



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**ESCUELA DE POSGRADO**

**PROGRAMA ACADÉMICO DE MAESTRÍA EN GERENCIA  
DE OPERACIONES Y LOGÍSTICA**

La metodología centrada en confiabilidad y los repuestos de  
mantenimiento de equipos productivos en Toromocho 2021.

**TESIS PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:  
Maestro en Gerencia de Operaciones y Logística**

**AUTOR:**

Sánchez Rosales, José Armando (ORCID: 0000-0003-3600-0187)

**ASESOR:**

Dr. Silva Siu, Daniel Ricardo (ORCID: 0000-0002-6653-4772)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Gestión Logística

TRUJILLO - PERÚ

2022

## **Dedicatoria**

La presente investigación se la dedico a mis colegas profesionales que por motivo de la pandemia del Covid19 sus puestos de trabajo han sido afectados y se encuentran en búsqueda de nuevas oportunidades laborales para poder sacar adelante dignamente a sus familias. Espero que el presente aporte sea de ayuda en su camino no solo a su reincorporación laboral sino además, al éxito de su gestión en beneficio de nuestra sociedad. Suscribo mi apoyo y colaboración teórica y técnica en los temas vertidos y compartidos en la presente investigación.

José Armando.

## **Agradecimiento**

Un sincero agradecimiento a Patricia Quevedo, Daniel Torres, Robert Prada, Orlando Alvarez, Roberto Torrejón, distinguidos profesionales y ahora amigos que durante mi travesía laboral sus consejos han sido decisivos para obtener espacios de reflexión y continuar en la búsqueda de la madurez y crecimiento profesional sin soslayar principalmente el lado humano, un agradecimiento especial al Dr. Edwards Aguirre, quien tuvo la gentileza de brindarme un espacio de su valioso tiempo para la revisión de la presente investigación.

El Autor.

## Índice de contenidos

	Carátula.....	i
	Dedicatoria.....	ii
	Agradecimiento.....	iii
	Índice de contenidos.....	iv
	Índice de tablas.....	v
	Índice de figuras y gráficos.....	vi
	Resumen.....	vii
	Abstract.....	viii
I	INTRODUCCIÓN.....	1
II	MARCO TEÓRICO.....	7
III	METODOLOGÍA.....	27
	3.1. Tipo de diseño de investigación.....	27
	3.2. Variable y operacionalización.....	27
	3.3. Población, muestra y muestreo.....	28
	3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	29
	3.5. Procedimientos .....	30
	3.6. Métodos de análisis de datos .....	31
	3.7. Aspectos éticos.....	31
IV	RESULTADOS.....	32
V	DISCUSIÓN.....	54
VI	CONCLUSIONES.....	56
VII	RECOMENDACIONES.....	57
	REFERENCIAS.....	59
	ANEXOS.....	60

## Índice de tablas

Tabla 1. Distribución de frecuencias de la variable “metodología centrada en confiabilidad” de los repuestos de mantenimiento de la operación Toromocho 2021.	34
Tabla 2. Distribución de frecuencias de la variable “metodología centrada en confiabilidad” en la dimensión “confiabilidad” de los repuestos de mantenimiento de la operación Toromocho 2021.	35
Tabla 3. Distribución de frecuencias de la metodología centrada en confiabilidad en la dimensión “consecuencia” de los repuestos de mantenimiento de la operación Toromocho 2021.	36
Tabla 4. Distribución de frecuencias de la variable “metodología centrada en confiabilidad” en la dimensión “política” de los repuestos de mantenimiento de la operación Toromocho 2021.	38
Tabla 6. Distribución de frecuencias de la variable “gestión de repuestos de mantenimiento” en la dimensión “stock” de los colaboradores que interactúan de manera directa e inmediata con los repuestos de mantenimiento de la operación Toromocho 2021.	41
Tabla 7. Distribución de frecuencias de la variable “gestión de repuestos de mantenimiento” en la dimensión “a demanda” de los colaboradores que interactúan de manera directa e inmediata con los repuestos de mantenimiento de la operación Toromocho 2021.	42

## Índice de figuras

Figura 1: Nivel de la variable “metodología centrada en confiabilidad” de los repuestos de mantenimiento de la operación Toromocho 2021	34
Figura 2: Nivel de la variable “metodología centrada en confiabilidad” en la dimensión “confiabilidad” de los repuestos de mantenimiento de la operación Toromocho 2021.	35
Figura 3: Nivel de la metodología centrada en confiabilidad en la dimensión “consecuencia” de los repuestos de mantenimiento de la operación Toromocho 2021.	37
Figura 4: Nivel de la metodología centrada en confiabilidad en la dimensión “política” de los repuestos de mantenimiento de la operación Toromocho 2021.	38

## Resumen

La presente tesis evidencia la relación existente entre la metodología centrada en confiabilidad implementado en abril del año 2019 y la gestión de repuestos de mantenimiento para los repuestos de la planta de procesamiento de concentrado de cobre en la operación minera Toromocho al año 2021. Se describe en detalle los fundamentos teóricos de la aplicación de la metodología de gestión de repuestos centrada en confiabilidad, la organización y procesos de logística y mantenimiento relacionados a los repuestos; asimismo el método de investigación que se basa principalmente en la aplicación de encuestas al personal involucrado directamente en el proceso, su procesamiento y análisis como también el análisis de los datos obtenidos del sistema transaccional SAP que soporta dichos procesos actuales en Toromocho. Entre lo mas resaltante del presente documento se encuentran los hallazgos en las relaciones de la confiabilidad o índice de fallas, el valor económico de una consecuencia operacional cuando no se cuenta con el repuesto disponible y no solo la obtención de las políticas para cada repuesto sino también su difusión, libre acceso y conocimiento por todos los involucrados en función a la gestión de los repuestos; asimismo, el nivel de stock de repuestos, el stock de repuestos solicitadas a demanda y que ya están almacenados y no han sido utilizados y además el retraso de los trabajos de mantenimiento por la espera de repuestos en relación a la aplicación de la metodología centrada en confiabilidad. Asimismo, también se evidencia el valor del análisis de los datos que permitieron validar e interpretar las hipótesis planteadas con relación a los resultados obtenidos de las encuestas aplicadas al personal clave, que muestran comportamientos y tendencias determinadas por la aplicación de la metodología de gestión de repuestos centrada en confiabilidad, pero entendidas desde una perspectiva transversal y basados en contextos como la de emergencia sanitaria por el Covid19. Finalmente, se menciona la dinámica de la metodología, cuya aproximación a la obtención de buenos resultados se basan en el continuo análisis para la confirmación o redefinición de políticas de los repuestos según el contexto operacional actual.

Palabras clave: La metodología, repuestos, equipos productivos

## **Abstract**

This thesis shows the relationship between the methodology focused on reliability implemented in April 2019 and the management of maintenance spare parts for the spare parts of the copper concentrate processing plant in the Toromocho mining operation by 2021. The theoretical foundations of the application of the spare parts management methodology focused on reliability and the organization and logistics and maintenance processes related to spare parts are described in detail; Likewise, the research method that is based mainly on the application of surveys to the personnel directly involved in the process and the analysis of the data obtained from the SAP transactional system that supports said current processes in Toromocho. Among the highlights of this document are the findings in the relationships of reliability or failure rate, the economic value of an operational consequence when there is no spare part available and not only obtaining the policies for each spare part but also its dissemination, free access and knowledge by all those involved, based on the management of spare parts; Likewise, the level of spare parts stock, the stock of spare parts requested on demand and that are already stored and have not been used and also the delay in maintenance work due to the waiting for spare parts in relation to the application of the methodology focused on reliability. Likewise, the value of the analysis of the data that allowed to validate and interpret the hypotheses raised in relation to the results obtained from the application of the surveys applied to key personnel, which show behaviors and trends determined by the application of the methodology of spare parts management focused on reliability, but understood from a transversal perspective and based on contexts such as the health emergency caused by Covid19. Finally, the dynamics of the methodology is mentioned, whose approach to obtaining good results is based on continuous analysis for the confirmation or redefinition of spare parts policies according to the current operational context.

Keywords: The methodology, spare parts, productive equipment



## I. INTRODUCCIÓN

Las empresas transnacionales en el mundo, pertenecientes mayormente a la industria minera se caracterizan por ser intensivas en activos y actualmente se encuentran llevando a cabo diferentes iniciativas que les permitan tomar decisiones acertadas y optimizar el nivel de stock, siendo uno de los principales objetivos la maximización del valor de los activos físicos desde un enfoque económico y financiero.

El Perú en estos últimos años se mantiene a nivel mundial como el segundo productor de cobre, existiendo empresas mineras americanas, asiáticas, europeas, africanas, y otras gestionadas actualmente desde una perspectiva global; y los contextos en los cuales se desarrolla esta industria han dejado de analizarse de manera aislada debido principalmente a la apertura de mercados para inversiones internacionales y al avance tecnológico; existiendo hoy en día una gran oportunidad de optimizar sus niveles de stock y su consecuente valor, además de su impacto directo en la mejora de la disponibilidad de los equipos productivos y por ende de las plantas de procesos y equipos mineros.

Producto	Latinoamérica	Mundo
Oro	1	6
<b>Cobre</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
Plata	2	2
Zinc	1	2
Plomo	1	3
Estaño	1	4
Molibdeno	2	4
Cadmio	2	8
Roca Fosfórica	2	11
Diatomita	1	5
Indio	1	7
Andalucita / Kyanita	1	4
Selenio	1	10

Ministerio de Energía y Minas. Reporte 2021.

La operación minera Toromocho según publicación en su página web oficial en internet, inicia sus operaciones en Perú aproximadamente a inicios del año 2014, proyectando una producción de trescientos mil toneladas de cobre anual y para un período de treinta y seis años; tiene catalogado

aproximadamente ciento treinta y nueve mil setecientos cincuenta y ocho artículos desde el 2014 y existe adicionalmente una demanda actual de diez mil quinientos cuarenta y dos artículos de stock de seguridad para la nueva flota de camiones Komatsu.

Durante los últimos tres años, los tipos de trabajos de mantenimiento a las máquinas y equipos de la planta industrial de la operación se han realizado en el siguiente orden (de mayor a menor proporción), correctivos por emergencias, mantenimiento preventivo, trabajos de mantenimiento predictivo (a condición), correctivos programados y casi ninguna tarea de búsqueda de fallas, que por ser una planta aun relativamente joven (teniendo en cuenta que va operando aproximadamente siete años) y tener condiciones del mineral no previstas, existe sobrecarga de trabajo a las maquinarias y equipos, y también por las condiciones ambientales particulares, suele surgir paradas de equipos por mantenimiento y/o reparación no planificadas ni programadas, generando detenciones y mayores costos debido a: la necesidad urgente de repuestos no disponibles (no se tiene en ese momento en almacén, o si existe el stock, no siempre se encuentra en su óptimas condiciones para su funcionamiento), requerimiento de personal técnico especializado que estaba asignado a otras actividades, necesidad de trabajos adicionales en horarios no programados, aumento del riesgo con respecto a la integridad física los trabajadores por tiempo extra de labor, detención o disminución de producción de concentrado de cobre, gastos comprometidos por el personal operativo a pesar que dejan de trabajar durante el tiempo improductivo mientras dure la reparación, costos elevados por fallas catastróficas frente a lo que se hubiese invertido en un oportuno mantenimiento, cambios en las fechas próximas de mantenimiento del equipo malgrado como también la reprogramación de los otros equipos que se dejaron de atender por darle prioridad y reasignarle recursos al escenario imprevisto; generando además del crecimiento del nivel y costos de la gestión del inventario de repuestos, un círculo vicioso que afecta la disponibilidad y la confiabilidad de la planta, ocasionando a la vez un mayor costo de producción por tonelada de concentrado de cobre.

En promedio, al año 2019 el valor del stock en Toromocho se encontraba alrededor de ochenta y cuatro millones de dólares, encontrándose aún por debajo de la media con respecto a las operaciones mineras de cobre a nivel nacional.

Operación Minera	Rendimiento (toneladas de producción)	Nivel de inventario USD MM
Cerro Verde	409,500.00	327.4
Southern Perú	180,000.00	132
Antamina	160,000.00	160
Las Bambas	140,000.00	81.9
Toromocho	117,200.00	84.1
Antapaccay	100,000.00	62

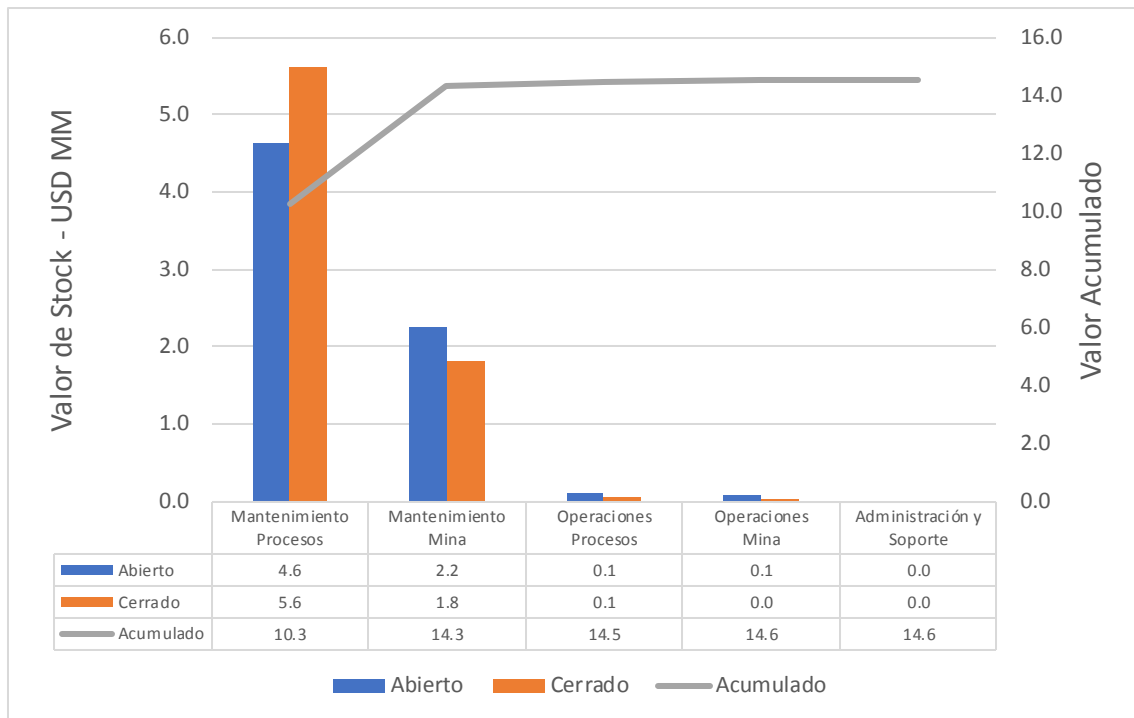
RYKE Reliability Inc. Año 2019, reunión de Kick Off.

Toromocho en sus esfuerzos por controlar y administrar adecuadamente la gestión de repuestos de mantenimiento de equipos productivos; implementa e implanta un enfoque de gestión de repuestos basado en la confiabilidad, cuyos primeros resultados e impacto se podrían evidenciar mediante el estudio descriptivo correlacional como método de investigación y que desde una mirada sistémica y transversal al negocio probablemente estaría ocasionando beneficios significativos a la organización, teniendo en cuenta que previo a dicha implementación el mayor porcentaje del valor de stock recaía sobre artículos adquiridos a demanda con un valor de inventario promedio de catorce millones seiscientos mil dólares y como stock de seguridad con un valor de inventario promedio de treinta y siete millones quinientos mil dólares, además de tener en el año 2019 para ambos grupos una cobertura en meses por encima del promedio, veintitrés y veinte meses respectivamente.

Grupo	Descripción	Nro. de meses	Valor de inventario USD MM	Consumo anual USD MM	Ratio
Rutinario & otros	Dos movimientos c/año. Otros	4.9	21.5	53.8	2.5
Critico	Consumibles	1.3	10.5	94.5	9.0
A demanda	Orden a demanda	23.8	14.6	7.3	0.5
Seguridad	Stock de seguridad	20.4	37.5	22.5	0.6
Total			84.1	176.6	2.1

Toromocho. Reporte anual de corte a Diciembre 2019.

Toromocho en su página web señala que ha realizado una inversión aproximada de cuatro mil ochocientos veinte millones de dólares en el proyecto; utilizando tecnología de última generación para la construcción de la planta concentradora de cobre, sin embargo, no ha sido exento de problemas mecánicos y electromecánicos por fallas de montaje identificados en estos primeros períodos de operación. La planta se compone de los procesos de Chancado Primario, Molienda, Flotación, Remolienda, Filtrado y Relaves; se han detectado problemas por fallas ocultas en la interconexión entre las sub áreas y sus equipos operativos que deben ser superados con un adecuado mantenimiento de las plataformas electrónicas (hardware y software) e instrumentos de protección que componen el sistema integrado de automatización y control, donde es relevante la oportuna disponibilidad repuestos y en condiciones óptimas que permitan regresar a la planta a su funcionamiento de producción esperado; y es justamente el área de mantenimiento procesos el que ha generado a través de reservas de stock a demanda en el sistema SAP, el setenta por ciento del total de stock a demanda de repuestos de mantenimiento por un promedio de diez millones trescientos mil dólares de un total de catorce millones seiscientos mil dólares.



Elaboración propia. Toromocho 2019.

A partir de ello el problema de investigación general se asume como: ¿Cuál es la relación de la metodología centrada en confiabilidad en la gestión de repuestos de mantenimiento en Toromocho? y los específicos: ¿Cuál es la relación entre la metodología centrada en confiabilidad y el nivel de stock en Toromocho?, ¿Cuál es la relación de la metodología centrada en confiabilidad y el stock a demanda no utilizado en Toromocho?, ¿Cuál es la relación de la metodología centrada en confiabilidad y el retraso del mantenimiento por espera de repuestos en Toromocho?.

Los propósitos de la investigación como objetivo general: Determinar el impacto de la aplicación de la metodología centrada en confiabilidad en la gestión de repuestos de mantenimiento en Toromocho; los objetivos específicos, en: encontrar la relación entre la metodología centrada en confiabilidad y el nivel de stock en Toromocho, identificar la relación de la metodología centrada en confiabilidad y el stock a demanda no utilizado en Toromocho, identificar la relación de la metodología centrada en confiabilidad y el retraso del mantenimiento por espera de repuestos en Toromocho.

El estudio queda justificado debido a la evidencia por la relación que existe entre la metodología centrada en confiabilidad aplicada a la gestión de repuestos de mantenimiento, siendo de importancia por aportar a la academia desde el punto de vista teórico; específicamente a la industria minera desde el enfoque de verificación de la optimización de procesos y además desde un enfoque general en el ámbito de gestión de stock para las empresas intensivas en activos.

Finalmente se asume como hipótesis de investigación que la metodología centrada en confiabilidad se relaciona significativamente en la gestión de repuestos de mantenimiento en Toromocho.

## II. MARCO TEÓRICO

Detalle y la descripción de estudios previos:

Según Rupay Guere, Huberth Alex (2018) en los objetivos para la Tesis “Modelo de inventario para la gestión de mantenimiento de tracto camiones” de la Universidad Nacional de Callao – Lima, tuvo la implementación de un modelo de inventario de repuestos y consumibles para el almacén de repuestos de un taller de servicios, teniendo como población de estudio los repuestos y consumibles importados usados en los talleres de servicio, y la muestra fue los repuestos y consumibles importados usados en los talleres de servicio de mantenimiento para la reparación ubicados en el distrito de Ate, los instrumentos empleados fueron las encuestas, reuniones y observación directa y se basó en el análisis y la gestión de los repuestos, así como en la optimización de los inventarios de mantenimiento y costos, que el estudio señala en su marco teórico. Los principales resultados fueron la reducción de la ruptura de stock de los repuestos críticos y se concluyó en la importancia de histórico de uso de materiales, su clasificación y categorización, así como que la determinación de su tiempo de entrega es crucial para el cálculo del pedido con un óptimo nivel de inventario.

Terbullino Carbajal, Manuel Vladimir (2018) en su tesis “Propuesta de mejora en la gestión de inventarios de mantenimiento de equipos mina” de la Pontificia Universidad Católica del Perú, Terbullino Carbajal, Manuel Vladimir (2018) en su tesis “Propuesta de mejora en la gestión de inventarios de mantenimiento de equipos mina” de la Pontificia Universidad Católica del Perú, concluye que planificando los trabajos se obtiene mejores resultados en la gestión de inventarios permitiendo ahorro en la compra de repuestos, de la misma manera la interrelación entre los procesos de mantenimiento y logística sus procesos son claves para asegurar que los productos adquiridos se encuentren en stock.

De la misma manera se consideró otros trabajos previos para esta investigación que se encuentra en el Anexo: 02

RCS quien se encarga de determinar los requisitos mínimos de repuestos en función del negocio principal en su contexto operativo actual. Cuando cambia el contexto operativo del negocio, los requisitos de stock cambiarán en consecuencia y siempre serán defendibles, asimismo permite a las empresas comprender el valor comercial central de los repuestos, en lugar de simplemente conocer el costo del stock. Para ello el algoritmo de decisión de la metodología RCS se soporta en hojas de trabajo que permite documentar el proceso y plasmar los lineamientos generales obtenidos como resultados iniciales. Los principales componentes de la hoja de trabajo se muestran a continuación:

Elemento de hoja de trabajo	Descripción
Planta	Ejemplo: Toromocho
Área	Ejemplo: Mina, Planta, Kingsmill, Potencia.
Ubicación Técnica	Descripción de ubicación. Ejemplo: Chancado, Molienda, Flotación.
Código del equipo	Código de equipo
Descripción del equipo	Descripción equipo
Nro. Parte (Descripción)	Número de parte de material
Cantidad en la Operación (Instalado)	Cantidad de repuesto instalado en la operación.
Vida estimada	Tiempo de uso estimado del material. Expresado en días
Última vida conocida	Último tiempo de uso estimado del material. Expresado en días.
Tiempo de abastecimiento (días)	Tiempo de abastecimiento del material que se dispone en almacén.
Precio \$	Costo de material o componente nuevo.
Costo Reparación \$	Costo de material o componente si es reparado.
Stock Min (actual)	Stock mínimo en almacén.
Stock Max (actual)	Stock máximo en almacén.
Condición que conduce al fallo	Tipo de condición que conduce a fallo. Nivel jerarquía 1.
Condición P-F	Curva de tiempo calculado que existe entre la falla potencial hasta la falla funcional. Nivel jerarquía 2 (en función a jerarquía 1)
Intervalo P-F (Días)	Curva de tiempo calculado que existe entre la falla potencial hasta la falla funcional. Nivel jerarquía 2 (en función a jerarquía 1)
¿Tiene tiempo de vida?	¿repuesto tiene definido tiempo de vida? Sí o no.
Vida del componente	Tiempo de vida de componente. Expresado en días.
Tarea de búsqueda FFI	Tarea que se debe realizar periódicamente.
Intervalo FFI	Periodo de tiempo que se debe realizar inspección de búsqueda de fallas en el equipo. Tiempo expresado en días.
Criterio WAC	Es un control de recorrido, es una tarea que busca fallas. Walk around check. Inspecciones.
Intervalos WAC	Cada que tiempo se realiza el control de recorrido, en búsqueda de fallas. Walk around check. Periodo en días.
Rediseño	En función a dato de campo "Condición que conduce al fallo".



	Si campo "Condición P-F" y campo "Intervalos P-F" están llenos este campo no debe ser considerado, caso contrario considerarlo.
Consecuencia CON Mantenimiento y Repuestos (CCMCR)	Detalle de consecuencia de parada CON repuesto expresado en horas de paradas y costo por hora de parada.
CCMCR - Total Horas de Parada (h)	
CCMCR - Costo por hora de parada (\$)	
CCMCR - Costo repuesto (\$)	
CCMCR - TMEF	Tiempo medio entre fallos en años. Por ejemplo: 1.3
Consecuencia con Mantenimiento y sin Repuestos (CCMSR)	Detalle de consecuencia de parada SIN repuesto expresado en horas de paradas y costo por hora de parada.
CCMSR - Total Horas de Parada (h)	
CCMSR - Costo por hora de parada (\$)	
CCMSR - TMEF	Tiempo medio entre fallos en años. Por ejemplo: 1.3
Valor Consecuencia CON Mantenimiento y Repuestos \$	Importe de consecuencia de la parada con Mantenimiento y teniendo repuesto en stock. Se requiere tener respuesta de cuánto cuesta tener el material como stock en almacén.
Valor Consecuencia CON Mantenimiento y SIN Repuestos \$	Importe de consecuencia de la parada CON Mantto y SIN tener repuesto en stock.
Consecuencia SIN mantenimiento y CON Repuestos (CSMCR)	Detalle de consecuencia de parada CON repuesto expresado en horas de paradas y costo por hora de parada.
CSMCR - Total Horas de Parada (h)	
CSMCR - Costo por hora de parada (\$)	
CSMCR - Costo repuesto (\$)	
CSMCR - TMEF	Tiempo medio entre fallos en años. Por ejemplo: 1.3
CSMCR - Daños secundarios (\$)	
Consecuencia SIN Mantenimiento y SIN Repuestos (CSMSR)	Detalle de consecuencia de parada SIN Mantenimiento Y SIN repuesto expresado en horas de paradas y costo por hora de parada.
CSMSR - Total Horas de Parada (h)	
CSMSR - Costo por hora de parada (\$)	
CSMSR - Lead time (h)	
CSMSR - TMEF	Tiempo medio entre fallos en años. Por ejemplo: 1.3
CSMSR - Daños secundarios (\$)	
Valor Consecuencia SIN mantenimiento y CON Repuestos \$	Importe de consecuencia de la parada SIN Mantto. Y CON repuesto en stock.
Valor Consecuencia SIN mantenimiento y SIN Repuestos \$	Importe de consecuencia de la parada SIN Mantto. Y SIN repuesto en stock.

Estrategia Actual de Gestión de Fallas	Describir la estrategia actual para gestionar fallas.
Tipo de Consecuencia	Tipos de consecuencias: 1. Falla múltiple 2. Seguridad o MMAA 3. Operacional
D1	En función a "RCS Pro® Diagrama de Decisión" nivel 1
D2	En función a "RCS Pro® Diagrama de Decisión" nivel 2
D3	En función a "RCS Pro® Diagrama de Decisión" nivel 3
D4	En función a "RCS Pro® Diagrama de Decisión" nivel 4
D5	En función a "RCS Pro® Diagrama de Decisión" nivel 5
D6	En función a "RCS Pro® Diagrama de Decisión" nivel 6
D7	En función a "RCS Pro® Diagrama de Decisión" nivel 7
Oportunidades de Mejora	Oportunidad de mejora: 1. Reducir tiempos de abastecimiento. 2. Stock del proveedor 3. Tecnologías predictivas 4. Estandarización 5. Planes de contingencia.
Tipo de Política	Solo 2 Tipos de Política: 1. Transición a una política de existencia proactiva, si vale la pena. 2. Implementar política de existencia según contexto operativo actual.
Política de Existencias REQUERIDA	Política actual de existencia de repuestos: 1. Solo a pedido 2. Reposición Automática 3. Stock de Seguridad
Política de Existencias POTENCIAL	Política potencial de existencia de repuestos: 1. Solo a pedido 2. Reposición Automática 3. Stock de Seguridad
Descripción de la política nueva	Solicitud de Política nueva de existencia de repuestos y justificación del porque se eligió la política potencial seleccionada.
REQD OP	Cantidad máxima en almacén
REQD OQ	Cantidad mínima en almacén
Disponibilidad de Repuestos REQUERIDA	Cantidad de repuestos que debe existir en stock.
Tarea Requerida para el Repuesto	Tareas en función al repuesto, por ejemplo: conservación, lubricación, energización, rotación, etc.
Nuevo Intervalo de Tarea	Periodo de tiempo cíclico que debe ejecutarse la tarea (por ejemplo de conservación)
Responsable de tarea	Asignación de una o más personas responsables de la ejecución de la (s) tareas
Stock (actual)	Stock en almacén
Equipo que aprueba evaluación	Se especifica el equipo de trabajo que aprueba y explica la evaluación.

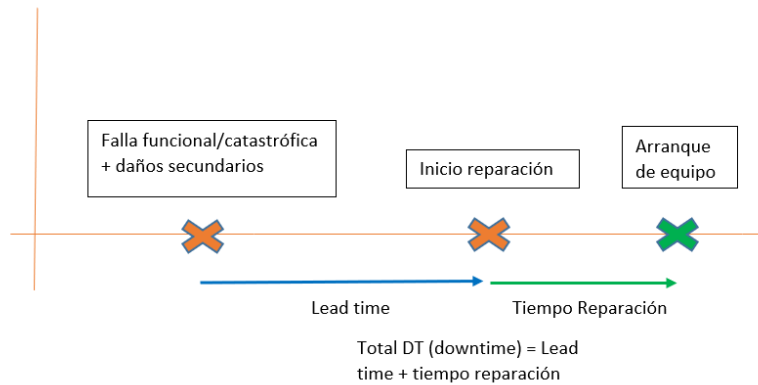
Elaboración propia

Existen cuatro escenarios diferentes cuando la consecuencia es operacional y dependiendo de su aplicación le corresponde una fórmula de

cálculo diferente para analizar las consecuencias económicas de la gestión de repuestos centrados en confiabilidad:

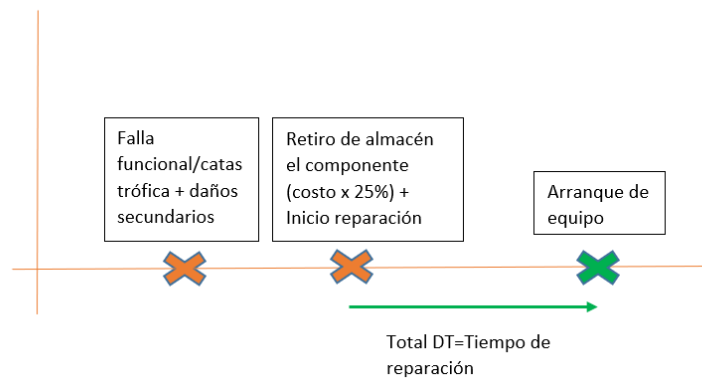
a) Primer escenario sin estrategia de repuestos y sin repuesto disponible

$$((\text{Total "parada" incluido "lead time"}) \times (\$ \text{consecuencia/hora}) + (\$ \text{daños secundarios})) / \text{TMEF} = \text{Costo Total} / \text{año}$$



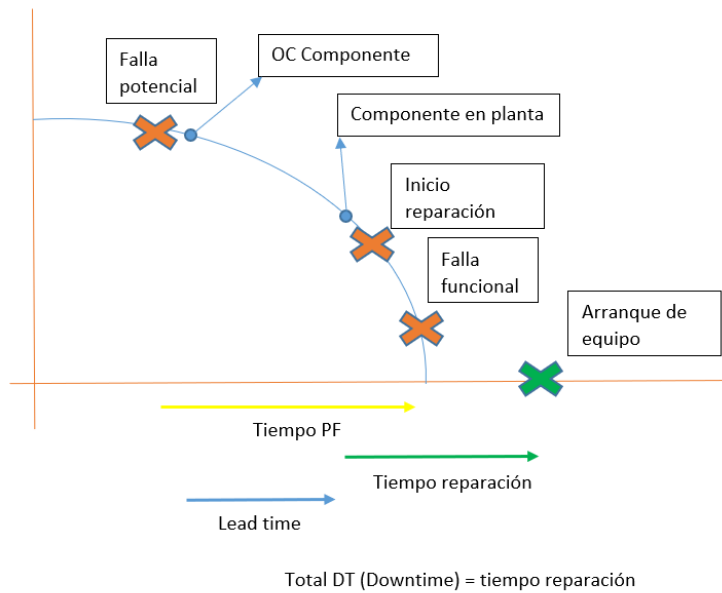
b) Segundo escenario sin estrategia de mantenimiento y con repuesto disponible

$$((\text{Total "parada"}) \times (\$ \text{consecuencia/hora}) + (\$ \text{daños secundarios})) / \text{TMEF} + (\text{Costo de repuestos} \times 25\%) = \text{Total } \$ / \text{año}$$

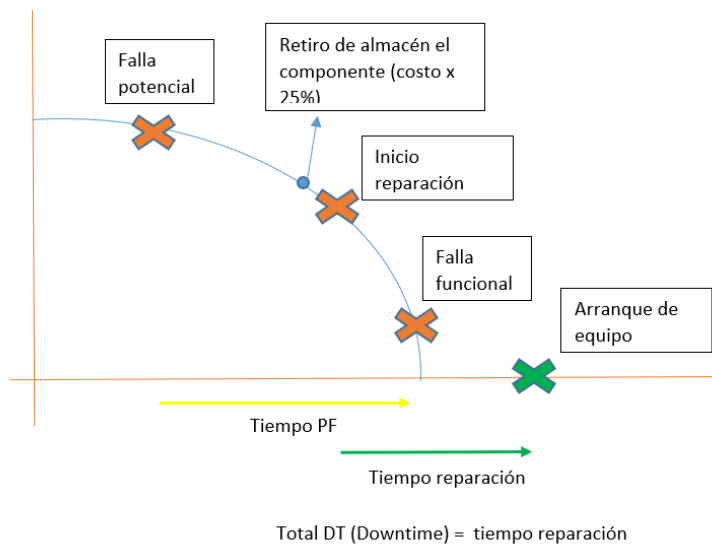


c) Tercer escenario con estrategia de mantenimiento y sin repuesto disponible (Intervalo P-F o intervalo de reemplazo programado > Lead Time)

$$(\text{Total "parada"}) \times (\$ \text{consecuencia} / \text{hora}) / \text{TMEF} = \text{Total } \$ / \text{año}$$



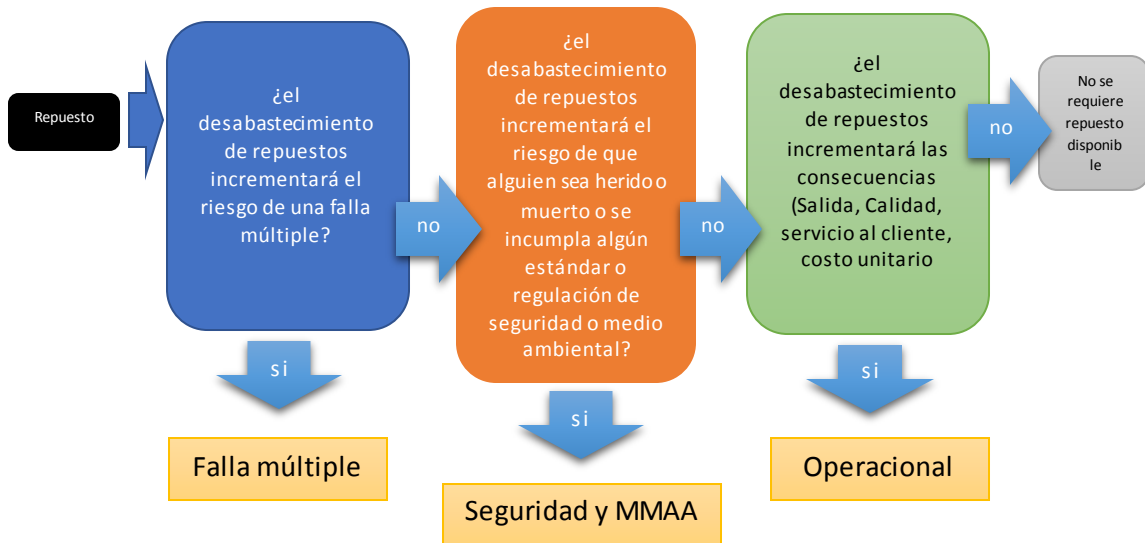
d) Escenario con estrategia de mantenimiento y con repuesto disponible (Intervalo P-F o intervalo de reemplazo programado > Lead Time)



El sólido diagrama de decisiones de RCS permite que los usuarios y personal de mantenimiento y logística tomen las decisiones para la reducción de repuestos y los requisitos mínimos de repuestos en lugar de que dicha responsabilidad solo recaiga en el personal de administración de materiales. Este criterio de mejores prácticas asegura la defensa y la aceptación, lo que permite reducciones de stock sostenibles y un mejor rendimiento de los activos. A continuación, una breve descripción del

diagrama de decisión que se presentada de manera completa en la sección anexos.

Se debe realizar las siguientes preguntas y en ese orden y dependiendo la respuesta (si o no) continuar con la siguiente pregunta (las opciones de respuestas elaboradas se encuentran descritas en la imagen y en la tabla de descripción):



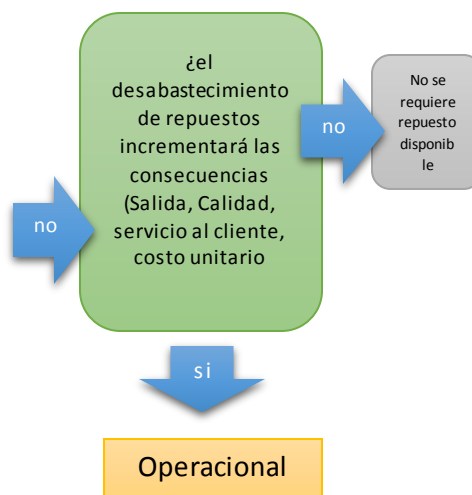
Elaboración propia.

Dependiendo de la respuesta se debe continuar el flujo de la lógica de manera vertical para obtener los valores para de las siguientes decisiones: D1, D2, D3, D4, D5, D6 y D7. Tener en cuenta que para responder cada uno de ellos, es importante la información de apoyo basada en datos, formulación y resultado del cálculo obtenido previamente.



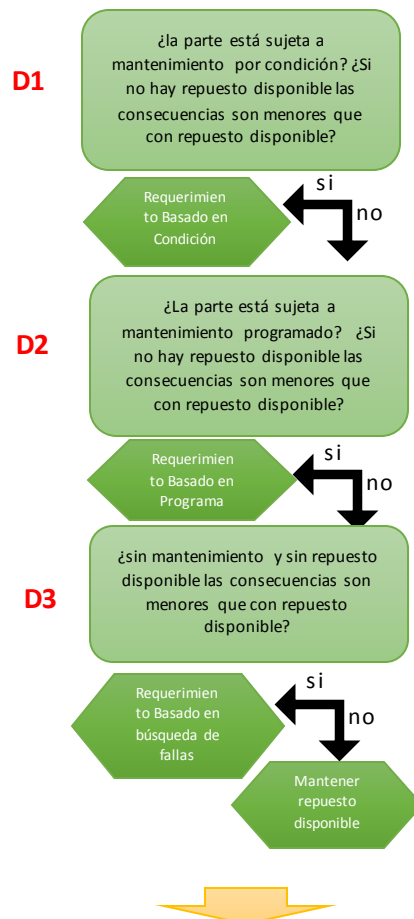
Elaboración propia.

Por ejemplo, en las respuestas se eligió “si” a la tercera opción por criterios de baja calidad, obteniendo una consecuencia del tipo Operacional.

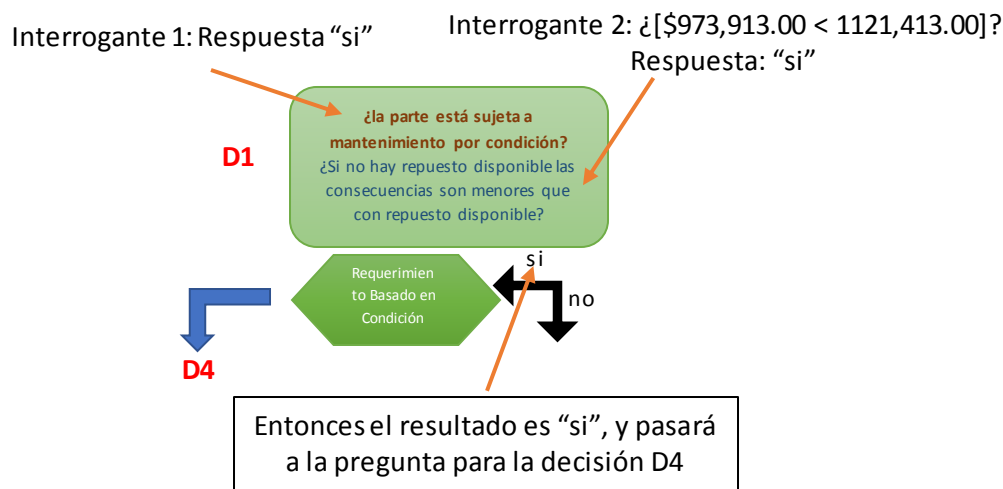


Entonces, las siguientes preguntas a realizarse serán las siguientes a fin de tomar las siguientes decisiones D1, D2 y D3.

Por lo tanto, los valores (si o no) deben basarse en las siguientes preguntas mostradas (debajo verticalmente para D1, D2 y D3 respectivamente) en el diagrama de decisión.

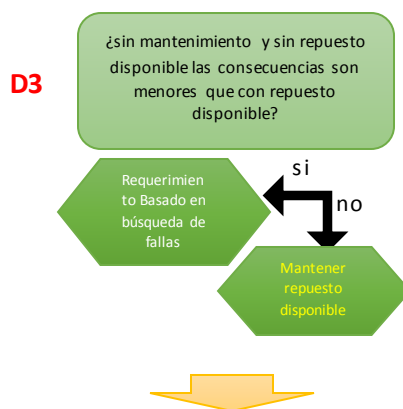


El valor resultado de las decisiones D1 y D2 (que pueden ser sí o no) están basadas en dos (2) interrogantes que deben plantearse, cuya lógica siguiente determinará el valor resultado: si + si = si, si + no = no, no + si = no, no + no = no. Asimismo, para la primera y segunda interrogante se debe elegir entre si o no, y recordar que para la segunda interrogante se debe tener a la mano la información de apoyo basado en el resultado de la comparación de los valores de las consecuencias económicas con y sin mantenimiento. Por ejemplo:



Si el valor resultado de la decisión D1, es si, entonces el tipo de requerimiento elegido, para el ejemplo es: "Requerimiento basado en condición" y luego pasa al grupo inferior: D4, D5 y D6. De lo contrario si el valor resultado de D1 es no, continúa de la misma manera que al D1 realizando las interrogantes de las preguntas correspondientes a D2 y D3.

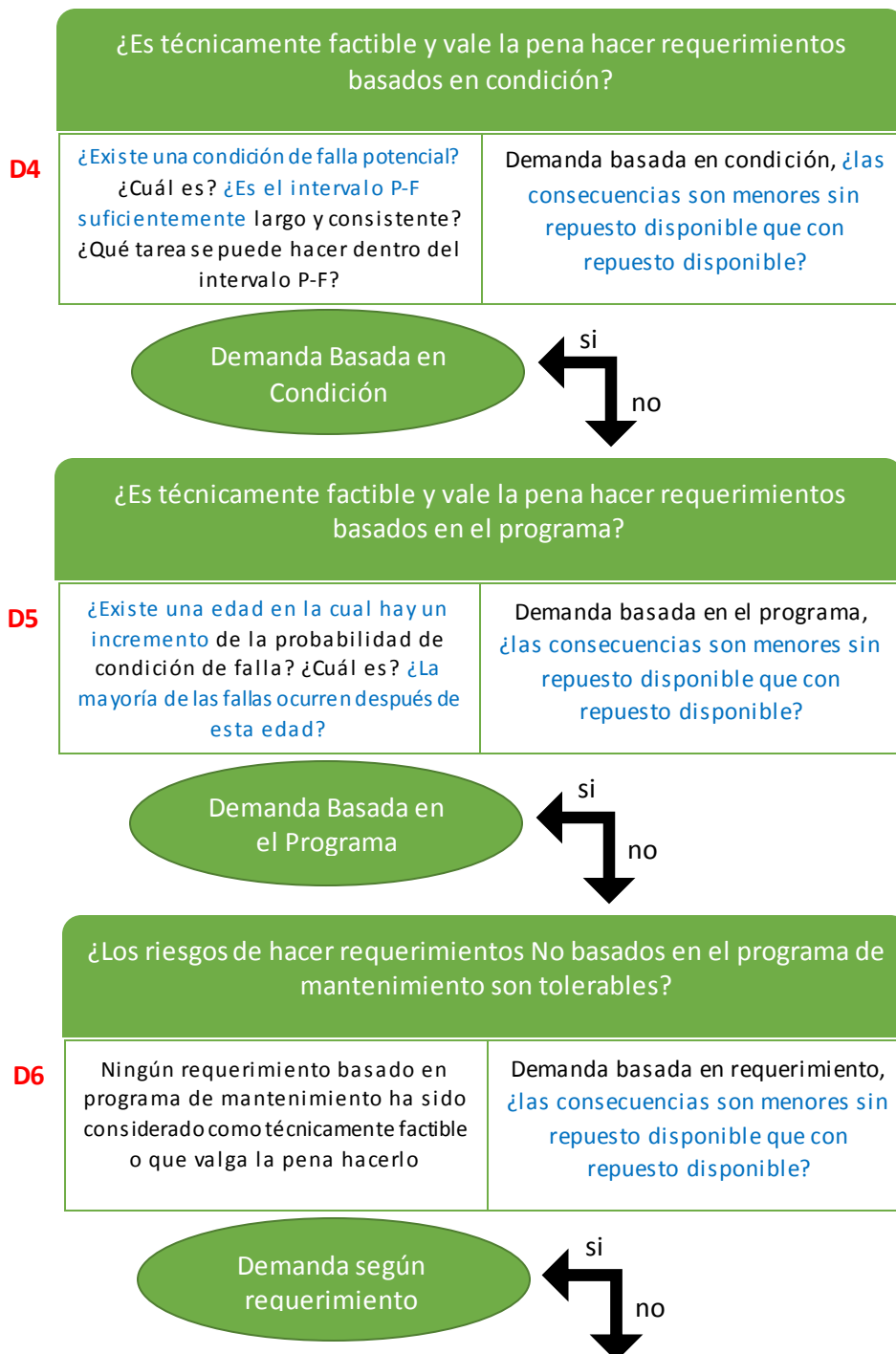
Para el caso que llegue a la decisión D3 y su valor resultado es no, entonces el resultado sería "Mantener repuesto disponible".



Al pasar a la decisión D4, ya sea a través del D1, D2 o D3, se debe proceder de similar manera al proceso anterior para la evaluación con las que se obtendrá el resultado de las decisiones D4, D5, y D6, pero esta vez se incrementará la cantidad de interrogantes necesarios para el resultado del valor de la decisión:



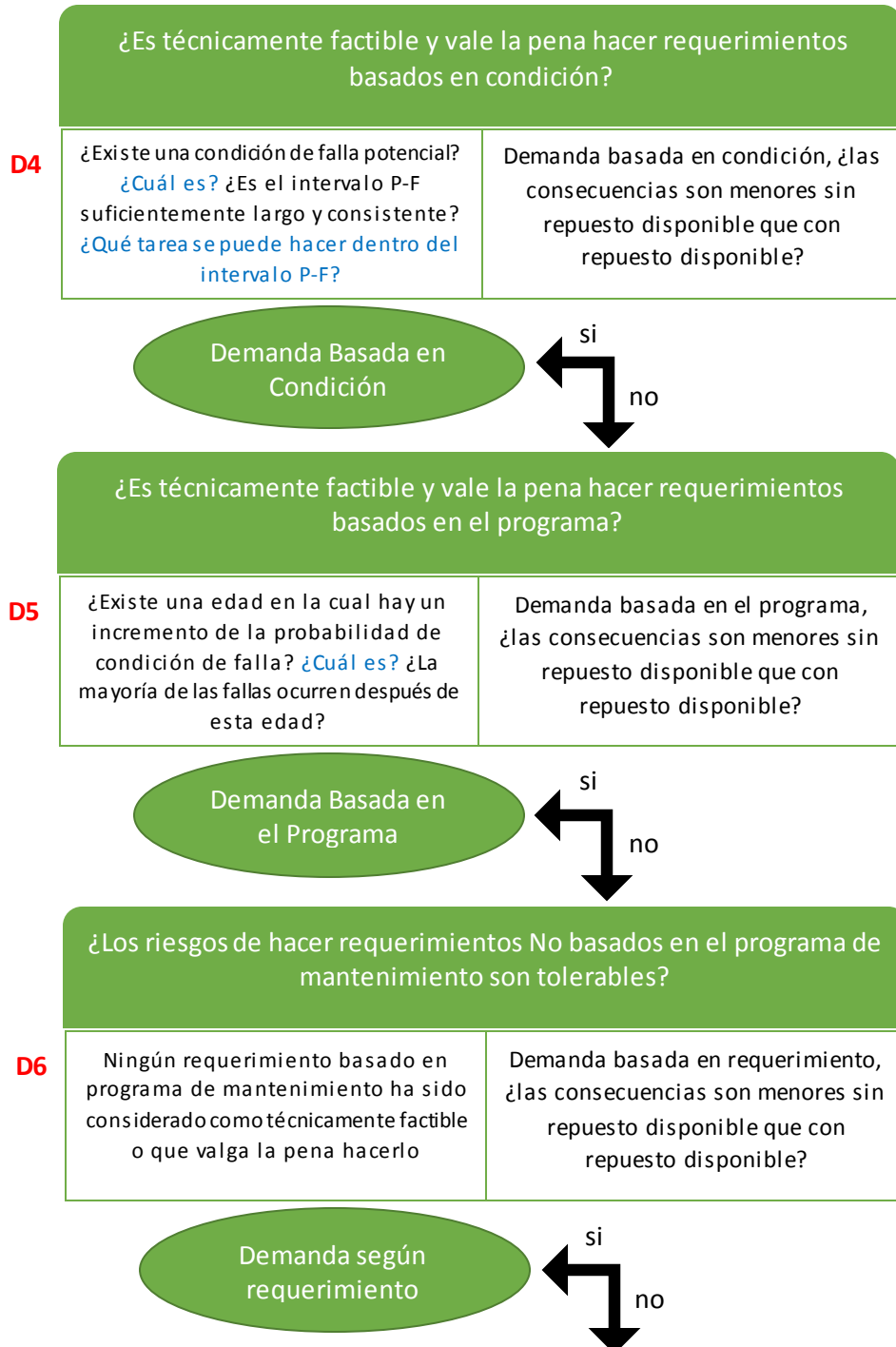
El valor resultado (si o no) de las preguntas de decisión está basado en las interrogantes “cerradas” que conforman cada una de las siguientes preguntas para que pueda tomarse las próximas decisiones:



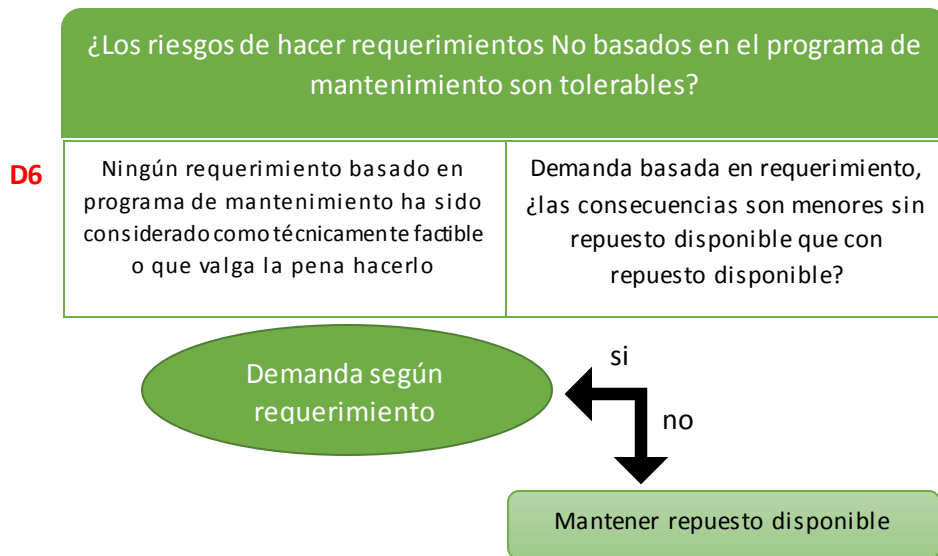
El valor resultado de la pregunta que puede ser “si” o “no”, se debe basar en los resultados previos de las interrogantes y en función a ello se

continuará con el flujo del diagrama de decisión. La lógica siguiente determinará el valor resultado:

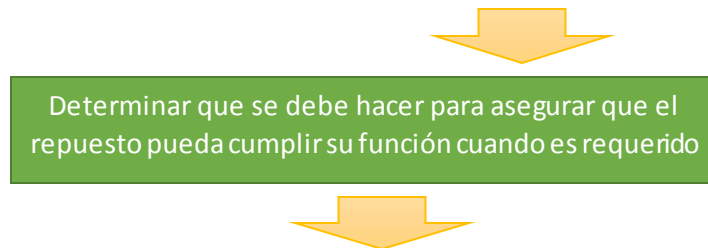
Sí todo “sí”, entonces es “sí”, Si hay un solo “no”, entonces es no. Las interrogantes de “dato”:



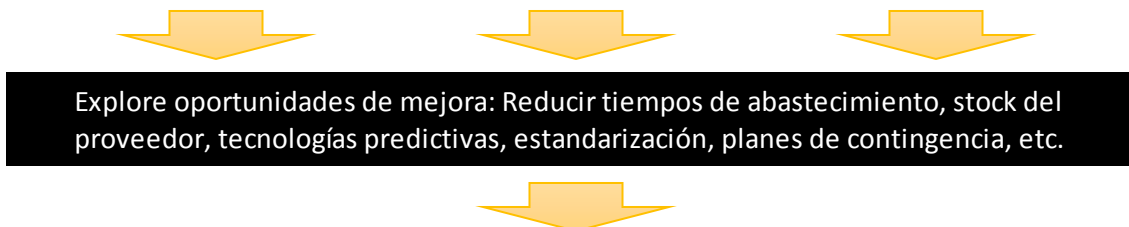
Para el caso que llegue a la decisión D6 y su valor resultado es “no”, entonces el resultado será “Mantener repuesto disponible”:



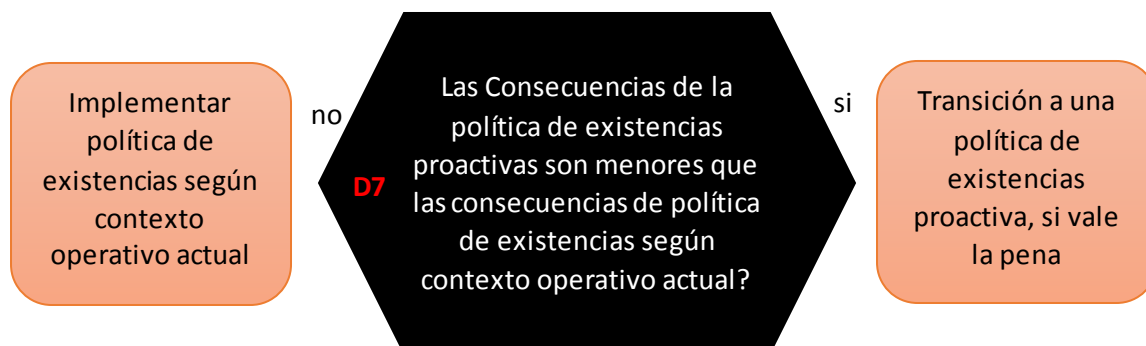
Luego se debe determinar las acciones para garantizar que el repuesto se encuentre en adecuada condición cuando este sea requerido:



Y a continuación, las siguientes opciones entre las que deberá definirse cuál o cuáles serán las acciones por implementar: reducir tiempos de abastecimiento, stock del proveedor, tecnologías predictivas, estandarización, planes de contingencia, etc.



Luego, y teniendo la información de apoyo (similar a la interrogante 2 del D1) se debe resolver el valor resultado para la decisión D7:



Y en base a dicho resultado determinar la acción que indica el diagrama de decisión (Implementar política de existencias según contexto operativo actual, o Transición a una política de existencias proactiva, si vale la pena) por ejemplo:

Política de existencias requerida	Política de existencias potencial	Descripción de la política nueva (requerido potencial)
Programado	Solo a pedido	Solicitar repuesto cuando se detecte fierro en el aceite o cuando se identifique una condición anormal como resultado de la videoscopia.

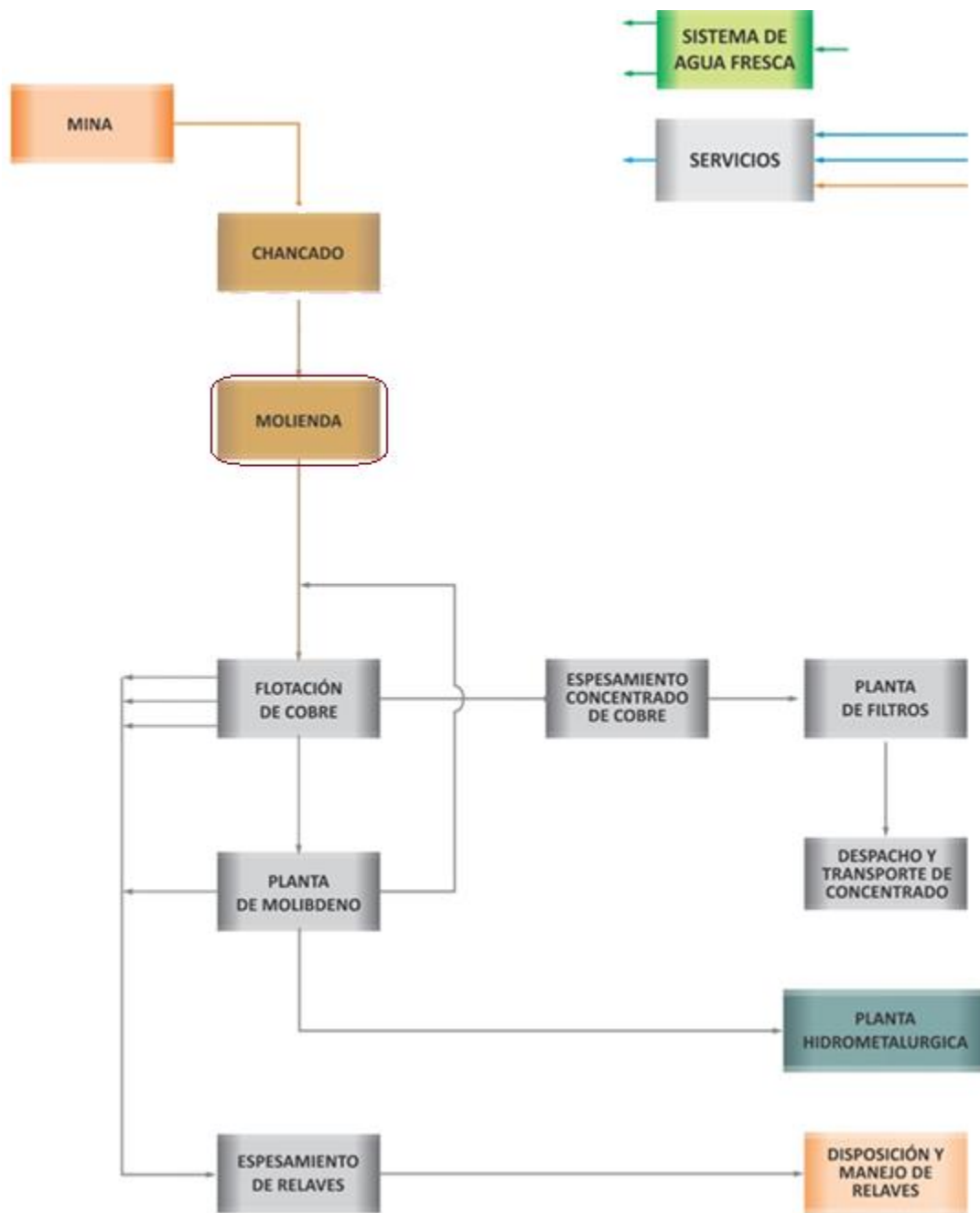
Elaboración propia.

La operación minera Toromocho por la naturaleza de su actividad, su característica principal es ser intensiva en activos, y se dedica a la extracción de minerales bajo un proceso de extracción en una mina de tajo abierto con reservas de cobre y molibdeno, localizada en la parte central de los Andes del Perú; en el distrito de Morococha, provincia de Yauli, departamento de Junín. El Proyecto está localizado en un área que cuenta con una larga historia de operaciones mineras y que ha sido activamente explorada desde los años 60 por Cerro de Pasco Corporation, luego por Centromin y desde el 2008 por Minera Perú Copper S.A., quien recibe la concesión de Centromin (ahora Activos Mineros).

A la fecha, las exploraciones geológicas y el planeamiento de mina han determinado que el depósito de la mina contiene una reserva de mil quinientos veintiséis millones de toneladas de mineral con una ley promedio de cobre de 0.48%, una ley promedio de molibdeno de 0.019% y una ley

promedio de plata de 6.88 gramos por tonelada, basado en una ley de corte de aproximadamente 0.37% de cobre.

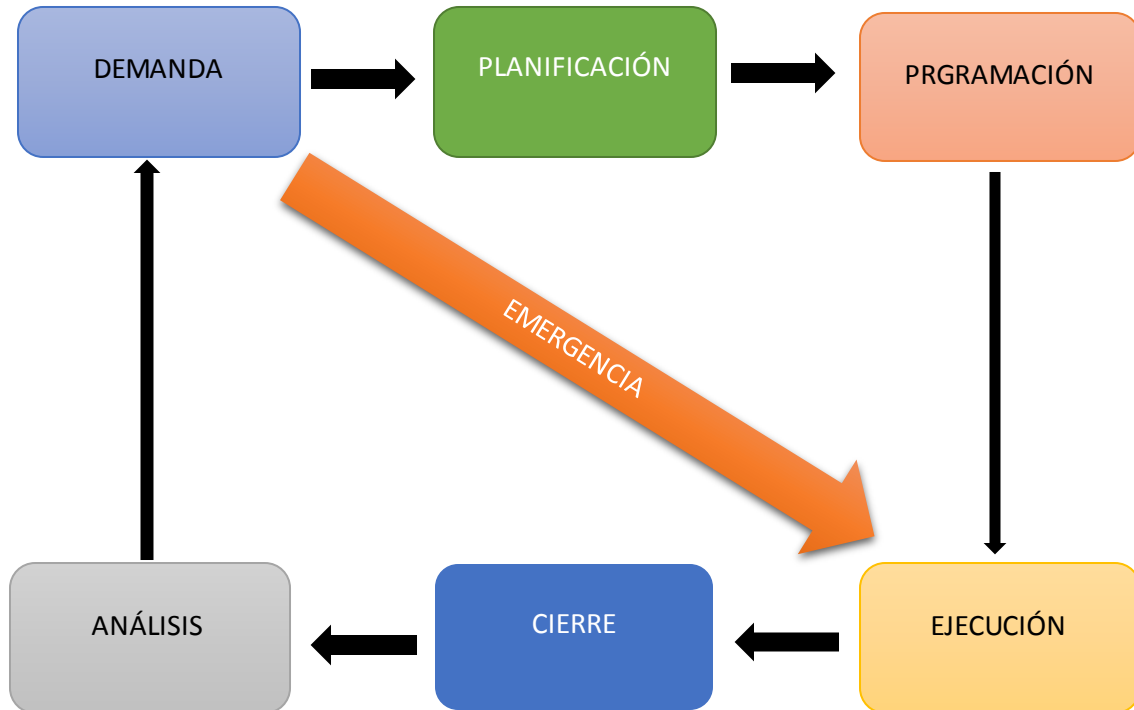
El Proyecto prevé treinta y dos años de operaciones de minado, durante los cuales también se realizará la producción de concentrado y almacenamiento de mineral de baja ley. Posteriormente, por un período adicional de cuatro años, las operaciones estarán dirigidas al aprovechamiento del mineral de baja ley almacenado durante los primeros treinta y dos años, sumando en total treinta y seis años de operación propuesta para el Proyecto. El plan de operaciones del proyecto contempla la extracción mineral de una mina a tajo abierto utilizando métodos convencionales de explotación, usando palas y camiones para el transporte del mineral y/o desmante. A continuación, se muestra un diagrama resumen de los procesos macro del proyecto Toromocho.



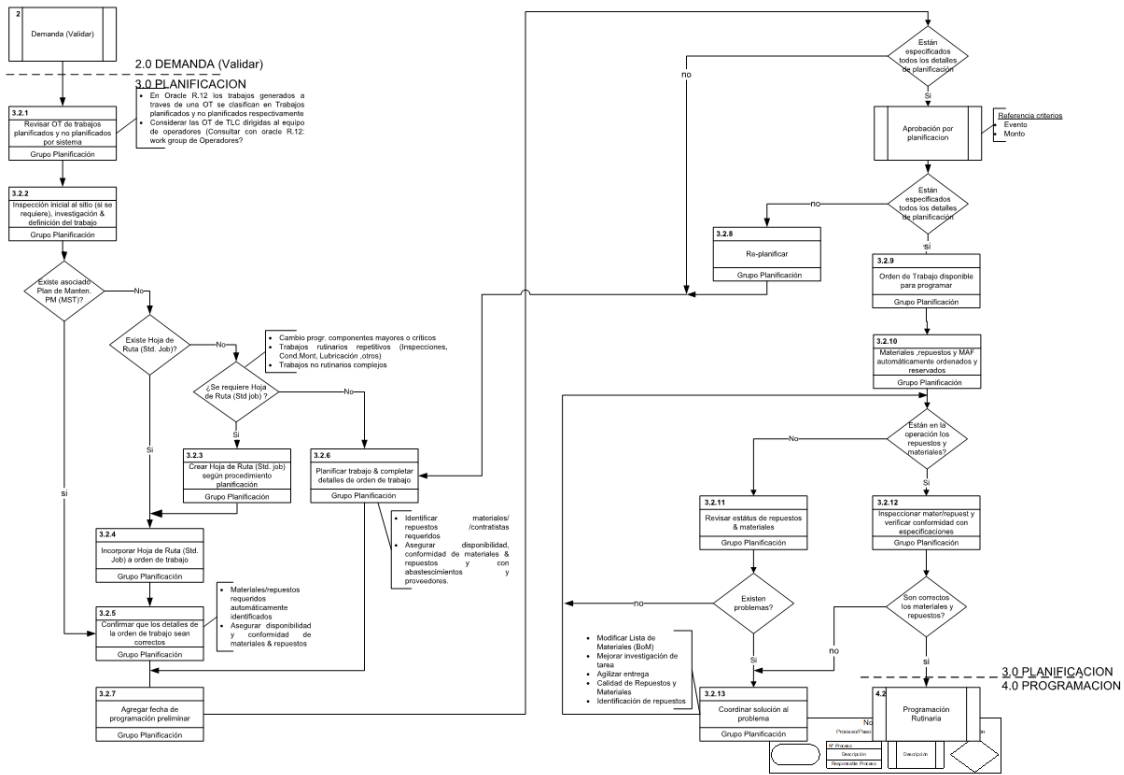
Elaboración propia. Diagrama de procesos del proyecto Toromocho 2021.

Por otro lado, existen procesos en los que se soporta la gestión del mantenimiento como: identificación de la demanda, planificación, programación, ejecución, cierre y análisis; de los cuales dos de ellos (planificación y programación) se componen de subprocesos que interactúan con los repuestos. Dichos procesos se encuentran soportados por el sistema SAP que a través de los accesos configurados para los trabajadores o llamados también colaboradores les permite obtener información transaccional del stock de repuestos, ordenes de trabajo de

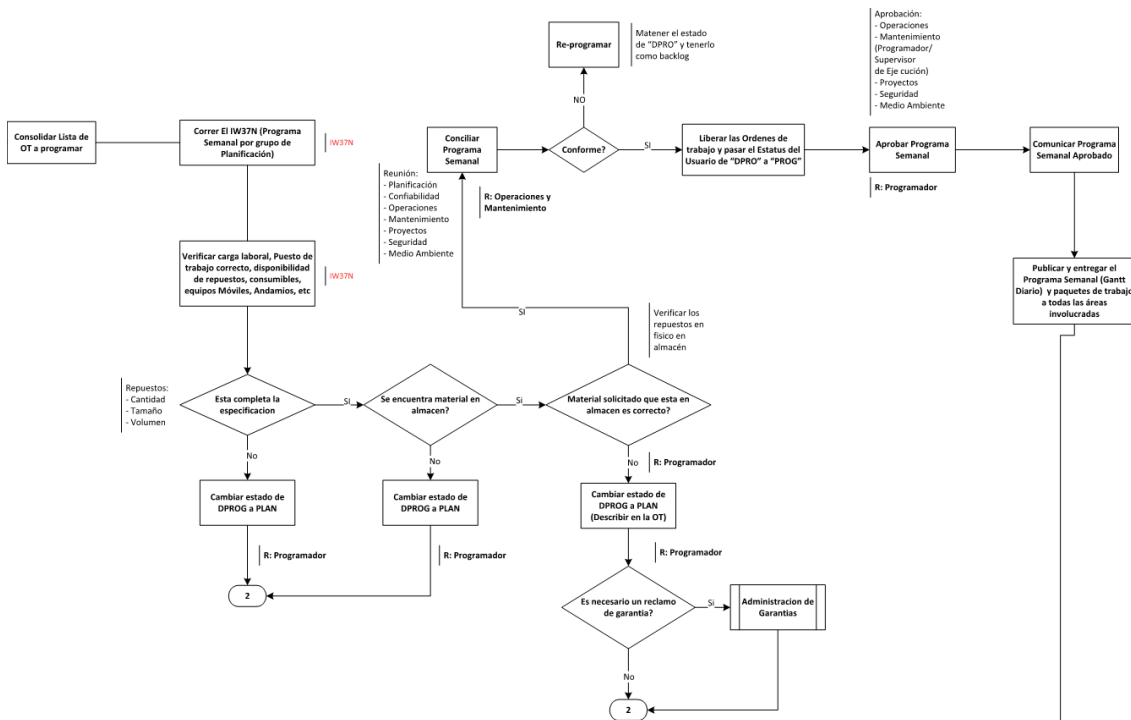
mantenimiento, las fechas que estas han sido programadas, e información de las órdenes de compra de repuestos a demanda.



Toromocho. Proceso de gestión del trabajo de mantenimiento 2021.



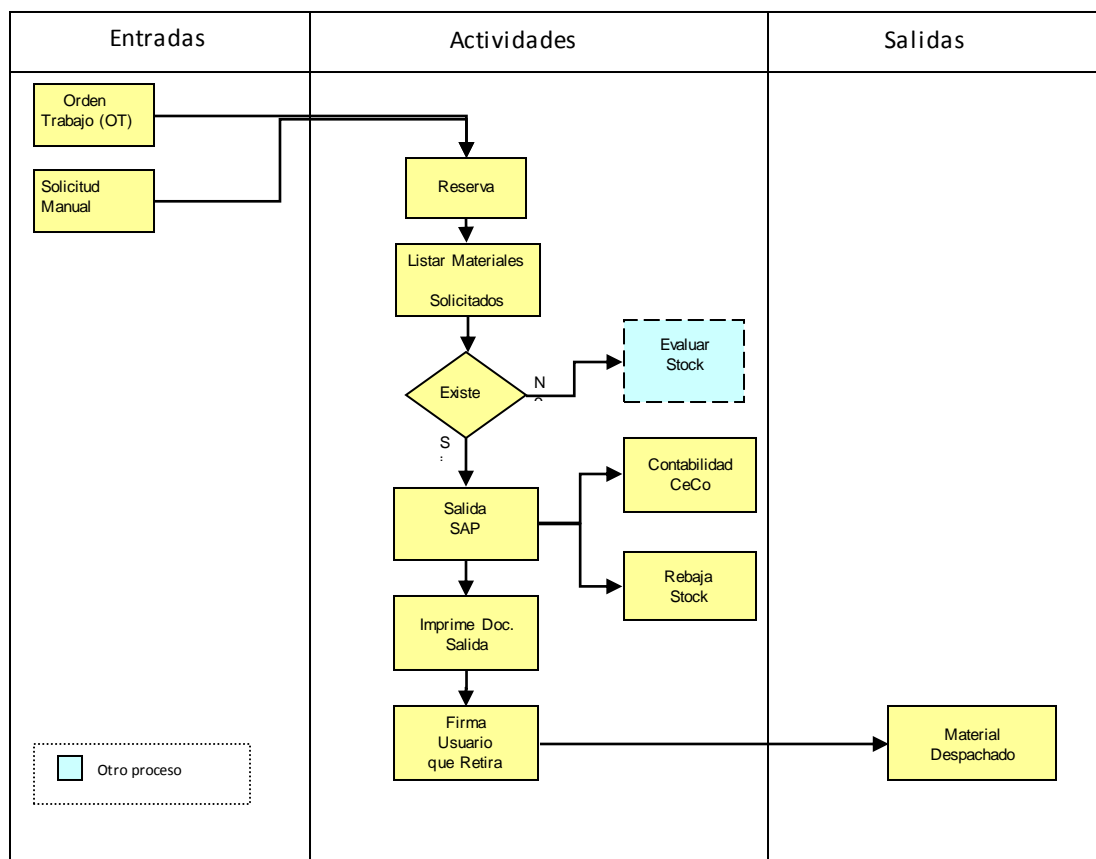
Toromocho. Proceso de planificación de trabajos de mantenimiento 2021.



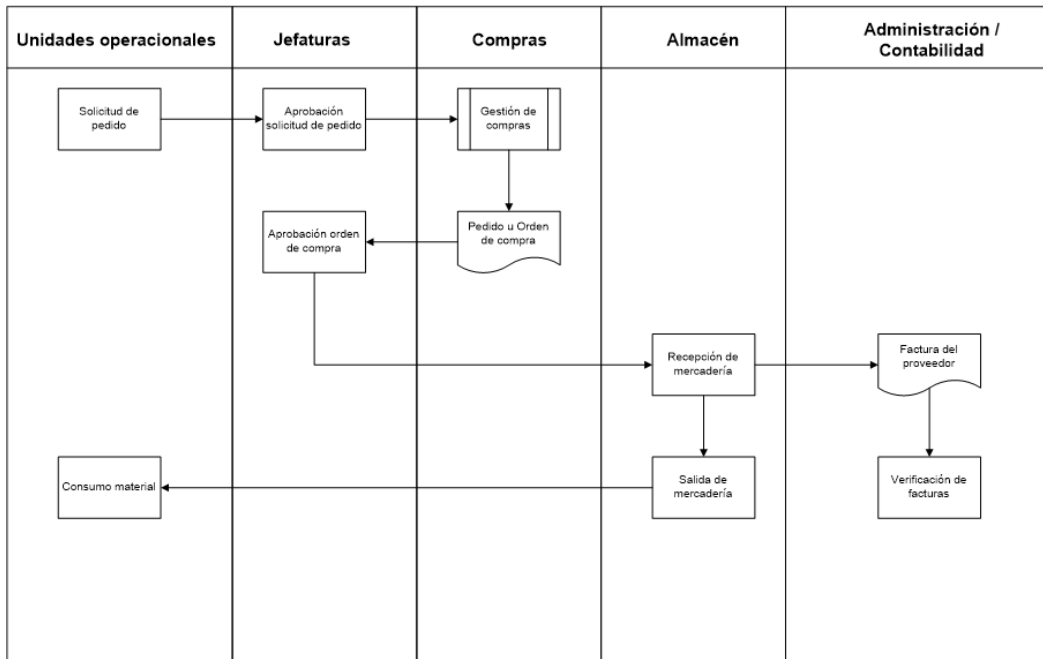
Toromocho. Proceso de programación de trabajos de mantenimiento 2021.



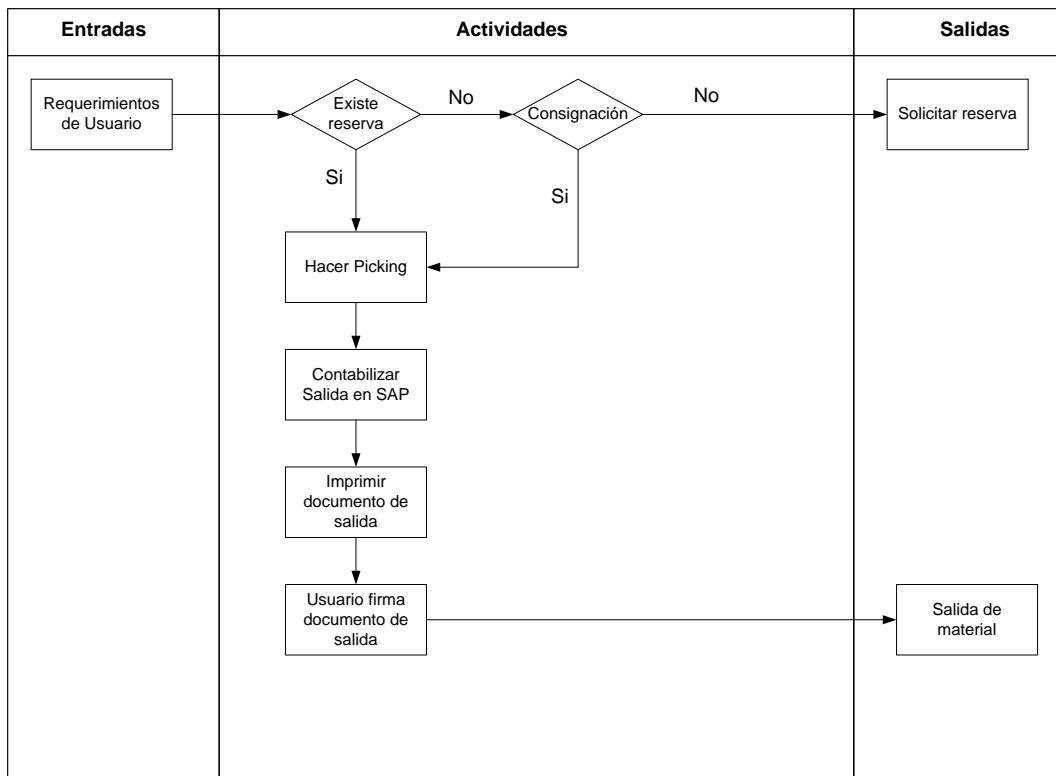
Desde el lado logístico, las principales categorías de stock en Toromocho son los críticos, de rutina, stock de seguridad, bajo demanda, reparables, de capital, stock de ayuda al proveedor y obsoletos; siendo los de mayor impacto por las operaciones y mantenimiento los cuatro primeros señalados. Dicho stock se gestiona principalmente bajo los procesos de reservas (demanda), compras, y la salida del almacén o entrega para la ejecución de los trabajos de mantenimiento, considerando que existen dos tipos de entrada en el proceso de generación de reservas por repuestos de mantenimiento; la primera es a través de creación de reservas manuales donde el usuario genera el listado de materiales que desea reservar, y la otra es a través de la creación de reservas a partir de una orden de trabajo.



Elaboración propia. Proceso de reservas de materiales y repuestos.



Elaboración propia. Proceso de compras de materiales y repuestos.



Elaboración propia. Proceso de salida de repuestos de almacén.

### III. METODOLOGÍA

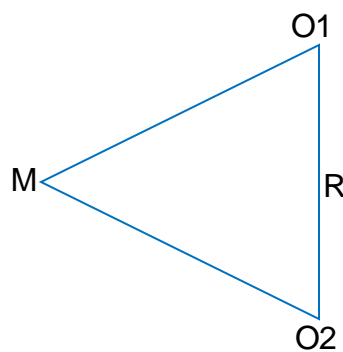
#### 3.1. Tipo y diseño de investigación:

Se tuvo en cuenta una investigación descriptivo correlacional, no experimental buscando la relación entre las variables “metodología centrada en confiabilidad” y “gestión de repuestos de mantenimiento”. En este estudio se buscó determinar el grado o fuerza de la relación, con el fin de conocer el comportamiento de las variables estudiadas, pero sin conocer su causa o efecto que la generan. (Hernández, 2014).

##### 3.1.1. Diseño de investigación

Diseño no experimental: Descriptivo Correlacional

El diseño considerado es el siguiente:



Donde:

M = Muestra

O1 = Metodología de gestión de repuestos centrada en confiabilidad

O2 = gestión de repuestos de mantenimiento

R = correlación entre ambas variables

#### 3.2. Variables y operacionalización:

##### VARIABLES INDEPENDIENTES

- Metodología de gestión de repuestos centrada en confiabilidad.

## Variables dependientes

- Nivel de stock.
- Stock a demanda no utilizado.
- Retraso de tareas de mantenimiento por espera de repuestos.

## Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
Metodología centrada en confiabilidad.	Proceso utilizado para determinar qué se debe hacer para asegurar que cualquier activo físico continúe haciendo lo que sus usuarios quieren que haga en su contexto operacional actual.  Fuente: John Moubay (2004)	Determinación de tasa de fallas, consecuencia del negocio por no tener el repuesto en stock y disponible, y la asignación de estrategias y/o políticas de stock para los repuestos de mantenimiento según su contexto operacional actual.	Confiabilidad	$TMEF = \frac{\sum_0^n TEFi}{n} = \frac{tpo.de\ operación}{\# de\ fallas}$
			Consecuencia en valor económico	$CV = \frac{horas\ parada \times hora\ lucro\ cesante\ (\$)}{TMEF + (Costo\ repuesto \times 25\%)}$
			Política de stock	$PS = Si: consecuencia\ actual > consecuencia\ proactiva; proactiva; actual$
Gestión de repuestos de mantenimiento	La utilización de un sistema o metodología que permita administrar y controlar el manejo de los repuestos de mantenimiento que logran sustanciales ahorros en la gestión y operación del mantenimiento.  Fuente: Luis Mora (2009)	Decisiones y acciones sistemáticas y coordinadas del manejo de repuestos desde un enfoque de riesgo, transversal a la organización y realizadas principalmente desde las áreas de mantenimiento y logística.	Nivel de Stock	$NS = Rutina + crítico + demanda + seguridad$
			Stock a demanda no utilizado	$SD = \sum_0^n repuestos\ de\ pedido\ directo\ de\ OT$
			Retraso del mantenimiento por espera de repuesto.	$RM = \frac{\sum_0^n OTi}{n} = \frac{OTs\ RPRG \times espera\ de\ repuestos}{\# Total\ de\ OTs\ programados}$

### 3.3. Población, muestra y muestreo:

#### Población

Treinta y seis trabajadores o llamados también colaboradores involucrados en el proceso de repuestos y al interior de las áreas de logística y mantenimiento de toda la operación minera Toromocho.

## **Muestra**

Doce colaboradores que interactúan en el proceso de repuestos de manera directa e inmediata con el área de logística y mantenimiento en la planta de procesos la operación minera Toromocho.

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

#### **Encuesta**

Se realizó la técnica de la encuesta tomando en cuenta las variables de estudio y las dimensiones de ambas variables.

#### **Instrumento**

Se elaboró el cuestionario de encuesta aplicable a los principales colaboradores, tomando como criterio de inclusión a los que participan en el proceso de gestión de repuestos de mantenimiento en Toromocho: Planificador de mantenimiento Chancado Primario, Planificador de mantenimiento Molinos, Planificador de mantenimiento Flotación, Planificador de parada de planta procesos, Planificador de costos y presupuestos, Programador Sr. de mantenimiento planta, Programador Jr. de mantenimiento planta, Comprador Sr. de repuestos de mantenimiento, Comprador Jr. de repuestos de mantenimiento, Supervisor de inventario de repuestos de mantenimiento, Coordinador de almacén de repuestos de mantenimiento, Asistente de almacén de repuestos de mantenimiento, y como criterio de exclusión a todos aquellos trabajadores que no poseen el conocimiento ni el manejo del sistema.

#### **Fuentes de Información.**

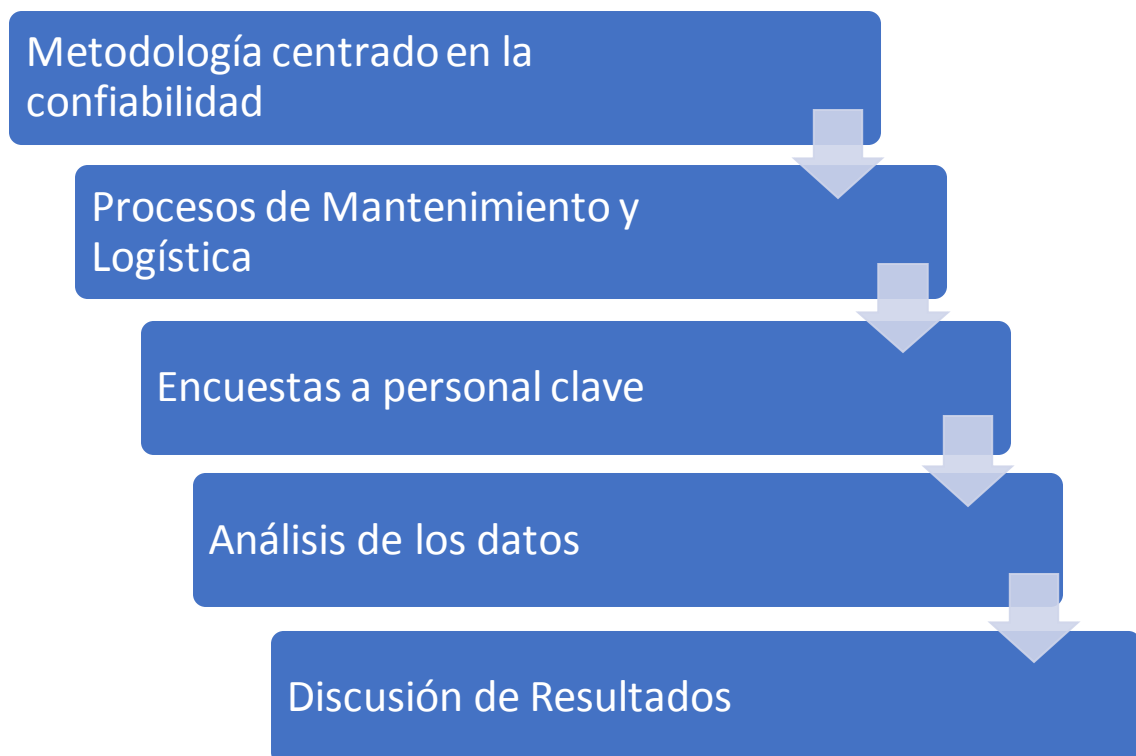
De acuerdo al SAP/R3 módulo Material Management (MM), guías y material de trabajo de estudios relacionados a la gestión del Mantenimiento con RCM y la gestión de repuestos RCS, conocimiento y apuntes adquirido por el autor en el proceso de implementación de RCS en Toromocho en el año 2019.

Se estableció como técnica la encuesta medida la escala intensidad, que según (Carrasco, 2014) constituye una técnica para la indagar, explorar y recolectar datos, mediante preguntas formuladas de manera directa o indirecta a los individuos que constituyen la unidad de análisis.

Teniendo en cuenta este aporte, se tomó información con la técnica de la encuesta suministrando un cuestionario. Al final se entrevistó a cinco colaboradores del área de logística (almacén, compras e inventarios) y siete colaboradores del área de mantenimiento (planificadores y programadores).

### 3.5. Procedimientos:

A continuación, se muestra las principales actividades a realizar en la presente tesis en función a la metodología combinada de investigación correlacional y el análisis de información:



Elaboración propia.

Actividad	Descripción
<b>Metodología centrada en confiabilidad.</b>	Revisión detallada de la formulación y algoritmo de decisión aplicada para la obtención de políticas para los repuestos de mantenimiento.
<b>Procesos de Mantenimiento y logística.</b>	Revisión de principales procesos de la organización, y de las áreas funcionales de Logística y mantenimiento.
<b>Encuesta a personal clave.</b>	Aplicación de encuestas a colaboradores del área de Mantenimiento y Logística que interactúan directamente en el proceso de gestión de repuestos.
<b>Análisis de la gestión de repuestos de mantenimiento centrada en confiabilidad.</b>	Validación de la confiabilidad de los datos, de hipótesis en función de respuestas de las encuestas e información de la empresa.
<b>Discusión de resultados.</b>	Discutir las hipótesis y resultados estadísticos con respaldo de información obtenida de la organización.

Elaboración propia.

### **3.6. Métodos de análisis de datos:**

El método de análisis de datos está basado fundamentalmente en la aplicación de métodos estadísticos a los datos obtenidos a fin de obtener un modelo, representación o tendencia cuya interpretación nos brinde un estado más cercano a la realidad actual, tomando en cuenta las medidas de tendencia central y la interpretación de las mismas a la luz de lo sostenido en el marco teórico.

### **3.7. Aspectos éticos:**

Se tuvo en cuenta la veracidad de resultados; el respeto por la propiedad intelectual; el respeto por las convicciones políticas, religiosas y morales; respeto por el medio ambiente y la biodiversidad; responsabilidad social, política, jurídica y ética; respeto a la privacidad; proteger la identidad de los individuos que participan en el estudio y honestidad.

## IV. RESULTADOS

### 4.1 Descripción

Se aplicó el cuestionario de encuesta a los 12 colaboradores a través de una reunión virtual vía internet y se procedió a consolidar los datos obtenidos de las encuestas aplicadas de los diferentes colaboradores. En la sección anexos se muestra la tabla consolidada de resultados.

Posteriormente se procesó los datos numéricos consolidados de los cuestionarios que conformaron la muestra, se preparó para ingresarlo en el software SPSS a fin de obtener los valores del nivel de confiabilidad de los instrumentos a través del coeficiente Alfa de Crombach.

N° Encuestados	OBSERVACIÓN DE DATOS - Pregunta N°:																	
	VARIABLE 1									VARIABLE 2								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	3	3	2	3	3	3	3	3	2	1	3	2	3	3	3	2	2	3
2	2	3	3	3	2	3	3	3	3	1	1	2	2	3	3	3	3	2
3	3	3	3	3	2	2	3	2	2	2	3	2	3	3	3	2	2	3
4	2	3	3	3	3	2	3	3	1	3	1	2	2	3	3	3	2	2
5	3	3	3	3	2	2	3	2	2	1	0	1	1	3	2	3	2	2
6	3	3	3	3	2	2	3	2	1	3	2	1	2	3	3	2	2	2
7	2	3	3	3	3	2	2	2	1	0	2	1	2	2	2	1	2	1
8	0	2	2	3	2	2	2	2	1	1	0	1	2	2	0	1	0	1
9	1	2	1	2	1	1	2	2	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1
10	1	1	2	1	2	2	2	1	3	3	2	3	2	2	1	1	1	1
11	1	1	1	2	2	2	1	1	1	3	2	3	2	2	1	1	1	1
12	1	2	2	0	1	0	1	1	1	1	3	0	1	1	1	1	1	0

A continuación, el resumen y estadística de confiabilidad de los instrumentos para los datos, obtenidos en el software SPSS para la

**Resumen de procesamiento de casos**

		N	%
Casos	Válido	12	100.0
	Excluido <sup>a</sup>	0	0.0
	Total	12	100.0

a. La eliminación por lista se basa en todas las variables del procedimiento.

Como se observa en el cuadro anterior, del total de los encuestados ninguno ha sido excluido y todos han sido aceptados. Encontrándose los casos al 100% válidos. Y la prueba de confiabilidad como se muestra en la siguiente imagen



obtenido del SPSS, tiene como resultado un Alfa de Cronbach de 0.903, mayor a 0.70; lo que valida e indica que tiene un valor aceptable:

**Estadísticas de fiabilidad**

Alfa de Cronbach	N de elementos
0.903	9

Asimismo, también el resumen y estadística de confiabilidad de los instrumentos para los datos, obtenidos en el software SPSS para la variable 2 (V2) “gestión de repuestos de mantenimiento”:

**Resumen de procesamiento de casos**

		N	%
Casos	Válido	12	100.0
	Excluido <sup>a</sup>	0	0.0
	Total	12	100.0

a. La eliminación por lista se basa en todas las variables del procedimiento.

Como se observa en el cuadro anterior, del total de los encuestados ninguno ha sido excluido y todos han sido aceptados. Encontrándose los casos al 100% válidos. Y la prueba de confiabilidad como se muestra en la siguiente imagen obtenido del SPSS tiene como resultado un Alfa de Cronbach de 0.847, mayor a 0.70; lo que valida e indica que tiene un valor aceptable:

**Estadísticas de fiabilidad**

Alfa de Cronbach	N de elementos
0.847	9

#### 4.2. Resultados por variables de estudio

Para el procesamiento y cálculo de los datos para el análisis descriptivo, frecuencias y porcentajes, se obtuvo previamente la sumatoria de puntaje de cada dimensión de cada colaborador, y de ello el porcentaje en función al número mayor de todos los ítems, para finalmente asignarle valoraciones por niveles.

#### 4.2.1. Variable Metodología centrada en confiabilidad

En función al valor del porcentaje obtenido para la variable metodología centrada en confiabilidad (V1) y sus dimensiones “confiabilidad” (D1), consecuencia en valor económico o “consecuencia” (D2) y política de stock o “política” (D3); se asignó las siguientes valoraciones a los niveles: si es menor del 57% es “deficiente”, si es menor al 79% es “regular” y por último si es mayor a 79% es “bueno”. Con ello se procedió a calcular datos para el análisis descriptivo.

Tabla 1.

Distribución de frecuencias de la variable “metodología centrada en confiabilidad” de los repuestos de mantenimiento de la operación Toromocho 2021.

Metodología centrada confiabilidad					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	BUENO	7	58.3	58.3	58.3
	DEFICIENTE	3	25.0	25.0	83.3
	REGULAR	2	16.7	16.7	100.0
	Total	12	100.0	100.0	

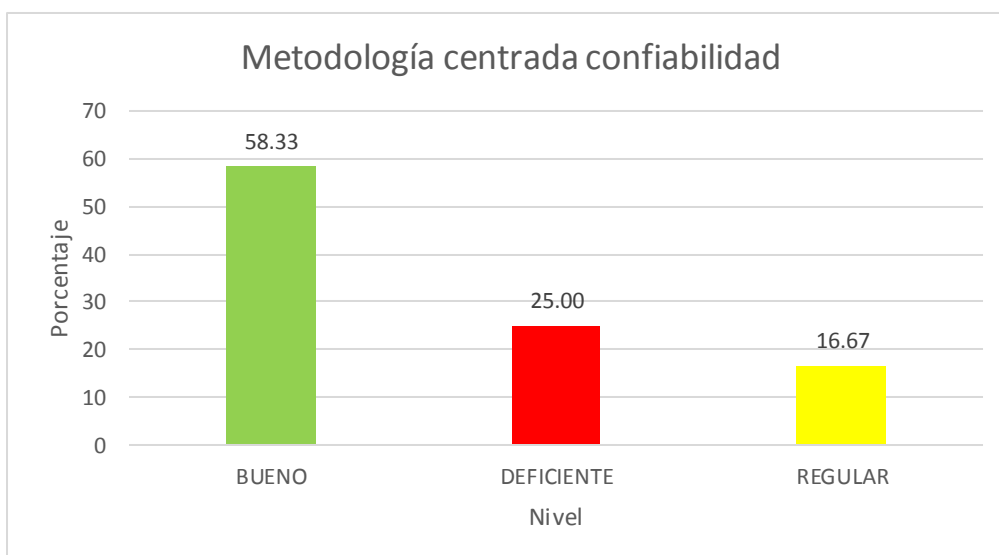


Figura 1:

Nivel de la variable “metodología centrada en confiabilidad” de los repuestos de mantenimiento de la operación Toromocho 2021.

En función a los resultados mostrados en la tabla 1 y la figura 1, podemos observar que la variable “metodología centrada en confiabilidad” según la distribución porcentual es: El 58.3% de los colaboradores lo considera en nivel bueno, 25% considera un nivel deficiente y el 16.7% lo considera en nivel regular, donde los colaboradores de las áreas de mantenimiento y logística en su mayoría consideran que para los repuestos de mantenimiento existe un nivel bueno de implantación, conocimiento y aplicación de la “metodología centrada en confiabilidad”.

Tabla 2

Distribución de frecuencias de la variable “metodología centrada en confiabilidad” en la dimensión “confiabilidad” de los repuestos de mantenimiento de la operación Toromocho 2021.

		Confiabilidad			
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	BUENO	7	58.3	58.3	58.3
	DEFICIENTE	5	41.7	41.7	100.0
	Total	12	100.0	100.0	

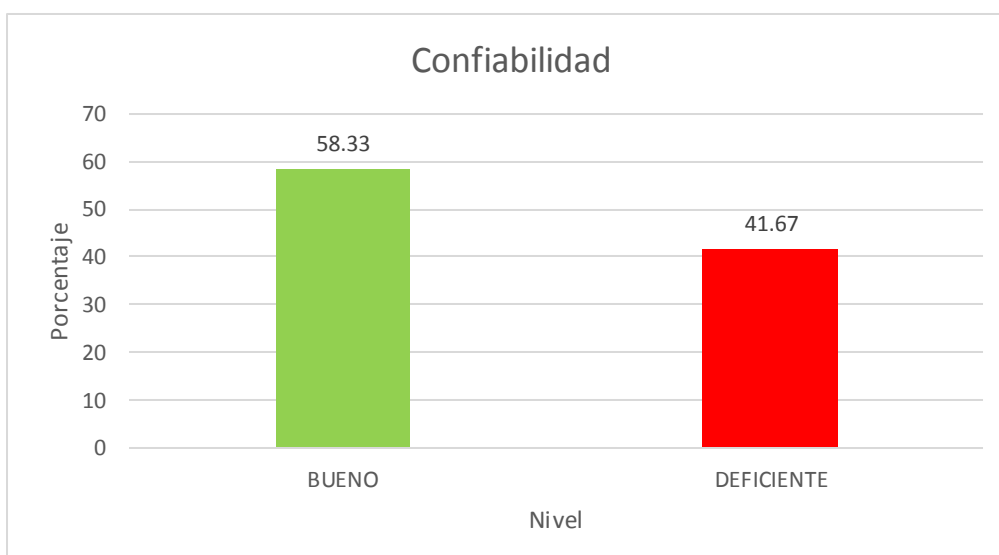


Figura 2:

Nivel de la variable “metodología centrada en confiabilidad” en la dimensión “confiabilidad” de los repuestos de mantenimiento de la operación Toromocho 2021.

En función a los resultados mostrados en la tabla 2 y la figura 2, podemos observar que la metodología centrada en confiabilidad en la dimensión “confiabilidad” según la distribución porcentual es: El 58.3% de los colaboradores lo considera en nivel bueno, el 41.7% en el nivel deficiente y ninguno lo considera en nivel regular, donde los colaboradores mayormente consideran que para los repuestos de mantenimiento existe un nivel bueno de implantación, conocimiento y aplicación de la dimensión “confiabilidad” de la variable “metodología centrada en confiabilidad” (“confiabilidad” o índice de fallas que es un proceso y cálculo mayormente realizado por personal de mantenimiento), sin embargo por el valor del porcentaje obtenido para el nivel deficiente se evidencia que existe falta conocimiento de esta dimensión por un grupo de colaboradores que en su mayoría son del área de logística.

Tabla 3.

Distribución de frecuencias de la metodología centrada en confiabilidad en la dimensión “consecuencia” de los repuestos de mantenimiento de la operación Toromocho 2021.

		<b>Consecuencia</b>			
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	BUENO	4	33.3	33.3	33.3
	DEFICIENTE	3	25.0	25.0	58.3
	REGULAR	5	41.7	41.7	100.0
	Total	12	100.0	100.0	

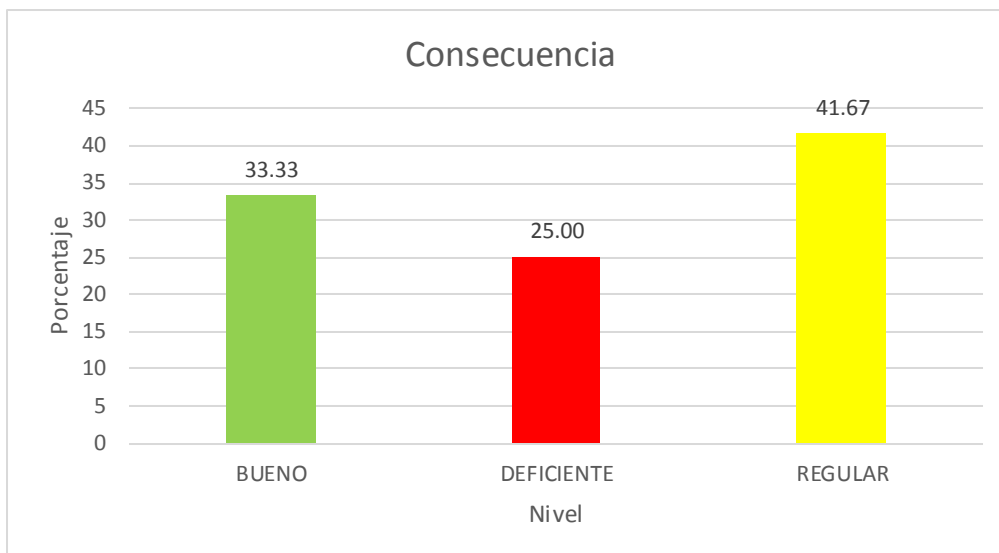


Figura 3:

Nivel de la metodología centrada en confiabilidad en la dimensión “consecuencia” de los repuestos de mantenimiento de la operación Toromocho 2021.

En función a los resultados mostrados en la tabla 3 y la figura 3, podemos observar que la metodología centrada en confiabilidad en la dimensión “consecuencia” según la distribución porcentual es: El 33.3 % de los colaboradores lo considera en nivel bueno, el 25% en el nivel deficiente y 41.7% lo considera en nivel regular, donde los colaboradores de las área de mantenimiento y logística mayormente consideran que para los repuestos de mantenimiento existe un nivel regular de implantación, conocimiento y aplicación de la dimensión “consecuencia” de la variable “metodología centrada en confiabilidad, evidenciando que tienen un adecuado criterio de la consecuencia operacional en valor económico a la organización por la falta o indisponibilidad de determinados repuestos.

Tabla 4.

Distribución de frecuencias de la variable “metodología centrada en confiabilidad” en la dimensión “política” de los repuestos de mantenimiento de la operación Toromocho 2021.

Política					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	BUENO	2	16.7	16.7	16.7
	DEFICIENTE	5	41.7	41.7	58.3
	REGULAR	5	41.7	41.7	100.0
	Total	12	100.0	100.0	

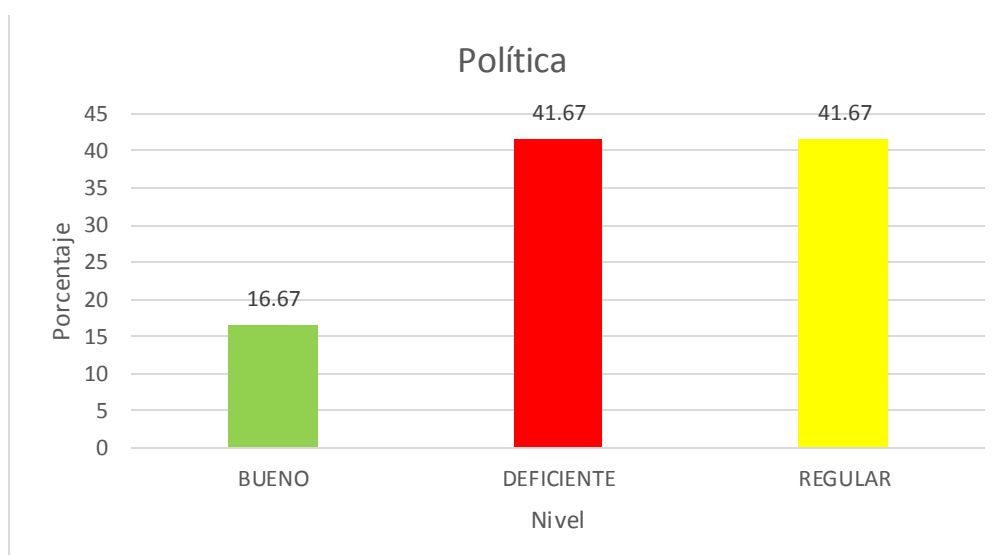


Figura 4:

Nivel de la metodología centrada en confiabilidad en la dimensión “política” de los repuestos de mantenimiento de la operación Toromocho 2021.

En función a los resultados mostrados en la tabla 4 y la figura 4, podemos observar que la metodología centrada en confiabilidad en la dimensión “política” según la distribución porcentual es: El 16.7% de los colaboradores lo considera en nivel bueno, el 41.7% lo considera en nivel deficiente y 41.7% lo considera en nivel regular, donde los colaboradores de las áreas de mantenimiento y logística muy pocos consideran que para los repuestos de mantenimiento existe un nivel bueno de implantación, conocimiento y

aplicación de la dimensión “políticas” de la variable “metodología centrada en confiabilidad, existiendo un empate por la mayoría de colaboradores que asignan un nivel regular y deficiente por la falta de difusión y acceso hacia ellos de los resultados obtenidos del proceso de definición de estrategias y políticas para los repuestos con la metodología de repuestos centrados en confiabilidad.

#### 4.2.2 Variable gestión de repuestos de mantenimiento

En función al valor del porcentaje obtenido para la variable “gestión de repuestos de mantenimiento” (V2) y sus dimensiones: nivel de stock o “stock” (D4), stock a demanda no utilizado o “a demanda” (D5) y retraso del mantenimiento por espera de repuestos o “retraso” (D6); se asignó las siguientes valoraciones a los niveles: si es menor del 57% es “inadecuado”, si es menor al 79% es “poco adecuado” y por último si es mayor a 79% es “adecuado”. Con ello se procedió a calcular datos para el análisis descriptivo.

Tabla 5

Distribución de frecuencias de la variable “gestión de repuestos de mantenimiento” de los colaboradores que interactúan de manera directa e inmediata con los repuestos de mantenimiento de la operación Toromocho 2021.

Gestión de repuestos mantenimiento					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	ADECUADO	5	41.7	41.7	41.7
	INADECUADO	4	33.3	33.3	75.0
	POCO ADECUADO	3	25.0	25.0	100.0
	Total	12	100.0	100.0	

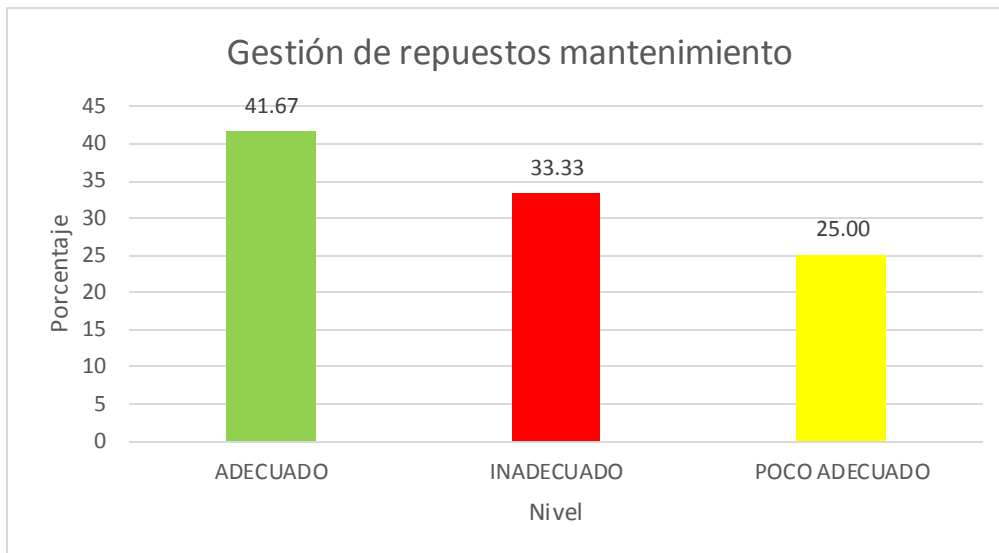


Figura 5:

Nivel de la gestión de repuestos de mantenimiento de los colaboradores que interactúan con los repuestos de mantenimiento de la operación Toromocho 2021.

En función a los resultados mostrados en la tabla 5 y la figura 5, podemos observar que la gestión de repuestos de mantenimiento según la distribución porcentual es: El 41.67% de los colaboradores lo considera en nivel “adecuado”, el 33.3% lo considera “inadecuado” y el 25% lo considera en nivel “poco adecuado”, donde los colaboradores de las áreas de mantenimiento y logística en su mayoría consideran que para los repuestos existe un nivel adecuado de optimización y resultados en la actual “gestión de repuestos de mantenimiento”.



Tabla 6

Distribución de frecuencias de la variable “gestión de repuestos de mantenimiento” en la dimensión “stock” de los colaboradores que interactúan de manera directa e inmediata con los repuestos de mantenimiento de la operación Toromocho 2021.

		Stock			
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	ADECUADO	3	25.0	25.0	25.0
	INADECUADO	6	50.0	50.0	75.0
	POCO ADECUADO	3	25.0	25.0	100.0
	Total	12	100.0	100.0	

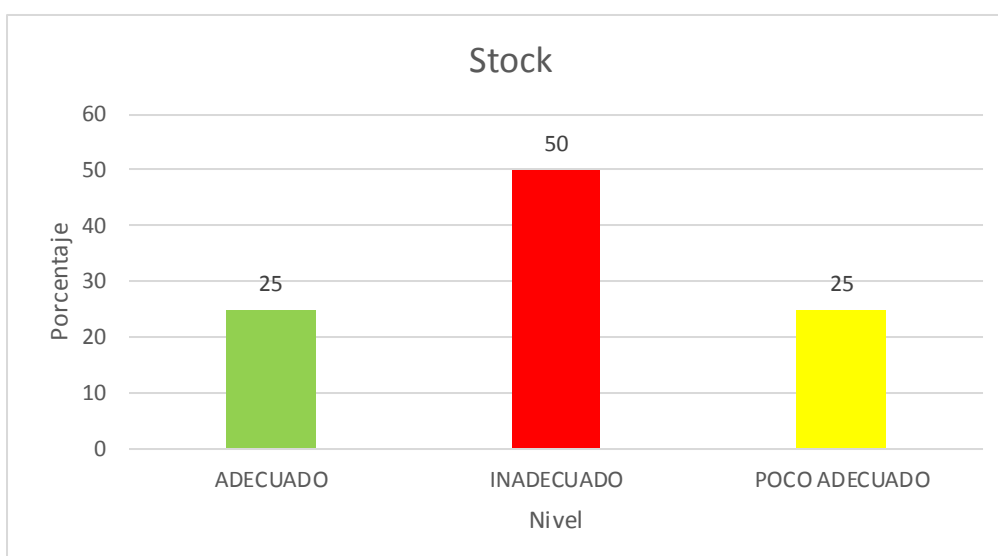


Figura 6:

Nivel de la “gestión de repuestos de mantenimiento” en la dimensión “stock” de los colaboradores que interactúan con los repuestos de mantenimiento de la operación Toromocho 2021.

En función a los resultados mostrados en la tabla 6 y la figura 6, podemos observar que la gestión de repuestos de mantenimiento en la dimensión “stock” según la distribución porcentual es: El 25% de los colaboradores lo considera en nivel adecuado, el 50% lo considera inadecuado y el 25% lo considera en nivel poco adecuado, donde los colaboradores de las áreas de mantenimiento y logística mayormente consideran que para los

repuestos de mantenimiento existe un nivel inadecuado de la dimensión “stock” de la variable “gestión de repuestos de mantenimiento, evidenciando que aún existe un nivel de stock que puede ser optimizada con un mayor control o redefinición de las estrategias y políticas para determinados repuestos según su contexto operacional actual.

Tabla 7

Distribución de frecuencias de la variable “gestión de repuestos de mantenimiento” en la dimensión “a demanda” de los colaboradores que interactúan de manera directa e inmediata con los repuestos de mantenimiento de la operación Toromocho 2021.

		A demanda			
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	ADECUADO	5	41.7	41.7	41.7
	INADECUADO	5	41.7	41.7	83.3
	POCO ADECUADO	2	16.7	16.7	100.0
	Total	12	100.0	100.0	

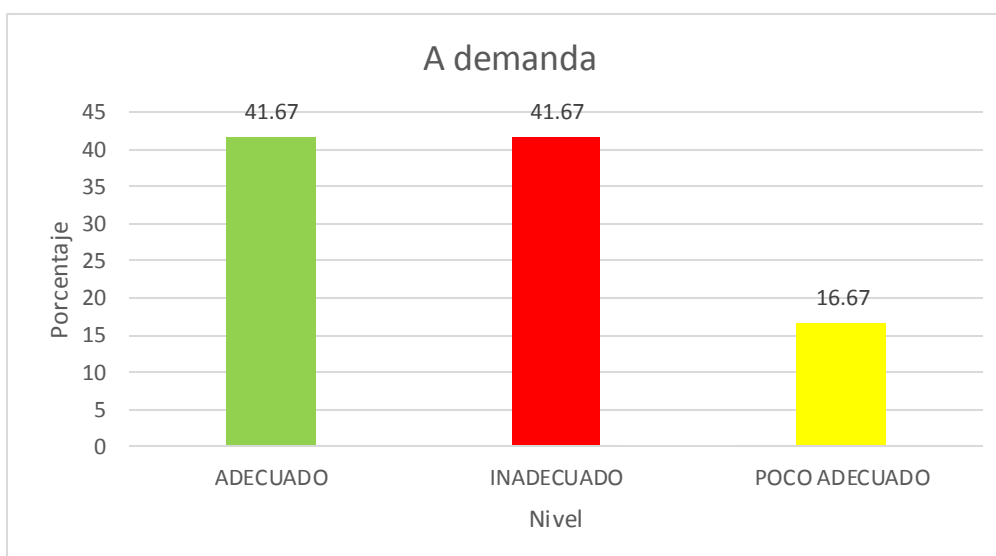


Figura 7:

Nivel de la gestión de repuestos de mantenimiento en la dimensión “a demanda” de los colaboradores que interactúan con los repuestos de mantenimiento de la operación Toromocho 2021.

En función a los resultados mostrados en la tabla 7 y la figura 7, podemos observar que la gestión de repuestos de mantenimiento en la dimensión “a demanda” según la distribución porcentual es: El 41.67% de los colaboradores lo considera en nivel “adecuado”, otro grupo en el mismo valor 41.67% lo considera “inadecuado”, y el 16.7% lo considera en nivel “poco adecuado, donde los colaboradores de las áreas de mantenimiento y logística en su minoría consideran que para los repuestos de mantenimiento existe un nivel “poco adecuado” en la gestión del stock a demanda no utilizado, de la dimensión “a demanda” de la variable “gestión de repuestos de mantenimiento”, existiendo además un empate por la mayoría de colaboradores que le asignan un nivel adecuado e inadecuado por la aún alta existencia de stock a demanda no utilizado (muchos de ellos adquiridos antes de la aplicación de la metodología centrada en confiabilidad) y su restricción de acceso o desconocimiento del tratamiento de conservación y procedimiento para su almacenamiento o disposición de determinados repuestos.

Tabla 8

Distribución de frecuencias de la variable “gestión de repuestos de mantenimiento” en la dimensión “retraso” de los colaboradores que interactúan de manera directa e inmediata con los repuestos de mantenimiento de la operación Toromocho 2021.

		<b>Retraso</b>			
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	ADECUADO	5	41.7	41.7	41.7
	INADECUADO	6	50.0	50.0	91.7
	POCO ADECUADO	1	8.3	8.3	100.0
	Total	12	100.0	100.0	

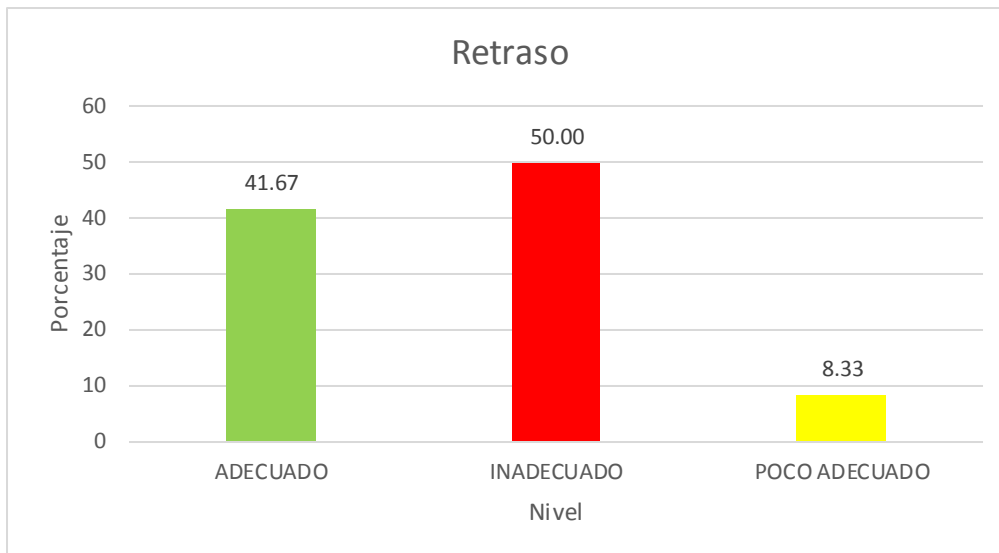


Figura 8:

Nivel de la gestión de repuestos de mantenimiento en la dimensión “retraso” de los colaboradores que interactúan con los repuestos de mantenimiento de la operación Toromocho 2021.

En función a los resultados mostrados en la tabla 8 y la figura 8, podemos observar que la variable “gestión de repuestos de mantenimiento” en la dimensión “retraso” según la distribución porcentual es: El 41.67% de los colaboradores lo considera en nivel “adecuado”, el 50% lo considera “inadecuado” y el 8.33% lo considera en nivel “poco adecuado”, donde los colaboradores de las áreas de mantenimiento y logística mayormente consideran que para los repuestos de mantenimiento existe un nivel inadecuado de la dimensión “retraso” de la variable “gestión de repuestos de mantenimiento, evidenciando que aún existe retrasos de las tareas de mantenimiento por la espera de repuestos, específicamente por restricción de acceso o falta de información de: los tiempos de espera (conocido como “lead time” que finalmente decanta en una mala planificación y programación), cantidad de trabajos de mantenimiento pendientes y/o procedimiento adecuado de dichas tareas de mantenimiento por la espera de determinados repuestos.

### **4.3 Pruebas de hipótesis y resultados correlacionales**

Para el procesamiento y cálculo de los datos de las correlaciones, se obtuvo previamente la sumatoria de puntaje de cada dimensión de cada colaborador, habiendo validado los objetivos planteados en la presente investigación; y en base al objetivo general y específicos se determinó y procesó los datos adecuados en el software SPSS. Variable 1: “Metodología centrada en confiabilidad”, variable 2: “gestión de repuestos de mantenimiento”, dimensión 1 de la variable 2 (V2D1): nivel de stock o “stock”, dimensión 2 de la variable 2 (V2D2): stock a demanda no utilizado o “a demanda” y dimensión 3 de la variable 2 (V2D3): retraso del mantenimiento por espera de repuestos o “retraso”.

#### **4.3.1 Metodología centrada en confiabilidad y gestión de repuestos de mantenimiento.**

##### **Hipótesis general**

Hi: Existe una relación significativa entre la metodología centrada en confiabilidad y la gestión de repuestos de mantenimiento para los colaboradores que interactúan directamente con los repuestos de mantenimiento de la operación Toromocho.

Ho: No existe una relación significativa entre la metodología centrada en confiabilidad y la gestión de repuestos de mantenimiento para los colaboradores que interactúan directamente con los repuestos de mantenimiento de la operación Toromocho.

Para comprobar la hipótesis se utilizó la medida de coeficiente de correlación de Pearson como procedimiento para definir el grado de relación de las variables, así como las hipótesis.

Tabla 9

Prueba de correlación entre las variables “metodología centrada en confiabilidad” y “gestión de repuestos de mantenimiento” para los colaboradores que interactúan directamente con los repuestos de mantenimiento de la operación Toromocho 2021.

**Correlaciones**

		V1 Metodología centrada confiabilidad	V2 Gestión de repuestos mantenimiento
V1 Metodología centrada confiabilidad	Correlación de Pearson	1	,746
	Sig. (bilateral)		0.005
	N	12	12
V2 Gestión de repuestos mantenimiento	Correlación de Pearson	,746	1
	Sig. (bilateral)	0.005	
	N	12	12

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

En la tabla 9 se puede observar que la metodología centrada en confiabilidad tiene una adecuada relación con la gestión de repuestos de mantenimiento de los colaboradores que interactúan directamente con los repuestos de mantenimiento en la operación Toromocho, según la correlación de Pearson ( $P=0.746$ ) con dos asteriscos lo que significa que la correlación es significativa en 0.01 o traducida que esta prueba tiene 1% de error y 99% de confianza, representando ésta una alta confiabilidad en la asociación de variables; asimismo, se obtuvo un valor de significancia bilateral de 0.005 menor que el valor 0.01, por lo que se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se acepta la hipótesis alterna ( $H_1$ ). Esto quiere decir que la aplicación de la metodología centrada en confiabilidad con sus cálculos de índices de falla de los repuestos, el hallazgo y conocimiento de las consecuencias económicas que acarrea la ausencia o indisponibilidad de los repuestos así como la definición de las estrategias y políticas para cada uno de los repuestos en su contexto operativo actual tienen una significativa relación con la gestión de los repuestos de mantenimiento, y en específico evidenciado en el nivel de stock, el stock de repuestos a demanda no utilizados y los retrasos de los trabajos de mantenimiento por espera de los repuestos.

## Hipótesis específica 1

Hi: Existe una relación significativa entre la metodología centrada en confiabilidad y la gestión de repuestos de mantenimiento en la dimensión “stock” de los colaboradores que interactúan directamente con los repuestos de mantenimiento de la operación Toromocho.

Ho: No existe una relación significativa entre la metodología centrada en confiabilidad y la gestión de repuestos de mantenimiento en la dimensión “stock” de los colaboradores que interactúan directamente con los repuestos de mantenimiento de la operación Toromocho.

Para comprobar la hipótesis se utilizó la medida de coeficiente de correlación de Pearson como procedimiento para definir el grado de relación de las variables, así como las hipótesis.

Tabla 10

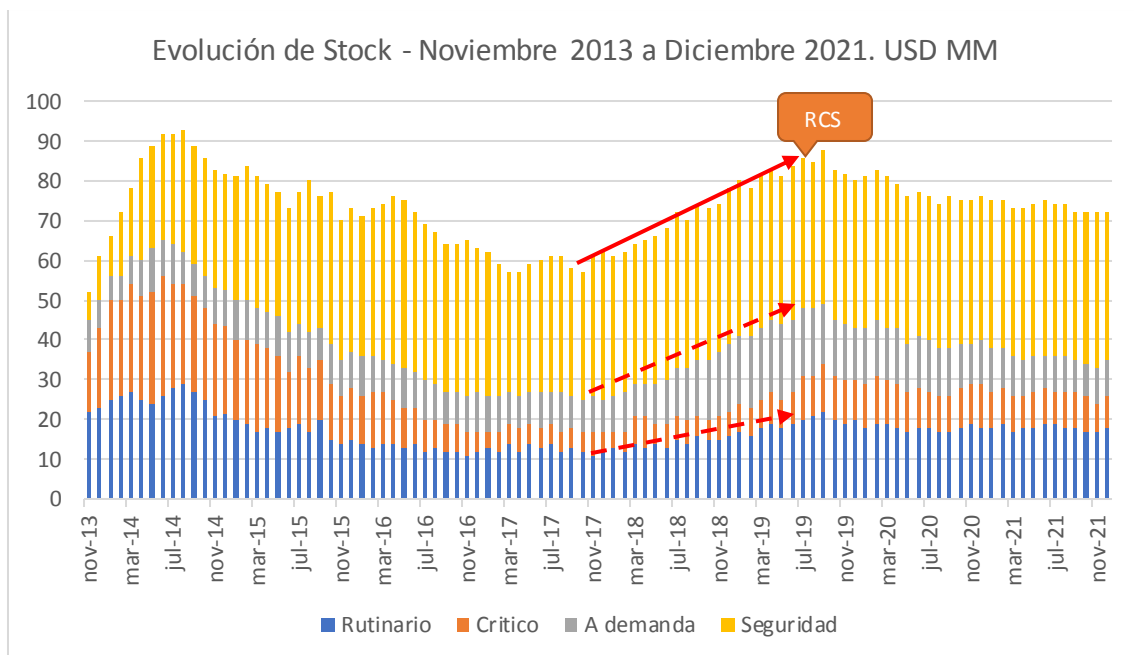
Prueba de correlación entre la metodología centrada en confiabilidad y la gestión de repuestos de mantenimiento en la dimensión “stock” para los colaboradores que interactúan directamente con los repuestos de mantenimiento de la operación Toromocho 2021.

<b>Correlaciones</b>			
		V1 Metodología centrada confiabilidad	D4 Stock
V1 Metodología centrada confiabilidad	Correlación de Pearson	1	0.020
	Sig. (bilateral)		0.950
	N	12	12
D4 Stock	Correlación de Pearson	0.020	1
	Sig. (bilateral)	0.950	
	N	12	12

En la tabla 10 se puede observar que la metodología centrada en confiabilidad no tiene una relación baja con la gestión de repuestos de mantenimiento en la dimensión “stock” de los colaboradores que interactúan directamente con los

repuestos de mantenimiento en la operación Toromocho, según la correlación de Pearson ( $P=0.020$ ) representando ésta una baja asociación de variables; asimismo, se obtuvo un p-valor 0.950 mayor que el valor de significancia ( $p<0.05$ ), por lo que se acepta la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se rechaza la hipótesis alterna ( $H_1$ ). Esto quiere decir que no se ha disminuido notablemente el nivel de stock con respecto al momento que se implantó la metodología; sin embargo, es importante recalcar que tampoco aumentó ya que la metodología centrada en confiabilidad desde su aplicación permitió optimizar la adquisición, disponibilidad y uso según las políticas definidas para los repuestos de mantenimiento.

A continuación, se muestra el comportamiento de nivel de Stock desde inicios de la operación Toromocho, observándose una tendencia ascendente aproximadamente desde dos años previo a la implantación de la metodología centrada en confiabilidad llevado a cabo en el mes de abril 2019 previo al punto de inflexión, estabilizándose posteriormente de manera sostenida incluso con una ligera tendencia a disminuir el nivel de stock. El análisis ha sido realizado contrastando los datos obtenidos del sistema SAP de Toromocho en base al indicador de control de la dimensión “stock” de la variable 2 V2 “gestión de repuestos de mantenimiento”:



Elaboración propia. Datos Toromocho, SAP ERP. Diciembre 2021.



## Hipótesis específica 2

Hi: Existe una relación significativa entre la metodología centrada en confiabilidad y la gestión de repuestos de mantenimiento en la dimensión “a demanda” de los colaboradores que interactúan directamente con los repuestos de mantenimiento de la operación Toromocho.

Ho: No existe una relación significativa entre la metodología centrada en confiabilidad y la gestión de repuestos de mantenimiento en la dimensión “a demanda” de los colaboradores que interactúan directamente con los repuestos de mantenimiento de la operación Toromocho.

Para comprobar la hipótesis se utilizó la medida de coeficiente de correlación de Pearson como procedimiento para definir el grado de relación de las variables, así como las hipótesis.

Tabla 11

Prueba de correlación entre la metodología centrada en confiabilidad y la gestión de repuestos de mantenimiento en la dimensión “a demanda” para los colaboradores que interactúan directamente con los repuestos de mantenimiento de la operación Toromocho 2021.

**Correlaciones**

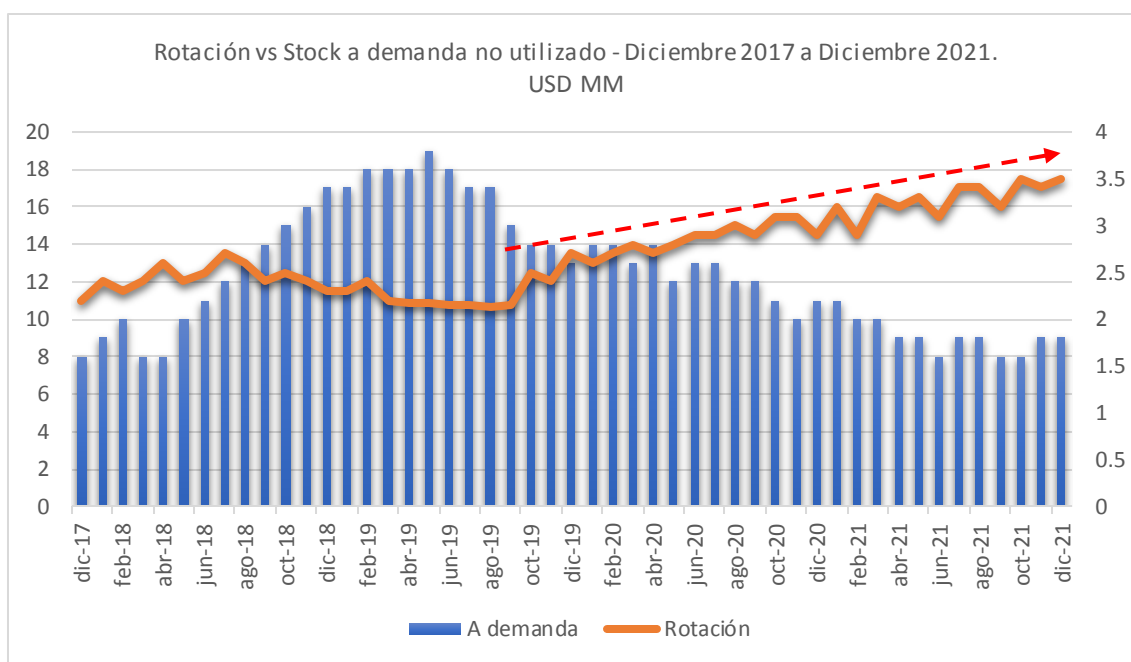
		V1 Metodología centrada confiabilidad	D5 A demanda
V1 Metodología centrada confiabilidad	Correlación de Pearson	1	,879
	Sig. (bilateral)		0.000
	N	12	12
D5 A demanda	Correlación de Pearson	,879	1
	Sig. (bilateral)	0.000	
	N	12	12

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

En la tabla 11 se puede observar que la metodología centrada en confiabilidad tiene una relación alta con la gestión de repuestos de mantenimiento en la

dimensión “a demanda” para los colaboradores que interactúan directamente con los repuestos de mantenimiento en la operación Toromocho, según la correlación de Pearson ( $P=0.879$ ) representando ésta una alta asociación de las variables; asimismo, se obtuvo un p-valor 0.000 menor que el valor de significancia ( $p<0.05$ ), por lo que se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se acepta la hipótesis alterna ( $H_1$ ). Esto quiere decir que

A continuación, se muestra el comportamiento del Stock demanda no utilizado desde diciembre 2017, observándose una leve tendencia descendente posterior a la implantación de la metodología centrada en confiabilidad llevado a cabo en el mes de abril del 2019, estabilizándose posteriormente de manera sostenida; sin embargo, es importante analizar en contraparte la tendencia de una mayor rotación del stock. El análisis ha sido realizado contrastando los datos obtenidos del sistema SAP de Toromocho en base al indicador de control de la dimensión “a demanda” de la variable 2 V2 “gestión de repuestos de mantenimiento”:



Elaboración propia. Datos Toromocho, SAP ERP. Diciembre 2021.

### Hipótesis específica 3

Hi: Existe una relación significativa entre la metodología centrada en confiabilidad y la gestión de repuestos de mantenimiento en la dimensión “retraso” de los colaboradores que interactúan directamente con los repuestos de mantenimiento de la operación Toromocho.

Ho: No existe una relación significativa entre la metodología centrada en confiabilidad y la gestión de repuestos de mantenimiento en la dimensión “retraso” de los colaboradores que interactúan directamente con los repuestos de mantenimiento de la operación Toromocho.

Para comprobar la hipótesis se utilizó la medida de coeficiente de correlación de Pearson como procedimiento para definir el grado de relación de las variables, así como las hipótesis.

Tabla 12

Prueba de correlación entre la metodología centrada en confiabilidad y la gestión de repuestos de mantenimiento en la dimensión “retraso” para los colaboradores que interactúan directamente con los repuestos de mantenimiento de la operación Toromocho 2021.

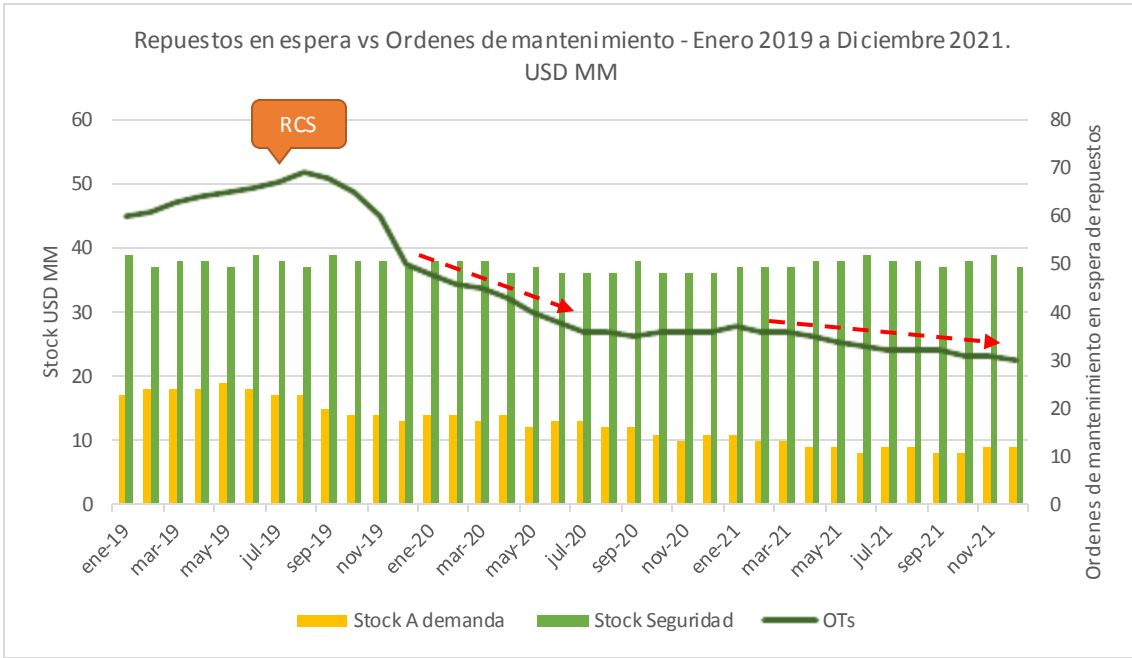
**Correlaciones**

		V1 Metodología centrada confiabilidad	D6 Retraso
V1 Metodología centrada confiabilidad	Correlación de Pearson	1	,920
	Sig. (bilateral)		0.000
	N	12	12
D6 Retraso	Correlación de Pearson	,920	1
	Sig. (bilateral)	0.000	
	N	12	12

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

En la tabla 12 se puede observar que la metodología centrada en confiabilidad tiene una relación alta con la gestión de repuestos de mantenimiento en la dimensión “retraso” de los colaboradores que interactúan directamente con los repuestos de mantenimiento en la operación Toromocho, según la correlación

de Pearson ( $P=0.920$ ) con dos asteriscos lo que significa que la correlación es significativa en 0.01 o traducida que esta prueba tiene 1% de error y 99% de confianza, representando ésta una alta confiabilidad en la asociación de variables; asimismo se obtuvo un valor de significancia bilateral de 0.000 menor que el valor 0.01, por lo que se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se acepta la hipótesis alterna ( $H_1$ ). Esto quiere decir que si ha disminuido los trabajos de mantenimiento pendientes o llamados backlog por espera de repuestos con respecto al momento que se implanto la metodología; sin embargo, es importante recalcar que si bien no aumentó tampoco ha disminuido notablemente ya que la metodología centrada en confiabilidad desde su aplicación permitió mejorar la disponibilidad de repuestos para las nuevas actividades o trabajos de mantenimiento planificados y programados pero aún existen ordenes de trabajo que si bien ya se tienen los repuestos para utilizarlos, no se cuenta con la cantidad de personal técnico necesario para su realización (por la gran acumulación), siendo las políticas y procedimientos aquellos que ayuden a ser efectivo su realización con horas hombre con pago por sobretiempo o tercerizando estas actividades con empresas de servicios. Lo descrito en el párrafo anterior se valida con el análisis del comportamiento de nivel de los trabajos de mantenimiento en espera por repuestos, observándose una tendencia decreciente en los meses posterior a la implantación de la metodología centrada en confiabilidad (abril 2019) para que luego su descenso sea más incipiente, lo que podría atribuirse a la condición de los trabajadores en la primera restricción de salida de los campamentos por motivos de la emergencia sanitaria por Covid19 en Perú; estabilizándose la cantidad de trabajos pendientes en contraste con un valor casi constante del stock de repuestos de seguridad por el cumplimiento de tareas programadas y la disminución de stock de repuestos a demanda. Este análisis ha sido realizado contrastando con los datos obtenidos del sistema SAP de Toromocho en base al indicador de control de la dimensión “Retraso” de la variable 3 V3 “gestión de repuestos de mantenimiento”:



Elaboración propia. Datos Toromocho, SAP ERP. Diciembre 2021.

## V. DISCUSIÓN

La metodología de gestión de repuestos centrada en confiabilidad o RCS se basa en la consecuencia y no en la disminución del stock de repuestos, este hallazgo concuerda parcialmente con el estudio realizado por Rupay, Huberth (2018) con respecto a la clasificación y categorización de criticidad de los repuestos, por lo que se confirma que dicho criterio podría ser una primera etapa para luego sea analizado y procesado de una manera rigurosa en relación al negocio y no desde una perspectiva aislada de algún área en particular, ya que predomina por lado de logística el interés de que el valor de stock sea el más bajo por los costos de inventarios y en contraparte el área de mantenimiento promueve tener una planta desarmada en el almacén de repuestos para asegurar su disponibilidad.

Los modelos matemáticos por sí solos no garantizan niveles óptimos de inventario, tampoco según el control de las actividades de mantenimiento futuras dentro de la planta, ya que para ello es imprescindible contar con un proceso racional y basado en el contexto actual, entendiendo la dinámica del negocio y la versatilidad de las actualizaciones que pudieran ser necesarias a futuro de las estrategias y políticas para el stock de repuestos de mantenimiento.

Las política de repuestos obtenida como resultado de la metodología de gestión de repuestos centrada en la confiabilidad o RCS habilita la optimización del plan de mantenimiento, este hallazgo concuerda con el estudio realizado por Díaz, Santiago (2020), por lo que se confirma que con un adecuado plan mejorará el cumplimiento de los trabajos de mantenimiento por espera de repuestos; no obstante, va más allá del sesgo de alcanzar estas metas, ya que RCS se fundamenta en la confiabilidad de que los repuestos ofrezcan un rendimiento según la función para la que ha sido diseñado y fabricado.

Se reafirma el valor en la aplicación de métodos de investigación correlacional y el análisis de datos para validar las relaciones e identificar hallazgos en sistemas complejos, donde la participación, comunicación,

conocimiento y liderazgo son aspectos importantes para el éxito en la aplicación de teorías y prácticas de la gestión de repuestos de mantenimiento en las organizaciones intensivas en equipos productivos.

## VI. CONCLUSIONES

- 6.1 El impacto de la metodología centrada en confiabilidad en la gestión de repuestos de mantenimiento es significativamente positiva según el estadístico Pearson, en una asociación de la metodología y los repuestos de mantenimiento; e implica que la participación de los involucrados, la comunicación y acceso a la información evidencian mejores resultados hacia una adecuada gestión de repuestos para trabajos de mantenimiento correctivos programados y paradas de planta planificadas en la operación minera Toromocho.
- 6.2 Existe relación entre la metodología centrada en confiabilidad y el nivel de stock desde una perspectiva sistémica, ya que desde un enfoque enteramente correlacional no se aprecia notablemente, ya que no se espera que exista una gran reducción del nivel stock debido a que el objetivo de la metodología no es disminuir valor del stock, sino que la consecuencia de tenerlo o no disponible (debido a la política para el repuesto) sea la mejor para la operación Toromocho.
- 6.3 Existe relación directa de la metodología centrada en confiabilidad y el stock de repuestos a demanda no utilizados, ya que la aplicación de la metodología según el análisis de correlación y análisis de datos muestra una tendencia en la reducción del stock de repuestos que si bien se aprecia incipiente, no es necesaria y únicamente por el consumo o disminución, sino que los que nuevos que siguen llegando ya no incrementan el nivel, por el contrario, estarían utilizándose según lo programado en los equipos productivos de Toromocho.
- 6.4 La relación de la metodología centrada en confiabilidad y el retraso de trabajos de mantenimiento por la espera de repuestos es significativamente beneficiosa para la operación Toromocho, ya que por los datos procesados y analizados se evidencia una disminución mínima pero sostenida de las ordenes de trabajos de mantenimiento obtenidas del sistema SAP, soslayando la existencia de otros criterios en la investigación como las restricciones de trabajadores y en el transporte por motivos del covid19 en la operación Toromocho.



## VII. RECOMENDACIONES

- 7.1 Automatizar los indicadores de la gestión de repuestos de mantenimiento centrada en confiabilidad a fin de monitorear y controlar oportunamente las desviaciones que pudieran existir debido al contexto operacional.
- 7.2 Mapear y optimizar la interrelación de los procesos de logística y mantenimiento que asegure la utilización de repuestos en stock inmovilizados antes incurrir en aumento del stock por nuevos pedidos.
- 7.3 Analizar a un nivel mayor de profundidad los aspectos de comunicación y capacitación asociado al uso y aplicación de la metodología centrada en confiabilidad por parte de los colaboradores directamente involucrados para descubrir y definir acciones que apoyen el uso de stock a pedido no utilizado.
- 7.4 Concientizar en los beneficios y promover la participación de todo el personal clave en la aplicación de la metodología de gestión de repuestos centrada en confiabilidad, ya que es un proceso cíclico e iterativo.
- 7.5 El proceso de hallar la consecuencia operacional en valor económico por el desabastecimiento de los repuestos si bien es especialidad del área de mantenimiento por la expertise técnica y manejo del método, debe siempre participar el área de logística para unificar criterios.
- 7.6 Precisar e integrar al proceso de gestión de mantenimiento el manejo de las ordenes de mantenimiento retrasadas por espera de respuestas con la finalidad de optimizar la reprogramación, cumplimiento de la ejecución y aumento de la confiabilidad de los equipos de Toromocho.

7.7 Institucionalizar el proceso de gestión de repuestos centrados en confiabilidad, para que los resultados sean sostenidos en el tiempo y no dependa única o mayormente del personal del equipo implementador o el analista facilitador de la metodología.

## REFERENCIAS

- Belfiore, C. (2019). *Spare parts inventory management: a structured method to improve the overall performance*. Tilburg University.
- Blom, J. (2018). Optimizing spare-parts management. *GOGSKOLAN I GAVLE, Faculty of Engineering and Sustainable Development*.
- Dekker, R. (2010). Integrating reliability centered maintenance and spare parts stock control. *Econometric Institute, Erasmus University Rotterdam*.
- du Toit, D. (2014). Decision-Making Framework for Inventory Management of Spare Parts in Capital-Intensive Industries. *Department of Industrial Engineering, University of Stellenbosch*.
- Section, N. P. (2008). Application of Reliability Centred Maintenance to Optimize Operation and Maintenance in Nuclear Power Plants. *IAEA - International Atomic Energy Agency*. doi:IAEA-TECDOC-1590

# **ANEXOS**

Cuestionario

1. ¿Actualmente a todos los repuestos de mantenimiento se calcula la confiabilidad por su tasa de falla o recíproco el tiempo medio entre fallas?  
a) Siempre            b) a veces            c) rara vez            d) nunca
  
2. ¿A qué nivel se calcula la confiabilidad en Toromocho, a nivel de sistema (bajo), equipo (medio) o componente mantenible-repuesto (alto)?  
a) Alto            b) medio            c) bajo            d) nulo
  
3. ¿El planificador y/o programador utiliza el indicador de confiabilidad para poder evaluar la mejor estrategia de repuestos de mantenimiento?  
a) Siempre            b) a veces            c) rara vez            d) nunca
  
4. ¿Cuál es su conocimiento del proceso de valoración de la consecuencia por no tener determinado repuesto de mantenimiento disponible?  
a) Alto            b) medio            c) bajo            d) nulo
  
5. ¿Integra los equipos de trabajo para el cálculo de la consecuencia de los repuestos de mantenimiento?  
a) Siempre            b) a veces            c) rara vez            d) nunca
  
6. ¿Tiene información disponible y de libre acceso a consultar la consecuencia de determinado repuesto de mantenimiento?  
a) Siempre            b) a veces            c) rara vez            d) nunca
  
7. ¿Cuál es su nivel de conocimiento de las políticas de Stock que existen para repuestos de mantenimiento en Toromocho?  
a) Alto            b) medio            c) bajo            d) nulo
  
8. ¿Participa usted en la actualización de las políticas de stock de los repuestos de mantenimiento?

- a) Siempre            b) a veces            c) rara vez            d) nunca
9. ¿Sabe usted que política de stock corresponde a determinado repuesto de mantenimiento?
- a) Siempre            b) a veces            c) rara vez            d) nunca
10. ¿Tiene acceso libre a consultar el nivel de stock de los repuestos de mantenimiento de Toromocho?
- a) Siempre            b) a veces            c) rara vez            d) nunca
11. ¿Los repuestos de mantenimiento en stock están disponibles para su uso o consumo cuando se le requiere?
- a) Siempre            b) a veces            c) rara vez            d) nunca
12. ¿Cuál es su conocimiento del stock mínimo y máximo que debe existir para determinado repuesto de mantenimiento?
- a) Alto                b) medio                c) bajo                d) nulo
13. ¿Conoce la estrategia y/o políticas para determinado stock a demanda de repuestos de mantenimiento que aún no se ha utilizado?
- a) Siempre            b) a veces            c) rara vez            d) nunca
14. ¿Priorizan en uso de los repuestos de mantenimiento en stock no utilizados para las nuevas órdenes de trabajo?
- a) Siempre            b) a veces            c) rara vez            d) nunca
15. ¿Sabe y puede diferenciar si el stock a demanda no utilizado fue por mantenimiento correctivo o preventivo?
- a) Siempre            b) a veces            c) rara vez            d) nunca
16. ¿Conoce el backlog de órdenes de trabajos de mantenimiento por espera de determinados repuestos?
- a) Siempre            b) a veces            c) rara vez            d) nunca

17. ¿Tiene usted acceso a información de fechas y tiempos de esperas mayores por repuestos de mantenimiento?

- a) Siempre            b) a veces            c) rara vez            d) nunca

18. ¿Cuál es su nivel de conocimiento sobre la aplicación de procedimientos para tratar tareas retrasadas de mantenimiento por espera de repuestos?

- a) Alto            b) medio            c) bajo            d) nulo

Trabajos precios consideradas en la investigación: Anexo 2

También Díaz Navas, Santiago Rodolfo (2020), autor de la tesis “Optimización del plan de mantenimiento e inventario de repuestos del área eléctrica de la central hidroeléctrica Alazán basado en el análisis de criticidad y mantenimiento centrado en confiabilidad” de la Universidad del Azuay de Ecuador, tuvo como principal objetivo la mejora de la gestión de repuestos de equipos críticos con la metodología de Repuestos Centrados en Confiabilidad (RCS), y se basó en la aplicación de la metodología Repuestos Centrado en Confiabilidad (RCS) como complemento de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM) que el estudio señalaba en su marco teórico. La población de estudio fue, los repuestos del área eléctrica de la central hidroeléctrica y el muestreo fue los repuestos críticos de la casa de máquinas de la central; los instrumentos empleados fue la recopilación de datos y su tabulación. Los principales resultados fueron siete sistemas clasificados como críticos cuya aplicación de RCM viabiliza la aplicación de RCS para determinar el listado óptimo de repuestos que deben tener en inventario. Se concluyó en lo determinante del análisis de criticidad para obtener los elementos de entrada a la técnica RCM para la aplicación de la metodología RCS para la optimización del plan de mantenimiento de la central hidroeléctrica Alazán.

Asimismo, Ollague Flores, Bismark Andrés (2019) en su tesis “Propuesta para la optimización de la gestión de inventario de la empresa Vanderbilt” de la Universidad Politécnica Salesiana de Ecuador, tuvo como objetivo de investigación una propuesta metodológica que permita al personal encargado del mantenimiento y producción justificar con veracidad la decisión de tener o no repuestos almacenados en bodega. Se basó en los conceptos de criticidad de las máquinas, su clasificación, modelos matemáticos y metodologías para la evaluación de los repuestos que el estudio señalaba en su marco teórico. La población de estudio fue los inventarios de Mantenimiento, Reparación y Operaciones (MRO) que se encuentran en el almacén de mantenimiento de la empresa Vanderbilt, la muestra fue repuesto de los equipos instalados en la planta; los instrumentos empleados fue el análisis de datos de la actual gestión de los



repuestos. Los principales resultados fueron la vital importancia de la clasificación y determinación de equipos críticos, cuya aplicación de modelos matemáticos a los repuestos aseguren el control de las actividades futuras dentro de la planta. Se concluyó que la aplicación del modelo de gestión de inventarios propuesto permitió determinar niveles óptimos de inventarios de mantenimiento y producción, logrando reducir los costos de inventario y asegurar la disponibilidad de la planta.

En el marco teórico, cuando nos referimos a la metodología centrada en confiabilidad, RCM por sus siglas en inglés, se considera como la metodología que en 1978 Nowlan y Heap escribieron su primera edición, desarrollado principalmente para industria de la aviación comercial y ésta fue publicada por el departamento de defensa de los EEUU.

RCM es un proceso para determinar qué se debe hacer para asegurar que cualquier equipo o activo físico continúe haciendo lo que los usuarios desean que haga, en su contexto operacional actual. (Curso RCM2. Soporte & Compañía. 2015)

En 1991 Jhon Moubray escribió la primera edición de RCM2 que fue orientado para todas las industrias, siendo publicado por Aladon; y en 1999 a raíz de las diferentes nuevas variantes de la metodología RCM en el mercado, fue publicada la norma JA1011 para RCM por SAE-Sociedad de Ingenieros de Automoción.

RCM2 es una metodología estricta y rigurosa para determinar los requerimientos de mantenimiento de los activos físicos en su contexto operacional, que permite definir de forma sistemática las estrategias de mantenimiento para equipos, sistemas y equipos, llevando a las organizaciones a mejorar la confiabilidad de sus instalaciones con mejores resultados en aspectos de seguridad, medioambientales y de productividad. (John Moubray, traducido y adaptado por Carlos Mario Pérez en el año 2018)

Asimismo, a diferencia de RCM "puro" RCM2 ha evolucionado y mejorado incluyendo nuevos conceptos en la metodología como tipo de funciones,

concepción de facilitadores, medio ambiente, entre otros; manteniéndose bajo los principios básicos y lineamientos de la norma SAE JA1011.

El proceso RCM es la realización estructurada y sistemática de las siete preguntas básicas sobre cada activo, como se muestra a continuación:

1. ¿Cuáles son sus funciones y estándares de funcionamiento asociados? (¿qué quiere el usuario que haga en su contexto?)
2. ¿De qué formas puede fallar? (Fallas funcionales)
3. ¿Qué causa cada falla funcional? (Modos de falla)
4. ¿Qué sucede cuando falla? (Efectos de la falla)
5. ¿Importa si falla? (Consecuencias de la falla)
6. ¿Qué se puede hacer para predecir o prevenir la falla?
7. ¿Qué hacer si no se puede predecir ni prevenir la falla? (encontrar una tarea proactiva adecuada)

Las preguntas de la 1 a la 4 nos facilita un listado de las posibles fallas que va a tener un equipo, permitiéndonos también realizar el análisis de modo de falla y efecto – AMFE. Las siguientes preguntas del 5 al 7 son las que nos permitirá identificar la estrategia de mantenimiento (preventivo, predictivo, dejar fallar, capacitación, etc.) para determinado activo.

La búsqueda de falla es una tarea “a falta de”, y como tal es aceptable luego de las primeras seis preguntas.

Para la aplicación de esta metodología es importante conocer sobre la función del mantenimiento, la cual se basa en la certeza de funcionamiento o también conocida como la ciencia que estudia las fallas, es la propiedad que permite que los usuarios depositen una confianza justificada en los servicios que este ofrece; esta confianza está ligada a la capacidad del sistema de resistir a las fallas por diseño, operación, mantenimiento, materiales, logísticas y humanas. La certeza de funcionamiento está constituida por los conceptos básicos de confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad.

La Confiabilidad es la probabilidad que un sistema que está funcionando cumpla su función dentro del plazo que está previsto. La tasa de falla es el

componente más importante de la confiabilidad, es la contabilidad de las fallas.

$\lambda$  (Lamda)= tasa de fallas. Brinda la cantidad de fallas por hora (cantidad de fallas/tiempo), "0.0x".

La siguiente fórmula 1.3 describe como se obtiene la tasa de fallas.

$$\lambda = \frac{1}{TMEF} \quad \dots (1.3)$$

La fórmula 1.4 proviene de la ecuación general que describe matemáticamente la confiabilidad cuando lamda es constante. (Diplomado en Dirección Productiva del Mantenimiento. BS Grupo. 2016)

$$R_{(t)} = e^{-\lambda.t} \quad \dots (1.4)$$

Donde:

R (t)= Función confiabilidad (Probabilidad de funcionamiento libre de fallos).

e = Numero neperiano (2.718...).

t = Periodo especificado libre de fallos.

Tiempo medio entre falla (TMEF) es el recíproco de la tasa de fallas. Es más manejable que lamda, nos dice que la próxima falla es probable que ocurra a las "x" horas (tiempo/fallas).

El TMEF se obtendrá con la fórmula 1.5.

$$TMEF = \frac{\sum_0^n TEFi}{n} = \frac{tpo.de\ operaci3n}{\# de\ fallas} \quad \dots (1.5)$$

La Mantenibilidad es la probabilidad de restablecer las condiciones de funcionamiento de un equipo o sistema en el tiempo establecido a través de acciones de mantenimiento ejecutadas según procedimientos

elaborados previamente. La mantenibilidad se calcula en el tiempo de proyecto de un equipo.

La mantenibilidad puede ser estimada con la fórmula 1.6.

$$M_{(t)} = 1 - e^{-\mu t} \quad \dots (1.6)$$

Donde:

M(t)= Función mantenibilidad, que representa la probabilidad de que la reparación comience en el tiempo t=0 y sea concluida satisfactoriamente en el tiempo t (probabilidad de duración de la reparación).

e = constante Neperiana (e =2.718...)

t = tiempo previsto de reparación TMPR

$\mu$  = tasa de reparaciones o número total de reparaciones efectuadas con relación al total de horas de reparación del equipo. (Scientia et Technica Año XII, No 30, Mayo de 2006. Universidad Tecnológica de Pereira)

La tasa de reparaciones se obtiene con la fórmula 1.7.

$$\mu = \frac{\text{\# de reparaciones indicadas}}{\text{tiempo total de reparaciones de la unidad}} \quad \dots (1.7)$$

Sabiendo que el tiempo previsto de reparación se obtiene de la fórmula 1.8.

$$TMPR = \frac{1}{\mu} \quad \dots (1.8)$$

El Tiempo medio para reparar (TMPR), de manera análoga al TMEF, es el recíproco a la tasa de reparaciones siendo el tiempo promedio tomado para reparar el activo que ha fallado. El TMPR lo obtendremos con la aplicación de la fórmula 1.9.

$$TMPR = \frac{\sum_0^n TPRi}{n} = \frac{\text{tpo.muerto de reparación}}{\text{\# de fallas}} \quad \dots (1.9)$$

La Disponibilidad es la capacidad del equipo para llevar a cabo con éxito la función requerida en un momento específico durante un periodo de tiempo específico, siendo su objetivo el medir el desempeño de los equipos y la eficiencia en la gestión de mantenimiento. (Scientia et Technica Año XII, No 30, Mayo de 2006. Universidad Tecnológica de Pereira)

La disponibilidad (intrínseca) la obtendremos con la fórmula 1.10.

$$D_{(t)} = \frac{TMEF}{TMEF+TMPR} = \frac{tpo.programado - tpo.de demoras}{tpo.programado} \quad \dots (1.10)$$

Asimismo, la gestión de repuestos de mantenimiento centrada en confiabilidad – RCS por sus siglas en inglés, según notas tomadas durante el proceso de consultoría realizado para Toromocho en el año 2019 por la empresa canadiense RYKE Reliability Inc., indican que es un proceso derivado de RCM y se basa en una metodología estricta y rigurosa para determinar la mejor estrategia de stock de repuestos, evaluando principalmente el riesgo e impacto desde una perspectiva de gestión de equipos productivos, siendo su principal objetivo aumentar la disponibilidad de las plantas industriales, sistemas o equipos con mejores resultados en aspectos de seguridad, medioambientales y de productividad.

La correcta aplicación de la metodología RCS, ayuda a reducir el stock mientras determina los requisitos mínimos de repuestos para respaldar el funcionamiento ininterrumpido de una planta, centrándose en el valor de la función de un repuesto que es la de evitar las consecuencias de un desabastecimiento.

La metodología explora las condiciones que conducen a desabastecimientos, incluidas las causas de falla de la pieza, y determina los requisitos de repuestos en el contexto operativo actual; también determina las políticas proactivas de retención de existencias que pueden evitar la necesidad inicial del repuesto por completo, al mismo tiempo que se evita las consecuencias de los desabastecimientos.

Entre los entregables y resultados de la aplicación de RCS tenemos:

- Requisito mínimo de stock de repuestos para apoyar a las empresas en el contexto operativo actual.
- Estrategias de reducción de stock de repuestos.
- Políticas proactivas de reposición de stock.
- Estrategias de mantenimiento proactivo para repuestos en uso.
- Requisitos de mantenimiento del stock de repuestos.
- Consecuencia minimizada por desabastecimiento de repuestos.
- Valor al negocio de los repuestos de stock.

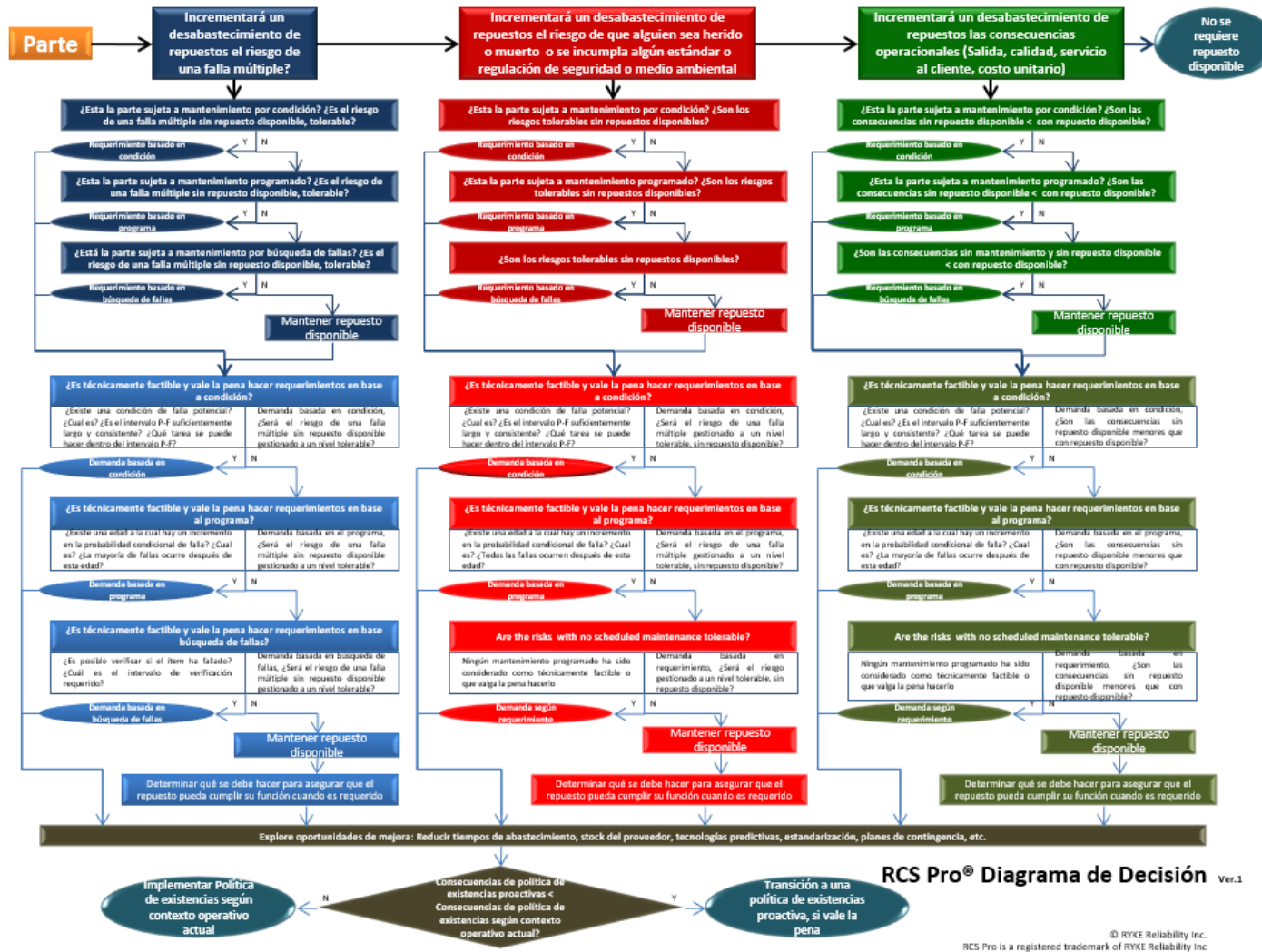
La mayoría de los procesos de optimización de repuestos se centran en reducir el stock en función de la frecuencia de uso en lugar de determinar los requisitos de stock de repuestos adecuados en función del valor al negocio, sin embargo la metodología RCS se enfoca en identificar la política de stock correcta que respalde el valor al negocio por los desabastecimientos, además explora las condiciones que conducen a desabastecimientos y determina los repuestos necesarios junto con estrategias de mantenimiento proactivo para reducir los requisitos de stock de repuestos, obteniendo así las políticas de almacenamiento proactivo que tienen por objetivo la capacidad de prevenir la necesidad inicial de la reserva al evitar desabastecimientos imprevistos.

La metodología RCS se basa en los principios fundamentales de gestión de activos del mantenimiento centrado en confiabilidad, que es un proceso reconocido de mejores prácticas, y es un proceso facilitado con el aporte de personas más cercanas a los activos, como personal de mantenimiento, almacenes y compras.

El proceso RCS está diseñado para realizar una revisión del stock, validar los nuevos repuestos que se solicitan para el stock y determinar los requisitos de repuestos para los nuevos activos. Como proceso para validar una nueva solicitud de stock, los repuestos que se mantienen son aquellos que muestran un valor económico positivo para el negocio.

Cuando se usa para determinar los requisitos de repuestos de los nuevos activos, solo se conservan los repuestos mínimos validados.

# Diagrama de decisión RCS. RYKE Reliability Inc. (2019)



## Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLES	
<p>¿Cuál es la relación de la metodología centrada en confiabilidad en la gestión de repuestos de mantenimiento en la operación minera Toromocho - 2021?</p> <p><b>PROBLEMAS ESPECIFICOS</b></p> <p>¿Cuál es la relación de la metodología centrada en confiabilidad y el nivel de stock en la gestión de repuestos de mantenimiento en Toromocho?</p> <p>¿Cuál es la relación de la metodología centrada en confiabilidad y el stock a demanda no utilizado en la gestión de repuestos de mantenimiento en Toromocho?</p> <p>¿Cuál es la relación de la metodología centrada en confiabilidad y el retraso de trabajos de mantenimiento por espera de repuestos en la gestión de repuestos de mantenimiento en Toromocho?</p>	<p>Determinar la relación de la metodología centrada en confiabilidad en la gestión de repuestos de mantenimiento en la operación minera Toromocho - 2021</p> <p><b>OBJETIVOS ESPECIFICOS</b></p> <p>Determinar la relación de la metodología centrada en confiabilidad y el nivel de stock en la gestión de repuestos de mantenimiento en Toromocho</p> <p>Determinar la relación de la metodología centrada en confiabilidad y el stock a demanda no utilizado en la gestión de repuestos de mantenimiento en Toromocho</p> <p>Determinar la relación de la metodología centrada en confiabilidad y el retraso de trabajos de mantenimiento por espera de repuestos en la gestión de repuestos de mantenimiento en Toromocho.</p>	<p>La relación de la metodología centrada en confiabilidad es adecuada en la gestión de repuestos de mantenimiento en la operación minera Toromocho – 2021</p> <p><b>HIPÓTESIS ESPECIFICAS</b></p> <p>Existe buena relación de la metodología centrada en confiabilidad y el nivel de stock en la gestión de repuestos de mantenimiento en Toromocho</p> <p>Existe relación de la metodología centrada en confiabilidad y el stock a demanda no utilizado en la gestión de repuestos de mantenimiento en Toromocho</p> <p>Existe buena relación la metodología centrada en confiabilidad y el retraso del mantenimiento por espera de repuestos en la gestión de repuestos de mantenimiento en Toromocho.</p>	<p><b>VARIABLE 1</b> Metodología centrada en la confiabilidad.</p> <p><b>Dimensiones</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Confiabilidad</li> <li>• Consecuencia en valor económico</li> <li>• Política de Stock</li> </ul> <p><b>VARIABLE 2</b> Gestión de repuestos de mantenimiento.</p> <p><b>Dimensiones</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nivel de stock.</li> <li>• Stock a demanda no utilizado.</li> <li>• Retraso del mantenimiento por espera de repuestos</li> </ul>	<p><b>TIPO:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Según su finalidad:</b> básica</li> <li>- <b>Según su carácter:</b> Descriptivo Correlacional.</li> <li>- <b>Según su naturaleza:</b> Cuantitativa.</li> </ul> <p><b>Diseño:</b> No experimental</p> <p><b>Método:</b> Descriptivo cuantitativo</p> <p><b>Población y muestra:</b> P: Total 36 trabajadores involucrados al interior del área de logística y mantenimiento de la operación minera en estudio. M: 12 empleados que interactúan de manera inmediata con el área de logística y mantenimiento de la operación minera en estudio.</p> <p><b>Técnicas:</b> Entrevista, Encuesta.</p> <p><b>Instrumentos:</b> Guía de entrevista y cuestionario de encuesta.</p> <p><b>Método de análisis de datos:</b> Estadístico descriptivo con apoyo de SPSS y Excel.</p>



Caso real de aplicación del proceso RCS para el repuesto: Reductor CST con código 60077401

Planta	Toromocho
Área	Planta
Ubicación Técnica	Chancado
Código SAP del equipo	1001723
Descripción del equipo	200-CV-003
nro. Parte (Descripción)	Reductor CST
Cantidad en la Operación (Instalado)	4
Vida estimada	915
Ultima vida	917
Tiempo de abastecimiento (días)	210
Precio Nuevo (\$)	590000
Costo Reparación (\$)	
Stock Min (actual)	0
Stock Max (actual)	0
Condición que conduce al fallo	a. Desalineamiento b. Desgaste Engranajes c. Manifold sucio
Condición P-F	b1. Incremento Vibración, b2. Fe en aceite, b3. Engranaje diente fracturado
Intervalo P-F (Días)	b1.6 meses b2. 7 meses b4. un año c1. 75 días c2. 1 días
tiene tiempo de vida?	impeller wear
Vida del Componente (Días)	80

Tarea de búsqueda FFI	pull cord activate pull cord
FFI	14 días
Criterio WAC	Fuga
Intervalos WAC	Diario
Rediseño	a. Desarrollo procedimiento alineamiento
Consecuencia con mantenimiento y con repuestos	16 horas Parada de Planta con costo de hora de \$98,000
Consecuencia con mantenimiento y sin repuestos	16 horas Parada de Planta con costo de hora de \$98,000
Valor consecuencia con mantenimiento y con Repuestos (\$)	\$1,121,413
Valor consecuencia con mantenimiento y sin Repuestos (\$)	\$973,913
Consecuencia sin mantenimiento y con Repuestos	16 horas de montaje, con un costo x hora de \$98,000
Consecuencia sin mantenimiento y sin Repuestos	16 horas de montaje, con un costo x hora de \$98,000
Valor consecuencia sin mantenimiento y con Repuestos (\$)	$= (16 * 98000 / 1.61) + 590000 * 0.25$
Valor consecuencia sin mantenimiento y sin Repuestos (\$)	$= ((16+4) * 98000 / 1.61) + 590000 * 0.25$
Estrategia Actual de Gestión de Fallas	Contar con stock del componente: 2 reductores
Tipo de Consecuencia	Operacional
D1	Y
D2	
D3	
D4	Y
D5	
D6	
D7	Y
Política de Existencias Requerida	Programado
Política de Existencias Potencial	Solo a pedido

Descripción de la política nueva (Requerido Potencial)	Solicitar componente cuando se detecte fierro en el aceite o cuando se identifique una condición anormal en videoscopia.	
REQD OP		0
REQD OQ		0
Disponibilidad de Repuestos Requerida		0
Tarea requerida para el Repuesto	Preservación: bajo techo, girar eje.	
Nuevo intervalo de tarea	14 días	
Responsable de Tarea	Mecánico	
Documentos soporte	Procedimiento escrito de trabajo seguro, especificaciones, planos.	

Tabla para procesamiento de correlación de los datos en SPSS

N° Encuestados	OBSERVACIÓN																									
	Variable 1: Metodología centrada en confiabilidad												Variable 2: Gestión de repuestos de mantenimiento													
	Confiabilidad			D1	Consecuencia			D2	Política			D3	V1	Stock			D4	A demanda			D5	Retraso			D6	V2
	1	2	3		4	5	6		7	8	9			10	11	12		13	14	15		16	17	18		
1	3	3	2	8	3	3	3	9	3	3	2	8	25	1	3	2	6	3	3	3	9	2	2	3	7	22
2	2	3	3	8	3	2	3	8	3	3	3	9	25	1	1	2	4	2	3	3	8	3	3	2	8	20
3	3	3	3	9	3	2	2	7	3	2	2	7	23	2	3	2	7	3	3	3	9	2	2	3	7	23
4	2	3	3	8	3	3	2	8	3	3	1	7	23	3	1	2	6	2	3	3	8	3	2	2	7	21
5	3	3	3	9	3	2	2	7	3	2	2	7	23	1	0	1	2	1	3	2	6	3	2	2	7	15
6	3	3	3	9	3	2	2	7	3	2	1	6	22	3	2	1	6	2	3	3	8	2	2	2	6	20
7	2	3	3	8	3	3	2	8	2	2	1	5	21	0	2	1	3	2	2	2	6	1	2	1	4	13
8	0	2	2	4	3	2	2	7	2	2	1	5	16	1	0	1	2	2	2	0	4	1	0	1	2	8
9	1	2	1	4	2	1	1	4	2	2	1	5	13	1	0	1	2	1	1	0	2	1	0	1	2	6
10	1	1	2	4	1	2	2	5	2	1	3	6	15	3	2	3	8	2	2	1	5	1	1	1	3	16
11	1	1	1	3	2	2	2	6	1	1	1	3	12	3	2	3	8	2	2	1	5	1	1	1	3	16
12	1	2	2	5	0	1	0	1	1	1	1	3	9	1	3	0	4	1	1	1	3	1	1	0	2	9

Tabla de datos para procesamiento de frecuencias y porcentajes en SPSS para variable 1

N° Encuestados	OBSERVACIÓN																				
	Variable 1: Metodología centrada en confiabilidad																				
	Confiabilidad			D1	%	Nivel	Consecuencia			D2	%	Nivel	Política			D3	%	Nivel	V1	%	Nivel
	1	2	3				4	5	6				7	8	9						
1	3	3	2	8	88.9	BUENO	3	3	3	9	100	BUENO	3	3	2	8	88.9	BUENO	25	100	BUENO
2	2	3	3	8	88.9	BUENO	3	2	3	8	88.9	BUENO	3	3	3	9	100	BUENO	25	100	BUENO
3	3	3	3	9	100	BUENO	3	2	2	7	77.8	REGULAR	3	2	2	7	77.8	REGULAR	23	92	BUENO
4	2	3	3	8	88.9	BUENO	3	3	2	8	88.9	BUENO	3	3	1	7	77.8	REGULAR	23	92	BUENO
5	3	3	3	9	100	BUENO	3	2	2	7	77.8	REGULAR	3	2	2	7	77.8	REGULAR	23	92	BUENO
6	3	3	3	9	100	BUENO	3	2	2	7	77.8	REGULAR	3	2	1	6	66.7	REGULAR	22	88	BUENO
7	2	3	3	8	88.9	BUENO	3	3	2	8	88.9	BUENO	2	2	1	5	55.6	DEFICIENTE	21	84	BUENO
8	0	2	2	4	44.4	DEFICIENTE	3	2	2	7	77.8	REGULAR	2	2	1	5	55.6	DEFICIENTE	16	64	REGULAR
9	1	2	1	4	44.4	DEFICIENTE	2	1	1	4	44.4	DEFICIENTE	2	2	1	5	55.6	DEFICIENTE	13	52	DEFICIENTE
10	1	1	2	4	44.4	DEFICIENTE	1	2	2	5	55.6	DEFICIENTE	2	1	3	6	66.7	REGULAR	15	60	REGULAR
11	1	1	1	3	33.3	DEFICIENTE	2	2	2	6	66.7	REGULAR	1	1	1	3	33.3	DEFICIENTE	12	48	DEFICIENTE
12	1	2	2	5	55.6	DEFICIENTE	0	1	0	1	11.1	DEFICIENTE	1	1	1	3	33.3	DEFICIENTE	9	36	DEFICIENTE

Tabla de datos para procesamiento de frecuencias y porcentajes en SPSS para variable 2

N° Encuestados	OBSERVACIÓN																				
	Variable 2: Gestión de repuestos de mantenimiento																				
	Stock			D4	%	Nivel	A demanda			D5	%	Nivel	Retraso			D6	%	Nivel	V2	%	Nivel
	10	11	12				13	14	15				16	17	18						
1	1	3	2	6	75	POCO ADECUADO	3	3	3	9	100	ADECUADO	2	2	3	7	87.5	ADECUADO	22	95.65	ADECUADO
2	1	1	2	4	50	INADECUADO	2	3	3	8	88.9	ADECUADO	3	3	2	8	100	ADECUADO	20	86.96	ADECUADO
3	2	3	2	7	87.5	ADECUADO	3	3	3	9	100	ADECUADO	2	2	3	7	87.5	ADECUADO	23	100	ADECUADO
4	3	1	2	6	75	POCO ADECUADO	2	3	3	8	88.9	ADECUADO	3	2	2	7	87.5	ADECUADO	21	91.30	ADECUADO
5	1	0	1	2	25	INADECUADO	1	3	2	6	66.7	POCO ADECUADO	3	2	2	7	87.5	ADECUADO	15	65.22	POCO ADECUADO
6	3	2	1	6	75	POCO ADECUADO	2	3	3	8	88.9	ADECUADO	2	2	2	6	75	POCO ADECUADO	20	86.96	ADECUADO
7	0	2	1	3	37.5	INADECUADO	2	2	2	6	66.7	POCO ADECUADO	1	2	1	4	50	INADECUADO	13	56.52	INADECUADO
8	1	0	1	2	25	INADECUADO	2	2	0	4	44.4	INADECUADO	1	0	1	2	25	INADECUADO	8	34.78	INADECUADO
9	1	0	1	2	25	INADECUADO	1	1	0	2	22.2	INADECUADO	1	0	1	2	25	INADECUADO	6	26.09	INADECUADO
10	3	2	3	8	100	ADECUADO	2	2	1	5	55.6	INADECUADO	1	1	1	3	37.5	INADECUADO	16	69.57	POCO ADECUADO
11	3	2	3	8	100	ADECUADO	2	2	1	5	55.6	INADECUADO	1	1	1	3	37.5	INADECUADO	16	69.57	POCO ADECUADO
12	1	3	0	4	50	INADECUADO	1	1	1	3	33.3	INADECUADO	1	1	0	2	25	INADECUADO	9	39.13	INADECUADO

Tabla de procesamiento de encuesta aplicada a Planificador de mantenimiento Chancado Primario (área de Mantenimiento).

Preguntas	Siempre / Alto	a veces / medio	rara vez / bajo	nunca / nulo
1. ¿Actualmente a todos los repuestos de mantenimiento se calcula la confiabilidad por su tasa de falla o recíproco el tiempo medio entre fallas?	x			
2. ¿A qué nivel se calcula la confiabilidad en Toromocho, a nivel de sistema (bajo), equipo (medio) o componente mantenible-repuesto (alto)?	x			
3. ¿El planificador y/o programador utiliza el indicador de confiabilidad para poder evaluar la mejor estrategia de repuestos de mantenimiento?		x		
4. ¿Cuál es su conocimiento del proceso de valoración de la consecuencia por no tener determinado repuesto de mantenimiento disponible?	x			
5. ¿Integra los equipos de trabajo para el cálculo de la consecuencia de los repuestos de mantenimiento?	x			
6. ¿Tiene información disponible y de libre acceso a consultar la consecuencia de determinado repuesto de mantenimiento?	x			
7. ¿Cuál es su nivel de conocimiento de las políticas de Stock que existen para repuestos de mantenimiento en Toromocho?	x			
8. ¿Participa usted en la actualización de las políticas de stock de los repuestos de mantenimiento?				x
9. ¿Sabe usted que política de stock corresponde a determinado repuesto de mantenimiento?		x		
10. ¿Tiene acceso libre a consultar el nivel de stock de los repuestos de mantenimiento de Toromocho?				x
11. ¿Los repuestos de mantenimiento en stock están disponibles para su uso o consumo cuando se le requiere?	x			
12. ¿Cuál es su conocimiento del stock mínimo y máximo que debe existir para determinado repuesto de mantenimiento?		x		
13. ¿Conoce la estrategia y/o políticas para determinado stock a demanda de repuestos de mantenimiento que aún no se ha utilizado?	x			
14. ¿Priorizan en uso de los repuestos de mantenimiento en stock no utilizados para las nuevas órdenes de trabajo?	x			
15. ¿Sabe y puede diferenciar si el stock a demanda no utilizado fue por mantenimiento correctivo o preventivo?	x			
16. ¿Conoce el backlog de órdenes de trabajos de mantenimiento por espera de determinados repuestos?			x	
17. ¿Tiene usted acceso a información de fechas y tiempos de esperas mayores por repuestos de mantenimiento?			x	
18. ¿Cuál es su nivel de conocimiento sobre la aplicación de procedimientos para tratar tareas retrasadas de mantenimiento por espera de repuestos?	x			

Tabla de procesamiento de encuesta aplicada a Planificador de mantenimiento Molinos (área de Mantenimiento).

Preguntas	Siempre / Alto	a veces / medio	rara vez / bajo	nunca / nulo
1. ¿Actualmente a todos los repuestos de mantenimiento se calcula la confiabilidad por su tasa de falla o recíproco el tiempo medio entre fallas?		x		
2. ¿A qué nivel se calcula la confiabilidad en Toromocho, a nivel de sistema (bajo), equipo (medio) o componente mantenible-repuesto (alto)?	x			
3. ¿El planificador y/o programador utiliza el indicador de confiabilidad para poder evaluar la mejor estrategia de repuestos de mantenimiento?	x			
4. ¿Cuál es su conocimiento del proceso de valoración de la consecuencia por no tener determinado repuesto de mantenimiento disponible?	x			
5. ¿Integra los equipos de trabajo para el cálculo de la consecuencia de los repuestos de mantenimiento?		x		
6. ¿Tiene información disponible y de libre acceso a consultar la consecuencia de determinado repuesto de mantenimiento?	x			
7. ¿Cuál es su nivel de conocimiento de las políticas de Stock que existen para repuestos de mantenimiento en Toromocho?	x			
8. ¿Participa usted en la actualización de las políticas de stock de los repuestos de mantenimiento?	x			
9. ¿Sabe usted que política de stock corresponde a determinado repuesto de mantenimiento?	x			
10. ¿Tiene acceso libre a consultar el nivel de stock de los repuestos de mantenimiento de Toromocho?				x
11. ¿Los repuestos de mantenimiento en stock están disponibles para su uso o consumo cuando se le requiere?				x
12. ¿Cuál es su conocimiento del stock mínimo y máximo que debe existir para determinado repuesto de mantenimiento?		x		
13. ¿Conoce la estrategia y/o políticas para determinado stock a demanda de repuestos de mantenimiento que aún no se ha utilizado?		x		
14. ¿Priorizan en uso de los repuestos de mantenimiento en stock no utilizados para las nuevas órdenes de trabajo?	x			
15. ¿Sabe y puede diferenciar si el stock a demanda no utilizado fue por mantenimiento correctivo o preventivo?	x			
16. ¿Conoce el backlog de órdenes de trabajos de mantenimiento por espera de determinados repuestos?	x			
17. ¿Tiene usted acceso a información de fechas y tiempos de esperas mayores por repuestos de mantenimiento?	x			
18. ¿Cuál es su nivel de conocimiento sobre la aplicación de procedimientos para tratar tareas retrasadas de mantenimiento por espera de repuestos?		x		



Tabla de procesamiento de encuesta aplicada a Planificador de mantenimiento Flotación (área de Mantenimiento).

Preguntas	Siempre / Alto	a veces / medio	rara vez / bajo	nunca / nulo
1. ¿Actualmente a todos los repuestos de mantenimiento se calcula la confiabilidad por su tasa de falla o recíproco el tiempo medio entre fallas?	x			
2. ¿A qué nivel se calcula la confiabilidad en Toromocho, a nivel de sistema (bajo), equipo (medio) o componente mantenible-repuesto (alto)?	x			
3. ¿El planificador y/o programador utiliza el indicador de confiabilidad para poder evaluar la mejor estrategia de repuestos de mantenimiento?	x			
4. ¿Cuál es su conocimiento del proceso de valoración de la consecuencia por no tener determinado repuesto de mantenimiento disponible?	x			
5. ¿Integra los equipos de trabajo para el cálculo de la consecuencia de los repuestos de mantenimiento?		x		
6. ¿Tiene información disponible y de libre acceso a consultar la consecuencia de determinado repuesto de mantenimiento?		x		
7. ¿Cuál es su nivel de conocimiento de las políticas de Stock que existen para repuestos de mantenimiento en Toromocho?	x			
8. ¿Participa usted en la actualización de las políticas de stock de los repuestos de mantenimiento?		x		
9. ¿Sabe usted que política de stock corresponde a determinado repuesto de mantenimiento?		x		
10. ¿Tiene acceso libre a consultar el nivel de stock de los repuestos de mantenimiento de Toromocho?		x		
11. ¿Los repuestos de mantenimiento en stock están disponibles para su uso o consumo cuando se le requiere?	x			
12. ¿Cuál es su conocimiento del stock mínimo y máximo que debe existir para determinado repuesto de mantenimiento?		x		
13. ¿Conoce la estrategia y/o políticas para determinado stock a demanda de repuestos de mantenimiento que aún no se ha utilizado?	x			
14. ¿Priorizan en uso de los repuestos de mantenimiento en stock no utilizados para las nuevas órdenes de trabajo?	x			
15. ¿Sabe y puede diferenciar si el stock a demanda no utilizado fue por mantenimiento correctivo o preventivo?	x			
16. ¿Conoce el backlog de órdenes de trabajos de mantenimiento por espera de determinados repuestos?		x		
17. ¿Tiene usted acceso a información de fechas y tiempos de esperas mayores por repuestos de mantenimiento?		x		
18. ¿Cuál es su nivel de conocimiento sobre la aplicación de procedimientos para tratar tareas retrasadas de mantenimiento por espera de repuestos?	x			

Tabla de procesamiento de encuesta aplicada a Planificador de parada de planta procesos (área de Mantenimiento).

Preguntas	Siempre / Alto	a veces / medio	rara vez / bajo	nunca / nulo
1. ¿Actualmente a todos los repuestos de mantenimiento se calcula la confiabilidad por su tasa de falla o recíproco el tiempo medio entre fallas?		x		
2. ¿A qué nivel se calcula la confiabilidad en Toromocho, a nivel de sistema (bajo), equipo (medio) o componente mantenible-repuesto (alto)?	x			
3. ¿El planificador y/o programador utiliza el indicador de confiabilidad para poder evaluar la mejor estrategia de repuestos de mantenimiento?	x			
4. ¿Cuál es su conocimiento del proceso de valoración de la consecuencia por no tener determinado repuesto de mantenimiento disponible?	x			
5. ¿Integra los equipos de trabajo para el cálculo de la consecuencia de los repuestos de mantenimiento?	x			
6. ¿Tiene información disponible y de libre acceso a consultar la consecuencia de determinado repuesto de mantenimiento?		x		
7. ¿Cuál es su nivel de conocimiento de las políticas de Stock que existen para repuestos de mantenimiento en Toromocho?	x			
8. ¿Participa usted en la actualización de las políticas de stock de los repuestos de mantenimiento?	x			
9. ¿Sabe usted que política de stock corresponde a determinado repuesto de mantenimiento?			x	
10. ¿Tiene acceso libre a consultar el nivel de stock de los repuestos de mantenimiento de Toromocho?	x			
11. ¿Los repuestos de mantenimiento en stock están disponibles para su uso o consumo cuando se le requiere?			x	
12. ¿Cuál es su conocimiento del stock mínimo y máximo que debe existir para determinado repuesto de mantenimiento?		x		
13. ¿Conoce la estrategia y/o políticas para determinado stock a demanda de repuestos de mantenimiento que aún no se ha utilizado?		x		
14. ¿Priorizan en uso de los repuestos de mantenimiento en stock no utilizados para las nuevas órdenes de trabajo?	x			
15. ¿Sabe y puede diferenciar si el stock a demanda no utilizado fue por mantenimiento correctivo o preventivo?	x			
16. ¿Conoce el backlog de órdenes de trabajos de mantenimiento por espera de determinados repuestos?	x			
17. ¿Tiene usted acceso a información de fechas y tiempos de esperas mayores por repuestos de mantenimiento?		x		
18. ¿Cuál es su nivel de conocimiento sobre la aplicación de procedimientos para tratar tareas retrasadas de mantenimiento por espera de repuestos?		x		

Tabla de procesamiento de encuesta aplicada a Planificador de costos y presupuestos (área de Mantenimiento).

Preguntas	Siempre / Alto	a veces / medio	rara vez / bajo	nunca / nulo
1. ¿Actualmente a todos los repuestos de mantenimiento se calcula la confiabilidad por su tasa de falla o recíproco el tiempo medio entre fallas?	x			
2. ¿A qué nivel se calcula la confiabilidad en Toromocho, a nivel de sistema (bajo), equipo (medio) o componente mantenible-repuesto (alto)?	x			
3. ¿El planificador y/o programador utiliza el indicador de confiabilidad para poder evaluar la mejor estrategia de repuestos de mantenimiento?	x			
4. ¿Cuál es su conocimiento del proceso de valoración de la consecuencia por no tener determinado repuesto de mantenimiento disponible?	x			
5. ¿Integra los equipos de trabajo para el cálculo de la consecuencia de los repuestos de mantenimiento?		x		
6. ¿Tiene información disponible y de libre acceso a consultar la consecuencia de determinado repuesto de mantenimiento?		x		
7. ¿Cuál es su nivel de conocimiento de las políticas de Stock que existen para repuestos de mantenimiento en Toromocho?	x			
8. ¿Participa usted en la actualización de las políticas de stock de los repuestos de mantenimiento?		x		
9. ¿Sabe usted que política de stock corresponde a determinado repuesto de mantenimiento?		x		
10. ¿Tiene acceso libre a consultar el nivel de stock de los repuestos de mantenimiento de Toromocho?			x	
11. ¿Los repuestos de mantenimiento en stock están disponibles para su uso o consumo cuando se le requiere?				x
12. ¿Cuál es su conocimiento del stock mínimo y máximo que debe existir para determinado repuesto de mantenimiento?			x	
13. ¿Conoce la estrategia y/o políticas para determinado stock a demanda de repuestos de mantenimiento que aún no se ha utilizado?			x	
14. ¿Priorizan en uso de los repuestos de mantenimiento en stock no utilizados para las nuevas órdenes de trabajo?	x			
15. ¿Sabe y puede diferenciar si el stock a demanda no utilizado fue por mantenimiento correctivo o preventivo?		x		
16. ¿Conoce el backlog de órdenes de trabajos de mantenimiento por espera de determinados repuestos?	x			
17. ¿Tiene usted acceso a información de fechas y tiempos de esperas mayores por repuestos de mantenimiento?		x		
18. ¿Cuál es su nivel de conocimiento sobre la aplicación de procedimientos para tratar tareas retrasadas de mantenimiento por espera de repuestos?		x		

Tabla de procesamiento de encuesta aplicada a Programador Sr. de mantenimiento planta (área de Mantenimiento).

Preguntas	Siempre / Alto	a veces / medio	rara vez / bajo	nunca / nulo
1. ¿Actualmente a todos los repuestos de mantenimiento se calcula la confiabilidad por su tasa de falla o recíproco el tiempo medio entre fallas?	x			
2. ¿A qué nivel se calcula la confiabilidad en Toromocho, a nivel de sistema (bajo), equipo (medio) o componente mantenible-repuesto (alto)?	x			
3. ¿El planificador y/o programador utiliza el indicador de confiabilidad para poder evaluar la mejor estrategia de repuestos de mantenimiento?	x			
4. ¿Cuál es su conocimiento del proceso de valoración de la consecuencia por no tener determinado repuesto de mantenimiento disponible?	x			
5. ¿Integra los equipos de trabajo para el cálculo de la consecuencia de los repuestos de mantenimiento?		x		
6. ¿Tiene información disponible y de libre acceso a consultar la consecuencia de determinado repuesto de mantenimiento?		x		
7. ¿Cuál es su nivel de conocimiento de las políticas de Stock que existen para repuestos de mantenimiento en Toromocho?	x			
8. ¿Participa usted en la actualización de las políticas de stock de los repuestos de mantenimiento?		x		
9. ¿Sabe usted que política de stock corresponde a determinado repuesto de mantenimiento?			x	
10. ¿Tiene acceso libre a consultar el nivel de stock de los repuestos de mantenimiento de Toromocho?	x			
11. ¿Los repuestos de mantenimiento en stock están disponibles para su uso o consumo cuando se le requiere?		x		
12. ¿Cuál es su conocimiento del stock mínimo y máximo que debe existir para determinado repuesto de mantenimiento?			x	
13. ¿Conoce la estrategia y/o políticas para determinado stock a demanda de repuestos de mantenimiento que aún no se ha utilizado?		x		
14. ¿Priorizan en uso de los repuestos de mantenimiento en stock no utilizados para las nuevas órdenes de trabajo?	x			
15. ¿Sabe y puede diferenciar si el stock a demanda no utilizado fue por mantenimiento correctivo o preventivo?	x			
16. ¿Conoce el backlog de órdenes de trabajos de mantenimiento por espera de determinados repuestos?		x		
17. ¿Tiene usted acceso a información de fechas y tiempos de esperas mayores por repuestos de mantenimiento?		x		
18. ¿Cuál es su nivel de conocimiento sobre la aplicación de procedimientos para tratar tareas retrasadas de mantenimiento por espera de repuestos?		x		

Tabla de procesamiento de encuesta aplicada a Programador Jr. de mantenimiento planta (área de Mantenimiento).

Preguntas	Siempre / Alto	a veces / medio	rara vez / bajo	nunca / nulo
1. ¿Actualmente a todos los repuestos de mantenimiento se calcula la confiabilidad por su tasa de falla o recíproco el tiempo medio entre fallas?		x		
2. ¿A qué nivel se calcula la confiabilidad en Toromocho, a nivel de sistema (bajo), equipo (medio) o componente mantenible-repuesto (alto)?	x			
3. ¿El planificador y/o programador utiliza el indicador de confiabilidad para poder evaluar la mejor estrategia de repuestos de mantenimiento?	x			
4. ¿Cuál es su conocimiento del proceso de valoración de la consecuencia por no tener determinado repuesto de mantenimiento disponible?	x			
5. ¿Integra los equipos de trabajo para el cálculo de la consecuencia de los repuestos de mantenimiento?	x			
6. ¿Tiene información disponible y de libre acceso a consultar la consecuencia de determinado repuesto de mantenimiento?		x		
7. ¿Cuál es su nivel de conocimiento de las políticas de Stock que existen para repuestos de mantenimiento en Toromocho?		x		
8. ¿Participa usted en la actualización de las políticas de stock de los repuestos de mantenimiento?		x		
9. ¿Sabe usted que política de stock corresponde a determinado repuesto de mantenimiento?			x	
10. ¿Tiene acceso libre a consultar el nivel de stock de los repuestos de mantenimiento de Toromocho?				x
11. ¿Los repuestos de mantenimiento en stock están disponibles para su uso o consumo cuando se le requiere?		x		
12. ¿Cuál es su conocimiento del stock mínimo y máximo que debe existir para determinado repuesto de mantenimiento?			x	
13. ¿Conoce la estrategia y/o políticas para determinado stock a demanda de repuestos de mantenimiento que aún no se ha utilizado?		x		
14. ¿Priorizan en uso de los repuestos de mantenimiento en stock no utilizados para las nuevas órdenes de trabajo?		x		
15. ¿Sabe y puede diferenciar si el stock a demanda no utilizado fue por mantenimiento correctivo o preventivo?		x		
16. ¿Conoce el backlog de órdenes de trabajos de mantenimiento por espera de determinados repuestos?			x	
17. ¿Tiene usted acceso a información de fechas y tiempos de esperas mayores por repuestos de mantenimiento?		x		
18. ¿Cuál es su nivel de conocimiento sobre la aplicación de procedimientos para tratar tareas retrasadas de mantenimiento por espera de repuestos?			x	

Tabla de procesamiento de encuesta aplicada a Comprador Sr. de repuestos de mantenimiento (área de Logística).

Preguntas	Siempre / Alto	a veces / medio	rara vez / bajo	nunca / nulo
1. ¿Actualmente a todos los repuestos de mantenimiento se calcula la confiabilidad por su tasa de falla o recíproco el tiempo medio entre fallas?				x
2. ¿A qué nivel se calcula la confiabilidad en Toromocho, a nivel de sistema (bajo), equipo (medio) o componente mantenible-repuesto (alto)?		x		
3. ¿El planificador y/o programador utiliza el indicador de confiabilidad para poder evaluar la mejor estrategia de repuestos de mantenimiento?		x		
4. ¿Cuál es su conocimiento del proceso de valoración de la consecuencia por no tener determinado repuesto de mantenimiento disponible?	x			
5. ¿Integra los equipos de trabajo para el cálculo de la consecuencia de los repuestos de mantenimiento?		x		
6. ¿Tiene información disponible y de libre acceso a consultar la consecuencia de determinado repuesto de mantenimiento?		x		
7. ¿Cuál es su nivel de conocimiento de las políticas de Stock que existen para repuestos de mantenimiento en Toromocho?		x		
8. ¿Participa usted en la actualización de las políticas de stock de los repuestos de mantenimiento?		x		
9. ¿Sabe usted que política de stock corresponde a determinado repuesto de mantenimiento?			x	
10. ¿Tiene acceso libre a consultar el nivel de stock de los repuestos de mantenimiento de Toromocho?			x	
11. ¿Los repuestos de mantenimiento en stock están disponibles para su uso o consumo cuando se le requiere?				x
12. ¿Cuál es su conocimiento del stock mínimo y máximo que debe existir para determinado repuesto de mantenimiento?			x	
13. ¿Conoce la estrategia y/o políticas para determinado stock a demanda de repuestos de mantenimiento que aún no se ha utilizado?		x		
14. ¿Priorizan en uso de los repuestos de mantenimiento en stock no utilizados para las nuevas órdenes de trabajo?		x		
15. ¿Sabe y puede diferenciar si el stock a demanda no utilizado fue por mantenimiento correctivo o preventivo?				x
16. ¿Conoce el backlog de órdenes de trabajos de mantenimiento por espera de determinados repuestos?			x	
17. ¿Tiene usted acceso a información de fechas y tiempos de esperas mayores por repuestos de mantenimiento?				x
18. ¿Cuál es su nivel de conocimiento sobre la aplicación de procedimientos para tratar tareas retrasadas de mantenimiento por espera de repuestos?			x	

Tabla de procesamiento de encuesta aplicada a Comprador Jr. de repuestos de mantenimiento (área de Logística).

Preguntas	Siempre / Alto	a veces / medio	rara vez / bajo	nunca / nulo
1. ¿Actualmente a todos los repuestos de mantenimiento se calcula la confiabilidad por su tasa de falla o recíproco el tiempo medio entre fallas?			x	
2. ¿A qué nivel se calcula la confiabilidad en Toromocho, a nivel de sistema (bajo), equipo (medio) o componente mantenible-repuesto (alto)?		x		
3. ¿El planificador y/o programador utiliza el indicador de confiabilidad para poder evaluar la mejor estrategia de repuestos de mantenimiento?			x	
4. ¿Cuál es su conocimiento del proceso de valoración de la consecuencia por no tener determinado repuesto de mantenimiento disponible?		x		
5. ¿Integra los equipos de trabajo para el cálculo de la consecuencia de los repuestos de mantenimiento?			x	
6. ¿Tiene información disponible y de libre acceso a consultar la consecuencia de determinado repuesto de mantenimiento?			x	
7. ¿Cuál es su nivel de conocimiento de las políticas de Stock que existen para repuestos de mantenimiento en Toromocho?		x		
8. ¿Participa usted en la actualización de las políticas de stock de los repuestos de mantenimiento?		x		
9. ¿Sabe usted que política de stock corresponde a determinado repuesto de mantenimiento?			x	
10. ¿Tiene acceso libre a consultar el nivel de stock de los repuestos de mantenimiento de Toromocho?			x	
11. ¿Los repuestos de mantenimiento en stock están disponibles para su uso o consumo cuando se le requiere?				x
12. ¿Cuál es su conocimiento del stock mínimo y máximo que debe existir para determinado repuesto de mantenimiento?			x	
13. ¿Conoce la estrategia y/o políticas para determinado stock a demanda de repuestos de mantenimiento que aún no se ha utilizado?			x	
14. ¿Priorizan en uso de los repuestos de mantenimiento en stock no utilizados para las nuevas órdenes de trabajo?			x	
15. ¿Sabe y puede diferenciar si el stock a demanda no utilizado fue por mantenimiento correctivo o preventivo?				x
16. ¿Conoce el backlog de órdenes de trabajos de mantenimiento por espera de determinados repuestos?			x	
17. ¿Tiene usted acceso a información de fechas y tiempos de esperas mayores por repuestos de mantenimiento?				x
18. ¿Cuál es su nivel de conocimiento sobre la aplicación de procedimientos para tratar tareas retrasadas de mantenimiento por espera de repuestos?			x	

Tabla de procesamiento de encuesta aplicada a Supervisor de inventario de repuestos de mantenimiento (área de Logística).

Preguntas	Siempre / Alto	a veces / medio	rara vez / bajo	nunca / nulo
1. ¿Actualmente a todos los repuestos de mantenimiento se calcula la confiabilidad por su tasa de falla o recíproco el tiempo medio entre fallas?			x	
2. ¿A qué nivel se calcula la confiabilidad en Toromocho, a nivel de sistema (bajo), equipo (medio) o componente mantenible-repuesto (alto)?			x	
3. ¿El planificador y/o programador utiliza el indicador de confiabilidad para poder evaluar la mejor estrategia de repuestos de mantenimiento?		x		
4. ¿Cuál es su conocimiento del proceso de valoración de la consecuencia por no tener determinado repuesto de mantenimiento disponible?			x	
5. ¿Integra los equipos de trabajo para el cálculo de la consecuencia de los repuestos de mantenimiento?		x		
6. ¿Tiene información disponible y de libre acceso a consultar la consecuencia de determinado repuesto de mantenimiento?		x		
7. ¿Cuál es su nivel de conocimiento de las políticas de Stock que existen para repuestos de mantenimiento en Toromocho?		x		
8. ¿Participa usted en la actualización de las políticas de stock de los repuestos de mantenimiento?			x	
9. ¿Sabe usted que política de stock corresponde a determinado repuesto de mantenimiento?	x			
10. ¿Tiene acceso libre a consultar el nivel de stock de los repuestos de mantenimiento de Toromocho?	x			
11. ¿Los repuestos de mantenimiento en stock están disponibles para su uso o consumo cuando se le requiere?		x		
12. ¿Cuál es su conocimiento del stock mínimo y máximo que debe existir para determinado repuesto de mantenimiento?	x			
13. ¿Conoce la estrategia y/o políticas para determinado stock a demanda de repuestos de mantenimiento que aún no se ha utilizado?		x		
14. ¿Priorizan en uso de los repuestos de mantenimiento en stock no utilizados para las nuevas órdenes de trabajo?		x		
15. ¿Sabe y puede diferenciar si el stock a demanda no utilizado fue por mantenimiento correctivo o preventivo?			x	
16. ¿Conoce el backlog de órdenes de trabajos de mantenimiento por espera de determinados repuestos?			x	
17. ¿Tiene usted acceso a información de fechas y tiempos de esperas mayores por repuestos de mantenimiento?			x	
18. ¿Cuál es su nivel de conocimiento sobre la aplicación de procedimientos para tratar tareas retrasadas de mantenimiento por espera de repuestos?			x	



Tabla de procesamiento de encuesta aplicada a Coordinador de almacén de repuestos de mantenimiento (área de Logística).

Preguntas	Siempre / Alto	a veces / medio	rara vez / bajo	nunca / nulo
1. ¿Actualmente a todos los repuestos de mantenimiento se calcula la confiabilidad por su tasa de falla o recíproco el tiempo medio entre fallas?			x	
2. ¿A qué nivel se calcula la confiabilidad en Toromocho, a nivel de sistema (bajo), equipo (medio) o componente mantenible-repuesto (alto)?			x	
3. ¿El planificador y/o programador utiliza el indicador de confiabilidad para poder evaluar la mejor estrategia de repuestos de mantenimiento?			x	
4. ¿Cuál es su conocimiento del proceso de valoración de la consecuencia por no tener determinado repuesto de mantenimiento disponible?		x		
5. ¿Integra los equipos de trabajo para el cálculo de la consecuencia de los repuestos de mantenimiento?		x		
6. ¿Tiene información disponible y de libre acceso a consultar la consecuencia de determinado repuesto de mantenimiento?		x		
7. ¿Cuál es su nivel de conocimiento de las políticas de Stock que existen para repuestos de mantenimiento en Toromocho?			x	
8. ¿Participa usted en la actualización de las políticas de stock de los repuestos de mantenimiento?			x	
9. ¿Sabe usted que política de stock corresponde a determinado repuesto de mantenimiento?			x	
10. ¿Tiene acceso libre a consultar el nivel de stock de los repuestos de mantenimiento de Toromocho?	x			
11. ¿Los repuestos de mantenimiento en stock están disponibles para su uso o consumo cuando se le requiere?		x		
12. ¿Cuál es su conocimiento del stock mínimo y máximo que debe existir para determinado repuesto de mantenimiento?	x			
13. ¿Conoce la estrategia y/o políticas para determinado stock a demanda de repuestos de mantenimiento que aún no se ha utilizado?		x		
14. ¿Priorizan en uso de los repuestos de mantenimiento en stock no utilizados para las nuevas órdenes de trabajo?		x		
15. ¿Sabe y puede diferenciar si el stock a demanda no utilizado fue por mantenimiento correctivo o preventivo?			x	
16. ¿Conoce el backlog de órdenes de trabajos de mantenimiento por espera de determinados repuestos?			x	
17. ¿Tiene usted acceso a información de fechas y tiempos de esperas mayores por repuestos de mantenimiento?			x	
18. ¿Cuál es su nivel de conocimiento sobre la aplicación de procedimientos para tratar tareas retrasadas de mantenimiento por espera de repuestos?			x	

Tabla de procesamiento de encuesta aplicada a Asistente de almacén de repuestos de mantenimiento (área de Logística).

Preguntas	Siempre / Alto	a veces / medio	rara vez / bajo	nunca / nulo
1. ¿Actualmente a todos los repuestos de mantenimiento se calcula la confiabilidad por su tasa de falla o recíproco el tiempo medio entre fallas?			x	
2. ¿A qué nivel se calcula la confiabilidad en Toromocho, a nivel de sistema (bajo), equipo (medio) o componente mantenible-repuesto (alto)?		x		
3. ¿El planificador y/o programador utiliza el indicador de confiabilidad para poder evaluar la mejor estrategia de repuestos de mantenimiento?		x		
4. ¿Cuál es su conocimiento del proceso de valoración de la consecuencia por no tener determinado repuesto de mantenimiento disponible?				x
5. ¿Integra los equipos de trabajo para el cálculo de la consecuencia de los repuestos de mantenimiento?			x	
6. ¿Tiene información disponible y de libre acceso a consultar la consecuencia de determinado repuesto de mantenimiento?				x
7. ¿Cuál es su nivel de conocimiento de las políticas de Stock que existen para repuestos de mantenimiento en Toromocho?			x	
8. ¿Participa usted en la actualización de las políticas de stock de los repuestos de mantenimiento?			x	
9. ¿Sabe usted que política de stock corresponde a determinado repuesto de mantenimiento?			x	
10. ¿Tiene acceso libre a consultar el nivel de stock de los repuestos de mantenimiento de Toromocho?			x	
11. ¿Los repuestos de mantenimiento en stock están disponibles para su uso o consumo cuando se le requiere?	x			
12. ¿Cuál es su conocimiento del stock mínimo y máximo que debe existir para determinado repuesto de mantenimiento?				x
13. ¿Conoce la estrategia y/o políticas para determinado stock a demanda de repuestos de mantenimiento que aún no se ha utilizado?			x	
14. ¿Priorizan en uso de los repuestos de mantenimiento en stock no utilizados para las nuevas órdenes de trabajo?			x	
15. ¿Sabe y puede diferenciar si el stock a demanda no utilizado fue por mantenimiento correctivo o preventivo?			x	
16. ¿Conoce el backlog de órdenes de trabajos de mantenimiento por espera de determinados repuestos?			x	
17. ¿Tiene usted acceso a información de fechas y tiempos de esperas mayores por repuestos de mantenimiento?			x	
18. ¿Cuál es su nivel de conocimiento sobre la aplicación de procedimientos para tratar tareas retrasadas de mantenimiento por espera de repuestos?				x

Tabla consolidada de resultados de encuestas aplicadas.

Preguntas	a) Siempre / Alto	b) a veces / medio	c) rara vez / bajo	d) nunca / nulo
1. ¿Actualmente a todos los repuestos de mantenimiento se calcula la confiabilidad por su tasa de falla o recíproco el tiempo medio entre fallas?	4	3	4	1
2. ¿A qué nivel se calcula la confiabilidad en Toromocho, a nivel de sistema (bajo), equipo (medio) o componente mantenible-repuesto (alto)?	7	3	2	0
3. ¿El planificador y/o programador utiliza el indicador de confiabilidad para poder evaluar la mejor estrategia de repuestos de mantenimiento?	6	4	2	0
4. ¿Cuál es su conocimiento del proceso de valoración de la consecuencia por no tener determinado repuesto de mantenimiento disponible?	8	2	1	1
5. ¿Integra los equipos de trabajo para el cálculo de la consecuencia de los repuestos de mantenimiento?	3	7	2	0
6. ¿Tiene información disponible y de libre acceso a consultar la consecuencia de determinado repuesto de mantenimiento?	2	8	1	1
7. ¿Cuál es su nivel de conocimiento de las políticas de Stock que existen para repuestos de mantenimiento en Toromocho?	6	4	2	0
8. ¿Participa usted en la actualización de las políticas de stock de los repuestos de mantenimiento?	3	6	3	0
9. ¿Sabe usted que política de stock corresponde a determinado repuesto de mantenimiento?	2	3	7	0
10. ¿Tiene acceso libre a consultar el nivel de stock de los repuestos de mantenimiento de Toromocho?	4	1	6	1
11. ¿Los repuestos de mantenimiento en stock están disponibles para su uso o consumo cuando se le requiere?	3	4	2	3
12. ¿Cuál es su conocimiento del stock mínimo y máximo que debe existir para determinado repuesto de mantenimiento?	2	4	5	1
13. ¿Conoce la estrategia y/o políticas para determinado stock a demanda de repuestos de mantenimiento que aún no se ha utilizado?	2	7	3	0
14. ¿Priorizan en uso de los repuestos de mantenimiento en stock no utilizados para las nuevas órdenes de trabajo?	6	4	2	0
15. ¿Sabe y puede diferenciar si el stock a demanda no utilizado fue por mantenimiento correctivo o preventivo?	5	2	3	2
16. ¿Conoce el backlog de órdenes de trabajos de mantenimiento por espera de determinados repuestos?	3	3	6	0
17. ¿Tiene usted acceso a información de fechas y tiempos de esperas mayores por repuestos de mantenimiento?	1	6	3	2
18. ¿Cuál es su nivel de conocimiento sobre la aplicación de procedimientos para tratar tareas retrasadas de mantenimiento por espera de repuestos?	2	4	5	1
	<b>69</b>	<b>75</b>	<b>59</b>	<b>13</b>