

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial

Trabajo de Suficiencia Profesional

**Implementación del Sistema de Gestión de
Planeamiento de la E. E. Ferreyros S. A. en la Unidad
Animon / Islay - Compañía Minera Chungar S. A.**

Jaime Jayo Vallejos

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Industrial

Huancayo, 2022

Repositorio Institucional Continental
Trabajo de suficiencia profesional



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

AGRADECIMIENTO

A Dios, por ser mi inspiración en todo momento y por guiarme en cada uno de mis pasos durante mi vida universitaria.

A mi familia, mi padre Eulogio Jayo Ccaico y mi linda madre María Vallejos Yupanqui, por darme las fuerzas y el apoyo incondicional en todo momento.

Finalmente, un agradecimiento especial, a mi linda esposa Luzmila Pino Crisóstomo y a mis hijos Mishell, Yusiel y Thiago.

DEDICATORIA

En memoria de mi querido cuñado, Javier Chávez Sullcaray, quien me brindó su apoyo incondicional en todo momento.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Agradecimiento	ii
Dedicatoria	iii
Índice de contenido	iv
Lista de figuras	vii
Lista de tablas	viii
Resumen ejecutivo	ix
Introducción	x
CAPÍTULO I	11
ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA FERREYROS S. A.	11
1.1. Datos generales de la institución	11
1.2. Actividades principales de la empresa	11
1.2.1. Mantenimiento y reparación de equipos.....	11
1.2.2. Mantenimiento preventivo de equipos.....	12
1.2.3. Mantenimiento correctivo de equipos.....	12
1.2.4. Mantenimiento predictivo de equipos.....	12
1.2.5. Mantenimiento programado de equipos.....	12
1.3. Reseña histórica de la empresa.....	13
1.4. Organigrama de la empresa	15
1.5. Visión y misión	16
1.5.1. Misión	16
1.5.2. Visión.....	16
1.5.3. Valores	16
1.6. Bases legales o documentos administrativos	16
1.7. Descripción del área donde realiza sus actividades profesionales	17
1.8. Descripción del cargo de las responsabilidades del bachiller en la empresa	18
1.8.1. Cargo desempeñado	18
1.8.2. Descripción de actividades desarrolladas en el cargo.....	18
CAPÍTULO II	20
ASPECTOS GENERALES DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES	20
2.1. Antecedentes o diagnóstico situacional	20

2.2. Identificación de oportunidad o necesidad en el área de actividad profesional	22
2.3. Objetivos de la actividad profesional.....	22
2.4. Justificación de la actividad profesional	23
2.5. Resultados esperados	23
CAPÍTULO III.....	28
MARCO TEÓRICO	28
BASES TEÓRICAS DE LAS METODOLOGÍAS O ACTIVIDADES REALIZADAS	28
3.1. Indicadores	28
3.2. KPI	28
3.2.1. KPI principales.....	29
3.2.2. KPI rezagados.....	29
3.2.3. KPI operacionales	29
3.2.4. KPI estratégicos	29
3.2.5. Ejemplo y definiciones.....	30
3.2.6. Formatos e informes.....	34
3.3. Indicadores de la gestión de mantenimiento.....	36
3.3.1. Confiabilidad:.....	36
3.3.2. Mantenibilidad o reparabilidad.....	37
3.3.3. Definición de tiempos	37
3.3.4. Tiempo de operación.....	39
3.3.5. Número de paralizaciones mecánicas.....	39
3.3.6. Disponibilidad contractual.....	39
3.3.7. Objetivos de disponibilidad mecánica y confiabilidad	40
3.3.8. Indicadores clave de desempeño	43
3.4. Trabajos preliminares de Ferreyros S. A.....	43
3.4.1. Inspecciones programadas	43
3.4.2. Inspecciones no programadas	43
3.4.3. Instrucción en mantenimiento rutinario.....	43
3.4.4. Muestreo de aceites	44
3.4.5. Mantenimientos y reparaciones programadas.....	44
3.4.6. Reparaciones correctivas menores	44
3.4.7. Reporte mensual de operación	45

3.4.8. Reporte mensual de operación	46
3.4.9. Mantenimiento preventivo	46
3.4.10. Mantenimiento correctivo	47
3.4.11. Herramientas de confiabilidad	48
CAPÍTULO IV.....	49
DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES.....	49
4.1. Descripciones de actividades profesionales	49
4.1.1. Enfoque de las actividades profesionales	49
4.1.2. Alcance de las actividades profesionales	51
4.1.3. Entregables de las actividades profesionales.....	51
4.2. Aspectos técnicos de la actividad profesional.....	53
4.2.1. Metodologías.....	53
4.2.2. Técnicas	53
4.2.3. Instrumentos.....	53
4.2.4. Equipos y materiales utilizados en el desarrollo de las actividades. 53	
4.3. Ejecución de las actividades profesionales.....	54
4.3.1. Cronograma de actividades realizadas	54
4.3.2. Proceso y secuencia operativa de las actividades profesionales	54
CAPÍTULO V.....	56
RESULTADOS.....	56
5.1. Resultados finales de las actividades realizadas	56
5.2. Logros alcanzados.....	64
5.3. Dificultades encontradas.....	68
5.4. Planteamiento de mejoras	68
5.4.1. Metodologías propuestas.....	68
5.4.2. Descripción de la implementación.....	69
5.5. Análisis.....	69
5.6. Aporte del bachiller en la empresa.....	69
Conclusiones.....	71
Recomendaciones.....	72
Lista de referencias.....	73
Anexos	74

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Presencia internacional.....	14
Figura 2. Estructura de la Corporación Ferreycorp	14
Figura 3. Organigrama de Ferreyros, unidad minera Chungar.....	15
Figura 4. Valores - Ferreyros S. A.....	16
Figura 5. Análisis de fallas.....	21
Figura 6. Indicadores de la gestión de mantenimiento	22
Figura 7. Reporte de KPI de mantenimiento	24
Figura 8. Cantidad de fallas.....	24
Figura 9. Fallas mediante un Pareto de fallas - sistema.....	25
Figura 10. Plan de acción.....	26
Figura 11. Reporte de KPI de mantenimiento (KPI mensual).....	57
Figura 12. Horómetros. Horas acumuladas.....	58
Figura 13. Reportes de disponibilidad y utilización por flota.....	59
Figura 14. Filtro por flota	59
Figura 15. Reportes de MTBS y MTRR por flota.....	60
Figura 16. Campos calculados para poder obtener el MTTR y MTBS	60
Figura 17. Reportes de paradas (top 10 fallas de sistemas–cantidad–sistema)	61
Figura 18. Reportes de paradas (top 10 fallas de sistemas – horas – componentes).....	62
Figura 19. Reportes de paradas (top 10 fallas de sistemas – componentes- cantidad)	62
Figura 20. KPI paradas no programadas	63
Figura 21. Reportes de paradas (top 10 fallas de componentes - horas)	63
Figura 22. Pareto de fallas – sistema	64
Figura 23. Pareto de fallas – componentes	64
Figura 24. Disponibilidad contractual y utilización	65

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Datos generales de la Institución	11
Tabla 2. Decretos y leyes	17
Tabla 3. Valor meta por flotas	27
Tabla 4. Vidal útil de los equipos.....	34
Tabla 5. Demoras atribuibles por fallas de logística o falta de suministros	38
Tabla 6. Indicadores de mantenimiento meta.....	42
Tabla 7. Cronograma de actividades.....	54
Tabla 8. Reporte de trabajos de mantenimiento (paradas)	56
Tabla 9. Interpretación de las paradas de mantenimiento.....	57
Tabla 10. Flota, KPI valor actual y valor meta	66
Tabla 11. Operatividad de los equipos	67
Tabla 12. Indicadores de seguridad alcanzados	67

RESUMEN EJECUTIVO

En la empresa Ferreyros S. A. se encontraron deficiencias en la gestión de planeamiento, de acuerdo al diagnóstico situacional se requiere implementar y llevar el control a detalle de los indicadores de mantenimiento (KPI), tales como confiabilidad (tiempo promedio entre paralizaciones mecánicas), mantenibilidad (tiempo promedio de reparación), definición de tiempos (demoras atribuibles por fallas de logística o suministro de repuestos), tiempo de operación (tiempo neto de producción), número de paralizaciones mecánicas e indicadores claves de desempeño.

La eficiencia en la gestión de planeamiento se mide con indicadores de desempeño que no permiten lograr los objetivos y metas dentro de la organización. Se debe medir la cantidad de tareas que se pueda realizar preventivamente en relación a las que se realiza correctivamente, es decir, cuando ya hubo la ocurrencia de un incidente, la relación del mantenimiento correctivo y preventivo permitirá controlar la política de mantenimiento preventivo como sistema de mejoramiento general y reducción de costos.

La prevención es un método de la calidad del servicio que se brinda a una organización, contar con una buena planificación de mantenimiento preventivo requiere un sistema de control de su ejecución, cuyo objetivo es controlar que las tareas de prevención se realicen y completen en los tiempos planificados.

El tiempo de respuesta del área de mantenimiento mide la celeridad de respuesta inmediata del área de mantenimiento, su diseño debe ser muy cuidadoso, porque debe tenerse en cuenta los recursos con que se cuenta y qué tipo de atención se requiere según el incidente reportado, este indicador tiene por objetivo desarrollar procesos de atención a pedidos que sean rápidos y eficientes.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo expone la labor desarrollada en la empresa Ferreyros S. A., comenzando en el capítulo I, con los aspectos generales, donde se consideran los datos generales de la organización, sus actividades principales, reseña histórica, organigrama, visión y misión, las bases legales, la descripción del área donde se realizaron las actividades profesionales y la descripción del cargo.

En el capítulo II se presentan los aspectos generales de las actividades profesionales donde se da a conocer el diagnóstico situacional, la identificación de oportunidad en el área de la actividad profesional, los objetivos, la actividad y los resultados esperados.

En el capítulo III se presenta el marco teórico, exponiendo a grandes rasgos los términos que se utilizan en el presente trabajo y profundizando sus significados.

En el capítulo IV se dan a conocer los resultados finales de las actividades realizadas, los logros alcanzados, las dificultades encontradas en la organización, el planteamiento de las mejoras y el aporte del personal que ejecuta el trabajo.

Finalmente, se presentan las conclusiones, se indica las recomendaciones, bibliografía utilizada en el proceso de elaboración del trabajo y finalmente los anexos que complementan el trabajo.

CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA FERREYROS S. A.

1.1. Datos generales de la institución

Tabla 1. *Datos generales de la Institución*

Nombre de la empresa	Ferreyros S. A.
Razón social	Ferreycorp S. A. A.
RUC	20100028698
Tipo de empresa	Sociedad anónima
Nombre del gerente	Enrique Luis Salas Rizo-Patrón
Dirección	Jr. Cristóbal de Peralta Norte 820, Surco
Teléfono	Lima: (51-1) 626-4000
Correo	http://www.ferreyros.com.pe

Nota: tomada de presentación corporativa (1)

1.2. Actividades principales de la empresa

1.2.1. Mantenimiento y reparación de equipos

El proceso de mantenimiento es una actividad que además de reparar las posibles fallas de los equipos, contribuye con la productividad de los proyectos mineros al mantener constantemente el funcionamiento de los equipos empleados. De los tipos de mantenimientos los más aplicados en la unidad minera Animon / Islay son los mantenimientos preventivos, correctivos, predictivos y programados.

Las flotas de equipos considerados para el servicio de mantenimiento son: *scoops* y línea amarilla.

1.2.2. Mantenimiento preventivo de equipos

Son mantenimientos ejecutados con cierta frecuencia, por lo que todo equipo, necesita rutinas de mantenimiento dentro de una operación minera. En este proceso se realizan los cambios de aceite, filtros y engrase de equipos, entre otros. Como empresa Ferreyros S. A. se define una estrategia de mantenimiento que permita proyectar o planificar en el tiempo las actividades que será necesario ejecutar para mantener la disponibilidad de flotas.

1.2.3. Mantenimiento correctivo de equipos

También llamado mantenimiento por corrección de avería, en donde las principales fallas se deben, generalmente, a que es necesario cambiar los elementos que ya están desgastados, cumpliendo con su vida útil estimada por el fabricante. Una vez reparado el elemento no se tendrá inconveniente en la operatividad de los equipos. En su mayoría, el origen de la falla mecánica puede tener múltiples causas y formas de solución.

1.2.4. Mantenimiento predictivo de equipos

Se caracteriza por ser un programa sistemático de revisiones al que cada equipo se somete periódicamente antes de tener alguna falla, entre los cuales destacan los mantenimientos diarios a horas fijas, semanal en días fijos, mensual en días fijos. Se basan en las recomendaciones de los fabricantes y se van ajustando de acuerdo a los rendimientos reales de los equipos de la operación minera. Finalmente, se debe incluir el parte diario del conductor, la orden de reparación, inspección de mantenimiento preventivo y registro de reparaciones.

1.2.5. Mantenimiento programado de equipos

Consiste en la inspección de los puntos más débiles en ciertos periodos de tiempo; si en caso no se realizan, pueden dar lugar a una avería. Para un mantenimiento programado se necesita de disciplina para

ejecutarlo en un tiempo determinado y ser proactivo para mejorar algunos puntos que se encuentren en la ejecución de dicha tarea.

1.3. Reseña histórica de la empresa

Ferreycorp es una corporación multilatina especializada en el ámbito de bienes de capital y servicios relacionados, fundada en el Perú en 1922 a través de la creación de su subsidiaria Ferreyros y posteriormente la fundación de otras subsidiarias a lo largo de los años. Con más de 95 años de trayectoria, está constituida por 16 subsidiarias con presencia en el Perú, su país de origen, así como otros países de Sudamérica (Chile, Ecuador, Colombia, Bolivia) y de Centroamérica (Guatemala, El Salvador, Nicaragua, Honduras y Belice). Ingresos de + S/ 5,200 millones en 2018. A través de las capacidades de sus empresas subsidiarias, atiende a todos los sectores económicos que impulsan el desarrollo de los países en los que opera: minería, construcción, energía, comercio, industria, servicios, marítimo y fluvial, transporte, agricultura y forestal (1).

La corporación cuenta con una alianza estratégica con Caterpillar desde hace más de 75 años, así como con representaciones de otras prestigiosas marcas. Ferreyros es la empresa líder en la comercialización de bienes de capital en el Perú y en la provisión de servicios en este ámbito. Tiene a su cargo la comercialización de maquinaria pesada y equipos Caterpillar, así como de marcas aliadas. El grupo Ferreycorp tiene presencia en distintos sectores a nivel internacional.



Figura 1. Presencia internacional (2)



Figura 2. Estructura de la Corporación Ferreycorp (1)

1.4. Organigrama de la empresa

ORGANIGRAMA DE FERREYROS VOLCAN CHUNGAR 2020

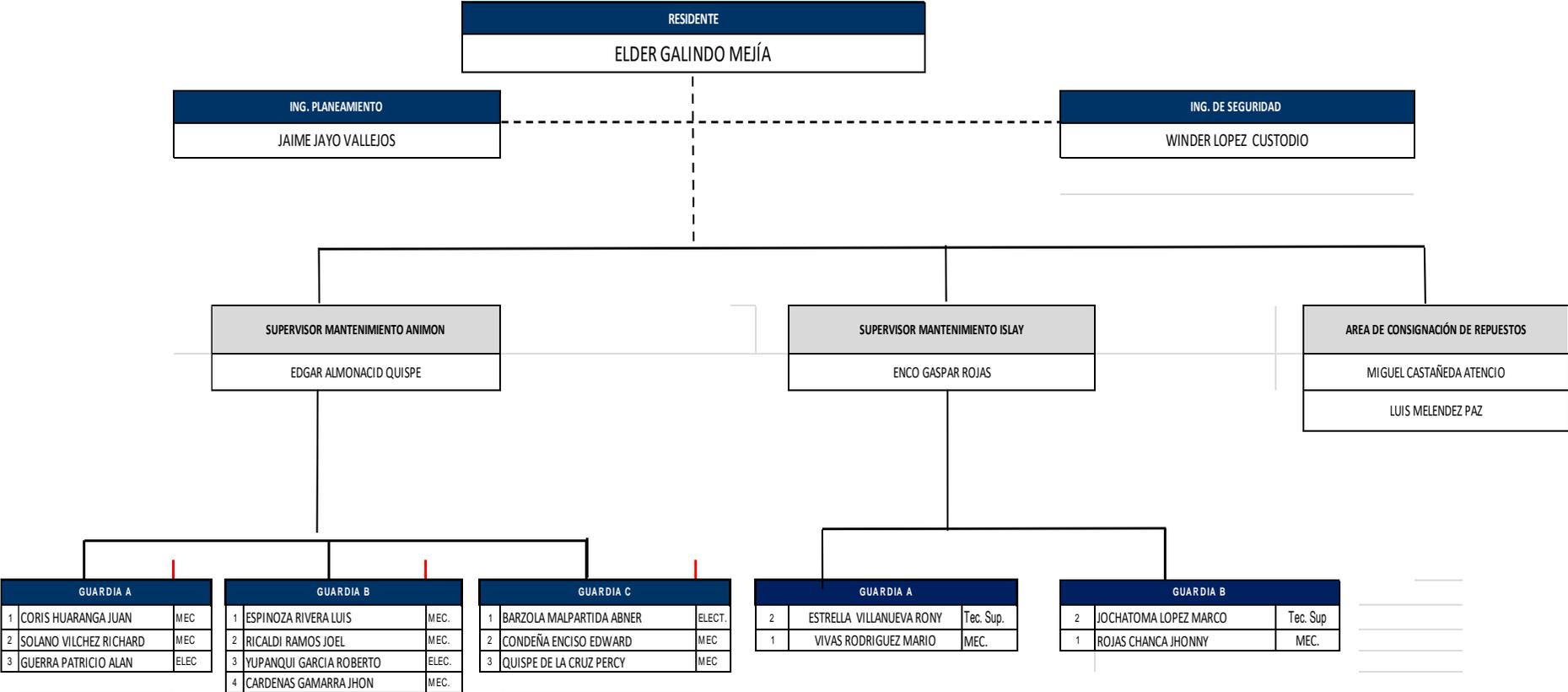


Figura 3. Organigrama de Ferreyros, unidad minera Chungar (2)

1.5. Visión y misión

1.5.1. Misión

Proveer las soluciones que cada cliente requiere, facilitándole los bienes de capital y servicios que necesita para crear valor en los mercados en los que actúa.

1.5.2. Visión

Fortalecer nuestro liderazgo siendo reconocidos por nuestros clientes como la mejor opción, de manera que podamos alcanzar las metas de crecimiento.

1.5.3. Valores

Compromiso, integridad, equidad, trabajo en equipo, respeto a la persona, excelencia e innovación, vocación y servicio.



Figura 4. Valores - Ferreyros S. A. (1)

1.6. Bases legales o documentos administrativos

Somos la empresa más importante en el Perú, líder en la comercialización de bienes de capital en el Perú y en la provisión de servicios en este ámbito.

Tenemos a nuestro cargo la comercialización de maquinaria pesada y equipos Caterpillar, así como de otras marcas aliadas.

Tabla 2. Decretos y leyes

Ley 29783	Ley de seguridad y salud en el trabajo
D. S. 024-2016 EM y su modificatoria D. S. 023-2017-EM	Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería

1.7. Descripción del área donde realiza sus actividades profesionales

El área de planeamiento tiene la función de garantizar el cumplimiento de los indicadores de gestión de mantenimiento, como confiabilidad, mantenibilidad o reparabilidad, definición de tiempos, tiempo de operación, número de paralizaciones mecánicas, disponibilidad contractual y disponibilidad mecánica.

El área de planeamiento evalúa los indicadores clave de desempeño, dichos parámetros van a permitir monitorear y hacerles seguimiento a los resultados logrados en el sistema de gestión de mantenimiento implementado.

Cuando hacemos uso del valor de un indicador clave de desempeño como un patrón referencial por ser el mejor dentro de la gestión se llama “*benchmark*”. La producción dependerá del número de ciclos por hora y la carga promedio de la máquina, lo que a la vez dependerá de las condiciones de trabajo (aplicación) y prácticas al utilizar los equipos (operación). La variabilidad de estos procesos afecta directamente a los requerimientos del ciclo de mantenimiento.

En la gestión de planeamiento se realiza el seguimiento al ordenamiento secuencial de todas las tareas que forman parte de una actividad antes que este se programe para su realización, estimando el tiempo que requerirá, los recursos que son necesarios, las personas adecuadas para realizar el trabajo y otros aspectos que se consideren relevantes, concluyendo con el cronograma de actividades.

1.8. Descripción del cargo de las responsabilidades del bachiller en la empresa

1.8.1. Cargo desempeñado

- Analista de Planeamiento

1.8.2. Descripción de actividades desarrolladas en el cargo

- Remitir reportes diarios, haciendo uso del formato y estándar establecido por la unidad minera Chungar.
- Remitir reportes de indicadores KPI de mantenimiento, debiendo ser reportes diarios, semanales, mensuales y anuales.
- Asegurar el cumplimiento y precisión de los mantenimientos preventivos; debe hacer uso de los formatos y estándares establecidos por la unidad minera Chungar.
- Generar un programa de mantenimiento preventivo con frecuencia semanal, haciendo uso para esto, del sistema de gestión de mantenimiento SAP de la unidad minera Chungar.
- Gestionar la entrega de las cartillas de mantenimiento preventivos, predictivos, correctivos, hojas de ruta y reactivos con todas las actividades a ejecutar, según recomendación del fabricante.
- Asistencia a las reuniones de planeamiento semanales o cuando sean requeridos por la unidad minera Chungar, a fin de asegurar la sostenibilidad de la gestión de mantenimiento.
- Remitir semanalmente el cuadro de *backlogs* siguiendo el orden y estrategia establecida por la unidad minera Chungar en SAP.
- Gestionar y controlar el mantenimiento de componentes mayores y menores de toda la flota de equipos, haciendo uso del sistema de mantenimiento de Chungar en SAP.

- Gestionar y programar los mantenimientos planificados establecidos por una frecuencia o intervalo de cambio, considerando el MTBF según corresponda.
- Remitir informes de evaluación general del estado del equipo, haciendo uso de herramientas de precisión según formatos y parámetros establecidos por el fabricante.
- Remitir y gestionar el control de seguimiento de equipos en operación. Se deberá mostrar protocolos de seguimiento y recomendaciones correspondientes.
- Desarrollar diagramas de Pareto sobre el *top ten* de fallas a fin de evitar su recurrencia.
- Gestionar el control de parámetros operacionales desarrollando tendencias en los diferentes sistemas de equipo.

CAPÍTULO II

ASPECTOS GENERALES DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES

2.1. Antecedentes o diagnóstico situacional

Se encontraron condiciones inoperativas de la flota de equipos el cual no les permite estar aptos para su funcionamiento y utilidad en el lugar de la prestación del servicio. En las operaciones mineras de la unidad minera Chungar se evidencia la detención de equipos debido a desperfectos y fallas mecánicas, donde se necesita la intervención de un mecánico especialista para realizar la reparación y mantenimiento inmediato. Las paralizaciones interrumpen el proceso productivo de la mina, teniendo como directo responsable al contratista de mantenimiento Ferreyros S. A.

Las causas generales de las paralizaciones mecánicas identificadas son las inspecciones programadas y no programadas, lubricación y engrase de equipos en campo y talleres, reparaciones programadas, reparaciones correctivas, cambio de componentes mayores, mala calidad de intervención previa, entre otros.

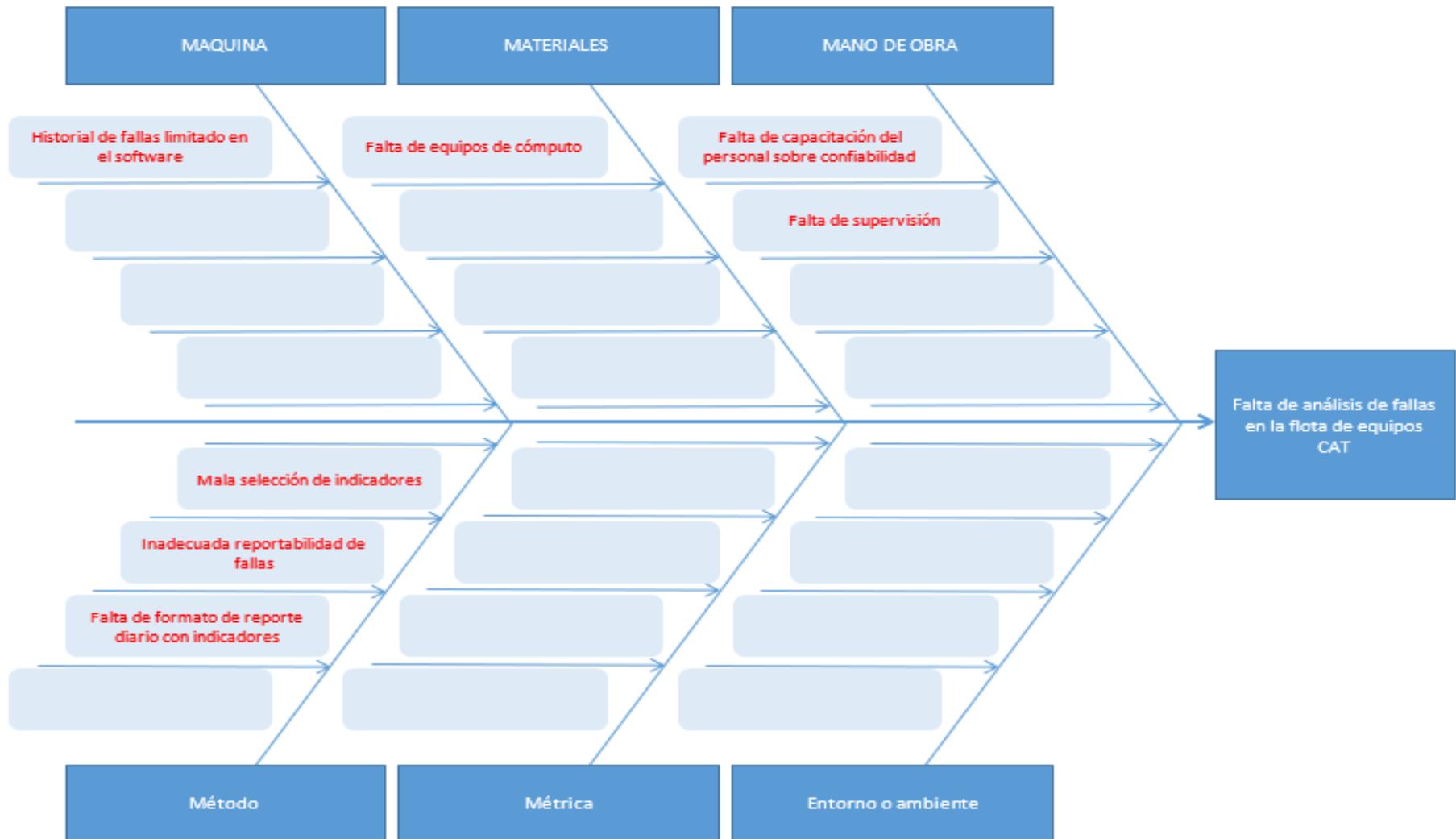


Figura 5. Análisis de fallas

2.2. Identificación de oportunidad o necesidad en el área de actividad profesional

Acorde a lo descrito en el diagnóstico situacional, se requiere llevar el control a detalle de los indicadores de la gestión de mantenimiento, tales como *confiabilidad* (tiempo promedio entre paralizaciones mecánicas), *mantenibilidad* (tiempo promedio de reparación), *definición de tiempos* (demoras atribuibles por fallas de logística o suministro de repuestos), *tiempo de operación* (tiempo neto de producción), número de paralizaciones mecánicas e indicadores claves de desempeño.



Figura 6. Indicadores de la gestión de mantenimiento

Situación actual antes de la mejora es un análisis de indicadores **macro**, sin análisis y solo porcentajes, siendo difícil realizar el plan de acción.

2.3. Objetivos de la actividad profesional

El objetivo principal de la actividad profesional es implementar un sistema de gestión de planeamiento en la E. E. Ferreyros S. A., en función a indicadores de mantenimiento que van a reflejar el rendimiento de la operación minera en función a la operatividad de la flota de equipos, eficiencia y disponibilidad.

Como consecuencia de ello, se espera lograr el incremento de la producción estimada de mes a mes en la planificación operacional en la unidad minera Animon / Islay.

2.4. Justificación de la actividad profesional

Existe la necesidad de mejorar los procesos operativos de los equipos y dinamizar su disponibilidad mecánica mediante la implementación de indicadores de mantenimiento que permita realizar el seguimiento a las actividades ejecutadas, facilitando el trabajo para el cumplimiento de los objetivos y metas. Por ello, se requiere establecer líneas estratégicas de mantenimiento para realizar una buena planificación y el trabajo resulte más efectivo.

La disponibilidad es el factor clave del mantenimiento, tanto en las actividades de la operación, las decisiones gerenciales, organización de las horas de trabajo y disponibilidad de repuestos en el taller pueden influir considerablemente al momento de hacer un análisis de la real disponibilidad de la flota de equipos.

2.5. Resultados esperados

Realizar el monitoreo y seguimiento a la implementación de indicadores de mantenimiento, estos rendimientos serán cuantificables aplicados a la gestión de planeamiento que permitan evaluar el desempeño y resultados en cada proceso de confiabilidad, mantenibilidad, definición de tiempos, tiempos de operación, paralizaciones mecánicas e indicadores de desempeño. Se espera optimizar los procesos en la disponibilidad mecánica de la flota de equipos, brindando un buen servicio al cliente a base de resultados, alcanzando los objetivos y metas propuestas.

Previo a ello se deberá estudiar aquellos puntos o zonas de los equipos que originan las anomalías más frecuentes con objeto de diseñarlos de una nueva forma o con un material de mejor calidad. Se deberá inspeccionar los puntos más débiles en tiempos determinados que dan lugar a una avería a fin de

conocer el estado de los equipos y programar las correcciones necesarias a realizar en el momento más oportuno.



Figura 7. Reporte de KPI de mantenimiento

En la situación actual se puede observar que se lleva un control de indicadores diario, semanal y mensual por flotas, esto con la finalidad de hacer seguimiento y mediar la performance de los equipos.

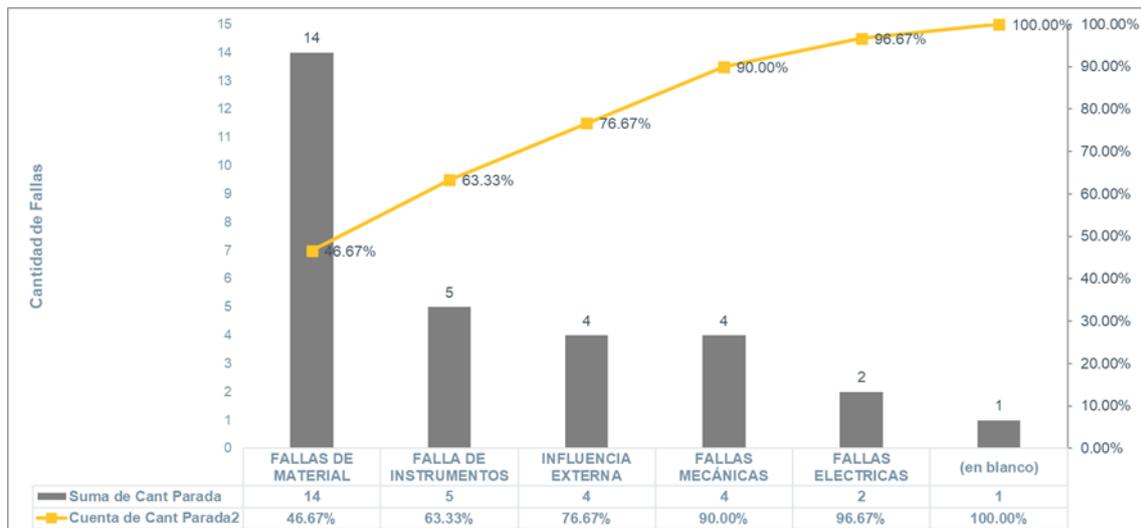


Figura 8. Cantidad de fallas

En la situación actual se pueden medir las fallas mediante un Pareto de fallas - sistema.

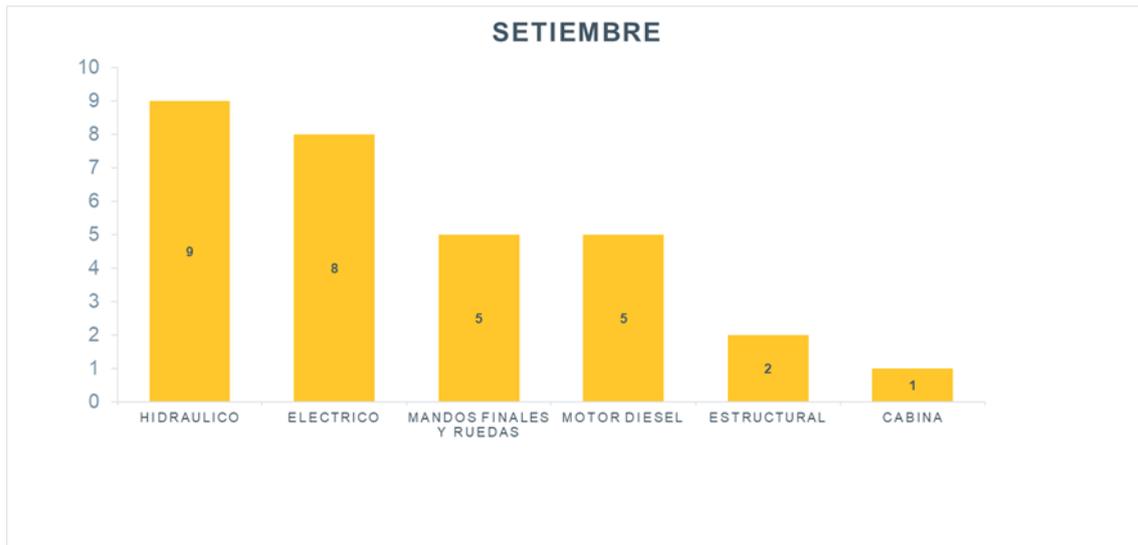


Figura 9. Fallas mediante un Pareto de fallas - sistema

En la situación actual se pueden medir las fallas mediante un *top 10* de fallas de sistemas – cantidad.

Entre los aportes finales se encuentra el plan de acción, hace referencia a los equipos que no llegaron a cumplir el *target* por ende se debe realizar un plan de acción.

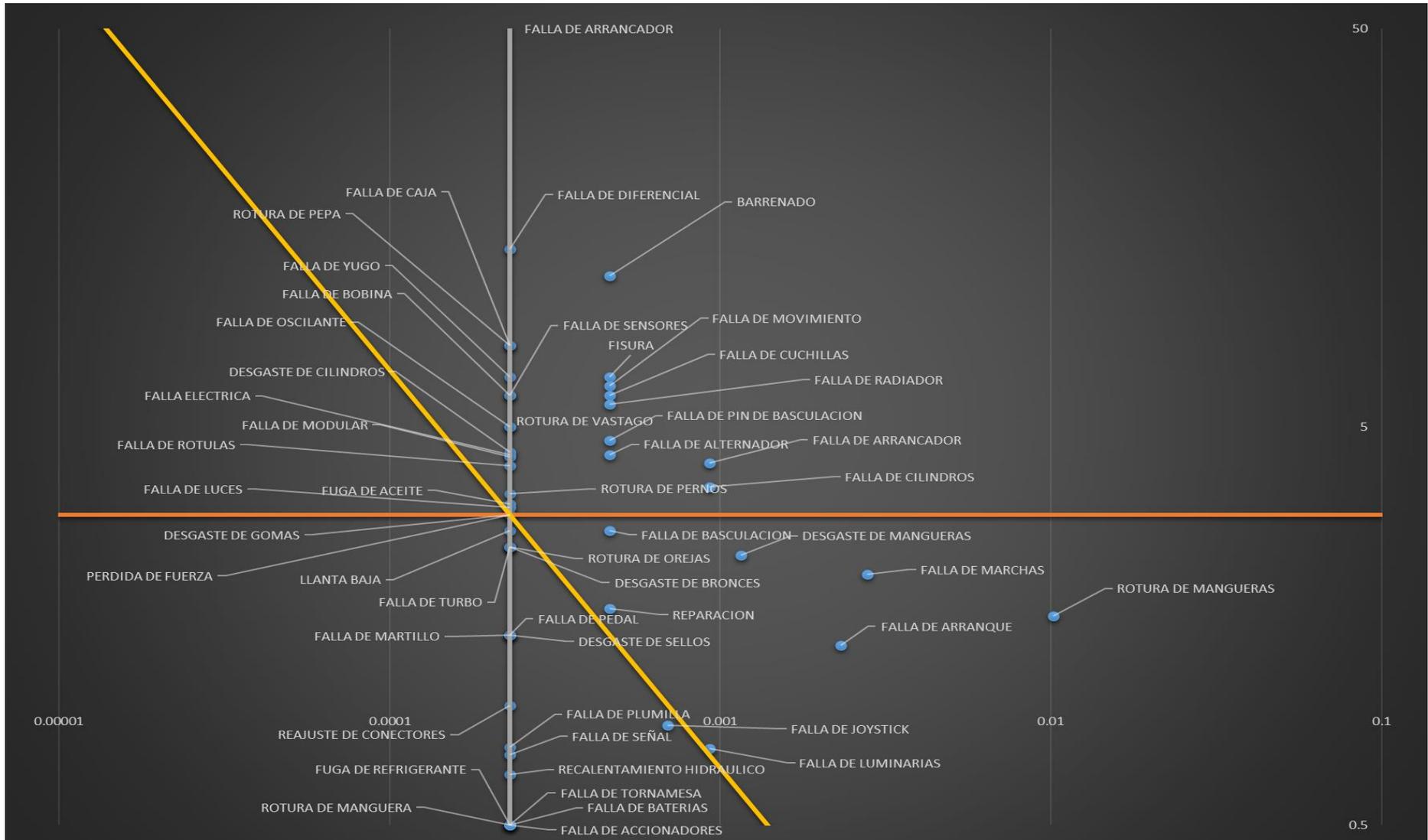


Figura 10. Plan de acción

Dentro de las acciones a seguir es la implementación del *jack knife* para el mejor análisis de los datos mensuales según los modos de falla.

Tabla 3. Valor meta por flotas

Flota	DM (%)	MTTR (h)	MTBS (h)
Scoop	87.00	6	70
Dumper	86.50	6	60
Jumbo boomer	86.50	8	30
Empernador	86.50	8	30
Simba	85.50	8	25
Volquete	86.50	6	40
Mixer	86.50	6	70
Lanzador	86.50	6	70
Montacarga	86.50	6	80
Utilitario	86.50	6	40
Desatadores	86.50	6	30

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

BASES TEÓRICAS DE LAS METODOLOGÍAS O ACTIVIDADES REALIZADAS

3.1. Indicadores

Según Benites (3), los indicadores son relaciones de datos numéricos que permiten evaluar el desempeño y los resultados de cada componente de una gestión clave para la organización. Dichos indicadores permiten identificar qué tan cerca se está del cumplimiento de las metas y objetivos trazados. Los indicadores se pueden expresar en unidades de medida como horas, días o porcentaje.

3.2. KPI

Según Benites (3), el KPI proviene de las siglas en inglés *Key Performance Indicators*, son indicadores que no ayudan a medir y a cuantificar el rendimiento del progreso en función de los objetivos y metas planificados para el desarrollo de las distintas actividades que llevamos a cabo dentro de una organización. Los KPI más utilizados son KPI operativos, mantenimiento, gestión, seguridad y salud ocupacional y sostenibilidad ambiental.

Los KPI pueden incorporar una o muchas métricas diferentes para monitorear un objetivo organizacional. Un KPI bien planificado contribuye a las

organizaciones a traducir las visiones en estrategias comerciales. Las empresas se benefician de una serie de ventajas, como una mayor comprensión en tiempo real para tomar decisiones oportunas.

3.2.1. KPI principales

Según Benites (3), los KPI principales se utilizan para predecir el rendimiento futuro, son complejos de configurar, ya que dependen de acciones externas para lograr los resultados, como cambios en el proceso, inversión en infraestructura. Un claro ejemplo es aumentar los controles de mantenimiento diario en una línea de producción para identificar las fallas que causan los defectos.

3.2.2. KPI rezagados

Los KPI rezagados se utilizan para determinar el resultado de un rendimiento pasado, como la producción, el volumen o el resultado en sí, este tipo de KPI son fáciles de medir, se hace uso de valores que son utilizados para comprender qué tan bien está funcionando un proceso. Un claro ejemplo es el número de unidades producidas en un proceso de fabricación o ingresos mensuales de una organización (3).

3.2.3. KPI operacionales

Los KPI operativos analizan la información detallada y oportuna que se hace uso para tomar decisiones cotidianas o tomar medidas correctivas sobre el rendimiento o proceso. Estos indicadores suelen ser complejos, ya que se hace uso de fórmulas con datos numéricos de múltiples fuentes (3).

3.2.4. KPI estratégicos

Los KPI estratégicos son indicadores que se centran en objetivos a largo plazo derivados de los objetivos y metas de una organización. Dichos indicadores ayudan a identificar si una estrategia está funcionando o no a fin de cumplir con el objetivo establecido. Estos indicadores son conocidos como indicadores de alto nivel (3).

3.2.5. Ejemplo y definiciones

a) Componentes

Son subconjuntos de algún sistema principal de la máquina, que se pueden reparar, cambiar o evaluar como una unidad funcional. Pueden ser de varios tipos: mayores, media vida y menores.

b) Herramientas de corte

Son considerados en este grupo los elementos de desgaste que tienen contacto directo y de ataque sobre el terreno como las cuchillas, las cantoneras, las planchas de desgaste, etc.

c) Contaminación

Es cualquier cosa que no pertenezca al fluido o sistema de la máquina, por ejemplo, agua, tierra, óxido, fibras textiles, partículas metálicas en el aceite del sistema hidráulico o en el combustible.

d) Suministros

Son los elementos de uso común en un taller y que por lo general se consumen a lo largo de varios trabajos, por ejemplo, chisquetes de silicona, paquetes de papel toalla absorbente, trapo industrial, pegamentos, etc.

e) Actividad no programada

Son las actividades que no reúnen las características de las actividades programadas; por lo general, son los servicios imprevistos que no tienen una planificación previa a su ejecución.

f) Actividad programada

Es toda actividad que figura de antemano en un cronograma de trabajo, como parte de un trabajo preventivo y planificado dentro de un orden preestablecido y con una prioridad asignada.

g) Evaluaciones

Son las pruebas de funcionamiento que se realizan a los equipos, sus sistemas, componentes o piezas en base a las especificaciones del fabricante y a la propia experiencia. Los diagnósticos se emiten en base de los resultados de las evaluaciones.

h) Inspecciones

Son las revisiones que se hacen a los equipos para detectar algún problema en progreso, comprobar su estado o evaluarlo, se puede realizar mediante observación visual o con el uso de instrumentos, puede ser una actividad programada o no programada.

i) Mantenimiento general

Es el conjunto de intervenciones mecánicas programadas y no programadas como:

- Cambio de mangueras
- Reparación de cableados eléctricos.
- Cambio de módulos electrónicos.
- Cambio de misceláneos eléctricos.
- Reparación de válvulas hidráulicas.
- Cambio de cilindros hidráulicos.
- Mantenimiento de motor diésel.

j) Mantenimiento preventivo

Es el conjunto de actividades planificadas rutinarias que se realizan en periodos preestablecidos sobre los equipos, dichas actividades son

toma de aceites, cambio de fluidos, cambio de filtros, ajustes y calibraciones periódicas.

Se pueden mencionar como los principales mantenimientos preventivos a las intervenciones recomendadas por el fabricante, deben realizarse con una periodicidad de 250, 500, 750, 1000, 1250, 1500, 1750 y 2000 horas.

k) Mantenimiento rutinario

Es el conjunto de actividades realizadas, por lo general, por el operador antes de operar los equipos, se refiere a las actividades diarias y básicas que se realizan todo el turno o todos los días. Los cuales son:

- Registrar horómetros.
- Inspecciones al inicio, durante y final de cada turno.
- Lubricación diaria y programada.
- Evaluación de desgastes.
- Regulaciones y calibraciones según resultado de inspecciones.
- Verificar la operación de los equipos y dejarlos operativos.
- Comprobar el correcto funcionamiento de todos los sistemas electromecánicos.

l) Monitoreo de condiciones

Es el seguimiento rutinario que se realiza al estado de los sistemas y componentes de los equipos para detectar cualquier síntoma de mal funcionamiento desde su etapa más temprana.

m) Planeamiento

Es el ordenamiento lógico y secuencial de todas las tareas que forman parte de una actividad mayor o de un trabajo antes que este se programe para su realización, estimándose el tiempo que requerirá, los recursos que sean necesarios para que aquellas personas realicen el trabajo.

n) Programación

Es el asignarle una fecha y hora de inicio a una actividad o servicio planificado, es decir, realizar un cronograma de actividades.

o) Reparaciones programadas

Son todas aquellas reparaciones que por necesidades de la producción no pueden realizarse en el momento de detectarse la falla.

p) Reparaciones correctivas

Son todas aquellas reparaciones menores que no involucren desmontaje de algún componente del equipo.

q) Mantenimiento y reparación

Comprende el mantenimiento rutinario, mantenimiento preventivo, reparaciones menores, no incluyendo la reparación de algún componente, si ello implica su desmontaje, salvo que obedezca a fallas de fabricación de los equipos.

r) Abuso de operación

Utilización de un equipo bajo condiciones o parámetros de funcionamiento no recomendados por el fabricante.

s) Paralización mecánica

Detención de un equipo debido a cualquier tipo de desperfecto o falla, que requiera la intervención de un técnico para solucionarlo o debido a trabajos de mantenimiento y reparaciones. Las paralizaciones mecánicas interrumpen el proceso productivo.

Las causas de una paralización mecánica son múltiples y pueden ser de responsabilidad del contratista de mantenimiento. Se consideran causas generales de paralización mecánica los siguientes actos.

- Inspecciones programadas y no programadas
- Lubricación y engrase de los equipos en campo y talleres
- Mantenimiento y reparaciones programadas
- Mantenimiento y reparaciones correctivas menores
- Mantenimiento preventivo, correctivo o cambio de componentes mayores.

t) Vida útil

Es el tiempo transcurrido desde la adquisición del equipo hasta el momento en que, debido a su pérdida general de eficiencia, se hace necesario repararlo o totalmente reemplazarlo.

Tabla 4. Vida útil de los equipos

Vida útil de los equipos <i>trackless</i>	
Flota	Vida útil (horas)
▪ Scooptram	▪ 16,000 h
▪ Desatador	▪ 10,000 h
▪ Utilitario (plataforma)	▪ 10,000 h
▪ Línea amarilla (tractor, moto, cargador, excavadora)	▪ 16,000 h
▪ Jumbos frontoneros	▪ 16,000 h
▪ Empernadores	▪ 16,000 h
▪ Taladros largos	▪ 16,000 h

Nota: tomada del Contrato de prestación de servicios – Ferreyros S. A. (4)

3.2.6. Formatos e informes

a) *Check list*

Formato que permite conocer las impresiones del operador del equipo, respecto al comportamiento de este, durante su operación.

b) Formato de inspección

Documento que contiene las actividades que debe realizar el contratista de mantenimiento de acuerdo con el programa con el fin de detectar preventivamente fallas incipientes en los equipos.

c) Informe de operación

Reporte elaborado por el operador que indica la disponibilidad física, disponibilidad mecánica, tiempo para realizar reparaciones e intervenciones, tiempo promedio entre las paralizaciones y los principales problemas presentados en los equipos, indicando cantos y paralizaciones asociadas.

d) Reporte del operador

Cada operador debe entregar al final de su turno un reporte en donde indique su producción, el horómetro tanto al inicio como al fin de su uso en dicho turno y las principales incidencias ocurridas durante su turno, incluyendo desperfectos que haya detectado en el equipo; este documento es firmado por el operador y por el mecánico que intervino al equipo.

e) Hoja de ruta

Documento que contiene el paso a paso de cómo realizar una determinada actividad de mantenimiento, precisando la cantidad, especialidad del personal, los repuestos y herramientas necesarias.

f) Orden de mantenimiento

Documentos que contienen las tareas preventivas y correctivas establecidas en el programa de mantenimiento semanal, el contratista de mantenimiento está obligado a registrar el cumplimiento de sus actividades en la orden de mantenimiento físico.

g) Backlog

Documento que registra los eventos de falla de los equipos, consolida los eventos reportados en los *check list*, bitácora, formato de inspección y orden de trabajo.

h) Reporte semanal y mensual de operación

Es el reporte periódico de la gestión del mantenimiento de los equipos realizada por la empresa, este documento debe contener KPI, diagrama de Pareto, accidentes, ACR (análisis de causa raíz), *top ten* fallas, consumo de repuestos por equipo o cualquier otra desviación a la gestión.

i) Seguimiento de los resultados

Se apoya en el uso de gráficos de tendencias, los cuales permiten concentrar los esfuerzos en anticipar la ocurrencia de fallas o defectos de funcionamiento y tomar acciones oportunas.

3.3. Indicadores de la gestión de mantenimiento

3.3.1. Confiabilidad:

La confiabilidad es medida como MTBS (tiempo promedio entre paralizaciones mecánicas), siendo igual al tiempo total de operación del equipo en un periodo dado, dividido entre el número de paralizaciones mecánicas ocurridas en el mismo periodo.

$$\text{MTBS (\%)} = \frac{H \text{ trabajadas}}{\sum \text{Números de paradas}} \times 100$$

En donde

Horas trabajadas: suma de horas trabajadas en el periodo de tiempo de análisis (día, mes, año), de no llevarse este registro, se utiliza el tiempo que la máquina ha funcionado en ese periodo en base a la diferencia de lectura de sus horómetros.

Número de paradas: suma de cantidad de mantenimientos preventivos y reparaciones mecánicas y eléctricas (no se considera accidentes).

3.3.2. Mantenibilidad o reparabilidad

Es medida como MTTR (tiempo promedio para reparar) siendo la duración promedio para realizar mantenimiento y reparaciones programadas o correctivas. Se calcula con la siguiente formula.

$$\text{MTTR (\%)} = \frac{H \text{ reparaciones mecánicas} + H \text{ reparaciones eléctricas}}{\Sigma \text{Números de paradas}} \times 100$$

En donde

H reparaciones mecánicas: cantidad de horas dedicado a reparaciones mecánicas (no se considera *overhaul* ni accidentes).

H reparaciones eléctricas: cantidad de horas dedicadas a reparaciones eléctrica (no se considera *overhaul* ni accidentes).

Número de paradas: suma de cantidad de mantenimiento preventivos y reparaciones mecánicas y eléctricas.

3.3.3. Definición de tiempos

A continuación, se presenta un cuadro referencial para la definición de los tiempos utilizados.

Tabla 5. Demoras atribuibles por fallas de logística o falta de suministros

Tiempo neto de producción	Demora operativa programada	Demora operativa no programada	Equipo en <i>stand by</i> y equipo accidentado	Mantenimiento programado	Mantenimiento no programado
	Tiempo de parada por operaciones			Tiempo de parada por mantenimiento	
	Máquina en manos de operaciones (disponibilidad mecánica)				
	Ventana de oportunidad, se hacen trabajos de mantenimiento aprovechando paradas				

Nota: tomada de Contrato de prestación de servicios – Ferreyros S. A. (4)

La producción dependerá del número de ciclos por hora y de la carga promedio de la máquina, lo que a la vez dependerá de las condiciones de trabajo (aplicación) y prácticas al utilizar los equipos (operación). La variabilidad de estos procesos afecta directamente a los requerimientos de mantenimiento.

- Colas, transporte, ineficiencias operativas
- Llenado de combustible
- Cambios de turno
- Voladuras
- Charlas de seguridad y almuerzos
- Días y horas no laborables
- Falta de frente, máquina de retén
- Tiempos de ciclo de menores a máquina detenida
- Ausentismo, permisos especiales

- Accidentes, causas ajenas a mantenimiento
- Tiempo de acceso a la máquina detenida
- Neumáticos
- Herramientas de corte
- Demoras logísticas
- Inspecciones, evaluaciones, reparaciones
- Lavado, lubricación, engrase

3.3.4. Tiempo de operación

Es el tiempo neto de producción de la máquina o de la flota en cuestión, para el periodo de análisis; este tiempo lo calcula el área de despacho de producción. De no llevarse este registro, se utiliza el tiempo que la máquina ha funcionado en ese periodo en base a la diferencia de lecturas de horómetros.

3.3.5. Número de paralizaciones mecánicas

Corresponde a la cantidad de paralizaciones mecánicas del periodo de análisis.

3.3.6. Disponibilidad contractual

Es el porcentaje y el tiempo requerido por operaciones, en el cual el equipo se encuentra sin fallas y puede ser usado con seguridad, considerando que esta debe disgregar lo que no corresponde a la empresa especializada o tercero.

Es medida de la siguiente manera:

$$DC (\%) = \frac{H \text{ programadas} - \sum(H \text{ preventivas} + H \text{ reparaciones mecánicas} + H \text{ reparaciones eléctricas})}{\text{Horas programadas}} \times 100$$

En donde

DM: disponibilidad mecánica

H preventivas: cantidad de horas de mantenimiento preventivo.

H reparaciones mecánica: cantidad de horas dedicado a reparaciones mecánicas (no se considera *overhaul* ni accidentes), se descuentan las intervenciones que no corresponden a la empresa especializada o tercero.

H reparaciones electricas: cantidad de horas dedicadas a reparaciones eléctricas (no se condiera *overhaul* ni accidentes), se descuentan las intervenciones que no corresponden a la empresa especializada o tercero.

Horas programadas: horas programadas por operaciones para trabajo de 24 horas por día.

3.3.7. Objetivos de disponibilidad mecánica y confiabilidad

A continuación, se indican los indicadores que debe cumplir la empresa para el mantenimiento de flotas, de no cumplir con lo programado, se originarán las penalidades.

a) Disponibilidad mecánica (DM)

Es el porcentaje y el tiempo requerido por operaciones, en el cual el equipo se encuentra sin fallas y puede ser usado con seguridad, indica el tiempo en que un equipo, máquina, o sistema opera, este tiempo es menor al que se hace referencia idealmente.

$$DM (\%) = \frac{H \text{ programadas} - \sum(H \text{ preventivas} + H \text{ reparaciones mecánicas} + H \text{ reparaciones eléctricas})}{Horas \text{ programadas}} \times 100$$

En donde

DM: disponibilidad mecánica

H preventivas: cantidad de horas de mantenimiento preventivo.

H reparaciones mecánica: cantidad de horas dedicado a reparaciones mecánicas (no se considera *overhaul* ni accidentes).

H reparaciones electricas: cantidad de horas dedicadas a reparaciones eléctricas (no se considera *overhaul* ni accidentes).

Horas programadas: horas programadas por operaciones para trabajo de 24 horas por día.

b) Tiempo promedio entre paradas (MTBS)

Es el tiempo promedio entre paradas por mantenimiento o por reparación.

$$MTBS (\%) = \frac{H \text{ trabajadas}}{\sum \text{Números de paradas}} \times 100$$

En donde

Horas trabajadas: suma de horas trabajadas en el periodo de tiempo de análisis (día, mes, año), de no llevarse este registro, se utiliza el tiempo que la máquina ha funcionado en ese periodo en base a la diferencia de lectura de sus horómetros.

Número de paradas: suma de cantidad de mantenimientos preventivos y reparaciones mecánicas y eléctricas (no se consideran accidentes).

c) Tiempo promedio para reparar (MTTR)

Es el tiempo promedio que un determinado equipo permanece en reparación.

$$MTTR (\%) = \frac{H \text{ reparaciones mecánicas} + H \text{ reparaciones eléctricas}}{\Sigma \text{Números de paradas}} \times 100$$

En donde

H reparaciones mecánicas: cantidad de horas dedicado a reparaciones mecánicas (no se considera *overhaul* ni accidentes).

H reparaciones eléctricas: cantidad de horas dedicadas a reparaciones eléctricas (no se considera *overhaul* ni accidentes).

Número de paradas: suma de cantidad de mantenimiento preventivo y reparaciones mecánicas y eléctricas.

Tabla 6. Indicadores de mantenimiento meta

Flota	DM (%)	MTTR (h)	MTBS (h)
Scoop	87.00	6	70
Dumper	86.50	6	60
Jumbo boomer	86.50	8	30
Empernador	86.50	8	30
Simba	86.50	8	25
Volquete	86.50	6	40
Mixer	86.50	6	70
Lanzador	86.50	6	70
Montacarga	86.50	6	80
Utilitario	86.50	6	40
Desatadores	86.50	6	30

Nota: tomada del Contrato de prestación de servicios – Ferreyros S. A. (4)

3.3.8. Indicadores clave de desempeño

Son los parámetros que se han elegido para monitorear y hacerle seguimiento a los resultados logrados por el sistema de gestión de mantenimiento implementado. Cuando se utiliza el valor de un indicador clave de desempeño como un patrón referencial por ser el mejor de la industria se le llama "*benchmarking*".

3.4. Trabajos preliminares de Ferreyros S. A.

3.4.1. Inspecciones programadas

Se realizarán las inspecciones semanales a los sistemas de ejes diferenciales delantero y posterior y demás sistemas de los equipos y serán registrados en formatos de Ferreyros S. A., con el objetivo de verificar su estado y generar actividades diferidas programables, así como programar cambio de componentes o reparaciones; debe figurar una cartilla de inspección.

3.4.2. Inspecciones no programadas

En caso de que se presenten reportes sobre problemas de funcionamiento en los equipos, Ferreyros realizará inspecciones o evaluaciones puntuales con el objetivo de verificar el estado de algún sistema en particular de la máquina e identificar el problema.

3.4.3. Instrucción en mantenimiento rutinario

Consta del servicio de supervisión y adiestramiento brindado por los técnicos de Ferreyros para capacitar en actividades de mantenimiento rutinario en la unidad de producción Chungar. Las actividades de mantenimiento rutinario son:

- Verificación de los niveles de fluido
- Identificación de ruidos anormales
- Inspección visual del manejo de adecuado engrase del equipo

- Llenado del formato de preuso con el operador
- Llenado del reporte del operador

3.4.4. Muestreo de aceites

Ferreyros realizará la toma de muestras de los aceites de los compartimientos de los equipos de acuerdo con lo recomendado por el fabricante. La toma de muestras de aceite se realizará al inicio de los mantenimientos preventivos y el análisis de estas se realizará en los laboratorios asignados por Chungar.

3.4.5. Mantenimientos y reparaciones programadas

Ferreyros brindará el servicio necesario de área en todas las intervenciones mecánicas y eléctricas que se realizan con la finalidad de evitar paralizaciones imprevistas, algunos mantenimientos y reparaciones programados son:

- Los mantenimientos preventivos.
- Mantenimientos preventivos a los cilindros hidráulicos (inspección visual externa de fugas, golpes y cambio de sellos). Paquetes de frenos (inspección visual de funcionamiento, toma de presiones y cambio de elementos de desgaste como disco de frenos), martillos (inspección visual externa de fugas y funcionamiento), pines y bocinas (identificar desgaste y juegos axiales) y brazo telescópico de *scalers* (identificar desgaste).

3.4.6. Reparaciones correctivas menores

La empresa Ferreyros, brindará el servicio necesario para intervenir a los equipos cuando se paraliquen de manera imprevista por una falla mecánica o eléctrica. Por su naturaleza, la corrección de este tipo de fallas se hace por lo general en el lugar de prestación del servicio y consiste en una o varias de las siguientes actividades:

- Diagnóstico

- Ajustes

- Cambio de alguna pieza menor de un componente mayor que no implique remoción ni instalación ni desarmado.

- Cambio de alguna pieza menor de un sistema del equipo.

- Cambio de alguna pieza menor o remoción e instalación de componentes de media vida.

- Cambio de alguna pieza menor o remoción e instalación de cilindros hidráulicos pequeños.

3.4.7. Reporte mensual de operación

Para mostrar el estado de los equipos, la empresa Ferreyros S. A. deberá emitir mensualmente un reporte donde se indique:

- La disponibilidad mecánica alcanzada por flota

- Tiempo utilizado para realizar reparaciones e intervenciones, reparabilidad (MTTR).

- Tiempo promedio entre paralizaciones (confiabilidad y efectividad del mantenimiento (MTBS).

- Principales problemas presentados en los equipos y paralizaciones asociadas.

- La precisión de los servicios de mantenimiento preventivo, el cumplimiento y desviaciones.

- En todos los casos donde las intervenciones programadas se realicen en talleres, el tiempo de paralización empieza cuando Ferreyros da el aviso de servicio terminado a Chungar.
- El informe mensual debe contemplar herramientas como Pareto y ACR y los planes de acción de los modos de fallas encontrados.

3.4.8. Reporte mensual de operación

La empresa realizará el monitoreo de los diferentes sistemas de los equipos. Para poderlo realizar, Ferreyros ejecutará el seguimiento de indicadores clave de desempeño obtenidos de:

- Resultados de evaluaciones e inspecciones.
- Códigos de falla reportados por el producto link (mecanismo integral que permite monitorear, controlar y administrar a distancia toda la flota Caterpillar)
- Parámetros evaluados que queden fuera de los rangos permitidos o aceptables.

3.4.9. Mantenimiento preventivo

La empresa ejecutará las actividades de mantenimiento preventivo en forma sistemática y específica con la periodicidad y calidad establecida en los manuales de mantenimiento, instructivos, hojas de ruta y programas de trabajo aprobados o establecidos por el fabricante; para ello se debe cumplir con lo siguiente.

- Los mantenimientos preventivos se generan en función a las frecuencias por horas recomendadas por los fabricantes, donde se detalla la hoja de ruta a realizar.

- Los mantenimientos preventivos se generan después de un análisis estadístico de las fallas, para determinar la frecuencia por horas de dicho fallo.
- Los mantenimientos preventivos se generan después de realizar un análisis de causa raíz y los planes de acción deben ser ingresados a las cartillas de mantenimiento preventivo.
- El mantenimiento preventivo debe aplicarse por componente del equipo, esto se registrará en la hoja de ruta.
- El mantenimiento preventivo debe incluir el 100 % de los dispositivos de seguridad, además la empresa debe presentar un informe mensual de operatividad de los dispositivos de seguridad.
- Las rutas serán revisadas y actualizadas después de cada investigación de accidentes de equipos, donde se incluirá las recomendaciones técnicas para evitar nuevos fallos que ocasionen daños a las personas, equipos, procesos y medio ambiente.
- En plan y programa de mantenimiento preventivo anual, mensual y semanal, es elaborado por Ferreyros, pero revisado y aprobado por el área de planeamiento de mantenimiento de Chungar.

3.4.10. Mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo es toda actividad de mantenimiento no prevista en un plan de mantenimiento. En coordinación con la Jefatura de Mantenimiento de Chungar, deberá planificar, programar y ejecutar todas las actividades (mecánicas, eléctricas o electrónicas) correctivas que se desprendan de las inspecciones periódicas de equipos y que no puedan esperar a ser programadas en un mantenimiento preventivo.

3.4.11. Herramientas de confiabilidad

La empresa Ferreyros debe usar herramientas de confiabilidad (análisis estadístico de *Jack Knife*, *Weibull*, exponencial, para complementar los informes mensuales de la gestión de recomendación de confiabilidad deben ser analizadas por la jefatura de mantenimiento de Chungar e incluirse en las hojas de ruta preventivas).

Se debe analizar con frecuencia mensual las fallas y emitir los planes de acción para eliminar las fallas, debiendo estos planes de acción ingresar a las hojas de ruta preventiva.

Las recomendaciones de los ACR deben difundirse a todo el equipo de mantenimiento y los planes de acción deben actualizar las hojas de ruta preventivas.

CAPÍTULO IV

DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES

4.1. Descripciones de actividades profesionales

4.1.1. Enfoque de las actividades profesionales

Las actividades profesionales son:

- Remitir reportes diarios, haciendo uso del formato y estándar establecido por la unidad minera Chungar.
- Remitir reportes de indicadores KPI de mantenimiento, debiendo ser reportes diarios, semanales, mensuales y anuales.
- Asegurar el cumplimiento y precisión de los mantenimientos preventivos, haciendo uso de los formatos y estándares establecidos por la unidad minera Chungar.
- Generar un programa de mantenimiento preventivo con frecuencia semanal haciendo uso para esto del sistema de gestión de mantenimiento SAP de la unidad minera Chungar.

- Gestionar la entrega de las cartillas de mantenimientos preventivos, predictivos, correctivos, hojas de ruta y reactivos con todas las actividades a ejecutar según recomendación del fabricante.
- Asistencia a las reuniones de planeamiento semanales o cuando sean requeridos por la unidad minera Chungar, a fin de asegurar la sostenibilidad de la gestión de mantenimiento.
- Remitir semanalmente el cuadro de *backlogs* siguiendo el orden y estrategia establecida por la unidad minera Chungar en SAP.
- Gestionar y controlar el mantenimiento de componentes mayores y menores de toda la flota de equipos, haciendo uso del sistema de mantenimiento de Chungar en SAP.
- Gestionar y programar los mantenimientos planificados establecidos por una frecuencia o intervalo de cambio, considerando el MTBF según corresponda.
- Remitir informes de evaluación general del estado del equipo haciendo uso de herramientas de precisión según formatos y parámetros establecidos por el fabricante.
- Remitir y gestionar el control de seguimiento de equipos en operación. Se deberá mostrar protocolos de seguimiento y recomendaciones correspondientes.
- Desarrollar diagramas de Pareto del *top ten* de fallas a fin de evitar su recurrencia.
- Gestionar el control de parámetros operacionales desarrollando tendencias en los diferentes sistemas de equipo.

- Gestionar y evidenciar las horas de trabajo que desarrolla el personal técnico a fin de poder realizar un adecuado análisis del costo horario.
- Seguimiento y control presupuestal de los equipos, presentando para esto informes del costo horario.
- Gestionar la presentación de un informe mensual de resultados de su gestión reflejada en los equipos según lo solicitado por la jefatura de mantenimiento mecánico.

4.1.2. Alcance de las actividades profesionales

Las actividades profesionales realizadas abarcan desde los reportes diarios, reportes de indicadores KPI de mantenimiento, registros de cumplimiento y precisión de los mantenimientos preventivos, programa semanal de mantenimiento preventivo, entrega de las cartillas de mantenimiento preventivos, predictivos, correctivos, hojas de ruta y reactivos con todas las actividades a ejecutar, mantenimiento de componentes mayores y menores de toda la flota de equipos, informes de evaluación general del estado del equipo haciendo uso de herramientas de precisión, reportes de control de seguimiento de equipos en operación, diagramas de Paretos del *top ten* de fallas y gestión del control de parámetros operacionales desarrollados en los diferentes sistemas de equipo.

4.1.3. Entregables de las actividades profesionales.

Los entregables profesionales:

a) Diario

- Reportes diarios
- Reportes de indicadores KPI de mantenimiento
- Seguimiento al presupuesto establecido para los equipos

b) Semanal

- Programa de mantenimiento preventivo con frecuencia semanal haciendo uso del sistema de mantenimiento SAP.
- Entrega de las cartillas de mantenimientos preventivos, predictivos, correctivos, hojas de ruta y reactivos de las actividades.
- Remitir semanalmente el cuadro de *backlogs*.
- Remitir los informes de los mantenimientos realizados, utilizando la herramienta ET (software exclusivo de Caterpillar).
- Remitir el cumplimiento de los mantenimientos realizados.
- Presentar PPT de los indicadores KPI semanales.

c) Mensual

- Presentación del informe mensual de resultados de la gestión.
- Presentar la valorización del personal.

d) Anual

- Elaboración del *Opex* y *Capex* presupuestal para toda la flota Ferreyros, *backlogs*.

e) Avances

- Gestionar y controlar el mantenimiento de componentes mayores y menores de toda la flota de equipos haciendo uso del sistema de gestión de mantenimiento de SAP.
- Informar evaluación general del estado del equipo, haciendo uso de herramientas de precisión según los formatos establecidos.

- Desarrollar diagramas de Paretos del *top ten* de fallas para prevenir su recurrencia.

4.2. Aspectos técnicos de la actividad profesional

4.2.1. Metodologías

- Análisis de Pareto
- Planes de mantenimiento
- Mantenimiento centrado en la confiabilidad
- Indicadores de gestión de mantenimiento

4.2.2. Técnicas

- Técnica documental (recopilación de datos)
- Mantenimiento preventivo, correctivo y reactivo

4.2.3. Instrumentos

- Programa SAP que utiliza la compañía Volcán – Chungar
- Programa AMT
- Cuadro de control de componentes
- Cuadro de reporte diario
- Cuadro de seguimiento de pedidos

4.2.4. Equipos y materiales utilizados en el desarrollo de las actividades

f) Equipos

- Software Et.

- Sis. cat.
- Programa stw. cat.

g) Materiales

- Bitácoras de los operadores
- Cartillas de mantenimiento
- Insumos de mantenimiento
- Cartilla de solicitud de repuestos

4.3. Ejecución de las actividades profesionales

4.3.1. Cronograma de actividades realizadas

Tabla 7. Cronograma de actividades

Cronograma de actividades							
Fase 1: diario	L	M	M	J	V	S	D
Recolección de datos							
Redacción y revisión							
análisis e interpretación de datos							
Elaborar informe de KPI de mantenimiento							
Elaborar control de accesorios							
Fase 2: semanal	cada miércoles de la semana						
Elaborar informe de KPI de mantenimiento semanal							
Fase 3: mensual	Cada fin de mes						
Elaborar el informe mensual							

Tipos de actividades del proyecto.	Diaria	
	Semanal	
	Mensual	

4.3.2. Proceso y secuencia operativa de las actividades profesionales

- Las actividades desarrolladas empiezan al momento de remitir reportes diarios, haciendo uso del formato y estándar establecido por la unidad minera Chungar.

- Se reporta de forma diaria, semanal, mensual y anual los indicadores KPI de mantenimiento.
- Asegurar el cumplimiento y precisión de los mantenimientos preventivos, haciendo uso de los formatos y estándares establecidos por la unidad minera Chungar.
- Generar un programa de mantenimiento preventivo con frecuencia semanal haciendo uso para esto del sistema de gestión de mantenimiento SAP de la unidad minera Chungar.
- Remitir informes de evaluación general del estado del equipo haciendo uso de herramientas de precisión según formatos y parámetros establecidos por el fabricante.
- Remitir y gestionar el control de seguimiento de equipos en operación. Se deberá mostrar protocolos de seguimiento y recomendaciones correspondientes.
- Gestionar el control de parámetros operacionales desarrollando tendencias en los diferentes sistemas de equipo.

CAPÍTULO V RESULTADOS

5.1. Resultados finales de las actividades realizadas

El objetivo principal del presente trabajo de investigación es gestionar y controlar el mantenimiento de componentes mayores y menores de toda la flota de equipos, haciendo uso del sistema de gestión de mantenimiento SAP. A continuación, se muestran los reportes de los trabajos de mantenimiento de equipos.

Tabla 8. Reporte de trabajos de mantenimiento (paradas)

FORMULAS				FECHA/EQUIPO		DATOS DE PARADA			SISTEMA AFECTADO			OTROS		
Año	Sem	Mes	Flota	Fecha de Ejecución	Turno	Equipo	Tipo de Mantto	Tipo Trabajo	Sistema	Código Falla	Tipo Falla	Tipo Parada2	Detalle de Trabajo Realizado	Estado Final Equipo
2021	8	Febrero	SCOOP	17/02/2021	Día	SCO-0135-CH	REAC	MEC	MANDOS FINALES Y RUEDAS	204	FALLAS DE MATERIAL	Paradas por Mantenimiento Planificado	(07:00 -19:00) MAQUINADO DE LOS YUGOS DE LA CAJA DE	INOPERATIVO
2021	8	Febrero	SCOOP	17/02/2021	Día	SCO-0136-CH	INS	MEC					(07:00-07:30) INSPECCION Y ENGRASE.	OPERATIVO
2021	8	Febrero	SCOOP	17/02/2021	Día	SCO-0137-CH	INS	MEC					(07:00-07:30) INSPECCION Y ENGRASE.	OPERATIVO
2021	8	Febrero	SCOOP	17/02/2021	Día	SCO-0138-CH	INS	MEC					(07:00-07:30) INSPECCION Y ENGRASE.	OPERATIVO
2021	8	Febrero	SCOOP	17/02/2021	Día	SCO-0142-CH	INS	MEC					(07:00-07:30) INSPECCION Y ENGRASE.	OPERATIVO
2021	8	Febrero	SCOOP	17/02/2021	Día	SCO-0144-CH	INS	MEC					(07:00-07:30) INSPECCION Y ENGRASE.	OPERATIVO
2021	8	Febrero	MOTONIVELADORA	17/02/2021	Día	MOT-0002-CH	INS	MEC					(07:00-07:30) INSPECCION Y ENGRASE.	OPERATIVO
2021	8	Febrero	MINICARGADOR	17/02/2021	Día	MCA-0003-CH	INS	MEC					(07:00-07:30) INSPECCION Y ENGRASE.	OPERATIVO
2021	8	Febrero	TRACTOR	17/02/2021	Día	TRC-0004-CH	OP	MEC	ESTRUCTURAL	200	FALLAS DE MATERIAL	Paradas por Mantenimiento Correctivo atr	(14:30 -16:40) SE REALIZA EL CAMBIO DEL PIN DEL CILINDRO DE LEVANTE LH DEL BULLDOZER..	OPERATIVO
2021	8	Febrero	SCOOP	17/02/2021	Día	SCO-0139-CH	CPRO	MEC					(09:00-17:00) CAMBIO DE DIFERENCIAL DELANTERO REPARADO..	OPERATIVO
2021	8	Febrero	MINICARGADOR	17/02/2021	Día	MCA-0004-CH	REAC	MEC	MANDOS FINALES Y RUEDAS	201	FALLAS DE MATERIAL	Paradas por Mantenimiento Planificado	(07:00 - 19:00) SE PRESENTA INFORME	INOPERATIVO
2021	8	Febrero	TRACTOR	17/02/2021	Día	TRC-0005-CH	INS	MEC					(07:40-08:30) INSPECCIÓN Y ENGRASE.	OPERATIVO
2021	8	Febrero	SCOOP	17/02/2021	Día	SCO-0145-CH	INS	MEC					(07:40-08:30) INSPECCIÓN Y ENGRASE.	OPERATIVO

Nota: tomada del área de Mantenimiento – Ferreyros (2)

Tabla 9. Interpretación de las paradas de mantenimiento

Tipo de parada	Tipo de mantenimiento	Tipo de trabajo	KPI
<ul style="list-style-type: none"> ▪ PR: parada programada (inspección correctiva programada) ▪ NPR: no programada 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ACC: accidente ▪ CPRO: correctivo programado ▪ Garantía: tema logístico ▪ INS: inspección ▪ OP: operación ▪ PM: mantenimiento programada <ul style="list-style-type: none"> ▪ PREV: preventivamente ▪ REAC: reactivo 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mecánico ▪ Eléctrico 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ DM: disponibilidad mecánica (1) indicadores ▪ UD: uso de la disponibilidad ▪ U: utilización (2) indicadores ▪ UT: utilización total

Nota: tomada del área de Mantenimiento – Ferreyros (2)

- 1) Disponibilidad contractual - equipo
- 2) Disponibilidad mecánica - equipo
- 3) Utilización - equipo



Figura 11. Reporte de KPI de mantenimiento (KPI mensual) (2)

Interpretación

- SCO-0144-CH, tiene la disponibilidad contractual a un 66 % por presentar problema en la bomba hidráulica. Adicional presenta la disponibilidad mecánica 64 %, aparte del problema de bomba se tuvo trabajos de soldadura en el protector del sistema de supresión de incendios.

- MOT-0002-CH, presenta una utilización de 31 %, este equipo no tiene operador en una guardia.

K8959 | =SUMAR.SI.CONJUNTO(BDHorometros[Horas Totales Acumuladas];BDHorometros[Código interno Equipo];{@Equipo};BDHorometros[Fecha de lectura];{@Fecha};BDHorometros[Turno];{@Turno})

CHUNGAR | **BD resumen de paradas e indicadores**

Datos a ingresar				Horas													Horas de Parada													Responsable				Cantidad de Parada							
Unidad	Empresa	Flota	Fecha	Turno	Equipo	Horas Inicial	Horas Final	Horas Trabajadas	Horas Total Acumuladas	PM	INS	CPRO	PD	CC	OVH	REAC	ACC	OP	PR	NPR	Horas P.Prog	Horas No P.Prog	Horas Totales	SI	No	Horas Totales	SI	No	Horas Totales	SI	No	Horas Totales	SI	No	Horas Totales	SI	No				
1951	ANIMON	ERREYROI	2021/06/23	Noche	MCA-0003-CH	4,725	4,725	0	4,725	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
1952	ANIMON	ERREYROI	2021/06/23	Noche	TRC-0004-CH	9,937	9,944	7	9,944	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
1953	ISLAY	ERREYROI	2021/06/23	Noche	SCO-0139-CH	17,437	17,440	3	17,440	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

K8959 | =SUMAR.SI.CONJUNTO(BDHorometros[Horas Totales Acumuladas];BDHorometros[Código interno Equipo];{@Equipo};BDHorometros[Fecha de lectura];{@Fecha};BDHorometros[Turno];{@Turno})

CHUNGAR | **una empresa Ferreyros**

Datos a ingresar				Datos de Parada													KPI													Benchmark										
Unidad	Empresa	Flota	Fecha	Turno	Equipo	Horas en INSP	Horas en PBE	Horas en CPR	Horas en REA	Horas por ACCU	Horas Parada Falt	Tiempo en Mant	Cantidad Fallas	Horas Falla	Tiempo en Opera	DM	U	DM	DM Fisica	UT	B-DM	Observación																		
8951	ANIMON	ERREYROI	2021/06/23	Noche	MCA-0003-CH	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8952	ANIMON	ERREYROI	2021/06/23	Noche	TRC-0004-CH	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0	7.0	96%	50%	96%	96%	58%	85.0%																		
8953	ISLAY	ERREYROI	2021/06/23	Noche	SCO-0139-CH	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	100%	25%	100%	100%	25%	85.0%																		

Figura 12. Horómetros. Horas acumuladas

Los datos obtenidos son del Excel creado por el área de Planificación Ferreyros en consenso con la compañía Volcán-Chungar.

- 1) Disponibilidad – flota
- 2) Utilización - flota

- 3) MTBS (tiempo promedio entre paralizaciones (confiabilidad y efectividad del mantenimiento)).
- 4) MTRR (tiempo utilizado para realizar reparaciones e intervenciones, reparabilidad).

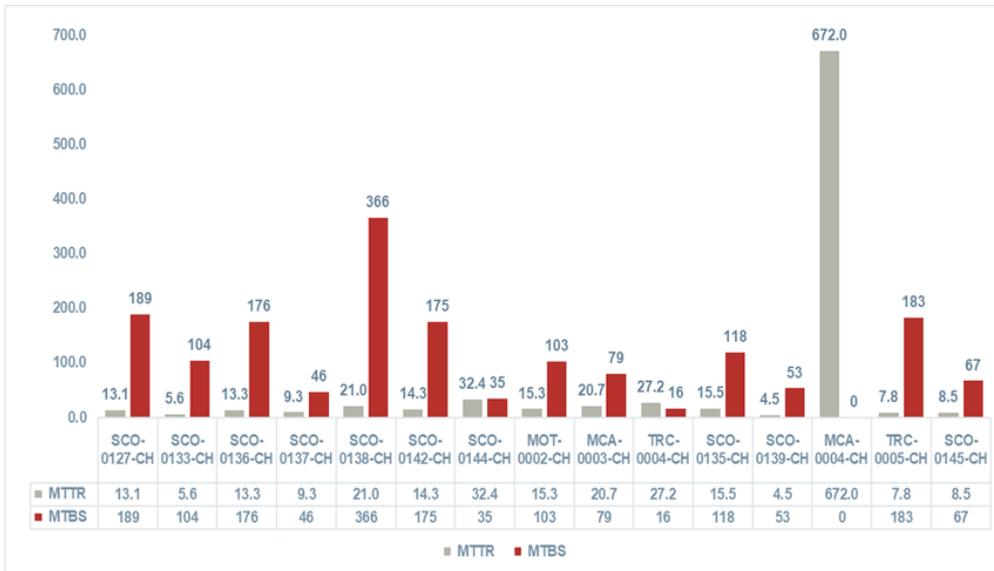


Figura 15. Reportes de MTBS y MTRR por flota (2)

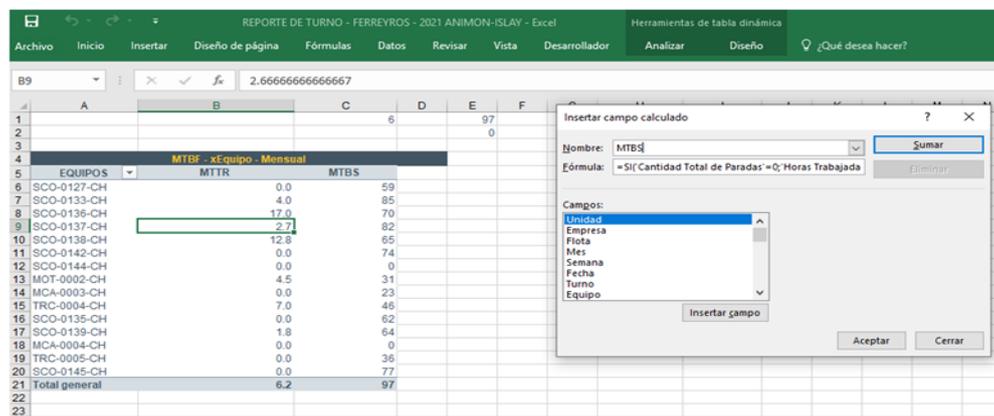
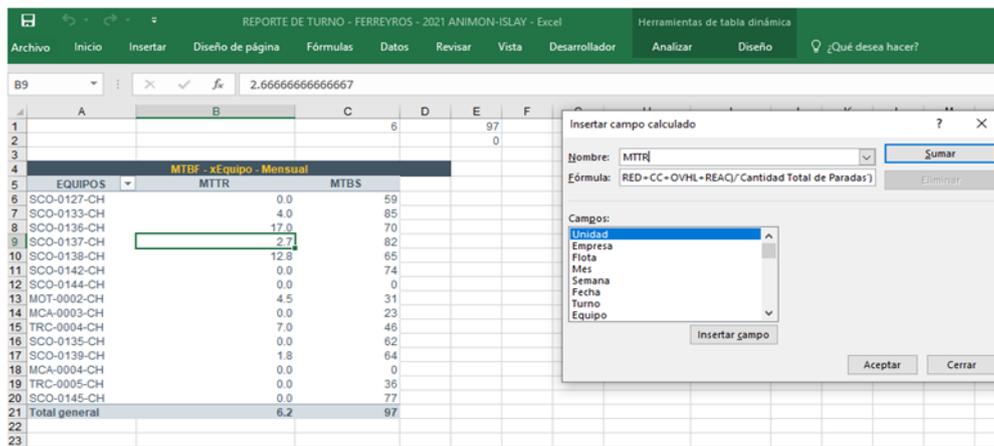


Figura 16. Campos calculados para poder obtener el MTTR y MTBS (2)

En el Excel creado por el área de planificación Ferreyros se insertó campos calculados para poder obtener el MTTR y MTBS.

Interpretación

- El MCA-0004- CH, se encuentra inoperativo por accidente, mientras que el Scoop 0137 (SCO-0137-CH), tuvo parada por reparaciones programadas.

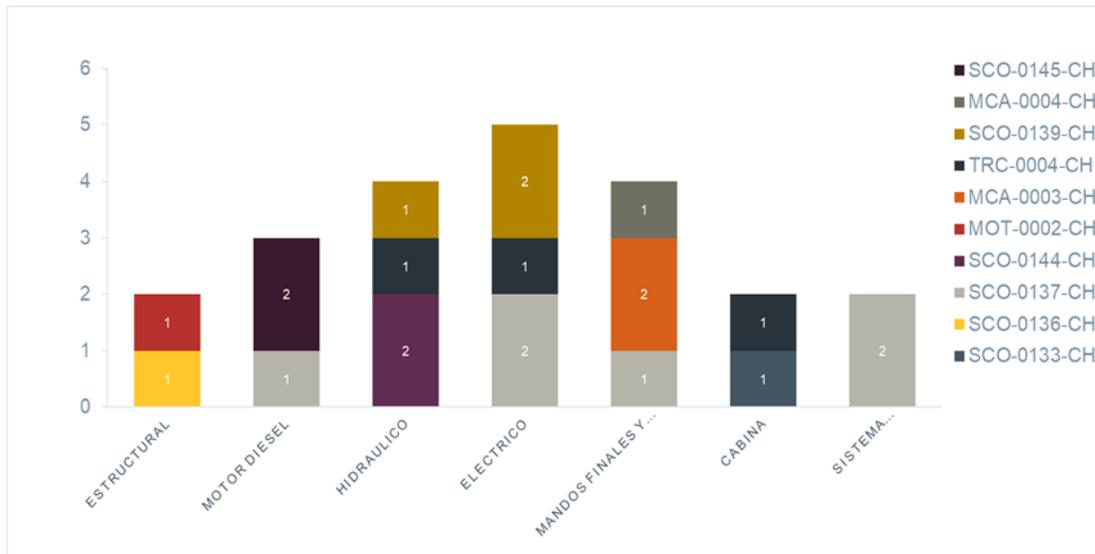


Figura 17. Reportes de paradas (top 10 fallas de sistemas – cantidad – sistema) (2)

Interpretación

- Se muestra el top 10 de los equipos y cuáles fueron las fallas en sus sistemas (estructural, motor diésel, hidráulico, eléctrico, mandos finales, cabina, asimismo, se evidencia que el problema más común en los equipos se da por falla en su sistema eléctrico.

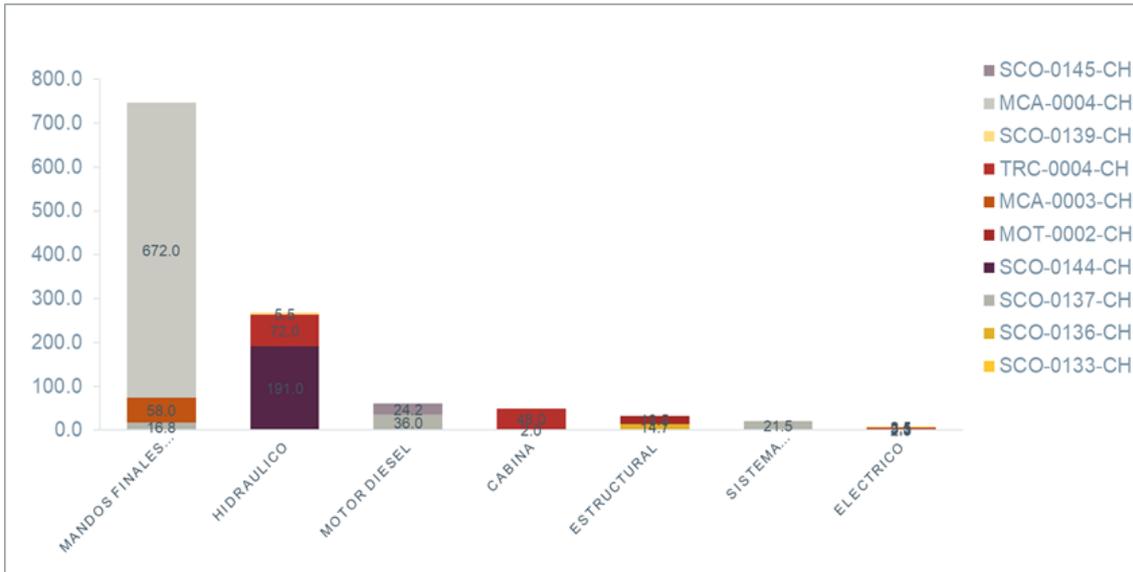


Figura 18. Reportes de paradas (top 10 fallas de sistemas – horas – componentes) (2)

Interpretación

- Se muestra el top 10 de los equipos y qué componentes fallaron en sus sistemas, se evidencia que el problema principal radica en los componentes del sistema hidráulico de los equipos.

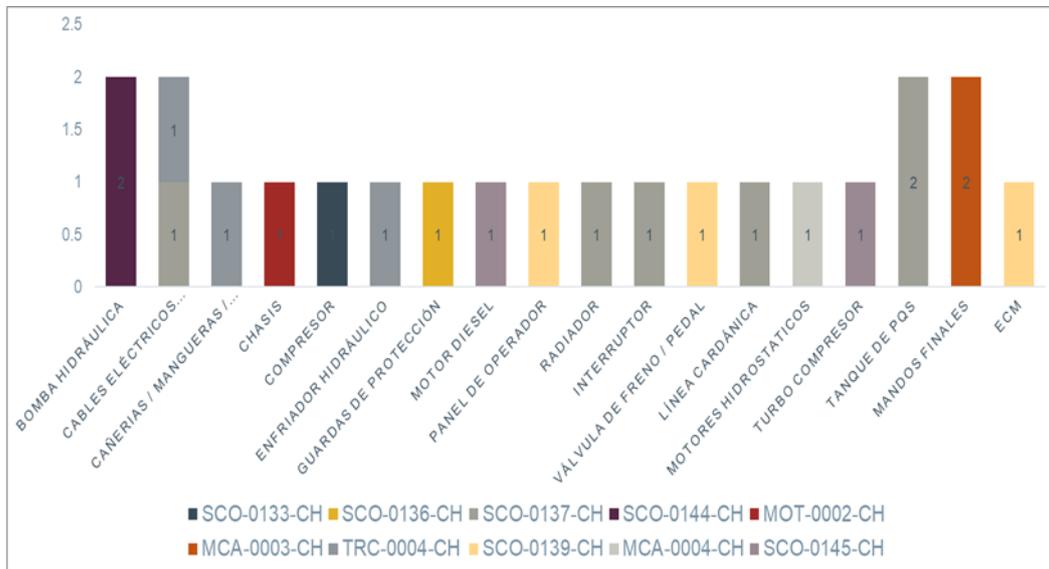


Figura 19. Reportes de paradas (top 10 fallas de sistemas – componentes- cantidad) (2)

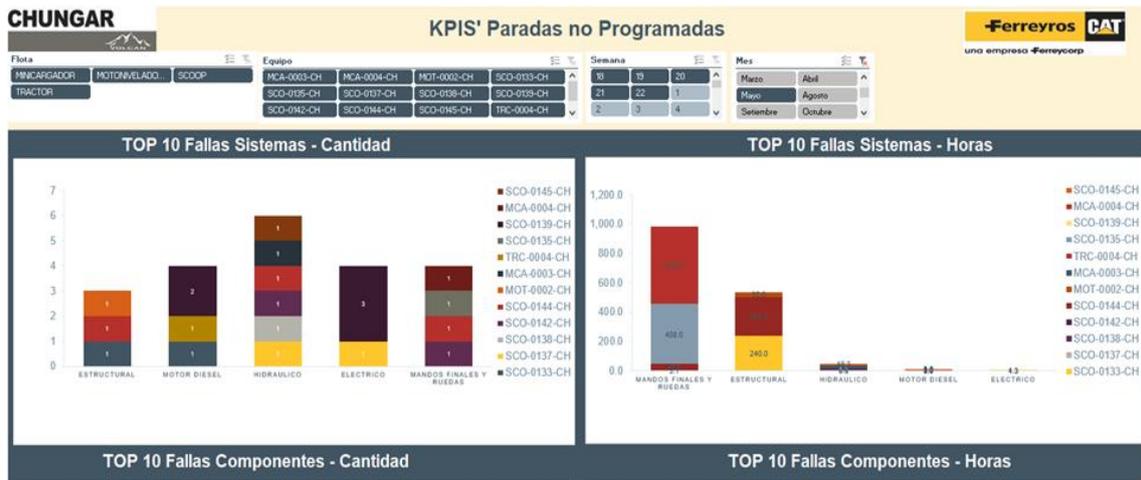


Figura 20. KPI paradas no programadas

Los números 1 y 2 dentro de cada barra indica la cantidad de fallas durante el tiempo seleccionado.

Interpretación

- Se muestra el *top 10* de los equipos y la cantidad de componentes que fallaron en sus sistemas, se evidencia que son aproximadamente dos componentes que fallan con frecuencia en el equipo.

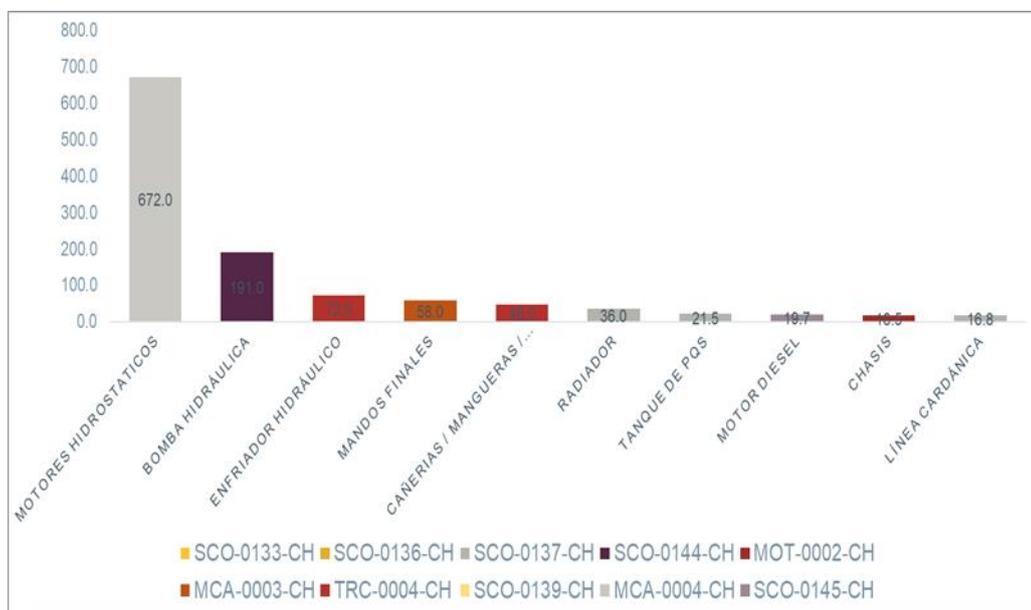


Figura 21. Reportes de paradas (top 10 fallas de componentes - horas) (2)

Los números dentro de cada barra indica la cantidad de horas que estuvo parado el equipo por la falla del componente, desde la fecha seleccionada.

Interpretación

- Se muestra el *top 10* de los equipos y la cantidad de componentes que fallaron en sus sistemas, se evidencia que son aproximadamente 2 componentes que fallan con frecuencia en el equipo.

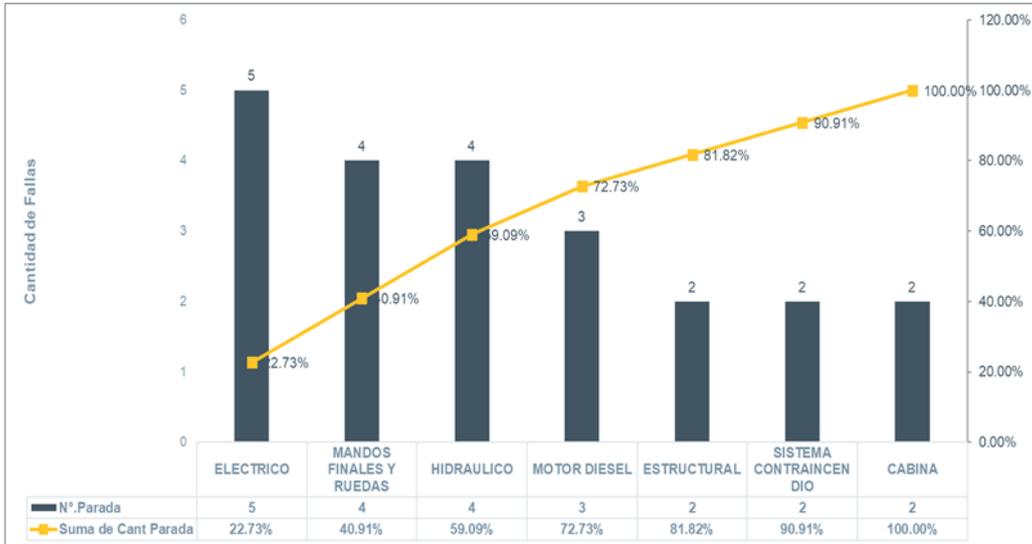


Figura 22. Pareto de fallas – sistema (2)

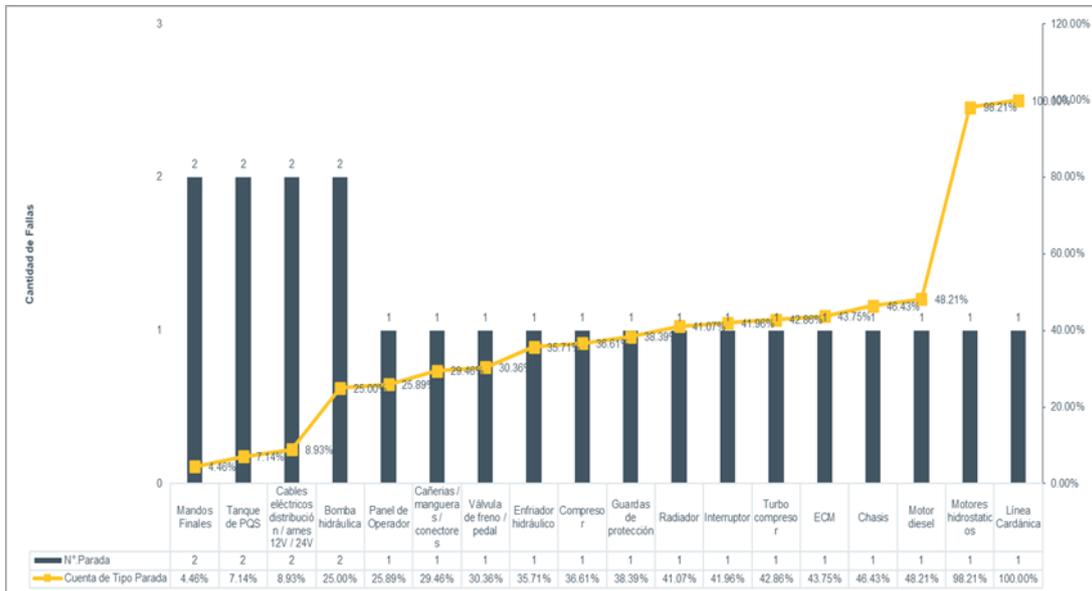


Figura 23. Pareto de fallas – componentes (2)

5.2. Logros alcanzados

Con la aplicación de KPI de mantenimiento como indicadores claves para la mejora de la gestión operativa se logró:

- Reportes efectivos diarios asegurando el cumplimiento y precisión de los mantenimientos preventivos.
- Cumplimiento de los estándares establecidos por la unidad minera Chungar.
- Generar un programa de mantenimiento preventivo haciendo el uso efectivo de la gestión de mantenimiento SAP en la unidad minera Chungar.
- Remitir informes semanales de la evaluación general del estado de los equipos, según los parámetros establecidos por el fabricante.
- Gestionar el control de seguimiento de los equipos en operación, además de mostrar los protocolos de seguimiento y recomendaciones correspondientes.
- Gestionar el control de parámetros operacionales, desarrollando tendencias en los diferentes sistemas de equipo.



Figura 24. Disponibilidad contractual y utilización

Con la aplicación de KPI de mantenimiento como indicadores se logró gestionar el control de reportes diarios, semanales y mensuales del estado de la flota de equipos.

Tabla 10. Flota, KPI valor actual y valor meta

Flota	KPI valor actual			KPI valor meta		
	DM	MTTR (h)	MTBS (h)	DM	MTTR (h)	MTBS (h)
Scoop	85.00 %	10	70	87.00%	6	70
Montacarga	84.30 %	6	80	86.50%	6	80

Se tienen 3 meses para obtener el formato como marcha blanca, donde se realizará el seguimiento semanal de los principales indicadores de mantenimiento para poder llegar al valor meta.

Acciones por realizar:

- Reuniones interdiarias con el resumen de indicadores por flotas (seguimiento).
- Reuniones semanales con el resumen de los indicadores por flotas y equipos (seguimiento).
- Informe mensual de la gestión de mantenimiento con los indicadores por flotas y equipos (control).
- Planes de acción ejecutados al encontrar un KPI que logró alcanzar la meta (mejoras).
- Retroalimentación de las mejoras según resultado de los planes de acción (*feedback*).

Tabla 11. Operatividad de los equipos

ID No	DESCRIPCIÓN	ID CLIENTE	SERIE	MODELO	MARCA	STATUS	U.OPERATIVA	HOROMETRO ACTUAL	fecha llegada (ENTREGA TECNICA)	FECHA PROMEDIO FIN REEMPLAZO	AÑO FABR.
1	SCOOP	SCO-0127-CH	9SD00372	R1600H	CATERPILLAR	OPERATIVO	ANIMON	10789	20/10/2018	31/01/2022	2018
2	SCOOP	SCO-0133-CH	9SD00255	R1600H	CATERPILLAR	OPERATIVO	ANIMON	18298	4/04/2017	31/07/2021	2016
3	SCOOP	SCO-0135-CH	NJB00343	R1300G	CATERPILLAR	OPERATIVO	ANIMON	12205	23/06/2017	28/02/2022	2017
4	SCOOP	SCO-0136-CH	9SD00312	R1600H	CATERPILLAR	OPERATIVO	ANIMON	15012	3/11/2017	30/04/2022	2017
5	SCOOP	SCO-0137-CH	9SD00324	R1600H	CATERPILLAR	OPERATIVO	ANIMON	13954	11/02/2018	30/04/2022	2017
6	SCOOP	SCO-0138-CH	9SD00328	R1600H	CATERPILLAR	OPERATIVO	ANIMON	13311	10/02/2018	30/04/2022	2017
7	SCOOP	SCO-0142-CH	9Y278015	R1600G	CATERPILLAR	OPERATIVO	ANIMON	17125	22/04/2017	31/07/2021	2017
8	SCOOP	SCO-0144-CH	NJB00436	R1300G	CATERPILLAR	OPERATIVO	ANIMON	8360	9/10/2018	31/01/2022	2018
9	MOTONIVELADORA	MOT-0002-CH	SZ200204	120K2	CATERPILLAR	OPERATIVO	ANIMON	13110	5/05/2017	28/02/2022	2015
10	TRACTOR ORUGA	TRC-0004-CH	WT302250	D5K2-XL	CATERPILLAR	OPERATIVO	ANIMON	4181	10/05/2018	6/05/2021	2017
11	MINICARGADOR	MCA-0003-CH	HMR02736	246D	CATERPILLAR	OPERATIVO	ANIMON	9286	25/08/2019	25/08/2022	2019

Nota: tomada del área de Mantenimiento – Ferreyros (2)

Interpretación

- La aplicación de KPI de mantenimiento contribuye en lograr la operatividad de los equipos de forma efectiva, los cuales ejecutan actividades en la unidad minera Chungar.

Tabla 12. Indicadores de seguridad alcanzados

CONSOLIDADO - FERREYROS																
ACCIDENTES	2018	2019	2020	2021	Ene-21	Feb-21	Mar-21	Abr-21	May-21	Jun-21	Jul-21	Ago-21	Set-21	Oct-21	Nov-21	Dic-21
Categoría 05 - Catastrófico	0	0	0	0	0											
Categoría 04 - Mayor	0	0	0	0	0											
Categoría 03 LTI - Incapacitante	1	0	0	0	0											
Categoría 02 MTI - Leve	0	0	0	0	0											
Categoría 02 RWI - Trabajo Restringido	0	0	0	0	0											
Categoría 01 FAI - Primeros auxilios	0	0	0	0	0											
Accidente daño al patrimonio	0	0	0	0	0											
HPRI - High Potential Risk Incident	0	0	0	0	0											
NMRI - Near Miss Risk Incidents	0	0	2	2	0											

ÍNDICES	2018	2019	2020	2021	Ene-21	Feb-21	Mar-21	Abr-21	May-21	Jun-21	Jul-21	Ago-21	Set-21	Oct-21	Nov-21	Dic-21
LTIFR - Lost Time Injury Frequency	25.52	0.00	0.00	0.00	0.00											
DISR - Disabling Injury Severty Rate	382.77	0.00	0.00	0.00	0.00											
TRIFR - Total Recordable Injury	9.77	0.00	0.00	0.00	0.00											
Horas Hombre Trabajadas	39,188	52,653	7,917	4,344	4,344											
Días perdidos por accidentes	15	0	0	0	0											

Nota: tomada del área de Mantenimiento – Ferreyros (2)

Interpretación

- La aplicación de KPI de mantenimiento contribuye para que las estadísticas e indicadores de seguridad estén bajo control, ya que si existe operatividad y disponibilidad en los equipos es poco probable que se tenga reporte de eventos (accidentes de equipos).

5.3. Dificultades encontradas

❖ Capacitaciones

Se tuvo que realizar capacitaciones al personal de mantenimiento sobre el correcto llenado de los reportes, teniendo como objetivo tener un mejor control de los equipos.

❖ Seguimiento en campo

Se verificó en campo el cumplimiento de llenado de reportes de acuerdo a las capacitaciones realizadas, de lo contrario se realizaba el *feedback*.

❖ Deficiencia en logística

Los repuestos solicitados para el mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos no están disponibles cuando se necesita.

5.4. Planteamiento de mejoras

5.4.1. Metodologías propuestas

- Capacitación al personal sobre los resultados semanales y mensuales de la aplicación de KPI de mantenimiento y hacer conocer dichos resultados a todo el personal.
- Ejecución de talleres sobre el correcto relleno de reportes diarios del estado de los equipos.
- Premiación a la mejora continua de indicadores.
- Evaluar los planes de mantenimiento, indicadores de gestión, análisis de Pareto para lograr la disponibilidad de los equipos.

5.4.2. Descripción de la implementación

- Elaborar un programa de capacitación técnico/operativa sobre la ejecución de KPI de mantenimiento.
- Elaborar presentaciones dinámicas para explicar el correcto relleno de los reportes de mantenimiento.
- Realizar paradas de seguridad internas con la empresa Ferreyros S. A., a fin de premiar al mejor trabajador del mes.

5.5. Análisis

Se recopiló los datos de los reportes diarios para ejecutar la programación de los mantenimientos preventivos, correctivos y reactivos.

Como instrumentos se hizo uso del programa SAP, programa AMT, control de componentes, reportes diarios y cuadro de pedidos (Solped) a fin de lograr la disponibilidad de equipos en la unidad minera Chungar.

5.6. Aporte del bachiller en la empresa

- Se gestionó el mantenimiento de componentes mayores y menores de toda la flota de equipos haciendo uso del sistema de gestión de mantenimiento de SAP.
- Se realizó una evaluación general del estado del equipo, haciendo uso de herramientas de precisión según los formatos establecidos.
- Se desarrollaron diagramas de Pareto del *top ten* de fallas para prevenir su recurrencia.
- Se gestionó el control de parámetros operacionales, desarrollando tendencias en los diferentes sistemas de equipo.
- Se elaboró un programa de capacitación técnico/operativa sobre los KPI de mantenimiento, donde se detallaron los siguientes temas.

1. Confiabilidad
 2. Mantenibilidad o reparabilidad
 3. Definición de tiempos
 4. Tiempo de operación
 5. Número de paralizaciones mecánicas
 6. Disponibilidad contractual
 7. Disponibilidad mecánica (DM)
 8. Tiempo promedio entre paradas (MTBS)
 9. Tiempo promedio para reparar (MTTR)
- Se elaboraron presentaciones virtuales para explicar el correcto relleno de los reportes de mantenimiento.
 - Se realizaron paradas de seguridad internas con la empresa Ferreyros S. A., a fin de premiar al mejor trabajador del mes.

CONCLUSIONES

- 1) Se concluye que, se aplicó los KPI de mantenimiento en la E. E. Ferreyros S. A. y resultó efectiva, ya que dichos indicadores contribuyeron en lograr la operatividad, eficiencia y disponibilidad de la flota de equipos.
- 2) Los indicadores de mantenimiento permiten lograr los objetivos y metas dentro de la gestión de planeamiento. Por ello, es muy necesario gestionar y controlar el mantenimiento de componentes mayores y menores de toda la flota de equipos, haciendo uso del sistema de gestión de mantenimiento SAP.
- 3) La aplicación de KPI de mantenimiento permitió lograr el incremento de la producción estimada de mes a mes en la planificación operacional en la unidad minera Chungar S. A.
- 4) Los indicadores y estadísticas de seguridad están en relación con la operatividad y disponibilidad de los equipos, ya que, si hay un reporte de una falla mecánica de la flota de equipos, se deberá programar de manera inmediata su reparación y mantenimiento preventivo o correctivo.

RECOMENDACIONES

- 1) Se recomienda medir la cantidad de tareas que se pueda realizar preventivamente en relación a las que se realiza correctivamente, es decir, cuando ya hubo la ocurrencia de un incidente, la relación del mantenimiento correctivo y preventivo permitirá controlar la política de mantenimiento preventivo como sistema de mejoramiento general y reducción de costos.
- 2) Se recomienda seguir aplicando indicadores de mantenimiento, ya que, permiten tener un mayor control a las valorizaciones diarias tras la implementación del cuadro *control de avances*, incrementando la rentabilidad mensual y cumpliendo con el margen operativo.
- 3) Se recomienda realizar una capacitación constante al personal sobre el llenado de los reportes y hacer conocer mediante indicadores (KPI) los resultados semanales y mensuales obtenidos por la empresa.
- 4) Se recomienda capacitar a la supervisión en el seguimiento del cumplimiento de los indicadores de la gestión de planeamiento para lograr los objetivos de la empresa.

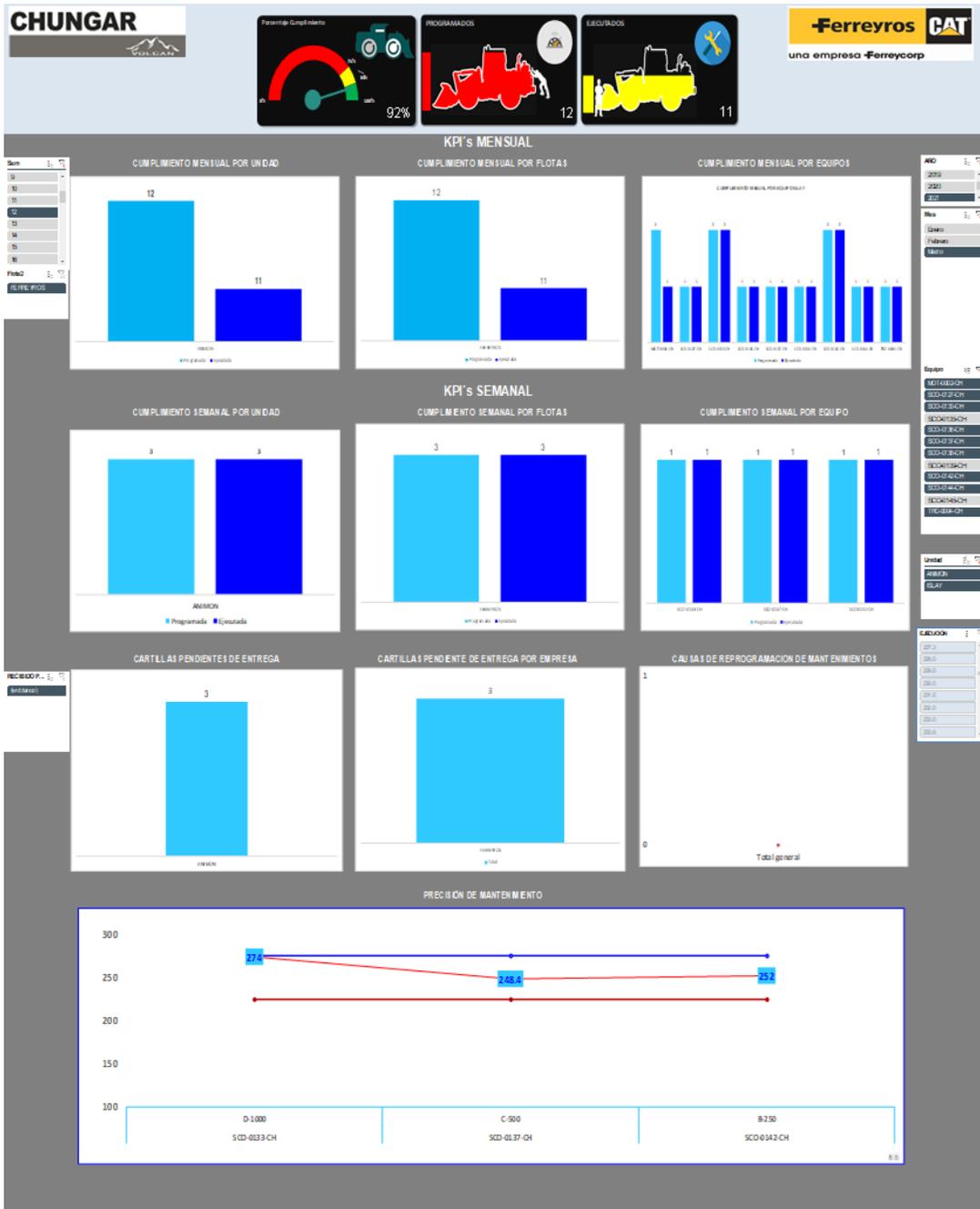
LISTA DE REFERENCIAS

1. **Ferreyros S. A.** *Presentacion Corporativa* . Lima : s.n., 2019.
2. —. *Programa de mantenimiento preventivo*. 2019.
3. **BENITES LÓPEZ, Erick Óscar.** *Gestión de outsourcing logístico para almacén de productos farmacéuticos*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima : s.n., 2016.
4. **Ferreyros S. A.** *Contrato de prestación de servicios*. 2021.

ANEXOS

Anexo 1

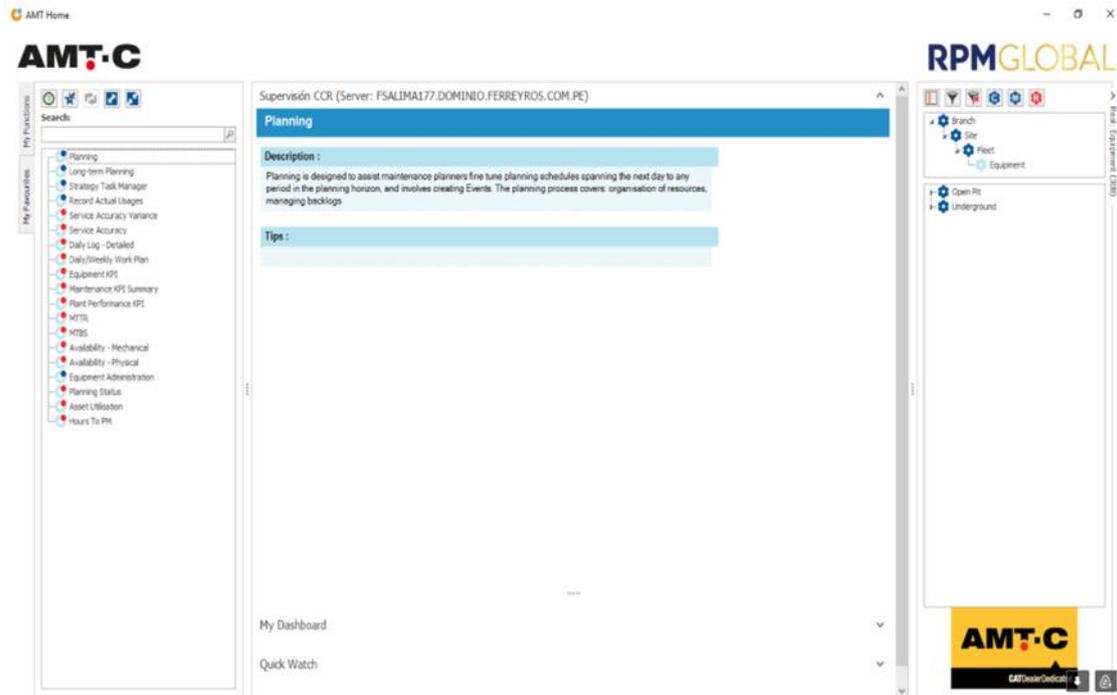
Implementación de *dashboard* para el control de cumplimiento de mantenimiento



Nota: tomada del área de Mantenimiento – Ferreyros (2)

Anexo 2

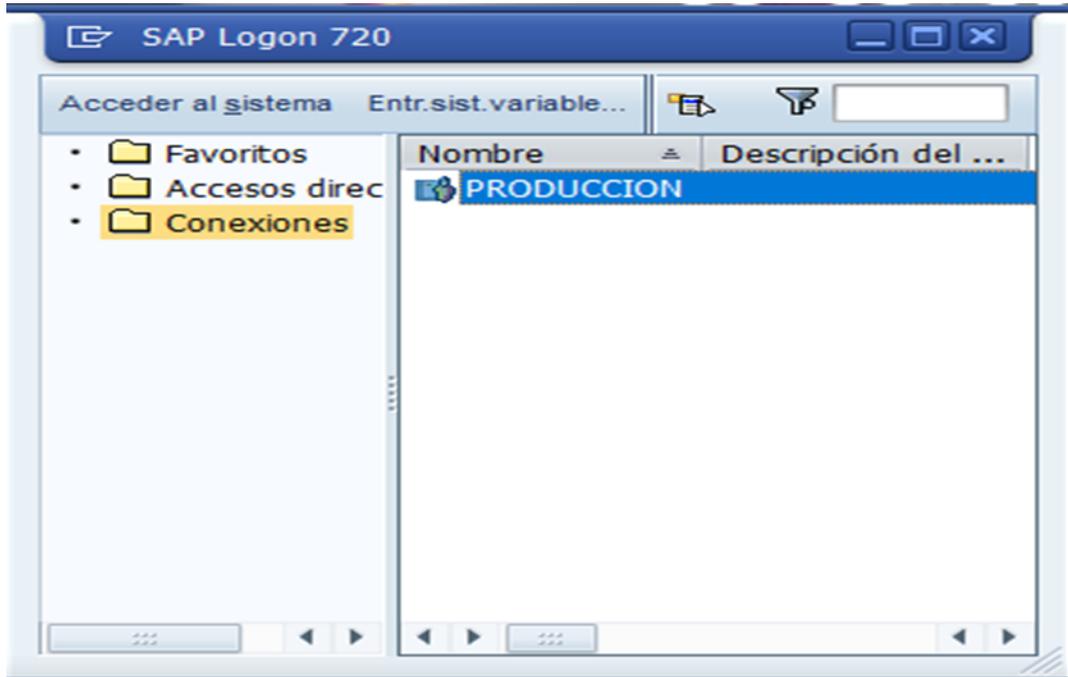
Implementación del software AMT en Ferreyros



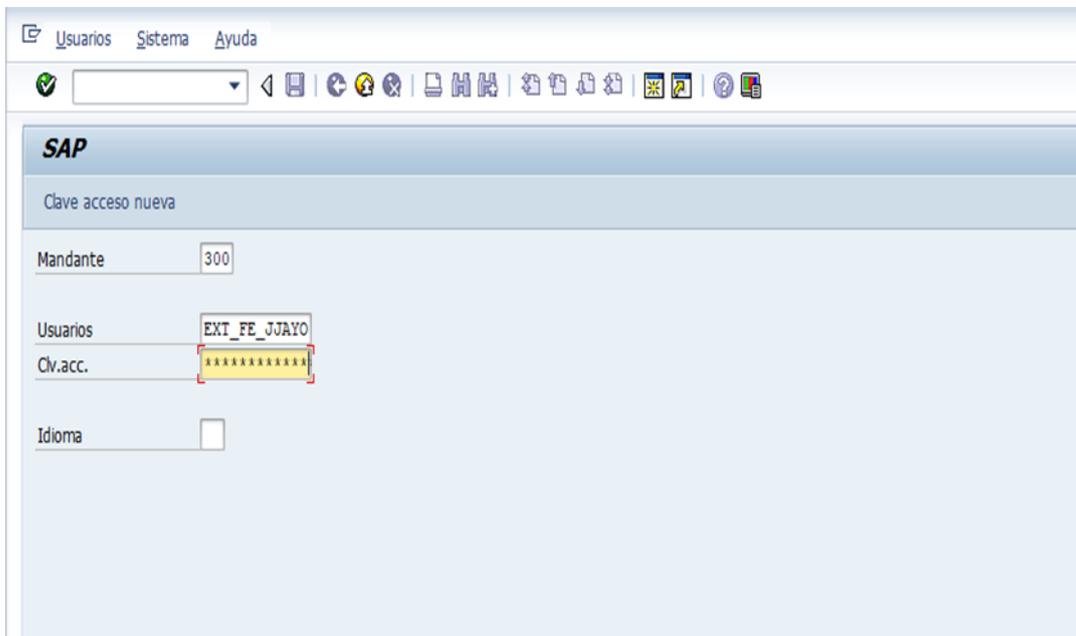
Nota: tomada del área de Mantenimiento – Ferreyros (2)

Anexo 3

Utilización del sistema SAP (programa de gestión integral para las empresas).



Nota: tomada del área de Mantenimiento – Ferreyros (2)



Nota: tomada del área de Mantenimiento – Ferreyros (2)

Orden Tratar Pasar a Detalles Entorno Sistema Ayuda

Modificar OT Mantenimiento Reactivo 40144624: Cabecera central

Orden REAC 40144624 Plan Preventivo Diesel TRC-0004-CH
 Stat.sist. LIB. FMAT NLIQ PREC PRPL

Datos cab. Oper. Componentes Costes Interloc. Objetos Datos adic. Emplaz. Planific. Control

Responsable
 Gpo.plan. CH1 / SCCH Plan. Chungar 1
 Rs.pto.tr. TERCEROE / MCHA Mantenimiento Fe...
 Responsable

Aviso 11171997
 Costes 0.00 PEN
 Cl.actv.PM 020 Plan de Mante...
 EstdInstal
 Dirección

Fechas
 Inic.extr. 16.02.2021 08:26 Prioridad
 Fin extr. 16.02.2021 08:26 Revisión

Objeto de referencia
 Ubic.téc. CH-ANI-M1-TRC Flota Tractores
 Equipo TRC-0004-CH Tractor de Oruga COMPAÑIA D5K XL # 04
 Conjunto

Datos avería SíntomaAvería Fechas aviso

IniAvería 16.02.2021 08:21:08 Parada
 FinAvería 00:00:00 Duración parada 0.00 H

Primera operación
 Operación SOLPED CAÑERIAS SISTEMA DE COMBUSTIBLE ClvCá Calcular trabajo
 PtoTrab/Ce TERCEROE / MCHA ClvCtrl FM01 Clactiv. MITE12 MAF
 TrabInvert H Cantidad Dur.oper. H Comp.
 Nº pers. Mant.remotam.

Nota: tomada del área de Mantenimiento – Ferreyros (2)

Anexo 4

Cuadro de control de componentes

BASE DE DATOS DE CONTROL DE COMPONENTES POR EQUIPO											
PROYECCION DE REPARACION Y/O CAMBIO											
FECHA DE ACT. DE DATOS											
26/03/2021											
ID EQUIPO	GRUPO	TIPO	MARCA	MODELO	SERIE	CAP.	ID EQUIPO	H. ACUM.	H. ACTUAL	H. PROM. TRAB.	
SCO-0127-CH	Scoop	Diesel	Caterpillar	R1600H	9C000372	6.3 yd 3	SCO-0127-CH	11511.70	11511.70	400.00	
SCO-0133-CH	Scoop	Diesel	Caterpillar	R1600H	9C000255	6.3 yd 3	SCO-0133-CH	19085.00	19085.00	400.00	
SCO-0135-CH	Scoop	Diesel	Caterpillar	R1300G	N1800349	6.3 yd 3	SCO-0135-CH	12784.50	12784.50	400.00	
SCO-0136-CH	Scoop	Diesel	Caterpillar	R1600H	9C000312	4.1 yd 3	SCO-0136-CH	15705.00	15705.00	400.00	
SCO-0137-CH	Scoop	Diesel	Caterpillar	R1600H	9C000324	6.3 yd 3	SCO-0137-CH	14565.00	14565.00	400.00	
SCO-0138-CH	Scoop	Diesel	Caterpillar	R1600H	9C000328	6.3 yd 3	SCO-0138-CH	13991.80	13991.80	400.00	
SCO-0142-CH	Scoop	Diesel	Caterpillar	R1600G	91278015	6.3 yd 3	SCO-0142-CH	17809.00	17809.00	400.00	
SCO-0144-CH	Scoop	Diesel	Caterpillar	R1300G	N1800436	6.3 yd 3	SCO-0144-CH	8850.00	8850.00	400.00	
MOT-0002-CH	Motoniveladora	Diesel	Caterpillar	120K2	S220204		MOT-0002-CH	13585.00	13585.00	400.00	
MCA-0003-CH	Minicargador	Diesel	Caterpillar	246D	HMR02736		MCA-0003-CH	4476.10	4476.10	400.00	
TRC-0004-CH	Tractor	Diesel	Caterpillar	D9K2-AL	TWT302250		TRC-0004-CH	9551.00	9551.00	400.00	
SCO-0139-CH	Scoop	Diesel	Caterpillar	R1600H	9C000254	6.3 yd 3	SCO-0139-CH	16804.00	16804.00	400.00	
MCA-0004-CH	Minicargador	Diesel	Caterpillar	246D	HMR02727		MCA-0004-CH	2224.00	2224.00	400.00	
TRC-0005-CH	Tractor	Diesel	Caterpillar	D9K2-AL	WT302225		TRC-0005-CH	3456.00	3456.00	400.00	
SCO-0145-CH	Scoop	Diesel	Caterpillar	R1600H	9C000505	6.3 yd 3	SCO-0145-CH	1779.00	1779.00	400.00	

Nota: tomada del área de Mantenimiento – Ferreyros (2)

Anexo 5

Implementación de *dashboard* para el reporte diario.



Nota: tomada del área de Mantenimiento – Ferreyros (2)

Anexo 6

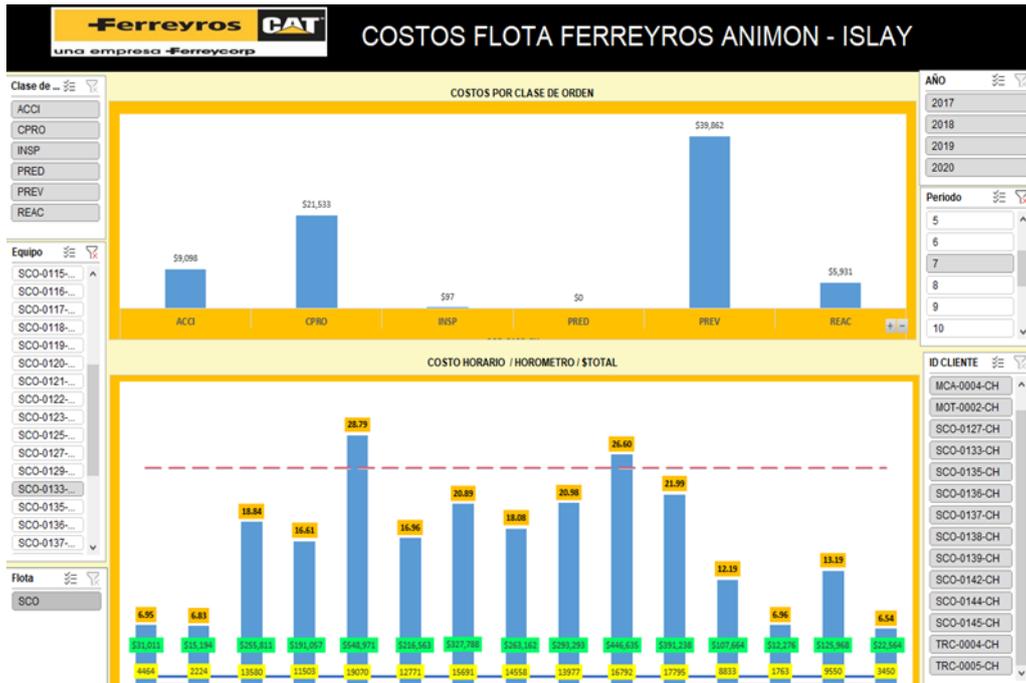
Implementación de *dashboard* para el control del costo horario

Ferreyros CAT
una empresa Ferretec

CONTROL DE COMPONENTES POR EQUIPO

MODELO: (Todos)
TIPO: (Todos)
TIPO COMP: (Todos)
EQUIPO: SCO-0133-CH
HORONETRO ACUM. DESINSTALACION: (en blanco)

COMPONENTE	CONDICION	FECHA INSTALACION	HORONETRO O ACUM	HORONETRO EQUIPO	VEA UTL	INSTALACION	HORAS TOTAL COMP	FORMA DE CAMBIO	PROBADO UTL	Costo de FALTAVER PASA CAMBIO		
ALTERNADOR	3 Segundo Cambio	Nuevo	3662020	2662020	9005	6000	9478	428	2478	80%	894	
ASENTO DEL OPERADOR	4 Tercer Cambio	Nuevo	8452020	2662020	9005	6000	9484	600	1448	90%	528	
BATERIA	5 Cuarto Cambio	Nuevo	8662020	2662020	9005	5000	8802	900	2282	80%	287	
BOMBA DE AGUA	5 Segundo Cambio	Nuevo	2662020	2662020	9005	6000	876	3070	276	85%	263	
BOMBA HIDRAULICA	5 Segundo Cambio	Nuevo	2662020	2662020	9005	6000	1208	4076	2688	80%	924	
CAJA DE TRANSMISION	2 Primer Cambio	Nuevo	8452020	2662020	9005	6000	8473	3073	2743	70%	830	
CAPACITOR CENTRAL	2 Primer Cambio	Usado	3662020	2662020	9005	6000	1825	880	1825	8%	140	
CASQUIN DEL ALTERNADOR	5 Segundo Cambio	Nuevo	2662020	2662020	9005	6000	1208	4076	189	85%	478	
CILINDRO DE DIRECCION DERECHO	4 Tercer Cambio	Reparado	2662020	2662020	9005	6000	8243	847	2420	80%	585	
CILINDRO DE DIRECCION IZQUIERDO	4 Tercer Cambio	Reparado	2662020	2662020	9005	6000	8243	847	2420	80%	585	
CILINDRO DE LEVANTE DERECHO	2 Segundo Cambio	Reparado	8662020	2662020	9005	6000	1203	632	1123	80%	32	
CILINDRO DE LEVANTE IZQUIERDO	2 Segundo Cambio	Reparado	8662020	2662020	9005	6000	1203	632	1123	80%	32	
CILINDRO DE VOLTAO	2 Primer Cambio	Reparado	0862020	2662020	9005	6000	598	1227	189	80%	727	
COMPRESOR (RE ACCIONAMIENTO)	5 Cuarto Cambio	Nuevo	2662020	2662020	9005	6000	878	3070	2178	80%	820	
CONCENSADOR	5 Cuarto Cambio	Nuevo	2262020	2662020	9005	7000	1247	578	2047	22%	172	
COCHERA	4 Tercer Cambio	Reparado	0502020	2662020	9005	5000	1735	860	2525	60%	340	
CEN. TRANSMISION	2 Primer Cambio	Nuevo	8662020	2662020	9005	6000	1208	4076	2088	80%	924	
EJE DIFERENCIAL DEL ALTERNADOR	1 Fabrica	Nuevo	2262020	2662020	9005	6000	8028	3948	2828	70%	854	
EJE DIFERENCIAL POSTERIOR	1 Fabrica	Nuevo	2662020	2662020	9005	6000	8028	3948	2828	70%	854	
EMPUNAJADOR ACTIVO HIDRAULICO	2 Primer Cambio	Nuevo	0262020	2662020	9005	6000	1044	248	2144	80%	788	
EJE COMPRESOR AC	2 Primer Cambio	Nuevo	2662020	2662020	9005	6000	8081	3388	1808	8%	140	
EJE DEL ALTERNADOR	2 Primer Cambio	Nuevo	2662020	2662020	9005	6000	8780	1208	2070	80%	885	
INYECCIONES	5 Segundo Cambio	Nuevo	0862020	2662020	9005	6000	1607	4078	2587	70%	822	
MANGUERAS DE ACEITE MOTOR	2 Primer Cambio	Nuevo	0862020	2662020	9005	6000	1608	2187	2188	70%	503	
MANGUERAS DE IMPULSION PROMOTOR	2 Primer Cambio	Nuevo	3662020	2662020	9005	6000	1683	412	2883	80%	758	
MANGUERAS DE PRESION DIRECCION	2 Primer Cambio	Nuevo	0502020	2662020	9005	2000	1496	408	1496	80%	288	
MANGUERAS DE CILINDRO DE DIRECCION	2 Primer Cambio	Nuevo	0862020	2662020	9005	6000	820	3872	2822	80%	623	
MULTIPL. DE ARRANQUE	2 Primer Cambio	Nuevo	0862020	2662020	9005	7000	1288	508	2088	27%	104	
MOTOR DIESEL	1 Fabrica	Nuevo	8662020	2662020	9005	6000	8	8088	6000	80%	4085	
PEDAL DE FRENO	2 Primer Cambio	Nuevo	8662020	2662020	9005	6000	1208	4076	2022	80%	623	
PEDAL DE NEUTRALIZACION	2 Primer Cambio	Nuevo	8662020	2662020	9005	6000	1208	4076	2022	80%	623	
REARAJUSTO	5 Segundo Cambio	Reparado	2662020	2662020	9005	6000	878	3070	2378	80%	430	
REPARACION DE CILINDRO DE DIRECCION	2 Primer Cambio	Nuevo	0862020	2662020	9005	6000	8	8088	1688	80%	4085	
PROGRAMA DE ARRANQUE CENTRAL	2 Primer Cambio	Nuevo	8662020	2662020	9005	6000	851	3074	1881	70%	9476	
TERMINAL DE SECCION VLVULA DE E	2 Primer Cambio	Nuevo	2662020	2662020	9005	5000	7927	1023	2282	70%	378	
VALVULA DE LEVANTE LH	2 Primer Cambio	Nuevo	0862020	2662020	9005	6000	888	327	2588	80%	670	
TERMINAL COMPRESOR	5 Segundo Cambio	Nuevo	1662020	2662020	9005	6000	1482	842	1842	80%	577	
VALVULA DE CARGA	2 Primer Cambio	Nuevo	2662020	2662020	9005	6000	1208	4076	2088	80%	924	
VALVULA DE CONTROL DE FRENO	2 Primer Cambio	Nuevo	0862020	2662020	9005	6000	1208	4076	2022	80%	623	
VALVULA DE DIRECCION	5 Segundo Cambio	Nuevo	2662020	2662020	9005	6000	1208	4076	2176	47%	470	
VALVULA DE LEVANTE Y VOLTAO	1 Fabrica	Nuevo	8662020	2662020	9005	6000	8	8088	1688	80%	4085	
Total general						781485	180600	54888.7	228874.3	87228	29%	8924



Anexo 7

Utilización del formulario backlog

Ferreyros CAT		FORMULARIO BACKLOG		Nº 000635	
UNA EMPRESA FERREYROS		6132-305 011947			
CONTRATO DE SERVICIOS: ISLRY			TRABAJO PROGRAMADO: SI NO		
TÉCNICO:	P. Estrella		FECHA:	03-01-21	
EQUIPO:	SE-139		USUCACIÓN DE FALLA:		
SISTEMA FUNCIONAL:	Transporte		SISTEMA:	Electrica	
COMPONENTE:			SUBSISTEMA:		
Nº DE SERIE DE COMP:			CAUSA:	cool.	
PRIORIDAD:	<input checked="" type="checkbox"/> NORMAL <input type="checkbox"/> URGENTE <input type="checkbox"/> CRITICA		HORAS ESTIMADAS:	12 horas	
KILOMETROS:	16525.		CANTIDAD TÉCNICOS:	02.	
FUENTE DE GENERACIÓN					
<input checked="" type="checkbox"/> Inspección <input type="checkbox"/> Operador <input type="checkbox"/> Mantenimiento preventivo <input type="checkbox"/> Supervisor					
ESPECIFICACIÓN DE LOS TRABAJOS PENDIENTES					
DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO (detallar algunas actividades y especificar las especiales)	Nº DE PARTE	DESCRIPCIÓN DEL REPUESTO	CANTIDAD		
Cambio Hornos de Cabina y switches.	385-7804	Harness	01	C	
	249-8149	Harness	01	S.	
	253-2673	Switch de f. No	02	E	
	159-8664	Switch As Upshift	01	E	
	159-8665	Switch As Downshift	01	E	
	177-2374	Switch As Packer	02	C	
Hanguera Transmisión Chiffo.	424-0335	HOSE	01		
Reparación de Tramo de Dirección	304-6395	Handle As	01	E	
	370-2561	Plato As	01		
	143-8951	Plato As	01		
	304-6286	Brake As	01		
	204-2611	Plato As	01		
Valvula sistema de Frenos.	143-5103	VALVULA BRAKE.	02	C	
	305-6873	SENSOR.	01		
ESPECIFICACIÓN DE HERRAMIENTAS ESPECIALES PARA REALIZAR EL TRABAJO					
Nº DE PARTE	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD			

Nota: tomada del área de Mantenimiento – Ferreyros (2)

Anexo 8

Reporte de operación de equipos (bitácora)

CHUNGAR

Mina Chungar
 Fecha: 23-03-2021
 Guardia: Noche
 Empresa: Cia. Minera Chungar
 Equipo: Scoop-133

Reporte de Operación de Equipos: SCOOPTRAM

Scoop-133

N° 6132-101 0015906

Macro

Horómetros	Inicial	Final
Diésel	19024.5	19033.1
Eléctrico		

No	Hora Inicio	Hora Final	Cod. Activ.	ORIGEN			DESTINO			Mat. M/D	# Viajes	Dist. Prom.	Equipo Transporte	# Cuch.	Observaciones
				Veta	Zona	Nivel	Labor	Labor Ref.	Zona						
1	7:00	7:30	200		SP										
2	7:30	8:40	400		IT	175	Taller								
3	8:40	9:15	198		IT	175	Taller								
4	9:15	9:50	120		IT	4023	TT 500								
5	9:50	10:00	126		IT	4023	CAMARA cargue volquís								
6	10:00	11:00	126		IT	4023	CAMARA cargue volquís								
7	11:00	11:30	120		IT	4023	Acc 500								
8	11:30	12:00	128		IT	4023	Pozo Bombas								
9	12:00	12:40	122		IT	4023	CAMARA								
10	12:40	1:06	148		IT	4023	TT 400								
11	1:06	1:30	140		IT	4023	BOCOSA marlon rollo								
12	1:30	1:40	198		IT	4023	TT 500								
13	1:40	2:30	310		IT	4023	CAMARA Soperadora volquís								
14	2:30	3:50	126		IT	4023	CAMARA cargue volquís								
15	3:50	4:25	120		IT	4023	TT 500								
16	4:25	4:50	148		IT	4023	CAMARA								
17	4:50	5:15	302		IT	175	Taller								
18	5:15	5:30	202		IT	175	Taller								
19	5:30	6:20	204		IT	SP									

OBSERVACIONES:

[Firma]
Operador

Nombre Sobrestante

Jefe Guardia ECM

Jefe Guardia Volcan

Residente ECM

Supervisor Mantenimiento

Nota: tomada del área de Mantenimiento – Ferreyros (2)

Anexo 9

Cuadro de seguimiento de Solped

Sistema	Gravedad	EQUIPO PEDIDO ORIGINAL	Descripción del Evento	Código SAP	N° Parte	Descripción de Material / Servicio	Cant.	UM	BTACORA	Subitario	Sub Total	Pedir Por	Pedido Activado	Status Ejecución	Status Requerido
ELECTRICO	CRITICO	SCO-028-CH	REPARACION DE ALTERNADOR	10026485	330-1366	BLOQUEAS FUSE 303336	1	UN	6132-014-07902		0.00	SOUPED	BAOLOG	PENDIENTE	PROGRAMAR
CABINA	CRITICO	SCO-028-CH	SOUPED POR KIT DE REPARACION DEL ASIENTO DEL OPERADOR	10029507	186-9829	KIT SUDE RAIL LIBRE29	1	UN	6132-024-000207	338.63	338.63	SOUPED	BAOLOG	PENDIENTE	PROGRAMAR
CABINA	CRITICO	SCO-028-CH	SOUPED POR KIT DE REPARACION DEL ASIENTO DEL OPERADOR	10029721	186-8286	SUSPENSION AS 808206	1	UN	6132-024-000207	1807.53	1,807.53	SOUPED	BAOLOG	PENDIENTE	PROGRAMAR
TRANSMISION	MODERADO	SCO-027-CH	SOUPED POR CAMBIO DE MANGUERAS PRINCIPALES DE TRANSMISIO	10029529	424-0235	FILTER & UNESGP-TRANMISION 424035	1	UN	6132-014-02590	621.78	621.78	SOUPED	BAOLOG	PENDIENTE	PROGRAMAR
TRANSMISION	MODERADO	SCO-027-CH	SOUPED POR CAMBIO DE MANGUERAS PRINCIPALES DE TRANSMISIO	10029736	7K-0281	BOLT 70332	4	UN	6132-014-02590	3.41	13.64	SOUPED	BAOLOG	PENDIENTE	PROGRAMAR
TRANSMISION	MODERADO	SCO-027-CH	SOUPED POR CAMBIO DE MANGUERAS PRINCIPALES DE TRANSMISIO	10029548	529-0922	HOSEAS	1	UN	6132-014-02590	40.66	40.66	SOUPED	BAOLOG	PENDIENTE	PROGRAMAR
CABINA	CRITICO	SCO-027-CH	SOUPED POR CAMBIO DE REPUESTOS DEL UMPARA BRASAS SCO-0	10029289	8F-0174	TANQUE DE AGUA	2	UND	6132-014-02590	13.72	27.44	SOUPED	BAOLOG	PENDIENTE	DESPACHO
CABINA	CRITICO	SCO-027-CH	SOUPED POR CAMBIO DE REPUESTOS DEL UMPARA BRASAS SCO-0	10029183	3440126	MANGUERA	10	UND	6132-014-02590	0.09	0.90	SOUPED	BAOLOG	PENDIENTE	PROGRAMAR
CABINA	CRITICO	SCO-027-CH	SOUPED POR CAMBIO DE REPUESTOS DEL UMPARA BRASAS SCO-0	10029374	2628636	CLIP PARA SUJETA MANGUERA	4	UND	6132-014-02590	2.76	11.04	SOUPED	BAOLOG	PENDIENTE	PROGRAMAR
CABINA	CRITICO	SCO-027-CH	SOUPED POR CAMBIO DE REPUESTOS DEL UMPARA BRASAS SCO-0	10029400	3K-2628	CONEXION DEMANGUERA	3	UND	6132-014-02590	3.26	9.78	SOUPED	BAOLOG	PENDIENTE	PROGRAMAR
CABINA	CRITICO	SCO-027-CH	SOUPED POR CAMBIO DE REPUESTOS DEL UMPARA BRASAS SCO-0	10029499	2A-4504	CONEXION T	1	UND	6132-014-02590	2.80	2.80	SOUPED	BAOLOG	PENDIENTE	PROGRAMAR
CABINA	CRITICO	SCO-027-CH	SOUPED POR CAMBIO DE REPUESTOS DEL UMPARA BRASAS SCO-0	10029596	8F-0119	NOQUE POSTERIOR	1	UND	6132-014-02590	7.48	7.48	SOUPED	BAOLOG	PENDIENTE	PROGRAMAR
CABINA	CRITICO	SCO-027-CH	SOUPED POR CAMBIO DE REPUESTOS DEL UMPARA BRASAS SCO-0	10029332	8F-0118	NOQUE DE FRONTAL Y DEPUERTA	3	UND	6132-014-02590	31.79	41.97	SOUPED	BAOLOG	PENDIENTE	PROGRAMAR
REACONDICIONA	MODERADO	SCO-028-CH	CAMBIO DE COMPONENTES DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONA	10029389	2416702	FAN FP 2482702	1	UN	6132-014-010601	98K45	98K45	SOUPED	BAOLOG	PENDIENTE	PROGRAMAR
REACONDICIONA	MODERADO	SCO-028-CH	CAMBIO DE COMPONENTES DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONA	10029732	2274473	HOSEA S 274173	1	UN	6132-014-02590	12.22	12.22	SOUPED	BAOLOG	PENDIENTE	PROGRAMAR
REACONDICIONA	CRITICO	SCO-028-CH	CAMBIO DE COMPONENTES DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONA	10029389	2416702	FAN FP 2482702	1	UN	6132-014-02590	98K45	98K45	SOUPED	BAOLOG	PENDIENTE	PROGRAMAR
ELECTRICO	CRITICO	SCO-027-CH	SOUPED POR CAMBIO DE FUSIBLE PRINCIPAL	10029325	2068800	FUSCAS 206880	1	UND	6132-014-02590	29K51	29K51	SOUPED	BAOLOG	PENDIENTE	PROGRAMAR
TRANSMISION	MODERADO	SCO-028-CH	SOUPED CAMBIO DE MANGUERA DE ENFRIAMIENTO DE TRANSMISIO	10028847	233-8846	HOSE 233846	1	UN	6132-014-010601	238.83	238.83	SOUPED	BAOLOG	PENDIENTE	PROGRAMAR
TRANSMISION	MODERADO	SCO-028-CH	SOUPED CAMBIO DE MANGUERA DE ENFRIAMIENTO DE TRANSMISIO	10029480	7H-1447	CAP FULCR 7H1447	1	UN	6132-014-010601	18.79	18.79	SOUPED	BAOLOG	PENDIENTE	PROGRAMAR
HIDRALICO	CRITICO	SCO-028-CH	SOUPED POR CAMBIO DE MANGUERAS	10029324	348-0957	MOTOROM C/LS34097	2	UN	1010023987	49K49	98K98	SOUPED	BAOLOG	PENDIENTE	PROGRAMAR
TRANSMISION	CRITICO	SCO-028-CH	SOUPED POR REPARACION DE CAJAJE DE TRANSMISION 10020330, PA	8807001		REPARACION CAJAJE TRANSMISION	1	UN	1010023987		0.00	SOUPED	REPARACION	PENDIENTE	GGO
HIDRALICO	MODERADO	SCO-027-CH	SOUPED POR CAMBIO DE MANGUERAS PRINCIPALES DE TRANSMISIO	10029520	387-0264	LINE S-STEERING 3870264	1	UN	6132-014-02590	222.26	222.26	SOUPED	BAOLOG	PENDIENTE	PROGRAMAR
TRANSMISION	MODERADO	SCO-027-CH	SOUPED POR CAMBIO DE MANGUERAS PRINCIPALES DE TRANSMISIO	10029529	424-0235	FILTER & UNESGP-TRANMISION 424035	1	UN	6132-014-02590	191.99	191.99	SOUPED	BAOLOG	PENDIENTE	PROGRAMAR
ESTRUCTURA	CRITICO	SCO-028-CH	BARRIDO DE PUÑOS DE CULIARRA	10029234	1V-5638	BEARING S/LEV 513635	1	UN	6132-014-07902	292.04	292.04	CSG	BAOLOG	PENDIENTE	PROGRAMAR
ESTRUCTURA	CRITICO	SCO-028-CH	BARRIDO DE PUÑOS DE CULIARRA	10029251	8R-3902	COLLET 8R3902	3	UN	6132-014-07902	43K52	1,303.56	CSG	BAOLOG	PENDIENTE	PROGRAMAR
ESTRUCTURA	CRITICO	SCO-028-CH	BARRIDO DE PUÑOS DE CULIARRA	10027981	5P-7959	BOLT 5P7959	2	UN	6132-014-07902	65.34	130.68	CSG	BAOLOG	PENDIENTE	PROGRAMAR
ESTRUCTURA	CRITICO	SCO-028-CH	BARRIDO DE PUÑOS DE CULIARRA	10029370	3K-9770	TUERCA 3K9770	2	UN	6132-014-07902	6.07	12.14	CSG	BAOLOG	PENDIENTE	PROGRAMAR
ESTRUCTURA	CRITICO	SCO-028-CH	BARRIDO DE PUÑOS DE CULIARRA	10029380	4K-0084	ARANDA 4K0084	2	UN	6132-014-07902	3.86	7.72	CSG	BAOLOG	PENDIENTE	PROGRAMAR
ESTRUCTURA	CRITICO	SCO-028-CH	BARRIDO DE PUÑOS DE CULIARRA	10029346	5P-8204	FITTING 5P8204	8	UN	6132-014-07902	3.62	28.96	CSG	BAOLOG	PENDIENTE	PROGRAMAR
HIDRALICO	CRITICO	SCO-028-CH	SOUPED POR CAMBIO DE REPUESTOS DEL SISTEMA DE AIA SCO-0284	10029129	244-1251	HOSE 2441251 (1010087)	1	UN	1010105648	345.08	345.08	SOUPED	BAOLOG	PENDIENTE	PROGRAMAR
HIDRALICO	CRITICO	SCO-028-CH	SOUPED POR CAMBIO DE REPUESTOS DEL SISTEMA DE AIA SCO-0284	10029128	252-0225	HOSE 2520225 (1010529)	1	UN	1010105648	742.59	742.59	SOUPED	BAOLOG	PENDIENTE	PROGRAMAR
HIDRALICO	CRITICO	SCO-028-CH	SOUPED POR CAMBIO DE REPUESTOS DEL SISTEMA DE AIA SCO-0284	10029488	305-1073	ACUMULADOR 3051073	1	UN	6132-014-07902	346.08	346.08	SOUPED	BAOLOG	PENDIENTE	PROGRAMAR
HIDRALICO	CRITICO	SCO-027-CH	CAMBIO DE ACUMULADOR DE FRIO	10029488	305-1073	ACUMULADOR 3051073	2	UN	6132-014-02590	346.08	692.16	SOUPED	BAOLOG	PENDIENTE	PROGRAMAR
CABINA	MODERADO	SCO-028-CH	CAMBIO DE ASIENTO DEL OPERADOR	10028972	245-1485	ASIENTO OPERADOR 2451485	1	UN	1010024887	2520.00	2,520.00	CSG	BAOLOG	PENDIENTE	SOLICITADO
ESTRUCTURA	CRITICO	SCO-028-CH	SOUPED POR CAMBIO DE BOMBA DE DIGRASESCO-028-CH	10029007		BOMBA ELECTRICA UNICON 848244025-003	1	UN	6132-014-07902	1390.00	1,390.00	SOUPED	BAOLOG	PENDIENTE	DESPACHO

Nota: tomada del área de Mantenimiento – Ferreyros (2)

Anexo 10

Utilización del programa STW & ET (Caterpillar)

VOLCAN

**ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO
PLAN PREVENTIVO DIESEL SCO-0135-CH
Mantenimiento Ferreyros**

Nro. OT: 10404919
Nro. Reserva: 0128669744
Tipo OT: PREV

Planta: SCO-0135-CH	Sistema N°: 135, COMPAÑIA CAT FERREYROS	N° Empleado:
Dirección: CH-ANEMI-SCCC	F. foto: Escopas	N° Autor: 11179012
N° Foto: 34900	500 11	F. Autor: 01.07.2021

Descripción del trabajo: PLAN PREVENTIVO DIESEL SCO-0135-CH
Sistema: MECANICO - Sistemas en General Sistema: COEMATER - Desgaste Area: CANGIANTE
Caso: SO3MANT1 - Mantenimiento programado

Programación	Fecha	Hora	Real	Fecha	Hora	Horas de Standby	Horas de Trabajo	OT	OT
Inicio	02.03.2021	00:00	Inicio	02/03/21	7:30 AM	PLAN	11:36		
Final	02.03.2021	00:00	Final	06/03/21	4:30 PM	REAL	1:50 L	RE	RE

HERRAMIENTAS DE GESTION DE SEGURIDAD

Checklist: Tarjeta Bloqueo Checklist Bloqueo Checklist EPP Matriz Bloqueo

Detalle de control de PETS: PETS Checklist EPP Checklist PETS

APR PETS PETS

TAREAS

Oper.	Descripción	Pto. Inicio	Cantidad de unidades	Tiempo Trab. Programado	Tiempo real	Material de Insumo
0020	MANTENIMIENTO TIPO PM01 250 HORAS	TERCEROS	2	0		
0020	MANTENIMIENTO TIPO PM02 500 HORAS	TERCEROS	2	2		

MANO DE OBRA

Nro. Trabajo	Asignado y resp.	Operación	OTProg.	OTReal
100000	JUAN CARLOS HUAYANGA			
100000	LUIS ESPINOZA			
100000	ROBERTO YUPANQUI			

DIAGRAMA/OBSERVACIONES/SUGERENCIAS

Requiere BOMBA DE ENCARGO AUTOMATICO
-REQUIERE GUARDOS DE PROTECCION DE LAS CAJAS DEL DETECTOR.

OT: 10404919

OT: 10404919 Nro. OT: 10404919 Nro. OT: 10404919

Fecha: 06/03/21 Fecha: 06/03/21 Fecha: 06/03/21

Fecha y hora de impresión: 04.03.2021 - 09:19:00

Nota: tomada del área de Mantenimiento – Ferreyros (2)

Anexo 11

Cumplimiento de entrega de cartillas de mantenimiento emitidas del programa SAP

09-27-21 PM2 sco 127.dhw - STW Service Report

File Edit View Help

CATERPILLAR Informe de servicio

Modelo : R1600 H Orden de trabajo : Número de serie : 9SD00372

Segmentos 01

Información de Cabecera de Informe

Orden de trabajo: [] Código del distribuidor: R080 Fabricante: Caterpillar Inc.

Identificación del empleado: 4467 Fecha de servicio: 27/03/2021 Modelo: R1600 H

Cliente: GLENKORE - ANDMCH Número de equipo de cliente: SCO - 127 Orden de compra del cliente: []

Número de serie: 9SD00372

Unidad del medidor de servicio: 11511 Horas: [] Localización del equipo: ZONA DE INSPECCIÓN N°. 175

Fecha de ENTRADA: 27/03/2021 Fecha prometida Fecha de SALIDA

Instrucciones:
1.- Mantenimiento de 500 horas.
2.- Correctivos programados.
3.- Evaluación del sistema de dirección.

Información Sobre el Camión

Marca de camión: [] Modelo de camión: []

VN: [] Tipo de cabina: []

Configuración del vehículo: [] Fecha de entrega: Fuera de servicio

Información del Segmento 01

Agregar segmento
Añadir operación
Cambiar nombre

Código de trabajo: []
Código de componente: []

Nota: tomada del área de Mantenimiento – Ferreyros (2)

Anexo 12

Reporte diario rellenado por el personal tecnico

VOLCAN

**ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO
PLAN PREVENTIVO DIESEL SCO-0135-CH
Mantenimiento Ferreyros**

Nro. OT: 10404919
Nro. Reserva: 8103669744
Tipo OT: PREV

Edificio: SCO-0135-CH	Scopex N° 135 COMPAÑIA CAT 013000	N° Reserva:
Dirección: CH-ANI-MI-SOO	Fecha Scopex:	N° Anexo: 11170012
N° Plan: 34900	500 H.	F. Inicio Manten: 01/02/2021

Descripción del orden: PLAN PREVENTIVO DIESEL SCO-0135-CH

Sistema: MECANICO - Sistemas en General | Sistema: GOMMATER - Diesel | Autor: CACHANTE | Clase: GOMMATER - Mantenimiento programado

Programado	Fecha	Hora	Real	Fecha	Hora	Horómetro	Estado
Inicio	02.03.2021	00:00	Inicio	06/03/21	8:30 AM	11550	OK
Final	02.03.2021	00:00	Final	06/03/21	4:00 PM	12502	OK

HERRAMIENTAS DE GESTION DE SEGURIDAD

Carta	<input checked="" type="checkbox"/> Tarjeta Bloqueo	<input checked="" type="checkbox"/> Detalle de código de PETS	PETAR	CheckList EPP	Check List Trabajo
WERC	<input checked="" type="checkbox"/> Checklist Bloqueo		ATS	Auditado PETAR	RAE
Checklist EPP	<input checked="" type="checkbox"/> Matriz Bloqueo		Permisos Exp.		

Oper.	Descripción	TAREAS				Substitución de horas
		Pts. Trabajo	Cantidad de sesiones	Tiempo Trab. Programado	Tiempo Trab. Real	
0020	MANTENIMIENTO TIPO PM01 250 HORAS	TERCEROS	2	6		
0030	MANTENIMIENTO TIPO PM02 500 HORAS	TERCEROS	2	2		

MANO DE OBRA

Pts. Trabajo	Apellido y nombre	Operador	N. Prop.	N. Trab. Real
TEL MEC	JUAN CARLOS HUARDIGA			
TEL MEC	LUIS ESPINOZA R			
TEL MEC	ROBERTO YUDANQUI			

DIAGRAMA/OBSERVACIONES/SUGERENCIAS

Revisión BANDA DE CARGA AUTOMÁTICO - SERVIDOR GUARDOS DE PROTECCIÓN DE LAS TAJAS DEL ALTERNADOR.

(Firma)

CSA EMPRESA VOLCAN S.A.S.
Superintendente

(Firma) L. B...
Nombre: L. B...
Fecha: 06/03/21

(Firma)
Nombre: R. B...
Fecha: 06/03/21

Fecha de impresión: 04.03.2021 - 09:19:50

Nota: tomada del área de Mantenimiento – Ferreyros (2)

Anexo 13

Utilización del software SIS (es una herramienta que permite buscar todas las descripciones de los equipos)



Nota: tomada del área de Mantenimiento – Ferreyros (2)

Número de pieza	Nombre de la pieza	Cantidad	Obligatorias
1 106-9351	Placa	1	1
2 186-9415	Soporte	1	1
3 225-7038 CCR	Conjunto De Manguera	1	1
4 225-7039 CCR	Conjunto De Manguera	1	1
5 225-7040 CCR	Conjunto De Manguera	1	1

Nota: tomada del área de Mantenimiento – Ferreyros (2)

Anexo 14

Implementación del Power BI para el sistema de gestión



Nota: tomada del área de Mantenimiento – Ferreyros (2)