



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**“Aplicación del mantenimiento preventivo para minimizar la contaminación del aceite  
hidráulico del banco de pruebas de Bosch Rexroth S.A.C., 2019”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO INDUSTRIAL**

**AUTOR:**

**Chumpitaz Fernández, Julio César (ORCID: 0000-0002-5850-4899)**

**ASESOR:**

**Mg. Osmart Raúl, Morales Chalco (ORCID: 0000-0001-5023-3425)**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

**GESTIÓN EMPRESARIAL Y PRODUCTIVA**

**CALLAO – PERÚ**

**2019**

## **DEDICATORIA**

A mi madre Prisca, a mi hermano Juan y a mi esposa Rocio; por su gran amor, comprensión y apoyo incondicional en todos estos años de mi vida sirviéndome de motivación para día a día ser una mejor persona, guiando mis pasos en todo momento y siempre velando por mi bienestar.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por la bendición, paciencia y comprensión. A mi familia por brindarme esa fuerza y motivación día a día que me ha llevado hasta aquí, en los últimos tramos de mi carrera profesional.

## INDICE

<b>PAGINA DEL JURADO .....</b>	<b>ii</b>
<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>iii</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>iv</b>
<b>DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD .....</b>	<b>v</b>
<b>INDICE .....</b>	<b>vi</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>13</b>
<b>II. MÉTODO.....</b>	<b>33</b>
<b>2.1 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>33</b>
<b>2.1.1 Tipo y Nivel de Investigación .....</b>	<b>35</b>
<b>2.2 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....</b>	<b>36</b>
<b>2.2.1 Variable independiente.....</b>	<b>36</b>
<b>2.2.2 Variable dependiente: aspectos físico-químico.....</b>	<b>36</b>
<b>2.3.2 Muestra .....</b>	<b>37</b>
<b>2.4.1 Técnicas.....</b>	<b>37</b>
<b>2.4.2 Instrumento de recolección de datos.....</b>	<b>37</b>
<b>2.4.3 Validez.....</b>	<b>37</b>
<b>2.4.4 Confiabilidad .....</b>	<b>37</b>
<b>2.3 PROCEDIMIENTOS .....</b>	<b>39</b>
<b>2.4 MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS.....</b>	<b>39</b>
<b>2.5 ASPECTOS ÉTICOS.....</b>	<b>39</b>
<b>III. RESULTADOS.....</b>	<b>41</b>
<b>IV. DISCUSIÓN.....</b>	<b>54</b>
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>55</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>56</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>69</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>75</b>

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Información de problemas .....	21
Tabla 2. Comparación de grados .....	30
Tabla 3. Cronograma de desarrollo .....	36
Tabla 4. Muestras .....	37
Tabla 5. Validación de experto.....	38
Tabla 6. Niveles de confiabilidad.....	38
Tabla 7. Cronograma.....	41
Tabla 8. Normas a considerar ISO .....	42
Tabla 9. Resumen de proceso de datos.....	48
Tabla 10. Prueba de normalidad.....	48
Tabla 11. Prueba T student.....	49
Tabla 12. Prueba de normalidad.....	50
Tabla 13. Prueba estadística .....	50
Tabla 14. Prueba de muestra emparejada.....	51
Tabla 15. Prueba de normalidad.....	52
Tabla 16. Estadísticas de muestras emparejadas .....	52
Tabla 17. Muestra emparejadas .....	53

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Causa Raiz .....	14
Figura 2. Organigrama de la empresa.....	18
Figura 3. Diagrama de Ishikawa.....	19
Figura 4. Diagrama de Pareto.....	22
Figura 5. Operacionalización de variable .....	35
Figura 6. Componentes contaminados.....	35
Figura 7. Muestra de piezas.....	43
Figura 8. Oxidación de componentes .....	44
Figura 9. Muestra de desgaste .....	44
Figura 10. Porcentaje de reclamo .....	46
Figura 11. Reclamos físicos .....	47
Figura 12. Comparación de muestras.....	47

## INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Matriz de Consistencia.....	76
Anexo 2. Matriz de Validación del Instrumento de Obtención de Datos .....	77
Anexo 3. Validación de datos.....	78
Anexo 4. Operacionalización de variable.....	83
Anexo 5. Presupuesto de Tesis.....	84
Anexo 6. Financiamiento de Tesis .....	85

## **RESUMEN**

El trabajo de investigación denominada “Aplicación del mantenimiento preventivo para minimizar la contaminación del aceite hidráulico en el banco de pruebas de Bosch Rexroth S.A.C., 2019”. Fue planteada con el objetivo de determinar los indicadores de influencia de la contaminación del aceite hidráulico en los test que se realizan en el banco de pruebas y donde se realizan las calibraciones componentes hidráulicos para las empresas en la actividad minera.

Bosch Rexroth Perú fue creada en octubre de 2012 como una división dentro de la estructura local de Robert Bosch S.A.C., teniendo como principales objetivos el desarrollar el negocio y ampliar la cobertura de Rexroth a nivel nacional. Si bien el enfoque actual del mercado es primordialmente minero, también otros sectores productivos, tales como Petróleo / Gas, Construcción, Marina, Energía y Agroindustria utilizan componentes Rexroth. La confiabilidad de sus productos hace que Rexroth sea la primera elección para empresas orientadas hacia el futuro.

Esta investigación tiene un enfoque cuantitativo, es descriptivo, con diseño no experimental y descriptivo simple. La población estuvo constituida por las cantidades de reparaciones y servicios desde el mes de septiembre hasta diciembre del 2018. Se empleó las técnicas de análisis documental, observación de campo.

Palabras clave: gestión de servicio, hidráulica, empresa minera, confiabilidad.

## ABSTRACT

The research called "Application of preventive maintenance to minimize the contamination of hydraulic oil in the test bench of Bosch Rexroth S.A.C., 2019". It was set up with the objective of determining the indicators of management in the process of to repair hydraulics components.

Bosch Rexroth Peru was created in October 2012 as a division within the local structure of Robert Bosch S.A.C., with the main objectives of developing the business and expanding the coverage of Rexroth nationwide. Although the current focus of the market is primarily mining, other productive sectors, such as Oil / Gas, Construction, Marine, Energy and Agro-industry use Rexroth components. The reliability of its products makes Rexroth the first choice for future-oriented companies.

This research has a quantitative approach; it is descriptive, with a non-experimental and simple descriptive design. The population was constituted by the amounts of repairs and services from September to December 2018. Documentary analysis techniques were used, field observation.

Keywords: service management, hydraulic, mining companies, reliability

# **I. INTRODUCCIÓN**

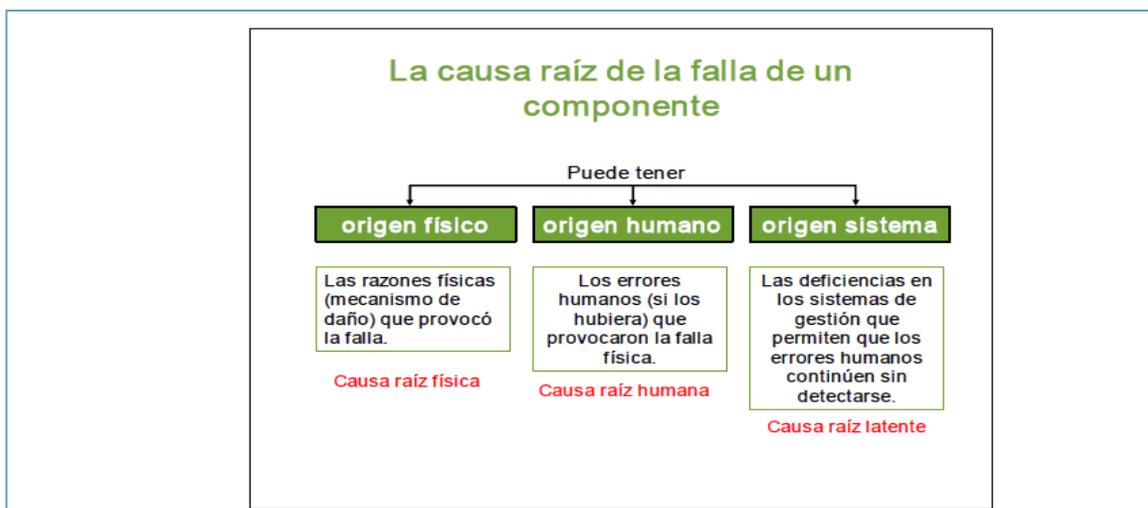
## 1.1 REALIDAD PROBLEMÁTICA

### 1.1.1 Realidad Mundial

A nivel mundial, el sector manufactura junto con la industria minera que aplican sistemas oleohidráulicos en sus equipos mineros. Con el transcurrir del tiempo están asumiendo mayor protagonismo y conscientes de lo que representa en la atención de las causas que presentan en los equipos mineros (palas, camiones, perforadoras, etc). Parte importante son los códigos de limpieza del aceite hidráulico. Siendo fundamental mantener códigos de limpieza adecuados para el buen funcionamiento de los equipos hidráulicos, dependiendo de la polución (cementeras), ambiente (minas mayores a 4000 msnm), condiciones climáticas que contribuyen a la contaminación del aceite y al deterioro de los equipos, disminuyendo la vida útil y ocasionando paradas no programadas de mantenimiento.

Tenemos mucha información sobre los análisis de fallas en sistemas hidráulicos y se logra obtener resultados de los análisis del fluido hidráulico del sistema. Este análisis de falla se conoce como: Análisis de causa Raíz.

En la figura 1, ubicamos el tipo de análisis de causa de contaminación en los componentes hidráulicos que están sometidos en las pruebas hidráulicas.



**Figura 1.** Causa Raíz.

**Fuente: Pontificia Universidad Católica del Perú.**

En los países latinoamericanos, las compañías que ofrecen los servicios de reparación oleohidráulico, están mejorando la calidad de los servicios, enfocándose en sistemas de soluciones para los equipos. En Chile, Argentina y Brasil se tiene contadores de partículas, sistemas de dializado y flushing; donde se tiene control de los códigos de limpieza de las unidades hidráulicas y los equipos donde se realiza el mantenimiento. En general, las empresas deben estas obligados en las compras de sistemas necesarios para la filtración y para el mantenimiento de los equipos, logrando prolongar la vida útil de los mismos. Estas empresas extranjeras invierten en los controles de mantenimiento predictivo y preventivo logrando una mayor integridad en los servicios de mantenimiento.

### **1.1.2 Realidad Latinoamericana**

En el Perú, las compañías industriales están tomando conciencia de que el mayor causante de paradas imprevistas y gastos de mantenimiento no programados se deben a la contaminación del aceite. Pero según nuestra realidad, las empresas tratan de minimizar los gastos de mantenimiento en el aceite y optan por realizar cambios de aceite sin considerar que puede ser recuperado o en todo caso realizar análisis de tribología para determinar los daños en los componentes y fallas prematuras en las bombas hidráulicas.

Dentro de los sectores industriales donde hay componentes hidráulicos, está el sector minero. Podemos citar este sector, que tiene dentro de sus procesos diferentes tipos de equipos y maquinarias que usan componentes oleohidráulicos. Cada equipo cumple una característica principal dentro del proceso ya sea de extracción, voladura, transporte, carguío, flotación, molienda y traslado de los minerales que son obtenidos de las mineras de tajo abierto o de socavón, los cuales con los diversos tipos de maquinarias obtienen el material necesario (oro, cobre, plata, zinc, etc).

La empresa denominada Bosch Rexroth SAC. Es una compañía que tiene más de 80 años a nivel

mundial, especializado en brindar soluciones de ingeniería y aplicaciones móviles. En Bosch Rexroth, es primordial la mejora continua y la búsqueda constante de la calidad y atención de calidad en el servicio e incluye la asistencia técnica y el soporte post venta de la mano con los mejores y últimos avances en tecnología, convierte a esta empresa con calidad y servicios garantizando la confiabilidad, fiabilidad y confianza generando la mayor tranquilidad de las empresas. Su local está situado en Av. Argentina 3618 Callao. La empresa tiene como principal objetivo la plena satisfacción de las necesidades de los clientes, en precios y disponibilidad de los productos de la amplia gama que ofrece Bosch Rexroth. Debido a estas razones, es indispensable tener en óptimas condiciones el Banco de prueba y su respectivo sistema de filtración hidráulica. Por esta razón, minimizar la contaminación cruzada de los componentes oleohidráulicos reparados es prioridad.

Es recomendable que haya una estructura en la organización de las empresas para poder garantizar un canal de comunicación eficiente dentro del proceso de pruebas de los componentes hidráulicos.

El banco de pruebas es un activo de la empresa el cual es crucial dentro de la organización.

Podemos mostrar en la siguiente figura 3, las ubicaciones de los equipos en los diversos procesos de una minera que extrae minerales.

Podemos apreciar el proceso de evaluación de componentes hidráulicos realizada por el personal técnico, podemos ver la reparación y el proceso de prueba que está sometido los componentes oleohidráulicos, el cual de acuerdo a protocolos es regulado. Es en esta etapa que se inicia la investigación de la contaminación del aceite hidráulico en el banco de prueba ya que debemos después de drenar el aceite evitar la contaminación cruzada, aplicando los sistemas de filtración adecuados y eficientes para mantener un código de limpieza adecuado para evitar daños prematuros en los componentes que se esta reparando.

Cada equipo tiene aplicaciones de bombas y motores hidráulicos dentro de su sistema, estos al cumplir con las horas de mantenimiento y/o tiempo de duración, son enviados para evaluar y

luego reparar. Dentro del proceso de la reparación esta la prueba hidráulica que sirve para regular y calibrar flujos y presiones que son adecuadas para el sistema hidráulico del equipo a intervenir.

En un artículo de la una empresa extranjera, podemos indicar la mayor incidencia de fallas en los sistema hidráulicos de acuerdo con la revista Hydraulics and Neumatics de USA. Estas fallas prematuras por contaminación pueden afectar la rentabilidad de los clientes, desprestigiar a la compañía que realizo las reparaciones y pruebas.

El cuadro muestra un porcentaje de causas de fallas prematuras en las bombas hidráulicas siendo los principales 13% por fallas de ensamblaje y 13% por fallas de alineamiento.

El cuadro muestra un porcentaje de causas de fallas prematuras en las bombas hidráulicas:

13% por fallas de ensamblaje.

13% por fallas de alineamiento.

11% por insuficiencia de fluidos.

18% por componentes.

4% por corrosión.

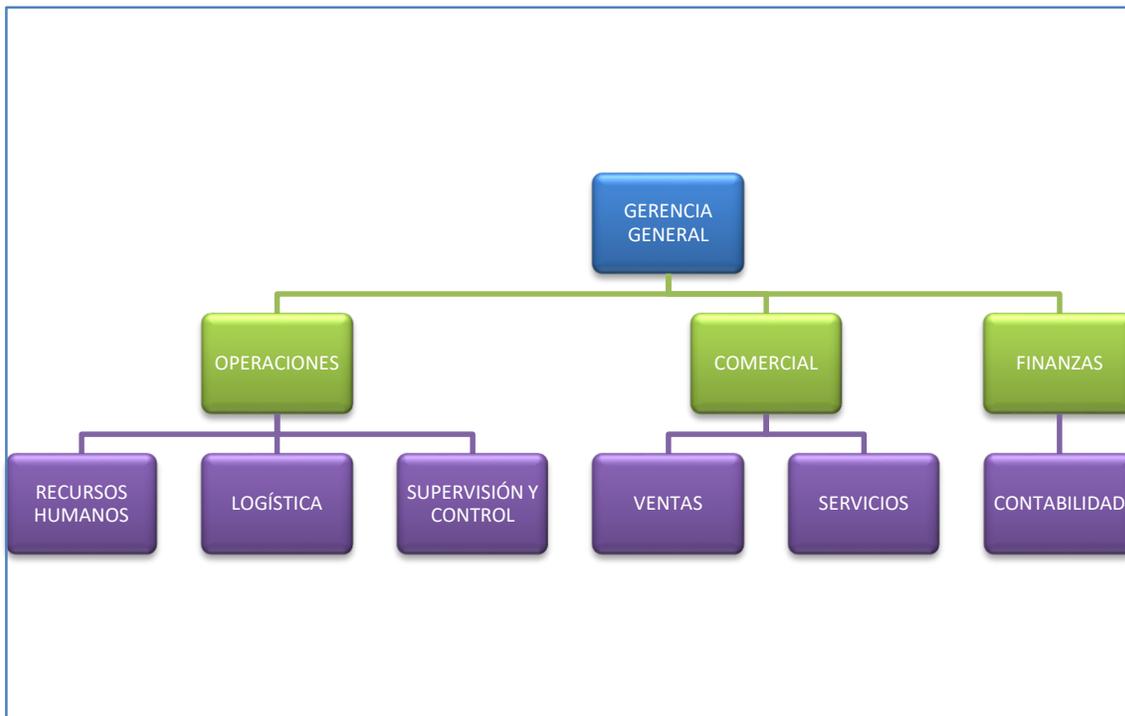
4% por otras fallas.

45% suciedad.

Las fallas prematuras de las bombas pueden ser atribuidas a muchas causas de daños frecuentemente por contaminación de fluidos. Ensamblaje inapropiado y alineamientos son las causas principales de acuerdo a los estudios realizado en Estados Unidos en el 2006.

Considerar que la falla referida en alineamiento es de acuerdo a los rodamientos instalados con una determinada cantidad de horas asociadas a su rendimiento y vida útil.

Los rodajes en bombas hidráulicas con grado de viscosidad de 30 Cst pueden durar entre 7000 a 8000 horas de trabajo.



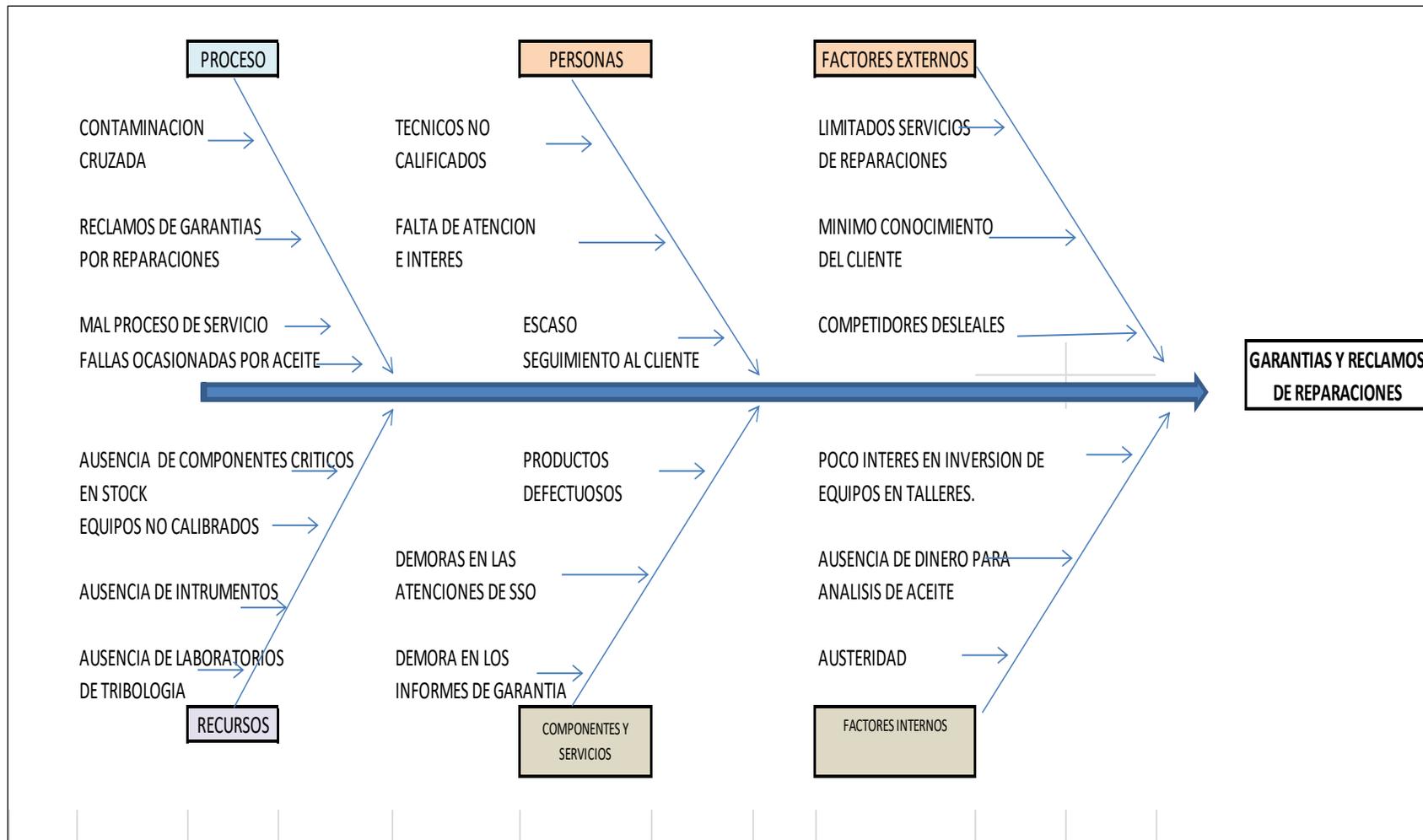
**Figura 2:** Organigrama de la empresa

### **Diagrama de Causa Efecto**

Después de haber sido detectado las causas principales dentro del área de servicios de Rexroth. El diagrama de Ishikawa fue apareciendo en el siglo XX junto con la industria y luego en los servicios para poder tener más facilidad en determinar las causas y buscar las soluciones sobre calidad de los procedimientos en las empresas, en los productos y en los servicios. Fue desarrollado por Kaoru Ishikawa por el año de 1943 y de ahí se deriva su nombre a esta herramienta de gestión.

Adjuntamos el diagrama de Ishikawa en la figura 3, que es analizado desde el área de servicios, el cual puede explicar que los procesos detectados se encuentran el problema de la productividad en el área de servicios.

**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 3: Diagrama de ISHIKAWA.**

Fuente: Elaboración propia

Podemos observar que las causas más encontrados en el área de la empresa Bosch Rexroth SAC. La causa más relevante es la falta de control del aceite hidráulico y estos problemas afectan significativamente a los controles de calidad de la empresa. La principal causa esta en relación a falla de reparaciones y servicios de mantenimiento en terreno; viene a ser la presencia de la falta de control de contaminación del aceite hidráulico que se brinda a diversos clientes minero e industrial. Algunos de los equipos de conteo de partículas no están con la calibración vigente el cual o puede brindar una garantía del código otorgado. Mostraremos un ejemplo de certificación de calibración de equipo vigente para equipos de conteo de partículas y otros instrumentos.

En cuanto a personal, debe ser calificada teniendo conocimiento de las condiciones y mostrando el interés para las atenciones de reclamos y/o garantías, teniendo la información de las calidades del aceite hidráulico por ser fundamental en el sistema. El siguiente es proceso, aquí lo más resaltante es la falta de inadecuada atención a los procesos de atención, falta de controles en los sistemas hidráulicos e incumplimiento de los planes de mantenimiento de los equipos usados para los servicios. Los recursos son importantes para cualquier empresa, la falta de componentes en stock como filtros, la falta de instrumentos y convenios con empresas que brindan el servicio de análisis tribológico son necesarios para contar con una empresa confiable. En componentes y servicios es necesario el control de los inventarios revisando que los componentes almacenados no tengan ningún daño cuando se entrega al cliente, las demoras para las atenciones y la emisión de los informes de garantías deben ser realizadas en el menor tiempo posible para poder demostrar si procede o no procede como tal.

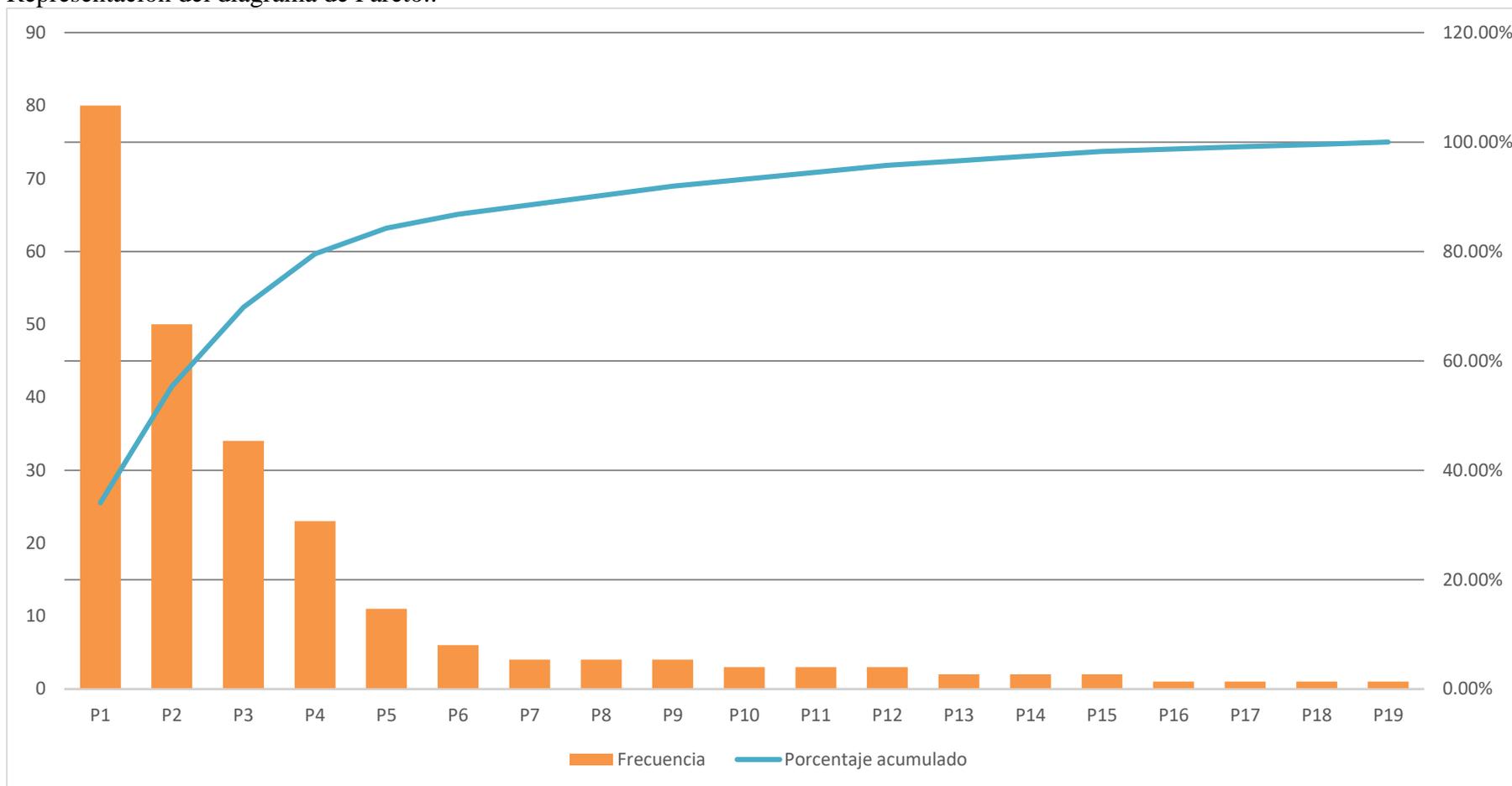
- Contaminación cruzada
- Reclamos de garantías por reparaciones
- Fallas ocasionadas por aceite contaminado
- Mal proceso de servicio
- Equipos no calibrados
- Falta de stock de filtros necesarios
- Mala información en los informes técnicos

Tabla 1 Información de los problemas por falta de control del aceite hidráulicos en el área de servicios de Bosch Rexroth S.A.C.

# de causa	Cuadro de causas	Frecuencia	Frecuencia acumulada	Porcentaje	Porcentaje acumulado
P1	Contaminación cruzada	80	52	34.04%	34.04%
P2	Reclamos de garantías por reparaciones	50	102	21.28%	55.32%
P3	Fallas ocasionadas por aceite contaminado	34	136	14.47%	69.79%
P4	Mal proceso de servicio	23	159	9.79%	79.57%
P5	Equipos no calibrados	11	170	4.68%	84.26%
P6	ausencia de repuestos críticos en stock	6	176	2.55%	86.81%
P7	Mala información en los informes técnicos	4	180	1.70%	88.51%
P8	Personal habilitado para servicio	4	184	1.70%	90.21%
P9	Malas cotizaciones emitidas por servicios.	4	188	1.70%	91.91%
P10	falta de atención e interés	3	191	1.28%	93.19%
P11	escaso seguimiento al cliente	3	194	1.28%	94.47%
P12	demoras en las atenciones de sso	3	197	1.28%	95.74%
P13	productos defectuosos	2	199	0.85%	96.60%
P14	limitados servicios de reparaciones	2	201	0.85%	97.45%
P15	falta de conocimiento del cliente	2	203	0.85%	98.30%
P16	competidores desleales	1	204	0.43%	98.72%
P17	poco interés en inversión de equipos en taller	1	205	0.43%	99.15%
P18	falta de dinero para análisis de aceite	1	206	0.43%	99.57%
P19	Austeridad	1	207	0.43%	100.00%

**Fuente:** Elaboración propia

### Representación del diagrama de Pareto..



**Figura 4:** Diagrama de Pareto.

**Fuente:** Elaboración propia

## **Antecedentes.**

### ***Nacionales.***

James Anderson Galarza Mendoza (2017) en la tesis: “*Plan de mantenimiento basado en análisis de aceite para mejorar la disponibilidad de la excavadora caterpillar 390 FL de Stracon Gym – Cajamarca*”, presentada para optar el título de Ingeniero Mecánico en la UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ (Huancayo, Perú).

El presente trabajo de investigación, tiene como principal objetivo, la aplicación del mantenimiento predictivo para equipos de gran envergadura como son los equipos pesados. Este estudio tiene un rol importante dentro de la industria minera. La excavadora 390 es considerada por la empresa Stracong como una de las más importantes dada la capacidad de carga que puede transportar dentro del proyecto la Zanja. Este estudio es del tipo cuantitativo y de aplicado, También es longitudinal. El autor de la tesis, tiene como resultado que los programas de mantenimiento preventivo deben ser con anticipación y no afectar las horas de trabajo y la productividad de la excavadora, Con el plan de mantenimiento que está basado en el análisis del aceite, el cual se ha logrado controlar y minimizar las paradas y tener mayor disponibilidad para la operación minera.

Los resultados del aceite filtrado tienen una notable mejoría del 29% en estado normal a un 86 % actualmente. Los resultados muestras también que en el sistema hidráulico tiene una representación del 14 % del uso del aceite para seguimiento. Los principales hallazgos en la muestra de aceite sigue siendo el sílice.

Marco Antonio Ledesma Mercado (2014) en la tesis: “*Análisis de aceite hidráulico para identificar componentes de desgaste en el sistema de implementos de excavadoras 336dl cat*”, presentada para optar el título de Ingeniero Mecánico en la UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ (Huancayo, Perú).

En la investigación realizada, el cual tiene como objetivo principal identificar los diferentes tipos de elementos químicos que tiene el aceite hidráulico y tiene como herramienta el uso de análisis de aceite en laboratorio. Adicionalmente, se puede comprobar que hay otros componentes químicos dentro del análisis metalográfico. Los componentes hallados en las muestras de aceite hidráulico son: El Fierre, Cobre, Cromo, Zinc, Manganeso, Niquel y Silice..

El estudio es experimental y aplicado, longitudinal transversal. Sus estadísticas prueban que del 75 al 85% de todas las paradas y fallas en el sistema hidráulico son por el aceite contaminado el cual permite analizar el tipo de desgaste de cada componente del sistema hidráulico. También podemos comprobar que la composición metálica de los componentes de sistemas hidráulicos tiene relación

con el material de los componentes internos que contiene el Hierro, Cobre, Cromo, Zinc, Manganeso, Níquel. Aleaciones encontradas como el bronce, tienen coincidencia de acuerdo a lo indicado por Maduako, donde menciona características de los componentes que se hallan en las piezas que están sometidas a torsión, presión y desgaste, los cuales originan el incremento de contaminantes en el aceite hidráulico.

Estos resultados serán comparados con los de las muestras que tenemos en el banco de pruebas y concluir los tipos de contaminación físico y químico del aceite.

FUENTES, Sebastian. “Propuesta de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo basado en los indicadores de Overall Equipment Efficiency para la reducción de los costos de mantenimiento en la empresa Hilados Richard’s S.A.C”.. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Lima. Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. Facultad de Ingeniería. 2015. (111 pp.).

El trabajo de investigación propone que la implementación del plan de mantenimiento preventivo reducirá las horas de paradas en los equipos. El nuevo plan disminuirá drásticamente las horas y garantizar el incremento de la productividad prolongando la vida útil de los equipos involucrados. También incrementar la disponibilidad de los equipos para cumplir las metas de producción esperadas. Este estudio es del tipo descriptivo pre experimental. En esta tesis el autor tiene dos conclusiones relevantes: el primero, que la implementación del mantenimiento predictivo, la empresa estaría ahorrando un ahorro en costos de S/. 103 020,53 semestrales, siendo importante el atender correctamente todas las averías menores y evitar a tiempo las de mayor problemas. La segunda conclusión, considera que la compañía presenta aceleración en la implementación de todas las actividades involucradas en el mantenimiento preventivo incrementando en 5 tn/mes en los procesos de producción y la disminución del 30% en fallas mecánicas de los diversos tipos de máquinas que están vinculadas en el proceso productivo.

### ***Internacionales.***

José Miguel Salavert Fernández (2016); en la tesis: “CARACTERIZACIÓN DE ACEITES HIDRÁULICOS Y LÍQUIDOS REFRIGERANTES EN MÁQUINAS DE INYECCIÓN DE PLÁSTICO PARA EL DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO”. Presentada para optar el título de Ingeniero Mecánico en la Politécnica de Valencia (Valencia, España).

En el trabajo de tesis, notamos que el principal objetivo se enfoca en el plan de mantenimiento

predictivo teniendo como base la identificación de los líquidos refrigerantes y las características de los líquidos hidráulicos. El mantenimiento predictivo asegura que los fluidos mencionados tengan las propiedades adecuadas para que sea correctamente eficiente la maquina donde se está aplicando y lograr el mayor rendimiento posible. Esta tesis es aplicada y experimental. El autor concluye que para analizar el estado de los diferentes fluidos deben realizar el análisis de laboratorio respectivo. El autor concluye que teniendo los datos de laboratorio y teniendo el diseño del plan de mantenimiento de acuerdo a los parámetros seleccionados se puede monitorear el estado de las máquinas mediante la tribología

De acuerdo a los objetivos trazados, la contaminación del aceite y la importancia del mantenimiento predictivo hacen que sea de gran importancia en las empresas que están diseñando un plan de mantenimiento que les garantice la productividad y disminución de los costos asociados.

**Alejandro Javier Mideros Romero** (2014); en la tesis: DISEÑO DE UN LABORATORIO DE ANÁLISIS DE ACEITES LUBRICANTES EN LA ESPOL PARA SUSTENTAR PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO”. Presentada para optar el título de Ingeniero mecánico (Guayaquil, Ecuador).

En la tesis el objetivo principal es la implementación del laboratorio y sustentar el costo beneficio de la aplicación en el mantenimiento predictivo para evitar las fallas prematuras y determinar las mejores condiciones de los aceites para poder anticipar las fallas y averías. En los aceites la viscosidad, la oxidación, la falta de aditivo antiespuma son propiedades del aceite que podemos analizar en el laboratorio y podemos detectar a tiempo de acuerdo a determinadas horas de operación. Este estudio es aplicado, experimental y transversal longitudinal.

El autor concluye que la implementación del laboratorio sirve para el sustento de la aplicación del mantenimiento predictivo y está sustentado el gasto de inversión en maquinaria adecuada para los análisis de los fluidos asociados a los equipos que están dentro de la línea de producción.

Factor importante es la correcta interpretación y el respectivo análisis de los resultados del laboratorio el cual es sustentado el cambio del aceite u otro fluido para poder generar el mejor plan de acción para poder tomar las medidas preventivas y ofrecer la mayor confiabilidad a los equipos.

**SOTO, Valentina** (2016); en la tesis: “Diseño de un plan de mantenimiento para la flota naviera de la empresa Frasal S.A.”. Presentada para optar el título de Ingeniero Civil Industrial en la Universidad Austral de Chile (Puerto Mont, Chile).

En el trabajo de investigación, el principal objetivo es implementar el plan de mantenimiento que consiste en elaborar el plan usando la herramienta Macros para Excel, para la aplicación y el registro junto con el control de las actividades de mantenimiento realizado en el equipo que son embarcaciones. De esta manera se tendrá una correcta y oportuna acción para el mantenimiento, minimizar la cantidad de paradas no programadas e incrementar la disponibilidad de las motonaves. Se tuvo que efectuar el análisis de situación actual de la empresa, investigando las fallas más frecuentes, realizando proposiciones que lleven a la solución para todas ellas. Se hizo el estudio con la población de las embarcaciones de la empresa y se realizó una categorización ABC y se definió el stock. La tesis es aplicada y experimental. El autor de la tesis concluye que es necesario detectar la necesidad de capacitación, con la aplicación de un plan elaborado para mantenimiento preventivo, con manuales de servicio junto con la propuesta para la elaboración del plan de mantenimiento, ejecutando los análisis de todas las actividades donde se pueda aplicar el mantenimiento y teniendo en consideración las embarcaciones que están sometidas a largos tramos de servicio y la experiencia de los que trabajan con la flota.

### **Teorías relacionadas al tema.**

#### **Definición de Mantenimiento:**

Es la técnica que se centra en ejecutar un proceso de obtención de datos y su respectivo análisis sobre los procesos actuales de mantenimiento junto con los sistemas de datos usados o afines con el objetivo de detectar oportunidades de mejoras. (Sondalin Mike, 2015).

Es el proceso donde se verifica los alcances de los indicadores del mantenimiento junto con la relación con los estándares o las referencias anteriores. Mediante el uso de técnicas cualitativas y cuantitativas para el proceso y análisis de la información. (Galar y Kumar, 2016).

#### **Tipos de Mantenimiento.**

Según Gómez (1998), es posible que se establezcan diferentes tipos o clases de mantenimiento, donde se atienden las posibles funciones donde se atribuyen, y el cómo utilizarlas, se tiene que considerar que se puede enfocar en varias enfoques metodológicos o tener una lógica de planteamiento, que depende de varios factores que deben ser desarrollados antes o después de la falla o avería.

También Cervantes et al. (2007) indica que tenemos varios tipos de clasificación de mantenimientos y las diferencias en cuanto a los objetivos que planifica los recursos, componentes a usar, etc. Actualmente, en las grandes compañías, los recursos a emplear no se tiene una exclusividad, se requiere realizar el mantenimiento de manera planificada que combina los objetivos de

mantenimiento planificado y así optimizar los costos globales y mantener la disposición de equipos.

### **Mantenimiento Preventivo.**

En el mantenimiento del tipo preventivo, se aplica el sistema de verificación junto con las inspecciones periódicas que se han establecido en un programa analizado sobre el activo fijo de la empresa para poder detectar las condiciones y situaciones de los equipos. Importante revisar el estado de los mismos y poder realizar las sugerencias para el siguiente mantenimiento, detectando situaciones inadecuadas de operación que pueden ocasionar las paradas de la producción o que la maquinaria se deteriore gravemente incrementando el valor del mantenimiento al requerir mayor cantidad de componentes e invirtiendo mayor tiempo para su reparación. Las fallas que inicialmente se presentaron se incrementan. Por ese motivo, el mantenimiento preventivo detecta las fallas iniciales y debemos evitar que se haga más complicado. (Sierra G., 2004, p. 14).

En la actualidad, la falta de la aplicación de mantenimiento en las maquinarias y equipos originan pérdidas económicas por la falla imprevista de sus maquinarias, disminuyendo la capacidad de producción generando grandes pérdidas en la compañía. (García, 2012, p.19).

### **Mantenimiento preventivo.**

En la década de los 60's aparece el concepto de prevenir las fallas antes de malograr los equipos para poder economizar el dinero y las inversiones. Es donde el mantenimiento preventivo se hace presente, realizando el análisis del punto óptimo y que es adecuado el mantenimiento preventivo y correctivo origina menores costos.

Según MORROW (s.f.), cuando debemos reducir los costos que se producen por no tener las máquinas operativas y la falta de disponibilidad de equipos de producción, llevan al personal de mantenimiento a programar las inspecciones y revisiones de los equipos y dejarlos en el mejor estado posible para reducir las probabilidades de daño. Donde se presenta la incertidumbre de los costos que genera. ¿Hasta dónde las etapas dadas para las inspecciones de mantenimiento están sobredimensionadas? ¿Hasta dónde se puede reducir los tiempos de las inspecciones sin consecuencias graves para las maquinarias y/o equipos reduciendo los costos del mantenimiento? Todas estas preguntas no tienen respuestas precisas y tienen restricciones a la eficacia y eficiencia del mantenimiento. (Citado por SOTOMAYOR, 2016, p.14)

De acuerdo a Mike Sondalini, el mantenimiento preventivo, tiene nuevos avances que exigen una nueva filosofía del mantenimiento aplicado. Surge entonces una nueva técnica de mantenimiento donde se basa en la condición, el cual se originó debido a la evolución de las técnicas

de mantenimiento de los equipos y maquinarias, así como se establece el conocimiento de la confiabilidad para el mantenimiento. La confiabilidad de los equipos es una disciplina clave en el proceso, donde se aplica todos los conceptos y conocimientos extremadamente útiles y que algunos autores hablen y escriban sobre el mantenimiento orientado en la confiabilidad.

### **Mantenimiento Correctivo.**

Dentro de los tipos de mantenimiento, tenemos el mantenimiento correctivo; que es aquel que sirve para realizar las correcciones de los equipos en medida que los usuarios están comunicando las fallas que ocurren en los equipos. Quiere decir que cuando ocurre la falla inmediatamente tiene que ir el equipo de mecánicos para poder realizar el trabajo de mantenimiento correctivo, tratando de realizarlo en el menor tiempo posible. El tipo de mantenimiento correctivo es importante porque no se puede realizar el plan de mantenimiento si no se tiene un plan preventivo y siempre estaremos realizando correctivos si no hay un plan eficiente. Lamentablemente siempre habrá mantenimientos correctivos ya que siempre aparecen de manera imprevista, donde se trata de evitar los desperfectos y siempre hacer las reparaciones lo más pronto posibles.

### **Mantenimiento Predictivo.**

Para el mantenimiento predictivo es importante para realizar seguimiento al estado de algunas de las más importantes condiciones de los equipos, realizar seguimiento de todas las variables que puede monitorearse en el equipo. Las variables a medir en intervalos de tiempo donde se define para poder realizar pronósticos y diagnósticos adecuados antes de evitar la parada no programada. Dentro de las variables más comunes que se utilizan para analizar son: la presión, el caudal, las vibraciones, la tribología, el ruido, los valores de temperatura, el conteo de las partículas, el ultrasonido, el alineamiento. El mantenimiento predictivo nos ayuda al ahorro de repuestos, a mejorar todo el proceso de producción y reducir el consumo de energía para mejorar la productividad. Todo el estudio de las variables mencionadas ayuda a generar informes de predicción para tener los repuestos y materiales adecuados para poder brindar adecuadamente lo necesario cuando ocurra el mantenimiento correctivo.

Este mantenimiento predictivo tiene que ser aplicado adecuadamente para poder generar el máximo beneficio de la empresa y también es necesario realizar el plan más adecuado de acuerdo a las necesidades y tipo de empresa donde es aplicado el plan de mantenimiento.

### **Mantenimiento Productivo Total.**

TPM o mantenimiento productivo total, tiene como objetivo principal elevar la eficiencia de los

equipos y poder tener la mayor productividad en la empresa. Este enfoque del tipo japonés busca elevar el estándar dentro de las empresas. El TPM tiene la consigna de realizar el mejor abajo en equipo, la mejora continua y la proactividad de los equipos de trabajo para incrementar la competitividad de la empresa. Implementar el TPM trae beneficios importantes para la empresa como la reducción de todos los costos de mantenimiento, incrementar la vida útil de los equipos y maquinarias, incrementar la disponibilidad de los equipos y lograr la máxima productividad. Esto eleva y motiva a los empleados a realizar mejor su trabajo teniendo equipos con mayor confiabilidad.

### **La contaminación del aceite hidráulico.**

De acuerdo a la norma ISO 4406: Códigos de limpieza del aceite hidráulico.

Cuando es necesario detectar y/o corregir problemas de contaminación de aceite, tenemos que utilizar la escala de referencia ISO 4006 y NAS 1638, aunque hay otros métodos para poder realizar el conteo de partículas. MIL-STD 1246C-NAVAIR 01-1 o CHA(RN).

#### a) ISO 4406:1987 e ISO 4406:1999

Cuando la versión ISO de 1987 resulta mediante un código que se compone por dos dígitos. El primero corresponde al total de partículas que son de tamaño superior a las 5 micras por mililitro de líquido, el segundo corresponde al número de partículas totales superiores las 15 micras por mililitro de líquido.

En la versión ISO 4406 de 1999, los resultados se están expresando por tres códigos compuestos que se componen por: >4 y >6 micras y nos indican la tendencia de la formación de los depósitos de las partículas más grandes que están presentes en el fluido.

Estas partículas mayores son las que ocasionan el mayor daño catastrófico en los equipos y sistemas hidráulicos.

### **Tabla 2: Comparación entre los grados de limpieza ISO 4406 y NAS 1638.**

Código ISO	Partículas/mililitro			NAS 1638
	$\geq 2 \mu$	$\geq 5 \mu$	$\geq 15 \mu$	
23/21/18	80000	20000	2500	12
22/20/18	40000	10000	2500	-
22/20/17	40000	10000	1300	11
22/20/16	40000	10000	640	-
21/19/16	20000	5000	640	10
20/18/15	10000	2500	320	9
19/17/14	5000	1300	160	8
18/16/13	2500	640	80	7
17/15/12	1300	320	40	6
16/14/12	640	160	40	-
16/14/11	640	160	20	5
15/13/10	320	80	10	4
14/12/9	160	40	5	3
13/11/8	80	20	2.5	2
12/10/8	40	10	2.5	-
12/10/7	40	10	1.3	1
12/10/6	40	10	0.64	-

Fuente: Hypro Filtration.

### Formulación del problema.

En las pruebas que se realizan en el banco hidráulico, se tienen que revisar el proceso de armado de los componentes, los cuales pueden ocasionar que se envíe el componente con daño abrasivo disminuyendo la vida útil del equipo y comprometer la calidad de la reparación.

Con el mantenimiento preventivo se busca minimizar la contaminación del aceite hidráulico y evitar la contaminación en los equipos donde va instalada lo el componente.

### Problema general.

¿De qué manera influye el mantenimiento preventivo para minimizar la contaminación en el aceite hidráulico del banco de pruebas de Bosch Rexroth S.A.C., 2019?

### Problema específico.

1.- ¿De qué manera la aplicación del mantenimiento preventivo minimiza la contaminación física en el el aceite hidráulico del banco de pruebas de Bosch Rexroth S.A.C., 2019?

2.- ¿De qué manera la aplicación del mantenimiento preventivo minimiza la contaminación química en el el aceite hidráulico del banco de pruebas de Bosch Rexroth S.A.C., 2019?

### Justificación.

Peter F. Drucker, en su obra: “Líderes de Servicio”, menciona que la gestión de servicios exige otra forma de dirigir, diferente a la utilizada mayormente por las organizaciones. Aquí vamos a emplear las expresiones: “ENFOQUE DE SERVICIOS” u “ORIENTACION DE SERVICIOS”, indistintamente, para referirnos a esa forma de entender y llevar a cabo la gestión de servicios. El primer aspecto a considerar es que la orientación al servicio requiere *a priori* una filosofía de dirección empresarial.

### **Práctica.**

Hay que considerar que los trabajos que están involucrados tienen permitido resolver un problema o que nos brinde diversas estrategias y que nos servirán para el apoyo en el resultado. Esta investigación tiene justificación en la práctica; porque se logra aumentar la calidad y eficiencia de los servicios, se va a incrementar la facturación de la empresa; es decir se evitarán reclamos injustificados, se mejorarán los índices de ventas, se minimizarán los costos del personal. Lo cual, en la práctica, incide en la productividad total de la empresa y sobre todo en la rentabilidad de la misma.

### **Metodológica.**

La justificación metodológica de este proyecto de investigación, es poder tener un mejor trabajo y desarrollar algo novedoso, realizar un nuevo método, un nuevo proceso o una nueva estrategia para lograr más conocimientos válidos y confiables. Si al realizar un mejor estudio, buscaremos nuevos métodos y analizaremos mejores opciones para generar este conocimiento respecto al análisis de las causas que hay en un taller hidráulico. Nuevos métodos o técnicas para generar conocimientos, busca nuevas formas de hacer investigación, entonces podemos decir que la investigación tiene una justificación metodológica. (Mendez, 2012)

La presente investigación, se justifica metodológicamente porque, se demostrará la incidencia de una variable a través del método científico, se llegará a tal demostración; utilizando un diseño de investigación descriptivo. Para nuestro caso la variable será la gestión de servicios.

### **Económica.**

El tener un sistema de gestión en control y seguridad de la norma abrirá nuevos lazos comerciales

y brindara mayor confianza a los clientes que transportan su carga por carretera, con el cual sus ingresos subirán entre 70% o 90% de que actualmente se tiene. El cual demuestra mayor rentabilidad en sus utilidades.

### **Objetivos.**

#### **Objetivo principal.**

Determinar como la aplicación del mantenimiento preventivo reduce la contaminación del aceite hidráulico en el banco de pruebas de Bosch Rexroth S.A.C., 2019

#### **Objetivo específicos.**

- 1.- Determinar como la aplicación del mantenimiento preventivo reduce la contaminación física del aceite hidráulico en el banco de pruebas de Bosch Rexroth S.A.C., 2019.
- 2.- Determinar como la aplicación mantenimiento preventivo reduce la contaminación química del aceite hidráulico en el banco de pruebas de Bosch Rexroth S.A.C., 2019.

### **Hipótesis**

#### **Hipótesis general.**

H: La aplicación del mantenimiento preventivo reduce la contaminación del aceite hidráulico en el banco de pruebas de Bosch Rexroth S.A.C., 2019

#### **Hipótesis específico.**

**H1:** La aplicación del mantenimiento preventivo reduce la contaminación física del aceite hidráulico en el banco de pruebas de Bosch Rexroth S.A.C., 2019.

**H2:** La aplicación del plan de mantenimiento preventivo reduce la contaminación química del aceite hidráulico en el banco de pruebas de Bosch Rexroth S.A.C., 2019.

## II. MÉTODO

### 2.1 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

#### 2.1.1 Tipo y diseño de investigación.

##### Tipo de estudio.

La presente investigación responde al tipo cuantitativo - pre experimental; debido que buscó un resultado de la aplicación del mantenimiento preventivo del aceite hidráulico.

Para Hernández, Fernández y Baptista (2014), consiste en administrar un estímulo o tratamiento un grupo y después aplicar una medición de una o más variables para observar cual es el nivel del grupo en esta variable. No hay manipulación de la variable independiente, ni referencia previa de cuál era el nivel que tenía el grupo en las variables dependientes antes del estímulo ni existe grupo de comparación.

##### Diseño de Investigación.

Hernández, Fernández, Baptista (2014) sostienen que la Investigación pre experimental del tipo cuantitativa puede definirse como una investigación que puede realizar sin tener manipulación de las variables para que se refleje en la otra variable. Es decir, debe tratarse de estudios donde no se hace variar variables. Lo que hacemos en la investigación del tipo no experimental es donde el observador analiza los fenómenos en su contexto actual.

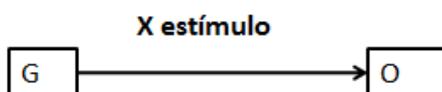
La investigación considero el diseño de investigación pre - Experimental, y según el tiempo que se realizó el estudio longitudinal pues mide las observaciones en dos tiempos en el antes y después de la implementación

El diseño para administrar un estímulo o tratamiento a un grupo y después aplicar una medición para observar su efecto en la variable dependiente.

La manipulación es mínima de la VI , ni tampoco hay control experimental

Diseño de la investigación

G X O



*G: grupo o muestra*

*O: observación*

*X: Estímulo*

## **2.2 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.**

Según Soriano (1981) citado por Bernal (2010), “una variable es una característica o atributo que puede estar o no presente en los individuos” (p. 139).

## 2.2 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 5. Operacionalización de variables

OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES					
VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALAS
INDEPENDIENTE APLICACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO	Por tanto, estos nuevos avances tecnológicos exigen que una nueva filosofía de mantenimiento debería ser aplicada. Nace entonces la generación del mantenimiento basado en la condición, que se originó por el desarrollo de técnicas predictivas efectivas de acompañamiento de las condiciones de los equipos, así como por la propagación de los conocimientos de la confiabilidad en el mantenimiento. Es así como la confiabilidad pasa a ser una disciplina clave en el proceso de mantenimiento, donde se aplican conceptos extremadamente útiles y simples, conceptos que permitieron que algunos autores hablen hoy de mantenimiento centrado en la confiabilidad. (SONDALINI Mike. The Japanese Path To Maintenance Excellence. ED E-Books: Products, 2015)	La <b>confiabilidad</b> puede ser definida como la “confianza” que se tiene de que un componente, equipo o sistema desempeñe su función básica, durante un período de tiempo preestablecido, bajo condiciones estándares de operación	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	$R(t) = e^{-\lambda t}$	RAZON
		La <b>disponibilidad</b> , objetivo principal del mantenimiento, puede ser definida como la confianza de que un componente o sistema que sufrió mantenimiento, ejerza su función satisfactoriamente para un tiempo dado.		$D(t) = \frac{\sum \text{tiempos disponibles para la pcción}}{\sum \text{tiempos disponibles para la pcción} + \sum \text{tiempos en mto}}$	RAZON
		La <b>mantenibilidad</b> se puede definir como la expectativa que se tiene de que un equipo o sistema pueda ser colocado en condiciones de operación dentro de un periodo de tiempo establecido, cuando la acción de mantenimiento es ejecutada de acuerdo con procedimientos prescritos.		$M(t) = 1 - e^{-\mu.t}$	RAZON
DEPENDIENTE: REDUCIR LA CONTAMINACIÓN DEL ACEITE HIDRAULICO	Nos da una medida muy exacta de la cantidad de humedad o agua presente en las muestras de aceite. El agua puede entrar al sistema a partir de los enfriadores, intercambiadores, filtros defectuosos, tornillos abrasaderas, tapas, etcetera. (Karl Fisher-2015)	CONSISTE EN ANALISAR EL ACEITE EN EL LABORATORIO Y EN EL CONTROL DE LA VISCOSIDAD	CONTAMINACION FISICA	CODIGO DE LIMPIEZA ISO 4406	RAZON
		CONSISTE EN ANALIZAR EL ACEITE EN EL LABORATORIO Y EL PORCENTAJE DE AGUA	CONTAMINACION QUIMICA	PORCENTAJE DE AGUA ISO 12922 ELEMENTOS QUIMICOS DIN 51399-1	

Fuente: *Elaboración Propia*

## 2.2.1 Variable independiente

### a) Criterio de confiabilidad

La confiabilidad también es formulada como el establecimiento del valor de confianza en la ejecución del mantenimiento del equipo, sistema o componente donde empeñe su condición básica, y que se logre un desempeño óptimo en un tiempo establecido que tiene las condiciones estándar en las operaciones. La definición importante que comprende la confiabilidad es la probabilidad. De que un ítem pueda desempeñar su función que es requerida durante los intervalos de tiempo y bajo las condiciones de uso que se han definido.

La confiabilidad puede ser formulada a través de esta fórmula:

$$R(t) = e^{-\lambda t}$$

Donde:

R(t): Confiabilidad de un equipo en un tiempo t dado

e: constante Neperiana (e=2.303..)

$\lambda$ : □ Tasa de fallas (número total de fallas por período de operación)

t: tiempo

La confiabilidad es la probabilidad de que no ocurra una falla de determinado tipo, para una misión definida y con un nivel de confianza dado.

### b) Criterio de disponibilidad

Para la disponibilidad el cual tiene como principal objetivo es el mantenimiento, que puede ser definida como el grado de confianza de los componentes o sistema que entro en mantenimiento y que ejecute las funciones dentro de los tiempos establecidos satisfactoriamente y que pueda estar a disposición dentro de la cadena de producción.

En la industria, la disponibilidad se representa como un valor porcentual de tiempo en donde el equipo está listo para poder empezar a operar o producir continuamente y sea parte importante dentro de la cadena de producción.

La disponibilidad  $D(t)$  matemáticamente, se puede definir como la relación entre el tiempo en que el equipo

$$D(t) = \frac{\sum \text{tiempos disponibles para la pcción}}{\sum \text{tiempos disponibles para la pcción} + \sum \text{tiempos en mto}} \quad (2)$$

ó

$$D(t) = \frac{TMEF}{TMEF + TMPR} \quad (3)$$

### c) CRITERIO DE LA MANTENIBILIDAD

La definición de la mantenibilidad es la expectativa que se tiene de que un equipo o sistema para que pueda ser colocado en condiciones de operación dentro de un periodo de tiempo establecido, cuando la acción de mantenimiento es ejecutada de acuerdo con procedimientos prescritos.

De manera análoga a la confiabilidad, la mantenibilidad puede ser estimada con ayuda de la expresión:

$$M(t) = 1 - e^{-\mu \cdot t} \quad (4)$$

Donde:

$M(t)$ : es la 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 ( $e=2.303..$ )

$\mu$ : Tasa de reparaciones o número total de reparaciones efectuadas con relación al total de horas de reparación del equipo

### 2.2.2 Variable dependiente: Contaminación físico-química.

a).- Aspecto Físico:

Cantidad de partículas del aceite: Se realizar la implementación de la compra de un contador de partículas on line para el banco de pruebas, calibrado e importado de Alemania de acuerdo a la norma ISO 4406 y con certificado de calibración vigente por 2 años. Se crea como activo fijo para terreno y banco. El uso debe ser continuo después de cada prueba a realizar.

B).- Aspecto Físico:

Viscosidad.- Se realiza el convenio con la empresa Ferreyros y su laboratorio SOS para el análisis de aceite, el cual analiza la viscosidad del aceite y el grado de contaminación del mismo.

C).- Aspecto Químico:

Cantidad de Agua.- Se realiza el convenio con la empresa Ferreyros y su laboratorio SOS para el análisis de aceite, el cual realiza el ensayo para determinar el porcentaje de agua.

D).- Aspecto Químico:

Elementos de desgaste.- Se realiza el convenio con la empresa Ferreyros y su laboratorio SOS para el análisis de aceite, el cual analiza los elementos de desgaste de los equipos realizando un análisis de elementos químicos.

Figura 6. Componentes de la contaminación físico-químico.

Propiedad	Aceites nuevos					
	M10a	M10b	M11a	M11b	M12a	M12b
Viscosidad (CentiStokes)	107	368.4	139.9	197	143.04	214.1
Zinc (ppm)	-	-	0.135	0.135	-	-
Fosforo (ppm)	-	-	0.114	0.114	-	-
Calcio (ppm)	-	-	0.269	0.269	-	-
Sedimentos (%)	-	-	0.01	0.01	-	-
Cenizas (%)	0.9	0.9	0.9	0.9	0.98	0.98
Densidad (Kg/L)	0.88	0.88	-	-	0.891	0.895

Fuente: Elaboración propia

### 2.3.1 Población

Denominado también como un grupo de elementos que cumplen unas determinadas características establecidas que los delimitan y distinguen, y estos representan objeto de estudio que se desea analizar.

La población abarca todo el conjunto de elementos de los cuales se puede obtener información, esta deberá ser definida en base a las características que la delimiten, la identifiquen y de los cuales se pueda obtener una muestra (Tomás, 2009, p. 21).

La población para considerar son las atenciones de servicios en de reparaciones hidráulicas, los cuales serán realizados en un periodo de 16 semanas calendario.

N= 16 semanas

### 2.3.2 Muestra

Para Bernal se define como el grupo o conjunto de los elementos en los que se refiere la investigación. Podemos definir también como el conjunto de las cantidades donde se toma todas las unidades de muestreo (2010, p.160). Adicionalmente para Hernández, considera que es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones.(1997, p.262).

La población que estamos considerando está conformada por la cantidad de muestras tomadas después de cada prueba en 16 semanas.

Tabla 3: Cronograma de desarrollo.

	SEMANA															
	1	2	3	4	5	6	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
MANTENIMIENTO PREVENTIVO																
TOMA DE MUESTRAS DE ACEITE																
ANALISIS DE ACEITES EN LABORATORIO																
CONSULTAS CON LABORATIO																
INTERPRETACIONES DE RESULTADOS																
EVALUACION DE LAS MEJORAS																
RESULTADOS																

**Fuente:** Elaboración propia

#### Muestra

Ramírez (2010) define que lo que se muestra es un grupo que se reduce con la población el cual evalúan datos particulares que usualmente en la población, se usan muestras que son representativas y los elementos son usados al azar.

N= 16 semanas para 16 muestras de aceite (8 semanas antes y 8 después)

Tabla 4: Muestras

	Sem1	Sem2	Sem3	Sem4	Sem5	Sem6	Sem7	Sem8	Sem9	Sem10	Sem11	Sem12	Sem13	Sem14	Sem15	Sem16
Pedidos Programados	8	10	10	12	8	9	10	8	9	10	11	12	11	12	12	13

Fuente: Elaboración propia.

### **Muestreo.**

Bernal (2010), cita a Weiers (1986), quien indica que las muestras más usadas son del tipo probabilísticos con detalles por atributo y variable

En la investigación el muestreo fue probabilístico debido a que pudimos acceder a la cantidad de reparaciones que hacemos en el taller de Bosch Rexroth.

## **2.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS Y CONFIABILIDAD**

En consecuencia, el instrumento que recolección lo datos, en base a ello se elaborara una ficha para medir el nivel de atención, en el cual el cliente plasmara su firma indicando que el trabajo fue ejecutado con normalidad, con la mayor seguridad del caso de ejecución.

### **2.4.1 Técnicas**

La recolección de los datos necesita un conjunto de procedimientos que nos ayuden a obtener datos para nuestro propósito. (Hernández *et al*, 2014,198).

### **2.4.2 Instrumento de recolección de datos**

Para Valderrama (2015, p. 195), Son necesarios para que se puedan reunir y custodiar los informes que sean necesarios, pueden ser registros de inventarios, etc.

### **2.4.3 Validez**

Para el presente trabajo de investigación, la validez se determina por el juicio y análisis de los expertos, Crano y Brewer mencionan que el término de la validez les describe las medidas necesarias donde les otorga un resultado que están conforme al conocimiento estándar.

Para validar el instrumento, el presente proyecto de investigación se ha realizado con el juicio de 3 expertos y consiste en someter a criterio los instrumentos de medición que se emplea para la obtención de los datos necesarios Los expertos revisan el instrumento y debe cumplir los tres conceptos: pertinencia, relevancia y claridad.

Si el instrumento cumple con las tres condiciones, el experto firma un certificado de validez indicando que “Hay suficiencia”.

**Tabla 5: Validación de juicio de expertos.**

<b>N°</b>	<b>Experto</b>	<b>Aplicable</b>
<b>Experto 1</b>		Aplicable
<b>Experto 2</b>		Aplicable
<b>Experto 3</b>		Aplicable

Fuente: Elaboración propia

Los datos son confiables y aplicables con los instrumentos al grado donde se aplica y produce el resultado igual.

El proceso para determinar la validez y confiabilidad del instrumento fue realizado con las pruebas de los componentes hidráulicos y fue lo siguiente:

- Seleccionar una muestra diferente, pero con características similares a la muestra de estudio. (Se recomienda que dicha muestra sea 10% al 15%).
- Aplicación del instrumento
- Recojo y tabulación de datos en Excel

**Tabla 6: Niveles de confiabilidad.**

<b>Valores</b>	<b>Nivel</b>
De -1 a 0	No es confiable
De 0,01 a 0,49	Baja confiabilidad
De 0,5 a 0,75	Moderada confiabilidad
De 0,76 a 0,89	Fuerte confiabilidad
De 0,9 a 1	Alta confiabilidad

Fuente: Hernández (2010, p.200).

#### **2.4.4 Confiabilidad**

Esto nos da el mismo resultado si se aplica en varias ocasiones al mismo individuo (Hernández, 2006, p.277).

Los datos obtenidos son netamente de la empresa que son parte del estudio, el cual la confianza está garantizada.

## **2.3 PROCEDIMIENTOS**

Hernández, Fernández y Baptista (2014), señalaron: que para recolectar los datos es necesario elaborar un buen plan detallando los procesos que nos conduzcan a reunir todos los datos con un propósito específico. p.198).

Se utilizará las técnicas para el procesamiento de la recolección de los datos y utilizar las tablas de los procedimientos para poder tabular los datos obtenidos y otorgar los mejores resultados de la contaminación física y química del aceite hidráulico del banco de prueba Finalmente es necesario que se procese la información para que la opinión de los expertos sea aplicado por un magister en ingeniería industrial para validar su cuestionario.

- 1.- Seleccionar un software apropiado y disponible para tal efecto analizar los datos.
  - 2.- Ejecutar el programa SPSS y Excel.
  - 3.- Revisar la matriz donde se encuentran los datos codificados para asegurarte una vez más que no hay errores.
  - 4.- Evaluar la confiabilidad y validez de la aplicación del instrumento de medición (uno a varios).
  - 5.- Explorar los datos en paralelo
- 2.3.1 Analizar descriptivamente los datos por variable
- 2.3.2 Visualizar los datos por variable.
- 6.- Analizar mediante pruebas estadísticas las Hipótesis planteadas y visualizar la posibilidad de generalizar resultados (análisis estadístico inferencial).
  - 7.- Realizar dentro de este marco los análisis adicionales.
  - 8.- Preparar los resultados para presentarlos (tablas, gráficos, figuras, cuadros).

## **2.4 MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS**

En el presente trabajo utilizaremos un software estadístico SSPS 21 y el software 2013, para recaudar el análisis de los datos descriptivos de nuestra muestra se hace necesario resaltar el enfoque cuantitativo, se utilizarán diagramas de barra para hacer el traslado de la data obtenidos a través de nuestras fichas de observaciones.

## **2.5 ASPECTOS ÉTICOS**

Este proyecto se respetará los principios éticos, no obstante, se está utilizando los principios de libertad y mera responsabilidad, se hace un reconocimiento a los trabajadores, se ha recopilado dicha información y su entero consentimiento de participar en el estudio, el investigador es responsable de cuidar toda la información recabada y será utilizada únicamente

para fines de investigación.

### III. RESULTADOS

El presente trabajo se desarrolló durante 16 semanas.

**Tabla 7: Cronograma de desarrollo.**

	SEMANA															
	1	2	3	4	5	6	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
MANTENIMIENTO PREVENTIVO																
TOMA DE MUESTRAS DE ACEITE																
ANALISIS DE ACEITES EN LABORATORIO																
CONSULTAS CON LABORATIO																
INTERPRETACIONES DE RESULTADOS																
EVALUACION DE LAS MEJORAS																
RESULTADOS																

Fuente: Elaboración propia

### 3.1 Desarrollo de la propuesta.

Esta propuesta de la implementación del mantenimiento preventivo lograr disminuir la contaminación del aceite hidráulico en el banco de prueba de la empresa, está basada en el código ISO 4406 y En las normas ISO 12922 Y DIN 51399-1

Tabla 8: Normas a considerar.

DIMENSIONES	TIPO DE CONTROL	NORMA A CONSIDERAR
ASPECTOS FISICOS	CANTIDAD DE PARTICULAS ADMISIBLES	ISO 4406 Y NAS 1638
	VISCOSIDAD	ISO 12922
ASPECTOS QUIMICOS	CANTIDAD DE AGUA ADMISIBLE	ISO 12922
	DETECCION DE ELEMENTOS DE DESGASTE	DIN 51399-1

Fuente: Elaboración propia.

Dentro de los análisis sobre la problemática de la empresa, se realiza el análisis del aceite hidráulico y los daños que podría ocasionar en las partes internas de los componentes hidráulicos. El aceite hidráulico de prueba puede contaminar el sistema hidráulico de un equipo pesado o industrial.

A pesar que los componentes hidráulicos cuentan con tolerancias para la lubricación, el aceite mal analizado puede ocasionar daño abrasivo y consecuencias desfavorables cuando sea instalado. Si no controlamos este factor, los clientes pueden presentar un reclamo de daños donde pueden evidenciar que el equipo llegó con contaminación y en la prueba pueden evidenciar que los componentes ya estaban dañados.

#### 3.1.1. Situación actual.

Bosch Rexroth pertenece al rubro de venta y servicios de componentes, ofreciendo el servicio de prueba de los componentes y reparaciones de varios tamaños, el cual podemos realizar en el banco de pruebas, pero este componente se retira con aceite residual para la carcasa y puede ocasionar daños en el equipo

instalado.

### **Contaminación del aceite en el banco de prueba.**

La gran mayoría de estos problemas generan mala imagen a la empresa y una total falta de satisfacción del servicio. En otro punto, la gestión de servicios se ve afectada por la falta de planificación generando demoras en la atención considerando que Rexroth es una marca reconocida por las empresas mineras.

#### a) Aspecto Físico: Conteo de partículas.

Podemos mostrar 2 ejemplos de palcas distribuidoras en la figura 8, con 1 hora de prueba en el banco, el cual no ha tenido el control del aceite hidráulico y evidencia que esta fuera del código recomendado para las pruebas hidráulicas. El código recomendado está en el data sheet de los componentes.



Figura 7: Muestras de piezas con deficiente control de limpieza de aceite.

Fuente: Elaboración propia.

En el banco de pruebas instalado en Bosch Rexroth, tienen un sistema de dializado independiente con filtros de 6 micras y 10 micras. Un sistema de captación de aceite residual y un sistema de contención de residuos para evitar que el aceite que se contamina pase directamente al sistema de abastecimiento de aceite para las pruebas.

#### b) Dimensión: Físico:

#### c) Aspecto Químico: Porcentaje de agua.

De acuerdo a lo observado en las pruebas y la cantidad de aceite que se usa para las pruebas, se ha detectado formación de óxido en los componentes internos que ocasionan daños por oxidación después de la prueba. Se ha detectado que parte de la formación del óxido se da en componentes donde se quedan

almacenados y con remanente de aceite en la carcasa. En la figura 9, podemos apreciar los daños por oxidación en componentes almacenados.



Figura 8: Oxidación de componentes.

Fuente: Elaboración propia.

- d) Aspecto Químico en los componentes internos de las bombas hidráulicas. En la siguiente figura 10, mostramos los orígenes de ciertos elementos que pueden arrojar los elementos químicos como cobre o fierro.



Figura 9: Muestra de desgaste.

Fuente: Elaboración Propia.

### 3.1.2. Situación Después.

En el banco de pruebas se realiza la implementación de sistemas de control preventivo para reducir la contaminación del aceite hidráulico.

a).- Aspecto Físico:

Cantidad de partículas del aceite: Se realiza la implementación de la compra de un contador de partículas on line para el banco de pruebas, calibrado e importado de Alemania de acuerdo a la norma ISO 4406 y con certificado de calibración vigente por 2 años. Se crea como activo fijo para terreno y banco. El uso debe ser continuo después de cada prueba a realizar.

B).- Aspecto Físico:

Viscosidad.- Se realiza el convenio con la empresa Ferreyros y su laboratorio SOS para el análisis de aceite, el cual analiza la viscosidad del aceite y el grado de contaminación del mismo.

C).- Aspecto Químico:

Cantidad de Agua.- Se realiza el convenio con la empresa Ferreyros y su laboratorio SOS para el análisis de aceite, el cual realiza el ensayo para determinar el porcentaje de agua.

D).- Aspecto Químico:

Elementos de desgaste.- Se realiza el convenio con la empresa Ferreyros y su laboratorio SOS para el análisis de aceite, el cual analiza los elementos de desgaste de los equipos realizando un análisis de elementos químicos.

Se citara un ejemplo de prueba en un componente hidráulico de una marca Caterpillar modelo 330 BL de 2.1 m<sup>3</sup> de capacidad de cucharón y potencia efectiva de 236 HP. Así mismo, una foto real del equipo en mención en la figura 13.

### **Análisis descriptivo.**

Como se puede observar en la figura 20, antes de la implementación del mantenimiento preventivo, se tenía un 24% de reclamos de un total de 53 atenciones en 8 semanas. Luego de la implementación se redujo a 4% de reclamos de un total de 49 entrega en 8 semanas siguientes.

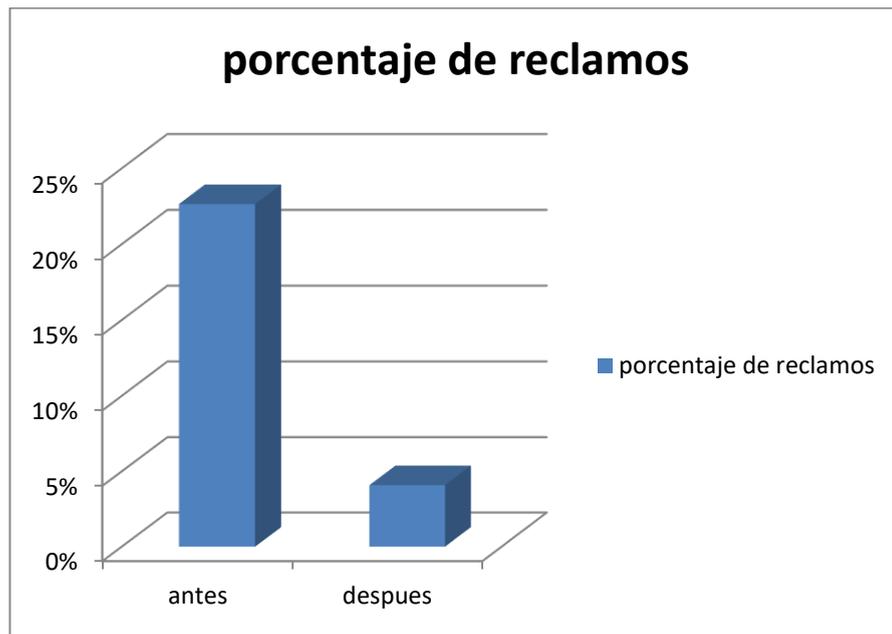


Figura 10: Porcentaje de diferencia de reclamos por contaminación.

Fuente: Elaboración propia.

#### VI.- Aspectos físicos de la contaminación del aceite del banco de pruebas.

En las 8 semanas de reclamos se entregaron 53 reparaciones, de los cuales hubo 12 reclamos de garantía de los componentes enviados. De estos 12 reclamos se evaluaron los componentes tratando de identificar que la fallas por aspectos físicos (viscosidad y cantidad de partículas en el aceite) son los causantes de los reclamos. Se determinan que 10 componentes presentan este patrón. Posterior a la aplicación del mantenimiento preventivo se realizó las siguientes entregas de 49 reparaciones de las cuales solo hubo 2 reclamos por desgaste abrasivo consiguiéndose reducir la cantidad de reclamos por falla prematura en el momento de montaje del componente hidráulico. De acuerdo a la figura 29 se hace el comparativo de la cantidad de reclamos. Por fallas por aspecto físico del aceite.

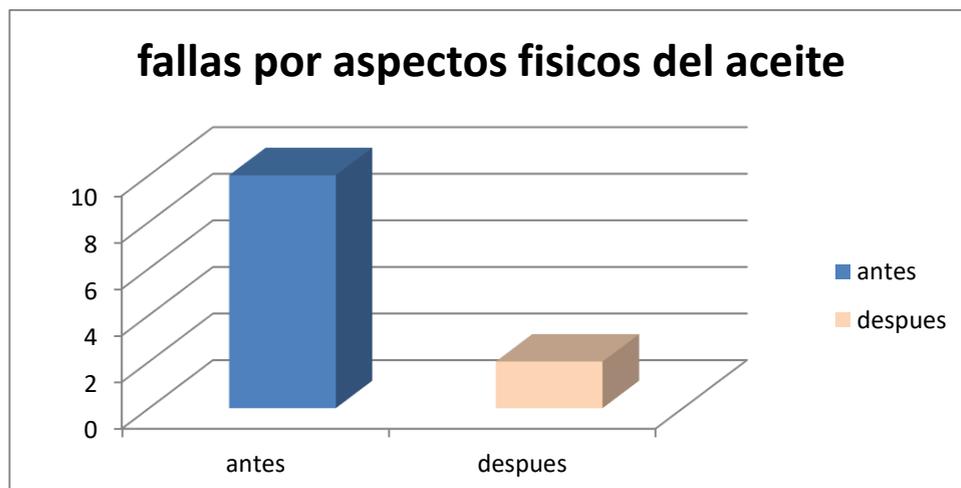


Figura 11: Cantidad de reclamos por aspectos físicos del aceite.

Fuente: Elaboración propia.

#### V1.- Aspectos químicos de la contaminación del aceite del banco de pruebas.

En las 8 semanas de reclamos se sacaron 8 muestras de aceite, de los cuales hubo 6 muestras de aceite indicando presencia de materiales ferrosos y cobre en el aceite. Luego de la implementación de separador de agua y medición de porcentaje de agua, así como aplicación de un magneto para captación de partículas ferrosas se logró disminuir la cantidad de estos elementos químicos. Se saca nuevamente 8 muestras indicando resultados de disminución de las cantidades de elementos químicos en el aceite y sus niveles de minerales dentro del rango de trabajo.

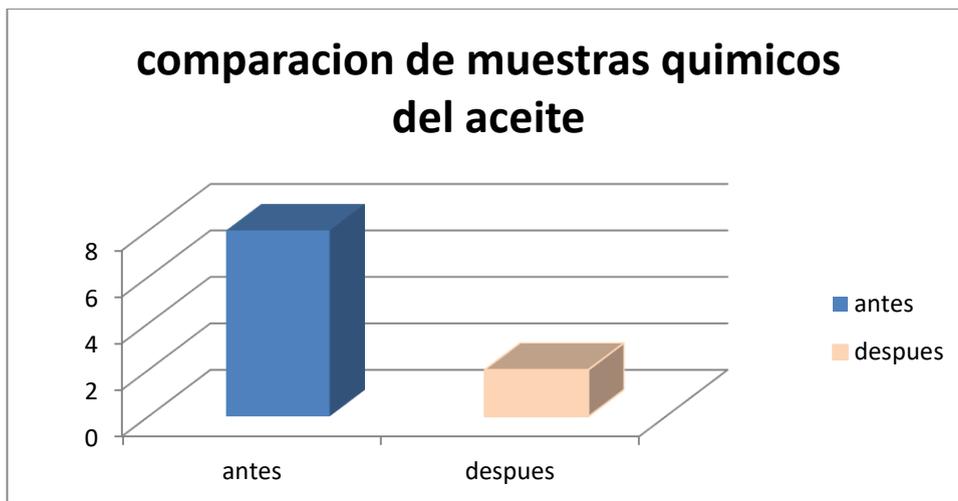


Figura 12: Comparación de muestras por 16 semanas.

Fuente: Elaboración propia.

#### **Análisis inferencial.**

Para poder comparar la hipótesis general, debemos determinar si los valores corresponde al anterior y posterior de la variable dependiente con un comportamiento paramétrico, si el grado de libertad es mayor a 50 se utiliza el análisis estadístico según Kolmogorov-Smirnova o si el grado de libertad es menor a 50 se utiliza el análisis estadístico según Shapiro-Wilk.

Por la cantidad de datos (16 semanas) tomados se usará Shapiro-Wilk.

#### **Análisis de la hipótesis general.**

La aplicación del mantenimiento preventivo reduce la contaminación del aceite hidráulico en el banco de pruebas de Bosch Rexroth S.A.C., 2019

**Tabla 9: Resumen de procesamientos de datos de la variable contaminación del aceite hidráulico.**

Resumen de procesamiento de casos						
	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Diferencia	16	100,0%	0	0,0%	16	100,0%

Fuente: Elaboración propia.

Prueba de normalidad de la variable contaminación del aceite hidráulico.

Regla de decisión.

Shapiro-Wilk:  $n > 0.050$

Kolmogorov-Smirnova:  $n < 0.050$

**Tabla 10: Prueba de normalidad de la variable contaminación del aceite hidráulico**

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
diferencia	,209	16	,061	,922	16	,180

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración Propia.

**Interpretación:** Se puede mostrar en la tabla 12, el resultado de Sig. De la variable contaminación .180, superior a 0.05. Como resultado, los valores de esta prueba indican que viene de una distribución normal, donde concluimos que para la constatación de la hipótesis, los datos son paramétricos. Para el Análisis Inferencial tenemos:

Utilizamos T- Student por ser los datos paramétricos

Sig.< 0.05 son datos no paramétricos – wilcoxon

Sig. > 0.05 son datos paramétricos – T- Student

Contrastación de hipótesis.

H1: La aplicación del mantenimiento preventivo reduce la contaminación física aceite hidráulico en el banco de pruebas de Bosch Rexroth S.A.C., 2019.

H<sub>0</sub> La aplicación del mantenimiento preventivo no reduce significativamente la contaminación del

aceite hidráulico del banco de pruebas de Bosch Rexroth S.A.C., 2019.

Tabla 11: Prueba de T – Student de la variable Contaminación del aceite hidráulico.

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	contaminación_antes	82.7519	16	14.87395	3.71849
	contaminación_después	41.0838	16	13.85743	3.46436

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 14: Prueba de muestras emparejadas de la variable contaminación del aceite.

Prueba de muestras emparejadas									
		Diferencias emparejadas				t	gl	Sig. (bilateral)	
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior				Superior
Par 1	VD - Después VD - Antes	36.25000	10.40192	2.60048	30.70721	41.79279	13,940	15	,000

Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:** Para la tabla N° 14 se logra observar que el valor obtenido del sig. (Bilateral) es 0,000 siendo mucho menor que 0,05, por lo que no aceptamos la hipótesis nula (H<sub>0</sub>) y se logra aceptar la hipótesis alterna (H<sub>1</sub>), con una reducción de reclamos por fallas por contaminación en 36,25%, existiendo una diferencia significativa en la reducción de los reclamos, por lo que concluimos: la aplicación del plan de mantenimiento preventivo reduce la contaminación del aceite hidráulico del banco de prueba de Bosch Rexroth.

### Análisis de la hipótesis específica.

#### Prueba de Normalidad

Si la P-valor es  $>$  a 0.05, los valores obtenidos de la muestra, vienen de una distribución normal, por lo tanto se acepta la H<sub>0</sub>.

Si la P-valor es  $<$  a 0.05, los valores de la muestra no vienen de una distribución normal, se acepta la H<sub>a</sub>.

Tabla 12: Prueba de normalidad

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
diferencia	,156	16	,200*	,930	16	,241

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

**Interpretación:** Dentro de los resultados, logramos evidenciar en la tabla 11, el resultado de Sig. De la variable productividad .241, superior a 0.005, como resultado, los valores de esta prueba evidencian que se obtienen de una distribución normal, por lo que concluimos que para la constatación de la hipótesis, los datos logrados son paramétricos. Para el Análisis Inferencial tenemos:

Usaremos T- Student por ser los datos paramétricos

Sig.< 0.05 son datos no paramétricos – wilcoxon

Sig. > 0.05 son datos paramétricos – T- Student

### Validación de Hipótesis Específica de la variable Dependiente

Ho: La aceptación de la aplicación del mantenimiento preventivo es aislado de la contaminación física del aceite hidráulico del banco de pruebas de Bosch Rexroth SAC, 2019.

H1: La aplicación del mantenimiento preventivo reduce la contaminación física del aceite hidráulico del banco de pruebas de Bosch Rexroth SAC, 2019.

Regla para decisión:

$$H_0: \mu_{pa} \geq \mu_{pd}$$

$$H_a: \mu_{pa} < \mu_{pd}$$

Tabla 13: Prueba de estadística emparejada contaminación física.

Estadísticas de muestras emparejadas				
	Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1 _conta_fisica_antes	10.3125	16	1.62147	.40537

conta_fisica_despues	6.3750	16	1.40831	.35208
----------------------	--------	----	---------	--------

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 14: Prueba de muestras emparejadas Contaminación física.

		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	conta_fisica_antes - conta_fisica_despu es	3.9375 0	1.65202	.41300	3.05720	4.81780	9,534	15	,000

Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:** Dentro de la tabla N° 13, logramos observar que el resultado logrado en el Sig. (Bilateral) nos arroja 0,000 logrando un valor menor que 0,05, por lo que se rechaza la hipótesis nula (Ho) y se considera por aceptada la hipótesis alterna (H1), con la mejora de la reducción de reclamos por contaminación física del aceite hidráulico en 3.93 reclamos en 8 semanas, por lo que concluimos que: la propuesta de usar el mantenimiento preventivo reduce la contaminación física del aceite hidráulico del banco de prueba de Bosch Rexroth.

### Validación de la hipótesis específica- Contaminación Química del aceite.

#### Prueba de Normalidad

Si el P-valor es  $>$  a 0.05, los valores de la muestra vienen de una distribución normal, por lo tanto se acepta la Ho.

Pero si la P-valor es  $<$  a 0.05, los valores de la muestra no vienen de una distribución normal, se considera la Ha.

Tabla 15: Prueba de la normalidad.

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
diferencia	,156	16	,200*	,930	16	,241

\*. Este es necesariamente el límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración Propia

**Interpretación:** Como se comprueba en la tabla 18, el valor mostrado en el Sig. De la variable productividad .241, superior a 0.005. Con este resultado, los resultados de esta prueba muestran que proviene de una distribución normal, donde se determina que la contrastación de la hipótesis y los datos obtenidos son paramétricos, donde el análisis inferencial ha logrado obtener:

Usamos T- Student por tener los datos paramétricos

Sig.< 0.05 los datos no paramétricos – wilcoxon

Sig. > 0.05 los datos paramétricos – T- Student

### **Aceptación de la hipótesis específica de la variable dependiente**

Ho: Donde la propuesta de implementación del mantenimiento preventivo es separado de la contaminación química del aceite hidráulico usado en el banco de pruebas de Bosch Rexroth.2019.

H1: La propuesta de aplicación del mantenimiento preventivo reduce la contaminación química del aceite del banco de pruebas de Bosch Rexroth S.A.C.,2019.

Regla usada para decisión:

$$H_0: \mu_{pa} \geq \mu_{pd}$$

$$H_1: \mu_{pa} < \mu_{pd}$$

Tabla 16: Estadística de muestras emparejadas.

<b>Estadísticas de muestras emparejadas</b>					
		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	conta_quimica_antes	10.3125	16	1.62147	.40537
	conta_quimica_despues	4.8125	16	1.04682	.26171

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 17: La prueba de las muestras emparejadas.

**Prueba de muestras emparejadas**

	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
Par 1 tes - conta_quimica_de spues	5.500 00	1.46059	.36515	4.72170	6.27830	15,06 2	15	,000

Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:** La tabla N° 20, podemos notar que los resultados logrados del Sig. (Bilateral) nos da como resultado 0,000 el cual es menor que 0,05, donde se rechaza la hipótesis nula (Ho) y logramos aceptar la hipótesis alterna (H1), por la aplicación del plan de mantenimiento preventivo reducimos como esperamos contaminación química del aceite hidráulico de banco de pruebas.

1. En el presente trabajo nos muestra que el análisis estadístico de la Hipótesis en General y en consecuencia nos demuestra que la Tabla N°6, se obtuvo una significancia de 0.000 menor a 0.05, por lo tanto, nos cabe mencionar que la productividad en el área de instalaciones sanitarias de una empresa de servicios de Mantto si mejoro en sus indicadores.
2. En virtud de los resultados la 1ra en la Aplicación de la metodología 5S mejorara la productividad en el área de instalaciones sanitarias de una empresa de mantenimiento si mejoró.
3. En conclusión, la 2da Hipótesis en Específico, podemos observar que en la Tabla 19, la media de la eficacia después es mayor que la eficacia antes en un 18.30 % de diferencia por consiguiente la eficacia aumento luego de la Aplicación de la metodología 5S mejorara la productividad en la eficacia en el área de instalaciones sanitarias de una empresa de mantenimiento.

## IV. DISCUSIONES

### Discusión 1

Como se evidencia en el estado actual de trabajo, la implementación del mantenimiento preventivo para evitar la contaminación en el banco de prueba de Bosch Rexroth, ha sido óptimo y se puede comparar con los resultados de la tesis de la Universidad de Valencia donde se plantea que el plan de mantenimiento que trabaja sobre los valores seleccionados (viscosidad, muestras de aceite, análisis metalográfico y % de agua) que tiene su grado de importancia dentro del monitoreo del estado de las máquinas, usando el estudio del aceite lubricante hidráulico.

### Discusión 2

Aspectos Físicos del aceite hidráulico del banco de prueba.

De acuerdo al análisis del aceite hidráulico, si es posible el control de la limpieza del aceite hidráulico. El parámetro a considerar debe considerarse la norma ISO 4406. Los códigos establecidos serán adecuados al NAS 6 de acuerdo a la tabla de comparación y recomendación para el sistema oleohidráulico. Luego de aplicar los controles de aceite, podemos comparar realizar un cuadro de tendencias o evolución de los contaminantes después de las pruebas, así determinar si se ocasiona contaminación cruzada en las pruebas. Parte del proceso es también la entrega de los componentes reparados a tiempo. Se puede visualizar que la empresa que terceriza estos servicios no está cumpliendo en el proceso de despacho a tiempo en resultados. Los costos de los componentes y los reclamos de garantía no apoyan en la facturación del área. La meta es tener 95 % como mínimo en confiabilidad de reparaciones y controles

### Discusión 3

Aspectos Químicos del aceite hidráulico del banco de prueba.

De acuerdo al análisis del aceite hidráulico, si es posible el control de la contaminación química del aceite hidráulico, el cual debe mantenerse dentro de los parámetros recomendados de acuerdo por la norma ISO 4406. Los aspectos a considerar son: El estado de oxidación y precipitaciones del aceite hidráulico el cual es ocasionado por la precipitación de los aditivos del aceite hidráulico.

## V. CONCLUSIONES

### Conclusión 1.

Objetivo principal: Para determinar como la aplicación del mantenimiento preventivo reduce la contaminación del aceite hidráulico en el banco de pruebas de Bosch Rexroth S.A.C., 2019.

La conclusión en la aplicación del mantenimiento preventivo, minimiza la contaminación del aceite hidráulico y minimiza el riesgo asociados en el equipo. Teniendo como referencia los análisis realizados en el laboratorio SOS de Ferreyros CATERPILLAR donde se realizar el cuadro de tendencia del aceite hidráulico usado en las pruebas de los componentes hidráulicos.

### Conclusión 2.

Dentro de las aplicaciones del mantenimiento preventivo, se espera reducir drásticamente la contaminación física del aceite hidráulico en el banco de pruebas de Bosch Rexroth S.A.C., 2019.

Se determina que la implementación del mantenimiento preventivo reduce la contaminación física del aceite hidráulico y si permite el control de los contaminantes en cada prueba realizada en el banco de pruebas de Bosch Rexroth S.A.C. con el uso del contador de partículas en línea, considerando que los códigos de limpieza están dentro de los valores recomendados de prueba según la norma ISO 4406 y los valores de tolerancia

### Conclusión 3.

La implementación del mantenimiento preventivo va a reducir la contaminación química del aceite hidráulico y si permite el control ferrográfico en cada prueba realizada en el banco de pruebas de Bosch Rexroth S.A.C. Estas pruebas de análisis serán realizadas en el laboratorio SOS de Ferreyros CATERPILLAR. Estos controles serán realizados de acuerdo a la prueba de humedad y tipos de elementos químicos.

## VI. RECOMENDACIONES

### Recomendación 1

1. Se recomienda que la inversión en capacitación sea de manera continua el cual hará en los colaboradores personal más calificado para las atenciones de servicios en campo y reparaciones de componentes hidráulicos en el taller de reparaciones. Dentro de la recomendación es indispensable la mejora de la infraestructura para el desarrollo de nuevas líneas de negocios, como el desarrollo de las reparaciones de gear box y reductores de giro, sistemas electrónicos y diversidad de aplicaciones que tiene la Rexroth.

### Recomendación 2

1. Se recomienda que haya stock estratégico de acuerdo a análisis de inventario, diversificación de componentes como parte del plan estratégico para atención de clientes mineros. Asistencia técnica en servicios y rotación de stock son claves para respuestas oportunas a los clientes.

### Recomendación 3

1. Se recomienda mayor atención a las herramientas e instrumentos que son necesarios para la atención a las reparaciones de los sistemas hidráulicos en maquinaria pesada, así podemos atacar a los equipos con herramientas especiales que ayudarán al correcto mantenimiento de estos, disminuyendo la cantidad de paradas imprevistas. La inversión debe continua respecto a los servicios que demanda la empresa. Los indicadores deben mostrar que el personal debe estar adecuadamente capacitada constantemente.

## REFERENCIAS

- THUN, Jörn-Henrick (2006) Maintaining preventive maintenance and maintenance prevention: analysing the dynamic implications of Total Productive Maintenance, pp 163 – 179.  
- En: System Dynamics Review (Wiley), vol. 22, No. 2.
- TOLAS, Carl y otros (2005) Oil analysis and preventive maintenance, pp 55 – 57.  
- En: Plant Engineering, vol. 59, No. 5
- ZANCOLICH, Joe (2000) Maintenance Audits Provide Building Blocks For Proactive Business Decision-making, pp 77. En: Pulp & Paper, vol. 75, No. 11.
- CHANESKI, Wayne (2002) Total Productive Maintenance Increases Machine Efficiency, pp 52. En: Modern Machine Shop, vol. 75, No. 3.
- Chumpitaz, Juan. Tecnología e invención: la metalurgia del azogue en Huancavelica (1630-1650). Tesis [Maestría en Historia]. Lima: Universidad Católica del Perú, 2016.  
- Disponible en <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/6670>
- Planeación estratégica es una herramienta que permite a las organizaciones prepararse para enfrentar las situaciones que se presentan en el futuro, ayudando con ello a orientar sus esfuerzos hacia metas realistas de desempeño” [Parra y Calero, 2006, p.90].
- Alva, Gerardo. ¿Cuáles son las ventajas de optimizar los procesos en las empresas? [en línea]. Diario Gestión. PE. 21 de mayo del 2016. [Fecha de consulta: 10 de mayo del 2018].  
- Disponible en: <http://gestion.pe/amp/tendencias/son-ventajas-optimizar-procesos-empresas-121297>
- DEMING, Edwards, MEDINA, Jesús, BALLESTER, Mercedes. Calidad, Productividad y Competitividad: La salida de la crisis. 2.ª ed.  
- Madrid: Diaz de Santos, 1989. 391 pp.  
- ISBN:84-87189-22-9

- GARCIA, Manuel, QUISPE, Carlos, RAEZ, Luis. Mejora continua de la calidad de procesos [en línea]. Agosto 2003, n. °2. [Fecha de consulta: 8 de mayo del 2018].
- Disponible en <http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/idata/article/download> ISSN: 5992/5187
  
- Pancotto, Marcelo. La cadena de suministro es la columna vertebral del negocio. [en línea]. Diario Gestión. PE. 21 de mayo del 2016. [Fecha de consulta: 10 de mayo del 2018].
- Disponible en: <http://gestion.pe/economia/empresas/marcelo-pancotto-cadena-suministro-columna-vertebral-negocio-45646>
  
- GALLOWAY, Dianne. Mejora continua de procesos. 2.<sup>a</sup> ed. Ediciones Gestión, 2000. 146 pp.
- ISBN:9788480882927
  
- Hernández Sampieri, Roberto, Fernández Collado, Carlos y Baptista Lucio, Pilar. 2014. Metodología de la Investigación. Quinta Edición. México D.F. : McGRAW-HILL-Interamericana Editores, S.A. de C.V., 2014. pág. 607. ISBN: 978-1-4562-2396-0.
- VALDERRAMA, Santiago. Pasos para elaborar proyectos de investigación científica. 2a. ed. Lima: San Marcos, 2013. 495 p. ISBN: 9786123028787.
  
- Costa, M. (2010). Aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad a motores a gas de dos tiempos en pozos de alta producción. (Tesis para optar al Título de Ingeniero Mecánico). Pontificia Universidad Católica, Perú. Recuperado de [http://tesis.pucp.edu.pe:8080/repositorio/bitstream/handle/123456789/567/DA\\_COSTA\\_BURGA\\_MART%C3%8DN\\_MANTENIMIENTO\\_MOTORES\\_GAS.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://tesis.pucp.edu.pe:8080/repositorio/bitstream/handle/123456789/567/DA_COSTA_BURGA_MART%C3%8DN_MANTENIMIENTO_MOTORES_GAS.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
  
- Vicuña, F. (2009). Diseño e Implementación de un efectivo programa de análisis de aceites para el mantenimiento de maquinarias minero industriales. (Tesis de grado). Universidad Nacional de Ingeniería, Perú.
  
- Páramo, J. (noviembre,2012). Tribología Centrada en Confiabilidad, RCT. XIV. Congreso de Confiabilidad, España. Castañeda, V. (2006). Metodología para integrar la tecnología del análisis de aceite a los programas de mantenimiento predictivo en sistemas hidráulicos de

- potencia. (Tesis de Maestría). Instituto Politécnico nacional, Querétaro.
- Reliability web. Control de Contaminación en Sistemas hidráulicos y lubricantes. Recuperado de <http://reliabilityweb.com/sp/articles/entry/control-de-contaminacion-en-sistemas-hidraulicos-y-lubricantes> Páez A. (20 de agosto de 2014) El proceso FMEA para las fallas de lubricación”. Noria Latín América. Recuperado de <http://noria.mx/lublearn/el-proceso-fmea-para-las-fallas-de-lubricacion/>
  - Cajas, C. (2008). Realizó un trabajo de grado titulado “Automatización del análisis de modos de falla y efectos FMEA en la ingeniería de mantenimiento aplicado para la industria ecuatoriana” (Tesis para optar al título de Ingeniero mecánico). Escuela Politécnica Nacional del Ecuador. Recuperado de [http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/889/1/CD-1771\(2008-11-05-11-33-01\).pdf](http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/889/1/CD-1771(2008-11-05-11-33-01).pdf)
  - Pérez, E. (2010). Diseño de un plan de mantenimiento centrado en confiabilidad (MCC) para una paletizadora de sacos de cemento. (Tesis para optar al título de Ingeniero mecánico). Universidad de Oriente, Venezuela. Recuperado de <http://ri.biblioteca.udo.edu.ve/bitstream/123456789/3101/1/35-TESIS.IM010P63.pdf>
  - Meza, Dairo, Ortiz, Yesid y Pinzón Manuel. La confiabilidad, la disponibilidad y la mantenibilidad, disciplinas modernas aplicadas al mantenimiento. Scientia et Technica [en línea] mayo 2006 n<sup>o</sup> 30, [fecha de consulta: 15 de diciembre2018]
  - Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84920491036>. ISSN:0122-1701.
  - Richard G. Budynas y J. Keith Nisbett. Mechanical, Engineering design of Shigley tenth edition. México: McGraw-Hill/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. 2008, 1059pp.
  - ISBN-13: 978-0-07-339820-4.

- Revista Mantenimiento en Latinoamérica volumen 11 N<sup>o</sup> 1 ISSN 2357-6340.
- Bernal, César. Metodología de la Investigación. Administración, economía, humanidades y ciencias sociales. ed. Colombia, 2010. 298pp.
- ISBN: 9789586991285
  
- Campomanes, Enrique y Diaz, Marco. Ética Empresarial. Ideas, reflexiones y casos. España, 2013. 237 pp.
- ISBN-13: 9788499611327
  
- Guaraca, Segundo (2015) en la tesis “Mejora de la Productividad en la Sección de Prensado de Pastillas mediante el Estudio de Métodos y la Medición del Trabajo de la Fábrica de Frenos Automotrices EDGAR S.A.” Tesis (Ingeniero Industrial) Quito Ecuador. Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ingeniería Química y Agroindustria. 2015, 123 pp.
  
- Zavala, A. (2015). Propuesta de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo basado en los indicadores de overall equipment efficiency para la reducción de los costos de mantenimiento en la empresa hilados Richard´s S.A.C (Tesis de pregrado). Universidad Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo, Perú.
  
- Torres, F. (2014) El mantenimiento preventivo y predictivo, fuente de beneficios.
- París: LES EDITIONS.
  
- Revista Mantenimiento en Latinoamérica volumen 11 N<sup>o</sup> 1 ISSN 2357-6340.
  
- Revista Mantenimiento en Latinoamérica volumen 7 N<sup>o</sup> 3 ISSN 2357-6840.  
[www.yumpu.com](http://www.yumpu.com) mayo2015.
  
- Roldan Luis, Balbuena Jorge, Muñoz Yanela. Calidad de servicio y lealtad de compra del consumidor en supermercados Limeños. Tesis (Magister en Administración Estrategia de empresas) “Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.2010.

- PROKOPENKO, Joseph. La Gestión de la Productividad Manual Práctico. a ed.  
Ginebra: Oficina Internacional del Trabajo, 1989. 311pp.  
ISBN: 9223059011
- Raffaello Bronzini & Paolo Piselli, 2006. "Determinants of long-run regional productivity: the role of R&D, human capital and public infrastructure," Temì di discussione (Economic working papers) 597, Bank of Italy, Economic Research and International Relations Area, 2016.
- Pursuing sustainable productivity with millions of smallholder farmers, Z Cui, H Zhang, X Chen, C Zhang, W Ma, C Huang - Nature, 2018
- Chang, Tom Y., Joshua Graff Zivin, Tal Gross, and Matthew Needell. 2019. "The Effect of Pollution on Worker Productivity: Evidence from Call Center Workers in China." *American Economic Journal: Applied Economics*, 11 (1): 151-72.
- Global agricultural productivity is threatened by increasing pollinator dependence without an increase in crop diversification, 2019.
- MINISTRY OF HEALTH AND SOCIAL WELFARE. Implementation Guidelines for 5S-KAIZEN-TQM Approaches in Tanzania. 3rd Edition. The United Republic of Tanzania, 2013. 113pp. ISBN: 978998773704 8
- DAENA, International Journal of Good Conscience, México.Volumen 1, 2012. 132– 155 pp. ISSN: 1870 – 557
- GALE. Encyclopedia of Management, 7th Edition. United States of America, 2012. 1092 pp.ISBN-10: 1414464339 / ISBN-13: 9781414464336

- Productivity and welfare barriers to productivity, informality and industrial productivity, Universidad de Navarra ( España ), 2016.
- Hall, Robert E., and Charles I. Jones. 1999. "Why Do Some Countries Produce So Much More Output per Worker than others" *Quarterly Journal of Economics* 114 (1): 83–116.
- The Knowledge Spillover Theory of Entrepreneurship (KSTE) suggests that Entrepreneurship Capital in a region has positive spillovers that increase the production of firms in this region (Audretsch and Keilbach 2005, 2007; ACS Et Al. 2009; Audretsch and Lehmann 2016).
- Mkondiwa, Maxwell Gibson, 2015." Whither Broad or Spatially Specific Fertilizer Recommendations?" Master's Theses and Plan B Papers 237344, University of Minnesota, Department of Applied Economics.
- Raffaello Bronzini & Paolo Piselli, 2006. "Determinants of long-run regional productivity: the role of R&D, human capital and public infrastructure," *Temi di discussione (Economic working papers)* 597, Bank of Italy, Economic Research and International Relations Area, 2016.
- Olivier Cadot & Lars-Hendrik Roller & Andreas Stephan, 2004. "Contribution to Productivity or Pork Barrel? The Two Faces of Infrastructure Investment," *Discussion Papers of DIW Berlin* 458, DIW Berlin, German Institute for Economic Research, 2019.
- John W. Kendrick, 1961. "Productivity Trends in the United States," *NBER Books*, National Bureau of Economic Research, Inc, number kend61-1, 2017.

# **ANEXOS**

Anexo 1. Matriz de Consistencia

OPERACIONALIZACION DE LAS VARIABLES					
VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALAS
INDEPENDIENTE APLICACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO	Por tanto, estos nuevos avances tecnológicos exijan que una nueva filosofía de mantenimiento debería ser aplicada. Nace entonces la generación del mantenimiento basado en la condición, que se originó por el desarrollo de técnicas predictivas efectivas de acompañamiento de las condiciones de los equipos, así como por la propagación de los conocimientos de la confiabilidad en el mantenimiento. Es así como la confiabilidad pasa a ser una disciplina clave en el proceso de mantenimiento, donde se aplican conceptos extremadamente útiles y simples, conceptos que permitieron que algunos autores hablen hoy de mantenimiento centrado en la confiabilidad. (SONDALINI Mike. The Japanese Path To Maintenance Excellence. ED E-Books: Products, 2015)	La <b>confiabilidad</b> puede ser definida como la “confianza” que se tiene de que un componente, equipo o sistema desempeñe su función básica, durante un período de tiempo preestablecido, bajo condiciones estándares de operación	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	$R(t) = e^{-\lambda t}$	RAZON
		La <b>disponibilidad</b> , objetivo principal del mantenimiento, puede ser definida como la confianza de que un componente o sistema que sufrió mantenimiento, ejerza su función satisfactoriamente para un tiempo dado.		$D(t) = \frac{\sum \text{tiempos disponibles para la pcción}}{\sum \text{tiempos disponibles para la pcción} + \sum \text{tiempos en nito}}$	RAZON
		La <b>mantenibilidad</b> se puede definir como la expectativa que se tiene de que un equipo o sistema pueda ser colocado en condiciones de operación dentro de un periodo de tiempo establecido, cuando la acción de mantenimiento es ejecutada de acuerdo con procedimientos prescritos.		$M(t) = 1 - e^{-\mu.t}$	RAZON
DEPENDIENTE: REDUCIR LA CONTAMINACION DEL ACEITE HIDRAULICO	Nos da una medida muy exacta de la cantidad de humedad o agua presente en las muestras de aceite. El agua puede entrar al sistema a partir de los enfriadores, intercambiadores, filtros defectuosos, tornillos abrasaderas, tapas, etcetera. (Karl Fisher-2015)	CONSISTE EN ANALISAR EL ACEITE EN EL LABORATORIO Y EN EL CONTROL DE LA VISCOSIDAD	CONTAMINACION FISICA	CODIGO DE LIMPIEZA ISO 4406	RAZON
				GRADO DE VISCOSIDAD ISO 12922	
		CONSISTE EN ANALIZAR EL ACEITE EN EL LABORATORIO Y EL PORCENTAJE DE AGUA	CONTAMINACION QUIMICA	PORCENTAJE DE AGUA ISO 12922	RAZON
				ELEMENTOS QUIMICOS DIN 51399-1	

Fuente: *Elaboración propia*

**CERTIFICADO DE VALDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE: MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

N°	DIMENSIONES / Items	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
1	<b>DIMENSION 1: CONFIABILIDAD</b>  $R(t) = e^{-\lambda t}$  (R(t): Confianza de un equipo en un tiempo t dado $\lambda$ constante negativa [por 2.201.]) Las Tasa de fallas (Número total de fallas por período de operación) t: tiempo	X		X		X		
	<b>DIMENSION 2: DISPONIBILIDAD</b>	Si	No	Si	No	Si	No	
2	Datos: $\sum_{i=1}^n$ tiempos dependientes para la pérdida $\sum_{i=1}^n$ tiempos en uso $D = \frac{\sum_{i=1}^n \text{tiempos dependientes}}{\sum_{i=1}^n \text{tiempos en uso}}$ $D(t) = \frac{TMD(t)}{TMD(t) + TUM(t)}$ (1)	X		X		X		
	<b>DIMENSION 3: MANTENIBILIDAD</b>	Si	No	Si	No	Si	No	
3	(La muestra muestra a la confiabilidad, la mantenibilidad puede ser estimada con ayuda de la expresión: $M(t) = 1 - D^{-n}t$ (4) donde: M(t) es la función de confiabilidad, que representa la probabilidad de que la operación continúe en el tiempo t con condiciones estadísticas en el tiempo t (dependencia de duración de la operación); n: cantidad de operaciones o número total de operaciones efectuadas con respecto al total de horas de operación del sistema	X		X		X		

Fuente. UCV

Elaboración propia

Anexo 3. Validación de datos


**UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO**

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE: REDUCCION DE LA CONTAMINACION**

N°	DIMENSIONES /Items	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
1	FISICO CODIGO ISO DE LIMPIEZA DE ACETEE ISO 4406 (4um-6um-14um)	X		X		X		
	<b>DIMENSION 2:</b>	SI	No	SI	No	SI	No	
2	QUIMICO ANALISIS FERROGRAFICO ISO 18436	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): \_\_\_\_\_

Opinión de aplicabilidad:   Aplicable    Aplicable después de corregir    No aplicable

Apellido(s) y nombre del juez validador: Dr/Mg: AGUSTO HERKOWA CALDAS

Especialidad del validador: ING. INDUSTRIAL

Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.  
 Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.  
 Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Fecha: 03-06-19  
  
 Firma del Experto Informante.

Fuente. UCV

Elaboración propia



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE: MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Nº	DIMENSIONES /Items	Pertinencia <sup>1</sup>	Relevancia <sup>2</sup>	Claridad <sup>3</sup>	Sugerencias	
	<b>DIMENSION 1: CONFIABILIDAD</b>	Si	No	Si	No	
1	$R(t) = e^{-\lambda t}$ R(t): Confiabilidad de un equipo en un tiempo t dado e: constante Neperiana (e=2.71828...) λ: Tasa de fallas (Número total de fallas por periodo de operación) t: tiempo	X	X	X		
	<b>DIMENSION 2: DISPONIBILIDAD</b>	Si	No	Si	No	
2	$D(t) = \frac{\sum \text{tiempos disponibles para la producción}}{\sum \text{tiempos en uso}}$ D: Disponibilidad	X	X	X		
	$D(t) = \frac{TAFER}{TAFER + TAPR}$ (3)					
	<b>DIMENSION 3: MANTENIBILIDAD</b>	Si	No	Si	No	
3	De manera análoga a la confiabilidad, la mantenibilidad puede ser estimada con ayuda de la expresión: $M(t) = 1 - e^{-\lambda t}$ (4) Donde: M(t): es la función mantenibilidad, que representa la probabilidad de que la reparación comience en el tiempo t y sea concluida satisfactoriamente en el tiempo t (probabilidad de duración de la reparación). e: constante Neperiana (e=2.71828...) λ: Tasa de reparaciones o número total de reparaciones efectuadas con relación al total de horas de reparación del sistema	X	X	X		

CERTIFICADO DE VALDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE: REDUCCION DE LA CONTAMINACION

Nº	DIMENSIONES/Items	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
1	FISICO CODIGO ISO DE LIMPIEZA DE ACETE ISO 4406 (4um-6um-14um)			X		X		
	DIMENSION 2:	Si	No	Si	No	Si	No	
2	QUÍMICO ANALISIS FERROGRAFICO ISO 18436			X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): \_\_\_\_\_

Opción de aplicabilidad:   Aplicable    Aplicable después de corregir    No aplicable

Apellidos y nombres del juez validador: Dr Mg: Pariona Pariona Omar Hugo

Especialidad del validador: Ingeniero Mecatronico CIP 180238

Fecha: 03-06-19

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.  
<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.  
<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

  
Firma del Experto Informante.

**CERTIFICADO DE VALDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE: MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

Nº	DIMENSIONES/Items	Pertinencia <sup>1</sup>	Relevancia <sup>2</sup>	Claridad <sup>3</sup>	Sugerencias	
1	<p><b>DIMENSION 1: CONFIABILIDAD</b></p> <p style="text-align: center;"><math>R(t) = e^{-\lambda t}</math></p> <p>R(t): Confiabilidad de un equipo en un tiempo t dado            e: constante Neperiana (e=2.303...)            λ: Tasa de fallos (Número total de fallos por periodo de operación)            t: tiempo</p> <p><b>DIMENSION 2: DISPONIBILIDAD</b></p>	<p>Si</p> <p>No</p>	<p>Si</p> <p>No</p>	<p>Si</p> <p>No</p>	<p>Si</p> <p>No</p>	
2	<p><math>D(t) = \frac{\sum \text{tiempos disponibles para la póliza}}{\sum \text{tiempos disponibles para la póliza} + \sum \text{tiempos en reparación}}</math> (2)</p> <p style="text-align: center;">d</p> <p style="text-align: center;"><math>D(t) = \frac{TAERF}{TAERF + TAIPR}</math> (3)</p> <p><b>DIMENSION 3: MANTENIBILIDAD</b></p>	<p>Si</p> <p>No</p>	<p>Si</p> <p>No</p>	<p>Si</p> <p>No</p>	<p>Si</p> <p>No</p>	
3	<p>De manera análoga a la confiabilidad, la mantenibilidad puede ser estimada con ayuda de la siguiente:</p> <p style="text-align: center;"><math>M(t) = 1 - e^{-\lambda t}</math> (4)</p> <p>Donde:            M(t): es la función sostenibilidad, que representa la probabilidad de que la reparación comience en el tiempo t y sea concluida satisfactoriamente en el tiempo t (probabilidad de duración de la reparación).            e: constante Neperiana (e=2.303...)            λ: Tasa de reparaciones o número total de reparaciones efectuadas con relación al total de horas de reparación del sistema</p> <p><b>DIMENSION 3: MANTENIBILIDAD</b></p>	<p>Si</p> <p>No</p>	<p>Si</p> <p>No</p>	<p>Si</p> <p>No</p>	<p>Si</p> <p>No</p>	

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE: REDUCCION DE LA CONTAMINACION

N°	DIMENSIONES /temas	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
1	FISICO CODIGO ISO DE LIMPIEZA DE ACETTE ISO 4406 (4um-5um-14um)	X		X		X		
	<b>DIMENSION 2:</b>	Si	No	Si	No	Si	No	
2	QUIMICO ANALISIS FERROGRAFICO ISO 18436	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): \_\_\_\_\_

Opinion de aplicabilidad:

Aplicable  [X]

Aplicable después de corregir  [ ]

No aplicable  [ ]

Apellidos y nombres del juez validador:

Dr Mg: OSMAN ROSALES CHAPCO

Especialidad del validador:

ING. LABORATORIAL

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Fecha:

03-06-19



Firma del Experto Informante.

### Anexo 4. Operacionalización de variable

"Aplicación del mantenimiento preventivo para minimizar la contaminación del aceite hidráulico del banco de pruebas de Bosch Rexroth S.A.C., Callao 2019"				
PROBLEMA GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	OBJETIVO GENERAL	VARIABLES	METODOLOGIA
¿De qué manera influye el mantenimiento preventivo para minimizar la contaminación en el aceite hidráulico del banco de pruebas de Bosch Rexroth S.A.C., Callao 2019?	La aplicación del mantenimiento preventivo reduce la contaminación del aceite hidráulico en el banco de pruebas de Bosch Rexroth S.A.C., Callao 2019	Determinar como la aplicación del mantenimiento preventivo reduce la contaminación del aceite hidráulico en el banco de pruebas de Bosch Rexroth S.A.C., Callao 2019	MANTENIMEINTO PREVENTIVO	DISEÑO: PRE-EXPERIMENTAL TIPO DE INVESTIGACION: APLICADA  METODO: CUANTITATIVO  G1: O1    X    O2 O1: Implementación del BSC X: Mejora de la satisfacción del cliente. O2: Incremento de la mejora de la satisfacción del cliente después de aplicar la BSC.
PROBLEMAS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICAS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	VARIABLE DEPENDIENTE	
P1:.- ¿De qué manera la aplicación del mantenimiento preventivo minimiza la contaminación física en el aceite hidráulico del banco de pruebas de Bosch Rexroth S.A.C., Callao 2019?	H1: La aplicación del mantenimiento preventivo reduce la contaminación física aceite hidráulico en el banco de pruebas de Bosch Rexroth S.A.C., Callao 2019	Determinar como la aplicación del mantenimiento preventivo reduce la contaminación física del aceite hidráulico en el banco de pruebas de Bosch Rexroth S.A.C., Callao 2019.	CONTAMINACION DEL ACEITE  DIMENSION 1 CONTAMINACION FISICA INDICADORES CANTIDAD DE PARTICULAS DIMENSION 2 CONTAMINACION FISICA INDICADORES VISCOSIDAD	
P2: ¿De qué manera la aplicación del mantenimiento preventivo minimiza la contaminación química en el aceite hidráulico del banco de pruebas de Bosch Rexroth S.A.C., Callao 2019?	H2: La aplicación del plan de mantenimiento preventivo reduce la contaminación química del aceite hidráulico en el banco de pruebas de Bosch Rexroth S.A.C., Callao 2019	Determinar como la aplicación mantenimiento preventivo reduce la contaminación química del aceite hidráulico en el banco de pruebas de Bosch Rexroth S.A.C., Callao 2019.	DIMENSION 1 CONTAMINACION QUIMICA INDICADOR PORCENTAJE DE AGUA DIMENSION 2 TIPOS DE ELEMENTOS QUIMICOS INDICADOR CANTIDAD DE ELEMENTOS QUIMICOS FERREYROS-LABORATORIO SOS	

Fuente: *Elaboración propia*

*Anexo 5. Presupuesto de Tesis*

<b>PRESUPUESTO PARA LA ELABORACION DE TESIS</b>		
TITULO: Aplicación del mantenimiento preventivo para minimizar la contaminación del aceite hidráulico del banco de pruebas de Bosch Rexroth S.A.C., 2019		
TESISTA: Chumpitaz Fernández, Julio César		
Items	Partidas	Costo
1.00	<b>REMUNERACIONES</b>	<b>2100</b>
1.10	Personal de soporte	850
1.20	Otros	850
2.00	<b>BIENES</b>	<b>2030</b>
2.10	Compra de filtros	3780
2.20	Filtros completos	3150
2.30	Laptop	6000
2.40	Internet	200
2.50	Contador de partículas	8230
2.60	Software	600
2.70	Otros	4300
3.00	<b>SERVICIOS</b>	<b>1050</b>
3.10	Movilidad y Viaticos	800
3.20	Otros	350
4.00	<b>SUB TOTAL</b>	<b>34290</b>
4.10	Imprevistos(5% del sub total)	1714.5
5.00	<b>TOTAL</b>	<b>35954.5</b>

Fuente: *Elaboración propia*

*Anexo 6. Financiamiento de Tesis*

FINANCIAMIENTO PARA LA ELABORACION DE TESIS				
TITULO: Aplicación del mantenimiento preventivo para minimizar la contaminación del aceite hidráulico del banco de pruebas de Bosch Rexroth S.A.C., 2019				
TESISTA: Chumpitaz Fernandez Julio Cesar				
	Items	Fuente de financiamiento	Costo	%
	1	RECURSOS PROPIOS	35954.5	100
		TOTAL	35954.5	100

Fuente: *Elaboración propia*