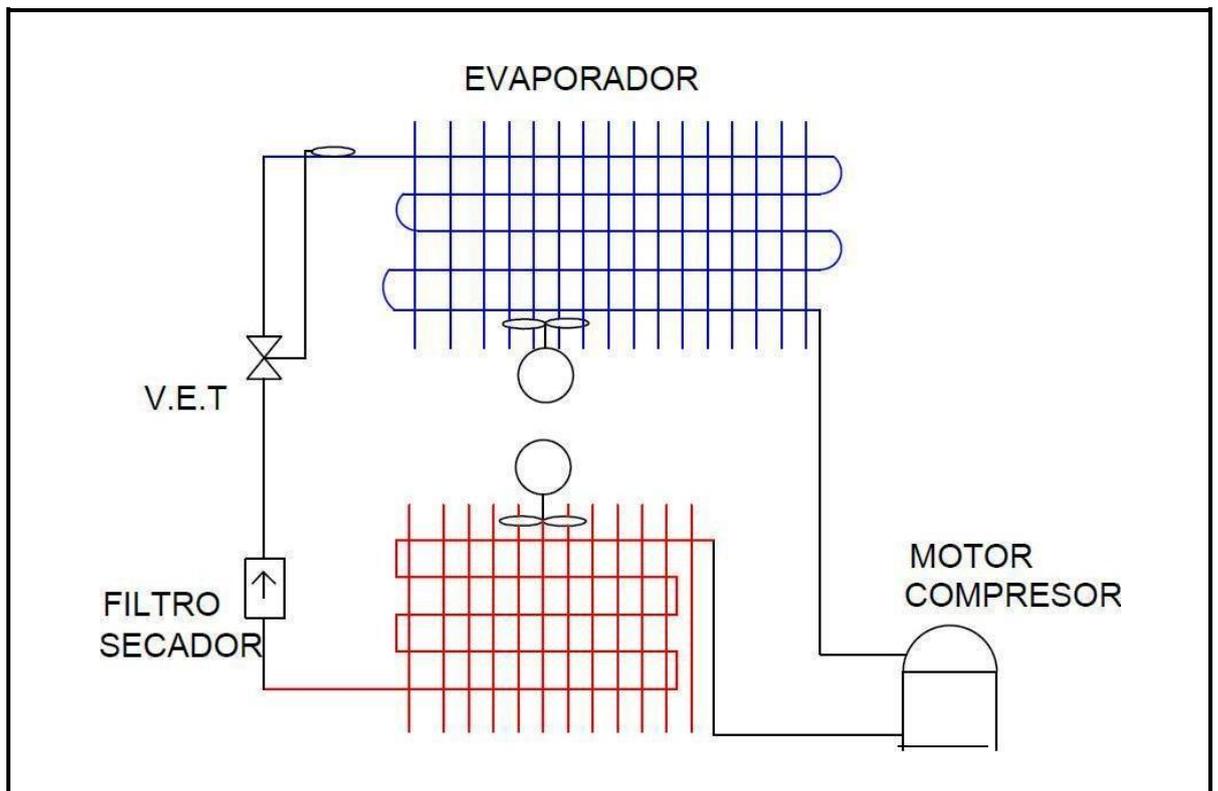
Semarnat (2006), El ciclo básico opera de la siguiente forma:

El motor compresor es el corazón del sistema, comprime el refrigerante vapor de alta - líquido a alta presión es alimentado al tanque recibidor a través de la tubería de líquido, pasando por un filtro desecante al instrumento de control, que separa los lados de alta y de baja presión del sistema. Existen varios instrumentos de control de flujo que pueden emplearse, se considera la válvula de expansión, la cual controla la alimentación del refrigerante líquido al evaporador, y por medio de un pequeño orificio reduce la presión y la temperatura del refrigerante. (pág. 58)

“El buen funcionamiento del ciclo de refrigeración en el aire acondicionado es muy importante para que la temperatura este en óptimas condiciones, esto solo se logrará con un buen mantenimiento y revisión de todos sus componentes, ampliando su vida útil”

A continuación presentamos los componentes de un sistema de refrigeración.

FIGURA N° 2.1 CICLO DE REFRIGERACIÓN



Fuente: Cengel & Boles (2012) Termodinámica

2.3 Compresor

Según Lijó (2006)

Es el corazón de la instalación. Su función dentro del sistema de refrigeración consiste en aspirar el fluido refrigerante a baja presión, a baja temperatura, comprimirlo y finalmente descargarlo a una presión y temperatura tales que se pueda condensar. Los tipos de compresores más empleados en la refrigeración son:

- Alternativos
- Tornillo o helicoidales
- Rotativos
- Centrífugos

Los tres primeros son de desplazamiento positivo, es decir, en ellos el fluido refrigerante se somete a una compresión mecánica por medio de un elemento compresor que realiza la reducción volumétrica. Los compresores centrífugos son de desplazamiento cinético, debido a que realizan la compresión mediante la fuerza centrífuga que se ejerce sobre el fluido refrigerante por la rotación de un rodete que gira a gran velocidad. (pág. 33)

El motor compresor en los equipos de aire acondicionado son de tipo rotativos herméticos y semi herméticos, en este último se puede realizar el mantenimiento; ya que se puede desmontar mecánicamente. Lo que no sucede con los compresores herméticos, que en su mayoría cuando se malogran, solo tienen una vida.

FIGURA N° 2.2 MOTOR COMPRESOR



Fuente: www.embraco.com (2017)

2.4 La Válvula de Expansión – Dispositivo de Control

Según Wirz, (2008)

La presión del líquido se reduce a través de una tobera o abertura pequeña. Disminuir la presión de refrigerante permite que entre en ebullición a una temperatura más baja. Para conseguir que el refrigerante entre en ebullición más fácilmente, el dispositivo de control convierte el flujo de líquido en una nube densa de gotas líquidas antes de que entre en el evaporador. (pág. 135)

Este dispositivo reduce la presión del refrigerante hacia el evaporador de algunos equipos de aire acondicionado, es decir regula el flujo a través del evaporador para mantener el sobrecalentamiento constante, para mantener la diferencial de temperatura que existe entre la temperatura de vaporización y el vapor que sale del evaporador.

FIGURA N° 2.3 VÁLVULA DE EXPANSIÓN



Fuente: www.imcosamex.com (2017)

2.5 Evaporador

Según Wirz, (2008),

La función principal de un evaporador es la de absorber el calor del espacio refrigerado. La función secundaria es eliminar o mantener la humedad de dicho espacio. (pág. 13)

“El evaporador es un intercambiador de calor, es un equipo de aire acondicionado que cumple con la función de realizar la transferencia de calor en los ambientes, ya sea personas o productos con una temperatura confort”

FIGURA N° 2.4 EVAPORADOR



Fuente www.inema.pe (2017)

2.6 Condensador

Semarnat, (2006)

El refrigerante se encuentra dentro de un sistema con su temperatura igualada a la exterior. Si se introduce gas refrigerante caliente en el sistema, la presión se eleva aumentando el punto de saturación. El calor originado por el proceso latente de condensación fluye del sistema hacia el exterior hasta que la presión en el sistema se reduce

a la presión de saturación, equivalente a la temperatura exterior. Si existe algún medio, tal como un compresor, para mantener una alimentación de gas caliente en alta presión, mientras que al mismo tiempo el refrigerante líquido es sustraído, ocurrirá una condensación continua. (Pág. 59)

“El condensador en un equipo de aire acondicionado, es de convección forzada, lo que significa que es enfriado por un ventilador, ya que permite que el gas refrigerantes realice su cambio físico en el sistema de refrigeración”

FIGURA Nº 2.5 CONDENSADOR



Fuente www.refrigeracionrenzo.com.pe (2017)

2.7 Definición de Mantenimiento

Según afirmación de Garrido, (2009-2012)

Se define habitualmente mantenimiento como el conjunto de técnicas destinado a conservar equipos e instalaciones industriales en servicio durante el mayor tiempo posible (buscando la más alta disponibilidad) y con el máximo rendimiento. A lo largo del proceso industrial vivido desde finales del siglo XIX, la función mantenimiento ha pasado diferentes etapas. En los inicios de la revolución industrial, los propios operarios se encargaban de las reparaciones de los equipos.

Cuando las máquinas se fueron haciendo más complejas y la dedicación a tareas de reparación aumentaba, empezaron a crearse los primeros departamentos de mantenimiento, con una actividad diferenciada de los operarios de producción. Las tareas en estas dos épocas eran básicamente correctivas, dedicando todo su esfuerzo a solucionar las fallas que se producían en los equipos.

A partir de la Primera Guerra Mundial, de la Segunda y sobre todo tras atravesar una grave crisis energética en el 73, empieza a concebirse el concepto de fiabilidad. La aviación y la industria automovilística lideran esta nueva corriente. Se desarrollan nuevos métodos de trabajo que hacen avanzar las técnicas de mantenimiento en varias vertientes:

- *En la robustez del diseño, a prueba de fallos y que minimice las actuaciones de mantenimiento.*
- *En el mantenimiento por condición, como alternativa al mantenimiento sistemático. Aparece el mantenimiento predictivo. (pág. 1)*

“El mantenimiento es el proceso que consiste en prevenir los componentes de los equipos de esta forma se anticipa a que no genere fallas y/o paradas imprevistas en su proceso de operación”

2.7.1 Objetivos del Mantenimiento

Según Garrido, (2009-2012)

El objetivo fundamental de mantenimiento no es reparar urgentemente las averías que surjan. El departamento de mantenimiento de una industrial tiene cuatro objetivos que deben marcar y dirigir su trabajo:

- *Cumplir un valor determinado de disponibilidad.*
- *Cumplir un valor determinado de fiabilidad.*
- *Asegurar una larga vida útil de la instalación en su conjunto, al menos acorde con el plazo de amortización de la planta.*
- *Conseguir todo ello ajustándose a un presupuesto dado, normalmente el presupuesto óptimo de mantenimiento para esa instalación. (pág. 4)*

“El principal objetivo del mantenimiento es ampliar la vida útil de cada equipo o maquinaria, de esta forma generar apoyo en correcciones y/o reparaciones, generando un ahorro”

2.7.2 Mantenimiento Correctivo (MC)

Según Garrido (2009), Se entiende por mantenimiento correctivo la corrección de las averías o fallas, cuando éstas se presentan. Es la habitual reparación tras una avería que obligó a detener la instalación o máquina afectada por el fallo. Históricamente, el mantenimiento nace como servicio a la producción. Lo que se denomina Primera Generación del Mantenimiento cubre el periodo que se extiende desde el inicio de la revolución industrial hasta la Primera Guerra Mundial.

En estos días la industria no estaba altamente mecanizada, por lo que el tiempo de paro de maquina no era de mayor importancia. Esto significaba que la prevención de las fallas en los

equipos no era una prioridad para la mayoría de los gerentes. A su vez, la mayoría de los equipos eran simples, y una gran cantidad estaba sobredimensionada.

Esto hacía que fueran fiables y fáciles de reparar. Como resultado no había necesidad de un mantenimiento sistematizado más allá de limpieza y lubricación, y por ello la base del mantenimiento era puramente correctiva. Las posteriores generaciones del mantenimiento trajeron el preventivo sistemático, el predictivo, el proactivo, el mantenimiento basado en fiabilidad, etc. Y aun así, una buena parte de las empresas basan su mantenimiento exclusivamente en la reparación de averías que surgen, e incluso algunas importantes empresas sostienen que esta forma de actuar es la más rentable. (pág. 5)

“El mantenimiento correctivo de los equipos de aire acondicionado, usualmente se realizan en el preventivo, ya que en ese proceso es donde detectan las fallas y correcciones”. Mantenimiento Preventivo (MP)

Según González, (2005)

El mantenimiento preventivo es un conjunto de actividades repetitivas que siguen una programación establecida en búsqueda de eliminar o mitigar las posibilidades de falla de un ítem sin importar el estado en que se encuentre.

El MP busca incrementar la confiabilidad y disponibilidad de los equipos. Por ello, es necesario hacer un análisis utilizando estos dos indicadores para conocer el estado actual de los ítems y así desarrollar una programación adecuada para cada uno de ellos e incrementar su MTBF. Además, el MP ayuda a mejorar el clima de las relaciones humanas pues al reducir el número de problemas en los ítems se disminuyen los niveles de tensión que éstos pueden generar.

Seguidamente, aparece un incremento progresivo en el número de averías debido al desgaste u otros efectos mecánicos del uso como la fatiga, tensiones, fragilidades, etc. siendo aquí, como aparece en la gráfica, cuando la mayor parte de los equipos fallan a la misma edad recomendándose una revisión preventiva sistemática para otorgarle las condiciones de operación que tuvo durante su vida útil.

“El mantenimiento preventivo en los equipos de aire acondicionado, es el proceso de prevención de los componentes de los equipos, de esta forma realizar los correctivos antes de que el equipo falle y genere problemas”

2.8 Indicadores de Gestión de Mantenimiento y Eficiencia

Según Tavares, (1996)

Son llamados índices de clase mundial, que sin utilizados la misma expresión en todos los países. Los indicadores de gestión son parámetros numéricos que facilitan la información sobre un factor crítico identificado en los diferentes procesos de mantenimiento y manufactura que intervienen en la organización. Estos indicadores pueden ofrecernos una oportunidad de mejora continua en el desarrollo, aplicación de nuestros métodos y técnicas específicas de mantenimiento.

La magnitud de los indicadores sirve para compararlos con un valor o nivel de referencia con el fin de adoptar acciones correctivas, modificativas o predictivas según sea el caso.

Las características fundamentales que deben cumplir los indicadores de mantenimiento son las siguientes:

- Útiles para conocer rápidamente como van las cosas y por qué.
- Claros de entender y calcular.
- Pocos, pero suficientes para analizar la gestión.

Es por esto que los indicadores deben:

- Identificar los factores claves del mantenimiento y su afectación a la producción.
- Dar los elementos necesarios que permiten realizar una evaluación profunda de la actividad en cuestión.
- Establecer unos valores plan o consigna que determine los objetivos a lograr.
- Controlar los objetivos propuestos comparando los valores reales con los valores planificados o consigna.
- Facilitar la toma de decisiones y acciones oportunas ante las desviaciones que se presentan.

La información será obtenida de muestras tomadas en un periodo mínimo de 6 meses, debido a que anteriormente no se tienen antecedentes, y por lo tanto los datos de mantenimiento correctivo serán mayores que los de preventivo, además no existen políticas para respetar mantenimientos programados. De esta manera será posible implementar un plan de mantenimiento orientado a perfeccionar las actividades.

Para el correcto desarrollo de este plan de mantenimiento tendremos en cuenta los indicadores de clase mundial. Estos indicadores nos servirán de apoyo para el correcto diagnóstico e ilustración del funcionamiento de la fábrica y así tomar los correctivos necesarios.

Los indicadores principales a tener en cuenta serán:

Según Jaramillo (2000),

Generalmente, las personas esperan que el área de mantenimiento, entre otras cosas, que no se interrumpa su trabajo por causa de algún desperfecto que se hubiera podido prevenir, que cuando se solicite el mantenimiento, este sea ágil y oportuno, que el mantenimiento quede bien realizado y no tener que llamar a los técnicos otra vez, para solucionar el mismo problema, y a su vez que sea económico.

Con base a lo anterior podemos establecer el conjunto de indicadores correspondientes al cumplimiento o eficiencia de órdenes de trabajo es muy importante para la organización, Para ello es necesario cumplir expectativas y necesidades en especificaciones, por tal motivo podemos establecer los siguientes indicadores:

$$EOT = \frac{TOTT}{TOTR} \times 100 =$$

Donde:

EOT = Eficiencia de órdenes de trabajo.

TOTT = Total de órdenes de trabajo terminadas.

TOTR= Total de órdenes de trabajo recibidas.

$$FA = \frac{NFA}{NFR} \times 100$$

Donde:

FA = Fallas atendidas.

NFA = Número de fallas atendidas.

NFR = Número de fallas reportadas.

Una vez obtenida la cantidad de órdenes de trabajo y disminución de las fallas de cada uno de los equipos significativos, debe calcularse la media aritmética, para obtener el indicador óptimo de la eficiencia de órdenes de trabajo, fallas y cumplir las expectativas de la organización. (Pág. 93, 94)

“Los indicadores de mantenimiento, miden la eficiencia de los equipos al igual que el desempeño del servicio, para formar un registro y obtener un sustento matemático para que la Gerencia pueda tomar acciones acertadas”

2.8.1 Fiabilidad de los Equipos MTBF

Según (González) 2005,

Es la probabilidad de que un equipo desempeñe satisfactoriamente las funciones para el cual fue diseñado, durante el periodo de tiempo especificado y bajo las condiciones de operaciones dadas.

El análisis de fallas constituye otra medida del desempeño de los sistemas, para ello se utiliza lo que denominamos la tasa de falla, por tanto, la media de tiempos entre fallas (MTBF) caracteriza la fiabilidad de la máquina.

Tiempo promedio entre falla: Mide el tiempo promedio que es capaz de operar el equipo a capacidad, sin interrupciones dentro de un periodo considerado de estudio. (Pág. 66) (Frecuencia con que suceden las fallas).

“El proceso de Fiabilidad en los equipos de aire acondicionado, se realizan en su mayoría en los motores eléctricos, ya que es el que cumple el mayor desempeño en el equipo”

$$MTBF = \frac{HROP}{\sum NTFALLAS}$$

Donde:

MTBF= Tiempo medio entre fallos (Mid Time Between failure)

HROP= Horas de operación.

NTFALLAS= Numero de fallas detectadas.

2.8.2 Mantenibilidad de los Equipos MTTR

Según González, (2005)

Es la probabilidad de que un equipo en estado de fallo, pueda ser reparado a una condición especificada en un periodo de tiempo dado, y usando unos recursos determinados.

Tiempo promedio para reparación: Relación entre el tiempo total de intervención correctiva y el número total de fallas detectadas, en el periodo observado. La relación existente entre el tiempo promedio entre fallas debe estar asociada con el cálculo del tiempo promedio para la reparación.

Estos tiempos varían según el tipo de industria, en algunos casos el proceso de colocar el equipo fuera de servicio demora mucho tiempo. En algunos casos la puesta en servicio para ajustar el equipo o probarlo nos es posible por cuestiones operativas. También existen empresas que sus equipos están distribuidos en una gran extensión de territorio, tal el caso de gasoductos, oleoductos, sistemas de transmisión eléctrica, comunicaciones, etc.

Los permisos de trabajo es un ítem que normalmente genera grandes demoras.

Es indudable que el tiempo de demora para conseguir los repuestos, ya sea por su ubicación o por la necesidad de realizar una compra, deben estar contemplados en el MTTR. Esto nos dará una indicación de los costos perdidos por desabastecimiento, lo que nos permitirá justificar mejoras en los almacenes. (pág. 67)

“La Mantenibilidad en los equipos de aire acondicionado el tiempo de parada es como máximo 3 días, ya que de lo contrario afectaría en las temperaturas confort de los ambientes y productos a enfriar”

$$MTTR = \frac{N^{\circ} \text{ de horas de paro por avería}}{N^{\circ} \text{ de averías}}$$

Donde:

MTTR=Tiempo medio de reparación (Mid Time To Repair).

2.9 Diagrama de Operaciones de Proceso

Según Quesada, (2007),

Los creadores de esta escuela son Frederick Winslow Taylor, los esposos Frank. B. Gilbreth (1856 – 1915), que a principios de siglo en Estados Unidos determinaron las bases de la administración científica, por la racionalización que hace de los métodos de ingeniería aplicados en la administración. Desde un principio, el hombre ha sido un hacedor de

símbolos y herramientas que utiliza para perpetuar su existencia y entender su razón de ser. Su primera herramienta, por supuesto, ha sido el lenguaje, sin lugar a duda su más grande invención.

Los símbolos ayudan al hombre a simplificar su existencia pudiendo establecer para otros hombres las más complejas ideas y experiencias. (pág. 68)

“El diagrama de operaciones, es una herramienta que ayuda a resolver y mejorar errores que se están realizando en cada actividad, de esta forma ubicado gráficamente el cuello de botella”

2.9.1 Definición de Diagrama de Proceso

Según Ojeda & Vallejo, (2008), Entendemos por proceso: el conjunto de actividades y recursos, interrelacionados, que transforman elementos de entrada en elementos de salida, aportando valor añadido para el cliente o usuario. El procedimiento es: la forma específica de llevar a término un proceso o una parte del mismo. Dependiendo del caso podrá o no recogerse por escrito.

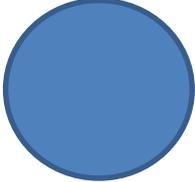
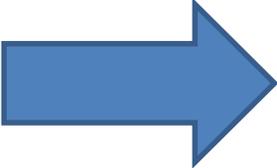
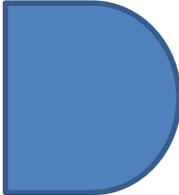
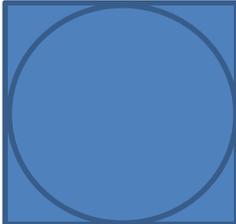
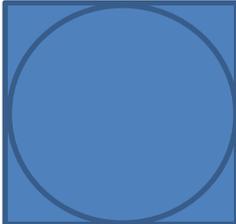
El resultado del proceso dependerá de los recursos que se utilicen (humanos, materiales), mientras que los procedimientos son, simplemente: una serie de instrucciones que sirven de guía para realizar un proceso, o una parte del mismo.

Es una representación gráfica de los pasos que se siguen en toda una secuencia de actividades, dentro de un proceso o un procedimiento, identificándolos mediante símbolos de acuerdo con su naturaleza; incluye, además, toda la información que se considera necesaria para el análisis, tal como distancias recorridas, cantidad considerada y tiempo requerido. Con fines analíticos y como ayuda para descubrir y eliminar ineficiencias, es conveniente clasificar las acciones que tienen lugar durante un proceso dado en cinco clasificaciones.

Estas se conocen bajo los términos de operaciones, transportes, inspecciones, retrasos o demoras y almacenajes. Este diagrama muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones de taller o en máquinas, inspecciones, márgenes de tiempo y materiales a utilizar en un proceso de fabricación o administrativo, desde la llegada de la materia prima hasta el empaque o arreglo final del producto terminado. (pág. 7)

“El diagrama de operaciones de procesos, también es denominado cursograma sinóptico del proceso como también diagrama de ensamble; señala la entrada de todos los componentes y subconjuntos al ensamble o proceso”.

FIGURA Nº 2.6 DEFINICIÓN DIAGRAMA DE PROCESO

Actividad / Definición	Símbolo
<p>Operación.- Ocurre cuando un objeto está siendo modificado en sus características, se está creando o agregando algo o se está preparando para otra operación, transporte, inspección o almacenaje. Una operación también ocurre cuando se está dando o recibiendo información o se está planeando algo.</p> <p>Ejemplos: Tornear una pieza, tiempo de secado de una pintura, un cambio en un proceso, apretar una tuerca, barrenar una placa, dibujar un plano, etc.</p>	
<p>Transporte.- Ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son movidos de un lugar a otro, excepto cuando tales movimientos forman parte de una operación o inspección. Ejemplos: Mover material a mano, en una plataforma en monorraíl, en banda transportadora, etc. Si es una operación tal como pasteurizado, un recorrido de un horno, etc., los materiales van avanzando sobre una banda y no se consideran como transporte esos movimientos.</p>	
<p>Inspección.- Ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son examinados para su identificación o para comprobar y verificar la calidad o cantidad de cualesquiera de sus características. Ejemplos:</p>	
<p>Revisar las botellas que están saliendo de un horno, pesar un rollo de papel, contar un cierto número de piezas, leer instrumentos medidores de presión, temperatura, etc.</p>	
<p>Demora.-Ocurre cuando se interfiere en el flujo de un objeto o grupo de ellos. Con esto se retarda el siguiente paso planeado. Ejemplos:</p>	
<p>Esperar un elevador, o cuando una serie de piezas hace cola para ser pesada o hay varios materiales en una plataforma esperando el nuevo paso del proceso.</p>	
<p>Almacenaje.- Ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son retenidos y protegidos contra movimientos o usos no autorizados. Ejemplos:</p>	
<p>Almacén general, cuarto de herramientas, bancos de almacenaje entre las máquinas. Si el material se encuentra depositado en un cuarto para sufrir alguna modificación necesaria en el proceso, no se considera almacenaje sino operación; tal sería el caso de curar tabaco, madurar cerveza, etc.</p>	
<p>Actividad combinada.- Cuando se desea indicar actividades conjuntas por el mismo operario en el mismo punto de trabajo, los símbolos empleados para dichas actividades (operación e inspección) se combinan con el círculo inscrito en el cuadro.</p>	

Fuente: Blanco & Aguilar (2013) Ing. de metodos

2.9.2 Diagrama del Proceso de la Operación

Blanco & Aguilar (2013),

El diagrama de operaciones de proceso muestra en orden cronológico todas las operaciones e inspecciones realizadas durante un proceso, así como todas las aportaciones de materia prima y subensambles hechas al producto principal. • También se le conoce por cursograma sinóptico. Un diagrama del proceso de la operación es una representación gráfica de los puntos en los que se introducen materiales en el proceso y del orden de las inspecciones y de todas las operaciones, excepto las incluidas en la manipulación de los materiales; puede además comprender cualquier otra información que se considere necesaria para el análisis, por ejemplo el tiempo requerido, la situación de cada paso o si sirven los ciclos de fabricación.

Los objetivos del diagrama de las operaciones del proceso son dar una imagen clara de toda la secuencia de los acontecimientos del proceso. Estudiar las fases del proceso en forma sistemática. Mejorar la disposición de los locales y el manejo de los materiales. Esto con el fin de disminuir las demoras, comparar dos métodos, estudiar las operaciones, para eliminar el tiempo improductivo. Finalmente, estudiar las operaciones y las inspecciones en relación unas con otras dentro de un mismo proceso.

Los diagramas del proceso de la operación difieren ampliamente entre sí a consecuencia de las diferencias entre los procesos que representan. Por lo tanto, es práctico utilizar sólo formularios impresos que faciliten escribir la información de identificación. (pág. 9)

Los diagramas del proceso de la operación, para su análisis se hacen sobre papel blanco, de tamaño suficiente para este propósito. Para analizar el cuello de botella o problema, cualquier diagrama debe reconocerse por medio de la información escrita en la parte superior del mismo. Si el papel tiene que doblarse para ser archivado, la información necesaria debe también colocarse como mejor convenga a su localización. Es práctica común encabezar la información que distingue a estos diagramas con la frase diagrama del proceso de operación.

2.9.3 Diagrama de Análisis de Proceso

Kanawaty (1996)

También llamado diagrama detallado del proceso, diagrama de flujo del proceso o curso grama analítico. El DAP, es la representación gráfica de la secuencia de todas las operaciones, transporte, inspecciones, demoras y los almacenamientos que ocurren durante un proceso o procedimiento. Comprende toda la información que se considera deseable para el análisis tal como tiempo necesario y distancia recorrida.

2.9.4 Objetivos

- Formarse una imagen de la secuencia total de acontecimientos que ocurren durante el proceso.
- Estudiar los acontecimientos en forma sistemática.
- Mejorar la disposición de los locales.
- Mejorar el manejo o manipulación de materiales.
- Reducir o anular las demoras.
- Estudiar las operaciones y demás acontecimientos en relación unos con otros.
- Comparar 2 métodos.
- Escoger operaciones para un estudio más detallado.
- Simplificar y combinar operaciones.

FIGURA Nº 2.7 MODELO DIAGRAMA DE PROCESO



FUENTE: Blanco & Aguilar (2013), Ing. de metodos

2.9.5 Tipos de DAP

1. Diagrama de material del proceso: se registra todo lo que acontece al material, debe ir acompañado de un diagrama de recorrido de los materiales.
2. Diagrama de operario en el proceso: se registra lo que hace el operario, debe ir acompañado de un diagrama de recorrido del operario o de un diagrama de hilos.
3. Diagrama del equipo en el proceso: registra la forma en que se utiliza el equipo.

2.10 Diagrama de Gantt

Según artículo (Alejandra & Daniele, 2007)

Los cronogramas de barras o “gráficos de Gantt” fueron concebidos por el ingeniero norteamericano Henry L. Gantt, uno de los precursores de la ingeniería industrial contemporánea de Taylor. Gantt procura resolver el problema de la programación de actividades, es decir, su distribución conforme a un calendario, de manera tal que se pudiese visualizar el periodo de duración de cada actividad, sus fechas de iniciación y terminación e igualmente el tiempo total requerido para la ejecución de un trabajo. El instrumento que desarrolló permite también que se siga el curso de cada actividad, al proporcionar información del porcentaje ejecutado de cada una de ellas, así como el grado de adelanto o atraso con respecto al plazo previsto. (Pág. 3)

Este gráfico es una herramienta muy importante para el análisis, consiste simplemente en un sistema de coordenadas donde se indica: En el eje Horizontal: un calendario, o escala de tiempo definido en términos de la unidad más adecuada al trabajo que se va a ejecutar: hora, día, semana, mes, etc.

En el eje Vertical: Las actividades que constituyen el trabajo a ejecutar. A cada actividad se hace corresponder una línea horizontal cuya longitud es proporcional a su duración en la cual la medición efectúa con relación a la escala definida en el eje horizontal conforme se ilustra.

Símbolos Convencionales: En la elaboración del gráfico de Gantt se acostumbra utilizar determinados símbolos, aunque pueden diseñarse muchos otros para atender las necesidades específicas del usuario.

Los símbolos básicos son los siguientes:

- Iniciación de una actividad.
- Término de una actividad
- Línea fina que conecta las dos “L” invertidas. Indica la duración prevista de la actividad.

- Línea gruesa. Indica la fracción ya realizada de la actividad, en términos de porcentaje. Debe trazarse debajo de la línea fina que representa el plazo previsto.
- Plazo durante el cual no puede realizarse la actividad. Corresponde al tiempo improductivo puede anotarse encima del símbolo utilizando una abreviatura.
- Indica la fecha en que se procedió a la última actualización del gráfico, es decir, en que se hizo la comparación entre las actividades previstas y las efectivamente realizadas.

“El diagrama de Gantt consiste en una representación gráfica sobre dos ejes; en el vertical se disponen las tareas del proyecto y en el horizontal se representa el tiempo, esto nos ayudará conjuntamente con el DOP en analizar el trabajo realizado”

2.10.1 Características.

Según artículo Alejandra & Daniele(2007):

- *Cada actividad se representa mediante un bloque rectangular cuya longitud indica su duración; la altura carece de significado.*
- *La posición de cada bloque en el diagrama indica los instantes de inicio y finalización de las tareas a que corresponden.*
- *Los bloques correspondientes a tareas del camino crítico acostumbran a rellenarse en otro color (en el caso del ejemplo, en rojo). (Pág. 7)*

2.10.2 Diseño de un Diagrama de Gantt:

Según artículo Alejandra & Daniele, (2007):

- *Dibujar los ejes horizontal y vertical.*
- *Escribir los nombres de las tareas sobre el eje vertical.*
- *En primer lugar se dibujan los bloques correspondientes a las tareas que no tienen predecesoras. Se sitúan de manera que el lado izquierdo de los bloques coincida con el instante cero del proyecto (su inicio).*
- *A continuación, se dibujan los bloques correspondientes a las tareas que sólo dependen de las tareas ya introducidas en el diagrama. Se repite este punto hasta haber dibujado todas las tareas.*

En este proceso se han de tener en cuenta las consideraciones siguientes:

- *Las dependencias fin-inicio se representan alineando el final del bloque de la tarea predecesora con el inicio del bloque de la tarea dependiente.*
- *Las dependencias final-final se representan alineando los finales de los bloques de las tareas predecesora y dependiente. . (Pág. 8)*

Las dependencias fin-inicio se representan alineando los inicios de los bloques de las tareas predecesora y dependiente.

Los retardos se representan desplazando la tarea dependiente hacia la derecha en el caso de retardos positivos y hacia la izquierda en el caso de retardos negativos

2.10.3 Ventajas y Desventajas de los Gráficos de Gantt.

Según artículo Alejandra & Daniele, (2007) La ventaja principal del gráfico de Gantt radica en que su trazado requiere un nivel mínimo de planificación.

Los gráficos de Gantt se revelan muy eficaces en las etapas iniciales de la planificación. Sin embargo, después de iniciada la ejecución de la actividad y cuando comienza a efectuarse modificaciones, el gráfico tiende a volverse confuso. Por eso se utiliza mucho la representación gráfica del plan, en tanto que los ajustes (re planificación) requieren por lo general de la formulación de un nuevo gráfico. Para superar esa deficiencia se crearon dispositivos mecánicos, tales como cuadros magnéticos, fichas, cuerdas, etc., que permite una mayor flexibilidad en las actualizaciones. Aún en términos de planificación, existe todavía una limitación bastante grande en lo que se refiere a la representación de planes de cierta complejidad. El Gráfico de Gantt no ofrece condiciones para el análisis de opciones, ni toma en cuenta factores como el costo. Es fundamentalmente una técnica de pruebas y errores. No permite, tampoco, la visualización de la relación entre las actividades cuando el número de éstas es grande.

En resumen, para la planificación de actividades relativamente simples, el gráfico de Gantt representa un instrumento de bajo costo y extrema simplicidad en su utilización. Para proyectos complejos, sus limitaciones son bastantes serias, y fueron éstas las que llevaron a ensayos que dieron como resultado el desarrollo del CPM, el PERT y otras técnicas conexas. Estas técnicas introdujeron nuevos conceptos que, asociados más tarde a los de los gráficos de Gantt, dieron origen a las denominadas “redes-cronogramas”.

- **Gráfico de Gantt para seguir la marcha de las actividades:**

En este tipo de gráfico se usa el eje vertical para representar actividades, en tanto que los recursos aplicados a cada uno indican, por medio de claves, sobre la línea que representan la duración de la actividad. Consiste, por lo tanto, en una inversión del caso anterior. El eje horizontal permanece como registro de escala de tiempo.

- **Gráfico de Gantt para el control de la carga de trabajo:**

Este gráfico es semejante al de la distribución de actividad que tiene por objeto proporcionar el administrador una posición de carga total de trabajo aplicada a cada recurso. Indica el periodo durante el cual el recurso estará disponible para el trabajo (representado por una línea fina) y la carga total de trabajo asignada a este recurso (representado por una línea gruesa). (Pág. 9)

El gráfico de Gantt nos apoyará a tener un programa de actividades en la ejecución del mantenimiento de los equipos de aire acondicionado, generando un orden y organización de dichos procesos.

2.11 Estudio del trabajo

Según Kanawaty (1996)

El estudio del trabajo da resultados porque es sistemático, tanto para investigar los problemas como para buscarles solución. Pero la investigación sistemática requiere tiempo y, por eso, en todas las empresas, salvo en las más pequeñas, las personas que mandan no pueden encargarse del estudio del trabajo. El director de una fábrica o el jefe de un taller, por competentes que sean, nunca disponen de suficiente tiempo sin interrupciones, mientras cumplen su labor cotidiana con sus múltiples problemas humanos y materiales, para dedicarlo enteramente al estudio de una sola actividad de la fábrica. Por eso les es casi imposible conocer todos los datos sobre lo que está sucediendo en tal actividad. Ahora bien, sin todos los datos es imposible estar seguro de que las modificaciones que se hacen se basan en información exacta y van a surtir efecto. Para enterarse a fondo de lo que ocurre en el lugar o zona donde se trabaja es indispensable estudiar y observar continuamente, y por sí mismo, el desarrollo de las actividades. Esto significa que el estudio del trabajo deberá encomendarse siempre a quien pueda dedicarse a él exclusivamente y sin ejercer funciones de dirección, a alguien que pertenezca a la línea jerárquica asesora y no de mando'. El estudio del trabajo es un servicio a los directores y mandos intermedios. (Pág. 17)

El estudio del trabajo en el proceso de reducción de fallas de los equipos de aire acondicionado; tiene por objeto examinar de qué manera se está realizando una actividad, simplificar o modificar el método operativo para reducir el trabajo innecesario o excesivo, o el uso antieconómico de recursos.

2.12 Estudio de tiempos

Según Kanawaty (1996)

Se han ideado varios métodos para evaluar el ritmo de trabajo del operario, y cada uno tiene sus ventajas e inconvenientes. Los que se exponen en el presente capítulo corresponden a los aplicados corrientemente con buenos resultados. Bien aplicados, serán aceptables tanto para la dirección como para los trabajadores, particularmente cuando se utilicen para determinar normas en la producción en serie de mediana importancia, que es la más común en el mundo entero, fuera de los Estados Unidos y de algunas empresas especializadas de los demás países. Indudablemente, proporcionarán al lector un sistema básico sólido que le servirá para la mayoría de casos y que podrá perfeccionar más adelante si la naturaleza especial de la operación exige, por ejemplo, que se mida otra cosa, y no la velocidad. (Pág. 305)

El estudio de tiempos en el proceso de mantenimiento de equipos de aire acondicionado concluyó que la valoración del ritmo de trabajo del operario y los suplementos de tiempo que se deben prever para recuperarse de la fatiga y para otros fines siguen siendo en gran parte cuestión de criterio y por lo tanto objeto de negociación entre la empresa y los trabajadores.

2.13 Definición de términos básicos

- a) **Falla:** Incapacidad del equipo de realizar la función requerida para la cual fue creada.
- b) **Indicadores de gestión:** Parámetro que se calcula periódicamente con los resultados de cierta actividad, que permite calificarla en determinado periodo de tiempo.
- c) **Inspección:** Proceso donde se examina, se mide, se prueba, se calibra o se detecta algún fenómeno.
- d) **Mantenimiento Preventivo (P.M.):** Es el destinado a la prevención y conservación de equipos o instalaciones mediante la atención sistemática de los mismos, con la finalidad de tenerlos en una condición específica de operación para así prevenir fallas.

- e) **Mantenimiento Correctivo:** Es aquel que no posee un plan de actividades. Es el resultado de la falla o deficiencias de los equipos. Se espera que suceda esta para después corregirla.
- f) **Orden de Trabajo o Servicio (OT):** Es un formato por escrito, que se entrega al técnico para la ejecución del mantenimiento a los equipos, ésta orden de trabajo debe contener la fecha de expedición y ejecución, como también el instructivo y equipo al cual se le debe realizar dicho instructivo, una vez ejecutadas, debe ser archivada para futuros estudios.
- g) **Programa de mantenimiento:** Es un plan donde se asignan las tareas de mantenimiento por períodos de tiempo específicos. Se debe de tener mucha coordinación a fin de balancear la carga de trabajo y cumplir con los requerimientos de producción.
- h) **Reparación:** Es el restablecimiento de un equipo a una condición óptima mediante el reemplazo, la renovación o reparación de piezas dañadas o desgastadas.
- i) **Hoja de Vida:** Documento donde se encuentran todas las modificaciones y reparaciones, que se les han hecho a los equipos con fecha de ejecución.
- j) **Instructivos:** Texto en donde se describe la forma en la cual se debe realizar el trabajo
- k) **Rutina Diaria:** Son la serie de actividades o tareas de mantenimiento que se deben realizar durante el día.
- l) **Rutina Semanal:** Son la serie de actividades o tareas de mantenimiento obligatorias a realizar durante la semana de trabajo.
- m) **Datos técnicos:** facilita el acceso a la información de cada maquinaria, por medio de un formato que recopila información de carácter técnico, operativo y características generales de un equipo en particular.

CAPÍTULO III: DESARROLLO

3.1 Organización Historial

ESALB GROUP, es una empresa joven con más de 3 años de experiencia en el mercado, con el objetivo de brindar soluciones técnicas en edificaciones, en el rubro de mantenimiento de infraestructura, equipos de refrigeración y aire acondicionado y equipos gastronómicos.

Mediante estas 3 áreas ESALB GROUP SAC, brinda soluciones técnicas en diversas especialidades que nuestros clientes puedan realizar en sus requerimientos; generando un ahorro en su logística y contabilidad la ejecución de servicios con un solo proveedor. De igual forma obtendrán una rentabilidad por servicios masivos.

3.1.1 Misión

ESALB GROUP SAC, es una empresa peruana, formada por un grupo de emprendedores, brindando satisfacciones a las necesidades de nuestros clientes en ventas, asesoría, proyectos y mantenimiento en equipos de refrigeración comercial e industrial, aire acondicionado y ventilación, de igual forma en equipos gastronómicos y mantenimiento en edificaciones.

Mediante nuestras tres áreas técnicas con conocimientos de NORMAS OSHAS 18001: 2007, normas HACCP y BPM, brindamos calidad de servicio a precios sumamente competitivos.

3.1.2 Visión

“Mejorar la calidad de vida y rentabilidad de nuestros clientes” Brindando soluciones técnicas en mantenimiento a los activos, infraestructura y equipamientos para el hogar; industria, oficinas, hoteles, restaurantes y supermercados.

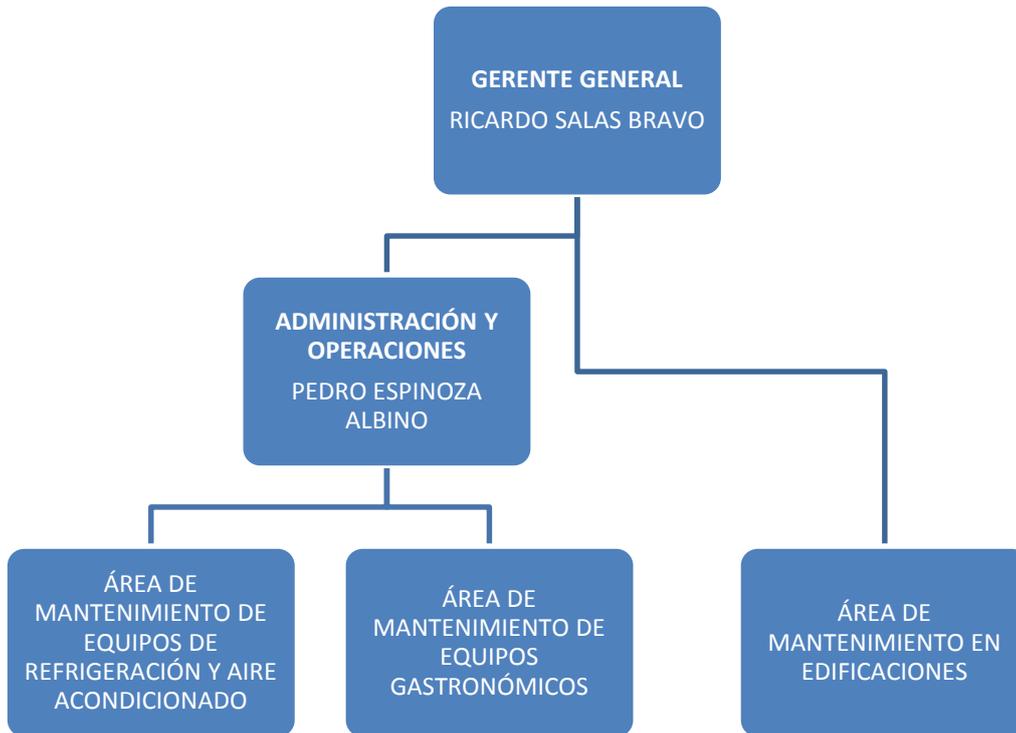
3.1.3 Valores

- Excelencia en todos los aspectos de la compañía.
- Honestidad en todo aspecto de la organización.
- Respeto a las personas y a las ideas.
- Mantener a largo plazo a los clientes es nuestra prioridad.

3.1.4 Organigrama

GRAFICO ORGANIGRAMA ESALB GROUP SAC

FIGURA N° 3.1. ORGANIGRAMA ESALB GROUP SAC



FUENTE: www.esalbgroup.com (2017)

3.1.5 Descripción área de mantenimiento de equipos de refrigeración y aire acondicionado.

El área de mantenimiento de equipos de refrigeración y aire acondicionado está a cargo de realizar las ejecuciones técnicas de los equipos de esta área. Estos están ubicados en los ambientes y oficinas para diversos clientes, en la cual según contrato brinda los servicios de mantenimiento preventivo y correctivo; mediante un cronograma con fechas y hora de programación.

El área se encarga en manejar las coordinaciones con los clientes, a su vez programar las fechas y horarios de ejecución sin que impida el flujo de sus actividades.

Mencionada área está a cargo en contratar al personal técnico capacitado.

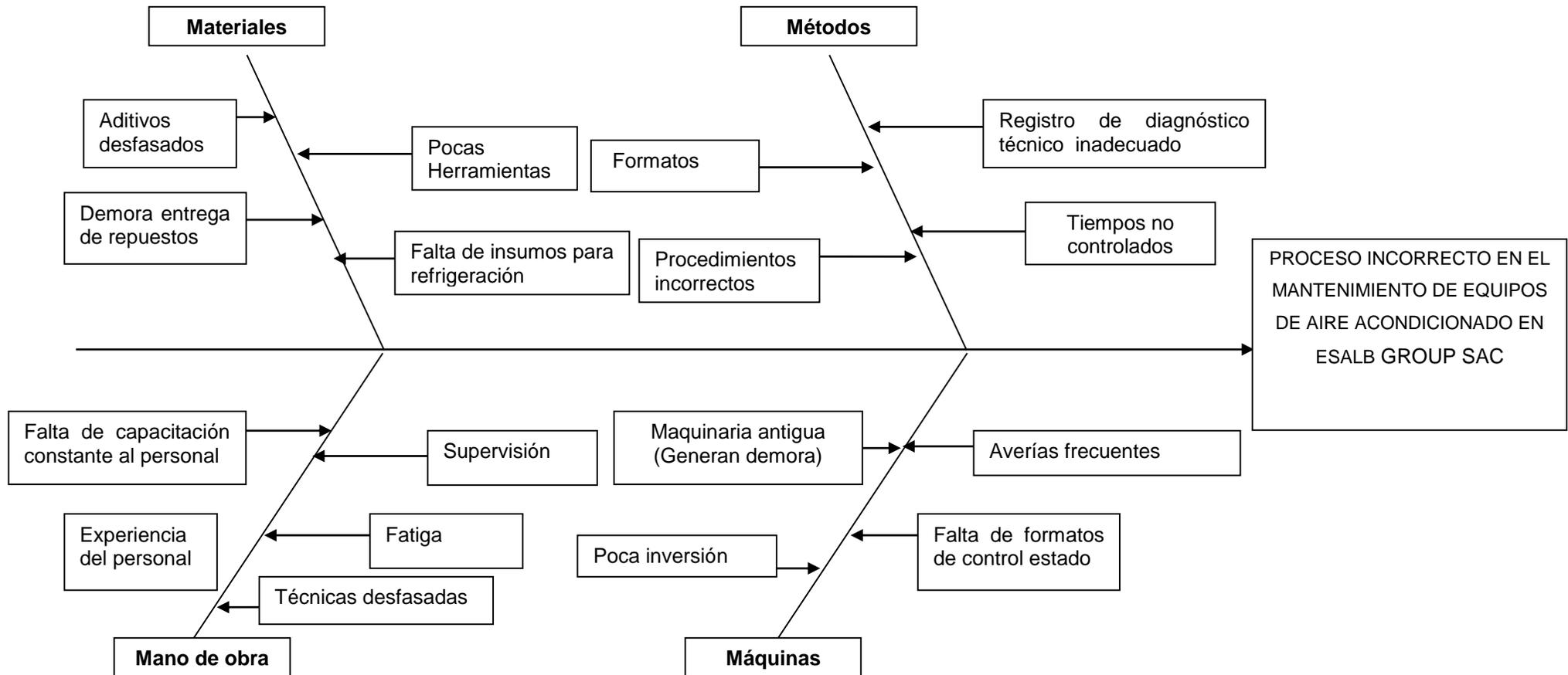
3.2 Diagnóstico y Situación Actual de la Empresa

En el estudio que realizaremos a continuación se va a recopilar información actual de la empresa ESALB GROUP SAC; como está compuesta, que tipo de documentación, formato de control de insumos, herramientas, solicitudes de servicio u órdenes de trabajo y procedimientos que intervienen en el proceso, la empresa tiene un departamento de mantenimiento de equipos de refrigeración y aire acondicionado, y programa el mantenimiento preventivo y correctivo de equipos de aire acondicionado de diversos clientes.

En la realización del estudio veremos la mejora de proceso para la reducción de fallas en los equipos de aire acondicionado de la empresa, este es un caso en las instalaciones de un cliente que tiene mayores ingresos económicos para la empresa. De la misma manera, es el cliente donde detectó un déficit en los indicadores de eficiencia de solicitudes de servicio.

3.2.1 Diagrama ISHIKAWA

FIGURA Nº3.2 DIAGRAMA DE ISHIKAWA DE SITUACIÓN DE PROBLEMA

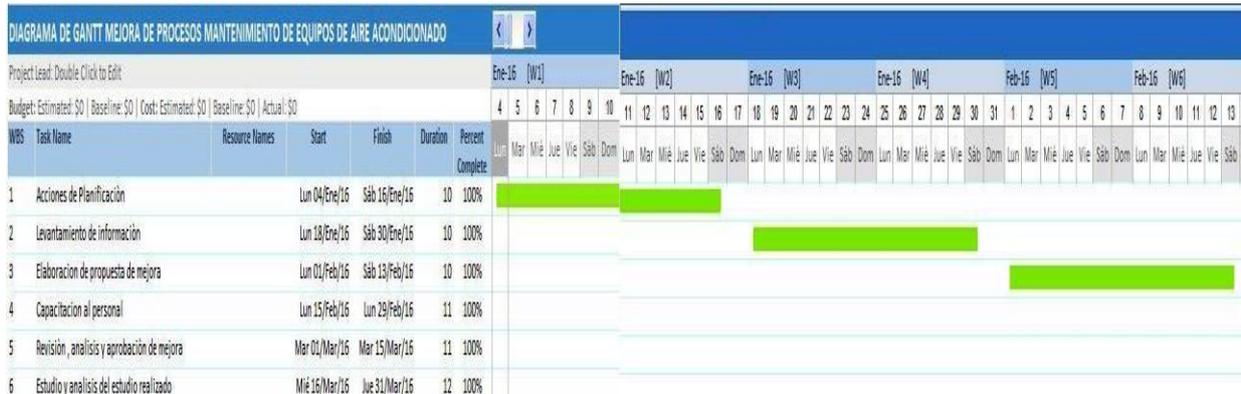


FUENTE: Blanco & Aguilar (2013), Ing. de metodos

3.2.2 Actividades Realizadas

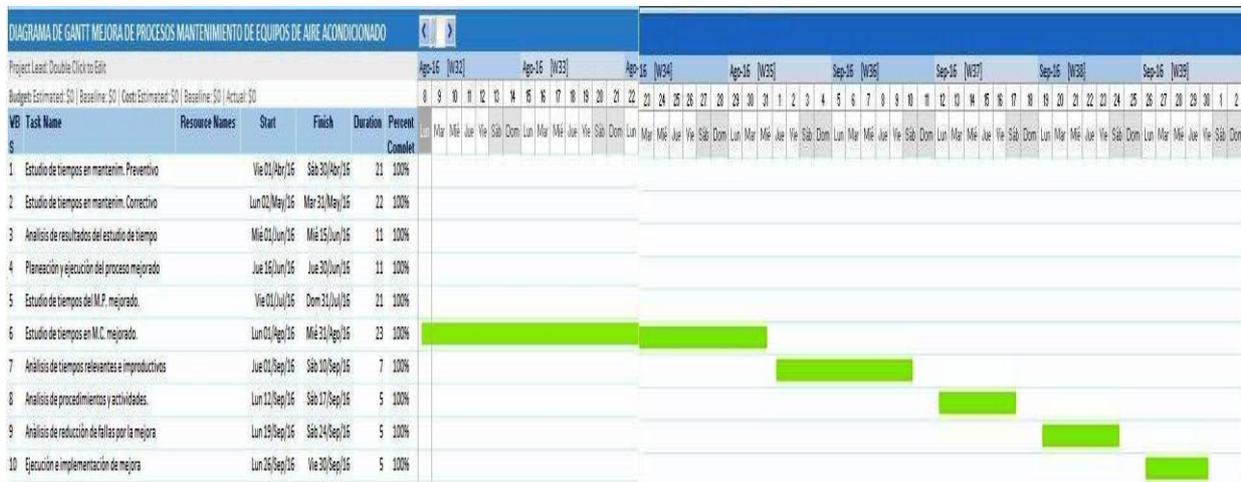
La mejora de procesos para la reducción de fallas en el mantenimiento de equipos de aire tuvo una duración de 9 meses. Fueron divididas en acciones de planificación, levantamiento de información y elaboración de propuesta de mejora. Posteriormente se desarrollaron las capacitaciones al personal, revisión y análisis de la mejora; y por ultimo de esta etapa el estudio y análisis del estudio realizado.

FIGURA 3.3 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DE PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO



FUENTE: Elaboración propia (2017) ESALB GROUP SAC

FIGURA 3.4 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DE IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO – EJECUCIÓN



FUENTE: Elaboración propia (2017) ESALB GROUP SAC

La segunda etapa es la ejecución del estudio de tiempos del mantenimiento preventivo y correctivo antes de la mejora mediante un formato de registro, posteriormente del análisis de los resultados del estudio de tiempos, se procede a la planeación y ejecución del proceso mejorado. Luego se realiza el estudio de tiempos mejorado del mantenimiento preventivo y correctivo, analizando los tiempos relevantes e improductivos. Posteriormente el análisis de procedimientos y actividades, análisis de reducción de fallas por la mejora y la ejecución e implementación de la mejora

3.2.3 Desarrollo de objetivos específicos

En esta parte del trabajo desarrollaremos los objetivos específicos relacionados a la mejora de procesos de reducción de fallas en el mantenimiento de los equipos aire acondicionado en la empresa ESALB GROUP SAC.

En el desarrollo de esta parte del trabajo describiremos el proceso antes y después de la mejora donde los indicadores y nuestro estudio del tiempo serán las herramientas para lograr los objetivos.

3.2.4 Actividades Realizadas

Se mapea los procesos actuales, se procederá con el registro de los tiempos un periodo determinado. Luego de identificar las mejoras se procedió a una nueva toma de tiempos mejorando de esta manera el proceso en el mantenimiento de equipos de aire acondicionado. Generando un aumento en la eficiencia del trabajo y de solicitudes emitidas por el cliente.

(*) La presente investigación se reserva del derecho de documentación clasificada por políticas de confidencialidad de la empresa.

Por ello mediante el levantamiento de información se procedió a mapear procesos, los mismos fueron mostrados en los DOP (Antes y Después).

Con la finalidad de identificar los tiempos de operación, se procedió con el **estudio de tiempos promedio (plan piloto)**. Se determinará **medir los tiempos óptimos** en el proceso de mantenimiento de equipos de aire acondicionado. Considerando dos escenarios; el primero con los procesos actuales y el segundo con los procesos mejorados a fin de comparar y hacer medible el progreso. De la misma manera se procedió en el análisis e identificación de los tiempos relevantes e improductivos.

Para el estudio de tiempo se empleó un cronómetro y el proceso de mantenimiento se dividió en actividades medibles y el tiempo de cada uno de ellos es cronometrado de forma individual.

Mediante un número de repeticiones en un tiempo de 60 días (2 meses) se calcula el promedio de los tiempos registrados. Se suman los promedios de los tiempos de cada elemento y así se obtiene el tiempo del desempeño óptimo (se consideró técnicos de nivel promedio). Así mismo para nuestra medición no se considera descansos, fallas del equipo, demora o falta de materiales y tiempos muertos.

La muestra fue tomada por personal de contrato (3 practicantes) quienes hacían labores de campo acompañando a los técnicos de conocimiento y nivel promedio (10).

Al finalizar las mediciones y hacer las comparativas, se observó que se logró optimizar el desempeño de las actividades de los equipos al reducir los tiempos en los mantenimientos preventivos y correctivos; con ello generar un mejor desempeño de los trabajadores de la organización.

3.2.5 Estudio de Tiempos antes de la mejora en mantenimiento preventivo.

En la figura 3.5 presenta el formato piloto del estudio del tiempo determinando el proceso del tiempo en las actividades con mayor detalle antes de la mejora del mantenimiento preventivo. La medición realizada por un practicante a un técnico. El estudio determinó las deficiencias en los procesos, procedimientos incorrectos, malas maniobras y repeticiones en actividades. En consecuencia, generando una impactante pérdida de tiempo y recurrentes fallas por procedimientos incorrectos. El trabajo es realizado por 2 técnicos, se realizó la muestra del cronometraje a cada técnico.

Para el estudio de tiempos promedio, se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Tiempo de ciclo promedio} = \frac{\sum \text{Tiempos observados}}{\text{Nro de ciclos observados}}$$

FIGURA N°3.5 ESTUDIO DE TIEMPO MP ANTES DE MEJORA



FORMATO ESTUDIO DE TIEMPOS

01. Descripción **Proceso Actual**

Depto:	Mantenimiento	Hoja numero:	#2
Proceso:	Mantenimiento Preventivo	Fecha:	02/07/2016
Intalación/Maquina:	No aplica	comienzo:	08:00:00a.m.
Herramienta y calibradores:	No aplica	Termino:	06:00:00p.m.
		Operario:	Juan Torres
		Observado por:	Joel Huiza (Practicante)

02. Detalle

Item	Proceso	Subactividad	Tiempo Observado						Suma T (min)	Prom T (min)
			OS #1	OS #2	OS #3	OS #4	OS #5	OS #6		
1	Mantenimiento Preventivo	Limpieza de sistema electrico	45	44	46				135	45
2		inspeccion de motores	40	41	39				120	40
3		Limpieza de drenaje, bandeja y filtros de aire	45	44	46				135	45
4		Supervisión	20	21	19				60	20
5		Medición de presión de gas refrigerante	30	29	31				90	30
6		Supervisión (i)	20	22	18				60	20
7		Prueba de funcionamiento	20	21	19				60	20
8		Limpieza - Lavado de serpentín de condensador y lubricación de motores	20	19	21				60	20
9		Limpieza y lavado de serpentín de evaporador (revisión de rodamientos)	30	31	29				90	30
OS: Orden de servicio			270	272	268				810	270
								Tiempo(hrs)	13.5	2.25

03. Observaciones y/o Comentario

Sin comentario



ESALB GROUP SAC
Ricardo Salas Bravo
GERENTE GENERAL

FUENTE: Elaboración propia (2017) ESALB GROUP SAC

3.2.6 Actividades realizadas en el mantenimiento preventivo antes de la mejora

En el estudio del tiempo, utilizando la herramienta de ingeniería de métodos se determinó que las actividades antes de la mejora estaban en un completo desorden y repitiendo actividades. De la misma manera, los operarios iniciaban el mantenimiento con actividades que generan fatiga. En consecuencia el cansancio de los técnicos. Las actividades tomadas en el estudio fueron las siguientes:

A.0 Limpieza de sistema eléctrico.

Desmontaje de tapa de panel de control, limpieza con brocha de contactores y conexiones eléctricas, aplicación de aditivo químico dieléctrico S25. Reinstalación de tapa de panel eléctrico. Desmontaje motor ventilador, posteriormente la lubricación del sistema mecánico. Armado de carcasa de unidad condensadora y evaporadora. (45)

A.1 Inspección de motores ventiladores

Se realiza la revisión del funcionamiento y la vibración de motores ventiladores. Desmontaje de carcasa Montaje de motor ventilador, montaje de carcasa. (40 min.)

A.2 Limpieza de drenaje, bandeja y filtros de aire

Limpieza de tubería de drenaje con presión de agua, limpieza de bandeja de drenaje y filtros de aire con presión de agua usando hidrolavadora de 1.3 kw (45 min.)

A.3 Supervisión

Supervisión del buen armado y montaje de la unidad condensadora y evaporadora. Encendido del equipo. (20 min.)

A.4 Medición de presión de gas refrigerante

Instalación de manómetro para medir presión de refrigerante (55 a 60 PSIG) (30 min.)

A.5 Supervisión

Supervisión del buen armado y montaje de la unidad condensadora y evaporadora. Encendido del equipo. (20 min.)

A.6 Prueba de funcionamiento

Medición de presiones, amperaje y voltaje. (20 min.)

A.7 Limpieza - Lavado de serpentín de condensador

Se procede a desmontar la carcasa de la unidad condensadora, aplicación de espuma en el serpentín, se espera 15 minutos. Enjuague con presión de agua usando hidrolavadora de 1.3 kw. (20 min.)

A.8 Limpieza - Lavado de serpentín de evaporador

Se procede a desmontar la carcasa de la unidad evaporadora, aplicación espuma con detergente en el serpentín, se espera 15 minutos. Enjuague con presión de agua usando hidrolavadora de 1.3 kw. (30 min.)

3.2.7 Estudio de tiempos antes de la mejora en mantenimiento correctivo.

En la figura 3.6 utilizando una herramienta de ingeniería de métodos presenta el formato piloto del estudio del tiempo determinando el proceso del tiempo antes de la mejora del mantenimiento correctivo. La medición fue realizada por un practicante a un técnico de nivel medio. El estudio determinó las deficiencias en los procesos, procedimientos incorrectos, malas maniobras y repeticiones en actividades. En consecuencia, generando una impactante pérdida de tiempo y recurrentes fallas por procedimientos incorrectos. El trabajo es realizado por 2 técnicos, se realizó la muestra del cronometraje a cada técnico.

FIGURA Nº 3.6 ESTUDIO DE TIEMPO MC ANTES DE MEJORA



ESTUDIO DE TIEMPOS

01. Descripción **Proceso Actual**

Depto:	Mantenimiento	Hoja numero:	#1
Proceso:	Mantenimiento Correctivo	Fecha:	02/07/2016
Instalación/Maquina:	No aplica	comienzo:	08:00:00a.m.
Herramienta y calibradores:	No aplica	Termino:	06:05:00p.m.
		Operario:	Nestor Zapata
		Observado por:	Xavier Quispe (Practicante)

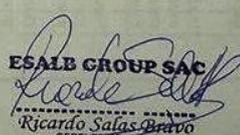
02. Detalle

Item	Proceso	Subactividad	Tiempo Observado						Suma T (min)	Prom t (min)
			OS #1	OS #2	OS #3	OS #4	OS #5	OS #6		
1	Mantenimiento Correctivo	Limpieza- Lavado (Serpentin)	45	46	44				135	45
2		Limpieza de sistema eléctrico	30	28	32				90	30
3		Limpieza y lavado (Lubricación de rodamientos)	35	34	36				105	35
4		Inspección de motores ventiladores	45	43	47				135	45
5		Limpieza de drenaje, bandeja y filtros de aire	30	29	31				90	30
6		Supervisión (i)	20	19	21				60	20
7		Medición de presión de gas refrigerante	30	29	31				90	30
8		Supervisión (f)	20	19	21				60	20
9		Prueba de funcionamiento	30	31	29				90	30
Tiempo (OS)			285	278	292				855	285
								Tiempo(hrs)	14.25	4.75

OS: Orden de servicio

03. Observaciones y/o Comentario

Sin comentario



ESALB GROUP SAC
Ricardo Salas Bravo
GERENTE GENERAL

FUENTE: Elaboración propia (2017) ESALB GROUP SAC

3.2.8 Actividades realizadas en el mantenimiento correctivo antes de la mejora

A.0 Limpieza - Lavado de serpentín de condensador – Lubricación de motores.

- Se procede a desmontar la carcasa de la unidad condensadora, aplicación de espuma con detergente en el serpentín, se espera 15 minutos, enjuague con presión de agua usando

hidrolavadora de 1.3 kw. Desmontaje motor ventilador, posteriormente el armado de carcasa de unidad condensadora. (45 min.)

A.1 Cambio de capacitor de arranque de motor compresor.

- Desmontaje de tapa de panel de control, desinstalación de capacitor existente, instalación de capacitor nuevo. (30 min.)

A.2 Cambio de rodamientos a motor ventilador

- Se procede a desmontar la carcasa de la unidad evaporadora, desmontaje de motor ventilador, desmontaje de sistema mecánico, extracción de rodamientos dañados, instalación de nuevos rodamientos KOYO, montaje de sistema mecánico de ventilador. (35 min.)

A.3 Limpieza-lavado de serpentín de evaporador y cambio de capacitor de motor

- Se procede a desmontar la carcasa de la unidad evaporadora, aplicación de aditivo químico con detergente en el serpentín, se espera 15 minutos, enjuague con presión de agua usando hidrolavadora de 1.3 kw. Desmontaje de capacitor antiguo, instalación de nuevo capacitor de 5mf. (45 min.)

A.4 Cambio de Relay de evaporador

- Desmontaje de tapa de panel eléctrico de evaporador, desmontaje de relay existente, instalación de nuevo relay. (30 min.)

A.5 Supervisión

- Supervisión del buen armado y montaje de la unidad condensadora y evaporadora. Encendido del equipo. (20 min.)

A.6 Recarga de gas refrigerante R- 22

- Instalación de manómetro y Recarga de gas refrigerante R-22 (55 a 60 PSIG) (30 min.)

A.7 Supervisión

Supervisión de presiones normales y sistema eléctrico. (20 min.)

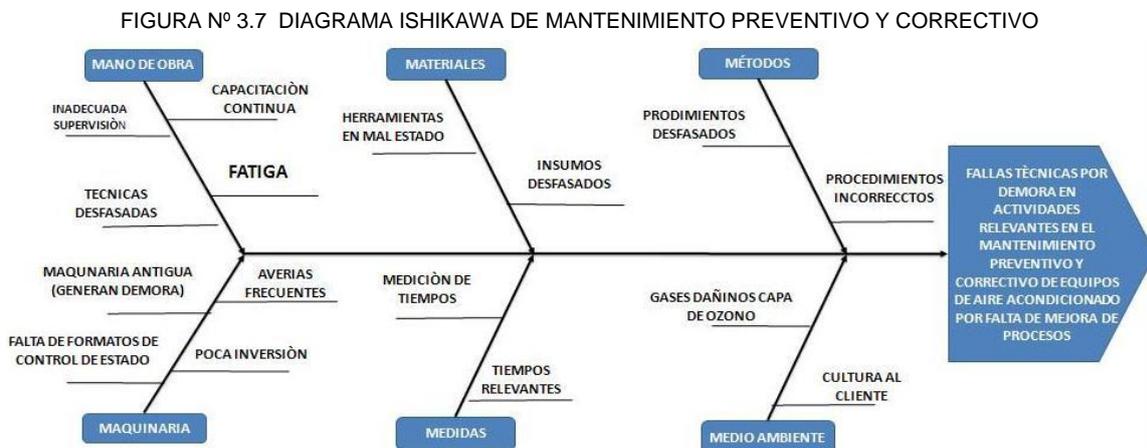
A.8 Verificación de funcionamiento

Medición de presiones, amperaje y voltaje. (30 min.)

3.3 Desarrollo objetivo específico 1: Identificar los tiempos del mantenimiento más relevantes.

3.3.1 Identificar los tiempos del mantenimiento preventivo relevantes.

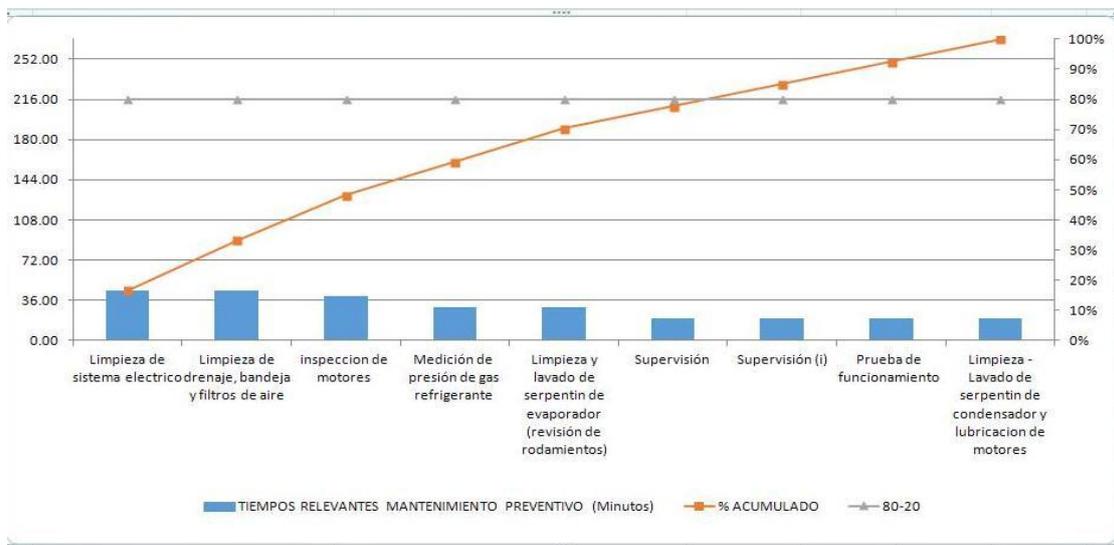
Posteriormente de realizar el estudio de los tiempos en las actividades del mantenimiento; identificaremos las actividades con tiempo de mayor impacto en el proceso de mantenimiento en la que aplicaremos la mejora de proceso. En la fig. 3.7 mediante el diagrama Ishikawa, se analizará la causa - efecto de las pérdidas de tiempo en el proceso y las continuas fallas que presentan los equipos en el mantenimiento preventivo.



FUENTE: Elaboración propia (2017) ESALB GROUP SAC

Mediante el diagrama Ishikawa se realizó el análisis de las actividades en el mantenimiento preventivo y correctivo, identificando los tiempos relevantes, es decir las actividades que generan mayor tiempo en su ejecución. Se analizó procedimientos desfasados, maquinaria antigua y capacitaciones.

FIGURA Nº 3.8 DIAGRAMA DE PARETO DE TIEMPO RELEVANTE EN EL MP



FUENTE: Elaboración propia (2017) ESALB GROUP SAC

Por medio, de la gráfica de Pareto (Fig. N° 3.6 Herramienta de mejora de proceso), localizaremos los proceso que llegar al 80% del tiempo, que nos permitirá planear una mejora en los procesos.

Según la gráfica de Pareto tenemos cinco actividades críticas: En las actividades de limpieza del sistema eléctrico; inspección de motores, limpieza de drenaje, bandeja y filtros de aire. De la misma manera, en la actividad de medición de presión de gas refrigerante y prueba de funcionamiento, donde apuntaremos las mejoras con la finalidad de obtener mejores resultados.

TABLA N° 3.1 TIEMPOS RELEVANTES EN MANTENIMIENTO PREVENTIVO

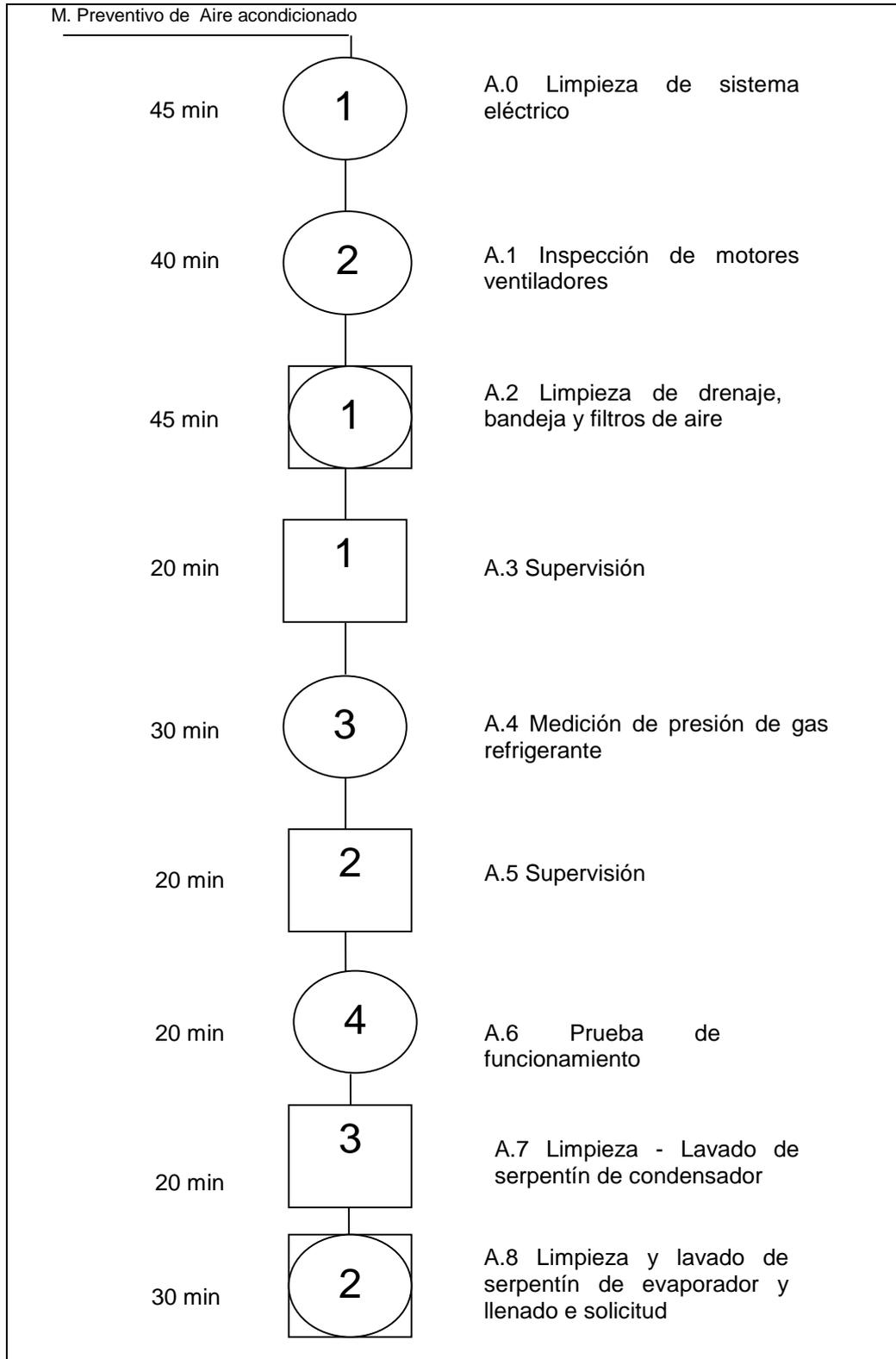
ITEM	DESCRIPCIÓN	TIEMPOS RELEVANTES MANTENIMIENTO PREVENTIVO (Minutos)	% ACUMULADO	FRECUENCIA ACUMULADA	80-20
1	Limpieza de sistema eléctrico	45.00	17%	45.00	80%
2	inspección de motores	40.00	31%	85.00	80%
3	Limpieza de drenaje, bandeja y filtros de aire	45.00	48%	130.00	80%
4	Supervisión	20.00	56%	150.00	80%
5	Medición de presión de gas refrigerante	30.00	67%	180.00	80%
6	Supervisión (i)	20.00	74%	200.00	80%
7	Prueba de funcionamiento	20.00	81%	220.00	80%
8	Limpieza - Lavado de serpentín de condensador y lubricación de motores	20.00	89%	240.00	80%
9	Limpieza y lavado de serpentín de evaporador (revisión de rodamientos)	30.00	100%	270.00	80%

FUENTE: Elaboración propia (2017) ESALB GROUP SAC

Siguiendo con la identificación de actividades con tiempo más relevante en el mantenimiento preventivo; en la Tabla N° 3.1 se realizó una descripción de las actividades con mayor detalle, identificando los tiempos más relevantes, utilizando una herramienta de ingeniería de métodos que es el diagrama de operaciones y procesos. Este diagrama nos permitió observar el número de actividades y el tiempo expresado en horas por cada actividad. Está compuesta por 9 actividades, de las cuales de ellas 4 son de operación, 3 son de inspección y 2 de operación e inspección.

3.3.2 Diagrama de operaciones y procesos del MP antes de la mejora

FIGURA Nº 3.9 DOP MP EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO

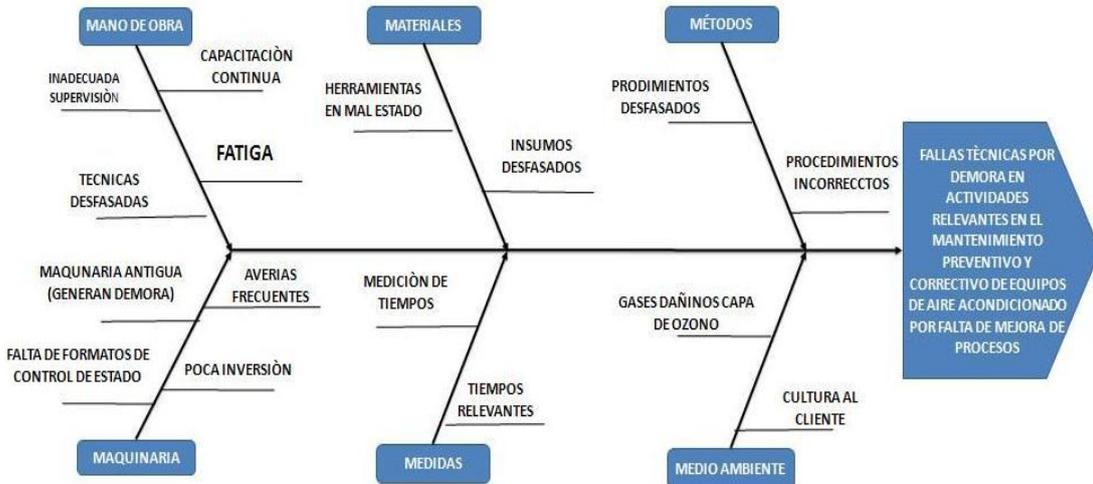


FUENTE: Elaboración propia (2017) ESALB GROUP SAC

Identificar los tiempos del mantenimiento correctivo relevantes

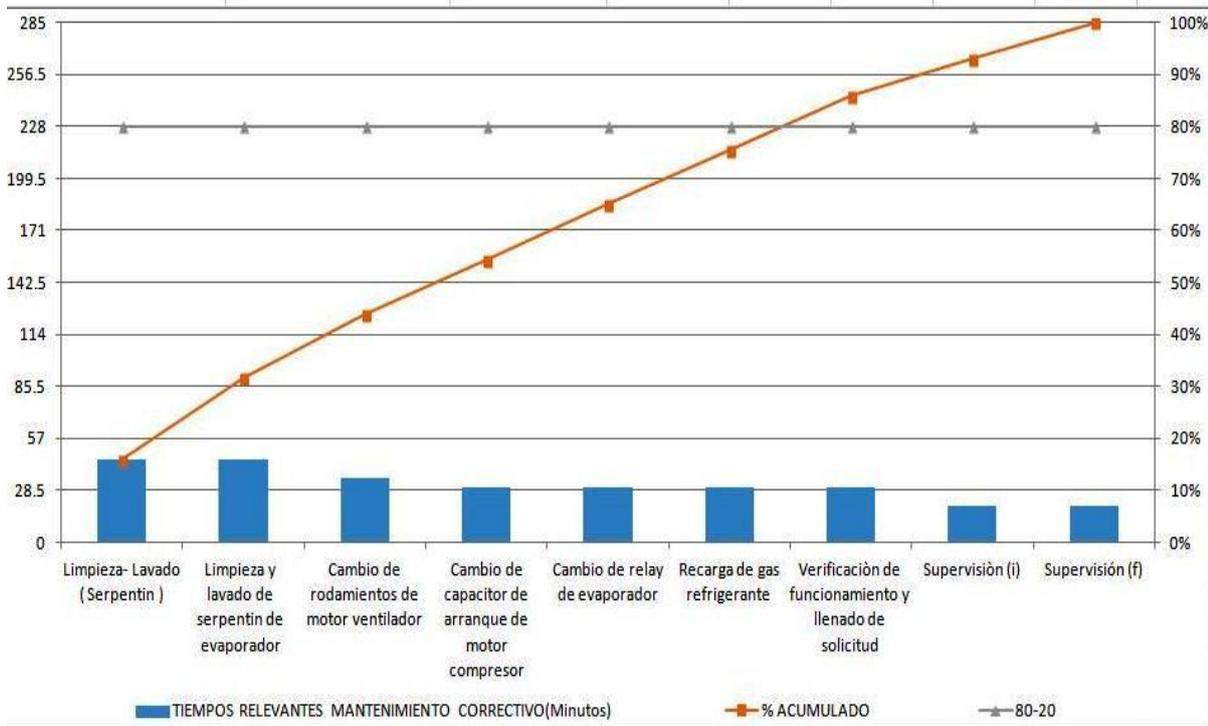
Para el desarrollo de este trabajo, identificaremos las actividades con tiempo de mayor impacto en el proceso de mantenimiento en la que aplicaremos la mejora de proceso. En la fig. 3.10 mediante el diagrama Ishikawa, se analizará la causa - efecto de las pérdidas de tiempo en el proceso y las continuas fallas que presentan los equipos en el mantenimiento correctivo.

FIGURA Nº 3.10 DIAGRAMA ISHIKAWA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO



FUENTE: Elaboración propia (2017) ESALB GROUP SAC

FIGURA Nº 3.11 DIAGRAMA DE PARETO TIEMPOS RELEVANTES MC



FUENTE: Elaboración propia (2017) ESALB GROUP SAC

Por medio, de la gráfica de Pareto (Fig. N° 3.11 Herramienta de mejora de proceso), localizaremos las actividades que llegar al 80% del tiempo, que nos permitirá planear una mejora en los procesos.

Según la gráfica de Pareto tenemos siete actividades críticas: En las actividades de limpieza del serpentín; cambio de capacitor de arranque de motor compresor, cambio de rodamientos de motor ventilador, limpieza y lavado de serpentín de evaporador. De la misma manera, en las actividades de cambio de relay de evaporador, medición de presión de presión de gas refrigerante, prueba de funcionamiento y llenado de solicitud, donde apuntaremos las mejoras con la finalidad de obtener mejores resultados.

TABLA N° 3.2 TIEMPOS RELEVANTES EN EÑ PROCESO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO

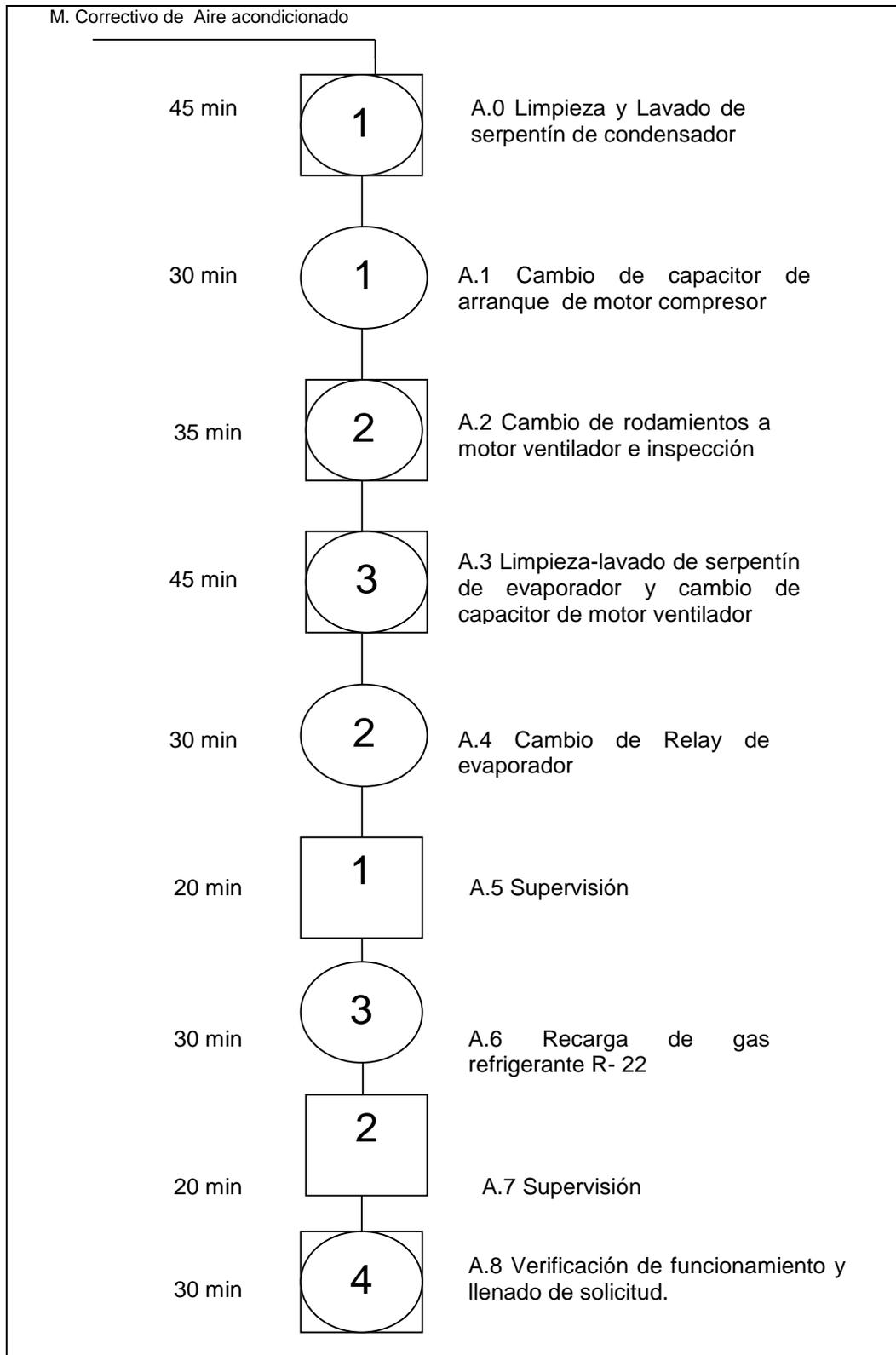
ITEM	DESCRIPCION	TIEMPOS RELEVANTES PROCESO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO(Minutos)	% ACUMULADO	FRECUENCIA ACUMULADA	80-20
1	Limpieza- Lavado (Serpentín)	45	16%	45.00	80%
2	Cambio de capacitor de arranque de motor compresor	30	26%	75.00	80%
3	Cambio de rodamientos de motor ventilador	35	39%	110.00	80%
4	Limpieza y lavado de serpentín de evaporador	45	54%	155.00	80%
5	Cambio de relay de evaporador	30	65%	185.00	80%
6	Supervisión (i)	20	72%	205.00	80%
7	Recarga de gas refrigerante	30	82%	235.00	80%
8	Supervisión (f)	20	89%	255.00	80%
9	Verificación de funcionamiento y llenado de solicitud	30	100%	285.00	80%

FUENTE: Elaboración propia (2017) ESALB GROUP SAC

Siguiendo con la identificación de los tiempos relevantes en el mantenimiento correctivo; en la Tabla N° 3.2 se realizó una descripción de las actividades con mayor detalle, identificando los tiempos más relevantes, utilizando una herramienta de ingeniería de métodos que es el diagrama de operaciones y procesos. Este diagrama nos permitió observar el número de actividades y el tiempo expresado en horas por cada actividad. Está compuesta por 9 actividades, de las cuales de ellas 3 son de operación, 2 son de inspección y 4 de operación e inspección.

3.3.3 Diagrama de operaciones y Procesos del MC Antes de la mejora

FIGURA Nº 3.12 DOP MC EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO



FUENTE: Elaboración propia (2017) ESALB GROUP SAC

3.4 Desarrollo objetivo específico 2:

3.4.1 Identificar los tiempos improductivos del mantenimiento que puedan reducirse.

En el registro anterior usando la herramienta de ingeniería de métodos, se determinaron los factores que generaban el cuello de botella y a su vez las fallas constantes en los equipos. Los factores más relevantes fueron en el inicio del trabajo en la operación de limpieza y lavado de serpentín. De la misma manera, se determinó que la maquinaria no tenía la potencia adecuada para el lavado de los serpentines generando un gran impacto de pérdida de tiempo. Se puso énfasis en los materiales y aditivos químicos, se concluyó que para un mejor avance se requiere aditivos químicos especiales para aire acondicionado. Se concluyó en combinar procesos como en el lavado, limpieza y supervisión.

El trabajo es realizado por 2 técnicos, la muestra de cronometraje con la mejora fue tomada a cada técnico en el proceso de mantenimiento preventivo tomando en cuenta el estudio del trabajo realizado. La figura 3.13 registra el tiempo mejorado. La observación más acertada fue en una mejor organización en el inicio de trabajo, disminución de actividades repetitivas. También se detectó pérdida de tiempo y fallas recurrentes en la operación del lavado y limpieza por temas de maquinaria e insumos. Por tal motivo, se procedió a comprar nueva maquinaria, aditivos químicos que aporten una disminución en el tiempo en la operación del lavado y limpieza.

FIGURA Nº 3.13 ESTUDIO DE TIEMPOS DE MP DESPUES DE LA MEJORA



ESTUDIO DE TIEMPOS

01. Descripción **Proceso Mejorado**

Depto:	Mantenimiento
Proceso:	Mantenimiento Preventivo
Instalación/Maquina:	No aplica
Herramienta y calibradores:	No aplica

Hoja numero:	#2
Fecha:	02/08/2016
comienzo:	08:00
Termino:	06:00 p.m.
Operario:	Juan Torres
Observado por:	Joel Huiza (Practicante)

02. Detalle

Item	Proceso	Subactividad	Tiempo Observado						Suma T (min)	Prom T (min)
			OS #1	OS #2	OS #3	OS #4	OS #5	OS #6		
1	Mantenimiento Preventivo	Limpieza - Lavado de serpentín de condensador y lubricación de motores	25	24	25	26			100	25
2		Limpieza de sistema eléctrico	20	20	22	18			80	20
3		Limpieza y lavado de serpentín de evaporador (revisión de rodamientos)	35	35	36	34			140	35
4		Inspección de motores ventiladores	10	9	10	11			40	10
5		Limpieza de drenaje, bandeja y filtro de aire	20	19	21	20			80	20
6		Supervisión (i)	10	9	11	10			40	10
7		Medición de presión de gas refrigerante.	10	11	9	10			40	10
8		Supervisión (f)	10	10	10	10			40	10
9		Prueba de funcionamiento	30	31	29	30			120	30
Tiempo (OS) en minutos			170	168	173	169			680	170
			Tiempo (hrs)						11	2

OS: Orden de servicio

Observaciones y/o Comentario

Sin comentario



ESALB GROUP SAC
Ricardo Salas Bravo
INGENIERO EN SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO

FUENTE: Elaboración propia (2017) ESALB GROUP SAC

3.4.2 Actividades realizadas en el proceso de mantenimiento preventivo después de la mejora

En la mejora de actividades se procedió a combinar operaciones con supervisión, de esta forma se elimino repetición de actividades, generando un ahorro de tiempo y disminución de fallas por un correcto mantenimiento preventivo.

A.0 Limpieza - Lavado de serpentín de condensador – Lubricación de motores.

Se procede a desmontar la carcasa de la unidad condensadora, aplicación de aditivo químico especial para refrigeración Alkifoam en el serpentín, se espera 5 minutos, enjuague con presión de agua usando hidrolavadora de 2.5 kw. Desmontaje motor ventilador, posteriormente la lubricación del sistema mecánico. Armado de carcasa de unidad condensadora. (25 min)

A.1 Limpieza de sistema eléctrico.

Desmontaje de tapa de panel de control, limpieza con brocha de contactores y conexiones eléctricas, aplicación de aditivo químico dieléctrico S50. (20 min)

A.2 Limpieza y lavado de serpentín de evaporador – Lubricación de rodamientos.

Se procede a desmontar la carcasa de la unidad evaporadora, aplicación de aditivo químico especial para refrigeración Akticlean en el serpentín, se espera 5 minutos, enjuague con presión de agua usando hidrolavadora de 2.5 kw. Desmontaje motor ventilador, posteriormente la lubricación del sistema mecánico. Montaje de carcasa de evaporador. (35 min)

A.3 Inspección de motores ventiladores

Se realiza la revisión del funcionamiento y la vibración de motores ventiladores. Montaje de motor ventilador. (10 min)

A.4 Limpieza de drenaje, bandeja y filtros de aire

Limpieza de tubería de drenaje con presión de agua, limpieza de bandeja de drenaje y filtros de aire con presión de agua usando hidrolavadora de 2.5 kw. (20 min)

A.5 Supervisión

Supervisión del buen armado y montaje de la unidad condensadora y evaporadora. Encendido del equipo. (10 min)

A.6 Medición de presión de gas refrigerante

Instalación de manómetro para medir presión de refrigerante (55 a 60 PSIG) (10 min)

A.7 Supervisión

Supervisión de presiones normales y sistema eléctrico. (20 min)

A.8 Verificación de funcionamiento

Medición de presiones, amperaje y voltaje. (30 min)

FIGURA N° 3.14 MAQUINARIA E INSUMOS ANTES Y DESPUES DE MEJORA



www.floresrefrigeracion.com (2017)

3.4.3 Identificar los tiempos improductivos del proceso de mantenimiento Preventivo reducidos.

Mediante el estudio de tiempos realizado y mejorado, determinamos los tiempos improductivos realizando el analisis en los tiempos de las actividades antes y despues de la mejora.

FIGURA 3.15 TÉCNICA DE LOS CINCO PORQUÉS DEL PROCESO EN TIEMPOS IMPRODUCTIVOS MP Y MC

Por qué?	Por qué?	Por qué?	Por qué?	Por qué?
Teníamos demoras y fallas de equipos de aire en el mantenimiento preventivo y correctivo por actividades inadecuadas con tiempos improductivos	Se tenía un Inadecuado control y seguimiento	Se tenía acciones repetitivas y cuellos de botella en las actividades	Se tenía exceso de tiempo por aditivos químicos inadecuados, causando retrasos	No se realizaba la inversión para el suministro de insumos para mantenimiento preventivo
			Se tenía demora en entrega de repuestos por falta en stock	Faltaba un control de stock de los repuestos para el mantenimiento correctivo
		Existía procedimientos inadecuados en las actividades	Tiempo incensarios en actividades por maquinaria desfasada	Faltaba maquinaria actualizada y potente para la limpieza de serpentines
			Técnicas de mantenimiento desfasadas	Faltaba capacitación constante al personal técnico

FUENTE: Elaboración propia (2017) ESALB GROUP SAC

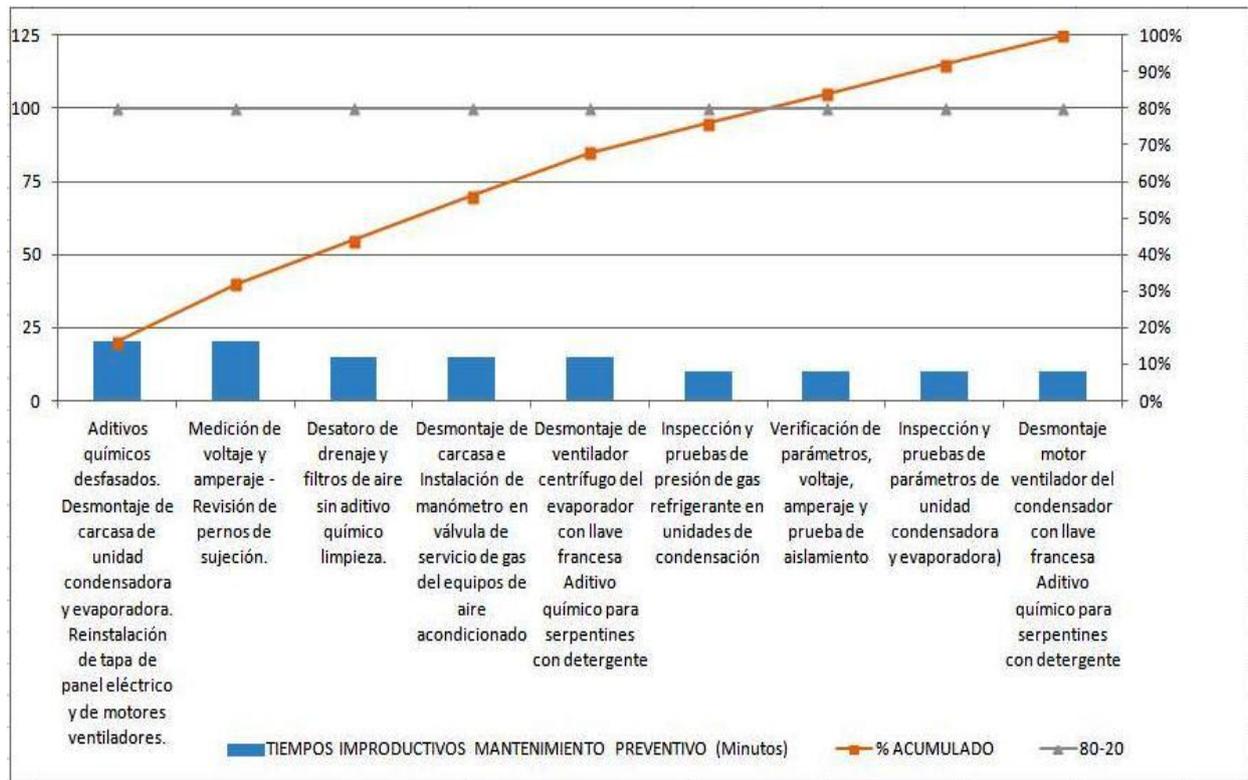
Para encontrar la causa raíz del problema se aplicó la técnica de los cinco porqués, partiendo de un principal problema que son las demoras y fallas de equipos de aire en el mantenimiento preventivo y correctivo por actividades inadecuadas con tiempos improductivos que la empresa está teniendo por causa de un inadecuado control y seguimiento. Generando cuellos de botella las cuales fueron las acciones repetitivas y procedimientos inadecuados analizados también en el estudio de tiempos (Véase Anexo 27 al 30). El problema es crítico ya que al ser una empresa de servicios que brinda mantenimiento a diversos clientes en el mercado, debe brindar reportes de eficiencia de manera oportuna para el análisis de los clientes y puedan realizar su toma de decisiones.

Los tiempos improductivos en el mantenimiento preventivo, fueron generados por la desorganización en el trabajo, maquinarias e insumos inapropiados que generaban pérdidas de tiempo en las actividades. Los tiempos improductivos con mas impacto fueron calculados con el estudio del antes y despues de la mejora.

Por medio, de la gráfica de Pareto (Fig. N° 3.16 Herramienta de mejora de proceso), localizaremos las actividades que llegar al 80% del tiempo, que nos permitirá planear una mejora en los procesos.

Según la gráfica de Pareto tenemos cinco actividades críticas: En las actividades de limpieza y lavado del serpentín de condensador y lubricación de motores; limpieza de sistema eléctrico, limpieza y lavado de serpentín de evaporador (Revisión sin rodamientos). De la misma manera, en las actividades de limpieza de drenaje, bandeja y filtro. Prueba de funcionamiento y llenado de solicitud, donde apuntaremos las mejoras con la finalidad de obtener mejores resultados.

FIGURA 3.16 DIAGRAMA DE PARETO TIEMPO IMPRODUCTIVO EN EL MP



FUENTE: Elaboración propia (2017) ESALB GROUP SAC

Mediante el estudio de tiempos realizado, determinamos los tiempos improductivos en las actividades antes de la mejora. Con los resultados obtenidos después de la mejora logramos obtener la diferencia del tiempo improductivo.

En la Tabla 3.3 podemos apreciar la diferencia del antes y después de la mejora, determinando el tiempo improductivo en cada operación del mantenimiento preventivo. Por el estudio realizado, el tiempo de las actividades improductivas fueron disminuidas, eliminadas y combinadas mediante un nuevo procedimiento de trabajo

En la mejora de tiempos la reducción y eliminación de tiempos improductivos estaba reflejada en acciones repetitivas, procedimientos incorrectos, insumos y maquinarias desfasadas. La diferencia en el estudios de tiempos antes y después de la mejora fue la siguiente:

TABLA N° 3.3 TIEMPO IMPRODUCTIVO EN EL PROCESO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

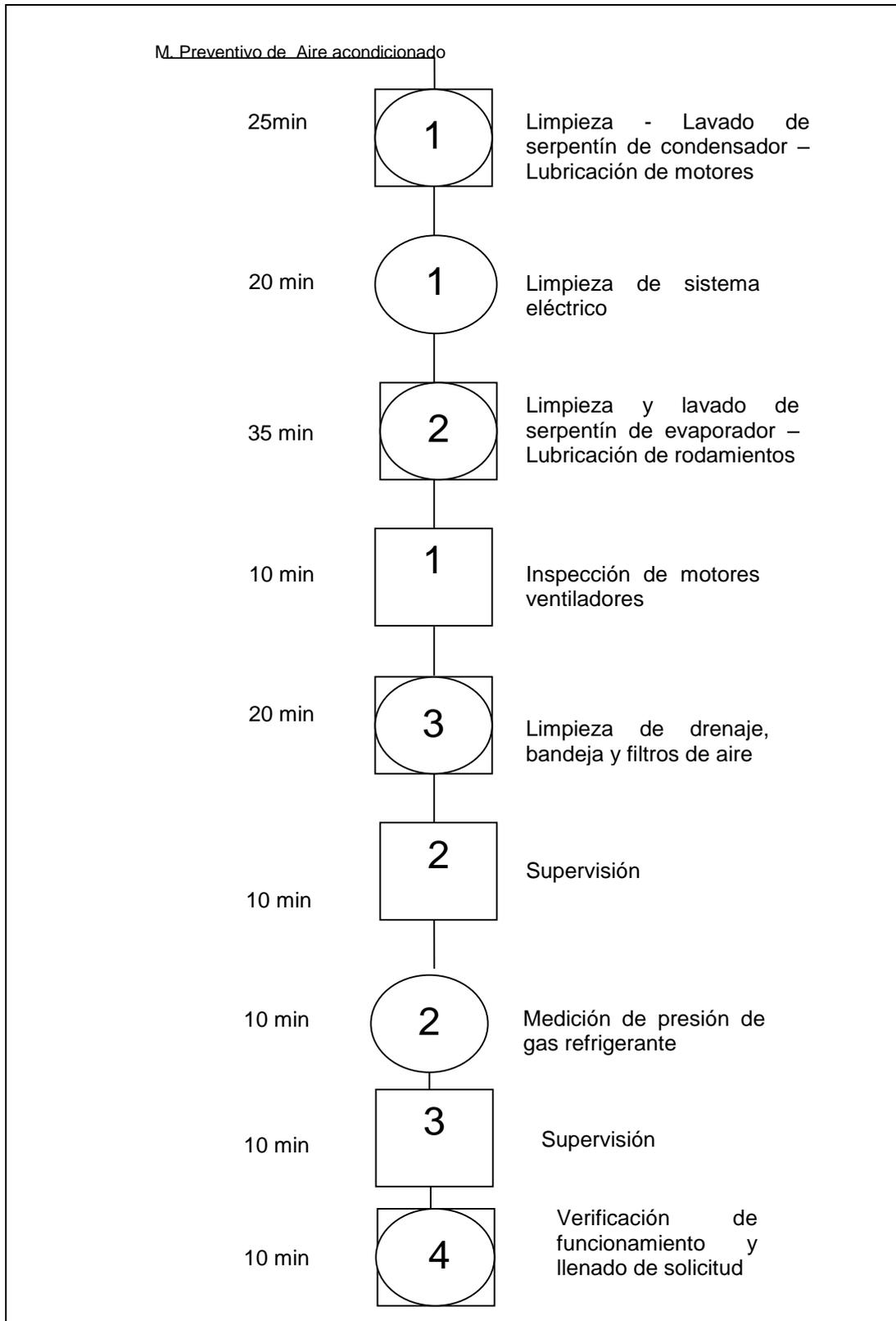
PROCESO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO			MINUTOS		TIEMPO IMPRODUCTIVO (Minutos)
ITEM	ANTES	DESPUÈS	ANTES	DESPUÈS	DIFERENCIA
1	Limpieza de sistema eléctrico	Limpieza - Lavado de serpentín de condensador y lubricación de motores	45	25	20
2	Inspección de motores	Limpieza de sistema eléctrico	40	20	20
3	Limpieza de drenaje, bandeja y filtros de aire	Limpieza y lavado de serpentín de evaporador (revisión de rodamientos)	45	30	15
4	Supervisión	Inspección de motores ventiladores	20	10	10
5	Medición de presión de gas refrigerante	Limpieza de drenaje, bandeja y filtro de aire	30	15	15
6	Supervisión (i)	Supervisión (i)	20	10	10
7	Prueba de funcionamiento	Medición de presión de gas refrigerante.	20	10	10
8	Limpieza - Lavado de serpentín de condensador y lubricación de motores	Supervisión (f)	20	10	10
9	Limpieza y lavado de serpentín de evaporador (revisión de rodamientos)	Prueba de funcionamiento y llenado de solicitud	30	15	15
TIEMPO (OS) EN MINUTOS			270	145	125
TIEMPO EN HORAS			4.5	2.42	2.08

FUENTE: Elaboración propia (2017) ESALB GROUP SAC

Continuando con la identificación de los tiempos improductivos en el mantenimiento preventivo; en la Tabla N° 3.3 se realizó una descripción de las actividades con mayor detalle. De la misma manera, utilizando una herramienta de ingeniería de métodos que es el diagrama de operaciones y procesos. Este diagrama nos permitió observar el número de actividades y el tiempo mejorado expresado en horas por cada actividad. Está compuesta por 9 actividades, de las cuales de ellas 2 son de operación, 3 son de inspección y 4 de operación e inspección.

3.4.4 Diagrama de operaciones y Procesos del MP después de la mejora

FIGURA N° 3.17 ESTUDIO DE TIEMPOS DE MP DESPUES DE LA MEJORA



FUENTE: Elaboración propia (2017) ESALB GROUP SAC

3.5 Estudio de Tiempos después de la mejora en mantenimiento correctivo.

En el registro anterior usando la herramienta de ingeniería de métodos, se determinaron los factores que generaban el cuello de botella y a su vez las fallas constantes en los equipos. Los factores fueron el inicio del trabajo, en la operación de limpieza y lavado de serpentín se puede realizar también la lubricación de motores ventiladores. De la misma, manera se determinó que la maquinaria no tenía la potencia adecuada para el lavado de los serpentines generando un gran impacto en la pérdida de tiempo. Se puso énfasis en los repuestos e insumos usados en los correctivos, se concluyó que para un mejor avance se requiere aditivos químicos especiales para aire acondicionado.

El trabajo es realizado por 2 técnicos, la muestra de cronometraje fue tomada a cada técnico en el proceso de mantenimiento preventivo tomando en cuenta el estudio del trabajo realizado. La figura 3.18 registra el tiempo mejorado. La observación más acertada fue en una mejor organización en el inicio de trabajo, disminución de actividades repetitivas. También se detectó pérdida de tiempo y fallas recurrentes en la operación del lavado y limpieza por temas de maquinaria e insumos. Por tal motivo, se procedió a comprar nueva maquinaria, aditivos químicos que aporten una disminución en el tiempo en la operación del lavado y limpieza.

FIGURA Nº 3.18 ESTUDIO DE TIEMPOS DE MC DESPUES DE LA MEJORA



ESTUDIO DE TIEMPOS

01. Descripción **Proceso Mejorador**

Depto:	Mantenimiento
Proceso:	Mantenimiento Correctivo
Instalación/Maquina:	No aplica
Herramienta y calibradores:	No aplica

Hoja numero:	#1
Fecha:	02/08/2016
comienzo:	09:00
Termino:	06:00 p.m.
Operario:	Nestor Zapata
Observado por:	Xavier Quispe (Practicante)

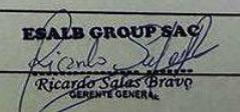
02. Detalle

Ítem	Proceso	Subactividad	Tiempo Observado						Suma T (min)	Prom t (min)
			OS #1	OS #2	OS #3	OS #4	OS #5	OS #6		
1	Mantenimiento Correctivo	Limpieza y lavado de serpenin y condensador	25	24	26				75	25
2		cambio de capacitor de arranque de motor compresor	15	15	15				45	15
3		cambio de rodamiento a motor ventilador	35	34	36				105	35
4		Limpieza-lavado de serpentín de evaporador y cambio de capacitor	25	26	24				75	25
5		cambio de Relay de evaporador	10	10	10				30	10
6		Supervisión (i)	20	21	19				60	20
7		Recarga de gas refrigerante	10	9	11				30	10
8		Supervisión (f)	10	11	9				30	10
9		Prueba de funcionamiento	30	31	29				90	30
Tiempo (OS)			180	181	179				540	90
			Tiempo (hrs)						9	2

OS: Orden de servicio

Observaciones y/o Comentario

Sin comentario



ESALB GROUP SAC
Ricardo Salas Bravo
GERENTE GENERAL

FUENTE: Elaboración propia (2017) ESALB GROUP SAC

3.5.1 Actividades realizadas en el proceso de mantenimiento correctivo después de la mejora

A.0 Limpieza - Lavado de serpentín de condensador – Lubricación de motores.

- Se procede a desmontar la carcasa de la unidad condensadora, aplicación de aditivo químico especial para refrigeración Alkifoam en el serpentín, se espera 5 minutos, enjuague con presión de agua usando hidrolavadora de 1.3 kw. Desmontaje motor ventilador, posteriormente la lubricación del sistema mecánico. Armado de carcasa de unidad condensadora.

A.1 Cambio de capacitor de arranque de motor compresor.

- Desmontaje de tapa de panel de control, desmontaje de capacitor averiado. Instalación de nuevo capacitor

A.2 Cambio de rodamientos a motor ventilador

- Se procede a desmontar la carcasa de la unidad evaporadora, desmontaje de motor ventilador, desmontaje de sistema mecánico, extracción de rodamientos dañados, instalación de nuevos rodamientos SKF, montaje de sistema mecánico de ventilador.

A.3 Limpieza-lavado de serpentín de evaporador y cambio de capacitor de motor

- Se procede a desmontar la carcasa de la unidad evaporadora, aplicación de aditivo químico con detergente ACTIKLEAN especial para refrigeración, se espera 5 minutos, enjuague con presión de agua usando hidrolavadora de 1.3 kw. Desmontaje de capacitor antiguo, instalación de nuevo capacitor de 5mf

A.4 Cambio de Relay de evaporador

- Desmontaje de tapa de panel eléctrico de evaporador, desmontaje de relay existente, instalación de nuevo relay

A.5 Supervisión

- Supervisión del buen armado y montaje de la unidad condensadora y evaporadora. Encendido del equipo.

A.6 Recarga de gas refrigerante R- 22

- Recarga de gas refrigerante R-22 (55 a 60 PSIG)

A.7 Supervisión

Supervisión de presiones normales y sistema eléctrico.

A.8 Verificación de funcionamiento

Medición de presiones, amperaje y voltaje.

FIGURA N°3.19 DISPOSITIVOS ELÉCTRICOS E INSUMOS PARA CORRECTIVOS



www.floresrefrigeracion.com (2017)

3.6 Identificar los tiempos improductivos reducidos del mantenimiento correctivo

Mediante el estudio de tiempos realizado, determinamos los tiempos improductivos en las actividades después de la mejora. Con los resultados obtenidos después de la mejora logramos obtener la diferencia del tiempo improductivo

Para encontrar la causa raíz del problema, al igual que en el mantenimiento preventivo se aplicó la misma técnica de los cinco porqués, partiendo de un principal problema que son las demoras y fallas de equipos de aire en el mantenimiento preventivo y correctivo por actividades inadecuadas con tiempos improductivos que la empresa está teniendo por causa de un inadecuado control y seguimiento, los cuales surgen a raíz de ciertas acciones repetitivas y procedimientos inadecuados. El problema es crítico ya que al ser una empresa de servicios que brinda mantenimiento a diversos clientes en el mercado, debe brindar reportes de eficiencia de manera oportuna el cual los clientes toman decisiones.

FIGURA 3.20 TÉCNICA DE LOS CINCO PORQUÉS DEL PROCESO EN TIEMPOS IMPRODUCTIVOS MP Y MC

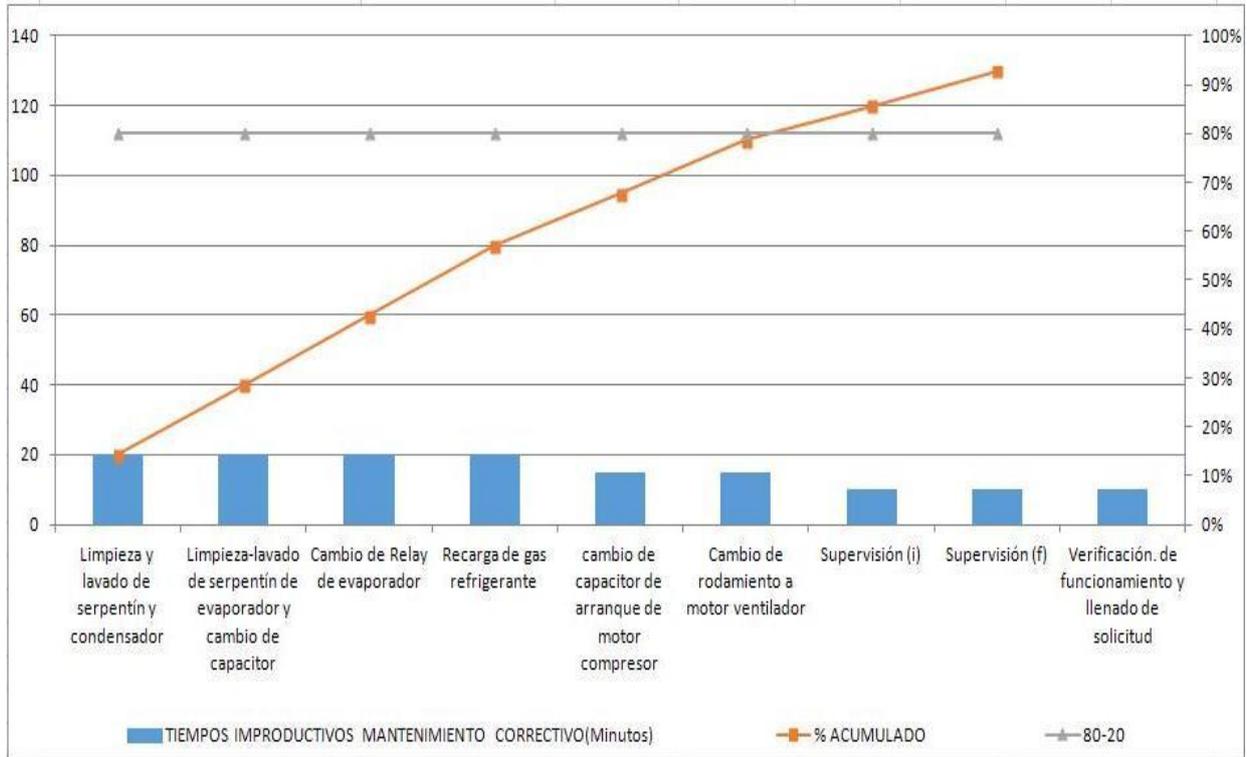
Por qué?	Por qué?	Por qué?	Por qué?	Por qué?
Teníamos demoras y fallas de equipos de aire en el mantenimiento preventivo y correctivo por actividades inadecuadas con tiempos improductivos	Se tenía un Inadecuado control y seguimiento	Se tenía acciones repetitivas y cuellos de botella en las actividades	Se tenía exceso de tiempo por aditivos químicos inadecuados, causando retrasos	No se realizaba la inversión para el suministro de insumos para mantenimiento preventivo
			Se tenía demora en entrega de repuestos por falta en stock	Faltaba un control de stock de los repuestos para el mantenimiento correctivo
		Existía procedimientos inadecuados en las actividades	Tiempo incensarios en actividades por maquinaria desfasada	Faltaba maquinaria actualizada y potente para la limpieza de serpentines
			Técnicas de mantenimiento desfasadas	Faltaba capacitación constante al personal técnico

FUENTE: Elaboración propia (2017) ESALB GROUP SAC

Mediante el estudio de tiempos realizado, determinamos los tiempos improductivos en las actividades antes de la mejora. Con los resultados obtenidos después de la mejora logramos obtener la diferencia del tiempo improductivo.

Por medio, de la gráfica de Pareto (Fig. N° 3.21 Herramienta de mejora de proceso), localizaremos las actividades que llegar al 80% del tiempo, que nos permitirá planear una mejora en los procesos.

FIGURA 3.21 DIAGRAMA DE PARETO DE LOS TIEMPOS IMPRODUCTIVOS EN EL MC



FUENTE: Elaboración propia (2017) ESALB GROUP SAC

Según la gráfica de Pareto tenemos siete actividades críticas: En las actividades de limpieza y lavado del serpentín y condensador; cambio de capacitor de arranque de motor compresor, cambio de rodamientos de motor ventilador, limpieza y lavado de serpentín de evaporador con cambio de capacitor. De la misma manera, en las actividades de cambio de relay de evaporador, medición de presión de gas refrigerante, prueba de funcionamiento y llenado de solicitud, donde apuntaremos las mejoras con la finalidad de obtener mejores resultados.

En la tabla 3.4 podemos apreciar la diferencia del antes y después de la mejora, determinando el tiempo improductivo en cada operación del mantenimiento correctivo. Por el estudio realizado, el tiempo de las actividades improductivas fueron disminuidas, eliminadas y combinadas mediante un nuevo procedimiento de trabajo.

En la mejora de tiempos la reducción y eliminación de tiempos improductivos estaba reflejada en acciones repetitivas, procedimientos incorrectos, demora en la entrega de los repuestos e insumos para correctivos. La diferencia en el estudio de tiempos antes y después de la mejora fue la siguiente:

TABLA 3.4 TIEMPO IMPRODUCTIVO EN EL PROCESO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO

PROCESO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO			MINUTOS		TIEMPO IMPRODUCTIVO
ITEM	ANTES	DESPUÈS	ANTES	DESPUÈS	DIFERENCIA
1	Limpieza- Lavado (Serpentín)	Limpieza y lavado de serpentín y condensador	45	25	20
2	Cambio de capacitor de arranque de motor compresor	cambio de capacitor de arranque de motor compresor	30	15	15
3	Cambio de rodamientos de motor ventilador	Cambio de rodamiento a motor ventilador	35	20	15
4	Limpieza y lavado de serpentín de evaporador	Limpieza-lavado de serpentín de evaporador y cambio de capacitor	45	25	20
5	Cambio de relay de evaporador	Cambio de Relay de evaporador	30	10	20
6	Supervisión (i)	Supervisión (i)	20	10	10
7	Recarga de gas refrigerante	Recarga de gas refrigerante	30	10	20
8	Supervisión (f)	Supervisión (f)	20	10	10
9	Verificación de funcionamiento y llenado de solicitud	Verificación. de funcionamiento y llenado de solicitud	30	20	10
		TIEMPO (OS) EN MINUTOS	285	145	140
		TIEMPO EN HORAS	4.75	2.42	2.33

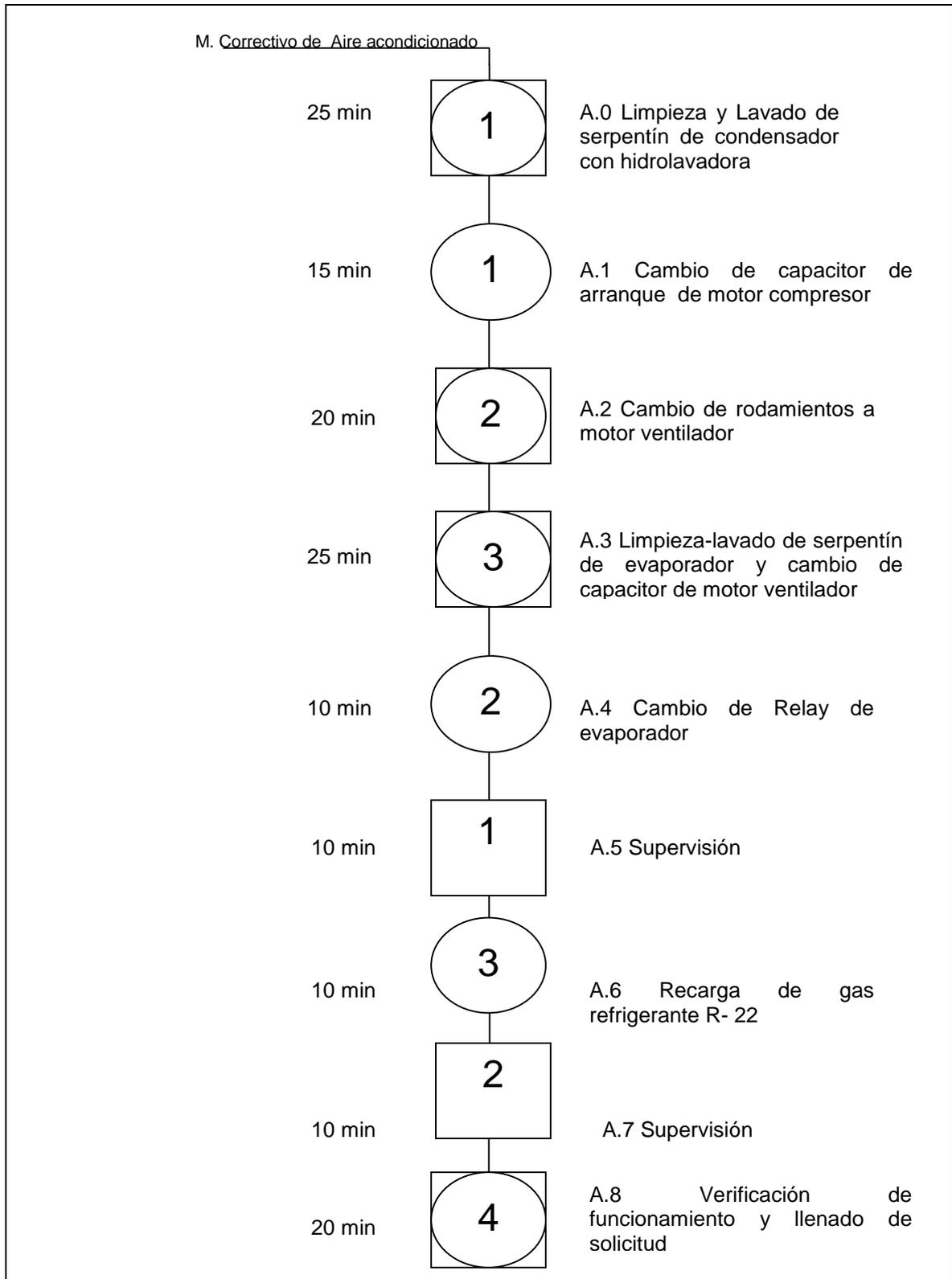
FUENTE: Elaboración propia (2017) ESALB GROUP SAC

Siguiendo con la identificación de los tiempos improductivos reducidos en el mantenimiento correctivo; en la Tabla N° 3.4 se realizó una descripción de las actividades con mayor detalle, identificando los tiempos improductivos calculando la diferencia de los tiempos antes y después de la mejora.

También utilizando una herramienta de ingeniería de métodos que es el diagrama de operaciones y procesos. Este diagrama nos permitió observar el número de actividades y el tiempo expresado mejorado en horas por cada operación. Está compuesta por 9 actividades, de las cuales de ellas 3 son de operación, 2 son de inspección y 4 de operación e inspección.

3.6.1 Diagrama de operaciones y procesos del MC después de la mejora

FIGURA N°3.22 DOP MANTENIMIENTO CORRECTIVO AIRE ACONDICIONADO



FUENTE: Elaboración propia (2017) ESALB GROUP SAC

3.7 Determinar cuánto mejora la eficiencia de solicitudes.

En los contratos de mantenimiento, los clientes miden la eficiencia del servicio mediante las solicitudes enviadas sobre las atendidas, mediante una relación de actividades que enviamos de forma mensual, en el año 2016 tuvimos un déficit en algunos meses, ya que nuestro objetivo es estar entre el Rango de 80% a 100%.

TABLA N°3.4 CUADRO DE ACTIVIDADES

SOLICITUDES MES DE JULIO 2016 – SOUTHERN PERU		ENVIADAS	ATENDIDAS
1	Limpieza de serpentín de condensador	1	1
2	Limpieza de sistema eléctrico	1	1
3	Limpieza de serpentín del evaporador	1	1
4	Limpieza de filtros de aire	1	1
5	Limpieza y lubricación del motor ventilador del condensador	1	1
6	Limpieza y lubricación del motor ventilador del evaporador	1	1
7	Limpieza de gabinetes	1	1
8	Recarga de gas refrigerante R-22	1	1
9	Cambio de control de temperatura	1	1
10	Instalación de capacitor de arranque	1	1
11	Desmontaje y montaje de paletas del ventilador	1	1
12	Purgado de agua en tuberías de Fan coil - Chiller	1	1
13	Instalación de lana de vidrio en ductería	1	1
14	Sellado de ductería flexible con cinta de aluminio	1	1
15	Pintado de lona y tocuyo de ductería	1	1
16	Instalación de punto eléctrico	1	1
17	Pintar base de las unidades condensadoras	1	0
18	Pequeña caja cuadrada sin tapa en sala confiable	1	1
19	Reubicación letreros de señalización Piso 14	1	1
20	Pintar parte de la pared fuera de sala de reuniones	1	1
		20	19

FUENTE: Elaboración propia (2017) ESALB GROUP SAC

Indicador de Eficiencia de Solicitudes y Fallas Atendidas

La siguiente ecuación es enviada en forma de porcentaje a nuestros clientes puedan medir la eficiencia en el servicio realizado, mediante las solicitudes. Lo permitido es que sea superior al 70%, pero nuestra meta es llegar entre el 80% y 100%

$$IEM = \frac{SOLICITUDES ATENDIDAS}{SOLICITUDES ENVIADAS}$$

$$IEM = \frac{19}{20} \times 100 = 95$$

Indicador de Eficiencia Solicitudes (IES)

$$IES = \frac{19}{20} \times 100 = 95\% \quad \text{SERVICIO CONTROLADO SEGÚN RANGO DE DESEMPEÑO}$$

Indicador de Fallas Atendidas (IEFA)

En las atenciones de fallas en el mes de abril encontramos 9 fallas atendidas y 10 reportadas.

$$IEFA = \frac{9}{10} \times 100 = 90\% \quad \text{SERVICIO CONTROLADO SEGÚN RANGO DE DESEMPEÑO}$$

TABLA N°3.5 RANGO DE DESEMPEÑO

Rango de Desempeño		
Rango	Valores	Color
Bajo Control	100,00 – 80,01%	
Fuera de Control (No Crítico)	80,00 – 65,00%	
Fuera de Control (Crítico)	Menor a 65,00%	

Fuente: www.monografias.com (2017)

TABLA N°3.6 REGISTRO DE EFICIENCIA DE INDICADOR DE EFICIENCIA

ITEM	MES (2016)	% EFICIENCIA	VALOR
1	ENERO	95%	Controlado
2	FEBRERO	85%	Controlado
3	MARZO	95%	Controlado
4	ABRIL	75%	Fuera de control (No crítico)
5	MAYO	85%	Controlado
6	JUNIO	95%	Controlado
7	JULIO	70%	Fuera de control (No crítico)
8	AGOSTO	70%	Fuera de control (No crítico)
9	SETIEMBRE	70%	Fuera de control (No crítico)
10	OCTUBRE	85%	Controlado
11	NOVIEMBRE	85%	Controlado
12	DICIEMBRE	85%	Controlado

FUENTE: Elaboración propia (2017) ESALB GROUP SAC

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados

Mediante la herramienta de ingeniería de métodos utilizada para el estudio, se obtuvo la reducción del tiempo de 20 minutos en operaciones como el lavado y limpieza. Se procedió a realizar el proceso del estudio mediante repeticiones repetitivas. Los factores determinantes fueron la maquinaria, insumos, materiales. De la misma manera, la eliminación de reiteradas actividades, implementación de actividades con operaciones combinadas, supervisión y un nuevo procedimiento para la ejecución de actividades. El estudio de tiempos promedio se realizó usando la siguiente fórmula:

$$\text{Tiempo de ciclo promedio} = \frac{\sum \text{Tiempos observados}}{\text{Nro de ciclos observados}}$$

Se obtuvo una reducción en el proceso de mantenimiento preventivo del 62%, beneficiando profundamente al personal operativo y a la empresa. Esta mejora también se reflejará en las atenciones y requerimiento de los clientes. La mejora en la reducción del tiempo, beneficia a los trabajadores generando una menor fatiga, capacitación en mejora de procesos, aumento en el clima laboral aumentado la productividad y disminuyendo la reducción de fallas en los equipos.

En la tabla N° 4.1 se puede observar que ahora el tiempo de atención (por OS) es alrededor de una 2 horas, antes se ejecutaba en más 4 horas (Aprox.)

TABLA N°4.1 REDUCCIÓN DEL TIEMPO MANTENIMIENTO PREVENTIVO

DESCRIPCIÓN	TIEMPO		REDUCCIÓN
	ANTES	DESPUÉS	
Mantenimiento Preventivo	4.75	1.82	62%

FUENTE: Elaboración propia (2017) ESALB GROUP SAC

En la tabla N° 4.2 según el estudio aplicado generó un ahorro en la jornada laboral para el operario, además de su productividad. Se obtuvo una reducción en el proceso de mantenimiento correctivo del 71%, beneficiando profundamente al personal operativo y a la empresa.

TABLA N°4.2 REDUCCIÓN DEL TIEMPO MANTENIMIENTO CORRECTIVO

DESCRIPCIÓN	TIEMPO		REDUCCIÓN
	ANTES	DESPUÉS	
Mantenimiento correctivo	4.75	1.40	71%

FUENTE: Elaboración propia (2017) ESALB GROUP SAC

4.2 Resultados: Identificar los tiempos del mantenimiento relevantes.

4.2.1 Tiempos Relevantes del Mantenimiento Preventivo

En la Tabla N°. 4.3 se muestra los resultados de los tiempos que generan más impacto en tiempo y operación del estudio realizado antes de la mejora. Se puso énfasis a las actividades más relevantes del proceso de mantenimiento preventivo, es decir las que superan el 50% en su tiempo de cada operación antes de la mejora.

TABLA N°4.3 TIEMPO DEL PROCESO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO RELEVANTES

ITEM	ACTIVIDADES RELEVANTES	TIEMPOS RELEVANTES MANTENIMIENTO PREVENTIVO (Minutos)	% ACUMULADO
1	Limpieza de sistema eléctrico	45.00	90%
2	Limpieza de drenaje, bandeja y filtros de aire	45.00	90%
3	Medición de presión de gas refrigerante	30.00	60%
4	Limpieza y lavado de serpentín de evaporador (revisión de rodamientos)	30.00	60%
	TIEMPO EN MINUTOS (OS)	150.00	
	TIEMPO EN HORAS	2.5	

FUENTE: Elaboración propia (2017) ESALB GROUP SAC

TABLA N°4.4 MEJORA DE TIEMPOS RELEVANTES DEL PROCESO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

TIEMPOS RELEVANTES EN MANTENIMIENTO PREVENTIVO			MINUTOS		VARIACIÓN %
ITEM	ANTES	DESPUÉS	ANTES	DESPUÉS	
1	Limpieza de sistema eléctrico	Limpieza - Lavado de serpentín de condensador y lubricación de motores	45	25	-44%
2	Limpieza de drenaje, bandeja y filtros de aire	Limpieza y lavado de serpentín de evaporador (revisión de rodamientos)	45	30	-33%
3	Medición de presión de gas refrigerante	Limpieza de drenaje, bandeja y filtro de aire	30	15	-50%
4	Limpieza y lavado de serpentín de evaporador (revisión de rodamientos)	Prueba de funcionamiento y llenado de solicitud	30	15	-50%
		TIEMPO (OS) EN MINUTOS	150	85	-43%
		TIEMPO EN HORAS	2.5	1.42	-43%

FUENTE: Elaboración propia (2017) ESALB GROUP SAC

La aplicación del estudio de métodos y tiempo permitió obtener como resultado la disminución en el tiempo total de proceso del mantenimiento preventivo, eliminando las tareas repetitivas y los cuellos de botella. En el cual, se obtiene una mejora del **43%** del tiempo total relevante.

Los mejores resultados se identificaron en la primera y última actividad del proceso de mantenimiento preventivo. En la primera actividad, se aplicó una mejora en el método de trabajo por medio de constantes capacitaciones; en la segunda actividad, se eliminó tareas repetitivas y se agregó otra actividad. En la tercera actividad, se reemplazó por otra más adecuada al tiempo y en la cuarta actividad se aplicó una mejora en el método de trabajo y se reemplazó por una nueva actividad.

4.2.2 Tiempos Relevantes del Mantenimiento Correctivo

En la Tabla N°. 4.5 se muestra los resultados de los tiempos que generan más impacto en tiempo y operación del estudio realizado antes de la mejora. Se puso énfasis a las actividades más relevantes del proceso de mantenimiento correctivo, es decir las que se encuentran entre el 50% al 100% en su tiempo de cada operación o actividad antes de la mejora.

TABLA N°4.5 MEJORA DE TIEMPOS RELEVANTES DE PROCESO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO

ITEM	ACTIVIDADES	TIEMPOS RELEVANTES MANTENIMIENTO CORRECTIVO (Minutos)	% TIEMPO RELEVANTE
1	Limpieza- Lavado (Serpentín)	45	90%
2	Cambio de capacitor de arranque de motor compresor	30	60%
3	Cambio de rodamientos de motor ventilador	35	70%
4	Limpieza y lavado de serpentín de evaporador	45	90%
5	Cambio de relay de evaporador	30	60%
6	Recarga de gas refrigerante	30	60%
7	Verificación de funcionamiento y llenado de solicitud	30	60%
TIEMPO EN MINUTOS (OS)		245	
TIEMPO EN HORAS		4.08	

FUENTE: Elaboración propia (2017) ESALB GROUP SAC

TABLA N°4.6 MEJORA DE TIEMPOS RELEVANTES DEL PROCESO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO

TIEMPOS RELEVANTES EN EL PROCESO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO			MINUTOS		VARIACIÓN %
ITEM	ANTES	DESPUÉS	ANTES	DESPUÉS	
1	Limpieza- Lavado (Serpentín)	Limpieza y lavado de serpentín y condensador	45	25	-44%
2	Cambio de capacitor de arranque de motor compresor	Cambio de capacitor de arranque de motor compresor	30	15	-50%
3	Cambio de rodamientos de motor ventilador	Cambio de rodamiento a motor ventilador	35	20	-43%
4	Limpieza y lavado de serpentín de evaporador	Limpieza - Lavado de serpentín de evaporador y cambio de capacitor	45	25	-44%
5	Cambio de relay de evaporador	Cambio de Relay de evaporador	30	10	-67%
6	Recarga de gas refrigerante	Recarga de gas refrigerante	30	10	-67%
7	Verificación de funcionamiento y llenado de solicitud	Verificación de funcionamiento y llenado de solicitud	30	20	-33%
		TIEMPO (OS) EN MINUTOS	245	125	-49%
		TIEMPO EN HORAS	4.08	2.08	-49%

FUENTE: Elaboración propia (2017) ESALB GROUP SAC

La aplicación del estudio de métodos y tiempo permitió obtener como resultado la disminución en el tiempo total de proceso del mantenimiento correctivo, eliminando las tareas repetitivas y los cuellos de botella. En el cual, se obtiene una mejora del **49%** del tiempo total relevante.

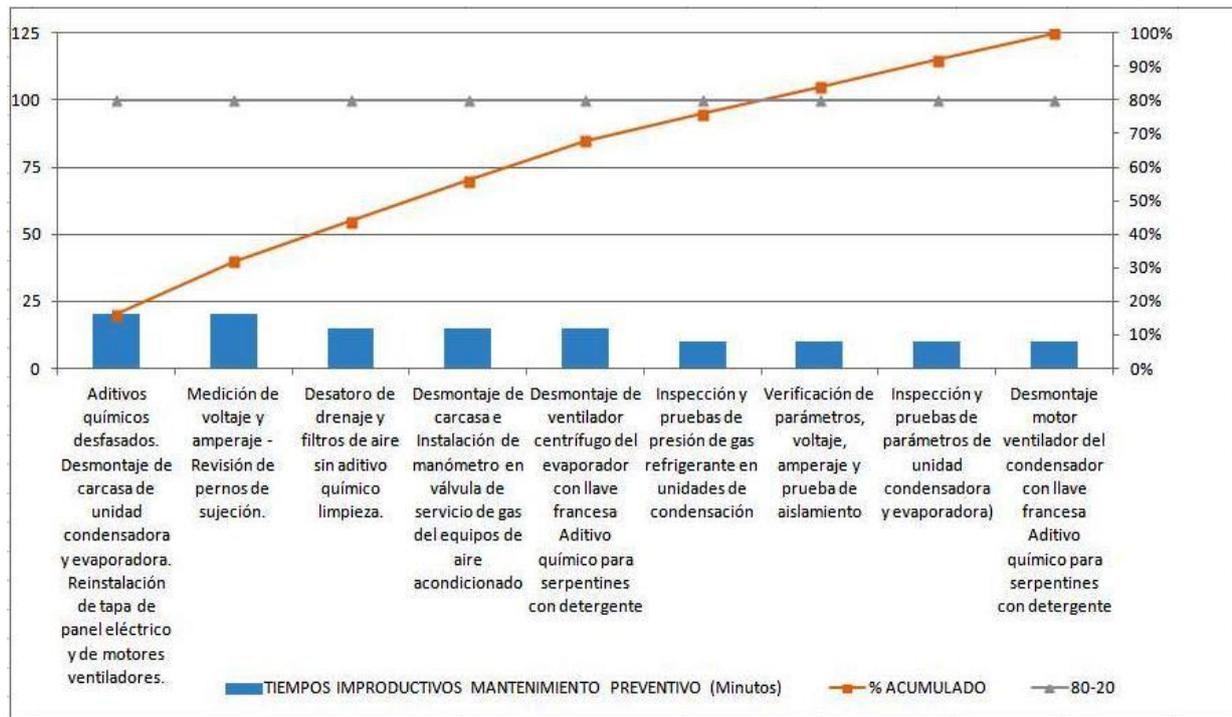
Los mejores resultados se identificaron en la segunda, quinta y sexta actividad del proceso de mantenimiento correctivo. En la primera y segunda actividad, se aplicaron una mejora en el método de trabajo por medio de constantes capacitaciones; en la tercera y cuarta actividad, se eliminaron las tareas repetitivas. En la quinta y sexta actividad, se aplicó una mejora de métodos en el trabajo agregando nuevas maquinarias e insumos. Finalmente en la cuarta actividad, se aplicó una mejora en el método de trabajo combinando operaciones con inspección.

4.3 Resultados: Identificar los tiempos improductivos del mantenimiento que pueden reducirse.

4.3.1 Tiempos improductivos reducidos en el mantenimiento preventivo.

Según el estudio realizado de métodos y tiempo, luego de analizar las actividades con el tiempo, se pudo identificar las actividades y factores que generan el tiempo improductivo en la ejecución del mantenimiento preventivo. El total de las actividades improductivas generaban un tiempo promedio de más de 2 horas. Posteriormente, mediante una mejora de métodos en el trabajo para la reducción de tiempo improductivo, se procedió en eliminar actividades repetitivas, combinar operaciones y mejorando el proceso en las actividades.

FIGURA 4.1 DIAGRAMA DE PARETO TIEMPO IMPRODUCTIVO PROCESO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO



FUENTE: Elaboración propia (2017) ESALB GROUP SAC

En la Fig. 4.1 nos muestra el diagrama de Pareto (Herramienta de mejora de procesos) con las actividades reducidas en el estudio de tiempos y métodos. En la investigación realizada de métodos y tiempos de las actividades de mantenimiento preventivo, se pudo recopilar información de las actividades con tiempo improductivo calculado con los tiempos del antes y después de la mejora. Determinando localizar el proceso con el 80% de tiempo que nos permitió planear una mejora en el proceso. Según la gráfica en el proceso las actividades de tiempo improductivo con mayor impacto fueron los aditivos químicos desfasados, desmontaje de carcasa de unidad condensadora y evaporadora. Reinstalación de tapa de panel eléctrico y de motores ventiladores.

TABLA N°4.7 TIEMPO IMPRODUCTIVO EN EL PROCESO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

ITEM	ACTIVIDADES IMPRODUCTIVAS REDUCIDAS EN EL PROCESO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	ANTES	DESPUES	TIEMPO IMPRODUCTIVO	VARIA CIÓN%
A.0	Aditivos químicos desfasados. Desmontaje de carcasa de unidad condensadora y evaporadora. Reinstalación de tapa de panel eléctrico y de motores ventiladores.	45	25	20	44%
A.1	Medición de voltaje y amperaje - Revisión de pernos de sujeción.	40	20	20	50%
A.2	Desatoro de drenaje y filtros de aire sin aditivo químico limpieza.	45	30	15	33%
A.3	Inspección y pruebas de parámetros de unidad condensadora y evaporadora.	20	10	10	50%
A.4	Desmontaje de carcasa e Instalación de manómetro en válvula de servicio de gas del equipos de aire acondicionado	30	15	15	50%
A.5	Inspección y pruebas de presión de gas refrigerante en unidades de condensación	20	10	10	50%
A.6	Verificación de parámetros, voltaje, amperaje y prueba de aislamiento	20	10	10	50%
A.7	Desmontaje motor ventilador del condensador con llave francesa Aditivo químico para serpentines con detergente	20	10	10	50%
A.8	Desmontaje de ventilador centrífugo del evaporador con llave francesa Aditivo químico para serpentines con detergente	30	15	15	50%
TIEMPO (OS) EN MINUTOS		270	145	125	46%
TIEMPO EN HORAS		4.5	2.42	2.08	46%

FUENTE: Elaboración propia (2017) ESALB GROUP SAC

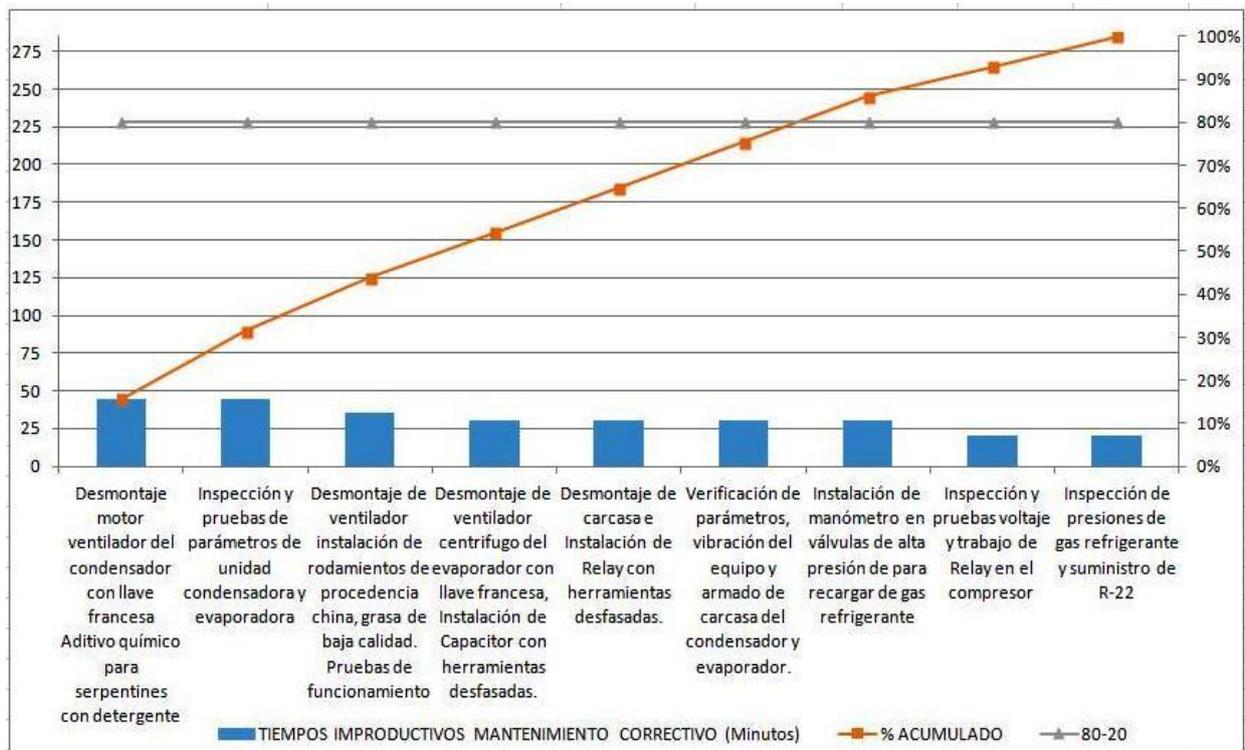
Según el estudio del métodos y tiempo en el DOP del antes y el después del proceso del mantenimiento preventivo, los mejores resultados se identificaron en las actividades A.1, A.3, A.4, y A.5. De la misma manera en la actividad A.6, A.7 y A.8. En las actividades mencionadas se aplicaron constantes capacitaciones y una mejora de métodos y procedimientos en el trabajo. En las actividades A.0 y A.2, se aplicó una mejora de métodos en el trabajo agregando nuevas maquinarias e insumos. Finalmente en la cuarta actividad, se aplicó una mejora en el método de trabajo combinando operaciones con inspección.

La aplicación del estudio de métodos y tiempo permitió obtener como resultado la disminución en el tiempo improductivo total de proceso del mantenimiento preventivo, eliminando las tareas repetitivas y los cuellos de botella. **En el cual, se obtiene una mejora del 46% del tiempo total reducido improductivo en el mantenimiento preventivo.**

4.3.2 Tiempos improductivos reducidos en el mantenimiento Correctivo

Según el estudio realizado de métodos y tiempo, luego de analizar las actividades con el tiempo, se pudo identificar las actividades y factores que generan el tiempo improductivo en la ejecución del mantenimiento preventivo. El total de las actividades improductivas generaban un tiempo promedio de más de 2 horas con 30 min. Posteriormente, mediante una mejora de métodos en el trabajo para la reducción de tiempo improductivo, se procedió en eliminar actividades repetitivas, combinar operaciones y mejorando el proceso en las actividades.

FIGURA 4.2 DIAGRAMA DE PARETO TIEMPO IMPRODUCTIVO PROCESO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO



FUENTE: Elaboración propia (2017) ESALB GROUP SAC

En la Fig. 4.2 nos muestra el diagrama de pareto (Herramienta de mejora de procesos) con las actividades reducidas en el estudio de tiempos y métodos. En la investigación realizada de métodos y tiempos de las actividades de mantenimiento preventivo, se pudo recopilar información de las actividades con tiempo improductivo calculado con los tiempos del antes y después de la mejora. Determinando localizar el proceso con el 80% de tiempo que nos permitió planear una mejora en el proceso. Según la gráfica en el proceso las actividades de tiempo improductivo reducido con mayor impacto, comienzan en el desmontaje motor ventilador del condensador con llave francesa y aditivo químico para serpentines con detergente. Inspección y pruebas de parámetros de unidad condensadora y evaporadora.

TABLA N°4.8 RESULTADOS DE TIEMPO Y ACTIVIDADES REDUCIDAS EN MC

ITEM	ACTIVIDADES IMPRODUCTIVAS REDUCIDAS DEL PROCESO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO	ANTES	DESPUES	TIEMPO IMPRODUCTIVO	VARIACIÓN %
A.0	Desmontaje motor ventilador del condensador con llave francesa Adivito químico para serpentines con detergente	45	25	20	44%
A.1	Desmontaje de ventilador centrifugo del evaporador con llave francesa, Instalación de Capacitor con herramientas desfasadas.	30	15	15	50%
A.2	Desmontaje de ventilador instalación de rodamientos de procedencia china, grasa de baja calidad. Pruebas de funcionamiento	35	20	15	43%
A.3	Inspección y pruebas de parámetros de unidad condensadora y evaporadora	45	25	20	44%
A.4	Desmontaje de carcasa e Instalación de Relay con herramientas desfasadas.	30	10	20	67%
A.5	Inspección y pruebas voltaje y trabajo de Relay en el compresor	20	10	10	50%
A.6	Instalación de manómetro en válvulas de alta presión de para recargar de gas refrigerante	30	10	20	67%
A.7	Inspección de presiones de gas refrigerante y suministro de R-22	20	10	10	50%
A.8	Verificación de parámetros, vibración del equipo y armado de carcasa del condensador y evaporador.	30	20	10	33%
	TIEMPO (OS) EN MINUTOS	285	145	140	49%
	TIEMPO EN HORAS	4.75	2.42	2.33	49%

FUENTE: Elaboración propia (2017) ESALB GROUP SAC

Según el estudio del métodos y tiempo en el DOP del antes y el después del proceso del mantenimiento preventivo, los mejores resultados se identificaron en las actividades A.1, A.4 y A.5. De la misma manera en las actividades A.6 y A.7. En las actividades mencionadas se aplicaron constantes capacitaciones con una mejora de métodos y procedimientos en el trabajo combinando operaciones con inspección. Finalmente, en las actividades A.0 y A.2 y A.8 se aplicó una mejora de métodos en el trabajo agregando nuevas maquinarias e insumos. Finalmente en la cuarta actividad, se aplicó una mejora en el método de trabajo. La aplicación del estudio de métodos y tiempo permitió obtener como resultado la disminución en el tiempo improductivo total de proceso del mantenimiento correctivo, eliminando las tareas repetitivas y los cuellos de botella. **En el cual, se obtiene una mejora del 49% del tiempo total reducido improductivo.**

4.4 Resultados: Determinar cuánto mejora la eficiencia de solicitudes

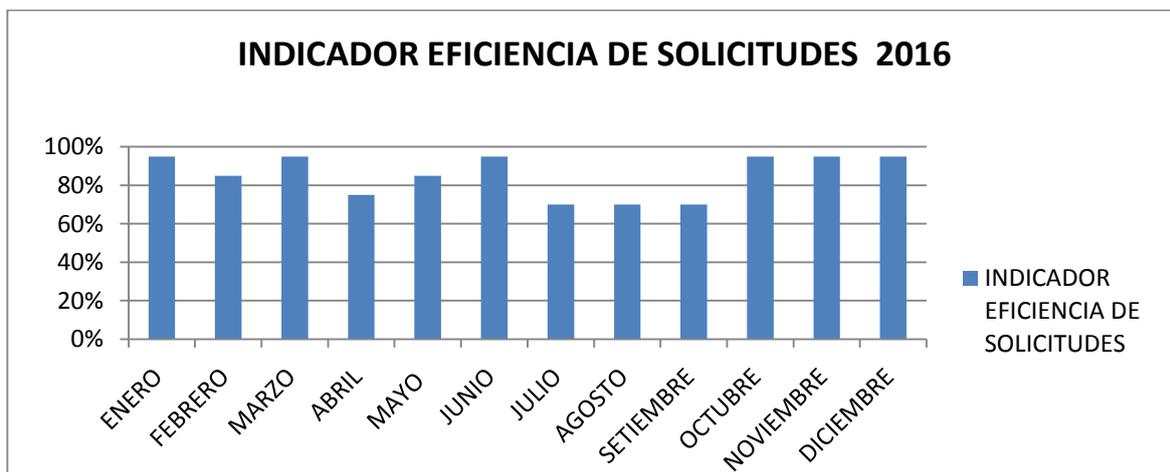
De acuerdo a la TABLA N° 4.9 podemos apreciar los porcentajes de los indicadores entregados al cliente en el año 2016 antes de la mejora, determinando en varios meses un porcentaje bajo de 70% en las solicitudes emitidas por nuestro cliente. El requisito en porcentaje para la continuidad del servicio, emitidos por el cliente es de mínimo 85%. Estos resultados en el año 2016 fueron los siguientes

TABLA N°4.9 DATOS DE EFICIENCIA DE SOLICITUDES 2016

ITEM	MES (2016)	% EFICIENCIA	VALOR
1	ENERO	95%	Controlado
2	FEBRERO	85%	Controlado
3	MARZO	95%	Controlado
4	ABRIL	75%	Fuera de control (No crítico)
5	MAYO	85%	Controlado
6	JUNIO	95%	Controlado
7	JULIO	70%	Fuera de control (No crítico)
8	AGOSTO	70%	Fuera de control (No crítico)
9	SETIEMBRE	70%	Fuera de control (No crítico)
10	OCTUBRE	85%	Controlado
11	NOVIEMBRE	85%	Controlado
12	DICIEMBRE	85%	Controlado

FUENTE: Elaboración propia (2017) ESALB GROUP SAC

FIGURA N°4.3 DIAGRAMA DE PARETO DE DATOS DE EFICIENCIA 2016



FUENTE: Elaboración propia (2017) ESALB GROUP SAC

En la Fig. 4.3 podemos apreciar el diagrama de Pareto (Herramienta de mejora de procesos) los meses de julio, agosto y septiembre con el indicador de 70% en todo el proceso del año 2016.

Por tal motivo, mediante las mejoras en el estudio de métodos y tiempos realizado en las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo, se obtuvo una mejora de procesos. Generando una reducción de

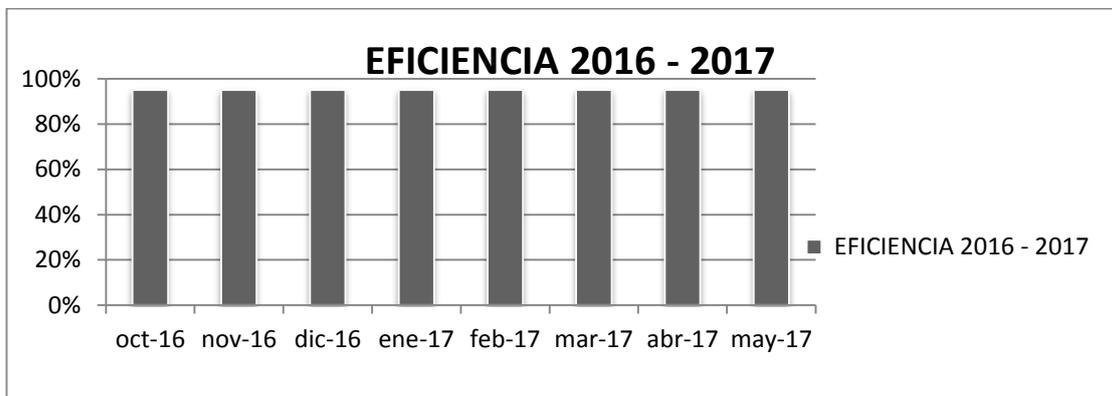
fallas y aumento del 95% en el indicador de eficiencia de solicitudes. Planificando actividades de mantenimiento en función de su periodicidad y complejidad; tratando de unificar la mayor cantidad de actividades posibles, de tal forma que se estandaricen los procesos a ejecutar, y a su vez mejorar en sus tiempos de finalización y entrega.

TABLA N°4.10 DATOS DE EFICIENCIA 2016 - 2017

ITEM	MES (2016 - 2017)	% EFICIENCIA DE SOLICITUDES	VALOR
1	OCTUBRE	85%	Controlado
2	NOVIEMBRE	85%	Controlado
3	DICIEMBRE	85%	Controlado
4	ENERO	95%	Controlado
5	FEBRERO	95%	Controlado
6	MARZO	95%	Controlado
7	ABRIL	95%	Controlado
8	MAYO	95%	Controlado
9	JUNIO		
10	JULIO		
11	AGOSTO		
12	SETIEMBRE		

FUENTE: Elaboración propia (2017) ESALB GROUP SAC

FIGURA N°4.4 DATOS DE EFICIENCIA 2016 - 2017



FUENTE: Elaboración propia (2017) ESALB GROUP SAC

Mediante la mejora realizada en el proceso para el mantenimiento de equipos de aire acondicionado en la empresa ESALB GROUP S.A.C. se obtuvieron resultados, comenzando desde octubre del 2016 en ese año su indicador más bajo fue de 70%. En el 2017, mediante la mejora de métodos y tiempos, se mejoró logrando un aumento de eficiencia del 95%. Adquiriendo la eficiencia en la entrega de solicitudes enviadas, generando la disponibilidad y la confiabilidad de los equipos de nuestros clientes. **La eficiencia de solicitudes de servicio emitidas por el cliente, tuvo una mejora del 25% generando una disminución en las fechas de entrega (Antes 30 días, Ahora 21 días).**

4.5 DISCUSIÓN

En este capítulo se tomara en cuenta los antecedentes, viendo la relación que existe con los resultados del trabajo de suficiencia profesional.

La relación que existe entre el trabajo de investigación de Ibáñez (2013) y el trabajo de suficiencia profesional que se está realizando, radica en la importancia mediante la optimización de la producción actual, la eficiencia en tiempos y capacidad instalada. Garantizando la calidad en el producto. El resultado que se muestra está relacionado a nuestro marco teórico en el tema de indicadores de eficiencia en las solicitudes. Obtuvieron buenos resultados en un 35%, en la investigación realizada el resultado obtenido fue de 25%. Los procesos de mejora tienen una relación directa en la satisfacción de los clientes; manteniendo una mejora en los tiempos en el proceso de mantenimiento incremento en la eficiencia y eficacia dentro de la organización.

La relación que existe entre el trabajo de investigación de Ibáñez Muñumel (2012) y el trabajo de suficiencia profesional que se está realizando, está centrada en el nivel del estudio del trabajo con la finalidad de obtener un mejor resultado en su proceso de mantenimiento. Esto conllevara a la disminución de un 30% del tiempo en el proceso del mantenimiento correctivo no planificado. En cuanto en la disminución del tiempo de la tesis de referencia se encuentra en un 37%, el proyecto desarrollado tiene un beneficio en el tiempo de actividades del 46% y 49%. Este plan de mantenimiento permite disminuir los costos, optimizar los recursos y enfocar el esfuerzo en el mantenimiento logrando así aumentar la disponibilidad operativa y el rendimiento de los equipos.

La relación que existe entre el trabajo de investigación de Cancino & Ruelas, (2014) y el trabajo de suficiencia profesional que se está realizando, toma énfasis en la evaluación de proponer mejoras en los procesos de gestión de una empresa que brinda servicios de mantenimiento. De esta manera lograr un aumento del 40% en su productividad. Para lograr estos objetivos se realizaron uso de conceptos de gestión de mantenimiento, herramientas de la ingeniería industrial como el estudio del trabajo y tiempos. Calidad en el servicio, seguridad y salud en el trabajo.

La relación que existe entre el trabajo de investigación de Montoya & Nuñez, (2014) y el trabajo de suficiencia profesional que se está realizando, nos indica que en la actualidad las empresas están direccionadas en un entorno donde la mejora continua es la única ventaja competitiva, con esto se ayuda a disminuir costos, además logran niveles aceptables y competitivos de calidad en los procesos, las certificaciones de calidad son en gran medida la evidencia que tiene la empresa al trabajar procesos de forma organizada y confiable, en gestión del mantenimiento se busca impulsar esos procesos de mejora desde las actividades de manutención de los equipos que forman parte del puesto de trabajo, es correcto decir que al darle un manejo óptimo a las máquinas en materia de costos se pueden corregir varios gastos innecesarios.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

La aplicación de herramientas del estudio de trabajo permitió identificar los tiempos del mantenimiento más relevantes. Donde después de la mejora se obtuvo un 43 % en los tiempos relevantes del proceso del mantenimiento preventivo y un 49% en los tiempos relevantes del proceso del mantenimiento correctivo. Logrando un aumento en su productividad, reducción de fallas en los equipos y una mejora en la satisfacción del cliente.

La aplicación del estudio de tiempos permitió investigar, minimizar e identificar el tiempo improductivo, es decir, el tiempo durante el cual no se genera valor. La mejora del estudio de tiempos tuvo una duración de ocho meses, en el cual, se obtiene una mejora del 46% del tiempo improductivo total reducido del proceso del mantenimiento preventivo. De la misma manera, se obtiene una mejora de un 49% del tiempo improductivo total reducido en el proceso de mantenimiento correctivo de los equipos de aire acondicionado.

En Los resultados se determinó la cantidad de mejora de eficiencia de solicitudes, logrando un 25% en la entrega de las solicitudes a los clientes, reduciendo de 30 a 21 días con un impacto directo en la satisfacción de los clientes.

Respecto en mejorar los procesos para la reducción de fallas en el mantenimiento de equipos, se obtuvo un 62 % de ahorro en el tiempo en el proceso de mantenimiento preventivo y un 71% de mejora en el tiempo del mantenimiento correctivo. Beneficiando profundamente al personal operativo y a la empresa generando un aumento en su productividad.

RECOMENDACIONES

El presente trabajo de suficiencia profesional se realizó con la finalidad en mejorar los procesos para la reducción de fallas en los equipos, con el fin de generar un ahorro en el tiempo de actividades realizadas y una mayor efectividad en las entregas de solicitudes emitidas por el cliente. Sin embargo, con el fin de consolidar una cultura de mejora continua de procesos dentro de la empresa, se debe extender la implementación en las demás áreas involucradas. De esta manera tener un aumento de un 30% como línea de negocio.

Previo a la implantación de las mejoras, se sugiere capacitar al personal técnico sobre las nuevas actividades al momento de ejecutar el mantenimiento preventivo de los equipos de aire acondicionado a fin de facilitar la asimilación de las actividades mejoradas. Por ello se recomienda incluir apoyo del área del servicio técnico para reducir entre un 40% y 50% el tiempo de implementación en futuras mejoras de procesos dentro de la empresa.

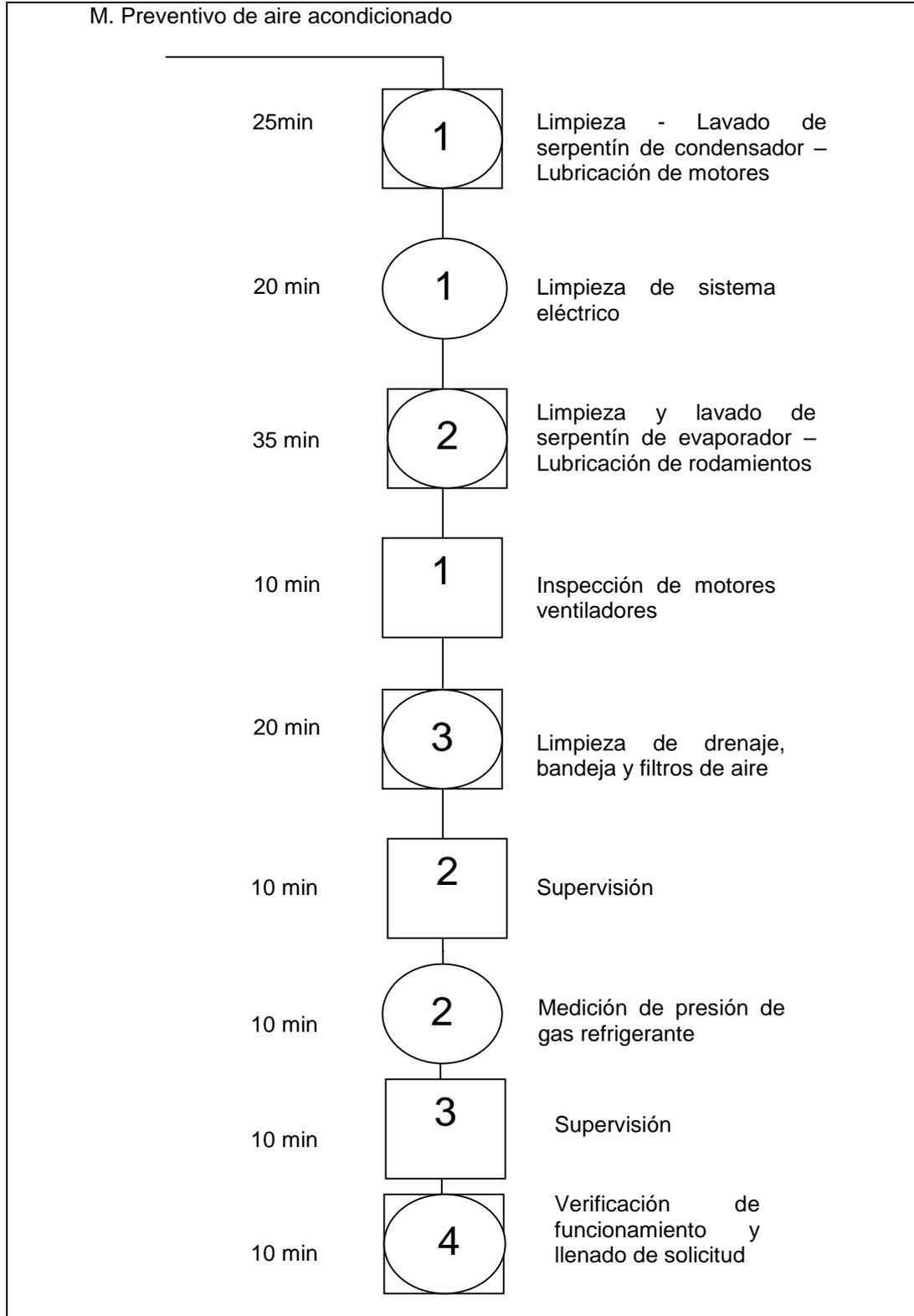
Se recomienda reuniones mensuales con gerencia, y coordinar la formación de un equipo de trabajo de calidad con la finalidad de examinar constantemente los procesos productivos donde se concentran el 20% de actividades que generan el 80% de costo en los procesos para establecer prioridades de mejora según los tipos de estudio que se realiza en la empresa.

REFERENCIAS

- Alejandra M. & Daniele M. (2007): Diagrama de Gantt y Pert. (Diferencias entre los Pert y Cpm) Representación Gráfica sobre 2 ejes.
- Blanco B.R. & Aguilar A.S. (2013), Ingeniería de métodos. (Introducción a la Ingeniería de Métodos) Gabriel Enrique Aguilar Dávila. Asesorado por el Ing. Industrial José Rolando. Universidad de Guatemala.
- Cengel Y. A. & boles M. A. (2012) Termodinámica 2da edición. Tomo I (Fundamentos de la Termodinámica) Editorial Mc Graw Hill Español.
- González, J. F. (2005) Teoría y práctica del mantenimiento industrial avanzado. (Fundamentos de Mantenimiento Industrial Avanzado) FC Editorial.
- Jaramillo J. B. (2000), Indicadores de gestión 2da Edición. (Aspectos Generales de Indicadores de Gestión) Herramientas de Trabajo para lograr el objetivo. Gestión en SENA. Colombia.
- Kanawaty G. (1996) Introducción al estudio del trabajo. Cuarta Edición. (Solucionario de Administración, Técnicas Fundamentales del Estudio del Trabajo) Ginebra.
- Lijó J. F. (2006) Manual de refrigeración. (Aplicaciones y Prácticas Fundamentales en Sistemas de Refrigeración y Motores Compresores) Editorial Reverte S.A.
- Ojeda Y. G. & Vallejo E. G. (2008), Guía para la identificación y análisis de los procesos. (Procedimientos y Técnicas para la Identificación de Principales Actividades de Desarrollo) Universidad de Granada.
- Semarnat (2006) Manual buenas prácticas en sistemas de refrigeración. (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). México
- Tavares L.A. (1996) Administración moderna de mantenimiento. (Mantenimiento & Confiabilidad y Gestión de Mantenimiento).
- Wirz D. (2008) Refrigeración Comercial Para Técnicos De Aire Acondicionado. (Sistemas de Aire Acondicionado, tipos y aplicaciones). Editorial Reverte S.A.

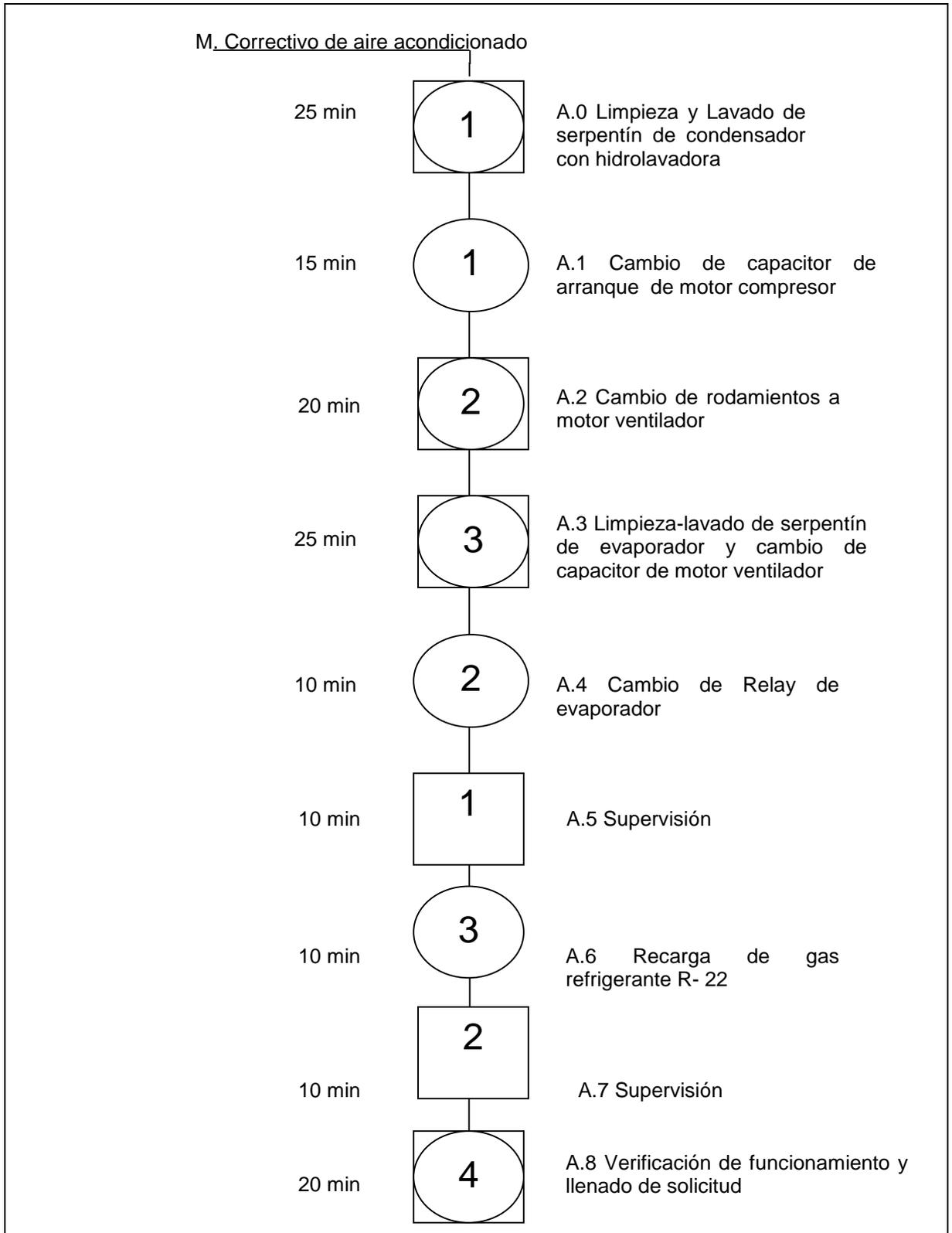
ANEXOS

ANEXO N.º 1 DOP MANTENIMIENTO PREVENTIVO AIRE ACONDICIONADO



FUENTE: Elaboración propia (2017) ESALB GROUP SAC

ANEXO N.º 2 DOP MANTENIMIENTO CORRECTIVO AIRE ACONDICIONADO



FUENTE: Elaboración propia (2017) ESALB GROUP SAC

ANEXO N.º 3 NUEVO DISEÑO DE ORDENES DE TRABAJO



ORDEN DE TRABAJO

Nº

CLIENTE

Nombre _____	Fecha _____
Dirección _____	Comuna _____ Ciudad _____
Teléfono _____	Fax _____ e-mail _____

EQUIPO

Artículo _____	P. en Marcha _____	Fecha S.A.T. _____
Marca _____	Reparación _____	Inicio S.A.T. _____ hrs
Modelo _____	Mantenimiento _____	Termino S.A.T. _____ hrs
Serie _____	N. Factura _____	

DESCRIPCION DE TRABAJOS Y REVISIONES EN ORDEN DE TRABAJO

Mantenimiento en Edificaciones	Inicial	Final	Equipos Gastronómicos	Inicial	Final	Aire Acondicionado - Refrig	Inicial	Final
Limpieza de Equipo Completo			Limpieza de quemadores			Limpieza de evaporador		
Iluminación			Limpieza de válvula de gas			Limpieza de condensador		
Estructuras y soldadura			Transformador/Chispa			Consumo Electrico Amp.		
Drywall y Pintura			Temp Max Calefacción			Voltaje L1, L2, L3		
Panel contra incendio			presion de gas estatico	mbar		Amp. Motor ventilador		
Sistema de Red contra incendio			presion de gas dinami	mbar		Refrigerante PSI		
Carpintería y/o Melamine			filtro gas			Presión Gas Baja		
Gasfitería			Distancias entre piezas x Catálogo.			Presión Gas Alta.		
Acabados y obras civiles			Voltaje L1, L2, L3			Temperatura		
Otros						Voltaje		

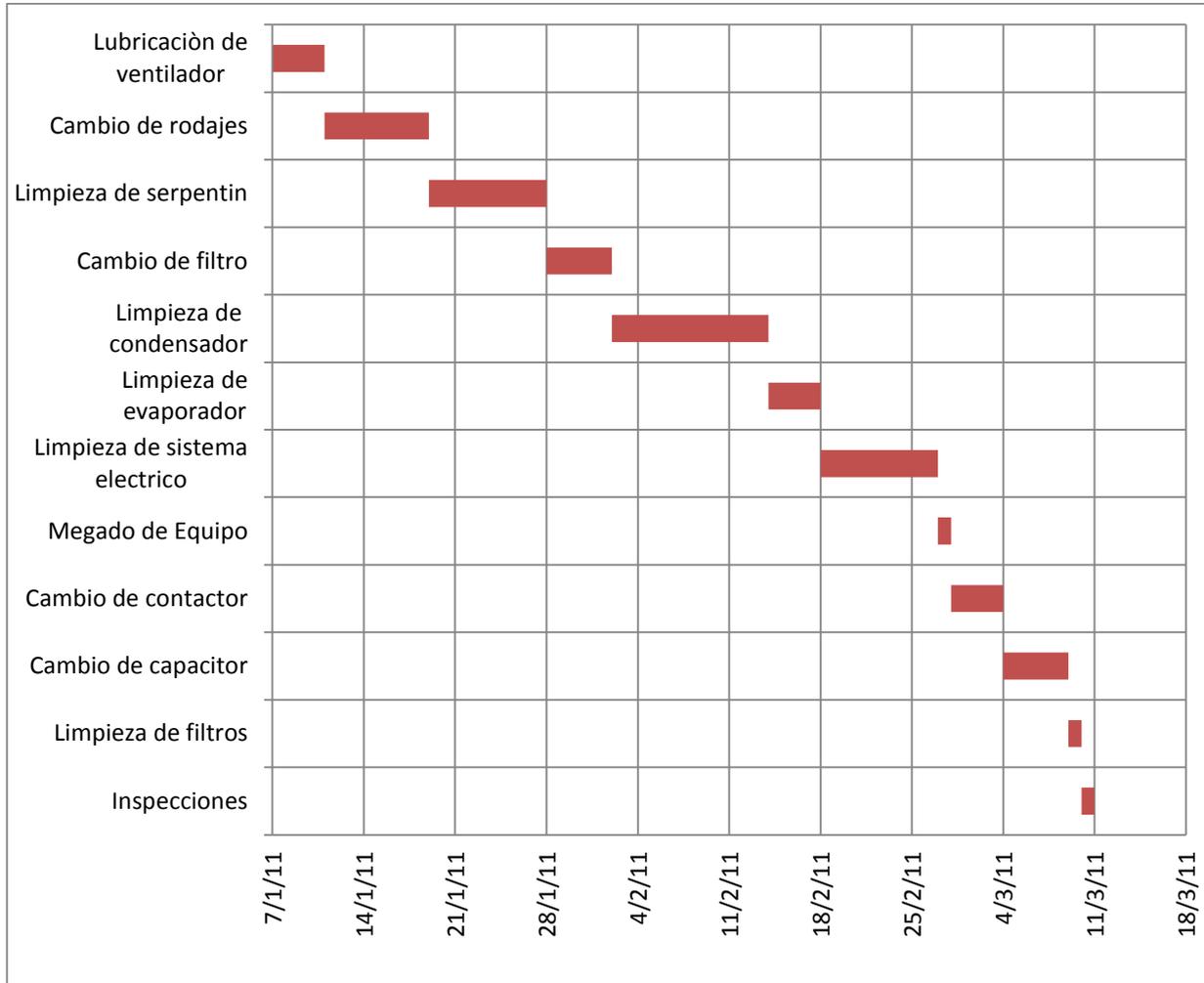
OBSERVACIONES (Letra Imprenta)

Cliente

Técnico

FUENTE: Elaboración propia (2017) ESALB GROUP SAC

ANEXO N.º 4 DIAGRAMA DE GANTT



FUENTE: Elaboración propia (2017) ESALB GROUP SAC

ANEXO N.º 8 MATRI IPER



**MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS
ESALB GROUP SAC**

Empresa:
Nº
Empresa:
Sucursal:
Área:

ESALB GROUP SAC

Responsable

PEDRO ESPINOZA ALBINO

Objetivo:

MITIGAR LOS POSIBLES RIESGOS

NOTA: El documento incluye comentarios y vínculos, sólo desplace el cursor por los principales campos.

PROCESO	ACTIVIDAD (Rutinaria - No Rutinaria)	POR EMPRESA	POR E. SERVICIO	PUESTO DE TRABAJO (ocupación)	Nº TRABAJADORES	PELIGROS		INCIDENTES POTENCIAL	MEDIDA DE CONTROL	EVALUACIÓN DE RIESGOS						PLAN DE ACCIÓN
						FUENTE, SITUACIÓN	ACTO			SEGURIDAD				HIGIENE OCUPACIONAL		
										Probabilidad (P)	Severidad (S)	Evaluación del Riesgo	Nivel de Riesgo	Existe Evaluación de Riesgo	Nivel de Riesgo	NUEVAS MEDIDAS DE CONTROL
Armado	Rutinaria		X	ARMADOR	4	Amoladora sin Guarda	Usar equipo defectuoso	Cortes y golpes	Uso de Guantes y Mandil, Check list	3	4	12	Bajo	Si Cuantitativa	bajo	Actualizaciones de las que se tiene en marcha

Soldadura	Rutinaria		X	SOLDADOR	2	Material Caliente	No usar Guantes	Quemaduras	Uso de EPPs y manta ignífuga	5	4	20	Moderado	NO	bajo	Actualizaciones de las que se tiene en marcha
Montaje	Rutinaria		X	MONTAJISTA	4	Herramientas Defectuosas	Usar herramienta defectuosa	Golpes, Rasguño	Uso de EPPs, Concentración en el trabajo	5	6	30	Moderado	NO	bajo	Actualizaciones de las que se tiene en marcha
Pintura	Rutinaria		X	PINTOR	1	Presencia de Gases	pintado de baranda	Inhalación de gases tóxicos	uso de mascarilla	3	4	12	Bajo	Si Cualitativa	importante	Auditoria diaria sobre el uso de EPP correspondientes
Armado	Rutinaria		X	ARMADOR	4	Ruido	Trabajar sin tapones auditivos	Exposición a Ruido	Uso de tapones auditivos	9	4	36	Moderado	NO	bajo	Actualizaciones de las que se tiene en marcha
Soldadura	Rutinaria		X	SOLDADOR	2	humos metálicos - Agentes Químicos	Soldar sin respirador	Exposición a gases químicos	Uso de respirador	5	6	30	Moderado	NO	importante	Auditoria diaria sobre el uso de EPP correspondientes
Montaje	Rutinaria		X	MONTAJISTA	4	Trabajos de altura geográfica - Agente Ergonómico	Trabajar sin arnés	Caídas	Uso de Arnés	5	8	40	Importante	Si Cualitativa	importante	Auditoria diaria sobre el uso de EPP correspondientes
Pintura	Rutinaria		X	PINTOR	1	vapores - Agentes Químicos	Pintar sin mascarilla	Exposición a vapores - Agentes Químicos	Uso de respirador	9	4	36	Moderado	Si Cualitativa	bajo	Actualizaciones de las que se tiene en marcha

Elaborado por:

Pedro Espinoza Albino

Revisado por:

Aprobado por:

Fecha:

23/04/2017

Generar Programa

Fecha:

Fecha:

TABLA 1
PROBABILIDAD DE QUE OCURRA EL(LOS) INCIDENTE(S) ASOCIADO(S)

Clasificación	Probabilidad de ocurrencia	Puntaje
BAJA	El incidente potencial se ha presentado una vez o nunca en el área, en el período de un año.	3
MEDIA	El incidente potencial se ha presentado 2 a 11 veces en el área, en el período de un año.	5
ALTA	El incidente potencial se ha presentado 12 o más veces en el área, en el período de un año.	9

ESALB GROUP SAC

Ricardo Salas Bravo
Ricardo Salas Bravo
GERENTE GENERAL

[Volver a Matriz](#)

TABLA 2
SEVERIDAD

Clasificación	Severidad o Gravedad	Puntaje
LIGERAMENTE DAÑINO	Primeros Auxilios Menores, Rasguños, Contusiones, Polvo en los Ojos, Erosiones Leves.	4
DAÑINO	Lesiones que requieren tratamiento medico, esguinces, torceduras, quemaduras, Fracturas, Dislocación, Laceración que requiere suturas, erosiones profundas.	6
EXTREMADAMENTE DAÑINO	Fatalidad – Para / Cuadriplejia – Ceguera. Incapacidad permanente, amputación, mutilación,	8

ESALB GROUP SAC

Ricardo Salas Bravo
Ricardo Salas Bravo
GERENTE GENERAL

[Volver a Matriz](#)

Tabla 3
Evaluación y Clasificación del Riesgo

Severidad → Probabilidad ↓	LIGERAMENTE DAÑINO (4)	DAÑINO (6)	EXTREMADAMEN TE DAÑINO (8)
BAJA (3)	12 a 20 Riesgo Bajo	12 a 20 Riesgo Bajo	24 a 36 Riesgo Moderado
MEDIA (5)	12 a 20 Riesgo Bajo	24 a 36 Riesgo Moderado	40 a 54 Riesgo Importante
ALTA (9)	24 a 36 Riesgo Moderado	40 a 54 Riesgo Importante	60 a 72 Riesgo Crítico

ESALB GROUP SAC
Ricardo Salas Bravo
Ricardo Salas Bravo
GERENTE GENERAL

FUENTE: Elaboración propia (2017) ESALB GROUP SAC

ANEXO N.º 10 RELACIÓN DE SOLICITUDES ENERO 2016

 RELACIÓN DE SOLICITUDES			
CLIENTE: SOUTHERN PERU COPPER CORPORATION			
FECHA: 30 DE ENERO DEL 2016			
SOLICITUDES MES DE ENERO 2016		ENVIADAS	ATENDIDAS
1	Limpieza de serpentín de condensador	1	1
2	Limpieza de sistema eléctrico	1	1
3	Limpieza de serpentín del evaporador	1	1
4	Limpieza de filtros de aire	1	1
5	Limpieza y lubricación del motor ventilador del condensador	1	1
6	Limpieza y lubricación del motor ventilador del evaporador	1	1
7	Limpieza de gabinetes	1	1
8	Recarga de gas refrigerante R-22	1	1
9	Cambio de control de temperatura	1	1
10	Instalación de capacitor de arranque	1	1
11	Desmontaje y montaje de paletas del ventilador	1	1
12	Purgado de agua en tuberías de Fan coil - Chiller	1	1
13	Instalación de lana de vidrio en ductería	1	1
14	Sellado de ductería flexible con cinta de aluminio	1	1
15	Pintado de lona y tocuyo de ductería	1	1
16	Instalación de punto eléctrico	1	1
17	Pintar base de las unidades condensadora	1	0
18	Pequeña caja cuadrada sin tapa en sala confiable	1	1
19	Reubicación letreros de señalización Piso 14	1	1
20	Cambio de lana de vidrio	1	1
		20	19
INDICADOR DE EFICIENCIA		95	%

FUENTE: Elaboración propia (2017) ESALB GROUP SAC

ANEXO N.º 11 RELACIÓN DE SOLICITUDES FEBRERO 2016

 RELACIÓN DE SOLICITUDES			
CLIENTE: SOUTHERN PERU COPPER CORPORATION			
FECHA: 29 DE FEBRERO DEL 2016			
<u>SOLICITUDES MES DE FEBRERO 2016</u>	<u>ENVIADAS</u>	<u>ATENDIDAS</u>	
1	Desmontaje de filtro secador	1	0
2	Limpieza de sistema eléctrico	1	1
3	Limpieza de serpentín del evaporador	1	1
4	Limpieza de filtros de aire	1	1
5	Limpieza y lubricación del motor ventilador del condensador	1	1
6	Limpieza y lubricación del motor ventilador del evaporador	1	1
7	Limpieza de gabinetes	1	1
8	Recarga de gas refrigerante R-22	1	1
9	Cambio de control de temperatura	1	0
10	Instalación de capacitor de arranque	1	1
11	Desmontaje y montaje de paletas del ventilador	1	1
12	Purgado de agua en tuberías de Fan coil - Chiller	1	1
13	Limpieza de serpentín con hidrolavadora	1	1
14	Sellado de ductería flexible con cinta de aluminio	1	1
15	Pintado de lona y tocuyo de ductería	1	1
16	Instalación de punto eléctrico	1	1
17	Instalación de base metálica	1	1
18	Pequeña caja cuadrada sin tapa en sala confiable	1	0
19	Reubicación letreros de señalización Piso 14	1	1
20	Instalación de lona y tocuyo	1	1
		20	17
INDICADOR DE EFICIENCIA		85	%

FUENTE: Elaboración propia (2017) ESALB GROUP SAC

ANEXO N.º 12 RELACIÓN DE SOLICITUDES MARZO 2016

 RELACIÓN DE SOLICITUDES			
CLIENTE: SOUTHERN PERU COPPER CORPORATION			
FECHA: 30 DE MARZO DEL 2016			
SOLICITUDES MES DE MARZO 2016	ENVIADAS	ATENDIDAS	
1	Cambio de motor-ventilador de evaporador	1	1
2	Limpieza de sistema eléctrico	1	1
3	Limpieza de serpentín del evaporador	1	1
4	Limpieza de filtros de aire	1	1
5	Limpieza y lubricación del motor ventilador del condensador	1	1
6	Limpieza y lubricación del motor ventilador del evaporador	1	1
7	Limpieza de gabinetes	1	1
8	Recarga de gas refrigerante R-22	1	1
9	Cambio de control de temperatura	1	1
10	Instalación de capacitor de arranque	1	1
11	Desmontaje y montaje de paletas del ventilador	1	1
12	Purgado de agua en tuberías de Fan coil - Chiller	1	1
13	Instalación de lana de vidrio en ductería	1	0
14	Sellado de ductería flexible con cinta de aluminio	1	1
15	instalación de lona y tocuyo de ductería	1	1
16	Cambio de motor ventilador	1	1
17	Pintar base de las unidades condensadoras	1	1
18	Pequeña caja cuadrada sin tapa en sala confiable	1	1
19	Reubicación letreros de señalización Piso 14	1	1
20	Reparación de ductería	1	1
		20	19
INDICADOR DE EFICIENCIA		95 %	

FUENTE: Elaboración propia (2017) ESALB GROUP SAC

ANEXO N.º 13 RELACIÓN DE SOLICITUDES ABRIL 2016

 RELACIÓN DE SOLICITUDES			
CLIENTE: SOUTHERN PERU COPPER CORPORATION			
FECHA: 30 DE ABRIL DEL 2016			
SOLICITUDES MES DE ABRIL 2016	ENVIADAS	ATENDIDAS	
1	Cambio de motor ventilador	1	1
2	Limpieza de sistema eléctrico	1	1
3	Limpieza de serpentín del evaporador	1	1
4	Limpieza de filtros de aire	1	1
5	Limpieza y lubricación del motor ventilador del condensador	1	1
6	Limpieza y lubricación del motor ventilador del evaporador	1	1
7	Limpieza de gabinetes	1	1
8	Recarga de gas refrigerante R-22	1	1
9	Cambio de control de temperatura	1	1
10	Instalación de capacitor de arranque	1	1
11	Desmontaje y montaje de paletas del ventilador	1	1
12	Purgado de agua en tuberías de Fan coil - Chiller	1	1
13	Instalación de lana de vidrio en ductería	1	0
14	Sellado de ductería flexible con cinta de aluminio	1	0
15	instalación de lona y tocuyo de ductería	1	1
16	Cambio de motor ventilador	1	0
17	Pintar base de las unidades condensadoras	1	1
18	Pequeña caja cuadrada sin tapa en sala confiable	1	0
19	Reubicación letreros de señalización Piso 14	1	1
20	Cambio de filtros de aire	1	0
		20	15
INDICADOR DE EFICIENCIA		75	%

FUENTE: Elaboración propia (2017) ESALB GROUP SAC



ANEXO N.º 14 RELACIÓN DE SOLICITUDES MAYO 2016

 RELACIÓN DE SOLICITUDES			
CLIENTE: SOUTHERN PERU COPPER CORPORATION			
FECHA: 30 DE MAYO DEL 2016			
SOLICITUDES MES DE MAYO 2016	ENVIADAS	ATENDIDAS	
1	Cambio de motor ventilador	1	1
2	Limpieza de sistema eléctrico	1	1
3	Limpieza de serpentín del evaporador	1	0
4	Limpieza de filtros de aire	1	1
5	Limpieza y lubricación del motor ventilador del condensador	1	1
6	Limpieza y lubricación del motor ventilador del evaporador	1	0
7	Limpieza de gabinetes	1	1
8	Recarga de gas refrigerante R-22	1	1
9	Cambio de control de temperatura	1	1
10	Instalación de capacitor de arranque	1	1
11	Desmontaje y montaje de paletas del ventilador	1	1
12	Purgado de agua en tuberías de Fan coil - Chiller	1	1
13	Instalación de lana de vidrio en ductería	1	0
14	Sellado de ductería flexible con cinta de aluminio	1	1
15	Instalación de lona y tocuyo de ductería	1	1
16	Cambio de motor ventilador	1	1
17	Pintar base de las unidades condensadoras	1	1
18	Pequeña caja cuadrada sin tapa en sala confiable	1	1
19	Reubicación letreros de señalización Piso 14	1	1
20	Cambio de contactores	1	1
		20	17
INDICADOR DE EFICIENCIA		85	%

FUENTE: Elaboración propia (2017) ESALB GROUP SAC

ANEXO N.º 15 RELACIÓN DE SOLICITUDES JUNIO 2016

 RELACIÓN DE SOLICITUDES			
CLIENTE: SOUTHERN PERU COPPER CORPORATION			
FECHA: 28 DE JUNIO DEL 2016			
SOLICITUDES MES DE JUNIO 2016	ENVIADAS	ATENDIDAS	
1	Cambio de motor ventilador	1	1
2	Limpieza de sistema eléctrico	1	1
3	Limpieza de serpentín del evaporador	1	1
4	Limpieza de filtros de aire	1	1
5	Limpieza y lubricación del motor ventilador del condensador	1	1
6	Limpieza y lubricación del motor ventilador del evaporador	1	1
7	Limpieza de gabinetes	1	1
8	Recarga de gas refrigerante R-22	1	1
9	Cambio de control de temperatura	1	1
10	Instalación de capacitor de arranque	1	1
11	Desmontaje y montaje de paletas del ventilador	1	1
12	Purgado de agua en tuberías de Fan coil - Chiller	1	1
13	Instalación de lana de vidrio en ductería	1	0
14	Sellado de ductería flexible con cinta de aluminio	1	1
15	instalación de lona y tocuyo de ductería	1	1
16	Cambio de motor ventilador	1	1
17	Pintar base de las unidades condensadoras	1	1
18	Pequeña caja cuadrada sin tapa en sala confiable	1	1
19	Reubicación letreros de señalización Piso 14	1	1
20	Cambio de rodamientos	1	1
		20	19
INDICADOR DE EFICIENCIA		95	%

FUENTE: Elaboración propia (2017) ESALB GROUP SAC

ANEXO N.º 16 RELACIÓN DE SOLICITUDES JULIO 2016

 RELACIÓN DE SOLICITUDES			
CLIENTE: SOUTHERN PERU COPPER CORPORATION			
FECHA: 30 DE JULIO DEL 2016			
SOLICITUDES MES DE JULIO 2016	ENVIADAS	ATENDIDAS	
1	Instalación de relé térmico	1	
2	Limpieza de sistema eléctrico	1	
3	Limpieza de serpentín del evaporador	0	
4	Limpieza de filtros de aire	1	
5	Limpieza y lubricación del motor ventilador del condensador	0	
6	Limpieza y lubricación del motor ventilador del evaporador	1	
7	Limpieza de gabinetes	1	
8	Recarga de gas refrigerante R-22	0	
9	Cambio de control de temperatura	1	
10	Instalación de capacitor de arranque	1	
11	Desmontaje y montaje de paletas del ventilador	1	
12	Purgado de agua en tuberías de Fan coil - Chiller	0	
13	Instalación de lana de vidrio en ductería	1	
14	Sellado de ductería flexible con cinta de aluminio	1	
15	Pintado de lona y tocuyo de ductería	1	
16	Instalación de punto eléctrico	1	
17	Pintar base de las unidades condensadoras	0	
18	Pequeña caja cuadrada sin tapa en sala confiable	0	
19	Reubicación letreros de señalización Piso 14	1	
20	Cambio de ductería en sala de computación	1	
		20	14
INDICADOR DE EFICIENCIA		70	%

FUENTE: Elaboración propia (2017) ESALB GROUP SAC

ANEXO N.º 17 RELACIÓN DE SOLICITUDES AGOSTO 2016

 RELACIÓN DE SOLICITUDES			
CLIENTE: SOUTHERN PERU COPPER CORPORATION			
FECHA: 30 DE AGOSTO DEL 2016			
	SOLICITUDES MES DE AGOSTO 2016	ENVIADAS	ATENDIDAS
1	Desmontaje y montaje de ductería	1	1
2	Limpieza de sistema eléctrico	1	1
3	Limpieza de serpentín del evaporador	1	1
4	Limpieza de filtros de aire	1	0
5	Limpieza y lubricación del motor ventilador del condensador	1	1
6	Limpieza y lubricación del motor ventilador del evaporador	1	0
7	Limpieza de gabinetes	1	1
8	Recarga de gas refrigerante R-22	1	1
9	Cambio de control de temperatura	1	1
10	Instalación de capacitor de arranque	1	1
11	Desmontaje y montaje de paletas del ventilador	1	1
12	Purgado de agua en tuberías de Fan coil - Chiller	1	1
13	Instalación de lana de vidrio en ductería	1	1
14	Sellado de ductería flexible con cinta de aluminio	1	1
15	Pintado de lona y tocuyo de ductería	1	0
16	Instalación de punto eléctrico	1	1
17	Pintar base de las unidades condensadoras	1	0
18	Pequeña caja cuadrada sin tapa en sala confiable	1	1
19	Reubicación letreros de señalización Piso 14	1	1
20	Cambio de contactores en condensador	1	0
		20	15
	INDICADOR DE EFICIENCIA	75	%

FUENTE: Elaboración propia (2017) ESALB GROUP SAC

ANEXO N.º 18 RELACIÓN DE SOLICITUDES SETIEMBRE 2016

 RELACIÓN DE SOLICITUDES			
CLIENTE: SOUTHERN PERU COPPER CORPORATION			
FECHA: 30 DE SETIEMBRE DEL 2016			
SOLICITUDES MES DE SETIEMBRE 2016	ENVIADAS	ATENDIDAS	
1	Limpieza de serpentín de condensador	1	0
2	Limpieza de sistema eléctrico	1	1
3	Limpieza de serpentín del evaporador	1	0
4	Limpieza de filtros de aire	1	1
5	Limpieza y lubricación del motor ventilador del condensador	1	1
6	Limpieza y lubricación del motor ventilador del evaporador	1	0
7	Limpieza de gabinetes	1	1
8	Recarga de gas refrigerante R-22	1	1
9	Cambio de control de temperatura	1	1
10	Instalación de capacitor de arranque	1	1
11	Desmontaje y montaje de paletas del ventilador	1	0
12	Purgado de agua en tuberías de Fan coil - Chiller	1	1
13	Instalación de lana de vidrio en ductería	1	1
14	Sellado de ductería flexible con cinta de aluminio	1	0
15	Pintado de lona y tocuyo de ductería	1	1
16	Instalación de punto eléctrico	1	1
17	Pintar base de las unidades condensadoras	1	0
18	Pequeña caja cuadrada sin tapa en sala confiable	1	1
19	Reubicación letreros de señalización Piso 14	1	1
20	Cambio de rodamientos	1	1
		20	14
INDICADOR DE EFICIENCIA		70	%

FUENTE: Elaboración propia (2017) ESALB GROUP SAC

ANEXO N.º 19 RELACIÓN DE SOLICITUDES OCTUBRE 2016

 RELACIÓN DE SOLICITUDES			
CLIENTE: SOUTHERN PERU COPPER CORPORATION			
FECHA: 30 DE OCTUBRE DEL 2016			
	SOLICITUDES MES DE OCTUBRE 2016	ENVIADAS	ATENDIDAS
1	Limpieza motor ventilador	1	1
2	Limpieza de sistema eléctrico	1	1
3	Limpieza de serpentín del evaporador	1	1
4	Limpieza de filtros de aire	1	0
5	Limpieza y lubricación del motor ventilador del condensador	1	1
6	Limpieza y lubricación del motor ventilador del evaporador	1	1
7	Limpieza de gabinetes	1	0
8	Recarga de gas refrigerante R-22	1	1
9	Cambio de control de temperatura	1	1
10	Instalación de capacitor de arranque	1	1
11	Desmontaje y montaje de paletas del ventilador	1	1
12	Purgado de agua en tuberías de Fan coil - Chiller	1	1
13	Instalación de lana de vidrio en ductería	1	1
14	Sellado de ductería flexible con cinta de aluminio	1	1
15	Pintado de lona y tocuyo de ductería	1	1
16	Instalación de punto eléctrico	1	1
17	Pintar base de las unidades condensadoras	1	0
18	Pequeña caja cuadrada sin tapa en sala confiable	1	1
19	Reubicación letreros de señalización Piso 14	1	1
20	Cambio de bases metálicas	1	1
		20	17
	INDICADOR DE EFICIENCIA	85	%

FUENTE: Elaboración propia (2017) ESALB GROUP SAC

ANEXO N.º 20 RELACIÓN DE SOLICITUDES NOVIEMBRE 2016

 RELACIÓN DE SOLICITUDES			
CLIENTE: SOUTHERN PERU COPPER CORPORATION			
FECHA: 30 DE NOVIEMBRE DEL 2016			
SOLICITUDES MES DE NOVIEMBRE 2016	ENVIADAS	ATENDIDAS	
1	Limpieza de sistema mecánico	1	
2	Limpieza de sistema eléctrico	1	
3	Limpieza de serpentín del evaporador	1	
4	Limpieza de filtros de aire	1	
5	Limpieza y lubricación del motor ventilador del condensador	1	
6	Limpieza y lubricación del motor ventilador del evaporador	1	
7	Limpieza de gabinetes	1	
8	Recarga de gas refrigerante R-22	1	
9	Cambio de control de temperatura	1	
10	Instalación de capacitor de arranque	1	
11	Desmontaje y montaje de paletas del ventilador	1	
12	Purgado de agua en tuberías de Fan coil - Chiller	1	
13	Instalación de lana de vidrio en ductería	1	
14	Sellado de ductería flexible con cinta de aluminio	1	
15	Pintado de lona y tocuyo de ductería	1	
16	Instalación de punto eléctrico	1	
17	Pintar base de las unidades condensadoras	0	
18	Pequeña caja cuadrada sin tapa en sala confiable	1	
19	Reubicación letreros de señalización Piso 14	1	
20	Engrase de sistema mecánico	1	
		20	19
INDICADOR DE EFICIENCIA		95	%

FUENTE: Elaboración propia (2017) ESALB GROUP SAC

ANEXO N.º 21 RELACIÓN DE SOLICITUDES DICIEMBRE 2016

 RELACIÓN DE SOLICITUDES			
CLIENTE: SOUTHERN PERU COPPER CORPORATION			
FECHA: 30 DE DICIEMBRE DEL 2016			
SOLICITUDES MES DE DICIEMBRE 2016	ENVIADAS	ATENDIDAS	
1	Cambio de protector de control de temperatura	1	1
2	Limpieza de sistema eléctrico	1	1
3	Limpieza de serpentín del evaporador	1	1
4	Limpieza de filtros de aire	1	1
5	Limpieza y lubricación del motor ventilador del condensador	1	1
6	Limpieza y lubricación del motor ventilador del evaporador	1	1
7	Limpieza de gabinetes	1	1
8	Recarga de gas refrigerante R-22	1	1
9	Cambio de control de temperatura	1	1
10	Instalación de capacitor de arranque	1	1
11	Desmontaje y montaje de paletas del ventilador	1	1
12	Purgado de agua en tuberías de Fan coil - Chiller	1	1
13	Instalación de lana de vidrio en ductería	1	1
14	Sellado de ductería flexible con cinta de aluminio	1	1
15	Pintado de lona y tocuyo de ductería	1	1
16	Instalación de punto eléctrico	1	1
17	Pintar base de las unidades condensadoras	1	0
18	Pequeña caja cuadrada sin tapa en sala confiable	1	1
19	Reubicación letreros de señalización Piso 14	1	1
20	Forrado de ductería	1	1
		20	19
	INDICADOR DE EFICIENCIA	95	%

FUENTE: Elaboración propia (2017) ESALB GROUP SAC

ANEXO N.º 22 RELACIÓN DE SOLICITUDES ENERO 2017

 RELACIÓN DE SOLICITUDES			
CLIENTE: SOUTHERN PERU COPPER CORPORATION			
FECHA: 30 DE ENERO DEL 2017			
SOLICITUDES MES DE ENERO 2017		ENVIADAS	ATENDIDAS
1	Limpieza de serpentín de condensador	1	1
2	Limpieza de sistema eléctrico	1	1
3	Limpieza de serpentín del evaporador	1	1
4	Limpieza de filtros de aire	1	1
5	Limpieza y lubricación del motor ventilador del condensador	1	1
6	Limpieza y lubricación del motor ventilador del evaporador	1	1
7	Limpieza de gabinetes	1	1
8	Recarga de gas refrigerante R-22	1	1
9	Cambio de control de temperatura	1	1
10	Instalación de capacitor de arranque	1	1
11	Desmontaje y montaje de paletas del ventilador	1	1
12	Purgado de agua en tuberías de Fan coil - Chiller	1	1
13	Instalación de lana de vidrio en ductería	1	1
14	Forrado de tuberías de agua helada	1	1
15	Pintado de lona y tocuyo de ductería	1	1
16	Instalación de punto eléctrico	1	1
17	Cambio de motor compresor	1	0
18	Pequeña caja cuadrada sin tapa en sala confiable	1	1
19	Reubicación letreros de señalización Piso 14	1	1
20	Pintar parte de la pared fuera de sala de reuniones	1	1
		20	19
INDICADOR DE EFICIENCIA		95	%

FUENTE: Elaboración propia (2017) ESALB GROUP SAC

ANEXO N.º 23 RELACIÓN DE SOLICITUDES FEBRERO 2017

 RELACIÓN DE SOLICITUDES			
CLIENTE: SOUTHERN PERU COPPER CORPORATION			
FECHA: 29 DE FEBRERO DEL 2017			
SOLICITUDES MES DE FEBRERO 2017		ENVIADAS	ATENDIDAS
1	Instalación de filtros de aire	1	1
2	Limpieza de sistema eléctrico	1	1
3	Limpieza de serpentín del evaporador	1	1
4	Sellado de fuga de gas en moto compresor	1	1
5	Limpieza y lubricación del motor ventilador del condensador	1	1
6	Limpieza y lubricación del motor ventilador del evaporador	1	1
7	Limpieza de gabinetes	1	1
8	Recarga de gas refrigerante R-22	1	1
9	Cambio de control de temperatura	1	1
10	Instalación de capacitor de arranque	1	1
11	Desmontaje y montaje de paletas del ventilador	1	1
12	Purgado de agua en tuberías de Fan coil - Chiller	1	1
13	Limpieza de serpentín con hidrolavadora	1	1
14	Sellado de ductería flexible con cinta de aluminio	1	0
15	Pintado de lona y tocuyo de ductería	1	1
16	Instalación de punto eléctrico	1	1
17	Instalación de base metálica	1	1
18	Pequeña caja cuadrada sin tapa en sala confiable	1	1
19	Reubicación letreros de señalización Piso 14	1	1
20	Instalación de difusores de aire	1	1
		20	19
INDICADOR DE EFICIENCIA		95	%

FUENTE: Elaboración propia (2017) ESALB GROUP SAC

ANEXO N.º 24 RELACIÓN DE SOLICITUDES MARZO 2017

 RELACIÓN DE SOLICITUDES			
CLIENTE: SOUTHERN PERU COPPER CORPORATION			
FECHA: 30 DE MARZO DEL 2017			
SOLICITUDES MES DE MARZO 2017	ENVIADAS	ATENDIDAS	
1	Instalación de drenaje	1	
2	Limpieza de sistema eléctrico	1	
3	Limpieza de serpentín del evaporador	1	
4	Limpieza de filtros de aire	1	
5	Limpieza y lubricación del motor ventilador del condensador	1	
6	Limpieza y lubricación del motor ventilador del evaporador	1	
7	Limpieza de gabinetes	1	
8	Recarga de gas refrigerante R-22	1	
9	Cambio de control de temperatura	1	
10	Instalación de capacitor de arranque	1	
11	Desmontaje y montaje de paletas del ventilador	1	
12	Purgado de agua en tuberías de Fan coil - Chiller	1	
13	Instalación de lana de vidrio en ductería	0	
14	Sellado de ductería flexible con cinta de aluminio	1	
15	instalación de lona y tocuyo de ductería	1	
16	Cambio de motor ventilador	1	
17	Pintar base de las unidades condensadoras	1	
18	Pequeña caja cuadrada sin tapa en sala confiable	1	
19	Reubicación letreros de señalización Piso 14	1	
20	Instalación rejillas	1	
		20	19
INDICADOR DE EFICIENCIA		95	%

FUENTE: Elaboración propia (2017) ESALB GROUP SAC

ANEXO N.º 25 RELACIÓN DE SOLICITUDES ABRIL 2017

 RELACIÓN DE SOLICITUDES			
CLIENTE: SOUTHERN PERU COPPER CORPORATION			
FECHA: 30 DE ABRIL DEL 2017			
SOLICITUDES MES DE ABRIL 2017	ENVIADAS	ATENDIDAS	
1	Cambio de rodamientos en motor	1	1
2	Limpieza de sistema eléctrico	1	1
3	Limpieza de serpentín del evaporador	1	1
4	Limpieza de filtros de aire	1	1
5	Limpieza y lubricación del motor ventilador del condensador	1	1
6	Limpieza y lubricación del motor ventilador del evaporador	1	1
7	Limpieza de gabinetes	1	1
8	Recarga de gas refrigerante R-22	1	1
9	Cambio de control de temperatura	1	1
10	Instalación de capacitor de arranque	1	1
11	Desmontaje y montaje de paletas del ventilador	1	1
12	Purgado de agua en tuberías de Fan coil - Chiller	1	1
13	Instalación de lana de vidrio en ductería	1	1
14	Sellado de ductería flexible con cinta de aluminio	1	0
15	instalación de lona y tocuyo de ductería	1	1
16	Cambio de motor ventilador	1	1
17	Pintar base de las unidades condensadoras	1	1
18	Pequeña caja cuadrada sin tapa en sala confiable	1	1
19	Reubicación letreros de señalización Piso 14	1	1
20	Instalación de base metálica	1	1
		20	19
INDICADOR DE EFICIENCIA		95	%

FUENTE: Elaboración propia (2017) ESALB GROUP SAC

ANEXO N.º 26 RELACIÓN DE SOLICITUDES MAYO 2017

 RELACIÓN DE SOLICITUDES			
CLIENTE: SOUTHERN PERU COPPER CORPORATION			
FECHA: 30 DE MAYO DEL 2017			
SOLICITUDES MES DE MAYO 2017	ENVIADAS	ATENDIDAS	
1	Cambio de filtro secador	1	
2	Limpieza de sistema eléctrico	1	
3	Limpieza de serpentín del evaporador	1	
4	Limpieza de filtros de aire	1	
5	Limpieza y lubricación del motor ventilador del condensador	1	
6	Limpieza y lubricación del motor ventilador del evaporador	1	
7	Limpieza de gabinetes	1	
8	Recarga de gas refrigerante R-22	1	
9	Cambio de control de temperatura	1	
10	Instalación de capacitor de arranque	1	
11	Desmontaje y montaje de paletas del ventilador	1	
12	Purgado de agua en tuberías de Fan coil - Chiller	1	
13	Instalación de lana de vidrio en ductería	1	
14	Sellado de ductería flexible con cinta de aluminio	1	
15	instalación de lona y tocuyo de ductería	1	
16	Cambio de motor ventilador	1	
17	Pintar base de las unidades condensadoras	1	
18	Pequeña caja cuadrada sin tapa en sala confiable	1	
19	Reubicación letreros de señalización Piso 14	1	
20	Cambio de motor ventilador evaporador	1	
		20	19
INDICADOR DE EFICIENCIA		95	%

FUENTE: Elaboración propia (2017) ESALB GROUP SAC

ANEXO N.º 27 ESTUDIO DE TIEMPOS ACTUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO



FORMATO ESTUDIO DE TIEMPOS

01. Descripción **Proceso Actual**

Depto:	Mantenimiento
Proceso:	Mantenimiento Preventivo
Instalación/Maquina:	No aplica
Herramienta y calibradores:	No aplica

Hoja numero:	#2
Fecha	02/07/2016
comienzo:	08:00:00a.m.
Termino:	06:00:00p.m.
Operario	Juan Torres
Observado por:	Joel Huiza (Practicante)

02. Detalle

Ítem	Proceso	Subactividad	Tiempo Observado						Suma T (min)	Prom T (min)
			OS #1	OS #2	OS #3	OS #4	OS #5	OS #6		
1	Mantenimiento Preventivo	Limpieza de sistema electrico	45	44	46				135	45
2		inspeccion de motores	40	41	39				120	40
3		Limpieza de drenaje, bandeja y filtros de aire	45	44	46				135	45
4		Supervisión	20	21	19				60	20
5		Medición de presión de gas refrigerante	30	29	31				90	30
6		Supervisión (i)	20	22	18				60	20
7		Prueba de funcionamiento	20	21	19				60	20
8		Limpieza - Lavado de serpentín de condensador y lubricación de motores	20	19	21				60	20
9		Limpieza y lavado de serpentín de evaporador (revisión de rodamientos)	30	31	29				90	30
OS: Orden de servicio			270	272	268				810	270
			Tiempo(hrs)						13.5	2.25

03. Observaciones y/o Comentario

Sin comentario

ESALB GROUP SAC
Ricardo Salas Bravo
Ricardo Salas Bravo
GERENTE GENERAL

FUENTE: Elaboración propia (2017) ESALB GROUP SAC

ANEXO N.º 28 ESTUDIO DE TIEMPOS MEJORADO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO



ESTUDIO DE TIEMPOS

01. Descripción **Proceso Mejorado**

Depto:	Mantenimiento
Proceso:	Mantenimiento Preventivo
Instalación/Maquina:	No aplica
Herramienta y calibradores:	No aplica

Hoja numero:	#2
Fecha:	02/08/2016
comienzo:	08:00
Termino:	06:00 p.m.
Operario:	Juan Torres
Observado por:	Joel Huiza (Practicante)

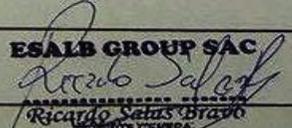
02. Detalle

Item	Proceso	Subactividad	Tiempo Observado						Suma T (min)	Prom T (min)
			OS #1	OS #2	OS #3	OS #4	OS #5	OS #6		
1	Mantenimiento Preventivo	Limpieza - Lavado de serpentín de condensador y lubricación de motores	25	24	25	26			100	25
2		Limpieza de sistema eléctrico	20	20	22	18			80	20
3		Limpieza y lavado de serpentín de evaporador (revisión de rodamientos)	35	35	36	34			140	35
4		Inspección de motores ventiladores	10	9	10	11			40	10
5		Limpieza de drenaje, bandeja y filtro de aire	20	19	21	20			80	20
6		Supervisión (i)	10	9	11	10			40	10
7		Medición de presión de gas refrigerante.	10	11	9	10			40	10
8		Supervisión (f)	10	10	10	10			40	10
9		Prueba de funcionamiento	30	31	29	30			120	30
Tiempo (OS) en minutos			170	168	173	169			680	170
			Tiempo (hrs)						11	2

OS: Orden de servicio

Observaciones y/o Comentario

Sin comentario



ESALB GROUP S.A.C.
Ricardo Salas Bravo
GERENTE GENERAL

FUENTE: Elaboración propia (2017) ESALB GROUP SAC

ANEXO N.º 29 ESTUDIO DE TIEMPOS ACTUAL DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO



ESTUDIO DE TIEMPOS

01. Descripción **Proceso Actual**

Depto:	Mantenimiento		Hoja numero:	#1
Proceso:	Mantenimiento Correctivo		Fecha:	02/07/2016
Intalación/Maquina:	No aplica		comienzo:	08:00:00a.m.
Herramienta y calibradores:	No aplica		Termino:	06:05:00p.m.
			Operario:	Nestor Zapata
			Observado por:	Xavier Quispe (Practicante)

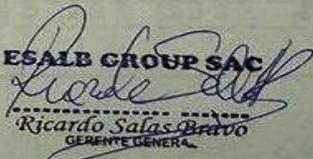
02. Detalle

item	Proceso	Subactividad	Tiempo Observado						Suma T (min)	Prom t (min)
			OS #1	OS #2	OS #3	OS #4	OS #5	OS #6		
1	Mantenimiento Correctivo	Limpieza- Lavado (Serpentin)	45	46	44				135	45
2		Limpieza de sistema eléctrico	30	28	32				90	30
3		Limpieza y lavado (Lubricación de rodamientos)	35	34	36				105	35
4		Inspección de motores ventiladores	45	43	47				135	45
5		Limpieza de drenaje, bandeja y filtros de aire	30	29	31				90	30
6		Supervisión (i)	20	19	21				60	20
7		Medición de presión de gas refrigerante	30	29	31				90	30
8		Supervisión (f)	20	19	21				60	20
9		Prueba de funcionamiento	30	31	29				90	30
Tiempo (OS)			285	278	292				855	285
						Tiempo(hrs)			14.25	4.75

OS: Orden de servicio

03. Observaciones y/o Comentario

Sin comentario



ESALB GROUP SAC
Ricardo Salas Bravo
GERENTE GENERAL

FUENTE: Elaboración propia (2017) ESALB GROUP SAC

ANEXO N.º 30 ESTUDIO DE TIEMPOS MEJORADO MANTENIMIENTO CORRECTIVO



FORMATO DE ESTUDIO DE TIEMPOS

01. Descripción **Proceso Mejorado**

Depto:	Mantenimiento
Proceso:	Mantenimiento Correctivo
Intalación/Maquina:	No aplica
Herramienta y calibradores:	No aplica

Hoja numero:	#2
Fecha	02/08/2016
comienzo:	09:00
Termino:	06:00 p.m.
Operario	Nestor Zapata
Observado por:	Xavier Quispe (Practicante)

02. Detalle

Item	Proceso	Subactividad	Tiempo Observado						Suma T (min)	Prom t (min)
			OS #1	OS #2	OS #3	OS #4	OS #5	OS #6		
1	Mantenimiento Correctivo	Limpieza y lavado de serpenin y condensador	25	24	26				75	25
2		cambio de capacitor de arranque de motor compresor	15	15	15				45	15
3		Cambio de rodamiento a motor ventilador	20	34	36				90	30
4		Limpieza-lavado de serpentin de evaporador y cambio de capacitor	25	26	24				75	25
5		Cambio de Relay de evaporador	10	10	10				30	10
6		Supervisión (i)	10	21	19				50	17
7		Recarga de gas refrigerante	10	9	11				30	10
8		Supervisión (f)	10	11	9				30	10
9		Verif. de funcionamiento y llenado de solicitud	20	31	29				80	27
Tiempo (OS)			145	181	179				505	84
			Tiempo (hrs)						8.42	1.40

OS: Orden de servicio

Observaciones y/o Comentario

Sin comentario

ESALB GROUP SAC
Ricardo Salas Bravo
GERENTE GENERAL

FUENTE: Elaboración propia (2017) ESALB GROUP SAC