

FACULTAD DE INGENIERIA
Carrera de INGENIERIA INDUSTRIAL

**“PROPUESTA DE MEJORA EN LA GESTIÓN
DEL MANTENIMIENTO PARA REDUCIR LOS
COSTOS OPERACIONALES EN LA EMPRESA
DEL RUBRO DE SERVICIOS CORPAC S.A.”**

Tesis para optar el título profesional de

INGENIERO INDUSTRIAL

Autores:

Norma Elizabeth Hernández Urteaga

Ronald Percy Hinostroza Sedano

Asesor:

Ing. Katherine del Pilar Arana Arana

DEDICATORIA

El presente trabajo investigativo lo dedicamos principalmente a Dios, por ser el inspirador y darnos fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A nuestros padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes hemos logrado llegar hasta aquí y convertirnos en lo que somos. Ha sido el orgullo y el privilegio de ser sus hijos, son los mejores padres.

A nuestros hermanos(as) por estar siempre presentes, acompañándonos y por el apoyo moral, que nos brindaron a lo largo de esta etapa de nuestras vidas.

A todas las personas que nos han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por guiarnos en nuestro camino y permitirnos concluir con nuestro objetivo.

A nuestros padres quienes son nuestro motor y nuestra mayor inspiración, que a través de su amor, paciencia, buenos valores, nos ayudan a trazar nuestro camino.

A nuestras parejas por ser el apoyo incondicional en nuestras vidas, que con su amor y respaldo, nos ayudan a alcanzar nuestros objetivos.

Y por supuesto a nuestra querida Universidad y a todas las autoridades, por permitirme concluir con una etapa de nuestras vidas, gracias por la paciencia, orientación y guiarnos en el desarrollo de esta investigación.

TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS	7
RESUMEN	9
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	11
CAPÍTULO II: MÉTODO	17
CAPÍTULO III: RESULTADOS	21
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	76
REFERENCIAS	79
ANEXOS	82

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01: Matriz de operacionalización de variables.....	20
Tabla 02: Eventos de mantenimiento preventivo antes de la mejora.....	26
Tabla 03: Disponibilidad del compresor antes de la mejora.....	27
Tabla 04: MTBF del compresor antes de la mejora.....	29
Tabla 05: MTTR del compresor antes de la mejora.....	30
Tabla 06: MPF del compresor antes de la mejora.....	32
Tabla 07: Materiales e insumos en condiciones inadecuadas.....	34
Tabla 08: Productos defectuosos o equivocados de requerimiento.....	36
Tabla 09: Diagnóstico relación de costos actuales.....	37
Tabla 10: Matriz de operacionalización de variables antes de la mejora.....	39
Tabla 11: Matriz de operacionalización de variables antes de la mejora.....	40
Tabla 12: Cronograma de capacitaciones.....	45
Tabla 13: Temario de las capacitaciones.....	46
Tabla 14: Plan de implementación de las 5’S.....	52
Tabla 15: Orden y estandarización.....	53
Tabla 16: Plan de limpieza	54
Tabla 17: Estandarización	55
Tabla 18: Disciplina.....	56

Tabla 19: Disponibilidad después de la mejora – eventos.....	57
Tabla 20: Disponibilidad del compresor después de la mejora.....	58
Tabla 21: MTBF del compresor después de la mejora.....	58
Tabla 22: MTTR del compresor después de la mejora.....	59
Tabla 23: MPF después de la mejora.....	60
Tabla 24: Inconformidades después de la mejora.....	61
Tabla 25: Incidencias después de la mejora.....	62
Tabla 26: Matriz de operacionalización de variables después de la mejora.....	63
Tabla 27: Matriz de operacionalización de variables después de la mejora.....	64
Tabla 28: Inversión plan de capacitación.....	65
Tabla 29: Inversión plan de mantenimiento.....	65
Tabla 30: Inversión homologación de proveedores.....	66
Tabla 31: Inversión 5’S	66
Tabla 32: Vida útil de artículos.....	67
Tabla 33: Listado de productos depreciados	67
Tabla 34: Beneficio costo Cr3	68
Tabla 35: Beneficio costo Cr1.....	68
Tabla 36: Beneficio costo Cr5.....	69
Tabla 37: Beneficio costo Cr2.....	69
Tabla 38: Costos operativos.....	70

Tabla 39: Estado de resultados.....	70
Tabla 40: Flujo de caja.....	71
Tabla 41: Costo pérdida actual VS costo después la mejora.....	72

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01: Diagrama de análisis de proceso.....	22
Figura 02: Diagrama de Ishikawa.....	23
Figura 03: Encuesta de matriz de priorización.....	24
Figura 04: Diagrama de Pareto.....	25
Figura 05: Disponibilidad del compresor antes de la mejora.....	28
Figura 06: Compresor QD65Y del área de mantenimiento.....	29
Figura 07: Cambio de pieza del compresor QD65Y.....	31
Figura 08: Gráfica de la productividad actual del mantenimiento.....	33
Figura 09: Falta de orden y limpieza en el área de mantenimiento.....	35
Figura 10: Esquema de mejora en la gestión del mantenimiento.....	39
Figura 11: Sistema de gestión de mantenimiento basado en el ciclo PHVA.....	40
Figura 12: Plan de mantenimiento preventivo.....	41
Figura 13: Etapas del plan de capacitación.....	42
Figura 14: Formato de homologación de proveedores.....	44

Figura 15: Compresor principal de planta de mantenimiento.....	49
Figura 16: Aplicación de las 5’S en compresor.....	50
Figura 17: Orden y limpieza del área.....	51
Figura 18: Evaluación y periodo de disciplina.....	53
Figura 19: Pérdida actual VS beneficio (S/.).....	68
Figura 20: Pérdida actual VS beneficio (%)......	69
Figura 21: Causa raíz antes de mejora VS después de la mejora (S/.).....	69
Figura 22: Causa raíz antes de mejora VS después de la mejora (%)......	70
Figura 23: Pérdida actual VS beneficio con la inversión (S/.).....	70
Figura 24: Pérdida actual VS beneficio con la inversión (%)......	71

RESUMEN

La presente investigación tiene como primordial objetivo determinar el efecto de la propuesta de mejora en la gestión del mantenimiento de la empresa de servicios aéreos CORPAC S.A. con el fin de lograr reducir los altos costos operacionales que se presentan. Para ello, se elaboró un diagnóstico general del área objeto de estudio, la cual refiere al área de mantenimiento. Luego, para poder desarrollar adecuadamente el diagnóstico, utilizamos las siguientes herramientas: diagrama de Ishikawa, encuesta y matriz de priorización de causas raíces e indicadores. Teniendo en cuenta lo anterior, se pudieron determinar los costos pérdida actuales de la empresa, por lo que se procedió a ejecutar la propuesta de mejora para cada causa raíz, empezando por un plan de capacitación, seguido de un plan de mantenimiento, homologación de proveedores y, finalmente, las 5's. Posteriormente, se realizó un análisis económico financiero, con el fin de corroborar si la propuesta planteada es factible, obteniendo así un VAN de S/22,251.76, TIR de 87% y B/C de S/1.73. De esta manera, podemos establecer que la aplicación de las diversas técnicas y herramientas de ingeniería industrial son factibles y estas generan un beneficio considerable para la empresa CORPAC S.A.

Palabras clave: Gestión del mantenimiento, costos operacionales.

ABSTRACT

The main objective of this research is to determine the effect of the improvement proposal in the maintenance management of the CORPAC S.A. air services company. in order to reduce the high operational costs that arise. For this, a general diagnosis of the area under study was developed, which refers to the maintenance area. Then, in order to properly develop the diagnosis, we used the following tools: Ishikawa diagram, survey and prioritization matrix of root causes and indicators. Taking into account the above, the current loss costs of the company could be determined, so the improvement proposal was executed for each root cause, starting with a training plan, followed by a maintenance plan, supplier approval and finally the 5's. Subsequently, a financial economic analysis was carried out, in order to corroborate if the proposed proposal is feasible, thus obtaining a NPV of S/22,251.76, IRR of 87% and B/C of S/1.73. In this way, we can establish that the application of the various industrial engineering techniques and tools are feasible and that they generate a considerable benefit for the company CORPAC S.A.

Keywords: Maintenance management, operating costs.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

El mantenimiento es una actividad propia de la ingeniería que emplea multitud de recursos tales como sofisticados instrumentos de medida, potentes equipos informáticos y programas específicos. Estudios realizados recientemente, señalan que el mantenimiento implica a toda la economía nacional de forma que representa un por ciento del Producto Interior Bruto (PIB). Esto da una idea de la importancia del mantenimiento como sector estratégico que da trabajo a multitud de profesionales, de todo tipo de calificación (Fragas et al., 2016).

A nivel internacional, (Herrera Caldas, 2015) en su trabajo de investigación denominado “Desarrollo de un plan de gestión de mantenimiento de software para el Departamento de Sistemas de la Universidad Politécnica Salesiana basado en la norma ISO/IEC 14764:2006”, tiene como objetivos diseñar un plan de mantenimiento, evaluando las principales herramientas informáticas que para automatizar este proceso. Señala como resultado que el plan de mantenimiento contribuye de manera directa a hacer frente a los problemas de calidad en función al mantenimiento, además de lograr un aumento de la productividad hasta en un 46.05% en base a las iteraciones y los mantenimientos realizados. Adicionalmente, los efectos de los cambios realizados en el mantenimiento sobre el personal son constantes y permanentes.

(Miranda & Antonio, 2016) en su trabajo de investigación denominado “Análisis del sistema de gestión de mantenimiento del área de prensas de la empresa Autotek, planta Puebla”, diagnosticaron los principales como los eventos esporádicos o fallos mayores en su maquinaria o equipo, los cuales han afectado la disponibilidad o capacidad productiva, el trabajo se centra en la confiabilidad y predicción de fallas basadas en la gestión del mantenimiento. Los resultados mostrados son eficaces, ya que concluyen en un aumento de más del 83.93% en la disponibilidad y confiabilidad de los equipos, alcanzando un beneficio económico bastante significativo y conveniente para la empresa.

A nivel nacional, (Urrutia & Michael, 2017) en su tesis “Implementación de un sistema de gestión del mantenimiento en una planta convertidora de papel de 10 T/Hr”, puntualiza en la evaluación del estado del mantenimiento y en base a los resultados obtenidos, desarrolla los planes y estrategias para la mejora y optimización del sistema basado en los equipos, los recursos humanos, los trabajos y los costos. Se obtuvo que mediante la correcta implementación del nuevo sistema de mantenimiento se genera un beneficio económico anual de aproximadamente S/. 30,000,000 lo cual representa un incremento de 5% en términos financieros.

(Gamarra Antonio, 2018) en su tesis titulada “Propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento del área de hilandería en las etapas de pre hilado para una empresa textil basado en la implementación de TPM”, muestra como objetivo central del proyecto el enfoque en reducir los efectos del problema

identificado dentro del proceso de pre hilado, donde se observa una pérdida de eficiencia en los equipos, buscando la mejora de la disponibilidad de las máquinas, utilizando herramientas de diagnóstico y el análisis de las causas que generan las paralizaciones no programadas en los equipos. Se concluye el beneficio económico es significativo, por lo que se recopiló resultados por un periodo determinado de 3 meses y se obtiene hasta el 26% de recuperación de horas por paralizaciones, lo cual representa cerca de S/. 26,000 en productos en proceso, favoreciendo considerablemente a la empresa.

A nivel local, (Soto Huaripata & Arteaga Malca, 2021) en su tesis “Gestión de mantenimiento para incrementar la disponibilidad de la estación de bombas GEHO para aguas residuales en una empresa minera de Cajamarca 2020” desarrolla como objetivos realizar un diagnóstico de la situación actual de la estación de bombas en donde se desarrolla el proyecto de investigación, para después elaborar el plan de gestión de mantenimiento, previamente se identificó las características de funcionabilidad con la intención de evaluar oportunidades de mejoras. El estudio concluye en que se incrementó la disponibilidad en 95.6% en la estación de bombas GEHO, con la implementación de la gestión de mantenimiento. Asimismo, la propuesta cuantifica y valida mediante la evaluación económica financiera que el proyecto es viable, arrojando un ROI de \$3.28: \$1 por la adquisición de proyectos capitalizables, además se obtiene un VAN de \$49,689,355 en el flujo de caja siendo calculado a 5 años.

(Salazar Alza & Portal Arribasplata, 2016) en sus tesis “Propuesta de

implementación de mantenimiento productivo total (TPM) en la gestión de mantenimiento para incrementar la disponibilidad operativa de los equipos de movimiento de tierras en la empresa Multiservicios Punre S.R.L.” detallan el proceso de la implementación de la gestión de mantenimiento en una empresa del rubro de servicios, obtenido como resultados que la aplicación de la herramienta del TPM en los equipos de movimiento de tierras alcanza un incremento de la disponibilidad operativa, la cual se mantiene con un equivalente o mayor porcentaje al 85%, siendo beneficioso para la empresa.

La empresa CORPAC S.A. es una empresa contratista de servicios de mantenimiento vinculados al transporte aéreo, que ejecuta sus operaciones en el distrito de Cajamarca. La empresa brinda servicios de mantenimiento múltiples en los principales aeropuertos del país, tales como el mantenimiento electromecánico, informático de PLC, predictivo con técnicas termográficas y análisis de vibraciones y el mantenimiento de frío industrial. La empresa cuenta con especialistas en el ámbito, los cuales se encargan de conservar los equipos utilizados para las labores en buen estado.

El trabajo se desarrolló en el área de mantenimiento de la empresa, la cual cuenta con 7 operarios, 3 mecánicos, 6 electricistas y un supervisor encargado. El trabajo se enfocó principalmente en utilizar las diversas metodologías, técnicas y herramientas de la ingeniería industrial y la gestión del mantenimiento para reducir los altos costos operativos de la empresa, dado que el área presenta diversos problemas como la baja disponibilidad de los equipos, baja productividad del personal, falta de orden y limpieza en el área de trabajo,

herramientas de trabajo inadecuadas o defectuosas y falta de equipos de protección personal, los cuales incurren en pérdidas económicas con una cifra equivalente a S/ 165,584.94 además de generar desconfianza e indecisión entre los principales clientes.

Tal como indica (Vaughn, 2014) Se ha definido la gestión de mantenimiento como: las actuaciones con las que la dirección de una organización de mantenimiento sigue una política determinada. La gestión de mantenimiento es responsable de armonizar los activos fijos, minimizando los tiempos de parada y los costos asociados a los mismos. Es por esto, que una adecuada gestión de mantenimiento, en el marco de una filosofía del personal orientada hacia la calidad, ayuda a incrementar la productividad, por lo que es de vital importancia el estudio de los aspectos que pueden afectarla.

De manera similar, (Herrera-Galán & Duany-Alfonzo, 2016) señalan que un sistema de gestión del mantenimiento puede aportar beneficios como: la reducción del esfuerzo anual en mantenimiento en un 31% debido a la optimización de los recursos humanos, reducción del Uso Anual de Materiales de Recambios en un 21%, Reducción de Inventarios en Almacén de Recambios en un 20%, aumento de la Eficiencia de las Instalaciones en un 2%.

Por otro lado, (Castro, 2016) define los costos operacionales como aquellos que incluyen todos los costos necesarios para dar a conocer el producto o servicio y llevar las órdenes a los clientes (ventas); asimismo incluyen los costos de organización que lógicamente no pueden ser incluidos en la producción o en el mercadeo (administración) como salarios de ejecutivos,

contabilidad, relaciones públicas y demás costos.

De manera similar, (Gascó, 2019) conceptualiza los costos operacionales como los gastos económicos que una empresa tiene que asumir por sus operaciones empresariales o de negocios. Por ello, hablar de costo operacional es hablar de recursos que son consumidos. De igual forma, el costo operacional nos ayuda a establecer una referencia para medir las ganancias.

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es el impacto de la propuesta de mejora en la gestión del mantenimiento sobre los costos operacionales en la empresa del rubro de servicios CORPAC S.A.?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar el impacto de la propuesta de mejora en la gestión del mantenimiento sobre los costos operacionales en la empresa del rubro de servicios CORPAC S.A.

1.3.2. Objetivos específicos

- Diagnosticar la realidad actual del área de mantenimiento de la empresa de servicios CORPAC S.A.
- Evaluar los costos operacionales actuales de la empresa
- Diseñar las mejoras en la gestión del mantenimiento.
- Evaluar de modo económico financiero la mejora planteada.

1.4. Hipótesis

La propuesta de mejora en la gestión del mantenimiento reduce los costos operacionales en el área de mantenimiento de la empresa del rubro de servicios CORPAC S.A.

CAPÍTULO II. METODO

2.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación según el propósito es aplicado, ya que es imprescindible un marco teórico sobre el cual se basará para obtener una solución al problema. Según enfoque es cuantitativa, ya que las variables estudiadas son numéricas. Según el alcance es explicativa, ya que el objetivo del estudio es analizar las causas que influyen sobre los altos costos operativos del área. Y según el diseño, es pre experimental, ya que se plantearán las soluciones usando las herramientas de ingeniería. (Hernández, 2010).

2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)

La población está agrupada por los 35 activos fijos (equipos y maquinarias) de la empresa CORPAC S.A., entre las principales, la maquinaria crítica, (Compresor QD65Y) y para la muestra, se trabajará con el 100% de la población, ya que se logró obtener la información necesaria de las fichas de registro operativo (ver figura 03).

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

Validación de instrumentos de recopilación de datos

Los formatos usados para la recolección de datos como la encuesta, fue tomada como referencia de la tesis de (Infante & Aliaga, 2016) titulada “Propuesta de mejora en las áreas de producción y calidad de la línea de calzado Hawaii para incrementar la rentabilidad de la empresa Calzado Gretty” en donde este instrumento es clave para obtener los datos necesarios sobre la problemática del área de la empresa.

Recolección de datos

- **Observación directa**

Se realizará un análisis teniendo principalmente como base los datos históricos que arroja la empresa estudiada, de las cuales aún no se ha incurrido en acciones correctivas para optimizar el proceso.

- **La entrevista**

Permitirá examinar y evaluar detenidamente el panorama de los colaboradores del área de trabajo y del cumplimiento de funciones. Los instrumentos utilizados serán: lapicero, cámara y finalmente, un formulario de preguntas. Será aplicada estrictamente a los trabajadores del área en estudio.

- **Análisis documental**

Permitirá obtener la información general y base de costos del área de mantenimiento. Para esto se empleará el correo electrónico corporativo, laptop o pc, hoja de cálculo, lapicero y un cuaderno de notas. Será aplicada a la empresa en estudio.

- **Análisis e interpretación de datos**

Para poder examinar y estimar los indicadores y las herramientas en la gestión del mantenimiento, el software a emplear será Microsoft Excel y Microsoft Word, donde se simulará la propuestamente posteriormente a su aplicación, lo cual permitirá comparar los resultados obtenidos para finalmente evaluarlos y analizarlos.

- **Aspectos éticos**

Para el presente trabajo, se cuenta con la debida autorización del jefe del área de la empresa en estudio, por lo que los datos tomados son estrictamente

empleados con fines netamente académicos. De igual forma, todas las fuentes consultadas están siendo citadas en la redacción del informe.

2.4. Procedimiento

Para el presente trabajo en el área de taller de mantenimiento, se realizó siguiendo una secuencia de pasos, los cuales se describen a continuación:

- Encuesta general a todos los colaboradores del área de taller.
- Recopilación de toda la información del área de taller de mantenimiento (datos, registros, formatos, proveedores, etc.).
- Observación directa se realizará con el único propósito de conocer el flujo de los tiempos de mantenimiento.
- La identificación de todos los problemas en el área de mantenimiento.
- El análisis correspondiente y al detalle para identificar a que causas raíces se le debe dar una pronta solución.
- Desarrollo de una mejora mediante la aplicación de las técnicas y herramientas de la ingeniería industrial.
- Evaluación económica financiera de la solución propuesta.

2.5. Matriz de operacionalización de Variables

Tabla 1

Matriz de operacionalización de variables

Variable	Definición Conceptual	Indicadores	Fórmulas
INDEPENDIENTE: Gestión del Mantenimiento	Gestión del Mantenimiento es el conjunto de operaciones con el objetivo de garantizar la continuidad de la actividad operativa, evitando atrasos en el proceso por averías de máquinas y equipos. (García, 2018).	Disponibilidad	$\frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \times 100\%$
		MTBF	$\frac{\text{Tiempo de reparación}}{\text{Total paradas}}$
		MTTR	$\frac{\text{Tiempo total} - \text{tiempo perdido}}{\text{Total paradas}}$
		Productividad de Mantenimiento	$\frac{T \times C \times E}{h} \times 100\%$
		Incidencias	$\frac{\text{Incidencias por orden y limpieza}}{\text{Total de incidencias}} \times 100\%$
		Inconformidades	$\frac{\text{Productos equivocados o defectuosos}}{\text{Total de productos}} \times 100\%$

Variable	Definición conceptual	Indicadores	Fórmulas
DEPENDIENTE: Costos Operacionales	Los costos operacionales son aquellos en los que incurre una empresa por el hecho de realizar su principal actividad productiva. (Gascó, 2019).	Costo por disponibilidad	$N^{\circ} \text{ de correctivos} \times \text{Duración} \times \text{Costo M.O.}$
		Costo del MTBF	$\text{Total paradas} \times \text{Duración} \times \text{Costo M.O.}$
		Costo del MTTR	$T. \text{ total} - T. \text{ perdido} \times \text{Costo M.O.}$
		Costo de productividad de Mantenimiento	$\text{Hrs. improductivas} \times \text{Costo M.O.}$
		Costo por incidencias	$\sum \text{ de material en mal estado} \times \text{Costo Unit.}$
		Costo por inconformidades	$\text{Total de productos errados} \times C. \text{ producto} \times C. \text{ demora}$

Fuente: *elaboración propia.*

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1. Datos generales de la empresa

- Razón social: CORPAC S.A.
- Ruc: 20100004675.
- Tipo de empresa: sociedad anónima cerrada.
- Dirección legal: Av. Elmer Faucett nro. 3400 (aeropuerto internacional Jorge Chávez) prov. cont. del Callao – Callao.
- Fecha de inicio de actividades: 01/Diciembre/1998.
- Condición: activo.
- Giro de negocio: actividades de servicios vinculadas al transporte aéreo
- CIU: 50304
- Sistema de comprobantes: manual/computarizado.
- Clientes: empresas industriales, aeropuertos.

3.2. Misión y visión

- Ser líder en la gestión y provisión de los Servicios de Navegación Aérea y Aeroportuarios en Sudamérica.
- Gestionar los Servicios de navegación Aérea y Aeroportuarios con seguridad, eficiencia y calidad.

3.3. Diagrama de análisis de proceso e Ishikawa

A continuación, se presenta el diagrama de análisis de proceso de mantenimiento e Ishikawa de la empresa en estudio CORPAC S.A.

Figura 1

Diagrama de análisis de proceso

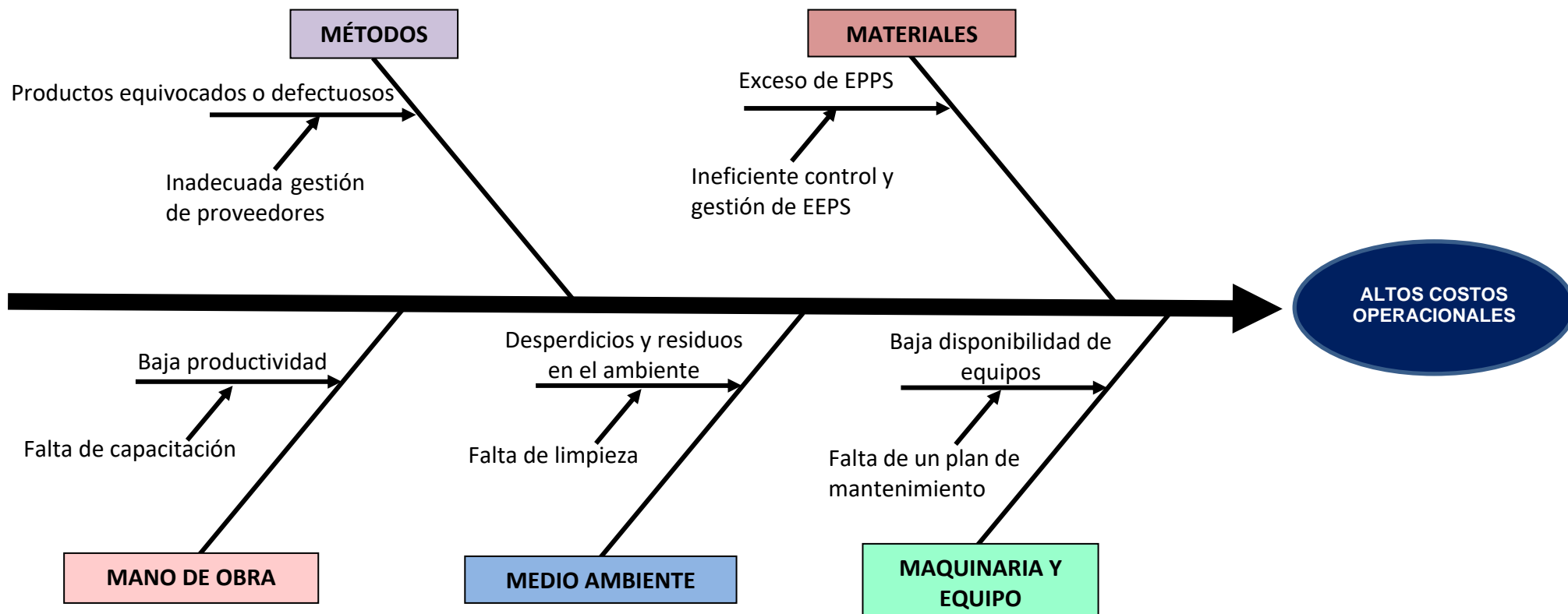
Empresa:	CORPAC S.A.	Actividad	Símbolo	Cantidad
Área:	Mantenimiento	Almacenamiento	▽	0
Hoja:	1 de 1	Inspección	□	0
Elaborado por:	Rodrigo Espinoza	Demora	D	0
Proceso:	Mantenimiento	Operación	○	6
		Transporte	⇨	2
Periodo:	2021	Distancia (m)		
		Tiempo (min)		

Ítem	No	Actividad	Símbolo					Distancia m.	Tiempo min.	Tiempo min.	Valor	
			▽	□	D	○	⇨				SÍ	NO
Recepción de la orden de compra	1	Solicitud de atención de falla				●		-	02.14 min	04.15 min	X	
	2	Recepción de solicitud de reparación de equipo				●		-	00.31 min		X	
	3	Generación de orden de trabajo				●		-	00.22 min		X	
	4	Traslado a los talleres					●	-	01.48 min			X
Descarga de productos	5	Reparación de fallas				●		-	230.15 min	419.34 min	X	
	6	Solicitud de adquisición de repuestos				●		3	01.35 min			X
	7	Mantenimiento correctivo o preventivo				●		-	187.26 min		X	
	8	Traslado a planta					●	-	00.58 min		X	
Total			0	0	0	6	2	3	07.06 h			

Fuente: *elaboración propia.*

Figura 2

Diagrama de Ishikawa



Fuente: elaboración propia

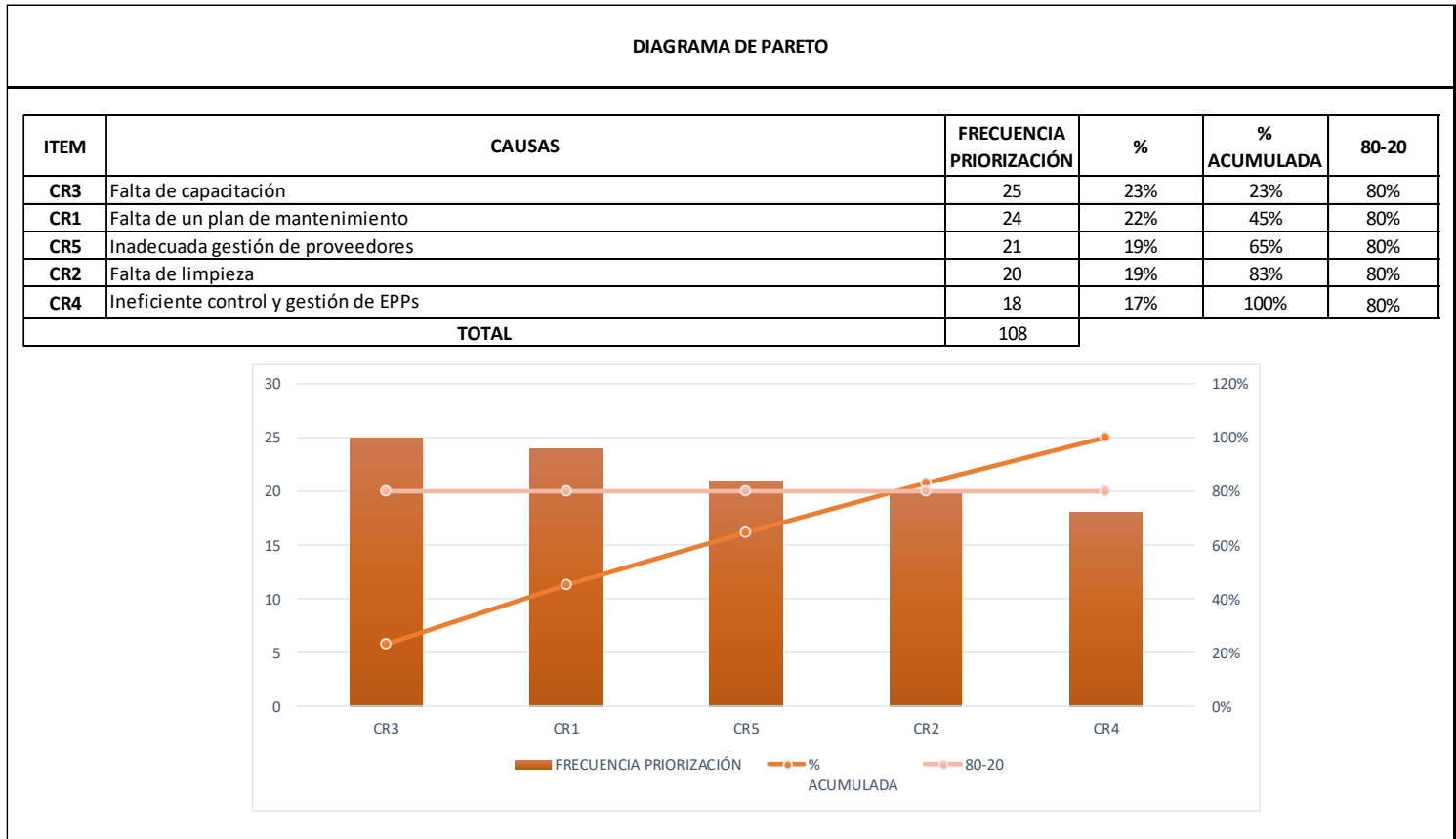
Después de elaborar el diagrama de Ishikawa y determinar las causas raíces, las cuales son: falta de un plan de mantenimiento, falta de limpieza, falta de capacitación, ineficiente control y gestión de EPPs e inadecuada gestión de proveedores, se procedió a aplicar una encuesta a todos los colaboradores del área de taller (ver figura 3) para posteriormente, elaborar un diagrama de Pareto (ver figura 4), para un mejor análisis del todo el panorama de la empresa.

Figura 3
Encuesta de matriz de priorización

ENCUESTA DE MATRIZ DE PRIORIZACIÓN				
ÁREA: MANTENIMIENTO				
Problema: ALTOS COSTOS OPERACIONALES				
Nombre: _____				
Marque con una "X" la valorización que considere en cada causa.				
	Valorización	Puntaje		
	Alto	3		
	Regular	2		
	Bajo	1		
	Sin impacto	0		
EN LAS SIGUIENTES CAUSAS CONSIDERE EL NIVEL DE PRIORIDAD QUE CONSIDERE ADECUADO:				
Causa	Preguntas con Respecto a las Principales Causas	Calificación		
		Alto	Regular	Bajo
Cr1	Falta de un plan de mantenimiento			
Cr2	Falta de limpieza			
Cr3	Falta de capacitación			
Cr4	Ineficiente control y gestión de EPPs			
Cr5	Inadecuada gestión de proveedores			

Fuente: elaboración propia

Figura 4
Diagrama de Pareto



Fuente: elaboración propia

De acuerdo con el diagrama de Pareto mostrado previamente, se puede apreciar las 4 causas raíces principales, las cuales, según los resultados obtenidos tras la evaluación al personal del área, son a las que se deben brindar una solución de manera inmediata.

3.4. Diagnóstico de la variable independiente: Gestión del mantenimiento

A continuación, se muestra el diagnóstico de la variable gestión del mantenimiento, el cual se realizó a través de diversos formatos utilizados por la empresa para llevar un control más exacto de los datos.

3.4.1. Diagnóstico de la disponibilidad

Debido a que no existe un plan de mantenimiento, la disponibilidad de los equipos es de 88.74% (Tabla 3) por lo que se obtuvo la información de la disponibilidad de la compresora principal del área antes de la aplicación de la mejora, ya que presenta diversas fallas y paradas inesperadas que ocasionan pérdidas de tiempo y económicas. Para esto, se tomó en cuenta el número de mantenimientos correctivos hechos por mes, así como también la respectiva duración de estos. Los resultados se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 2

Eventos de mantenimiento preventivo antes de la mejora

Eventos Compresor QD65Y - ANTES				
Mes	Número de correctivos (Eventos)	Duración de correctivos (horas)	Costo MO por hora (S/)	Costo pérdida (S/)
Jul	37	78.85	6.51	18992.60
Ago	32	77.9	6.51	16228.13
Sep	39	79.7	6.51	20235.03
Oct	34	81.6	6.51	18061.34
Nov	30	78.14	6.51	15260.74
Dic	35	79.79	6.51	18180.15
TOTAL	207	475.98		S/ 106,958.00

Fuente: elaboración propia

En la tabla anterior (Tabla 2), se puede observar el número de correctivos no programados para la compresora del año 2019, así como el total de horas empleadas para esta actividad, dando una total de 207 y 475.98 respectivamente. Se puede observar también que el mes de Setiembre es el que alcanza la mayor cantidad correctivos con una cifra de 39 eventos. Luego de determinar los costos requeridos para el trabajo, se puede apreciar que esta causa raíz representa un costo pérdida equivalente a S/106,958.00

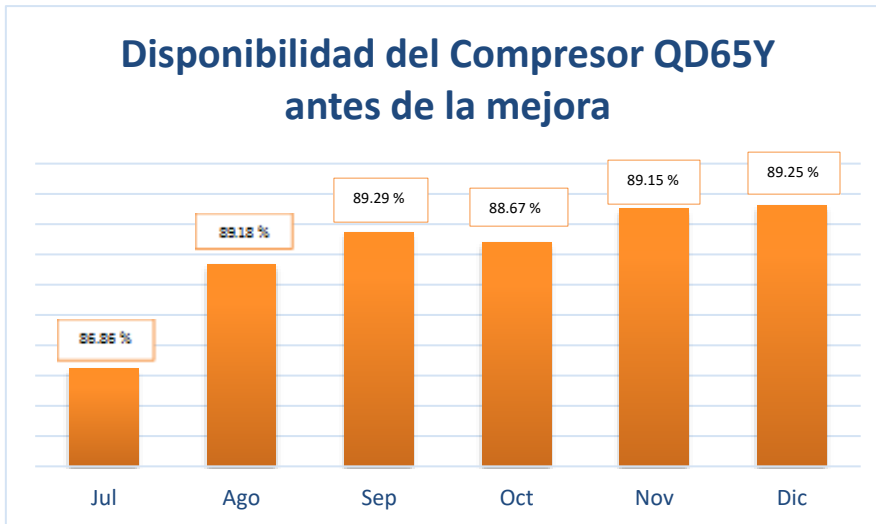
Tabla 3
Disponibilidad del compresor antes de la mejora

Disponibilidad Compresor QD65Y - ANTES						
Mes	Días	Horas	T. Total	T. Perdido	Paradas	Disponibilidad
Jul	25	24	600	78.85	37	86.86%
Ago	30	24	720	77.9	32	89.18%
Sep	30	24	744	79.7	39	89.29%
Oct	31	24	720	81.6	34	88.67%
Nov	30	24	720	78.14	30	89.15%
Dic	31	24	744	79.79	35	89.28%
TOTAL	177	144	4248	475.98	207	88.74%

Fuente: elaboración propia

Figura 5

Disponibilidad del compresor antes de la mejora



Fuente: elaboración propia

3.4.2. Diagnóstico del MTBF

El tiempo medio entre averías o fallas, más conocido como MTBF, es el que representa el tiempo promedio que pasa o transcurre entre averías en una máquina. Dado que cuanto mayor sea el MTBF, viene a ser más fiable el funcionamiento del equipo, en este caso, de acuerdo con los datos hallados el tiempo medio entre fallas es de 88.74 minutos. A continuación, se muestra el detalle en la siguiente tabla.

Tabla 4
MTBF del compresor antes de la mejora

MTBF Compresor QD65Y – Antes							
Mes	Días	Horas	T. Total	T. Perdido	Paradas	MTBF	Costo
Jul	25	24	600	33.20	37	19.54	234.13
Ago	30	24	720	32.10	32	22.93	253.92
Sep	30	24	744	52.56	39	24.69	265.12
Oct	31	24	720	53.12	34	23.00	307.88
Nov	30	24	720	52.30	30	24.73	305.07
Dic	31	24	744	51.23	35	24.74	306.95
TOTAL	177	144	4248	274.51	207	139.64	S/ 1,673.07

En la tabla anterior (Tabla 4), se puede observar el número de correctivos que afectan directamente al nivel de MTBF que actualmente tiene la compresora del área de mantenimiento, el cual es considerado medio-bajo.

Figura 6
Compresor QD65Y del área de mantenimiento



Fuente: elaboración propia

3.4.3. Diagnóstico del MTTR

En cuanto al tiempo medio de reparación, también llamado por sus siglas como MTTR, viene a ser una métrica que representa el tiempo medio necesario para resolver las fallas presentadas por las máquinas o equipos, reparando el activo y dando solución a las averías dadas, teniendo como misión reanudar las condiciones en las que normalmente funciona. Este tiempo es el que se da cuando ocurre la falla y termina el mantenimiento con la solución. Dentro del diagnóstico de esta métrica, se pudo identificar que el índice actual percibido en el área acerca de este indicador es de 21.1 minutos, tal como se aprecia a continuación:

Tabla 5
MTTR del compresor antes de la mejora

MTTR Compresor QD65Y - ANTES							
Mes	Días	Horas	T. Total	T. Perdido	Paradas	MTTR	Costo
Jul	25	24	342	33.20	37	4.01	3897.16
Ago	30	24	459	32.10	32	3.93	4149.15
Sep	30	24	460	52.56	39	3.67	4042.27
Oct	31	24	455	53.12	34	3.59	3615.15
Nov	30	24	562	52.30	30	2.91	5033.15
Dic	31	24	490	51.23	35	2.99	5379.09
TOTAL	177	144	2768	274.51	207	21.1	S/26,115.97

Fuente: elaboración propia

De acuerdo con la tabla anterior (Tabla 5), se puede ver que el tiempo de reparación, el cual proviene del tiempo total dedicado a reparación del equipo o máquina es alto en contraste con el estándar y se buscará de reducir.

Figura 7

Cambio de pieza del compresor QD65Y



Fuente: elaboración propia

3.4.4. Diagnóstico del MPF

Este indicador representa el Factor de Productividad del Mantenimiento, el cual arroja un valor de 0.48, lo que significa que solo el 48% de las horas pagadas a los operarios fueron productivas, esto se debe a que el personal del área no cuenta con los conocimientos necesarios para desempeñar de manera óptima sus funciones, desempeñar sus tareas y aumentar su productividad. Cabe señalar que esto está originando pérdidas monetarias. Analizando los costos, el problema incurre en pérdidas económicas totales equivalentes a S/15,600.00 y,

a su vez, pérdidas retrasos de otras actividades programadas del área. A continuación, se mostrará el detalle de las pérdidas en la siguiente tabla, cabe señalar que la información fue autorizada previamente por la empresa.

Tabla 6
MPF del compresor antes de la mejora

Productividad del Mantenimiento - ANTES								
Mes	Tiempo de trabajo estimado (hrs)	Retraso por rehacer trabajo (min)	Calidad del trabajo (%)	Eficacia organizacional (%)	Horas trabajadas	MPF (%)	Costo MO (S/)	Costo pérdida (S/)
Jul	144	2186.4	79.8	80	192	48	1250	2600.00
Ago	144	2284.8	79.2	80	192	48	1250	2600.00
Sep	144	2241.6	80.1	80	192	48	1250	2600.00
Oct	144	2236.8	80.4	80	192	48	1250	2600.00
Nov	144	2306.4	80.3	80	192	48	1250	2600.00
Dic	144	2296.8	80.0	80	192	48	1250	2600.00
TOTAL			79.97	80				S/15,600.00

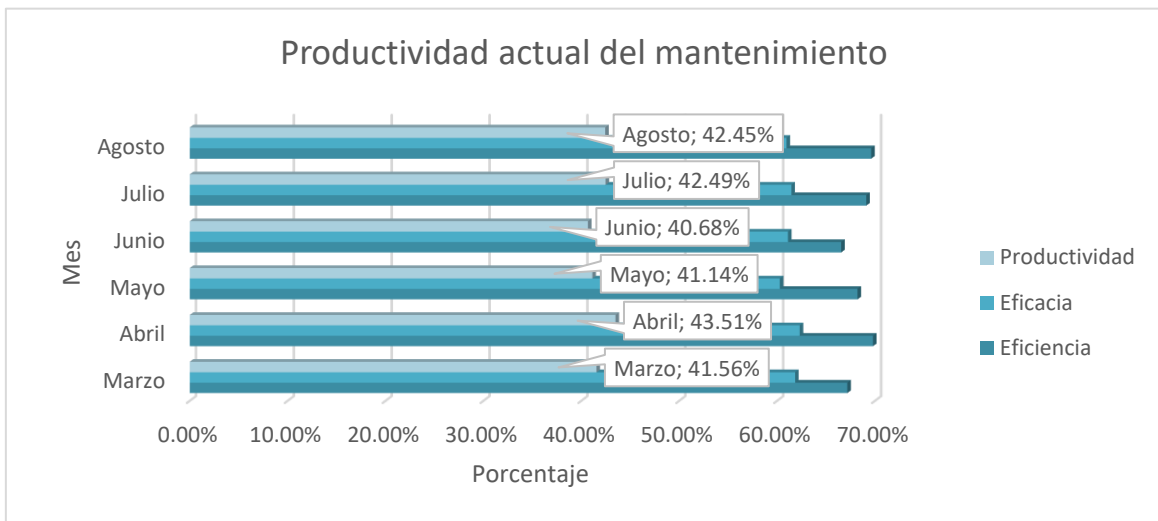
Fuente: elaboración propia

Conforme a lo que se muestra a la tabla anterior (Tabla 6), los valores de las variables son: tiempo de trabajo estimado, el cual en este caso es de 6 horas. La calidad del trabajo, que arroja en promedio un 80%, ya que se pierde cerca de 90 minutos en rehacer una mala instalación y representa cerca del 20% del tiempo asignado para el trabajo. La eficacia organizacional es de 80% ya que también se pierde en promedio cerca de 90 minutos porque los operarios se detienen a buscar las piezas correctas y tienen deficiencias para realizar

correctamente su trabajo. Y, finalmente, las horas trabajadas, que serían 8, correspondientes a la jornada laboral.

Figura 8

Gráfica de la productividad actual del mantenimiento



Fuente: elaboración propia

3.4.5. Diagnóstico de incidencias

En este punto se ha logrado observar dentro del área de mantenimiento una carencia de falta de orden y limpieza, se ha hallado material obsoleto, en malas condiciones y disperso por el área, que causa obstrucción en el tránsito, debido a esto los operarios suelen malograrlo al pisarlo o al tropezar con estos. Esto origina pérdidas económicas que rodean los S/1,261.40 las cuales se buscarán reducir con la implementación la propuesta de mejora, se basará en reforzar la limpieza dentro del área y aumentar el nivel de orden de los sistemas

para renovar el ambiente más habitualmente. A continuación, se muestra el detalle con los datos obtenidos en la siguiente tabla.

Tabla 7

Materiales e insumos en condiciones inadecuadas

Materiales e insumos en condiciones inadecuadas (incidencias)- ANTES				
Material	Estado	Cantidad	Costo unitario (S/)	Costo total (S/)
Extractor mecánico	Roto y/o pisado	48	4.00	192.00
Cinta métrica	Roto y/o pisado	56	1.50	84.00
Micrómetro	Malogrado	7	10.00	70.00
Terraaja de roscar	Roto y/o pisado	110	1.10	121.00
Escariador	Roto	5	14.00	70.00
Cizalla	Malogrado	1	100.00	100.00
Granete	Malogrado	4	60.00	240.00
Polipasto	Roto	7	15.00	105.00
Tenaza	Roto	3	13.00	39.00
Sierra manual	Roto	4	4.00	16.00
Juego de llaves	Perdido	6	35.00	210.00
Tornillo de banco	Malogrado	12	1.20	14.40
TOTAL				S/1,261.40

Fuente: elaboración propia

Conforme a lo que se muestra a la tabla anterior (Tabla 7), las incidencias más recurrentes se dan por un material roto, pisado o malogrado. Esto resalta una vez más que el orden y la limpieza en el puesto de trabajo son fundamentales cuando se busca la eficacia y aumento de la productividad, ya que el desorden, el polvo y los artículos innecesarios, sobresalen en los procesos traduciéndose como pérdidas de tiempo, retrasos, de incluso riesgo de

accidentes, por lo que se busca eliminar todos estos desperfectos que causan todos estos inconvenientes.

Figura 9

Falta de orden y limpieza en el área de mantenimiento



Fuente: elaboración propia

3.4.6. Diagnóstico de inconformidades

Para el diagnóstico de este indicador, se pudo observar que los productos e insumos llegan al taller con algún defecto o, en el caso más recurrente, no suele ser el producto o material solicitado y muchas veces hay un costo adicional por devolución o retorno que, en su mayoría de veces, suele ser un costo asumido por el responsable del área. Conforme a esto, se tomó la data de todos los productos solicitados del mes de abril que presentaron defectos o no fueron exactamente los requeridos, así como también los costos del producto y el costo adicional por devolución y/o cambio, alcanzando un costo pérdida

equivalente al valor de S/13,886.50. A continuación, se muestra la tabla a detalle de los costos pérdida que origina esta problemática.

Tabla 8

Productos defectuosos o equivocados de requerimiento (Inconformidades)

Productos defectuosos o equivocados de requerimiento (Inconformidades) - ANTES					
Proveedor	Producto	Cantidad de producto defectuoso o equivocado	Costo del producto	Equivalente por demora entrega	Total
PTS S.A.	Llanta tracción R250	2	S/3,500.00	S/15.00	S/7,015.00
REENCAUCHADORA NOR PERU	Reencauche de llantas	5	S/150.00	S/15.00	S/765.00
ALFREDO PIMENTEL	Rodajes	1	S/250.00	S/10.00	S/260.00
MANNUCI DIESEL SAC	Kit retenes	1	S/90.00	S/10.00	S/100.00
AUTOPARTES FERROSOS	Niples	2	S/25.00	S/10.00	S/60.00
G&R REPUESTOS	Anillos	10	S/1.00	S/10.00	S/20.00
FAMECA	Aros	4	S/120.00	S/15.00	S/495.00
NOR OIL	Aceite motor	1	S/350.00	S/15.00	S/365.00
AUTOPARTES FERROSOS	Refrigerante	1	S/456.00	S/15.00	S/471.00
AUTOPARTES FERROSOS	Hidroliza	1	S/387.00	S/15.00	S/402.00
DIVEMOTOR	Aros Americanos	4	S/120.00	S/15.00	S/495.00
SEKURINDUSTRIA	Chaleco seguridad	3	S/25.50	S/25.00	S/101.50
EPYSA PERU	Uniforme	15	S/58.00	S/30.00	S/900.00
INKATECK SAC	Guantes Cuero	6	S/10.50	S/10.00	S/73.00
EPYSA PERU	Mandil soldador	3	S/32.60	S/15.00	S/112.80
INKATECK SAC	Casco SE kur	1	S/22.20	S/20.00	S/42.20
MANGUERAS HIDRAULICAS SA	Mangueras hidráulicas	2	S/57.00	S/10.00	S/124.00
COMPUPLANET	Cartucho tinto	1	S/37.00	S/10.00	S/47.00
AC EXTINTORES	Extintor PQS 12kg	3	S/150.00	S/20.00	S/470.00
FERREYROS SAA	Repuesto montacarga	1	S/769.00	S/25.00	S/794.00
EPYSA PERU	Pinturas esmaltadas	2	S/59.00	S/15.00	S/133.00
IMPORTADORA RD	Rodamientos	2	S/148.00	S/25.00	S/321.00
INKATECK SAC	Zapato seguridad PU	5	S/58.00	S/30.00	S/320.00
TOTAL					S/13,886.50

Fuente: elaboración propia

Conforme a lo que se muestra a la tabla anterior (Tabla 8), se aprecia la cantidad de productos que se han solicitado de forma y correcta y, por ende, ha existido una cantidad de reclamos y devoluciones que se han traducido como pérdidas de tiempo y económicas, que repercuten dentro de la rentabilidad del área en estudio, mantenimiento.

3.5. Diagnóstico de la variable dependiente: Costos operacionales

A continuación, se muestra el diagnóstico de la variable Costos Operacionales, el cual se realizó a través de diversos formatos utilizados por la empresa para llevar un control más exacto de los datos.

3.5.1. Diagnóstico de la relación de costos actuales

Debido a que no existe un plan de mantenimiento actual dentro del área, los costos operacionales actuales oscilan entre S/ 165,584.94 respectivamente.

Tabla 9
Diagnóstico relación de costos actuales

Indicadores	Costo pérdida
Disponibilidad	S/106,958.00
MTBF	S/ 1,763.07
MTTR	S/ 26,115.97
Productividad de Mantenimiento	S/ 15,600.00
Incidencias	S/ 1,261.40
Inconformidades	S/ 13,886.50
Relación de Costos Actuales vs Costos Mejorados	S/ 165,584.94

Fuente: elaboración propia

Tabla 10

Matriz de operacionalización de variables antes de la mejora

Variable	Indicadores	Fórmulas	Resultados del diagnóstico
INDEPENDIENTE: Gestión del Mantenimiento	Disponibilidad	$\frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \times 100\%$	88.74%
	MTBF	$\frac{\text{Tiempo de reparación}}{\text{Total paradas}}$	139.64 min
	MTTR	$\frac{\text{Tiempo total} - \text{tiempo perdido}}{\text{Total paradas}}$	21.10 min
	Productividad de Mantenimiento	$\frac{T \times C \times E}{h} \times 100\%$	48%
	Incidencias	$\frac{\text{Incidencias por orden y limpieza}}{\text{Total de incidencias}} \times 100\%$	43.75%
	Inconformidades	$\frac{\text{Productos equivocados o defectuosos}}{\text{Total de productos}} \times 100\%$	38.20%

Tabla 11

Matriz de operacionalización de variables antes de la mejora

Variable	Indicadores	Fórmulas	Resultados del diagnóstico
INDEPENDIENTE: Gestión del Mantenimiento	Costo por disponibilidad	$N^{\circ} \text{ de correctivos} \times \text{Duración} \times \text{Costo M. O.}$	S/ 106,958.00
	Costo del MTBF	$\text{Total paradas} \times \text{Costo M. O.}$	S/ 1,673.07
	Costo del MTTR	$T. \text{ total} - T. \text{ perdido} \times \text{Costo M. O.}$	S/ 26,115.97
	Costo de Productividad de Mantenimiento	$\text{Hrs. improproductivas} \times \text{Costo M. O.}$	S/ 15,600.00
	Costo por incidencias	$\sum \text{ de material en mal estado} \times \text{Costo Unit.}$	S/ 1,261.40
	Costo por inconformidades	$\text{Total de productos errados} \times C. \text{ producto} \times C. \text{ demora}$	S/ 13,886.50

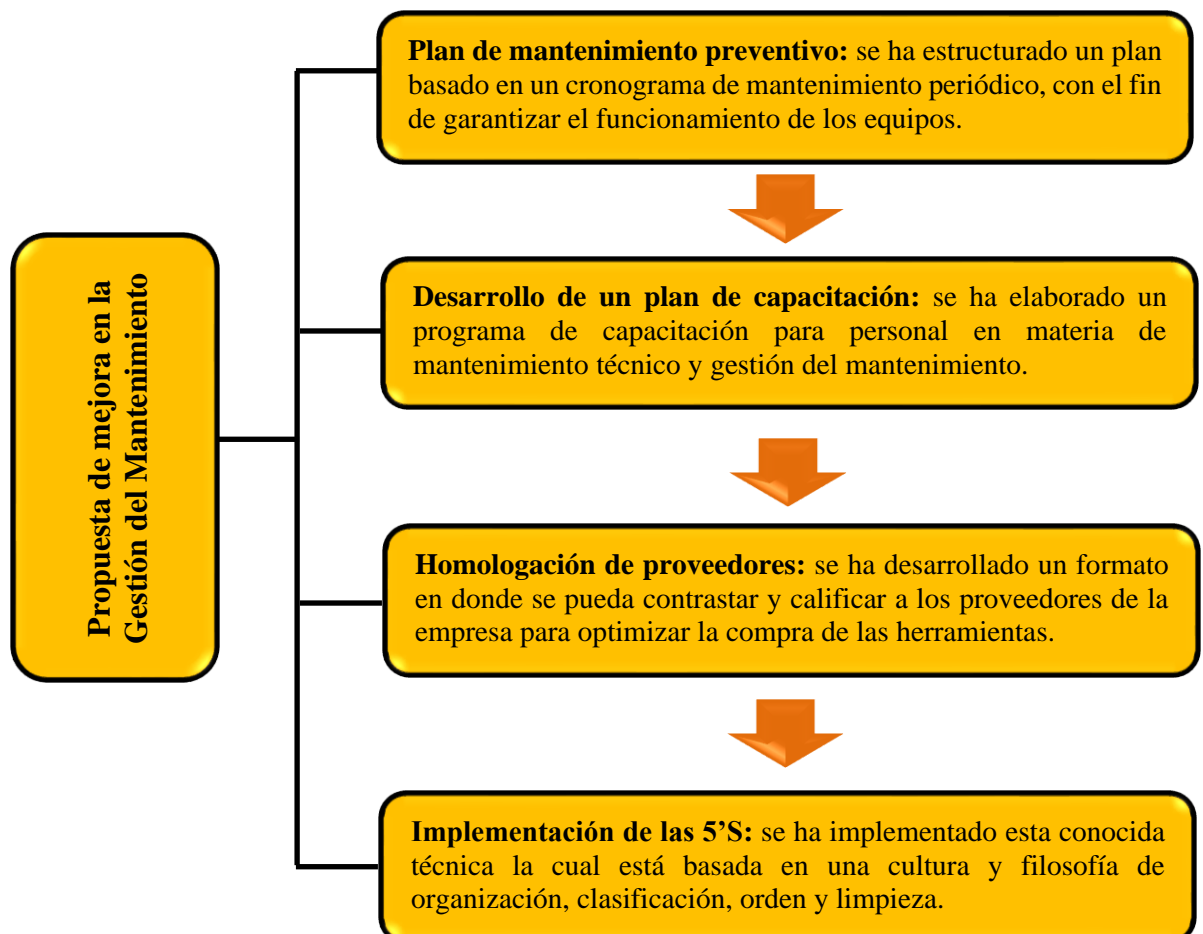
Fuente: *elaboración propia.*

3.6. Solución propuesta

A continuación, de acuerdo con el diagnóstico presentado previamente, se determinó necesario poder implementar una propuesta de mejora basada en la gestión del mantenimiento, teniendo en cuenta la metodología de la mejora continua, la cual responde a la estructura que se muestra a continuación.

Figura 10

Esquema de mejora en la gestión del mantenimiento



Fuente: elaboración propia

Figura 11

Sistema de gestión de mantenimiento basado en el ciclo PHVA



Fuente: elaboración propia

En la figura anterior (Figura 11), se muestra la propuesta de mejora que la que contará la nueva gestión de mantenimiento, basada en el ciclo PHVA o también conocido como ciclo Deming, el cual siempre apunta a la constante mejora continua de los procesos, en este caso, del proceso de la gestión del mantenimiento que se viene ejecutando en el área antes mencionada. A continuación, se detallan los componentes de la propuesta de mejora.

3.6.1. Elaboración del plan de mantenimiento preventivo

Luego determinar el diagnóstico del área, se puede apreciar que esta causa raíz representa un costo pérdida importante, para lo cual se ha tomado como pronta solución la aplicación de un plan de mantenimiento preventivo. Adicionalmente, se tiene un formato de cronograma de mantenimiento detallado y específico (Anexos), en donde se precisan los equipos, componentes, la descripción del mantenimiento y la frecuencia con la que se hará, con el fin de aumentar la disponibilidad de la compresora la cual es de 78.37% y evitar estas paradas no programadas y reducir los costos operacionales.

Figura 12

Plan de mantenimiento preventivo

		PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO			
INFORMACIÓN GENERAL					
Lugar					
Codigo					
Fecha:		Inicio		Término	
Jefe responsable		Técnico responsable			
Codigo de equipo, máquina o herramienta		Costo			
OBJETIVOS					
Prevenir y anticiparse a las fallas de los sistemas mecánicos, eléctricos e hidráulicos, como de cualquier otro inconveniente que presente en cualquier máquina, equipo, herramienta e instalación, alcanzado de esta forma que la planta trabaje a unos niveles de eficiencia óptimos. Determinar la causa de las fallas repetitivas, del tiempo de operación seguro de una unidad, así como definir puntos débiles de los equipos, maquinas, herramientas e instalaciones Lograr la ejecución satisfactoria de los trabajos requeridos mediante un programa de capacitación de personal, logrando de esta manera mejorar a nuestro personal y por ende nuestros procesos obteniendo mejores resultados.					
HERRAMIENTAS NECESARIAS					
.Desarmadores		.Atornillador de pala o cruz			
.Sopladora		.Multimetro digital o análogo			
.Pulsera antiestática		.Cortadores de cables			

Fuente: elaboración propia

Debido al uso recurrente que se le da al compresor, se ha establecido realizar un mantenimiento preventivo adecuado de 2 veces año, para mantener sus óptimas funciones.

3.6.2. Desarrollo de un plan de capacitación

De acuerdo con los datos hallados, la siguiente propuesta de mejora, se procede a elaborar un plan de capacitación, el cual abarque todos los temas de mantenimiento concernientes al área para que los operarios ejecuten de manera óptima sus funciones y no haya retrasos por tareas mal hechas o por búsqueda de elementos involucrados en el mantenimiento, a fin de aumentar la productividad del mantenimiento y reducir todas las pérdidas económicas generadas. En la imagen que viene a continuación, se observa cada una de las etapas respectivas:

Figura 13
Etapas del plan de capacitación



Fuente: elaboración propia

De acuerdo con las etapas planteadas en la figura anterior, se muestra a detalle el cronograma de capacitación que viene a ser el desglose de cada una

de las etapas previamente descritas. Este cronograma abarca los temas más importantes y en lo que se ha considerado el personal necesita un refuerzo académico para mejorar en el ámbito laboral.

Tabla 12
Cronograma de capacitaciones

CRONOGRAMA DE CAPACITACIONES											
Responsables: Especialistas en gestión del mantenimiento											
Fecha inicio: 8/05		Semana									
Fecha fin: 13/06		1°		2°			3°		4°		
Temas	Hora	L	M	L	J	V	M	M	V	M	V
Introducción a la gestión del mantenimiento	7:00 –										
	9:00										
Orden y limpieza en el área laboral	11:00 –										
	12:00										
Eliminación de desperdicios dentro del área laboral	7:00 –										
	9:00										
Mejora de la gestión del mantenimiento	11:00 –										
	12:00										
La gestión del mantenimiento y su efecto con la productividad en una empresa.	7:00 –										
	9:00										

Fuente: elaboración propia

Así mismo visto la tabla 12 se presenta el cronograma de capacitaciones que será en forma anual y que abarcará lo que muestra el cronograma diseñado que estará a cargo el especialista en mantenimiento.

Tabla 13

Temario de las capacitaciones

TEMARIO DE CAPACITACIONES			
N.º	ÁREA	UNIDAD	SESIONES
1	GERENCIA - DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN	Módulo 1: Introducción a la gestión de mantenimiento	Conocimiento general de las maquinarias de planta
			Nombre, especificaciones de las maquinarias
			Correcto funcionamiento
			Especificaciones generales de mantenimiento
			Limpieza general de maquinarias
2	GERENCIA - DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN	Módulo 2: Orden y limpieza en el área laboral	Mantenimiento correctivo
			Especificaciones de la Compresora QD65Y
			Modelo y funcionamiento
			Funcionamiento de la báscula interna
			Funcionamiento de los cilindros neumáticos de accionamiento
			Funcionamiento de Pistones presa saco
3	GERENCIA - DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN	Módulo 3: Eliminación de desperdicios dentro del área laboral	Funcionamiento de sensores de descarga de azúcar
			Recomendaciones generales
			Especificaciones de la máquina general
			Modelo y funcionamiento
			Funcionamiento de los discos reguladores
			Funcionamiento de la máquina
			Funcionamiento del barranco de aguja
			Plan de mantenimiento
			Acciones en caso de falla
4	GERENCIA - DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN	Módulo 4: Mejora de gestión de mantenimiento y la gestión de mantenimiento y su efecto en la productividad de una empresa.	Como determinar donde se encuentra la falla
			Acciones en caso de falla
			Recomendaciones generales
			Conocimiento general de mantenimiento
			Como actuar en caso de fallas en las maquinarias
			Que es un plan de mantenimiento
			Cuando y cómo hacer un plan de mantenimiento
Elaboración de plan de mantenimiento			
Uso de la herramienta 5S			
Recomendaciones generales			

Fuente: elaboración propia

De acuerdo con la tabla anterior (Tabla 13), las capacitaciones dirigidas a todos los colaboradores del área de mantenimiento serán 5, entre las cuales abarcan los temas primordiales de la gestión del mantenimiento, de esta forma de busca generar aumentar el nivel de instrucción de los operarios para que haya más eficiencia en la realización de sus labores y de esta forma, aumente su productividad dentro del área.

3.6.3. Homologación de proveedores

Luego de realizar el costeo y obtener la pérdida generada, tal como se muestra en la tablas anteriores y, a fin de poder eliminar o contrarrestar esta problemática, se plantea el desarrollo de un formato de homologación de proveedores, el cual tendrá en cuenta variables como el precio, la calidad del producto, el tiempo de llegada del producto y la ubicación demográfica del proveedor, para evaluar que tan cercano se encuentra y, con todo esto, lograr una gestión de proveedores más eficaz y efectiva. El resultado se muestra a continuación.

Figura 14

Formato de homologación de proveedores

Puntaje	Criterios de evaluación
0	<i>El proveedor no actúa en esta línea; su nivel de cumplimiento es inferior al 70% de lo exigido.</i>
1	<i>El proveedor tiene algunas realizaciones en esta línea, su nivel de cumplimiento se encuentra entre un 70% y un 80%.</i>
2	<i>El proveedor cumple parcialmente con este requisito, su nivel de cumplimiento se encuentra entre un 81% y un 90% de lo exigido.</i>
3	<i>El proveedor cumple con el requisito, su nivel de cumplimiento supera el 90% de lo exigido.</i>

N°	ORGANIZACIÓN DE PROVEEDOR	VALORACIÓN (0,1,2,3)	PUNTOS
1	Dispone de Organigrama correcto y real.		
2	Posee Manual de organización de funciones y responsabilidades vigente.		
3	Existe un sistema de comunicación interna eficaz entre áreas y departamentos.		
4	La documentación interna utilizada es funcional.		
	PUNTUACIÓN PARCIAL		

N°	LOCAL Y ALMACENES	VALORACIÓN (0,1,2,3)	PUNTOS
1	Local y almacenes están ordenados		
2	Las vías de acceso y recorrido son funcionales		
3	Limpieza adecuada en los puestos de trabajo		
4	Condiciones de trabajo son aceptables		
5	Posee almacenes con capacidad suficiente y bien estructurados que facilitan el picking		
6	Materiales en almacén correctamente identificados y clasificados		
7	Control especial de los artículos perecibles o con fecha de caducidad		
8	Bienes o productos cuya fecha de caducidad ha expirado son destruidos		
9	Correcto embalaje y empaquetado de los bienes		
10	Rotación de stocks aceptable		
	PUNTUACIÓN PARCIAL		

N°	MAQUINARIA, HERRAMIENTAS Y EQUIPO	VALORACIÓN (0,1,2,3)	PUNTOS
1	Cuenta con maquinaria, herramientas y equipos idóneos para el trabajo que realiza		
2	Maquinaria, herramientas y equipos modernos (menor a 5 años de antigüedad)		
3	El estado de conservación de maquinaria y equipos es adecuado		
4	Se realiza mantenimiento preventivo a la maquinaria y equipo		
5	Se revisa periódicamente el estado de la maquinaria y equipo y está normado		
6	Existen criterios para reemplazar maquinaria, herramientas y equipos y estos son correctos		
	PUNTUACIÓN PARCIAL		

N°	PROCESOS DE FABRICACIÓN (En caso de ser empresa industrial)	VALORACIÓN (0,1,2,3)	PUNTOS
1	Existe método de trabajo normado y planos de despiece para cada componente.		
2	Procesos modernos de fabricación y adecuados.		
3	Instrucciones y métodos de trabajo disponibles y visibles en los puestos de trabajo.		
4	Se cumplen rigurosamente los procesos y métodos de trabajo establecidos.		
5	Existe una adecuada programación de la producción.		
6	Nivel de eficacia de los puestos de trabajo es adecuado (sobre 90%)		
7	Nivel de eficiencia de los puestos de trabajo es adecuado (sobre 90%)		
8	El sistema de producción es flexible.		
	PUNTUACIÓN PARCIAL		

N°	APROVISIONAMIENTO	VALORACIÓN (0,1,2,3)	PUNTOS
1	Existen especificaciones técnicas de cada material o producto a comprar.		
2	Existe política establecida de evaluación y homologación de proveedores.		
3	Se dispone de sistema de seguimiento y control de precios de las compras.		
4	Procedimientos y condiciones de compra definidos y adecuados.		
5	Se evalúa indicadores de gestión de proveedores y se mantiene registro histórico.		
	PUNTUACIÓN PARCIAL		

N°	PROCEDIMIENTOS COMERCIALES	VALORACIÓN (0,1,2,3)	PUNTOS
1	Está normado completamente el tratamiento de los pedidos de los clientes		
2	Garantía del producto terminado es adecuado		
3	Servicio postventa adecuado		
4	Existe política de reclamaciones y devoluciones establecida.		
	PUNTUACIÓN PARCIAL		

N°	PERSONAL	VALORACIÓN (0,1,2,3)	PUNTOS
1	Cantidad de personal adecuada a la carga laboral		
2	Personal se encuentra motivado		
3	Selección de personal especializada		
4	Existe sistema de formación y adiestramiento de personal		

5	Se cuenta con matriz de capacitaciones		
6	Se cuenta con sistema de evaluación de personal		
7	Existe sistema adecuado de promoción por valoración de méritos		
8	Existen incentivos al personal por aportes de ideas, performance superior, u otros aportes a la empresa		
PUNTUACIÓN PARCIAL			
N°	CALIDAD	VALORACIÓN (0,1,2,3)	PUNTOS
1	Dispone de departamento de Ingeniería y desarrollo, con personal debidamente cualificado.		
2	Se dispone de especificaciones de calidad y normas de los productos que se comercializan.		
3	Existe departamento de Calidad debidamente organizado.		
4	Se dispone de manual de calidad actualizado y operativo.		
5	La motivación de la dirección hacia la calidad es el adecuado.		
6	Se permite la existencia de un representante del cliente que asegure la eficacia del sistema de calidad, brindando las facilidades suficientes.		
7	Existen procedimientos que describen el control de calidad en procesos y productos y son adecuados.		
8	Se realiza control de calidad a los productos adquiridos.		
9	Personal de recepción de mercaderías dispone de la documentación, formación y medios necesarios para verificar los ingresos		
10	Se mantiene un historial de calidad de los proveedores.		
11	El material o producto rechazado se identifica correctamente.		
12	Se notifica a proveedor de las no conformidades detectadas.		
13	Se aprueba que el cliente pueda verificar en origen los materiales comprados para asegurar que cumplan con las especificaciones requeridas.		
14	Están establecidos los sistemas de control necesarios que garanticen la calidad del producto.		
15	Existe un sistema de autocontrol de los operarios con especificaciones, válido y suficiente.		
16	Se emplean procedimientos de control estadístico del proceso y se registra.		
PUNTUACIÓN PARCIAL			
N°	ACCIONES CORRECTIVAS	VALORACIÓN (0,1,2,3)	PUNTOS
1	Se analiza las situaciones que originan rechazos para mejorar la gestión y prevenir futuros rechazos.		
2	Se planifican acciones correctivas y se hace un seguimiento de su implementación.		
PUNTUACIÓN PARCIAL			

N°	CAPACIDAD FINANCIERA	VALORACIÓN (0,1,2,3)	PUNTOS
1	Condiciones de pago que acepta el proveedor son normales o mejores a las del mercado.		
2	El flujo de efectivo del proveedor es adecuado		
3	La rentabilidad de proveedor es adecuada (>10%)		
4	Las ratios de liquidez, de solvencia son correctos		
	PUNTUACIÓN PARCIAL		

IT	CATEGORÍA	EMPRESA INDUSTRIAL			EMPRESA COMERCIAL		
		POSIBLE	OBTENIDA	%	POSIBLE	OBTENIDA	%
1	ORGANIZACIÓN DEL PROVEEDOR	12			12		
2	LOCAL Y ALMACENES	30			24		
3	MAQUINARIA, HERRAMIENTAS Y EQUIPO	18			3		
4	PROCESOS DE FABRICACIÓN	24			0		
5	APROVISIONAMIENTO	15			15		
6	PROCEDIMIENTOS COMERCIALES	12			12		
7	PERSONAL	24			18		
8	CALIDAD	48			24		
10	ACCIONES CORRECTIVAS	6			6		
11	CAPACIDAD FINANCIERA	12			12		
TOTAL		201			126		

Fuente: elaboración propia

De acuerdo con la figura anterior (Figura 14), el formato anterior presenta criterios de evaluación para las 10 dimensiones que se tomaron en cuenta. Luego de aplicar la mejora, podemos observar cifras positivas y favorables para los costos de la empresa. De esta forma, se puede ver que el monto pérdida total de la causa raíz disminuyó.

3.6.4. Implementación de las 5's

Esta herramienta primordialmente nos ayuda a deshacernos de los materiales innecesarios, a que todo se encuentre ordenado e identificado, a eliminar las fuentes de suciedad y a arreglar los desperfectos, a que todos los

elementos se aprecien a simple vista sin necesidad de largas búsquedas y a que todo esto se mantenga y mejore continuamente en el área de trabajo.

Tabla 14
Plan de implementación de las 5'S

Nombre de la tarea	Duración	Días														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Plan de implementación	15 días															
Seiri (clasificar)	1 día	x														
Seiton (ordenar)	1 día		x													
Seiso (limpiar)	1 día			x												
Seiketsu (estandarizar)	4 días				x	x	x	x								
Shitsuke (disciplina)	8 días								x	x	x	x	x	x	x	x

Fuente: elaboración propia

Seiri (clasificar): en este punto, se identificaron y clasificaron los materiales indispensables para llevar a cabo el mantenimiento. De esta forma, los operarios disponen de las herramientas que verdaderamente necesitan, dejando de lado los elementos que obstaculizan y dificultan su labor diaria.

Figura 15
Compresor principal de planta de mantenimiento



Fuente: elaboración propia

Figura 16
Aplicación de las 5'S en compresor



Fuente: elaboración propia

Seiton (ordenar): seguidamente, se procede a ordenar los materiales indispensables, de tal forma que se puedan agilizar las tareas de encontrar, usar y restablecer todos los elementos. Debido a esto, se logra eliminar los tiempos muertos relacionados a la búsqueda de elementos y desplazamientos innecesarios. Se ordenó los elementos del área siguiendo los siguientes criterios:

Tabla 15
Orden y estandarización

Orden y estandarización
1. Ubicación actual de los elementos
2. Control visual
3. Ubicación por orden de prioridad

Fuente: elaboración propia

Seiso (limpieza): se localizó y eliminó la suciedad del área de mantenimiento. Este punto es de suma importancia ya que disponer de un nivel de limpieza y organización en el lugar, redundando directamente en la motivación de los colaboradores, además de disminuir considerablemente los accidentes y lesiones en el trabajo. Todo se realizó siguiendo los criterios que se enuncian a continuación:

Tabla 16

Plan de limpieza

Plan de limpieza
1. Programación del horario de limpieza
2. Preparación de los materiales de limpieza
3. Ejecución de la limpieza
4. Verificación de ambiente después de limpieza

Fuente: elaboración propia

Figura 17

Orden y limpieza del área



Fuente: elaboración propia

Seiketsu (estandarizar): se aplicó los pasos anteriores que conforman la herramienta, buscando distinguir una situación “normal” de una “anormal”, es decir, los operarios deben contar con la capacidad necesaria para constatar cuando las 3 eses anteriores se están aplicando de manera correcta, y en su defecto, cuando no. De esta forma, se logró que los operarios mantengan y se practiquen las s anteriores, siguiendo los criterios que se muestran a continuación:

Tabla 17
Estandarización

Estandarización
1. Asignar trabajos y responsabilidades
2. Integrar la clasificación, orden y limpieza
3. Cumplir con el mantenimiento de las 3 eses

Fuente: elaboración propia

Shitsuke (disciplina): dado que esta herramienta no cuenta con un fin definido porque es un ciclo que se repite continuamente, se cuenta con una disposición para mantener el área laboral ordenada y limpia. Ergo, se concientizó sobre esto a los operarios y colaboradores en general, estableciendo una cultura de cuidado con todos los recursos que proporciona la empresa, entre ellos el respeto entre trabajadores. Esto se pudo realizar siguiendo los criterios siguientes:

Tabla 18
Disciplina

Disciplina
1. Formación
2. Control
3. Seguridad
4. Respeto

Fuente: elaboración propia

Figura 18
Evaluación y periodo de disciplina



Fuente: elaboración propia

3.7. Análisis de los resultados luego de la propuesta de mejora en la gestión del mantenimiento

A continuación, se muestra las tablas que describe los problemas que se hallaron en el estudio y a los cuales se dio pronta solución a través de una propuesta de mejora, así mismo, se muestra el nivel de mejora alcanzado gracias a la implementación de estas técnicas y herramientas.

3.7.1. Diagnóstico de la disponibilidad después de la mejora

Tal como se aprecia en el siguiente cuadro, gracias a la mejora implementada, se ha logrado reducir las paradas correctivas inesperadas, aumentando a su vez la disponibilidad y evitando grandes pérdidas económicas. De acuerdo con las cifras, la disponibilidad aumentó a 92.51% mientras que el costo pérdida se redujo a S/78,814.36 obteniendo un beneficio de S/28,143.64, tal como se observa a continuación.

Tabla 19
Disponibilidad después de la mejora – eventos

Eventos Compresor QD65Y – después de la mejora				
Mes	Número de correctivos (Eventos)	Duración de correctivos (horas)	Costo MO por hora (S/)	Costo pérdida (S/)
Jul	35	53.2	6.51	12121.62
Ago	38	52.1	6.51	12888.50
Sep	39	52.56	6.51	13344.46
Oct	39	53.12	6.51	13486.64
Nov	42	52.3	6.51	14299.87
Dic	38	51.23	6.51	12673.28
TOTAL	231	314.51		S/78,814.36

Fuente: elaboración propia

Tabla 20

Disponibilidad del compresor después de la mejora

Disponibilidad Compresor QD65Y – después de la mejora						
Mes	Días	Horas	T. Total	T. Perdido	Paradas	Disponibilidad
Jul	25	24	600	53.2	35	91.13%
Ago	30	24	720	52.1	38	92.76%
Sep	31	24	744	52.56	39	92.94%
Oct	30	24	720	53.12	39	92.62%
Nov	30	24	720	52.3	42	92.74%
Dic	31	24	744	51.23	38	93.11%
TOTAL	177	144	4248	314.51	231	92.51%

Fuente: elaboración propia

3.7.2. Diagnóstico del MTBF después de la mejora

Tal como se aprecia en el siguiente cuadro, gracias a la mejora implementada, se logró aumentar el tiempo medio entre fallas de manera considerable, tal como se aprecia en la tabla siguiente.

Tabla 21

MTBF del compresor después de la mejora

MTBF – Después de la mejora							
Mes	Días	Horas	T. Total	T. Perdido	Paradas	MTBF	Costo
Jul	25	24	600	33.20	29	60.50	188.79
Ago	30	24	720	32.10	30	56.32	195.30
Sep	31	24	744	52.56	28	57.90	182.28
Oct	30	24	720	53.12	29	55,38	188.79
Nov	30	24	720	52.30	27	59.12	175.77
Dic	31	24	744	51.23	28	59.80	182.28
TOTAL	177	144	4248	274.51	171	351.20	1,113.21

Fuente: elaboración propia

3.7.3. Diagnóstico del MTTR después de la mejora

Tal como se aprecia en el siguiente cuadro, gracias a la mejora implementada, se logró disminuir el tiempo medio de reparación o para reparar conforme al indicador.

Tabla 22
MTTR del compresor después de la mejora

MTTR – Después de la mejora							
Mes	Días	Horas	T. Total	T. Perdido	Paradas	MTTR	Costo
Jul	25	24	600	33.20	29	1.14	2,010.29
Ago	30	24	720	32.10	30	1.07	2,779.12
Sep	31	24	744	52.56	28	1.88	2,652.43
Oct	30	24	720	53.12	29	1.83	2,616.24
Nov	30	24	720	52.30	27	1.94	3,318.15
Dic	31	24	744	51.23	28	1.83	2,856.39
TOTAL	177	144	4248	274.51	171	9.69	16,232.62

Fuente: elaboración propia

3.7.4. Diagnóstico de la MPF después de la mejora

De acuerdo con los resultados obtenidos después de aplicar la mejora, primeramente, se puede apreciar que la productividad del mantenimiento incrementó (MPF), alcanzando un valor equivalente de 0.83, lo cual significa que el 83% de las horas pagadas a los operarios fueron productivas. Esto se debe a que, mediante la implementación de la capacitación, los retrasos disminuyeron

considerablemente, por ende, la calidad y la eficacia organizacional alcanzaron un 95% ya que el tiempo promedio de retraso por trabajo disminuyó de 2,186.4 a 480.2 minutos. Asimismo, las horas trabajadas pasaron de ser 8 a 6.5 horas, esto debido a que aumentó la eficiencia en las labores y ese tiempo restante de jornada laboral, se utilizará en otras actividades que área requiera. Finalmente, podemos notar que después de aplicar la herramienta de mejora, la pérdida total de la causa raíz disminuyó a una cifra de S/5,100.00 alcanzando un beneficio económico de S/10,500.00.

Tabla 23
MPF después de la mejora

Productividad del Mantenimiento – Después de la mejora								
Mes	Tiempo de trabajo estimado (hrs)	Retraso por rehacer trabajo (min)	Calidad del trabajo (%)	Eficacia organizacional (%)	Horas trabajadas	MPF (%)	Costo MO (S/)	Costo pérdida (S/)
Jul	144	482.4	99.5	95	156	83	1250	850.00
Ago	144	484.8	95.7	95	156	83	1250	850.00
Sep	144	489.6	97.5	95	156	83	1250	850.00
Oct	144	484.8	95.6	95	156	83	1250	850.00
Nov	144	480.0	98.0	95	156	83	1250	850.00
Dic	144	480.0	97.6	95	156	83	1250	850.00
TOTAL	864	2,901.06	97.31	95	936	83	7500	S/5,100.00

Fuente: elaboración propia

3.7.5. Diagnóstico de incidencias después de la mejora

Posteriormente a la propuesta tomada para dar solución a esta problemática, se puede notar una mejora considerable en cuanto a elementos rotos o dañados, esto gracias a la técnica de las 5'S que se implementó, a continuación, se muestra una tabla con el detalle.

Tabla 25

Materiales e insumos en condiciones inadecuadas después de la mejora

Materiales e insumos en condiciones inadecuadas – Después de la mejora				
Material	Estado	Cantidad	Costo unitario (S/)	Costo total (S/)
Extractor mecánico	Roto y/o pisado	20	4.00	80.00
Cinta métrica	Roto y/o pisado	16	1.50	24.00
Micrómetro	Malogrado	5	10.00	50.00
Terraja de roscar	Roto y/o pisado	32	1.10	35.20
Escariador	Roto	2	14.00	28.00
Cizalla	Malogrado	0	100.00	0.00
Granete	Malogrado	1	60.00	60.00
Polipasto	Roto	2	15.00	30.00
Tenaza	Roto	2	13.00	26.00
Sierra manual	Roto	1	3.42	3.42
Juego de llaves	Perdido	4	35.00	140.00
Tornillo de banco	Malogrado	7	1.20	8.40
TOTAL				S/485.02

Fuente: elaboración propia

3.7.5. Diagnóstico de inconformidades después de la mejora

Posteriormente a la aplicación de la mejora, podemos observar cifras positivas y favorables para los costos de la empresa. De esta forma, se puede ver que el monto pérdida total de la causa raíz disminuyó a S/4,389.20, gracias

al formato aplicado, obteniendo un beneficio equivalente al monto de
S/13,886.50. Los resultados se muestran a continuación.

Tabla 24
Incidencias después de la mejora

Inconformidades – Después de la mejora					
Proveedor	Producto	Cantidad de producto defectuoso o equivocado	Costo del producto	Equivalente por demora entrega	Total
PTS S.A.	Llanta tracción R250	1	S/3,500.00	S/15.00	S/3,515.00
REENCAUCHADORA NOR	Reencauche de llantas	1	S/150.00	S/15.00	S/165.00
ALFREDO PIMENTEL	Rodajes	1	S/250.00	S/10.00	S/260.00
MANNUCI DIESEL SAC	Kit retenes	0	S/90.00	S/0.00	S/0.00
AUTOPARTES FERROSOS	Niples	0	S/25.00	S/0.00	S/0.00
G&R REPUESTOS	Anillos	1	S/1.00	S/10.00	S/11.00
FAMECA	Aros	0	S/120.00	S/0.00	S/0.00
NOR OIL	Aceite motor	0	S/350.00	S/0.00	S/0.00
AUTOPARTES FERROSOS	Refrigerante	0	S/456.00	S/0.00	S/0.00
AUTOPARTES FERROSOS	Hidroliza	0	S/387.00	S/0.00	S/0.00
DIVEMOTOR	Aros Americanos	1	S/120.00	S/15.00	S/135.00
SEKURINDUSTRIA	Chaleco seguridad	0	S/25.50	S/0.00	S/0.00
AUTOPARTES FERROSOS	Uniforme	1	S/58.00	S/30.00	S/88.00
AUTOPARTES FERROSOS	Guantes Cuero	0	S/10.50	S/0.00	S/0.00
AUTOPARTES FERROSOS	Mandil soldador	0	S/32.60	S/0.00	S/0.00
AUTOPARTES FERROSOS	Casco SE kur	1	S/22.20	S/20.00	S/42.20
MANGUERAS HIDRAULICAS	Mangueras hidráulicas	0	S/57.00	S/0.00	S/0.00
COMPUPLANET	Cartucho tinto	0	S/37.00	S/0.00	S/0.00
AC EXTINTORES	Extintor PQS 12kg	0	S/150.00	S/0.00	S/0.00
FERREYROS SAA	Repuesto montacarga	0	S/769.00	S/0.00	S/0.00
EPYSA PERU	Pinturas esmaltadas	0	S/59.00	S/0.00	S/0.00
IMPORTADORA DE ROD	Rodamientos	1	S/148.00	S/25.00	S/173.00
INKATECK SAC	Zapato seguridad PU	0	S/58.00	S/0.00	S/0.00
TOTAL					S/4,389.20

Fuente: elaboración propia

Tabla 26

Matriz de operacionalización de variables después de la mejora

Variable	Indicadores	Antes	Después	Variación	Análisis
INDEPENDIENTE: Gestión del Mantenimiento	Disponibilidad	88.74%	92.55%	3.81%	Se logró aumentar la disponibilidad de los equipos a un 92.55% a través del plan de mantenimiento propuesto.
	MTBF	139.64 min	351.20 min	211.56 min	El tiempo medio entre fallas mejoró a 351.20 minutos, lo cual indica que ocurren menos fallas en un determinado periodo.
	MTTR	21.10 min	9.69 min	11.41 min	El tiempo medio de reparación disminuyó a 9.69 min, mostrando que menos demoras en el mantenimiento de los equipos.
	Productividad de Mantenimiento	48%	83%	35%	El factor de productividad de mantenimiento se incrementó a 83% lo cual indica que hay mayor productividad por horas pagadas.
	Incidencias	43.75%	20.15%	23.60%	El porcentaje de incidencias se redujo a 20.15% debido a la aplicación de las 5's que generó un mayor orden y limpieza.
	Inconformidades	38.20%	19.03%	19.17%	Las inconformidades bajaron a 19.03% a causa de la homologación de proveedores, reduciendo las devoluciones.

Fuente: elaboración propia

Tabla 27

Matriz de operacionalización de variables después de la mejora

Variable	Indicadores	Antes	Después	Variación	Análisis
DEPENDIENTE: Costos operacionales	Costo por disponibilidad	S/ 106,958.00	S/ 78,814.36	S/ 28,143.64	Se logró reducir el costo pérdida actual en más del 50% mediante un adecuado plan de mantenimiento.
	Costo del MTBF	S/ 1,673.07	S/ 1,113.21	S/ 559.86	El costo pérdida del medio entre fallas mejoró en S/ 559.86.
	Costo del MTTR	S/ 26,115.97	S/ 16,232.62	S/ 9,883.35	El costo pérdida del tiempo medio de reparación mejoró en S/ 9,883.35.
	Costo de Productividad de Mantenimiento	S/ 15,600.00	S/ 5,100.00	S/ 10,500.00	El factor de productividad de mantenimiento llegó al monto de mejora de S/ 10,500.00.
	Costo por incidencias	S/ 1,261.40	S/ 485.02	S/ 776.38	El costo por incidencias se redujo a S/ 776.38, gracias a la implementación de las 5'S.
	Costo por inconformidades	S/ 13,886.50	S/ 4,389.20	S/ 9,497.30	Las inconformidades disminuyeron al monto de S/ 9,497.30 siendo un monto significativo.
TOTAL	Relación de costos Actuales vs costos mejorados	S/ 165,584.94	S/106,134.41	S/59,450.53	El costo perdido después de la aplicación de las mejoras disminuyó a 59,450.53 beneficiando a la empresa

Fuente: elaboración propia

4.1. Viabilidad económica

4.1.1. Inversión

Para dar ejecución al presente proyecto, se realizó el análisis beneficio/costo para la aplicación de cada una de las herramientas de mejora. Esto está establecido conforme a los costos de inversión que hacen viable el proyecto. En la siguiente tabla, se detalla el costo de inversión de cada herramienta:

Inversión plan de capacitación

Tabla 28
Inversión plan de capacitación

Inversión plan de capacitación				
Implementación	Cantidad (mes)	Cantidad (año)	Costo unitario (S/)	Costo total (S/)
Papel bond A4 x 500 hojas	1	5	7.99	39.95
Estante metálico para guardar documentos	1	1	14.80	14.80
Proyector Canon g3110	1	1	425.00	425.00
Capacitador	1	1	1100.00	1100.00
Engrapador	1	2	4.20	8.40
Total				S/2,588.15

Fuente: elaboración propia

Inversión plan de mantenimiento

Tabla 29
Inversión plan de mantenimiento

Inversión plan de mantenimiento				
Implementación	Cantidad (mes)	Cantidad (año)	Costo unitario (S/)	Costo total (S/)
Papel bond A4 x 500 hojas	1	1	7.99	7.99
Impresora	1	1	169.00	169.00
Ecran de proyector	1	1	220.00	220.00
Formatos	1	2	1.20	2.40
Total				S/1099.39

Fuente: elaboración propia

Inversión homologación de proveedores

Tabla 30

Inversión homologación de proveedores

Implementación homologación de proveedores				
Implementación	Cantidad (mes)	Cantidad (año)	Costo unitario (S/)	Costo total (S/)
Material sobre gestión de proveedores	1	6	89.00	534.00
Papel bond A4 x 500 hojas	2	24	8.99	431.52
Archivador metálico	2	24	5.99	287.52
Perforador metálico de 50 hojas	1	12	4.30	51.60
Engrapador	1	12	4.20	50.40
archivadores plastificados	1	24	10.90	261.60
Total				S/2,266.64

Fuente: elaboración propia

Inversión 5S

Tabla 31

Inversión 5'S

Inversión 5'S				
Implementación	Cantidad (mes)	Cantidad (año)	Costo unitario (S/)	Costo total (S/)
Trapeador con balde	1	2	18.50	37.00
Escoba	1	4	13.50	54.00
Recogedor de basura	1	3	17.90	53.70
Tacho de residuos	1	2	19.90	39.80
Limpiador de piso	2	12	19.90	238.80
Escobilla	1	2	13.00	26.00
Desinfectantes	1	6	25.00	150.00
Guantes de látex	3	12	14.90	178.80
Bolsas de basura	1	80	8.00	640.00
Total				S/2,918.10

Fuente: elaboración propia

4.2. Depreciación

Tabla 32

Vida útil de artículos

Activos fijos	
Muebles	3
Enseres	1
Equipo de cómputo	3
Total	7

Fuente: elaboración propia

Tabla 33

Listado de productos depreciados

Artículos implementados	Vida útil	Depreciación
Estante metálico para guardar documentos	3	30.00
Laptop dk1003dx	3	2600.00
Impresora	3	316.67
Archivador metálico negro	1	4.99
Perforador metálico de 40 hojas	1	1.30
Engrampador alicate	1	2.80
Caja de herramientas para arreglo del área	1	120.00
Archivadores plastificados	1	14.90
Trapeador con balde escurridor	1	17.90
Escoba	1	14.90
Recogedor de basura	1	14.90
Tacho de residuos	3	11.63
Escobilla	1	9.00
Tacho de residuos cartón	3	9.97
Total		S/3,168.96

Fuente: elaboración propia

4.3. Beneficio

En este apartado se analizan los beneficios obtenidos de las herramientas de mejora aplicadas a cada causa raíz. Por cada sol invertido, existe un beneficio en cada una de las mejoras aplicadas y, a continuación, se detallará cada una de estas:

Tabla 34
Beneficio costo Cr3

Beneficio Cr3				
ítem	Causa raíz	Pérdida actual S/.	Pérdida luego de aplicar mejora S/.	Beneficio S/.
Cr3	Falta de capacitación	S/15,600.00	S/5,100.00	S/10,500.00

Fuente: elaboración propia

Tabla 35
Beneficio costo Cr1

Beneficio Cr1				
ítem	Causa raíz	Pérdida actual S/.	Pérdida luego de aplicar mejora S/.	Beneficio S/.
Cr1	Falta de un plan de mantenimiento	S/106,958.00	S/78,814.36	S/28,143.64

Fuente: elaboración propia

Tabla 36
Beneficio costo Cr5

Beneficio Cr5				
ítem	Causa raíz	Pérdida actual S/.	Pérdida luego de aplicar mejora S/.	Beneficio S/.
Cr5	Inadecuada gestión de proveedores	S/13,886.50	S/4,389.20	S/9,497.30

Fuente: elaboración propia

Tabla 37
Beneficio costo Cr2

Beneficio Cr2				
ítem	Causa raíz	Pérdida actual S/.	Pérdida luego de aplicar mejora S/.	Beneficio S/.
Cr2	Falta de limpieza	S/1,261.40	S/485.20	S/ 776.20

Fuente: elaboración propia

4.4. Flujo de caja

En este punto se realizaron las evaluaciones financieras para poder determinar la factibilidad del presente proyecto, utilizando los ingresos históricos para nuestra proyección. De igual forma, se ha elaborado un estado de resultados para poder determinar los valores del flujo de caja. Luego de analizar los resultados mencionados, se encontraron cifras favorables en términos monetarios, ya que se obtuvo un VAN de S/22,251.76, TIR de 87% y un beneficio de S/1.73 lo que se traduce como que, por cada sol invertido, la empresa obtiene una ganancia de S/1.73.

Tabla 38
Costos operativos

Proyección					
Tasa de crecimiento	15%	15%	15%	15%	15%
	2021	2022	2023	2024	2025
Ingresos proyectados	S/ 12,000.00	S/ 13,800.00	S/ 15,870.00	S/ 18,250.50	S/ 20,988.08
Costos fijos	S/ 3,000.00	S/ 3,000.00	S/ 3,000.00	S/ 3,000.00	S/ 3,000.00
Costo fijo servicios	S/ 128.00	S/ 128.00	S/ 128.00	S/ 128.00	S/ 128.00
Costos variables	S/ 152.54	S/ 175.42	S/ 201.74	S/ 232.00	S/ 266.80
Costos operativos	S/ 3,280.54	S/ 3,303.42	S/ 3,329.74	S/ 3,360.00	S/ 3,394.80

Fuente: elaboración propia

Tabla 39
Estado de resultados

Evaluación económica						
Inversión total	S/8,872.28					
Costo de oportunidad	15%					
Estado de resultados						
Año	0	1	2	3	4	5
Ingresos		S/ 12,000.00	S/ 13,800.00	S/ 15,870.00	S/ 18,250.50	S/ 20,988.08
Costos operativos		S/ 3,280.54	S/ 3,303.42	S/ 3,329.74	S/ 3,360.00	S/ 3,394.80
GAV		S/ 328.05	S/ 330.34	S/ 332.97	S/ 336.00	S/ 339.48
Depreciación de activos		S/ 3,168.96	S/ 3,168.96	S/ 3,168.96	S/ 3,168.96	S/ 3,168.96
Utilidad antes del impuesto		S/ 5,222.44	S/ 6,997.27	S/ 9,038.33	S/ 11,385.54	S/ 14,084.84
Impuestos (30%)		S/ 1,566.73	S/ 2,099.18	S/ 2,711.50	S/ 3,415.66	S/ 4,225.45
Utilidad después del impuesto		S/ 3,655.71	S/ 4,898.09	S/ 6,326.83	S/ 7,969.88	S/ 9,859.39

Fuente: elaboración propia

Tabla 40
Flujo de caja

Flujo de caja						
Año	0	1	2	3	4	5
Utilidad después del impuesto		S/ 3,655.71	S/ 4,898.09	S/ 6,326.83	S/ 7,969.88	S/ 9,859.39
Depreciación de activos		S/ 3,168.96	S/ 3,168.96	S/ 3,168.96	S/ 3,168.96	S/ 3,168.96
Inversión	-8872.28					
	-8872.28	S/ 6,824.67	S/ 8,067.05	S/ 9,495.79	S/ 11,138.84	S/ 13,028.35
Año	0	1	2	3	4	5
Flujo neto efectivo	-8872.28	S/6,824.67	S/8,067.05	S/9,495.79	S/11,138.84	S/13,028.35
VAN	S/ 22,251.76					
TIR	87%					
PRI	2 años					
B/C	1.73 soles					

Fuente: elaboración propia

Interpretación de la evaluación económica:

- El periodo de retorno de inversión es de 2 años
- El beneficio costo nos indica que por cada sol invertido se obtiene un beneficio de S/. 1.73 soles de ganancia.
- Siendo el VAN S/. 22,251.76 se interpreta de que la propuesta genera un beneficio económico positivo para la empresa.
- La tasa interna de recuperación es de un 87%.

Tabla 41

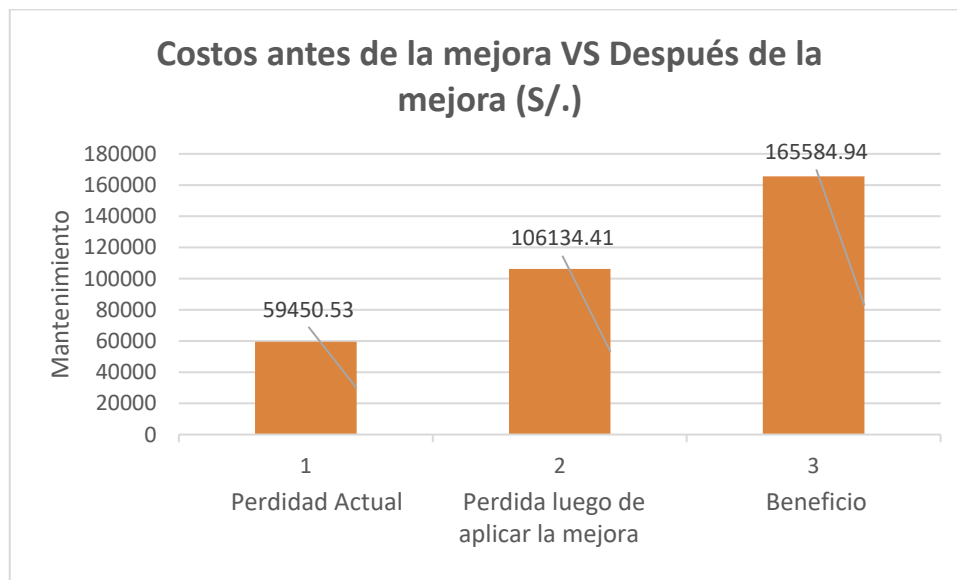
Costo de pérdida actual VS costo después de aplicar la mejora

Costo pérdida actual VS costo después de aplicar la mejora			
Área	Pérdida actual S/.	Pérdida luego de aplicar mejora S/.	Beneficio S/.
Mantenimiento	S/165,584.94	S/59,450.53	S/106,134.41
Porcentaje	100%	35.90 %	64.10 %

Fuente: elaboración propia

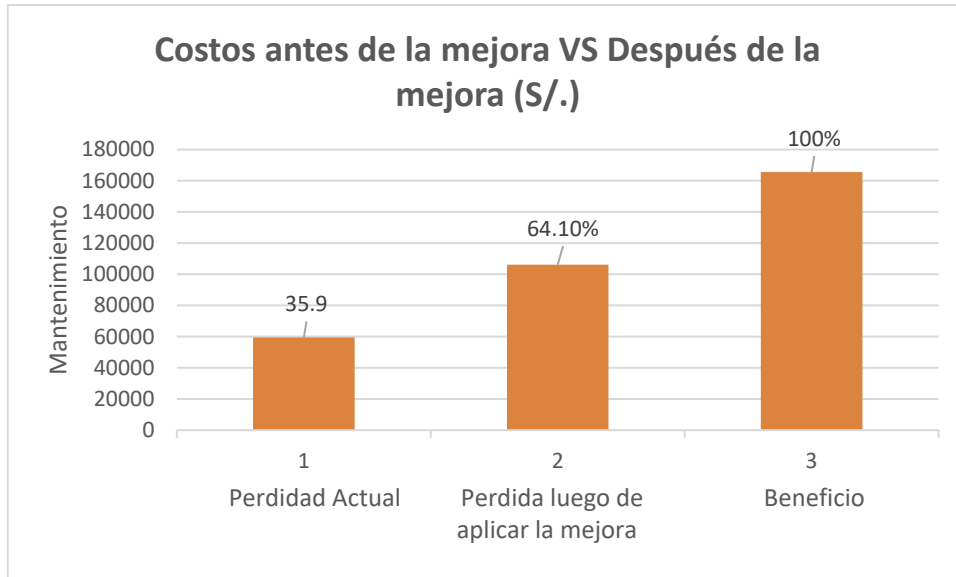
Figura 19

Pérdida actual VS beneficio (S/.)



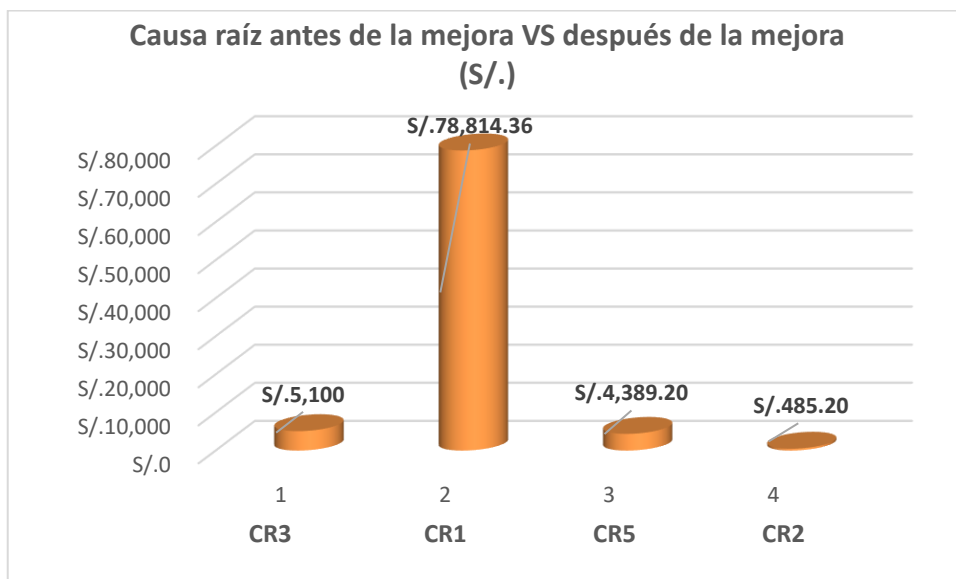
Fuente: elaboración propia

Figura 20
Pérdida actual VS beneficio (%)



Fuente: elaboración propia

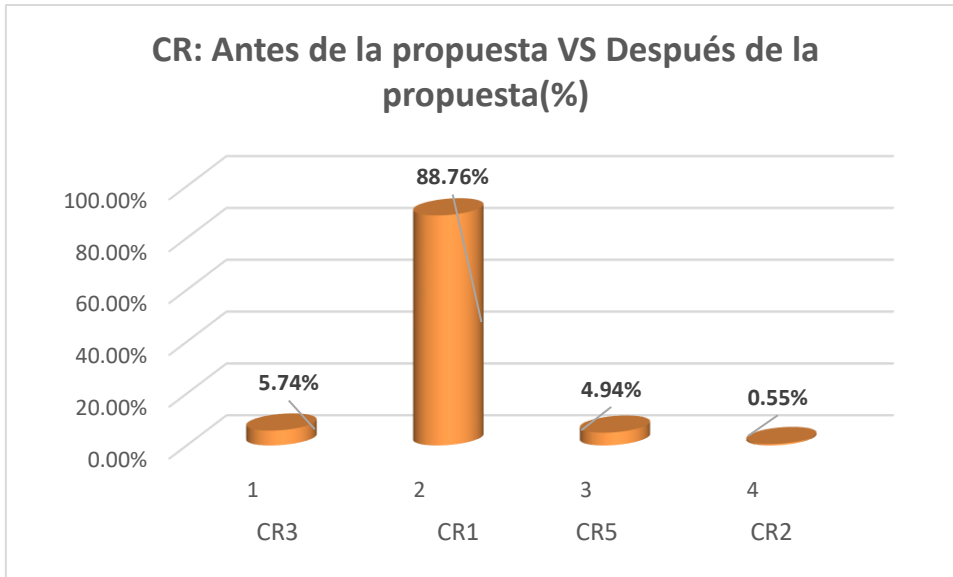
Figura 21
Causa raíz antes de mejora VS después de la mejora (S/.)



Fuente: elaboración propia

Figura 22

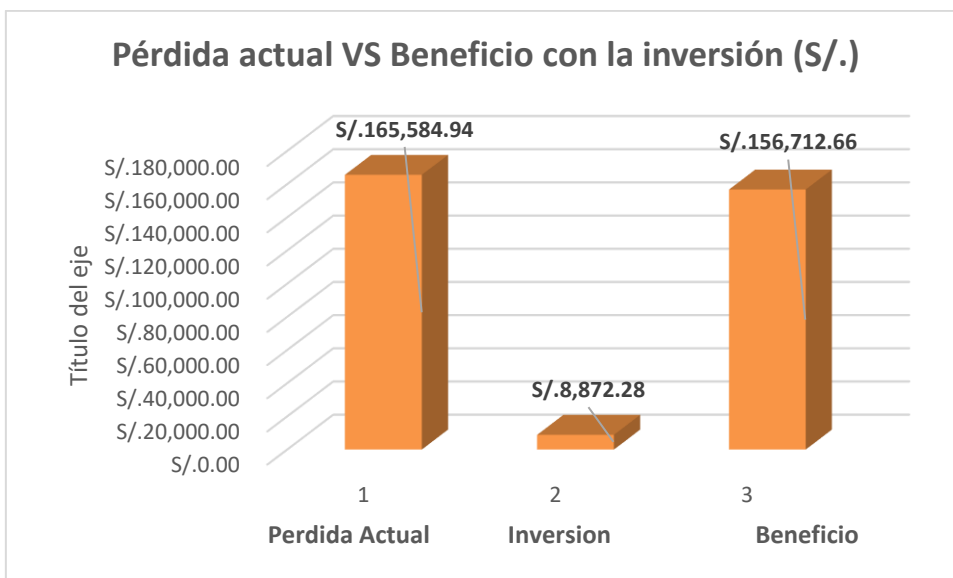
Causa raíz antes de mejora VS después de la mejora (%)



Fuente: elaboración propia

Figura 23

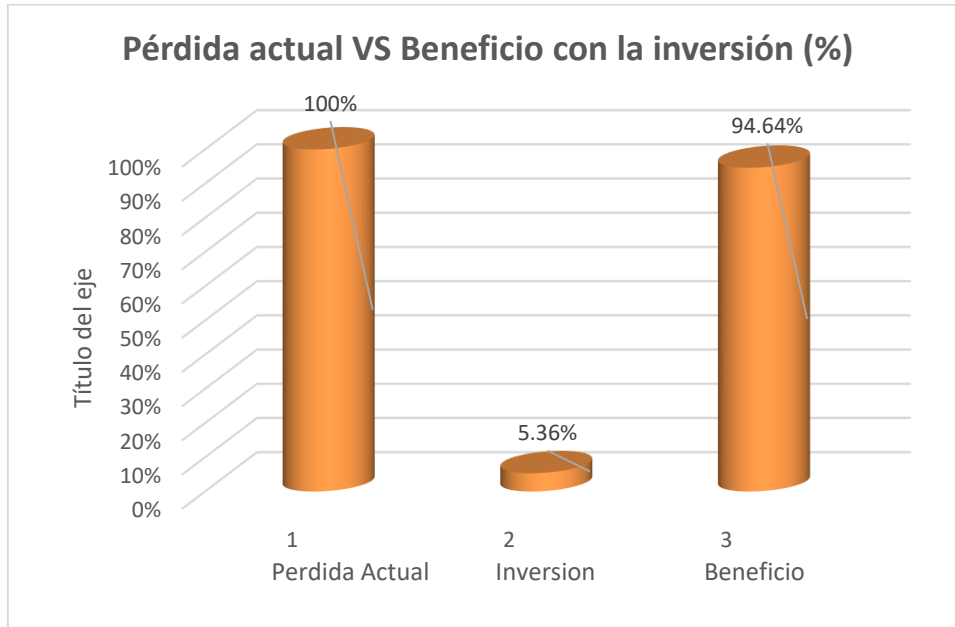
Pérdida actual VS beneficio con la inversión (S/.)



Fuente: elaboración propia

Figura 24

Pérdida actual VS beneficio con la inversión (%)



Fuente: elaboración propia

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

En la investigación de (Rubio & Miguel, 2011) titulada “Sistema del gestión del mantenimiento” determina que el emplear e implantar un plan de mantenimiento preventivo dentro de una empresa, sobre todo, del rubro industrial, favorece notablemente y generan alta rentabilidad, sí y solo sí, es implementada correctamente, alcanzado un beneficio que rodea la cifra promedio de hasta S/50,000.00 cuando se cumplen los parámetros estándar establecidos, lo cual corrobora parte de nuestro objetivo general, al reducir los costos operacionales del área de mantenimiento, obteniendo un beneficio total de S/59,450.53.

Por otro lado (Ventura & Claudia, 2019) manifiesta que, mejorar la productividad del mantenimiento, reduce considerablemente los tiempos de ejecución de labores, por lo que las empresas del sector se ven obligadas a considerar esta herramienta como base fundamental en la mejora continua de las operaciones relacionadas al mantenimiento industrial, logrando así ventajas competitivas que, a la vez, genera al final un valor agregado notable para el cliente, lo cual es atractivo para el cliente y de esta forma, se alinea con la investigación.

Con respecto a cada una de las causas raíces, se ha elaborado el diagnóstico de la situación actual del área de mantenimiento y, a través de un diagrama de Pareto, se determinó la siguiente problemática: falta de capacitación, falta de un plan de mantenimiento, inadecuada gestión de proveedores y falta de orden y limpieza. Las causas anteriores generan un costo pérdida actual de S/ 165,584.94. Alineando este resultado con el autor (Huaripata & Luis, 2018) en su tesis titulada: “Propuesta de mejora de la gestión de mantenimiento según el

enfoque de mantenimiento productivo total para reducir costos operativos en el área de hilandería, empresa Creditex-Trujillo” indica puntualmente que los altos costos operacionales en el área de mantenimiento en una empresa son en un 55% por la baja productividad del personal y 40% por la falta de un plan de mantenimiento preventivo y orden y limpieza, causando pérdidas monetarias anuales de hasta S/45,000.00, por lo cual se puede determinar que las herramientas de mejora aplicadas para las causas raíces halladas, son las correctas.

Al analizar la herramienta de mejora de la homologación de proveedores, debido a una deficiente gestión de la misma, se generó un beneficio de S/9,497.30, comparándola con la investigación de (Zavaleta & Angel, 2019) titulada: “Propuesta de mejora en la gestión logística mediante herramientas de ingeniería industrial, para reducir los altos costos operativos de una empresa hotelera ubicado en la ciudad de Trujillo” se puede corroborar que la adecuada aplicación de esta herramienta genera ahorros hasta de S/63,500.00 lo cual indica que su uso en el presente proyecto fue el indicado para reducir los altos costos operaciones que genera esta causa.

Después de realizar análisis económico financiero, se puede apreciar la factibilidad de cada una de las herramientas de mejora aplicadas para el área, ya que se alcanzó un VAN de S/22,251.76, TIR de 87% y un beneficio de S/1.73 haciendo la comparativa con el resultado del estudio de (Bado & Fharide, 2018) titulado: “Propuesta de implementación de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo basado en RCM para la reducción de fallas de la maquinaria de la Empresa Hydro Pátapo S.A.C.” se corrobora el planteamiento propuesto y afirma la viabilidad, debido a que su estudio de implementación de un sistema de gestión de

mantenimiento, muestra un beneficio costo de 1,52 dólares por cada sol invertido así como también la reducción de la inoperatividad en un 20.58% respectivamente.

4.2 Conclusiones

- Se determinó que el impacto de la propuesta de mejora en los altos costos operacionales del área de mantenimiento es propicio y favorable ya que disminuye considerablemente la pérdida actual en un 64.10% respectivamente.
- Se elaboró el diagnóstico actual del área de mantenimiento, previamente realizado el diagrama de Pareto para hallar los problemas más relevantes, los cuales fueron: falta de capacitación, falta de un plan de mantenimiento, inadecuada gestión de proveedores y falta de orden y limpieza, los mismos que generándose una pérdida anual de S/165,584.94.
- Se desarrolló una propuesta de mejora en la gestión del mantenimiento, utilizando y aplicando las siguientes herramientas: plan de capacitación, plan de mantenimiento, homologación de proveedores y las 5S, en donde se redujo los costos operacionales a S/106,134.41 proporcionando un beneficio de S/59,450.53 respectivamente.
- Se elaboró un análisis económico financiero basado en la propuesta de mejora en la gestión del mantenimiento, constando la factibilidad de las mejoras, siendo altamente rentable, ya que se obtuvo un VAN de S/22,251.76, TIR de 87% y un beneficio de S/1.73 respectivamente.

REFERENCIAS

- Bado, P., & Fharide, L. (2018). Propuesta de implementación de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo basado en RCM para la reducción de fallas de la maquinaria de la Empresa Hydro Pátapo S.A.C.
<http://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/1353>
- Castro, C. G. D. (2016). Modelo de seguridad industrial y salud ocupacional y su incidencia en los costos operacionales de la empresa “Comercial Moreira S.A.” de la ciudad de Manta. *Dominio de las Ciencias*, 2(1), 72-91.
- Fragas, Y. S., Peña, D. M., & Alfonso, P. M. H. (2016). Sistema automatizado para la gestión del mantenimiento de equipos (módulos administración y solicitud de servicio). *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 24(5), 85-90.
- Gamarra Antonio, J. L. (2018). Propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento del área de hilandería en las etapas de prehilado para una empresa textil basado en la implementación de TPM.
- Herrera Caldas, V. A. (2015). Desarrollo de un plan de gestión de mantenimiento de software para el Departamento de Sistemas de la Universidad Politécnica Salesiana basado en la norma ISO/IEC 14764:2006. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/8936>
- Herrera-Galán, M., & Duany-Alfonzo, Y. (2016). Metodología e implementación de un programa de gestión de mantenimiento. *Ingeniería Industrial*, 37(1), 2-13.
- Huaripata, D., & Luis, J. (2018). Propuesta de mejora de la gestión de mantenimiento según el enfoque de mantenimiento productivo total para reducir costos operativos en el

área de hilandería, empresa Creditex-Trujillo. Universidad Privada del Norte.

<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/14851>

Miranda, J., & Antonio, M. (2016). Análisis del sistema de gestión de mantenimiento del

área de prensas de la empresa Autotek, planta Puebla.

<https://repositorio.iberopuebla.mx/handle/20.500.11777/2118>

Rubio, R., & Miguel, E. (2011). Sistema de gestión del mantenimiento industrial.

Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

<https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/1661>

Salazar Alza, P. C., & Portal Arribasplata, E. (2016). Propuesta de implementación de

mantenimiento productivo total (TPM) en la gestión de mantenimiento para

incrementar la disponibilidad operativa de los equipos de movimiento de tierras en

la empresa Multiservicios Punre S.R.L., Cajamarca 2016. Universidad Privada del

Norte. <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/2004543>

Soto Huaripata, Y. E., & Arteaga Malca, J. L. (2021). Gestión de mantenimiento para

incrementar la disponibilidad de la estación de bombas GEHO para aguas residuales

en una empresa minera de Cajamarca 2020. Universidad Privada del Norte.

<https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/2207313>

Urrutia, M., & Michael, C. (2017). Implementación de un sistema de gestión del

mantenimiento en una planta convertidora de papel de 10 T/Hr [Universidad

Nacional de Ingeniería].

<http://oatd.org/oatd/record?record=oai%5C%3Acybertesis.uni.edu.pe%5C%3Auni>


[%5C%2F12405](http://oatd.org/oatd/record?record=oai%5C%3Acybertesis.uni.edu.pe%5C%3Auni%5C%2F12405)

Vaughn, R. C. (2014). Introducción a la ingeniería industrial. Reverte.

- Ventura, S., & Claudia, A. (2019). Propuesta de mejora en la gestión del mantenimiento para reducir los costos operacionales de la empresa Petroperú S.A. Refinería Talara. Universidad Privada del Norte. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/22527>
- Zavaleta, N., & Angel, M. (2019). Propuesta de mejora en la gestión logística mediante herramientas de ingeniería industrial, para reducir los altos costos operativos de una empresa hotelera ubicado en la ciudad de Trujillo. Universidad Privada del Norte. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/22230>

ANEXOS

Anexo 01: Inventario de activos fijos

 INVENTARIO DE ACTIVOS FIJOS CORPAC S.A. - CAJAMARCA					
Nº	DDIGO BARR	BIENES EQUIPOS ACTIVOS	Nº SERIE	MODELO	UBICACIÓN
1	2010 / 53-00331	RECEPTOR RX VHF PAE T6R	2062	B6100	SALA TRANSMISORA
2	2010 / 53-00333	TRANSMISOR TX VHF PAE T6T	2076	B6350	SALA TRANSMISORA
3	2010 / 53-00330	RACK SOPORTE TX/RX			SALA TRANSMISORA
4	0128474	RECEPTOR RX VHF AEROCOM	784	8080	SALA TRANSMISORA
5	0140749	UPS 6KVA WARD	071226-00410007	G6KND	SALA TRANSMISORA
6	5301199	EXTINTOR CO2 GLORIA	148656	KS 5 SE	SALA TRANSMISORA
7	2010 / 53-00346	ANTENA VHF			SALA TRANSMISORA
8	2010 / 53-00347	ANTENA VHF			SALA TRANSMISORA
9	5301203	EXTINTOR PQS GLORIA	011769	P 12 G	CASA DE FUERZA Y REGULADORES
10	0138560	COMPRESOR QD65Y	OLY00000V11701302	GEP 33-1	CASA DE FUERZA Y REGULADORES
11	5301455	COMPRESOR QD65Y	3D-139632	50377042	CASA DE FUERZA Y REGULADORES
12	0138567	TABLERO DE TRANSF. AUTOMATICO		DSE 5220	CASA DE FUERZA Y REGULADORES
13	0138576	TABLERO DE TRANSF. MANUAL		DSE 100	CASA DE FUERZA Y REGULADORES
14	0138601	CARGADOR DE BATERIA		DSE-12-5AMP	CASA DE FUERZA Y REGULADORES
15	5300043	REGULADOR DE CORRIENTE CONSTANTE		TCR 5000	CASA DE FUERZA Y REGULADORES
16	5300452	SISTEMA PAPI			PISTA 34
17	5301027	SISTEMA PAPI			PISTA 34
18	5301028	SISTEMA PAPI			PISTA 34
19	5300451	SISTEMA PAPI			PISTA 34
20	5301201	EXTINTOR CO2 GLORIA	158015	KS 5 SE	SALA NDB
21	5300055	NDB TECNASA		1000A	SALA NDB
22	5301198	EXTINTOR CO2 GLORIA	160430	KS 5 SE	OFICINA COMMET
23	0137019	BAROMETRO MERCURIAL	K5254	R. FUSS	OFICINA COMMET
24	0135202	SENSOR DE PRESION	Y3710012	PTB220ACB1A3	OFICINA COMMET
25	2010 / 53-00096	DISPLAY ALTIMETRO		DD50	OFICINA COMMET
26	2010 / 53-00095	DISPLAY ANEMOMETRO		WIND50	OFICINA COMMET
27	5301200	EXTINTOR CO2 GLORIA	116794	KS 5 SE	TORRE DE CONTROL
28	0138221	PISTOLA DE SEÑALES	989	V7/1288	TORRE DE CONTROL
29	5300497	RADIO HANDIE MOTOROLA		PRO 3150	TORRE DE CONTROL
30	5301175	RADIO HANDIE MOTOROLA		PRO 2150	TORRE DE CONTROL
31	5301159	BINOCULAR TASC0	ES82050	234FT/1000YDS	TORRE DE CONTROL
32	5300011	BINOCULAR TASC0	124RB-1	117FT/1000YDS	TORRE DE CONTROL
33	2007 / 53-00130	BINOCULAR BUSHNELL	13-1050	341FT.AT1000YDS	TORRE DE CONTROL
34	5300444	MONITOR SISTEMA PAPI			TORRE DE CONTROL
35	5300007	MONITOR NDB	640	AMR	TORRE DE CONTROL



**GERENCIA TECNICA
FORMATO N° 3
CRONOGRAMA ANUAL DE MANTENIMIENTO ESPECIALIZADO**


AÑO:

AEROPUERTO ESTACIÓN	AREA/ EQUIPO	EQUIPOS / SISTEMAS				CODIGO MANTTO	PERIODICIDAD (M/B/T/S/A)	CANTIDAD DE ACTIVIDADES												COMENTARIO					
		TIPO	MARCA	MODELO	ATRIBUTO			ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC		TOTAL				

FINES ACADÉMICOS

FIRMA Y SELLO DE JEFE DE EQUIPO	FIRMA Y SELLO DE JEFE DE AREA	FECHA
---------------------------------	-------------------------------	-------

Anexo 05: Orden de trabajo/Informe ejecutivo

 GERENCIA TECNICA FORMATO N° 11 ORDEN DE TRABAJO / INFORME EJECUTIVO											
AREA/EQUIPO				N° ORDEN DE TRABAJO				FECHA:			
AEROPUERTO/ ESTACION				MEMORANDO				FECHA:			
SINTESIS DEL OBJETIVO				FECHA INICIO		FECHA TERMINO		D/H DE COMISIÓN:			
CODIGO OBJETIVO				TIPO DE ACTIVIDAD							
APELLIDOS Y NOMBRES DEL COMISIONADO				CODIGO:		CARGO:					
ORDEN DE TRABAJO						INFORME RESUMEN (A ser llenado por el comisionado durante la ejecucion del servicio)					
EQUIPO / SISTEMA	MARCA	MODELO	PERIODICIDAD	ACTIVIDAD	DEL	AL	SI	NO	FECHA	OBSERVACIONES Y/O COMENTARIOS	
AUTORIZADO POR (Jefe de Area/Equipo):			COMISIONADO(S):		V° B° JEFE ARPTO / OPER.: LLEGADA		FIRMA DE COMISIONADO (S)				
FIRMA:			FIRMA:	FECHA:	Sello y firma	FECHA:					
OBSERVACIONES:							V°B° JEFE ARPTO / OPER. SALIDA		Sello recepción Area/Equipo	Sello registro ANES	

FINES ACADÉMICOS

Anexo 06: Registro de orden de trabajo

GERENCIA TECNICA									
FORMATO N° 12									
REGISTRO DE ORDEN DE TRABAJO									
						ORDEN DE TRABAJO N°			
EJECUCION	FECHA INICIO	FECHA TERMINO	SOLICITUD DE REMESA	FECHA	FECHA ATENCION	MONTO (S/.)			
PROGRAMADO									
REAL									
ESTADO DE LA ORDEN DE TRABAJO			FECHA	DOC. REFERENCIA	NUMERO	FECHA			
EQUIPO	CODIGO FALLA		TIPO DE TRABAJO			TIEMPO DE USO			
MANO DE OBRA CORPAC						VIATICOS			
APELLIDO Y NOMBRE	CAT	H / D PROG	H / D REAL	JORNAL	MONTO S/.	DIAS	VIATICOS (S/.)	PASAJES (S/.)	MOVILIDAD Y OTROS (S/.)
JEFE ENCARGADO DE LA ASUPERVISIÓN DE LA ORDEN DE TRABAJO									
APELLIDOS Y NOMBRES			CARGO			FECHA		FIRMA	

GERENCIA TECNICA

FORMATO N° 20



REGISTRO DE ACTUACIÓN DE MANTENIMIENTO ESPECIALIZADO

SERVICIO	SISTEMA	SUB SISTEMA	EQUIPO	MARCA	MODELO	CÓDIGO BARRAS	N° SERIE
AEROPUERTO	ESTACIÓN		CÓDIGO EQUIPO	FECHA COMPRA	FECHA INSTALAC.	OTRO	CÓDIGO PROCEDIMIENTO



FECHA (dd/mm/aa)	ACTIVIDADES VALORES NOMINALES DE ACTIVIDADES REGISTROS DE ACTUACIÓN DE ACTIVIDADES										CONCLUSIÓN	N° OBS.	TECNICO		
	Act. 1	Act. 2	Act. 3	Act. 4	Act. 5	Act. 6	Act. 7	Act. 8	Act. 9	Act. 10			NOMBRE	FIRMA	


FINES ACADÉMICOS

OBS. N° 1
OBS. N° 2
OBS. N° 3

<u>SUPERVISION TECNICA 1</u>			<u>SUPERVISION TECNICA 2</u>			<u>JEFE INMEDIATO</u>		
FIRMA	.....		FIRMA	.....		FIRMA	.....
NOMBRE	.....		NOMBRE	.....		NOMBRE	.....
FECHA	.....		FECHA	.....		FECHA	.....

Anexo 08: Registro de actuación de mantenimiento especializado EMSAL

GERENCIA DE TECNOLOGIA AERONAUTICA														
FORMATO N° 20														
REGISTRO DE ACTUACIÓN DE MANTENIMIENTO ESPECIALIZADO MENSUAL														
 														
SERVICIO	SISTEMA	SIGLAS	SUB SISTEMA		EQUIPO		MARCA	MODELO	N° SERIE	CÓDIGO BARRAS				
AYUDAS LUMINOSAS	PAPI 34	PAP-34	N/A		REGULADOR		ADB	TCR - 5000	#####	5300043				
AEROPUERTO	UBICACIÓN Y EJECUCION		CÓDIGO EQUIPO		FECHA COMPRA	FECHA INSTALAC.	OTRO	CÓDIGO PROCEDIMIENTO						
ARMANDO REVOREDO	SALA DE REGULADORES		N/A		2003	2003	N/A	N/A						
CARACTERISTICAS TECNICAS						CARGA ELECTRICA								
VOLTAJE INPUT	220V	FUSIBLE		22 AMP		UNIDADES		LAMPARAS		TRANSF. DE AISLAMIENTO				
VOLTAJE OUPUT(RMS)	3030	SCO		SI		CANT. TOTAL	4	CANT. TOTAL	8	CANT. TOTAL	8			
POTENCIA OUPUT	7.5 KW.	CABLEADO TAP				EMPOTRADAS	N/A	48 W	N/A	60 W	N/A			
FRECUENCIA	60 HZ	L1	S1	PUENTE	S3-S5	ELEVADAS	4	105 W	N/A	100 W	N/A			
NIVEL DE INTENSIDAD	5	L2	S4	TAP	8/8			150 W	N/A	150 W	N/A			
CONTROL REMOTO		MODULO EFD			MODULO LFD					200 W	8			
N° ID - JBUS		ESTADO	HABILITADO	ESTADO	HABILITADO			TIPO LAMPARA	HALOGENA	TIPO	RST			
SELECTOR DE CIRCUITO	SI	LEVEL 1	100 M	LEVEL 1	2	CABLE PRIMARIO LONGITUD (mis)		1800	SECCION	8 AWG				
POTENCIA INSTALADA	9 KW	LEVEL 2	10 M	LEVEL 2	5									
FECHA (dd/mm/aa)	ACTIVIDADES / VALORES NOMINALES DE ACTIVIDADES / REGISTROS DE ACTUACIÓN DE ACTIVIDADES										CONCLUSIÓN (OPERATIVO / INOPERATIVO)	N° OBS.	TECNICO	
	Act. 1	Act. 2	Act. 3	Act. 4	Act. 5	Act. 6	Act. 7	Act. 8	Act. 9	Act. 10			NOMBRE	FIRMA
	SELECCIÓN DE PASO DE BRILLO	CONDICION DE CONTROL REMOTO (OPER/INOP /DEFECT)	CORRIENTE DE SALIDA (AMP - ALTA)	CORRIENTE DE ENTRADA (AMP - BAJA)	TENSION DE ENTRADA (VOLTIOS)	TENSION DE SALIDA (VOLTIOS)	PRUEBA EN CORTO CIRCUITO (OPER/INOP)	RESISTENCIA CIRCUITO PRIMARIO (OHMIOS)	RESISTENCIA DE AISLAMIENTO (OHMIOS)	LAMP.FUSER MODULO LFD (CANT)				
	1													
	2													
	3													
	4													
	5													
OBSERVACION N° 1:										ANEXO 1 REGISTRO DE MANTTO DE BALIZA PAPI 34				
OBSERVACION N° 2:										ANEXO 2 REGISTRO DE MANTTO DE CABLEADO PRIMARIO PAPI 34				
OBSERVACION N° 3:														
OBSERVACION N° 4:														
PERSONAL DE TURNO					SUPERVISOR TECNICO					JEFE INMEDIATO				
FIRMA					FIRMA					FIRMA				
NOMBRE					NOMBRE					NOMBRE				
FECHA					FECHA					FECHA				

GERENCIA DE TECNOLOGIA AERONAUTICA															CORPAC S.A. <small>(Cielos peruanos en buenas manos)</small>		ANEXO 1		REGISTRO DE MANTENIMIENTO DE BALIZAMIENTO DEL		SISTEMA INDICADOR DE PENDIENTE DE APROXIMACION DE PRECISION PAPI 34		 PAGINA 1 DE 1	
SERVICIO	SISTEMA	SUBSISTEMA		FECHA COMPRA	CANTIDAD TOTAL DE BALIZAS	CANTIDAD TOTAL LAMPARAS	CANDELAS	CANTIDAD DE UNIDADES POR TIPO	CANTIDAD DE UNIDADES POR COLOR	CANTIDAD DE LAMPARA	POTENCIA LAMPARA	TIPO DE LAMPARA	TRANSF. AISLAMIENTO		ACTIVIDADES									
AYUDAS LUMINOSAS	PAPI 34	BALIZAMIENTO		2003	4	8		ELEVADAS	4	BLANCO / ROJO	4	8	200 W		200 W	8	11							
AEROPUERTO	UBICACION Y EJECUCION	MARCA	MODELO	FECHA INSTALAC.	DIRECCION	FILTRO	LUMENS	EMPOTRADA	N/A	CLARO / ROJO	N/A	N/A	150 W	PK-30D MALE HALOGENA	150 W	N/A								
ARMANDO REVOREDO	AREA DE MOVIMIENTO	ADB	PPL400/1	2003	UNIDRECC.	PRISMA		BUZONES	18	ROJO / ROJO	N/A	N/A	105 W		TIPO	RST								
ACTIVIDADES / VALORES NOMINALES DE ACTIVIDADES / REGISTROS DE ACTUACION DE ACTIVIDADES																								
FECHA / HORA DE TURNO	IDENTIFICACION DE UNIDADES		Act. 1	Act. 2	Act. 3	Act. 4	Act. 5	Act. 6	Act. 7	Act. 8	Act. 9	Act. 10	Act. 11	CONCLUSION (OPERATIVO / INOPERATIVO)	N° OBS.	TECNICO								
	N° UNIDAD	N° LAMPARA	OPERATIVO / INOPERATIVO	LECTURA ULTIMA INSPECCION	VERIFICAR Y REGISTRAR ANGULO DE ELEVACION	VERIFICA LAMPARA DE 200W. Y CONECTORES REEMPLZ.	VERIFICAR FILTROS ROJOS REEMPLAZAR	VERIFICAR SISTEMA OPTICO REEMPLAZAR	VERIFICAR PANTALLA VIDRIO PROTECCION REEMPLAZAR	VERIFICAR PERNOS DE SUJECION REEMPLAZAR	VERIFICAR ESTADO DE UNIDADES PAR	VERIFICAR CONECTOR SECUNDARIO REEMPLAZAR	VERIFICAR ESTADO DE TRANSF. DE 200W REEMPLAZO			NOMBRE	FIRMA							
	A	1																						
		2																						
	B	3																						
		4																						
	C	5																						
		6																						
	D	7																						
		8																						
OBSERVACION N° 1																								
OBSERVACION N° 2																								
OBSERVACION N° 3																								
_____ SUPERVISADO POR																								
_____ FECHA																								
_____ JEFE DE EQUIPO																								

FINES ACADEMICOS

GERENCIA TECNICA
FORMATO N° 13-2
INFORME DE SERVICIO N°

Pág 2 de 2

III. CONDICIONES DE OPERACIÓN DESPUES DE INTERVENCION					
EQUIPO	ESTADO	FECHA OPERACIÓN	COMENTARIOS / RECOMENDACIONES		ANEXO

IV. REPUESTOS Y MATERIALES UTILIZADOS										
EQUIPO	DESCRIPCION REPUESTO MATERIAL	UTILIZADO			VALE MATERIALES		VALE DEVOLUCIONES			
		U.M.	CANT.	P. UNIT.	P.TOTAL	NUMERO	LUGAR	CANT.	LUGAR	N°

NOTAS 1) EQUIPOS : Indicar el equipo en el cual se utiliza el material o repuesto
 2) U.M. : Unidad de medida del material (pieza=PZA.Kg. M.JGO=KIT, etc.)
 3) P. UNIT.P.TOTA : Precio unitario y precio total del material
 4) NUMERO : Número del vale con el cual se ha retirado o devuelto materiales al/del almacen
 5) LUG. : Lugar de provisión o devolución del material (Lima, Local)

V. SERVICIOS UTILIZADOS				
N° STS/ MEMO	FECHA	DESCRIPCION	CONTRATISTA	IMPORTE

NOTA: Incluir en este rubro la mano de obra contratada, indicando la cantidad de HD total y el salario pagado.

VI. PASAJES Y VIATICOS									
PASAJES	ORIGEN/ DESTINO	CANT.	IMPORTE	DIAS	TARIFA	VIATICOS	MOV.TERR	TUUA	TOTAL
AEREO									
AEREO									
TERRESTRE									

PRESENTADO POR	FIRMA COMISIONADO	VII. FORMATOS ADJUNTOS		RECEPCION JEFE DE ARPTO.
		ANEXO N°		
		DISTRIBUCIÓN ORIGINAL: ARCHIVO DEL AREA/EQUIPO		
		COPIAS: (1) JEFE DE ARPTO. (2) LIQ. (3) ANES (4) AUTOR.		