



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Propuesta de gestión de mantenimiento para disminuir los costos en  
una Refinería

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Industrial**

**AUTORES:**

Codarlupo Cruz, Baltty Reynaldo (ORCID: 0000-0002-7921-8277)  
Seminario Villarreal, Jackson Milton (ORCID: 0000-0002-8436-7023)

**ASESOR:**

MSc. Zevallos Vilchez, Maximo Javier (ORCID: 0000-0003-0345-9901)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Gestión empresarial y productiva

Piura -Perú

2021

## **Dedicatoria**

Dedicamos esta investigación a nuestros hijos con el propósito de sembrar en ellos la semilla del aprendizaje y perseverancia hacia la consecución de las metas trazadas.

## **Agradecimiento**

Gracias a DIOS por bendecirnos, darnos las fuerzas y ser la luz del camino para forjar un mejor mañana.

Agradecemos a las personas que aportaron para realización de esta investigación, a la Universidad Cesar Vallejo por la experiencia de aprendizaje y al profesional que nos asesoró. Un especial agradecimiento al excelente grupo humano que conforma el departamento de mantenimiento de la empresa en estudio que permitió aportar con un granito de arena en la solución del problema.

Indudablemente agradecer a nuestra hermosa familia por su sacrificio, paciencia y empuje en todo momento para poder concretar esta etapa profesional.

## Índice de contenidos

Índice de tablas .....	v
Índice de figuras .....	vi
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	4
III. METODOLOGÍA .....	11
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	11
3.2. Variables y operacionalización .....	12
3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis .....	12
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	13
3.5. Procedimientos .....	14
3.6. Método de análisis de datos.....	15
3.7. Aspectos éticos .....	15
IV. RESULTADOS .....	16
V. DISCUSIÓN.....	31
VI. CONCLUSIONES .....	36
VII. RECOMENDACIONES.....	37
REFERENCIAS.....	38
ANEXOS .....	43

## Índice de tablas

Tabla 1. Personal de mantenimiento .....	12
Tabla 2. Muestra .....	13
Tabla 3. Resultado del cuestionario aplicado a los Supervisores.....	16
Tabla 4. Resultado del cuestionario aplicado a los Técnicos .....	17
Tabla 5. Matriz de Vester .....	18
Tabla 6. Costos por tipo de mantenimiento .....	25
Tabla 7. Costos de Mantenimiento actual .....	27
Tabla 8. Costos de Implementación de Propuesta.....	28
Tabla 9. Ahorro generado con la propuesta .....	29
Tabla 10. Evaluación económica de la Propuesta.....	30

## Índice de figuras

Figura 1. Cuadrante de la matriz de Vester.....	19
Figura 2. Valores de referencia de índice de conformidad .....	21
Figura 3. Índice de conformidad Personal Supervisor .....	22
Figura 4. Índice de conformidad Personal Técnico .....	23
Figura 5. Evolución de los costos de mantenimiento .....	24
Figura 6. Costos por tipo de mantenimiento.....	25
Figura 7. Evolución del Indicador de costo de mantenimiento .....	26

## **Resumen**

La gestión del mantenimiento con un enfoque de gestión de activos ofrece múltiples beneficios; sin embargo, la capacidad de controlar los procesos de la cadena de valor del mantenimiento es vital. El objetivo general del estudio fue desarrollar una propuesta de gestión de mantenimiento para reducir costos en una refinería basada en una herramienta de ingeniería que la auditoría de gestión de mantenimiento. Es una investigación de tipo no experimental y utilizó una encuesta para diagnosticar la situación actual, para analizar y priorizar los problemas críticos se utilizó la matriz de Vester en donde se identificó tres problemas que son: ausencia de metodología de mantenimiento, falta de capacitación y frecuentes fallas en los equipos. Como muestra para el estudio se consideró al personal de mantenimiento, y para el análisis de costos se consideró las fallas de los 29 equipos críticos. Se desarrolló un formato de plan de acción para trasladar las medidas de los hallazgos de la auditoría y se desarrolló un plan de formación para el personal de mantenimiento. Este estudio se evaluó con indicadores financieros teniendo resultados favorables como son el VAN de S/1,073,541, un TIR de 130% y un beneficio costo de S/2.48

**Palabras clave:** Auditoría, gestión de mantenimiento, costos de mantenimiento.

## **Abstract**

Maintenance management with an asset management approach offers multiple benefits; however, the ability to control the maintenance value chain processes is vital. The overall objective of the study was to develop a maintenance management proposal to reduce costs in a Piura Refinery, based on the maintenance management audit engineering tool. It is a non-experimental research and used a survey to diagnose the current situation, to analyze and prioritize the critical problems the Vester matrix was used where three problems were identified which are: absence of maintenance methodology, lack of training and frequent equipment failures. The maintenance personnel were used as a sample for the study, and for the cost analysis the failures of the 29 critical pieces of equipment were considered. An action plan format was developed to transfer the measures of the audit findings and a training plan was developed for the maintenance personnel. This study was evaluated with financial indicators, with favorable results such as VAN of S/1,073,541, an TIR of 130% and a cost benefit of S/2.48

**Key words:** Audit, maintenance management, maintenance costs.

## I. INTRODUCCIÓN

La globalización como creciente integración de las economías en todo el mundo ha sufrido cambios forzando la competitividad de las industrias para producir con menos costo, más calidad y adaptándose a nuevas y complejas realidades sosteniendo procesos más confiables y seguros, a la par del cumplimiento de normas legales y ambientales.

En el departamento Piura, provincia de Talara se está concretando un megaproyecto de ingeniería y construcción en cuanto a desarrollo tecnológico e instalaciones debido a la modernización de su refinería con tecnología de avanzada. Este cambio le permitirá incrementar su capacidad de producción en un aproximado del 45% respecto a su producción actual que es de 65,000 a 95,000 barriles diarios y reducir drásticamente la cantidad de azufre de los combustibles, de 1,800 a 50 partes por millón, lo que contribuirá a mejorar la calidad del aire y la salud de las personas.

Este proyecto de modernización no es ajeno a mantenimiento, debido a que esta área también se encuentra en proceso de implementación de un sistema de gestión de activos físicos bajo la adopción de la norma ISO 55001, que permitirá gestionar los elementos estratégicos, tácticos y operativos durante el ciclo de vida de los activos físicos soportándose en las mejores prácticas de clase mundial para asegurar la disponibilidad y reducción de costos. Estos costos serán reducidos en el mantenimiento correctivo y preventivo; siendo estos los que generan una incidencia del costo en un 35% y 55% respectivamente.

Los costos de mantenimiento se desglosan en costos fijos tales como salario, seguros; costos variables tales como: repuestos, materiales, consumibles, reparaciones, servicios por terceros y; otros costos como: gastos administrativos de las áreas de soporte. Así también se desglosan en costos por tipo de mantenimiento preventivo, correctivo y mejoras u otros trabajos.

Amendola (2016), en su artículo analiza los componentes relevantes para que el mantenimiento prospere a través de una sólida gestión en la industria de Petróleo y Gas en América Latina. Señala que, en contextos empresariales ampliamente competitivos, el rol de mantenimiento es sumamente importante que pueda aportar ventajas estratégicas de diferentes formas, como el incremento de la capacidad a producir, eliminación de desperdicios y reducciones de costos.

Por estas razones el departamento de mantenimiento debe alinear sus objetivos con los de la organización y enfocar sus acciones en controlar y optimizar la disponibilidad ofrecida a producción. Una auditoría de situación, una revisión de los objetivos a establecer y un primer plan de trabajo son pasos fundamentales para profundizar en las normas ISO 55001.

La modernización de la refinería Reficar en Cartagena, Colombia, que empezó a operar en el año 2015, es un alusivo de la industria sudamericana. Se intensificó el rol de capacitación a todo el personal en gestión de activos para conocer y asimilar las buenas prácticas internacionales en mantenimiento.

La tendencia en los últimos cinco años en que se gestiona el mantenimiento no permite disminuir los costos anuales asociados de mantenimiento correctivo que ascienden a un promedio del 35%, respecto al 55% del mantenimiento preventivo, siendo solo un 10% referido a otros mantenimientos como mejoras; lo cual demuestra la necesidad de contar con una gestión de mantenimiento idónea que garantice el funcionamiento de los equipos, así como la reducción del costo de mantenimiento.

Si se mantiene la tendencia actual existe la probabilidad de que la nueva refinería no logre reducir los costos de mantenimiento correctivo ni alcanzar los indicadores de disponibilidad de los equipos requeridos por la empresa, lo cual no permitirá cumplir los objetivos estratégicos de la organización. A través de esta investigación, se desarrolló una propuesta de gestión de

mantenimiento que permite evaluar para mejorar el desempeño de los procesos de la cadena de valor de mantenimiento, optimizar recursos, reducir costos y evaluar el grado de eficacia de la norma ISO 55001:2015.

Con relación al problema de investigación se planteó la siguiente pregunta general: ¿cómo la propuesta de gestión de mantenimiento disminuye los costos en una refinería?, del mismo modo, se describen las preguntas específicas: ¿cuál es la situación actual de mantenimiento en una refinería?; ¿qué teorías de la gestión de mantenimiento serán utilizadas para la elaboración de la propuesta? y ¿cuál es la relación costo beneficio de la aplicación de la propuesta?

Esta investigación se justifica de manera teórica al demostrar la aplicación de la propuesta de gestión de mantenimiento en un escenario real en una refinería en Piura, se justifica a nivel práctico debido a la modernización de la refinería, lo cual implica un mayor número de unidades de proceso y unidades auxiliares superior al 300% y se necesita contar con una gestión de mantenimiento robusta que asegure la operatividad y disponibilidad de los activos; y se justifica metodológicamente debido a que esta investigación busca servir de base para próximos investigadores en el ámbito de mantenimiento.

Como objetivo general se planteó: Desarrollar una propuesta de gestión de mantenimiento para disminuir los costos en una refinería. Así también de este objetivo se desprenden tres objetivos específicos los cuales son: (a) diagnosticar la situación actual de la gestión de mantenimiento en una refinería, (b) identificar las teorías y/o metodologías necesarias que serán utilizadas para la elaboración de la propuesta de gestión de mantenimiento, y (c) determinar la relación costo beneficio de la aplicación de la propuesta.

Como hipótesis general se consideró que la aplicación de la propuesta de gestión de mantenimiento logró disminuir los costos en una refinería.

## II. MARCO TEÓRICO

Las múltiples investigaciones realizadas sobre mantenimiento y su gestión, así como las recientes metodologías y su contexto holístico de mantenimiento permite citar y examinar siguientes investigaciones.

Entre los antecedentes a nivel nacional se tienen los trabajos de Altamirano (2017), Morales y Gonzales (2018) y Rodríguez (2018).

Altamirano (2017), encuentra un resultado de 59.2% al momento de ejecutar una auditoría donde identifica un ineficiente nivel en la gestión de mantenimiento en la empresa GEOS Ingenieros. Aplicó una evaluación de la parte crítica de los equipos para posteriormente elaborar formatos de control de los mantenimientos de manera continua y en todos los trabajos realizados a toda y cada una de las máquinas y/o equipos con la finalidad de mejorar la gestión de mantenimiento en la organización. Finalmente implementó los mantenimientos autónomos en cada equipo y estos fueron llevados a cabo por los mismos operarios de cada equipo y/o maquinaria.

Morales y Gonzales (2018), aplicaron la estrategia del mantenimiento preventivo para aumentar la disponibilidad de los equipos de una empresa de comercialización de aceros. La investigación fue de tipo aplicada. La población estuvo compuesta por máquinas manipuladoras de materiales. Se utilizaron herramientas tales como auditoría, histórico de fallas, formatos de tiempos de reparación, formato para planificar el mantenimiento preventivo y formato para la disponibilidad del equipo. El resultado obtenido por la aplicación de las herramientas para el caso de auditoria fue de 47.90% de gestión del mantenimiento. Después de aplicar la planificación del mantenimiento preventivo la disponibilidad aumento de 90.60% a 97.62%.

Rodríguez (2018), desarrolló un trabajo de investigación de tipo aplicado y diseño descriptivo propositivo. El objetivo consistió en diseñar la gestión de mantenimiento para los vehículos de una empresa de transporte para reducir

los costos. Utilizó las siguientes técnicas: Observación, encuesta y entrevista en la recolección de datos. Identificó como problemas principales: la falta de gestión de mantenimiento, carencia de formatos para registrar y controlar los incidentes del mantenimiento, falta de un plan de mantenimiento preventivo, falta de identificación de los trabajadores. La propuesta consideró el diseño de formatos para el registro y control con la finalidad de reducir los costos de mantenimiento correctivo en más del 50%.

Respecto a los antecedentes a nivel internacional se cuenta con una investigación realizada por Basabe y Bejarano (2009) en Colombia, Inostroza (2016) en Chile y artículos de Amendola, Artacho y Depool (2017) desde España.

Basabe y Bejarano (2009), desde Bogotá Colombia, en su investigación tuvo como objetivo estudiar el impacto sobre la cadena de abastecimiento que puede generar el desarrollo de una propuesta que permita mejorar la gestión del mantenimiento a partir de la reducción de actividades de mantenimiento correctivo no programado y el aumento de las actividades de mantenimiento programado en la Cantera Salitre Blanco de Aguilar Construcciones SA. Implementó el mantenimiento preventivo considerando que los trabajos de mantenimiento correctivo se reducirán, pero no se eliminarán, por ello planteó este tipo de mantenimiento como una estrategia que, en sinergia con los planes de mantenimiento, actúen proactivamente. Tuvo como resultados mediante el cálculo de costos y ahorro de tiempos, reducción del 30% de los costos, adicionalmente a estos ahorros se tienen beneficios intangibles como, mejor uso de los recursos, mayor satisfacción de los clientes internos y externos, menor tiempo muerto, entre otros.

Inostroza (2016), en su tesis doctoral desde Chile, utilizó la metodología de auditoría de mantenimiento como una herramienta importante para la eficiencia de los procesos de gestión de activos, respaldada por estándares de gestión de activos como ISO 55001 y PAS55. El 26% de los hallazgos realizados en la auditoría se refieren a estrategias de mantenimiento, en

particular planificación, gestión, comunicación y documentación. El autor destaca que la auditoría se debe realizar de forma periódica con el fin de mejorar los factores observados y optimizar el uso de los recursos.

Así mismo, desde España investigadores como Amendola, Artacho y Depool (2017), analizaron la gestión de mantenimiento en el sector de petróleo y gas en América Latina. A través de un equipo de expertos se consensuó las actividades necesarias para una buena gestión de mantenimiento. La primera fase consideró una muestra de 100 profesionales involucrados en las labores de mantenimiento como alta dirección, mantenimiento, producción, calidad, logística y finanzas. En una segunda muestra 396 profesionales resolvieron una encuesta online para identificar factores determinantes de la gestión de mantenimiento. Finalmente, el personal de mantenimiento se clasificó en grupos con estilos similares en base a los factores ya establecidos. Los resultados identificaron tres factores claves: eficiencia en mano de obra; gestión de proyectos y tecnología de la información, y la optimización del funcionamiento de los activos.

Respecto a las teorías relacionadas podemos decir que los conceptos de esta investigación están circunscritos en normas internacionales ISO 55001:2015, auditoría de mantenimiento y manual de gestión de activos.

Para Abreu (2013), en su artículo nos indica que la gestión del mantenimiento desempeña un rol fundamental en la mejora de la eficiencia global de una organización, permitiendo asegurar la continuidad del negocio y evita costosos tiempos por inactividad.

Así también, García (2003), señala las razones de la importancia del porqué gestionar el mantenimiento: a) la competitividad nos exige a reducir costos, por ello se debe dinamizar el consumo de materiales y mano de obra, b) las áreas necesitan de estrategias que se alineen con los objetivos de la organización. Por ello es vital establecer políticas, objetivos, medir el cumplimiento y fortalecer la mejora continua.

Boero (2012), considera que la Gestión del Mantenimiento (GM) se debe gestionar de forma activa relacionándose con los objetivos de la organización y no solo con los objetivos clásicos de mantenimiento. Por lo tanto, se debe considerar como uno de los aspectos estratégicos para dirigir la alta dirección.

Un factor medular es la cadena de valor del mantenimiento que define las actividades que están involucradas en el proceso central de mantenimiento y los procesos de soporte. Deben estar alineados con las mejores prácticas de clase mundial y evaluados con una auditoría interna y/o externa con una frecuencia específica (ISO 55001).

Por ello, Tavares (2003), señala que la empresa puede contratar una empresa externa para realizar la auditoría de mantenimiento, y así contar con la opinión de un especialista externo, aunque es posible realizar la auditoría desde adentro. Este autor recomienda la auditoría externa, ya que proporciona de manera imparcial y objetiva mejoras relevantes en los costos.

Es necesario conocer la definición de activo, de acuerdo con la PAS 55 clasifica a los activos en cinco tipos: Activos humanos, Activos intangibles, Activos financieros, Activos de información y Activos físicos (The Institute of Asset Management 2008); ante ello se puntualiza que la presente investigación se enfoca a los activos físicos; tales como: máquinas o equipos que forman parte integrante de una unidad de proceso.

En la misma línea, Djumantara (2021), considera en su artículo que el mundo sigue dominado por la energía del petróleo y señala que un activo cumplirá su función de manera esperada siempre y cuando reciba un buen mantenimiento.

Para Hernández, Laverde y Portillo (2017), la Auditoría de Gestión Mantenimiento AGM es un proceso complejo, sistemático y organizado a través del cual es posible detectar, a través de métodos formales, fallas,

desviaciones u omisiones en términos de mantenimiento y su situación óptima esperada.

Así mismo, Herrera-Galán (2017), revela en su artículo de investigación que al medir el desempeño del proceso mantenimiento en cinco entidades hospitalarias a través de una auditoría de gestión obtuvo un elemento crítico que es el recurso humano.

Cabe destacar que para García (2003), las auditorías de calidad de mantenimiento son una herramienta vital que ayuda a identificar oportunidades de mejora y optimización porque compara la situación del área de mantenimiento con un estándar de excelencia. El resultado de esta comparación es el Índice de Conformidad, es decir, el porcentaje de acercamiento a ese estándar de excelencia.

Del mismo modo Alzaid (2012), precisa que la auditoría de mantenimiento AM tiene dos propósitos: a) evaluar el desempeño de las funciones de mantenimiento actuales y determinar la necesidad de una estrategia de mantenimiento consistente y, b) evaluar el desempeño de las funciones de mantenimiento después de que se implemente la estrategia.

Además, acota el citado autor que el objetivo principal de AM es asegurar que el departamento de mantenimiento logre el valor de la inversión a través de los siguientes objetivos específicos: mejorar disponibilidad, disminuir costos y extender vida útil de los activos.

Una efectiva gestión se refleja en el logro de la disponibilidad esperada que, según Oliverio (2012), es una función que ayuda a estimar el tiempo total que se puede esperar que un equipo esté disponible para cumplir la función para la cual fue destinado.

El valor de la disponibilidad es un indicador que permite juzgar si el área de mantenimiento está realizando correctamente su trabajo o es necesario

realizar una mejora. Permitir una larga vida a los activos determinará que las plantas industriales tengan un estado de degradación según lo planificado.

Para cumplir los objetivos esperados debemos saber desplegar los distintos tipos de mantenimiento que, según García (2003), existen dos y estos son: a) el mantenimiento correctivo que son las actividades desarrolladas en los sistemas cuando se produce una falla y se requiere recuperar su función principal; y, b) el mantenimiento preventivo que se realiza antes de ocurrir la falla en el activo.

Se ha resaltado la importancia de conseguir elevados valores de disponibilidad. Sin embargo, no podemos olvidar la importancia que tiene en mantenimiento conseguirlo a un costo lo más reducido posible.

La gestión de costos es una de las medidas más antiguas e importantes de la gestión empresarial. A principios del siglo XXI se empezaron a hablar de dos temas muy relevantes en la gestión empresarial que son: La Industria 4.0 que se ocupa de las herramientas tecnológicas para gestionar el negocio y la Gestión de Activos que busca maximizar el valor de los activos trabajando con la integración, gestión de riesgos y finanzas del negocio.

Además, Schuh (2019), plantea que, para el logro de un enfoque holístico en la gestión de costos, estos deben medirse en cada una de las fases del proceso de mantenimiento.

Así pues, Ansari (2016), en su artículo de investigación refiere que los costos directos están ligados al proceso de mantenimiento tales como: inspecciones regulares, mantenimiento preventivo, reparación, mano obra y materiales; mientras que los costos indirectos se asocian con pérdida de producción por causa a la falla del activo que dejó de cumplir su función.

De igual forma Fonseca (2015), expresa que la gestión del mantenimiento trata de reducir los costos ligados al mantenimiento en especial a costos por

reparación, horas hombre. Existen múltiples metodologías para lograr este fin como es TPM, Análisis causa raíz y mantenimiento preventivo.

En la misma línea, Díaz-Concepción, Armando (2019), plantea en su artículo de investigación una metodología para gestionar el mantenimiento basándose en criterios de diagnóstico utilizando una lista de verificación de fácil implantación y aplicable en cualquier organización.

En relación con la gestión de mantenimiento se utilizó como referencia la norma internacional ISO 9001:2015 Sistema de Gestión de Calidad para definir las tres (3) dimensiones de la investigación: el contexto de la organización, donde se precisa que la empresa debe establecer las cuestiones internas y externas que son importantes para su fin y que afectan a su capacidad para lograr los resultados planeados; la operación, donde se menciona que la organización debe llevar a cabo y moderar los procesos esenciales mediante la implementación del control de acuerdo con los criterios de la norma y, finalmente la evaluación, donde se debe evaluar el desempeño y la eficacia del sistema de gestión. (ISO 9001:2015)

En cuanto a dimensión de la variable dependiente, la competitividad exige a las empresas a reducir costos, esto considera diferentes indicadores de coste tales como coste de la mano obra por secciones, coste de materiales y coste de subcontratos. (García 2003)

También es importante precisar el análisis de criticidad, que es un método de clasificación de activos en función de su nivel global de importancia. El objetivo de este método es adaptar las estrategias de mantenimiento de activos, para facilitar la toma de decisiones conociendo los elementos más importantes y concentrando así los recursos necesarios en ello. Puede clasificar a los elementos en 3: alta, media y baja criticidad (Crespo, et al, 2018, p.212).

### III. METODOLOGÍA

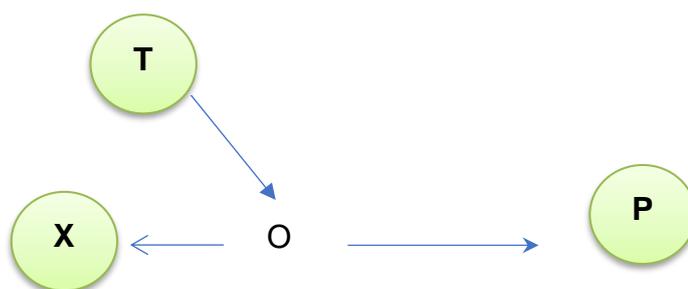
#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

La investigación desarrollada fue de tipo aplicada, porque hizo uso del conocimiento existente para dar respuesta al problema práctico. Esta investigación pertenece a esta categoría porque con una propuesta de gestión de mantenimiento se solucionó el problema disminuyendo los costos de mantenimiento.

Según HERNÁNDEZ, Fernández y Baptista, (2016), considera que el fin de una investigación de tipo aplicada es resolver el problema.

El alcance de la investigación es descriptivo porque describió la realidad del proceso de mantenimiento en una empresa del sector de hidrocarburos.

El diseño corresponde al tipo descriptivo propositivo porqué en base al diagnóstico del área de mantenimiento y con las teorías y/o metodologías existentes se realizó una propuesta de solución.



Dónde:

X: Realidad en el área de mantenimiento

O: Observación relevante que se recogerá en el área de mantenimiento.

T: Análisis y fundamentación de la teoría sobre Gestión de mantenimiento

P: Propuesta gestión de mantenimiento

### 3.2. Variables y operacionalización

En la presente investigación se identificó como variable independiente la gestión de mantenimiento y como variable dependiente los costos de mantenimiento.

La gestión de mantenimiento se define como las actividades destinadas a diagnosticar objetivos y prioridades de mantenimiento, las estrategias y las responsabilidades. En consecuencia, facilita la planificación, programación y control de la ejecución del mantenimiento, buscando siempre una mejora continua y obteniendo aspectos económicos relevantes para la organización. (Viveros, 2011)

Así mismo, los costos de mantenimiento representan el costo de la reparación de la maquinaria constituyendo un costo más que suma al costo final del producto. (Valdiviezo 2010)

En el Anexo 1 se describe el procedimiento de operacionalización de las variables.

### 3.3. Población (criterio de selección), muestra, muestreo y unidad de análisis

Se identificaron dos unidades de análisis para el presente estudio: El personal de mantenimiento y los equipos críticos.

La población para la primera unidad de análisis estuvo compuesta por todo el personal de mantenimiento como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Personal de mantenimiento

<b>Dependencia</b>	<b>Total</b>
Gerencia Departamento Mantenimiento	2
Jefatura Planeamiento y control	11
Jefatura Parada de planta	8
Jefatura Mantenimiento de planta	37
Jefatura Equipos de instrumentación	34

Jefatura Equipos eléctricos	23
Jefatura Talleres de mantenimiento	26
Total	141

La población para la segunda unidad de análisis estuvo compuesta por 29 equipos críticos.

En la muestra para el personal solo se consideraron a los supervisores y técnicos del área de mantenimiento indicados en la tabla 2.

Tabla 2. Muestra

<b>Puestos</b>	<b>Total</b>
Supervisores	28
Técnicos de mantenimiento	22
Total	50

La muestra para los equipos críticos coincide con la población.

Como criterios de inclusión se tomará en cuenta a los trabajadores actuales de mantenimiento de la provincia de Talara, distrito de Pariñas y se excluirán a trabajadores de otras áreas y operaciones de la empresa.

#### 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Como técnicas se utilizaron: (a) La entrevista que permitió obtener, de los supervisores y jefes, información veraz de cómo gestionan actualmente el mantenimiento y se utilizó como instrumento un cuestionario. (b) El análisis documental para que, a través de los documentos existentes, relacionados con los costos de mantenimiento por mano de obra, materiales, servicios por terceros y otros gastos asociados, se identificaron las causas de su elevado valor. Se empleó como instrumento la Ficha de Registro para el análisis documental.

García, Fernando (2004), la técnica son los métodos o movimientos de formatos homogenizado, es la forma de trabajar los instrumentos y

equipos que se usa para la ejecución de trabajos privados, en paralelo la organización de diversos dispositivos. La técnica es el arte y forma de actuar, ambos vinculan la técnica con formas o procedimientos de actuación práctica.

Según García, Fernando (2004) considera que un cuestionario no requiere de un entrevistador en una encuesta y por lo general es desarrollada por el individuo encuestado por escrito. Dicho cuestionario contiene interrogantes claras de manera cuidadosa con una estructura congruente con enfoque lógico y psicológico.

La validez y confiabilidad de los instrumentos se muestran en el Anexo 3. El coeficiente alfa de Cronbach para los cuestionarios dirigidos al personal supervisor y técnicos arrojó los valores de 0.92 y 0.85 respectivamente, valor aceptable según González Alonso y Pazmiño Santacruz (2015).

### 3.5. Procedimientos

Para el logro de los objetivos los investigadores realizaron el siguiente procedimiento: (a) se solicitaron los permisos correspondientes al Gerente Departamento Mantenimiento para iniciar la investigación y realizar las visitas para la obtención de la información necesaria para el desarrollo de la investigación. La recopilación se realizó de forma virtual como medida de prevención ante la Pandemia de la Covid-19; (b) se aplicó el cuestionario a todos los jefes y personal técnico del área de mantenimiento para conocer las actividades realizadas en sus puestos de trabajo; (c) se recabó información a través del instrumento ficha de registros para comprender los costos por mano de obra, materiales y servicios por terceros creando gráficos estadísticos para analizar el comportamiento; (d) Una vez recopilado los datos de las fuentes primarias se realizó un análisis para elaborar la propuesta correspondiente.

### 3.6. Método de análisis de datos

Los datos del cuestionario se sistematizaron en archivos de Microsoft Excel. Estos sirvieron como fuente para la determinación de la causa raíz del problema donde se empleó el instrumento matriz de Vester. Toda la data de costos se almacenó en tablas de Microsoft Excel y se analizó mediante gráficos lineales para ver su evolución en el tiempo. Y para analizar los resultados se utilizó el software estadístico de IBM SPSS (Statistical Package for the Social Sciences).

### 3.7. Aspectos éticos

Por el principio de la confidencialidad se protegió totalmente la identidad de los colaboradores, así como de la empresa que brinda la información. Por el principio de la objetividad, al realizar el análisis de la problemática, se utilizó criterios técnicos e imparciales. Se hizo uso del principio de la originalidad de todas las fuentes bibliográficas utilizadas y se citaron bajo la norma ISO 690-2, consiguiendo de esta manera demostrar la inexistencia de plagio. Y por el principio de la protección de los datos se resguardó toda la información proporcionada por la empresa.

#### IV. RESULTADOS

Con la finalidad de diagnosticar la situación actual de la gestión de mantenimiento se utilizó como instrumento un cuestionario virtual cuyos resultados de su aplicación a los supervisores y técnicos se detallan en las tablas 3 y 4.

Tabla 3. Resultado del cuestionario aplicado a los Supervisores

CUESTIONARIO - PERSONAL SUPERVISORES	Nunca	Casi nunca	A veces	Casi siempre	Siempre	Valoración Baja	Valoración Alta
1. ¿Utilizan alguna estrategia de mantenimiento de clase mundial para la gestión del mantenimiento preventivo?	1	0	9	5	13	5.5	22.5
2. ¿Cuentan con una Política de mantenimiento?	1	1	1	3	22	2.5	25.5
3. ¿Los objetivos del área de mantenimiento están vinculados con el objetivo estratégico de la organización?	0	0	6	3	19	3	25
4. ¿La organización actual de mantenimiento es suficiente para los requerimientos de mantenimiento?	1	7	9	5	6	12.5	15.5
5. ¿Las actividades de mantenimiento se encuentran descritas?	0	2	10	8	8	7	21
6. La metodología Ciclo Deming (PHVA) la utilizan.....	3	1	10	8	6	9	19
7. ¿Utilizan la teoría de Mantenimiento Productivo Total (TPM)?	2	8	11	4	3	15.5	12.5
8. ¿El modelo de la ISO 9001-2015 es aplicada en la gestión de mantenimiento en la organización?	1	3	13	6	5	10.5	17.5
9. ¿Aplican la teoría del Mantenimiento centrado en la confiabilidad?	1	3	13	2	9	10.5	17.5
10. ¿Aplican la metodología 5S?	1	6	12	5	4	13	15
11. ¿Son consideradas las medidas actuales para controlar el mantenimiento de los activos?	0	1	12	8	7	7	21
12. ¿Las fallas en los activos se presentan con frecuencia?	0	1	22	4	1	12	16
13. ¿Existen equipos críticos y están identificados?	0	0	3	10	15	1.5	26.5
14. ¿Utilizan una o varias técnicas como Indicadores, Ishikawa, Histogramas, Pareto u otros?	0	2	7	12	7	5.5	22.5
15. ¿Conoce usted el presupuesto actual de mantenimiento?	1	2	4	8	13	5	23
16. ¿Considera elevado el costo promedio anual para el mantenimiento correctivo	0	3	10	11	4	8	20
17. ¿Se le da a conocer cual es el costo mensual aproximado de mantenimiento preventivo de los activos?	1	3	14	7	3	11	17
18. ¿Se encuentra actualizado el stock de materiales?	1	8	10	7	2	14	14
19. ¿El costo de materiales y repuestos excede el presupuesto de mantenimiento?	3	6	16	3	0	17	11
20. ¿Se cumple el objetivo de disponibilidad de la planta?	0	1	5	16	6	3.5	24.5
21. ¿Existen reuniones de coordinación entre el área de mantenimiento y operaciones?	0	1	5	5	17	3.5	24.5
22. ¿Considera adecuadas las medidas actuales para controlar los costos por mantenimiento preventivo?	0	2	12	11	3	8	20
23. ¿Recomendaría alguna propuesta para reducir los costos de mantenimiento preventivo actual?	0	0	11	12	5	5.5	22.5
24. Considera adecuado los aspectos que se toman en consideración en la selección del personal del área de mantenimiento	1	2	10	9	6	8	20
25. Al momento de seleccionar un proveedor de mantenimiento, ¿la empresa considera aspectos como calidad, riesgos, tiempo, recurso y costos?	0	2	8	11	7	6	22
26. ¿El personal técnico de mantenimiento está certificado para realizar los trabajos?	0	2	7	12	7	5.5	22.5
27. ¿Existe algún programa de incentivos para el personal respecto al cumplimiento de los objetivos?	3	10	12	2	1	19	9

Tabla 4. Resultado del cuestionario aplicado a los Técnicos

CUESTIONARIO - PERSONAL TECNICO	Nunca	Casi nunca	A veces	Casi siempre	Siempre	Valoración Baja	Valoración Alta
1. Al ejecutarse una reparación de los activos en el mantenimiento correctivo, ¿el tiempo utilizado es el adecuado?	1	1	10	5	5	7	15
2. ¿Es adecuado el tiempo que pasa un activo en el taller por un mantenimiento preventivo?	1	2	10	4	5	8	14
3. ¿Son frecuentes las fallas en los activos?	0	6	13	2	1	12.5	9.5
4. ¿Las capacitaciones que brinda la empresa son frecuentes?	1	8	7	2	4	12.5	9.5
5. ¿Se realiza reuniones periódicas con el personal técnico de mantenimiento para soluciones de problemas?	0	5	11	4	2	10.5	11.5
6. ¿Considera buenos los tiempos que demandan estas reuniones periódicas de trabajo?	0	4	5	7	6	6.5	15.5
7. ¿Disponen de un área localizada para almacenar las herramientas de trabajo?	2	3	4	5	8	7	15
8. ¿Se encuentran cerca los materiales y/o repuestos al lugar de trabajo?	2	6	6	5	3	11	11
9. ¿Se tiene un control de herramientas de trabajo?	0	5	3	8	6	6.5	15.5
10. ¿Existe demoras al tratar de ubicar la documentación de mantenimiento?	1	3	13	4	1	10.5	11.5
11. ¿Cuentan con los procedimientos, formatos, herramientas y equipos necesarios para registrar y controlar las ocurrencias de funcionamiento?	0	6	3	9	4	7.5	14.5
12. ¿Utilizan un procedimiento de reposición de un repuesto?	0	7	5	5	5	9.5	12.5
13. ¿Se maneja un registro de los repuestos que se usan en las reparaciones de los activos?	0	5	8	4	5	9	13
14. ¿Existe un área adecuada para almacenamiento de los registros de repuestos?	1	6	5	5	5	9.5	12.5

Para la determinación de las causas más relevantes de estos cuestionarios se crearon dos columnas que totalizan la valoración clasificándola en baja y alta. Asignando como valoración baja la sumatoria de los campos “Nunca, Casi nunca” y el 50% de A veces, y para la valoración alta se consideró la sumatoria de los campos “Casi siempre, Siempre” y el 50% de “A veces”. De esta manera se consideran como causas de relevancia a los ítems que tienen como resultado en la valoración baja superior a 10 y están sombreadas de color amarillo como se muestra en las Tablas 3 y 4.

A fin de determinar el grado de significancia de las causas mencionadas se identificaron 10 causas de mayor relevancia las cuales se trasladaron a la matriz de Vester tal como se detalla en la Tabla 5. Los criterios de calificación son: 0 No lo causa, 1 causalidad muy débil, 2 causalidad media y 3 causalidad fuerte.

Tabla 5. Matriz de Vester

COD	DESCRIPCIÓN	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	INFLUENCIA (x)
P1	Costo altos de repuestos y materiales	0	0	3	2	0	0	0	0	0	0	5
P2	Falta programa de incentivos por cumplimiento objetivos	0	0	0	3	0	0	2	1	0	0	6
P3	Stock de materiales insuficiente	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	4
P4	Frecuentes fallas de los equipos	1	1	2	0	2	2	2	2	2	2	16
P5	Organización del Personal insuficiente	0	1	2	3	0	1	1	1	0	1	10
P6	Ausencia de metodología de Mantenimiento	1	1	2	3	1	0	2	2	1	2	15
P7	Poca capacitación al personal técnico	0	1	2	3	2	3	0	2	1	1	15
P8	Escasas reuniones con el personal para buscar soluciones e informar sobre costos de intervención	0	1	1	2	0	2	2	0	1	1	10
P9	Materiales y/o repuestos lejos del area de trabajo	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	5
P10	Demoras al buscar documentación de mantenimiento	0	0	1	1	0	2	1	0	0	0	5
<b>DEPENDENCIA (y)</b>		<b>6</b>	<b>6</b>	<b>14</b>	<b>19</b>	<b>5</b>	<b>11</b>	<b>10</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>91</b>

En la tabla 5 se identificaron tres causas críticas las cuales son: P4) Frecuente fallas de los equipos, P6) Ausencia de metodología de mantenimiento y P7) Poca capacitación al personal técnico.

Al graficar los cuadrantes se usan los ejes X e Y de la matriz Vester de manera que los totales de Activos y Pasivos formen una coordenada para poder clasificar la criticidad y por ende la priorización de los problemas. En la Figura 1 se visualizan los problemas críticos indicados anteriormente.

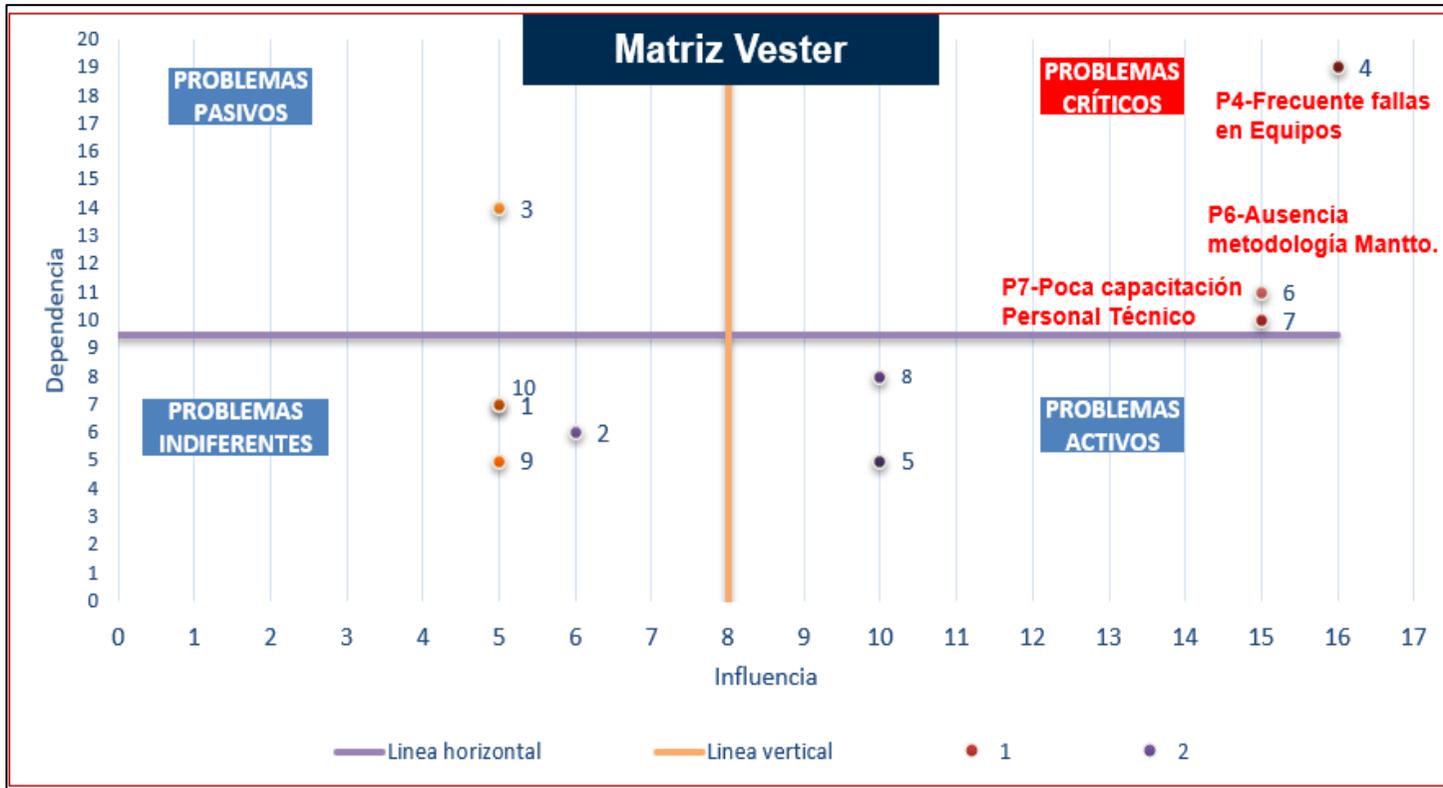


Figura 1. Cuadrante de la matriz de Vester  
 Fuente: Anexo 2. Instrumento de recolección de datos

A fin de conocer el resultado del diagnóstico de la gestión de mantenimiento a través del índice de conformidad que permite comparar la situación actual con un estándar de excelencia. Teniendo en consideración que el estándar es la situación ideal de cómo gestionar el mantenimiento de clase mundial (García, 2003)

Para ello, los resultados del cuestionario se agruparon en cinco aspectos los cuales son: Mano obra, métodos de trabajo, medios técnicos, materiales, toma de decisiones o información documentada.

Para calcular el puntaje máximo por cada sección se realiza lo siguiente:

$$\text{Puntaje máximo} = \text{N}^\circ \text{ Preg.} \times \text{N}^\circ \text{ Opc. Rpta} \times \text{N}^\circ \text{ Encuestados}$$

Donde:

N° Preg. = Cantidad de preguntas por sección

N° Opc. Rpta = Opciones de respuesta según Escala de Likert (Valor 5)

N° Encuestados = Cantidad de personal que participaron del Cuestionario aplicado (Valor 28 para Supervisores y 22 para empleados)

Para el personal Supervisor la cantidad de preguntas por sección fueron: Mano de obra: 5 preguntas, Métodos de trabajo: 8 preguntas, Medios técnicos: 7 preguntas, Materiales: 2 preguntas y toma de decisiones: 5 preguntas.

$$\text{Ej. Puntaje máximo de Mano Obra} = 5 \times 5 \times 28 = 700$$

Para el personal Técnico la cantidad de preguntas por sección fueron: Mano de obra: 1 pregunta, Métodos de trabajo: 3 preguntas, Medios técnicos: 3 preguntas, Materiales: 3 preguntas e información documentada: 4 preguntas.

Ej. Puntaje máximo Método de Trabajo = 3 x 5 x 22 = 330

Así también para García (2003), existen valores de referencia del índice de conformidad tal como se muestra en la figura 2.

< 40% de Índice de conformidad	Sistema muy deficiente
40-60% de Índice de conformidad	Aceptable pero mejorable
60-75% de Índice de conformidad	Buen sistema de mantenimiento
75-85% de Índice de conformidad	El sistema de mantenimiento es muy bueno.
> 85% de Índice de conformidad	El sistema de mantenimiento puede considerarse excelente

Figura 2. Valores de referencia de índice de conformidad  
Fuente: García 2003

A continuación, en la Figura 3 y 4 se muestra el índice de conformidad obtenido tanto para el personal supervisor y personal técnico.

### Resultados de la evaluación del Personal Supervisor

Secciones evaluadas	Puntaje Máximo	Puntaje Obtenido	%Índice
Mano de Obra	700	479	<b>68.4%</b>
Métodos de trabajo	1120	828	<b>73.9%</b>
Medios técnicos	980	732	<b>74.7%</b>
Materiales	280	160	<b>57.1%</b>
Toma de decisiones	700	545	<b>77.9%</b>
<b>Índice de conformidad</b>	<b>3780</b>	<b>2744</b>	<b>73%</b>

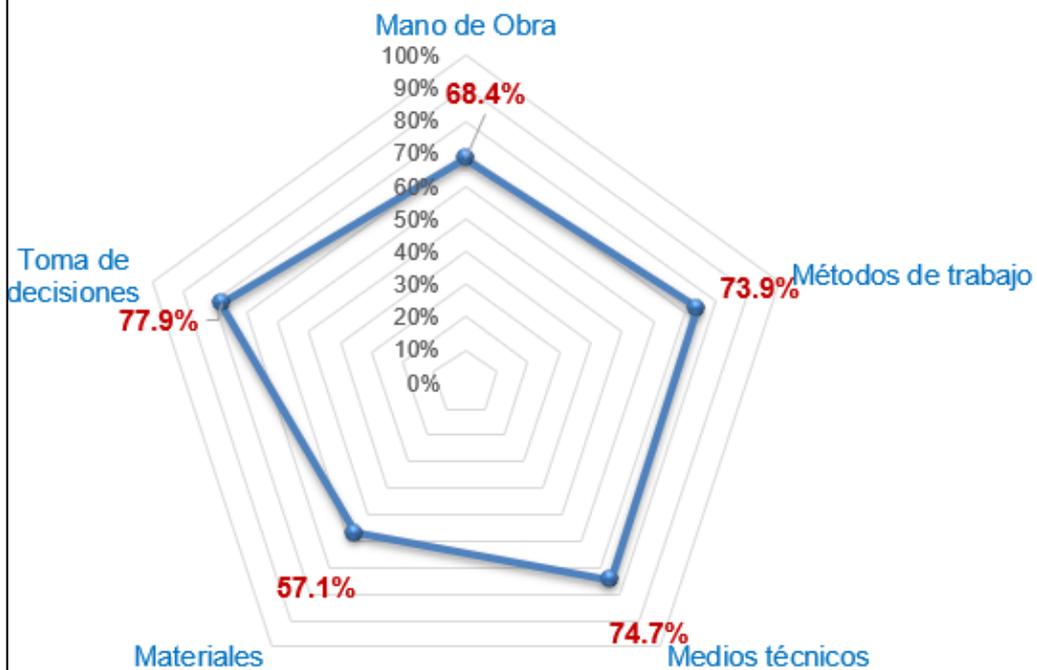


Figura 3. Índice de conformidad Personal Supervisor  
Fuente: Anexo 2. Instrumento de recolección de datos

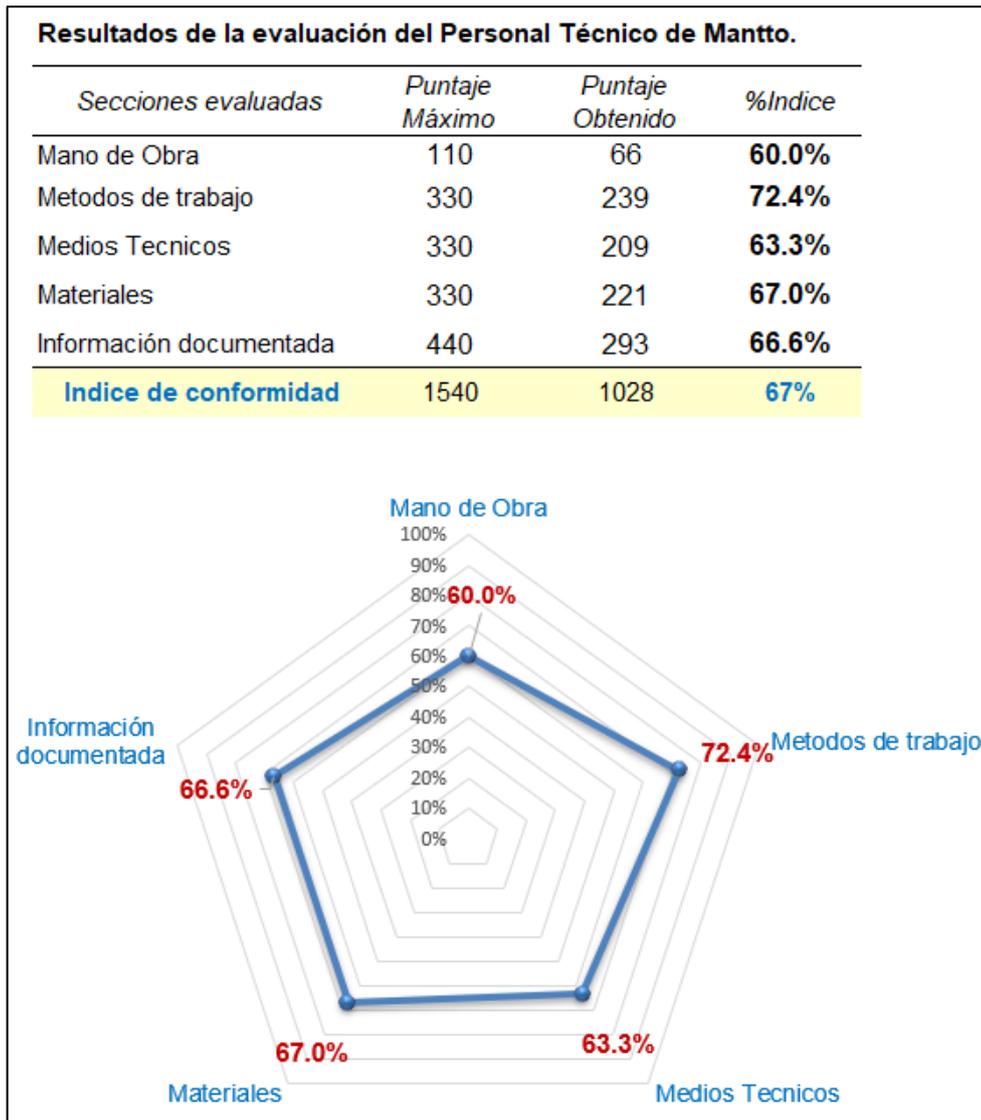


Figura 4. Índice de conformidad Personal Técnico  
Fuente: Anexo 2. Instrumento de recolección de datos

De acuerdo con los valores de referencia de índice de conformidad indicados en la figura 2 y según los resultados mostrados en la figura 3 y 4 la actual gestión de mantenimiento se califica con un: “Buen sistema de mantenimiento”.

Ello permite seguir en la mejora continua para fortalecer los puntos débiles de la cadena de valor de mantenimiento que permite la reducción del costo de mantenimiento.

Así pues, conocidas las tres causas raíz del problema (ausencia de metodología de mantenimiento, falta de capacitación y frecuentes fallas de equipos), y en función al análisis documental realizado podemos evidenciar como estas causas influyen directamente en los altos costos de mantenimiento. En la figura 5 se muestra la evolución de los costos de mantenimiento que se dieron en el periodo 2015-2019.

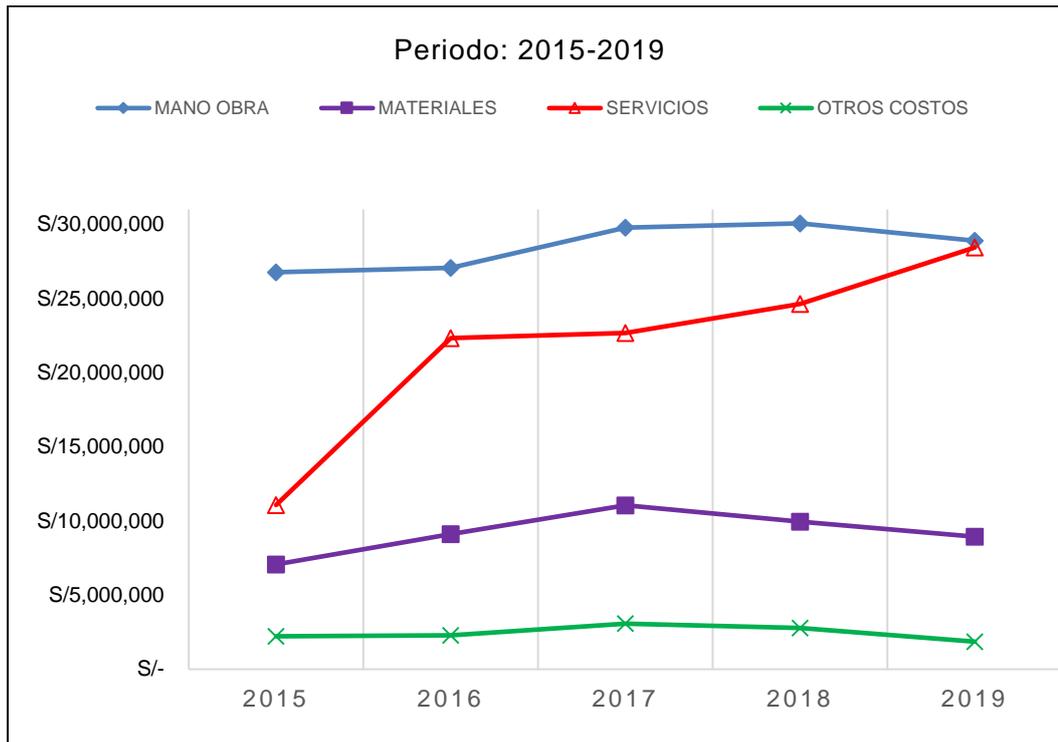


Figura 5. Evolución de los costos de mantenimiento  
Fuente: Anexo 2. Instrumento de recolección de datos

Del mismo modo se analizaron los costos por tipo de mantenimiento los cuales se muestran en la figura 6 y en la tabla 6.

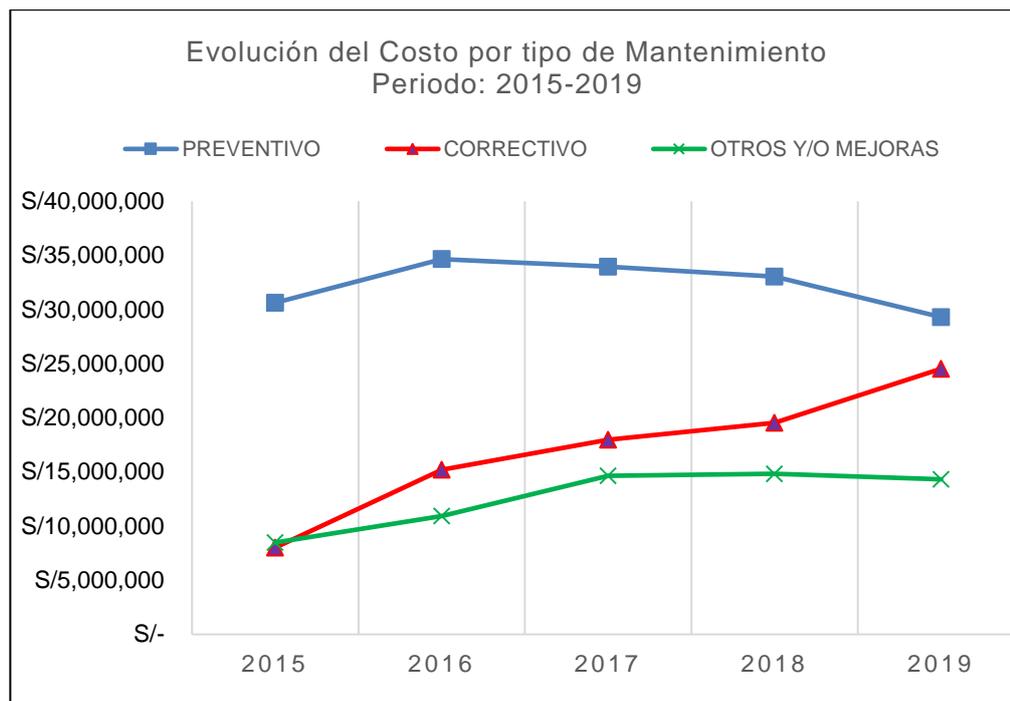


Figura 6. Costos por tipo de mantenimiento  
Fuente: Anexo 2. Instrumento de recolección de datos

Tabla 6. Costos por tipo de mantenimiento

AÑO	PREVENTIVO	CORRECTIVO	OTROS Y/O MEJORAS	COSTO MANTENIMIENTO S/
2015	30,629,924	8,010,903	8,482,133	47,122,960
2016	34,646,275	15,195,735	10,940,929	60,782,939
2017	33,950,202	17,973,636	14,645,185	66,569,023
2018	33,032,669	19,549,947	14,830,994	67,413,610
2019	29,297,464	24,528,110	14,308,064	68,133,638
<b>TOTAL</b>	<b>S/161,556,534</b>	<b>S/85,258,331</b>	<b>S/63,207,305</b>	<b>S/310,022,169</b>

Los costos señalados en la tabla anterior permitieron que el indicador de costo de mantenimiento por barril procesado mantenga un incremento en este periodo de tiempo como se muestra en la figura 7.

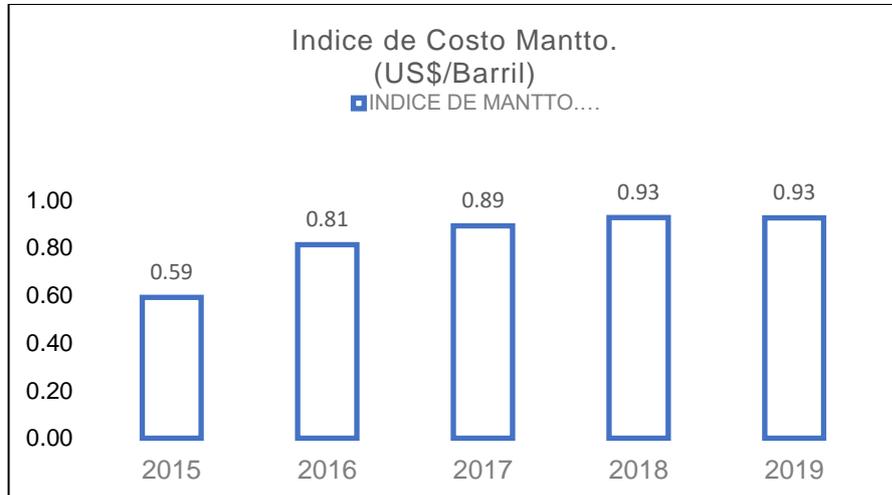


Figura 7. Evolución del Indicador de costo de mantenimiento  
Fuente: Anexo 2. Instrumento de recolección de datos

Por estas razones ahora nos enfocaremos en elaborar la propuesta de gestión de mantenimiento que reduzca los costos de mantenimiento que, según Rojas (2015), concibe a la auditoría de mantenimiento como una herramienta potente que mejora los resultados de mantenimiento.

Esta propuesta de gestión de mantenimiento se encuentra desarrollada en el Anexo 4.

Así también a fin de determinar el beneficio costo de la propuesta se evaluó económicamente para conocer su viabilidad y los resultados se describen desde la Tabla 7 a la Tabla 10.

Tabla 7. Costos de Mantenimiento actual

A. COSTOS DE MANTENIMIENTO ACTUAL	
<b>Costo de Mantenimiento Año 2019</b>	
Costo Total de Mantenimiento Año 2019	S/68,133,638
Costo Mantto. Correctivo Año 2019	S/24,528,110   36.0%
<i>(Considera las fallas de todos los equipos de la Planta, "Equipos críticos y no críticos")</i>	
<b>Costo Reparación Eq. Criticos</b>	
<i>Del monto de Mantto. Correctivo que asciende a S/24,528,110, y según la revisión documental obtenida se tiene que el 28% esta referido a los costos que ocasionó las fallas de los "Equipos Críticos" durante el periodo 2019.</i>	
<i>Hr Falla al año de los equipos criticos "en estudio" que paralizaron la Planta</i>	35.33
<i>Costo por Reparación de Equipos Criticos al Año</i> S/6,867,871	
<b>Costo - Lucro Cesante</b>	
<i>Producción diaria (Pesimista)</i>	48,000
<i>Costo Unitario Barril de crudo</i>	S/87.78
<i>Precio Venta</i>	S/159.60
<i>Utilidad</i>	S/71.82
<i>Nota: 35.33 Hrs producción detenida convertido a días es: 35.33 / 24 = 1.4720833 días</i>	
<i>= (Utilidad Diaria) x (Días producción Detenida) x (Producción diaria)</i>	
<i>= S/71.82 x 1.4720833 x 48,000</i>	
<i>Lucro cesante es =</i>	S/5,074,346
<i>Lucro Cesante al año</i> S/5,074,346	
<b>Costo Total Mantto. Correctivo Por Dejar de Producir</b> S/11,942,217	

Tabla 8. Costos de Implementación de Propuesta

B. COSTOS IMPLEMENTACIÓN PROPUESTA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO			
Propuesta Obj. Especifico N° 1	Auditoria - Evaluación Integral de la Gestión de Mantenimiento		S/26,000
	- Auditoria Externa Empresa Calificada	S/20,000	
	- Auditoria Interna de Seguimiento	S/6,000	
	(Frecuencia: Cuatrimestral )		
Propuesta Obj. Especifico N° 2	Guía de buenas prácticas para el fortalecimiento de la cadena de valor de mantenimiento		S/0
	- Guia de trabajo		
Propuesta Obj. Especifico N° 3	Capacitación al Personal de Mantenimiento		S/259,665
<b>Costo de Implementación de Propuesta de Gestión de Mantenimiento</b>			<b>S/285,665</b>

Tabla 9. Ahorro generado con la propuesta

**C. AHORRO GENERADO CON LA PROPUESTA**

**1. REDUCCIÓN DE COSTOS**

Item			Horas de Fallas al año	Costo x Hora de Falla	Costo Total
1	Costo Actual Mantto. Correctivo Anual	<b>SIN PROPUESTA</b>	35.33	S/338,049	S/11,942,217
2	Costos implementación Propuesta	<b>CON PROPUESTA</b>	18	S/338,049	S/6,084,891
3	Beneficio (Ahorro)	<b>AHORRO GENERADO</b>			S/5,857,326

**2. INCREMENTO DE VENTAS**

		Mantto. Actual Sin Propuesta	Mantto. Con Propuesta	Venta Ganada Anual
Tiempo improductivo	Horas	35.33	18	
Producción perdida	Barriles/año	70,654	36,000	
Precio por barril	Un	S/159.60	S/159.60	
Venta Perdida	Soles/Año	S/11,276,324	S/5,745,600	S/5,530,724

**3. INGRESOS**

	Anual	Mensual
<b>Ahorro</b>	S/5,857,326	S/488,111
<b>Ingreso</b>	S/5,530,724	S/460,894
Ingreso Total	<b>S/11,388,050</b>	<b>S/949,004</b>

Tabla 10. Evaluación económica de la Propuesta

D. EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA PROPUESTA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO													
Inversión Total	S/285,665												
Costo Oportunidad	25% Anual												
	Año 0	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
<b>INGRESOS</b>													
Ingresos		949,004	949,004	949,004	949,004	949,004	949,004	949,004	949,004	949,004	949,004	949,004	949,004
Costos Operativos		417,562	398,582	446,032	436,542	431,797	403,327	465,012	455,522	444,134	412,817	460,267	472,604
Utilidad bruta		531,442	550,422	502,972	512,462	517,207	545,677	483,992	493,482	504,870	536,187	488,737	476,400
Impuesto a la renta (30%)		159,433	165,127	150,892	153,739	155,162	163,703	145,198	148,045	151,461	160,856	146,621	142,920
<b>Utilidad despues de impuestos (Neta)</b>		372,010	385,296	352,081	358,724	362,045	381,974	338,794	345,438	353,409	375,331	342,116	333,480
<b>EGRESOS</b>													
Inversión	285,665												
<b>TOTAL EGRESOS</b>	285,665												
<b>FLUJO DE CAJA ECONOMICO</b>	<b>-285,665</b>	372,010	385,296	352,081	358,724	362,045	381,974	338,794	345,438	353,409	375,331	342,116	333,480
<b>Indicador económico</b>													
VAN <b>S/1,073,541</b> >0 <i>La propuesta a nivel de VAN es rentable por ser Positivo</i>													
TIR <b>130%</b> >25% <i>El TIR es mayor al Costo de Oportunidad</i>													
BENEFICIO COSTO <b>S/2.48</b> >1 <i>Nos dice que por cada sol invertido se esta obteniendo una ganancia de S/1.48</i>													

El VAN de la implementación de esta propuesta es de S/1,073,541, lo que denota que es un proyecto rentable para la empresa. La tasa interna de retorno (TIR) es de 130% que es la tasa a la cual retornará la inversión del proyecto, y que está muy por encima a la tasa base que la empresa desea ganar; por ello según este indicador el proyecto es también rentable. El indicador de beneficio costo es de S/2.48, lo que indica que por cada S/1 invertido en el proyecto, la empresa ganará S/1.48

## V. DISCUSIÓN

En esta investigación se examinaron diversas teorías y herramientas que respaldan a la gestión de mantenimiento para solucionar los problemas identificados y, por tanto, se han comparado con los resultados de otros investigadores que han utilizado herramientas similares a la propuesta. Tal como se aprecia los resultados son muy elocuentes en cuanto al desempeño económico, se puede observar que una importante parte de los costos operativos estuvo dada por el mantenimiento correctivo que se había vuelto constante durante los años y que no se le brindó la debida atención.

Inicialmente se realizó un diagnóstico para conocer el estado actual de la gestión de mantenimiento, utilizando como técnica la encuesta y como instrumento un cuestionario virtual, los resultados obtenidos fueron agrupados en cinco aspectos los cuales son: mano de obra, método de trabajo, medios técnicos, materiales y toma de decisiones, de los cuales se obtuvo resultado un índice de conformidad del 69% que califica a la empresa con un buen sistema de mantenimiento.

Este resultado, concuerda con las acciones que viene realizando la empresa en cuanto a su gestión en mantenimiento y al proceso en el que se encuentra de implementación del sistema de gestión de activos bajo la norma internacional ISO 55001:2015; la misma que ha permitido establecer una política de mantenimiento, filosofía de mantenimiento y el manual de gestión de activos; sin embargo, tiene aspectos débiles que necesitan ser tratados para su fortalecimiento como parte de la mejora continua.

El diagnóstico realizado permitió conocer los tres problemas críticos que son: falta de metodología de mantenimiento, falta de capacitación del personal y fallas frecuentes de los equipos.

Por consiguiente, Morales y Gonzales (2018), utilizaron el diagnóstico para conocer la situación del área de mantenimiento y el resultado de su índice

de conformidad fue de 47.9%, que describe a la empresa con un nivel aceptable en gestión de mantenimiento. Este diagnóstico permitió detectar los puntos sensibles como la falta de registros históricos de fallas de los equipos, ausencia de formatos para planificar el mantenimiento preventivo y falta de formato para el cálculo de disponibilidad de los equipos.

Estos autores anteriormente descritos realizaron una auditoria para analizar las causas y la relación que existe con los problemas encontrados; a diferencia del presente estudio en el que se utilizó el instrumento matriz de Vester para la priorización de los problemas.

Evidentemente ambas investigaciones descritas hicieron uso de herramientas ingenieriles y tomaron sus métricas a través del índice de conformidad que, según el autor García (2003) es la comparación de la situación del departamento de mantenimiento con un estándar de calidad. Por ello mientras mayor sea por el porcentaje del índice de conformidad, se entiende que el mantenimiento está haciendo su trabajo exactamente como se indica en dicho estándar.

Las diferencias encontradas en los índices de conformidad de ambos estudios son debido a que en el presente estudio se observa una madurez del sistema de gestión de mantenimiento que permite empezar a trabajar bajo un enfoque de gestión de activos, fruto de un marcado liderazgo, cultura organizacional y cumplimiento del plan estratégico al ser una empresa del sector hidrocarburos. En tanto al estudio realizado por Morales y Gonzales se observa debilidades en el manejo de la información documentada referente a las averías de los equipos y ausencia de registros, además no tiene definido la forma de planificar el mantenimiento, todo esto no permite tener información de primera mano que sirva para la toma de decisiones.

Por lo expuesto estos estudios se asemejan, porque luego de aplicar el diagnóstico les fue posible detectar los principales problemas que afectan su gestión y poder actuar sobre ellos.

Para solucionar el problema se ha elaborado una propuesta de gestión de mantenimiento a través de una herramienta que es la auditoría de gestión de mantenimiento (AGM), que permite mejorar el desempeño, optimizar recursos, disminuir los costos y evaluar el grado de eficacia de los requisitos de la norma ISO 55001 Sistema de gestión de activos.

Además, esta herramienta permitirá identificar las causas que hacen que el proceso no sea exitoso, sino más aún aumentan el costo de las tareas de mantención. Sin embargo, para que esta herramienta sea potente debe trabajar en sinergia con el Plan de acción que será el motor que impulsará las acciones a realizar para mejorar los resultados encontrados.

Por su parte Altamirano (2017), aplicó la herramienta auditoría teniendo como resultado una débil gestión en mantenimiento, evaluando las partes críticas de los equipos y elaborando registros de control. Estos resultados se asemejan al estudio realizado ya que se centran en identificar desviaciones de los elementos que conforman la cadena de valor en mantenimiento.

Esto guarda relación con lo expresado por Tavares (2003), quien recomienda que la auditoría debe ser realizada por un especialista externo, ya que proporciona de manera objetiva e imparcial mejoras significativas en los costos de mantenimiento y logra acompañar los costos del ciclo de vida de los activos.

En opinión de Inostroza (2016), afirma que la aplicación de la auditoría de gestión de mantenimiento representa un mejor nivel de desempeño y muestra oportunidades para mejorar. De los hallazgos encontrados en su auditoría realizada reconoció deficiencias en la planificación, gestión, comunicación y documentación, que tienen características comunes que se pueden superar con un plan de acción con el fin de mejorar, optimizar recursos y todo ello desencadena en reducción de costos.

Al igual que el Inostroza (2016), esta investigación también considera la elaboración de un plan de acción asociado con un cronograma de cumplimiento de actividades junto a los responsables de las actividades.

Adicionalmente a la herramienta que es la auditoria y el plan de acción, este estudio tiene otro factor importante que es el plan de formación en mantenimiento que permitirá al personal contar con habilidades, destrezas y competencias técnicas para atender los diferentes tipos de mantenimiento y que se verá retribuido con menos horas de fallas de los equipos y una alta disponibilidad de los activos.

Del mismo modo García (2003), señala que una forma de emprender la formación es que el personal de más experiencia forme al personal nuevo, así también que se diseñe un plan de formación según las necesidades del área a fin de aumentar los conocimientos a través de cursos los cuales deben estar pensados en fomentar la polivalencia del personal y algunos otros cursos específicos que permitan especializarse en ciertos aspectos.

Como siguiente aspecto, en la revisión de costos, se tiene un costo anual de mantenimiento industrial en el período 2019 de S/68,133,638; del cual el 36% corresponde a mantenimiento correctivo que asciende a S/24,528,110, el resto del costo está referido al mantenimiento preventivo, mejoras y otros trabajos.

El análisis anteriormente descrito se centró en los mantenimientos correctivos de los 29 equipos críticos en dicho periodo que ocasionaron altos costos que ascienden a S/6,867,871, con una tasa promedio anual de fallas de 35.33 horas que paralizó la planta con una pérdida de utilidad anual de S/5,074,346.

En ese sentido Basabe y Bejarano (2009), precisan que los efectos del costo de mantenimiento son por un adecuado manejo de los procesos que conforman la cadena de valor y que se demuestran mediante el cálculo de

costos y ahorro de tiempos, logrando reducciones de hasta el 30% de los costos actuales en los estados financieros anuales, mejor uso de los recursos de la empresa, mayor satisfacción de los clientes internos y externos, a la vez se va reduciendo la probabilidad de accidentes en el trabajo, menor tiempo de inactividad, entre otros.

De esta manera, se confirma que el uso de las herramientas utilizadas por los dos investigadores permite analizar el impacto económico de las fallas críticas de los equipos y la importancia de controlar estos procesos de la cadena de valor, y como estos gestionados proactivamente coadyuvan en la reducción del costo de mantenimiento.

Así pues, con la implementación de la herramienta auditoría de gestión de mantenimiento de la mano con el Plan de acción, se podrán tomar decisiones que permitan incluso generar ingresos extras anuales de aproximadamente S/13,431,211, hacer uso eficiente de los recursos que trae como consecuencia reducir costos al tener menos horas de averías en los equipos críticos por año. (de 35,3 a 18 h), esta reducción es de un aproximado 50%.

En cuanto a la evaluación económica del presente estudio se tendrá un beneficio costo de S/ 2.48, y de ahí la hipótesis planteada se da por cierta al señalar que con la aplicación de la propuesta se reducen los costos en una Refinería en Piura.

Estos resultados concuerdan con lo señalado por Amendola, Artacho y Depool (2017), quienes analizaron la gestión de mantenimiento en el sector petrolero en América Latina y mencionan que el rol de mantenimiento en entornos competitivos es vital, pues proporciona beneficios estratégicos como el aumento de la capacidad de producción y la reducción de costos.

## VI. CONCLUSIONES

La auditoría de gestión mantenimiento es una herramienta potente considerada como un buena práctica de mantenimiento de clase mundial, ya que es un proceso de inspección formal, sistemático y complejo que permite conocer el estado de mantenimiento, el estado actual de los activos físicos y de la Gestión, esto permite priorizar necesidades, establecer medidas correctivas para mitigar los problemas actuales y predecir problemas futuros, identificar ahorros potenciales, optimizar recursos y reducir progresivamente los costos de mantenimiento. Es imprescindible que esta herramienta trabaje en sinergia con el Plan de acción para afrontar los hallazgos y se logre generar valor.

- 1) El diagnóstico de la gestión actual de mantenimiento en una refinería permitió conocer los tres problemas críticos que son: ausencia de metodología de mantenimiento, falta de capacitación del personal técnico y recurrente fallas en los equipos. Así mismo con la encuesta aplicada al personal de mantenimiento se determinó el índice de conformidad del 69% que califica a la organización con un buen sistema de mantenimiento.
- 2) La propuesta de gestión de mantenimiento consiste en la elaboración de una herramienta que es la auditoría de gestión del mantenimiento que permite evaluar y mejorar el desempeño de los procesos de la cadena de valor de mantenimiento y como estos bien controlados coadyuvan hacia el uso eficiente de los recursos que permiten disminuir los costos. Además, se elaboró un plan de capacitación al personal de mantenimiento que permitirá al personal brindar las competencias y entrenamiento necesario para ejecutar los diferentes tipos de mantenimiento y permitir la máxima disponibilidad de los activos.
- 3) La evaluación económica de la propuesta brindó resultados favorables que señalan que la investigación es rentable, conforme a los siguientes indicadores: VAN: S/1,419,481, TIR: 164% y Beneficio costo de S/2.48

## **VII. RECOMENDACIONES**

A la alta dirección aplicar esta propuesta a corto plazo, ya que no requiere una gran inversión y la empresa en estudio cuenta con los recursos necesarios. También se puede integrar en el plan de auditoría del modelo de gestión QHSSE de la empresa. Para ello es necesario activar el plan de formación de auditores internos en el sistema de gestión de activos según la norma internacional ISO 55001: 2015 e iniciar el proceso de contratación de una empresa especializada en consultoría y auditoría orientada a la gestión de activos físicos.

Establecer las frecuencias de las auditorías internas y externas, además del uso plan de acción para atender los resultados de la auditoría, estableciendo un cronograma para las acciones correctivas que permita mejorar el proceso que se audita. Este plan de acción es desarrollado por los propios empleados de la empresa quienes, además de sus funciones, forman un equipo de trabajo multidisciplinario que les permite implementar mejoras en la cadena de valor de mantenimiento.

Documentar cada paso de los procesos de la cadena de valor, ya que será la evidencia para respaldar el cumplimiento de los criterios de auditoría de gestión de mantenimiento bajo el enfoque de gestión de activos. Esto permitirá contar con información gerencial para tomar decisiones con miras al uso eficiente de los recursos que tendrá como consecuencia reducir los costos de mantenimiento.

## REFERENCIAS

ABREU, J., Martins, P., Fernandes, S. y Zacarias, M. Business Processes Improvement on Maintenance Management: A Case Study, *Procedia Technology* [en línea]. 2013, 9, pp. 320–330. DOI: 10.1016/j.protcy.2013.12.036. [Consulta junio 2021] Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0166361521000919>

ALZAIID, Rayed. Advantages and benefits of maintenance auditing. Recuperado de: <http://events.exiconintl.com/app/webroot/js/ckfinder/userfiles/files/03>, 2012.

AMENDOLA, L., ARTACHO, M.A. y DEPOOL, T., Análisis de los factores clave para mejorar la Gestión de Mantenimiento en la industria de Oil&Gas en América Latina. *DYNA Ingeniería e Industria*. [en línea]. 2017, vol. 92, no. 1, pp. 567-571. [Consulta mayo 2021] ISSN 19891490. DOI 10.6036/8178.

ANSARI, Fazel; FATHI, Madjid y SEIDENBERG, Ulrich. Problem-solving approaches in maintenance cost management: a literature review. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, [en línea]. 2016, Vol. 22 No. 4, pp. 334-352. [Consulta junio 2021] ISSN: 13552511 DOI: <https://doi.org/10.1108/JQME-04-2015-0012G>

BASABE DÍAZ, Fabián; BEJARANO GARCÍA, Manuela. Estudio del impacto generado sobre la cadena de valor a partir del diseño de una propuesta para la gestión del mantenimiento preventivo en la cantera salitre blanco de Aguilar construcciones SA. 2009.

BOERO, Carlos. 2012. "Mantenimiento Industrial". Córdoba: Universitas Editorial Científica Universitaria. Jorge Sarmiento Editor., 2012. [Consulta junio 2021] ISBN: T\_355631.

Criticality Analysis for improving maintenance, felling and pruning cycles in power lines por A. Crespo [et al]. *IFAC-PapersOnLine* [en línea]. 2018, vol. 51, n° 11.

[Consulta: Junio 2021]. Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2405896318313867#!>

ISSN: 2405-8963

DÍAZ-CONCEPCIÓN, Armando, Villar-Ledo, Leisis, Rodríguez-Piñero, Alberto J., Tamayo-Mendoza, Jorge Enrique Methodology for maintenance management based on diagnostic criteria. *Dyna* [en línea]. 2019, 86(211), 208-214[fecha de Consulta 9 junio 2021]. ISSN: 0012-7353. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49663345024>

DJUMANTARA, Ulfah Aulia; AS'ADI, Muhamad; DEWI, Alina Cynthia. The Implementation of Maintenance Quality Function Deployment (MQFD) to Improve the Quality Maintenance Management for the Upstream Oil and Gas Industry. En *Journal of Physics: Conference Series*. IOP Publishing, 2021. p. 012087.

ESPINOSA, Fernando F y SALINAS, Gonzalo E. Selección de Estrategias de Mejoramiento de las Condiciones de Trabajo para la Función Mantenimiento Utilizando la Metodología MCDA Constructivista. *Inf. tecnol.* [en línea]. 2013, vol.24, n.3 [Consulta: 16 mayo 2021], pp.57-72. Disponible en: <[http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-07642013000300008&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642013000300008&lng=es&nrm=iso)>. ISSN 0718-0764. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642013000300008>.

FONSECA-Junior, Milton, Holanda-Bezerra, Ubiratan, Cabral-Leite, Jandecy, Reyes-Carvajal, Tirso L. Maintenance management program through the implementation of predictive tools and TPM as a contribution to improving energy efficiency in power plants. *Dyna* [en línea]. 2015, 82(194), 139-149[fecha de Consulta 16 junio 2021]. ISSN: 0012-7353. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49643211018>

FUENTES, S. (2015). Propuesta de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo basado en los indicadores de Overall equipment efficiency para la

reducción de los costos de mantenimiento en la empresa hilados Richard's S.A.C.

Disponible en:

[http://tesis.usat.edu.pe/bitstream/usat/497/1/TL\\_Fuentes\\_Zavala\\_SebastianMoises.dpf](http://tesis.usat.edu.pe/bitstream/usat/497/1/TL_Fuentes_Zavala_SebastianMoises.dpf)

GARCÍA, S. (2003). Organización y Gestión Integral de Mantenimiento. España:

Ediciones Díaz de Santos S.A. [Consulta junio 2021] Disponible en:

[https://books.google.com.pe/books/about/Organizaci%C3%B3n\\_y\\_gesti%C3%B3n\\_integral\\_de\\_man.html?id=PUovBdLi-oMC&printsec=frontcover&source=kp\\_read\\_button&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.pe/books/about/Organizaci%C3%B3n_y_gesti%C3%B3n_integral_de_man.html?id=PUovBdLi-oMC&printsec=frontcover&source=kp_read_button&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false) ISBN:9788479785772

GARCÍA PALENCIA, O. (2012). Gestión moderna del mantenimiento industrial.

Bogotá, Colombia: Ediciones de la U.

GARCIA, Cordova Fernando. El cuestionario: recomendaciones metodológicas

para el diseño de cuestionarios. 1ra. ed. Limusa, 2005. 120 pp. ISBN: 9681862368,

9789681862367

GARCÍA, F. y GARCÉS, P., 2013. La Industrialización del Petróleo en América

Latina y el Caribe. [en línea]. QUITO, ECUADOR: Organización Latinoamericana

de Energía. Disponible en: [http://biblioteca.olade.org/opac-](http://biblioteca.olade.org/opac-tmpl/Documentos/old0312.pdf)

[tmpl/Documentos/old0312.pdf](http://biblioteca.olade.org/opac-tmpl/Documentos/old0312.pdf).

GERDES, Mike; SCHOLZ, Dieter; GALAR, Diego. Effects of condition-based

maintenance on costs caused by unscheduled maintenance of aircraft. Journal of

Quality in Maintenance Engineering, 2016.

GONZÁLEZ ALONSO, J.A. y PAZMIÑO SANTACRUZ, M., 2015. Cálculo e

interpretación del Alfa de Cronbach para el caso de validación de la consistencia

interna de un cuestionario, con dos posibles escalas tipo Likert. Revista Publicando,

vol. 2, pp. 62-77. ISSN 1390-9304.

HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. y BAPTISTA, M. del P., 2016. Metodología de la Investigación. 6ta. Edición. Mexico: McGraw - HILL INTERAMERICANA DE MÉXICO, S.A. de C.V. ISBN 978-1-4562-2396-0.

HERNÁNDEZ, José Isaías Salas; LAVERDE, Ninoska Rodríguez; PORTILLO, Adriana Maria Diaz. Auditoría de mantenimiento: La unión de dos herramientas esenciales para beneficio de la producción industrial moderna. CICAG: Revista del Centro de Investigación de Ciencias Administrativas y Gerenciales, 2017, vol. 15, no 1, p. 226-258.

HERRERA Galán, Michael, Martínez Delgado, Edith Management audit applied to the maintenance department in hospital facilities. Ingeniería Mecánica [en línea]. 2017, 20(3), 152-159 [Consulta Junio 2021]. ISSN: Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=225159047007>

INOSTROZA ZÚÑIGA, Paulina Angélica. Metodología de auditoría de mantenimiento una herramienta relevante para la eficiencia de los procesos de gestión de activos. 2016. Tesis Doctoral. Universidad Andrés Bello. [Consulta agosto 2021] Disponible en: <http://repositorio.unab.cl/xmlui/handle/ria/3415>

MANUAL DE GESTION DE ACTIVOS FISICOS 2021 [Consulta Setiembre 2021]

MORALES Y GONZALES, Aplicación de la estrategia de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad del manipulador de materiales, [en línea]. 2018, [Consulta junio 2021] Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/27585>

OLIVEIRA, Marcelo Albuquerque; LOPES, Isabel. Evaluation and improvement of maintenance management performance using a maturity model. International Journal of Productivity and Performance Management, 2019.

OLIVERIO García, P. (2012). Gestión de Mantenimiento Moderna del Mantenimiento Industrial. Bogotá, Colombia: Ediciones de la U.

RODRIGUEZ, (2018). Gestión de mantenimiento de la flota vehicular para la reducción de costos en la Empresa Transportes Como Cancha S.A.C. Chiclayo 2018. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12802/4642>

SCHUH, Günther, JUSSEN, Philipp y OPTEHOSTERT, Felix. Iterative Cost Assessment of Maintenance Services. *Procedia CIRP* [en línea], 2019, vol. 80, p. 488-493. [Consulta: junio 2021]. DOI: 10.1109/ICCIC.2018.8782406 Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212827119300691>

Tavares, Lourival (2003). Auditorias de mantenimiento. 1er Congreso Mexicano de Confiabilidad y Mantenimiento. México. Extraído de <http://www.mantenimientoplanificado.com/gerardo%20trujillo%20noria/lourival%20AUDITORIA%20MANTENIMIENTO.pdf>

VIVEROS, Pablo et al. Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo. *Ingeniare. Rev. chil. ing.* [en línea]. 2013, vol.21, n.1 [Consulta: 16 mayo 2021], pp.125-138. Disponible en: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-33052013000100011&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-33052013000100011&lng=es&nrm=iso).ISSN 0718-3305. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052013000100011>.

THE INSTITUTE OF ASSET MANAGEMENT, 2008. PAS 55-1:2008. S.I.: s.n. ISBN 978- 0-9563934-0-1.

ISO 55001, 2014, Asset management — Management systems — Requirements. 2014. S.I.: International Organization for Standardization.

UNE-EN 16646, 2014 Mantenimiento en la gestión de los activos físicos, requisitos 2014. S.I.: AENOR, Asociación Española de Normalización y Certificación.

WHITE, Edward D.; RITSCHER, Jonathan D.; BUSH, Brett A. Evaluating Annual Fixed Wing Maintenance Costs. *Defense AR Journal*, 2018, vol. 25, no 3, p. 244-262.

## **ANEXOS**

Anexo 1 Matriz Operacionalización de Variables

Anexo 2 Instrumento de recolección de datos

Anexo 2A Instrumento A: Ficha de registro – Costos

Anexo 2A Instrumento A: Ficha de registro – Fallas de equipos críticos

Anexo 2B Instrumento A: Cuestionario

Anexo 3 Validación instrumentos de recolección de datos

Anexo 3A Validación de instrumentos

Anexo 3B Confiabilidad del instrumento

Anexo 4 Propuesta

## Anexo 1 Matriz Operacionalización de Variable

Anexo 1 Matriz de operacionalización de variables

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Gestión de Mantenimiento	Actividades destinadas a diagnosticar objetivos y prioridades de mantenimiento, las estrategias y las responsabilidades. En consecuencia, facilita la planificación, programación y control de la ejecución del mantenimiento, buscando siempre una mejora continua y obteniendo aspectos económicos relevantes para la organización (Viveros, 2011)	$IC = \frac{\text{Puntaje obtenido}}{\text{Puntaje máximo}}$	Contexto	Índice de conformidad (IC)	Razón
		$IMC = \frac{\text{Número ODT Correctivo Ejec.}}{\text{Número ODT Correctivo Program.}}$	Operación	Índice de correctivo (IMC)	
		$IMP = \frac{\text{Número ODT Preventivo Ejec.}}{\text{Número ODT Preventivo Program.}}$		Índice de preventivo (IMP)	
		$CO = \frac{\text{Número de ODT ejecutadas}}{\text{Número de ODT programadas}}$	Evaluación	Cumplimiento de Órdenes de trabajo ODT (CO)	
Costos de mantenimiento	Representa el costo de la reparación de la maquinaria constituyendo un costo más que suma al costo final del producto (Valdiviezo, 2010).	Desglosar el costo para cada una de las zonas o secciones.	Secciones	Costo de la Mano de Obra por secciones	Razón
		$CMO = \frac{\text{Horas de mantenimiento}}{\text{Costo de la mano de obra}}$	Mano de Obra	Costo de la Mano de Obra Mantenimiento (CMO)	
		Se realizan tantas subdivisiones como se crea conveniente: por secciones, por tipo (eléctrico, mecánico, consumibles, etc.)	Materiales	Coste de materiales (CM)	
		También pueden hacerse las subdivisiones que se considere oportunas.	Subcontratos	Costo de subcontratos	

## Anexo 2 Instrumento de recolección de datos

### Contenido

2A Instrumento A: Ficha de registro

2B Instrumento B: Cuestionario

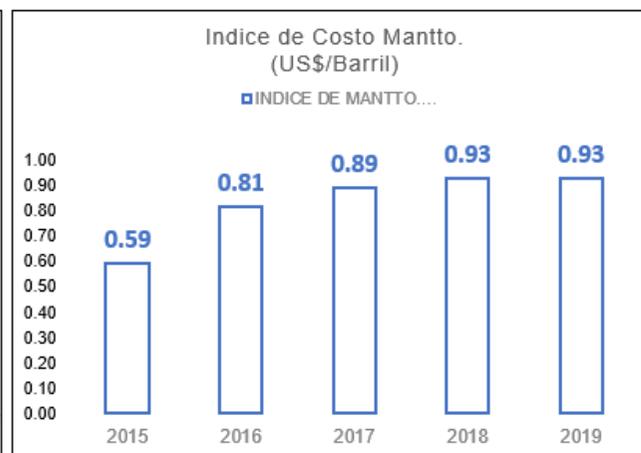
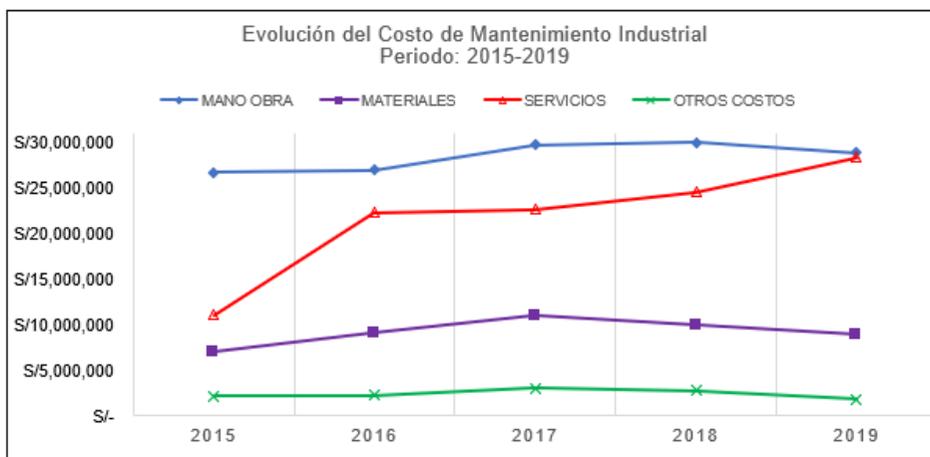
2C Instrumento C: Matriz de recolección de datos

## Anexo 2A

### Instrumento A: Ficha de registro - Costos

#### REGISTRO HISTÓRICO DE COSTOS DE MANTENIMIENTO

AÑO	MANO OBRA	MATERIALES	SERVICIOS	OTROS COSTOS	COSTO MANTENIMIENTO S/	COSTO DE MANTENIMIENTO US\$	CARGA TOTAL CRUDO PROCESADO (BI)	INDICE DE MANTTO. (US\$/Bbl)	T.Cambio SUNAT
2015	26,766,290	7,068,746	11,075,824	2,212,101	47,122,960	13,819,050	23,317,256	0.59	S/3.41
2016	27,062,150	9,107,116	22,319,168	2,294,505	60,782,939	18,588,055	22,857,091	0.81	S/3.27
2017	29,767,173	11,052,881	22,676,240	3,072,729	66,569,023	20,545,995	23,087,174	0.89	S/3.24
2018	30,060,353	9,944,109	24,632,192	2,776,956	67,413,610	20,183,715	21,760,530	0.93	S/3.34
2019	28,899,902	8,938,857	28,434,694	1,860,185	68,133,638	20,277,869	21,886,250	0.93	S/3.36
<b>TOTAL S/</b>	<b>142,555,867</b>	<b>46,111,709</b>	<b>109,138,116</b>	<b>12,216,476</b>	<b>310,022,169</b>	<b>\$93,414,683.06</b>			



Nota.- No Incluye Presupuesto de Inversiones (Mantenimiento de tanques e Inspecciones Generales)

Fuente: 2015-2029 ERP SAP

Anexo 2A

Instrumento A: Ficha de registro – Fallas de equipos críticos

**Periodo 2019**

**Cálculo de MTBF / MTTR / DISPONIBILIDAD**

ÍTEM	EQUIPO CRITICO	2019		
		MTBF	MTTR	DISP
1	F-C1	8760	0.0	100.0%
2	F-P5A	8758	2.5	100.0%
3	F-P5B	2884	36.5	98.8%
4	F-P10A	2916	4.0	99.9%
5	F-P10B	4377	3.3	99.9%
6	F-P2A	8760	0.0	100.0%
7	F-P2B	8760	0.0	100.0%
8	F-P14A	8760	0.0	100.0%
9	F-P14B	8758	2.5	100.0%
10	O-P1	4374	6.5	99.9%
11	O-P2	4374	6.5	99.9%
12	O-P3	4374	6.5	99.9%
13	O-P6	1580	172.0	90.2%
14	P-100A	2188	2.4	99.9%
15	P-100B	4378	2.0	100.0%
16	P-100C	8757	3.0	100.0%
17	P-100D	4340	40.5	99.1%
18	P-100E	4361	19.5	99.6%
19	P-101A	2918	2.0	99.9%
20	P-101B	2186	3.9	99.8%
21	P-109A	2155	35.1	98.4%
22	P-109B	4375	5.0	99.9%
23	P-109C	774	22.6	97.2%
24	V-P1A	2077	113.1	94.8%
25	V-P1B	8760	0.0	100.0%
26	V-P2A	2819	101.3	96.5%
27	V-P2B	1104	147.6	88.2%
28	V-P2C	1678	74.2	95.8%
29	G-C2	8760	0.0	100.0%
<b>Total Anual</b>		<b>4795.15</b>	<b>35.33</b>	<b>99.3%</b>

**Leyenda:**

<b>MTBF</b>	TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS DE EQUIPOS ROTATIVOS CRÍTICOS
<b>MTTR</b>	TIEMPO PROMEDIO PARA REPARACIÓN DE EQUIPOS CRÍTICOS
<b>DISP</b>	DISPONIBILIDAD DE PLANTA

## Anexo 2B

### Instrumento B: Cuestionario para Personal Supervisor

## Gestión de mantenimiento

Estimados Sres. Supervisores y/o Coordinadores

El siguiente formulario ha sido elaborado con fines académicos para lo cual se les agradece el tiempo que se brindará para el llenado.

Encuesta para personal supervisor y/o coordinador de mantenimiento

Las respuestas son manejadas de forma confidencial

1. ¿Utilizan alguna estrategia de mantenimiento de clase mundial para la gestión del mantenimiento preventivo? \*

- Nunca
- Casi nunca
- A veces
- Siempre
- Casi siempre

Fuente:

<https://docs.google.com/forms/d/1NBBf8bcJgQxU1GrksXMMk64dP2i286oe3pAFLff6W-c/edit?usp=sharing>

## Anexo 2B

### Instrumento B: Cuestionario para Personal Técnico

#### Mantenimiento de Equipos (Activos)



1. Al ejecutarse una reparación de los activos en el mantenimiento correctivo, ¿el tiempo utilizado es el adecuado? \*

- Nunca
- Casi nunca
- A veces
- Casi siempre
- Siempre

Fuente:

[https://docs.google.com/forms/d/1NMaY1Vj3kbNuezJr3EIKKea8pyozfF\\_uCUE8ub\\_yi7OI/edit](https://docs.google.com/forms/d/1NMaY1Vj3kbNuezJr3EIKKea8pyozfF_uCUE8ub_yi7OI/edit)

## Anexo 2C

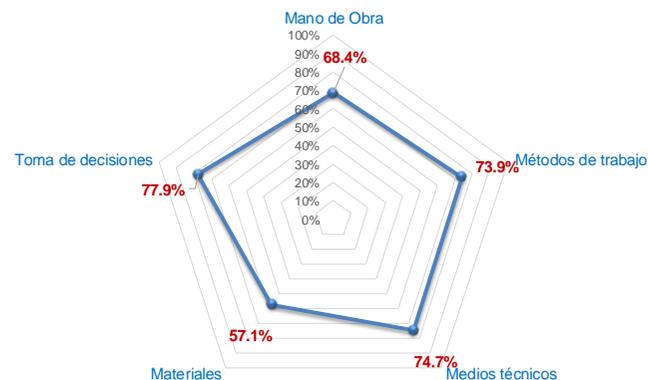
### Instrumento C: Matriz de recolección de datos

#### Resultados de la evaluación del Personal Supervisor

#### Escala de Likert

Item	CUESTIONARIO - PERSONAL SUPERVISORES	Nunca	Casi nunca	A veces	Casi siempre	Siempre
<b>Mano de Obra</b>						
1	¿La organización actual de mantenimiento es suficiente para los requerimientos de mantenimiento?	1	7	9	5	6
2	¿Las actividades de mantenimiento se encuentran descritas?		2	10	8	8
3	Considera adecuado los aspectos que se toman en consideración en la selección del personal del área de mantenimiento	1	2	10	9	6
4	¿El personal técnico de mantenimiento esta certificado para realizar los trabajos?		2	7	12	7
5	¿Existe algún programa de incentivos para el personal respecto al cumplimiento de los objetivos?	3	10	12	2	1
<b>Métodos de trabajo</b>						
6	¿Utilizan alguna estrategia de mantenimiento de clase mundial para la gestión del mantenimiento preventivo?	1		9	5	13
7	¿Cuentan con una Política de mantenimiento?	1	1	1	3	22
8	¿Los objetivos del área de mantenimiento estan vinculados con el objetivo estratégico de la organización?			6	3	19
9	La metodología Ciclo Deming (PHVA) la utilizan.....	3	1	10	8	6
10	¿Utilizan la teoría de Mantenimiento Productivo Total (TPM)?	2	8	11	4	3
11	¿El modelo de la ISO 9001-2015 es aplicada en la gestión de mantenimiento en la organización?	1	3	13	6	5
12	¿Aplican la teoría del Mantenimiento centrado en la confiabilidad?	1	3	13	2	9
13	¿Aplican la metodología 5S?	1	6	12	5	4
<b>Medios técnicos</b>						
14	¿Son consideradas las medidas actuales para controlar el mantenimiento de los activos?		1	12	8	7
15	¿Las fallas en los activos se presentan con frecuencia?		1	22	4	1
16	¿Existen equipos críticos y están identificados?			3	10	15
17	¿Utilizan una o varias técnicas como Indicadores, Ishikawa, Histogramas, Pareto u otros?		2	7	12	7
18	¿Conoce usted el presupuesto actual de mantenimiento?	1	2	4	8	13
19	¿Considera elevado el costo promedio anual para el mantenimiento correctivo		3	10	11	4
20	¿Se le da a conocer cual es el costo mensual aproximado de mantenimiento preventivo de los activos?	1	3	14	7	3
<b>Materiales</b>						
21	¿Se encuentra actualizado el stock de materiales?	1	8	10	7	2
22	¿El costo de materiales y repuestos excede el presupuesto de mantenimiento?	3	6	16	3	0
<b>Toma de decisiones</b>						
23	¿Se cumple el objetivo de disponibilidad de la planta?		1	5	16	6
24	¿Existen reuniones de coordinación entre el área de mantenimiento y operaciones?		1	5	5	17
25	¿Considera adecuadas las medidas actuales para controlar los costos por mantenimiento preventivo?		2	12	11	3
26	¿Recomendaría alguna propuesta para reducir los costos de mantenimiento preventivo actual?			11	12	5
27	Al momento de seleccionar un proveedor de mantenimiento, ¿la empresa considera aspectos como calidad, riesgos, tiempo, recurso y costos?		2	8	11	7
	<b>CASILLAS MARCADAS</b>	21	77	262	197	199
	<b>PUNTAJE OBTENIDO</b>	21	154	786	788	995

Secciones evaluadas	Puntaje Máximo	Puntaje Obtenido	%Indice
Mano de Obra	700	479	68.4%
Métodos de trabajo	1120	828	73.9%
Medios técnicos	980	732	74.7%
Materiales	280	160	57.1%
Toma de decisiones	700	545	77.9%
<b>Indice de conformidad</b>	<b>3780</b>	<b>2744</b>	<b>73%</b>



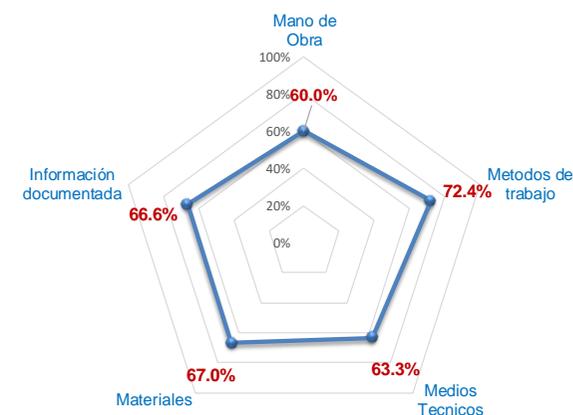
## Anexo 2C

### Instrumento C: Matriz de recolección de datos

#### Resultados de la evaluación del Personal Técnico de Mantto.

Item	CUESTIONARIO - PERSONAL TECNICO	Escala de Likert				
		Nunca	Casi nunca	A veces	Casi siempre	Siempre
<b>Mano de Obra</b>						
1	¿Las capacitaciones que brinda la empresa son frecuentes?	1	8	7	2	4
<b>Medios técnicos</b>						
2	¿Es adecuado el tiempo que pasa un activo en el taller por un mantenimiento preventivo?	1	2	10	4	5
3	¿Son frecuentes las fallas en los activos?	0	6	13	2	1
4	¿Se realiza reuniones periódicas con el personal técnico de mantenimiento para soluciones de problemas?	0	5	11	4	2
<b>Métodos de Trabajo</b>						
5	¿Considera buenos los tiempos que demandan estas reuniones periódicas de trabajo?	0	4	5	7	6
6	Al ejecutarse una reparación de los activos en el mantenimiento correctivo, ¿el tiempo utilizado es el adecuado?	1	1	10	5	5
7	¿Disponen de un área localizada para almacenar las herramientas de trabajo?	2	3	4	5	8
<b>Materiales</b>						
8	¿Se encuentran cerca los materiales y/o repuestos al lugar de trabajo?	2	6	6	5	3
9	¿Se tiene un control de herramientas de trabajo?	0	5	3	8	6
10	¿Existe un área adecuada para almacenamiento de los registros de repuestos?	1	6	5	5	5
<b>Información documentada</b>						
11	¿Existe demoras al tratar de ubicar la documentación de mantenimiento?	1	3	13	4	1
12	¿Cuentan con los procedimientos, formatos, herramientas y equipos necesarios para registrar y controlar las ocurr	0	6	3	9	4
13	¿Utilizan un procedimiento de reposición de un repuesto?	0	7	5	5	5
14	¿Se maneja un registro de los repuestos que se usan en las reparaciones de los activos?	0	5	8	4	5
<b>CASILLAS MARCADAS</b>		9	67	103	69	60
<b>PUNTAJE OBTENIDO</b>		9	134	309	276	300

Secciones evaluadas	Puntaje Máximo	Puntaje Obtenido	%Índice
Mano de Obra	110	66	<b>60.0%</b>
Metodos de trabajo	330	239	<b>72.4%</b>
Medios Tecnicos	330	209	<b>63.3%</b>
Materiales	330	221	<b>67.0%</b>
Información documentada	440	293	<b>66.6%</b>
<b>Índice de conformidad</b>	<b>1540</b>	<b>1028</b>	<b>67%</b>



## Anexo 03 Validación instrumentos de recolección de datos

### Contenido

3A Validación de instrumentos

3B Confiabilidad del instrumento



### CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, ARNALDO ANDRES ESPINOZA MEZA con DNI N° 45825704 Magister en SISTEMAS DE INFORMACIÓN EMPRESARIAL, de profesión INGENIERO INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS desempeñándome actualmente como SUPERVISOR DE PLANIFICACIÓN Y CONTROL en PETROPERU S.A.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación el cuestionario:

Preguntas para el Jefe y/o Coordinador de mantenimiento

Preguntas para el personal técnico de mantenimiento

Preguntas para el Jefe y/o Coordinador de mantenimiento.	¿Es pertinente con el concepto?		¿Necesita mejorar la redacción?		¿Es tendencioso, aquiescente?		¿Se necesita más ítems para medir el concepto?
	SÍ	NO	SÍ	NO	SÍ	NO	
¿Utilizan alguna estrategia de mantenimiento de clase mundial para gestionar el mantenimiento preventivo?	X			X	X		Sí ( ) NO (X)
¿Cuenta con una Política de mantenimiento?	X			X	X		
¿Los objetivos del área de mantenimiento están vinculados con el objetivo estratégico de la organización?	X			X	X		

¿La organización actual de mantenimiento es suficiente para atender los requerimientos de mantenimiento?	X			X	X	
¿Las actividades de mantenimiento se encuentran descritas?	X			X	X	
¿Cuál teoría y/o metodología de mantenimiento se utiliza en el área de Mantenimiento? a. Ciclo PHVA (Deming) b. Mantenimiento productivo total TPM c. ISO 9001:2015 Sist. Gestión Calidad d. Mantenimiento centrado en la confiabilidad e. 5S	X			X	X	
¿Cómo considera las medidas actuales para controlar el mantenimiento de los activos? y ¿Por qué?	X			X	X	
¿Con que frecuencia presentan fallas de los activos?	X			X	X	
¿Existen equipos críticos y están identificados?	X			X	X	
¿Qué técnicas utiliza para analizar las fallas mecánicas presentadas en los activos? -Indicadores	X			X	X	

-Ishikawa -Histogramas -Pareto -Otros							
Conoce Usted. ¿El presupuesto actual de mantenimiento?	X			X	X		
¿Cuál es el costo promedio anual de mantenimiento correctivo?, si lo considera elevado ¿Por qué?	X			X	X		
Conoce usted. ¿Cuál es el costo mensual aproximado de mantenimiento preventivo de los activos?	X			X	X		
¿Se encuentra actualizado el stock de materiales?	X			X	X		
¿El costo de materiales y repuestos excede el presupuesto de mantenimiento?	X			X	X		
¿Se cumple el objetivo de disponibilidad de la planta?	X			X	X		
¿Existen reuniones de coordinación entre el área de Mantenimiento y Operaciones?	X			X	X		
¿Cómo considera las medidas actuales para controlar los costos por mantenimiento preventivo?	X			X	X		

¿Qué propuestas recomendaría para reducir los costos de mantenimiento preventivo actual?	X			X	X		
¿Cuáles son los aspectos más importantes que considera para la selección del personal del área de mantenimiento?	X			X	X		
De las siguientes opciones ¿Qué prioriza la empresa al seleccionar un proveedor de mantenimiento? ¿Por qué? -Calidad -Riesgos -Tiempo -Recursos -Costo	X			X	X		
¿El personal técnico de mantenimiento esta certificado para realizar los trabajos?	X			X	X		
¿Existe algún programa de incentivos para el personal respecto al cumplimiento de objetivos?	X			X	X		

<b>Preguntas para el personal técnico de mantenimiento</b>	¿Es pertinente con el concepto?		¿Necesita mejorar la redacción?		¿Es tendencioso, aquiescente?		¿Se necesita más ítems para medir el concepto?
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
¿Cuál es el tiempo promedio en la	X			X	X		

reparación de los activos en el mantenimiento correctivo? A qué se debe los tiempos.							
¿Cuál es el tiempo promedio que pasa un activo en el taller por un mantenimiento Preventivo?	X			X	X		Sí ( ) NO (X)
¿Cuáles son las fallas frecuentes y/o más relevantes que presentan los activos?	X			X	X		
¿Qué tipo de capacitación brinda la empresa al personal?, indique con qué frecuencia se realiza	X			X	X		
¿Realiza reuniones periódicas con el personal técnico de mantenimiento para solucionar problemas?	X			X	X		
¿Cuánto tiempo demandan estas reuniones periódicas de trabajo?	X			X	X		
¿Disponen de un área localizada para almacenar las herramientas de trabajo?	X			X	X		
¿Los materiales y/o repuestos se encuentran cerca del lugar de trabajo?	X			X	X		

¿Se tiene un control de herramientas de trabajo?	X			X	X		
¿Cuánto tiempo demora en ubicar la documentación de mantenimiento?	X			X	X		
¿Cuenta con los procedimientos, formatos, herramientas y equipos necesarios para registrar y controlar las ocurrencias de funcionamiento de los activos?	X			X	X		
¿Cómo es el proceso actual de reposición de un repuesto?	X			X	X		
¿Se lleva registros de los repuestos que se usan en las reparaciones de los activos?	X			X	X		
¿Dónde se almacenan estos registros de repuestos?	X			X	X		

Marcar con una X en el casillero que corresponda. según su evaluación.

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Piura a los 25 días del mes de junio del 2021.



ARNALDO ANDRES ESPINOZA MEZA  
ING. CIP 154804

Mgtr. : ARNALDO ANDRES ESPINOZA MEZA  
DNI : 45825704  
Especialidad : ING. INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS  
MGTR. EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN EMPRESARIAL  
E-mail : aaemeza@gmail.com



**CONSTANCIA DE VALIDACIÓN**

Yo, Gerardo Sosa Panta con DNI N° 03591940 Magister en Docencia Universitaria, de profesión Ingeniero Industrial desempeñándome actualmente como Docente en Universidad César Vallejo. en Escuela de Ingeniería Industrial.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación el cuestionario.

Preguntas para el jefe y/o Coordinador de mantenimiento

Preguntas para el personal técnico de mantenimiento

Preguntas para el Jefe y/o Coordinador de mantenimiento.	¿Es pertinente con el concepto?		¿Necesita mejorar la redacción?		¿Es tendencioso, aquiescente?		¿Se necesita más ítems para medir el concepto?
	SÍ	NO	SÍ	NO	SÍ	NO	
¿Utilizan alguna estrategia de mantenimiento de clase mundial para gestionar el mantenimiento preventivo?	X			X	X		Sí ( ) NO (X)
¿Cuenta con una Política de mantenimiento?	X			X	X		
¿Los objetivos del área de mantenimiento están vinculados con el objetivo estratégico de la organización?	X			X	X		

¿La organización actual de mantenimiento es suficiente para atender los requerimientos de mantenimiento?	X			X	X	
¿Las actividades de mantenimiento se encuentran descritas?	X			X	X	
¿Cuál teoría y/o metodología de mantenimiento se utiliza en el área de Mantenimiento? a. Ciclo PHVA (Deming) b. Mantenimiento productivo total TPM c. ISO 9001:2015 Sist. Gestión Calidad d. Mantenimiento centrado en la confiabilidad e. 5S	X			X	X	
¿Cómo considera las medidas actuales para controlar el mantenimiento de los activos? y ¿Por qué?	X			X	X	
¿Con que frecuencia presentan fallas de los activos?	X			X	X	
¿Existen equipos críticos y están identificados?	X			X	X	
¿Qué técnicas utiliza para analizar las fallas mecánicas presentadas en los activos? -Indicadores	X			X	X	

-Ishikawa -Histogramas -Pareto -Otros							
Conoce Usted. ¿El presupuesto actual de mantenimiento?	X			X	X		
¿Cuál es el costo promedio anual de mantenimiento correctivo?, si lo considera elevado ¿Por qué?	X			X	X		
Conoce usted. ¿Cuál es el costo mensual aproximado de mantenimiento preventivo de los activos?	X			X	X		
¿Se encuentra actualizado el stock de materiales?	X			X	X		
¿El costo de materiales y repuestos excede el presupuesto de mantenimiento?	X			X	X		
¿Se cumple el objetivo de disponibilidad de la planta?	X			X	X		
¿Existen reuniones de coordinación entre el área de Mantenimiento y Operaciones?	X			X	X		
¿Cómo considera las medidas actuales para controlar los costos por mantenimiento preventivo?	X			X	X		

¿Qué propuestas recomendaría para reducir los costos de mantenimiento preventivo actual?	X			X	X		
¿Cuáles son los aspectos más importantes que considera para la selección del personal del área de mantenimiento?	X			X	X		
De las siguientes opciones ¿Qué prioriza la empresa al seleccionar un proveedor de mantenimiento? ¿Por qué? -Calidad -Riesgos -Tiempo -Recursos -Costo	X			X	X		
¿El personal técnico de mantenimiento esta certificado para realizar los trabajos?	X			X	X		
¿Existe algún programa de incentivos para el personal respecto al cumplimiento de objetivos?	X			X	X		

Preguntas para el personal técnico de mantenimiento	¿Es pertinente con el concepto?		¿Necesita mejorar la redacción?		¿Es tendencioso, aquiescente?		¿Se necesita más ítems para medir el concepto?
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
¿Cuál es el tiempo promedio en la	X			X	X		

reparación de los activos en el mantenimiento correctivo? A qué se debe los tiempos.							Sí ( ) NO ( X )
¿Cuál es el tiempo promedio que pasa un activo en el taller por un mantenimiento Preventivo?	X			X	X		
¿Cuáles son las fallas frecuentes y/o más relevantes que presentan los activos?	X			X	X		
¿Qué tipo de capacitación brinda la empresa al personal?, indique con qué frecuencia se realiza	X			X	X		
¿Realiza reuniones periódicas con el personal técnico de mantenimiento para solucionar problemas?	X			X	X		
¿Cuánto tiempo demandan estas reuniones periódicas de trabajo?	X			X	X		
¿Disponen de un área localizada para almacenar las herramientas de trabajo?	X			X	X		
¿Los materiales y/o repuestos se encuentran cerca del lugar de trabajo?	X			X	X		

¿Se tiene un control de herramientas de trabajo?	X			X	X		
¿Cuánto tiempo demora en ubicar la documentación de mantenimiento?	X			X	X		
¿Cuenta con los procedimientos, formatos, herramientas y equipos necesarios para registrar y controlar las ocurrencias de funcionamiento de los activos?	X			X	X		
¿Cómo es el proceso actual de reposición de un repuesto?	X			X	X		
¿Se lleva registros de los repuestos que se usan en las reparaciones de los activos?	X			X	X		
¿Dónde se almacenan estos registros de repuestos?	X			X	X		

Marcar con una X en el casillero que corresponda. según su evaluación.

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Piura a los 25 días del mes de junio del 2021.

**Mg. Gerardo Sosa Panta**  
 INGENIERO INDUSTRIAL  
 CIP. 67114

Mgtr. : Gerardo Sosa Panta  
 DNI : 03591940  
 Especialidad : Ingeniero Industrial  
 E-mail : gerardodolar@gmail.com



**CONSTANCIA DE VALIDACIÓN**

Yo, Víctor Gerardo Ruidías Alamo, con DNI N° 02606042, Magister en Ciencias de la Educación, de profesión Ingeniero Industrial, desempeñándome actualmente como Docente Universitario en PFA en la Universidad César Vallejo-Filial Piura.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación el cuestionario:

**Preguntas para el Jefe y/o Coordinador de mantenimiento**

**Preguntas para el personal técnico de mantenimiento**

Preguntas para el Jefe y/o Coordinador de mantenimiento.	¿Es pertinente con el concepto?		¿Necesita mejorar la redacción?		¿Es tendencioso, aquiescente?		¿Se necesita más ítems para medir el concepto?
	SÍ	NO	SÍ	NO	SÍ	NO	
¿Utilizan alguna estrategia de mantenimiento de clase mundial para gestionar el mantenimiento preventivo?	X			X	X		SÍ ( ) NO (X)
¿Cuenta con una Política de mantenimiento?	X			X	X		
¿Los objetivos del área de mantenimiento están vinculados con el objetivo estratégico de la organización?	X			X	X		

¿La organización actual de mantenimiento es suficiente para atender los requerimientos de mantenimiento?	X			X	X	
¿Las actividades de mantenimiento se encuentran descritas?	X			X	X	
¿Cuál teoría y/o metodología de mantenimiento se utiliza en el área de Mantenimiento? a. Ciclo PHVA (Deming) b. Mantenimiento productivo total TPM c. ISO 9001:2015 Sist. Gestión Calidad d. Mantenimiento centrado en la confiabilidad e. 5S	X			X	X	
¿Cómo considera las medidas actuales para controlar el mantenimiento de los activos? y ¿Por qué?	X			X	X	
¿Con que frecuencia presentan fallas de los activos?	X			X	X	
¿Existen equipos críticos y están identificados?	X			X	X	
¿Qué técnicas utiliza para analizar las fallas mecánicas presentadas en los activos? -Indicadores -Ishikawa	X			X	X	

-Histogramas -Pareto -Otros							
Conoce Usted. ¿El presupuesto actual de mantenimiento?	X			X	X		
¿Cuál es el costo promedio anual de mantenimiento correctivo?, si lo considera elevado ¿Por qué?	X			X	X		
Conoce usted. ¿Cuál es el costo mensual aproximado de mantenimiento preventivo de los activos?	X			X	X		
¿Se encuentra actualizado el stock de materiales?	X			X	X		
¿El costo de materiales y repuestos excede el presupuesto de mantenimiento?	X			X	X		
¿Se cumple el objetivo de disponibilidad de la planta?	X			X	X		
¿Existen reuniones de coordinación entre el área de Mantenimiento y Operaciones?	X			X	X		
¿Cómo considera las medidas actuales para controlar los costos por mantenimiento preventivo?	X			X	X		

¿Qué propuestas recomendaría para reducir los costos de mantenimiento preventivo actual?	X			X	X		
¿Cuáles son los aspectos más importantes que considera para la selección del personal del área de mantenimiento?	X			X	X		
De las siguientes opciones ¿Qué prioriza la empresa al seleccionar un proveedor de mantenimiento? ¿Por qué? -Calidad -Riesgos -Tiempo -Recursos -Costo	X			X	X		
¿El personal técnico de mantenimiento esta certificado para realizar los trabajos?	X			X	X		
¿Existe algún programa de incentivos para el personal respecto al cumplimiento de objetivos?	X			X	X		

Preguntas para el personal técnico de mantenimiento	¿Es pertinente con el concepto?		¿Necesita mejorar la redacción?		¿Es tendencioso, aquiescente?		¿Se necesita más ítems para medir el concepto?
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
¿Cuál es el tiempo promedio en la reparación de los activos en el mantenimiento correctivo? A qué se debe los tiempos.	X			X	X		Sí ( ) NO (X)
¿Cuál es el tiempo promedio que pasa un activo en el taller por un mantenimiento Preventivo?	X			X	X		
¿Cuáles son las fallas frecuentes y/o más relevantes que presentan los activos?	X			X	X		
¿Qué tipo de capacitación brinda la empresa al personal?, indique con qué frecuencia se realiza	X			X	X		
¿Realiza reuniones periódicas con el personal técnico de mantenimiento para solucionar problemas?	X			X	X		
¿Cuánto tiempo demandan estas reuniones periódicas de trabajo?	X			X	X		
¿Disponen de un área localizada para almacenar las	X			X	X		

herramientas de trabajo?							
¿Los materiales y/o repuestos se encuentran cerca del lugar de trabajo?	X			X	X		
¿Se tiene un control de herramientas de trabajo?	X			X	X		
¿Cuánto tiempo demora en ubicar la documentación de mantenimiento?	X			X	X		
¿Cuenta con los procedimientos, formatos, herramientas y equipos necesarios para registrar y controlar las ocurrencias de funcionamiento de los activos?	X			X	X		
¿Cómo es el proceso actual de reposición de un repuesto?	X			X	X		
¿Se lleva registros de los repuestos que se usan en las reparaciones de los activos?	X			X	X		
¿Dónde se almacenan estos registros de repuestos?	X			X	X		

Marcar con una X en el casillero que corresponda. según su evaluación.

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Piura a los 25 días del mes de junio del 2021.

Mgtr. : Víctor Gerardo Ruidías Alamo  
DNI : 02606042  
Especialidad : Ingeniero Industrial  
E-mail : gerardoruidiasalamo@gmail.com



-----  
**Víctor Gerardo Ruidías Alamo**  
Ingeniero Industrial  
Registro CIP N° 85268

Anexo 3B

Confiabilidad del instrumento de Supervisores

## Cuestionario Supervisores

### Resumen de procesamiento de casos

		N	%
Casos	Válido	28	100,0
	Excluido <sup>a</sup>	0	,0
	Total	28	100,0

### Estadísticas de fiabilidad

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	N de elementos
,921	,913	27

## Anexo 3B

### Confiabilidad del instrumento de Personal Técnico

## Cuestionario Técnicos

### Resumen de procesamiento de casos

		N	%
Casos	Válido	22	100,0
	Excluido <sup>a</sup>	0	,0
	Total	22	100,0

### Estadísticas de fiabilidad

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	N de elementos
,855	,839	14

## Anexo 4 Propuesta

ID Empresa	Anexo 4	<b>CÓDIGO PROP-01-21</b>
	<b>PROPUESTA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO</b>	Versión: v. 1 Página 1 de 15

### Propuesta de Gestión de Mantenimiento

	<b>Elaborado Por</b>	<b>Fecha</b>
<b>Apellidos y Nombres</b>	Codarlupo Cruz Baltty Reynaldo	Diciembre 2021
	Seminario Villareal Jackson Milton	Diciembre 2021

ID Empresa	Anexo 4	<b>CÓDIGO PROP-01-21</b>
	<b>PROPUESTA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO</b>	<b>Versión: v. 1 Página 2 de 15</b>

## **1. OBJETIVOS**

### **1.1. Objetivo General**

Desarrollar una propuesta de gestión de mantenimiento para disminuir los costos en una refinería en Piura

### **1.2. Objetivo Especifico**

- 1.2.1. Elaborar la herramienta auditoria de gestión de mantenimiento.
- 1.2.2. Elaborar un plan de acción para afrontar los resultados de auditoría.
- 1.2.3. Elaborar un programa de capacitación al personal de mantenimiento.

## **2. ALCANCE**

El alcance de la presente propuesta abarca específicamente a la Refinería en estudio. La principal área involucrada es la Gerencia Departamento Mantenimiento y como áreas de soporte son Ingeniería de Mantenimiento, Logística, Contabilidad, y Recursos Humanos.

## **3. BASE NORMATIVA**

- Norma ISO 55000:2015 Aspectos generales, principios, y terminología.
- Norma ISO 55001:2015 Sistema de gestión y requisitos
- Norma ISO 19011:2018 Directrices para la auditoria de los sistemas de gestión
- POLA2-015 Política de Gestión de Mantenimiento de empresa de Sector Hidrocarburos.
- LINA2-067 Filosofía de gestión de mantenimiento.

ID Empresa	Anexo 4	<b>CÓDIGO PROP-01-21</b>
	<b>PROPUESTA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO</b>	Versión: v. 1 Página 3 de 15

#### **4. RESPONSABILIDADES**

##### **Gerencia Departamento Mantenimiento**

- Aprobar el Plan de Auditoria
- Manifiestar el firme compromiso como alta dirección para implementar la presente propuesta.
- Suministrar los recursos necesarios para el proceso de auditoría y de capacitación del personal.
- Revisar y monitorear el plan de acción generado después de la auditoria
- Liderar la formación de auditores internos del sistema de gestión de activos.

##### **Empresa auditora externa especializada:**

- Desarrollar la auditoria bajo las directrices vigentes de la norma ISO 19011.
- Entrega el informe de auditoría en el tiempo previsto.

##### **Jefatura Planeamiento y Control:**

- Gestionar el plan de auditoría externa e interna.
- Liderar la formación y entrenamientos de auditores internos.
- Brindar soporte a las demás áreas de la Gerencia de Mantenimiento respecto al sistema de gestión de activos.
- Realizar seguimiento a las actividades descritas en el plan de acción.

##### **Jefatura Ejecutoras del Mantenimiento:**

- Designar un facilitador del sistema de gestión de activos.
- Brindas las facilidades al equipo auditor para la realización del proceso de auditoría.

ID Empresa	Anexo 4	<b>CÓDIGO PROP-01-21</b>
	<b>PROPUESTA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO</b>	Versión: v. 1 Página 4 de 15

- Realizar las actividades descritas en el plan de acción de auditoría respecto a los hallazgos encontrados.

## **5. DESARROLLO DE LA PROPUESTA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO**

Con el propósito de cumplir los objetivos específicos que permitirán solucionar los problemas críticos encontrados nos soportamos de la teoría en base a autores para elaborar la propuesta de gestión de mantenimiento que se detalla en la tabla 1.

ID Empresa	<b>Anexo 4</b>	<b>CÓDIGO PROP-01-21</b>
	<b>PROPUESTA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO</b>	<b>Versión: v. 1 Página 5 de 15</b>

Tabla 1. Propuesta de gestión de mantenimiento

Problema crítico	Objetivo específico	Fuente	Indicador	Valor actual	Valor meta	Propuesta de solución
CR-1: Ausencia de metodología de mantenimiento	OE1: Elaborar la herramienta auditoria de gestión de mantenimiento.	Para Hernández, Laverde y Portillo (2017), la Auditoria de Gestión Mantenimiento AGM es un proceso complejo, sistemático y organizado a través del cual es posible detectar a través de métodos formales fallas, desviaciones u omisiones en términos de mantenimiento y su situación óptima esperada.	Índice de conformidad	70%	76%	Auditoria de gestión de Mantenimiento y plan de acción.
CR-2: Frecuente falla de equipos.	OE2: Elaborar un plan de acción para afrontar los resultados de auditoría	Alzaid (2012), expresa que la AGM permite reducir costos de mantenimiento.	Formato de Plan de acción	0	1	
CR-3: Falta de capacitación del personal	OE3: Elaborar un programa de capacitación al personal de mantenimiento	Para Garcia (2003), cada planta es un mundo distinto, por lo que, por muy alta que sea la formación de cada operario, siempre debemos diseñar un plan de capacitación para adecuar los conocimientos y entrenamiento a las necesidades de planta	%Personal capacitado (PC) $\%PC = \frac{N^{\circ} PC}{\sum Total\ Personal}$	40%	80%	Programa de Capacitación en mantenimiento

ID Empresa	Anexo 4	<b>CÓDIGO PROP-01-21</b>
	<b>PROPUESTA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO</b>	Versión: v. 1 Página 6 de 15

La empresa en estudio está implementando el sistema de gestión de activos bajo la norma ISO 55001, y esta propuesta es de gran utilidad; en su afán por impulsar la mejorar continua y alcanzar la excelencia operativa.

El propósito de esta propuesta es mejorar la forma actual de gestionar el mantenimiento, tomando como referencia la teoría de los autores, normas internacionales y las mejores prácticas en mantenimiento de clase mundial.

Por consiguiente, se detallan acciones que buscan contrarrestar los problemas críticos detectados.

- 1) Elaborar la herramienta auditoria de gestión de mantenimiento.
- 2) Elaborar un plan de acción para afrontar los resultados de auditoría.
- 3) Elaborar un programa de capacitación al personal de mantenimiento.

#### 1. Elaborar la herramienta auditoria de gestión de mantenimiento AGM.

Se definen dos términos que es auditoria técnica de mantenimiento (ATM) de lo que es un auditoria de gestión de mantenimiento. (AGM). Según Garcia (2009), el primero persigue determinar el estado de una instalación; en segundo lugar, trata de determinar el nivel de excelencia del departamento de mantenimiento y su forma de gestionar. A partir de lo anterior, el ATM se enfoca en la condición real de la propiedad, planta y equipo, mientras que el AGM se enfoca en la filosofía, paradigmas y métodos por los cuales se administra el mantenimiento.

Es indiscutible que la AGM se ha vuelto factor relevante en la actualidad, ya que las perspectivas, los fundamentos y la propia filosofía de la gestión del mantenimiento han cambiado radicalmente en las últimas décadas a la par

ID Empresa	<b>Anexo 4</b>	<b>CÓDIGO PROP-01-21</b>
	<b>PROPUESTA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO</b>	Versión: v. 1 Página 7 de 15

de los avances científicos, técnicos y tecnológicos, la aparición de nuevos sistemas de gestión y paradigmas holísticos del mantenimiento, las exigencias y necesidades de los mercados globales, la nueva especialización del capital humano y/o los cambios acelerados inducidos en el entorno del sector hidrocarburos.

Así mismo, la norma ISO 55001, señala que la organización debe evaluar el desempeño de sus activos, de la gestión de activos y de su sistema de gestión de activos. Ante ello, esta herramienta que proponemos que es la auditoria permitirá hacer una evaluación periódica respecto al cumplimiento de los criterios de la norma internacionales que permitirán asegurar los objetivos fijados por la organización.

Es importante también destacar los tres elementos organizacionales sobre los cuales se soporta la empresa y que a su vez integran diversas herramientas que permiten contribuir a la sostenibilidad y mejora continua del sistema y como consecuencia permite disminuir los costos de mantenimiento.

En ese sentido, se mencionan a continuación, los elementos estratégicos que se encargan de dar el horizonte a través de la filosofía, liderazgo, roles y responsabilidades; los elementos tácticos están relacionados a la gerencia del dato, metodologías para eliminación de defectos y problemas, diseño de planes de mantenimiento, metodologías de confiabilidad, evaluación de desempeño y mejora continua; y los elementos operativos son los que inciden directamente en el presente estudio que consideran la cadena de valor de mantenimiento que está conformada por: gestión de captura y diagnóstico, planificación, programación y ejecución del mantenimiento. (Manual de gestión de activos físicos, 2021)

ID Empresa	<b>Anexo 4</b>	<b>CÓDIGO PROP-01-21</b>
	<b>PROPUESTA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO</b>	Versión: v. 1 Página 8 de 15

Dada la amplitud del sistema de gestión de activos, en la presente propuesta se define a la herramienta Auditoría de Gestión de Mantenimiento como un elemento táctico, que evaluará los elementos operativos que forman parte de la cadena de valor de mantenimiento, tal como se muestra en la figura 1.

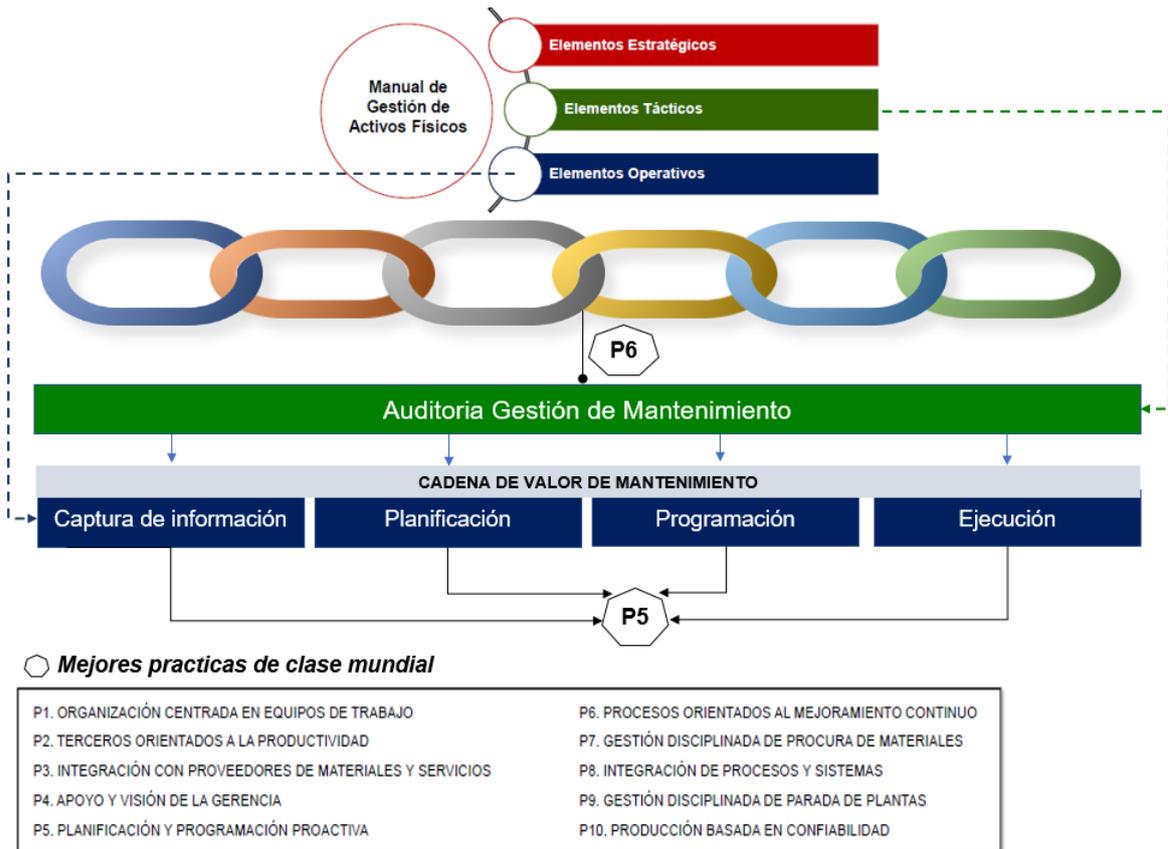


Figura 1. Elementos del manual de Gestión de Activos Físicos.

La herramienta AGM tendrá la estructura señalada en la figura 2, la misma que contiene una lista de Verificación que contempla en su mayor parte los requisitos exigidos por la norma ISO 55001, esta lista se encuentra al final de la propuesta.

ID Empresa	<b>Anexo 4</b>	<b>CÓDIGO PROP-01-21</b>
	<b>PROPUESTA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO</b>	<b>Versión: v. 1 Página 9 de 15</b>

<b>Auditoria de Gestión de Mantenimiento (AGM)</b>		
<b>DATOS GENERALES</b>		
SEDE	INFORME Nro	
AREA EVALUADA:	FECHA	
JEFE DE AREA:		
GERENTE DEPARTAMENTO:		
<b>CRITERIOS DE AUDITORIA</b>		
AUDITOR EVALUADOR:		
CRITERIO: Evidencia Objetiva / Satisfacción del Cliente (Interno o Externo)		
ABREVIATURAS:	FP: Factor de Ponderación - C: Calificación - R: Resultado Calificación	<input type="checkbox"/> No Aplica
VALORACIÓN DE CALIFICACION (Para cada rubro):	0 No cumple - 1 Regular - 2 Bueno - 3 Muy Bueno - 4 Excelente	<input type="checkbox"/>
ITEM	ELEMENTOS DEL SISTEMA DE GESTION	Resultados (%)
1	ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO	0%
2	ORGANIZACIÓN Y RECURSOS HUMANOS	0%
3	EQUIPOS NATURALES DE TRABAJO	0%
4	TACTICAS DE MANTENIMIENTO	0%
5	ANALISIS DE CONFIABILIDAD	0%
6	MEDIDAS DE DESEMPEÑO / BENCHMARKING	0%
7	TECNOLOGIA DE INFORMACION (TI)	0%
8	PLANIFICACIÓN / PROGRAMACIÓN	0%
9	GESTION DE SERV, MATER Y ALM	0%
<b>INDICE DE CONFORMIDAD</b>		<b>0.0%</b>
<b>Relación de Personal entrevistado</b>		
Puesto	Apellidos y Nombres	

Figura 2. Elementos para evaluar en la Auditoria Gestión de Mantenimiento  
Fuente: ISO 55001 Sistema de gestión de activos

En la figura descrita anteriormente se muestra los elementos a ser evaluados durante el desarrollo de la AGM que están en línea con los criterios establecidos por la norma ISO 55001.

Así mismo, a fin de tener un soporte valido para determinar soluciones ante los distintos hallazgos se mencionan las diez mejores prácticas que son la base del Mantenimiento de clase mundial:

- P1 Organización centrada en equipos de trabajo

ID Empresa	Anexo 4	<b>CÓDIGO PROP-01-21</b>
	<b>PROPUESTA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO</b>	<b>Versión: v. 1 Página 10 de 15</b>

- P2 Terceros orientados a la productividad
- P3 Integración con proveedores de materiales y servicios
- P4 Apoyo y visión de la Gerencia
- P5 Planificación y programación proactiva
- P6 Proceso orientados al mejoramiento continuo
- P7 Gestión disciplinada de procura de materiales
- P8 Integración de procesos y sistemas
- P9 Gestión disciplinada de Paradas de Planta
- P10 Producción basada en confiabilidad

## 2. Elaborar un Plan de acción para afrontar los resultados de auditoría

García (2009) considera que el punto más importante de una AGM es la elaboración del plan de acción en el cual se plasman los hallazgos detectados en la auditoría y que acciones se proponen para solucionarlos.

Este plan de acción puede usar como soporte la guía de buenas prácticas de mantenimiento de clase mundial para el fortalecimiento de la cadena de valor de mantenimiento.



ID Empresa	<b>Anexo 4</b>	<b>CÓDIGO PROP-01-21</b>
	<b>PROPUESTA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO</b>	Versión: v. 1 Página 12 de 15

### 3. Elaborar un programa de capacitación al personal de mantenimiento

Juega un rol importante las competencias, entrenamiento y habilidades del personal operativo de acuerdo con condiciones establecidas para el buen desempeño de los procesos de la empresa y por consecuencia el alargue de vida de los activos.

En ese sentido para superar la debilidad de falta de capacitación del personal se propone establecer un programa de capacitación que permita dar las competencias técnicas a los trabajadores en el mantenimiento de los equipos, y tomen conciencia de la vital importancia de las tareas de mantenimiento preventivo para prolongar la vida útil de los activos.

Por ello las capacitaciones se realizarán según el programa descrito en la Tabla 2, y contarán con la participación de todo el personal de la planta, ya que se puede realizar rotaciones de puestos y todos deben estar aptos para realizar el mantenimiento de equipos.





ID Empresa	<b>Anexo 4</b>	<b>CÓDIGO PROP-01-21</b>
	<b>PROPUESTA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO</b>	<b>Versión: v. 1 Página 15 de 15</b>

ITEM	TEMAS	Modalidad	Precio estimado	Empresa expositora sugerida	Puesto	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	IMPORTE
41	GESTIÓN DE COMPRAS CONTRATOS Y ADQUISICIONES	INTERNA	S/. -	INTERNA	PERSONAL SUPERVISOR		X											S/. -
42	INDICADORES DE GESTION DE MANTENIMIENTO	EXTERNA	S/. 4,500.00	IPEMAN	ANALISTAS / PERSONAL SUPERVISOR			X										S/. 4,500.00
43	AUDITORÍA EN GESTIÓN DE MANTENIMIENTO	EXTERNA	S/. 6,000.00	IPEMAN	ANALISTAS / PERSONAL SUPERVISOR				X									S/. 6,000.00
44	VIBRACIONES BÁSICAS DE MÁQUINAS	EXTERNA	S/. 6,000.00	VIBROTECHNOLOGY/ LIMA	PERSONAL SUPERVISOR											X		S/. 6,000.00
45	TÉCNICAS DE ALINEAMIENTO	EXTERNA	S/. 3,000.00	VIBROTECHNOLOGY/ PIURA	PERSONAL SUPERVISOR					X								S/. 3,000.00
46	PLANIFICACIÓN Y PROGRAMACIÓN DEL MANTENIMIENTO	EXTERNA	S/. 6,000.00	VIBROTECHNOLOGY/ PIURA	ANALISTAS / PERSONAL SUPERVISOR											X		S/. 6,000.00
47	DIPLOMADO EN SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL	EXTERNA	S/. 2,250.00	EXTERNO	PERSONAL SUPERVISOR						X							S/. 2,250.00
48	AUDITORÍA EN SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO (SGI)	EXTERNA	S/. 2,615.00	UNIVERSIDAD DE PIURA	PERSONAL SUPERVISOR					X								S/. 2,615.00
49	CAPACITACIÓN Y CERTIFICACIÓN EN EL MANEJO DEL BANCO DE CALIBRACIÓN DE VÁLVULAS DE SEGURIDAD	EXTERNA	S/. 7,000.00	FABRICANTES	PERSONAL SUPERVISOR										X			S/. 7,000.00
50	HIGIENE INDUSTRIAL Y VALORACIÓN DE RIESGOS OCUPACIONALES	EXTERNA	S/. 3,500.00	UNIVERSIDAD DE PIURA	PERSONAL SUPERVISOR							X						S/. 3,500.00
51	MS PROJECT 2010 - ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS	EXTERNA	S/. 6,000.00	BS GRUPO	PERSONAL SUPERVISOR										X			S/. 6,000.00
52	CAPACITACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN	EXTERNA	S/. 3,500.00	EXTERNO	PERSONAL SUPERVISOR								X					S/. 3,500.00
53	CALIDAD DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA	EXTERNA	S/. 2,500.00	TECSUP VIRTUAL	PERSONAL SUPERVISOR								X					S/. 2,500.00
54	SEGURIDAD BASADA EN EL COMPORTAMIENTO/HABILIDADES BLANDAS	EXTERNA	S/. 4,000.00	UNIVERSIDAD DE PIURA	PERSONAL SUPERVISOR									X				S/. 4,000.00
Costo Total Anual de Capacitación																		<b>S/. 259,665.00</b>





























10.4.1	<b>PROCESOS CLAVE DE MANTENIMIENTO</b>	Se documentan y registran los cambios, actualización de Planos e información Técnica							
10.4.2		Se analizan sus Procesos con Periodicidad							
10.4.3		Se Optimizan (p/ej. P/eliminar actividades que no agregan valor).							
		<b>SUBTOTAL RUBRO</b>							