

**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES**  
**UCC – CAMPUS LEÓN**



**COORDINACIÓN DE INGENIERÍAS**

**Culminación de Pensum**

**Proyecto de Graduación para optar al título de grado en Ingeniería Industrial.**

**PROPUESTA DE PLAN DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA  
PESADA PARA LA EMPRESA SEMANIC EN EL MUNICIPIO DE LARREYNAGA  
DEPARTAMENTO DE LEÓN EN EL PERIODO DE JULIO A NOVIEMBRE DEL  
AÑO 2023.**

**AUTORES:**

 Br. Luis Eduardo Reyes Álvarez	Ingeniería Industrial
 Br. Fernanda Johana Sánchez Rivas	Ingeniería Industrial
 Br. Alondra Xiloneem Tórrez Chavarria	Ingeniería Industrial

**TUTOR TÉCNICO:**

 MBA. Emilio Moharet Reyes Barboza.

**TUTOR METODOLÓGICO:**

 Lic. Belén del Rosario Mercado Rodríguez.

**LEÓN, NOVIEMBRE 2023**

**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES**  
**UCC – CAMPUS LEÓN**



**COORDINACIÓN DE INGENIERIAS**

**Culminación de Pensum**

**Proyecto de Graduación para optar al título de grado en Ingeniería Industrial**

**AVAL DEL TUTOR**

Grado Académico, Lic. Belén del Rosario Mercado Rodríguez y MBA. Emilio Moharet Reyes Barboza tienen a bien:

**CERTIFICAR**

Que: El Proyecto de Graduación con el título: “Propuesta de plan de gestión de mantenimiento de maquinaria pesada para la empresa SemaNic en el municipio de Larreynaga departamento de León en el periodo de julio a noviembre del año 2023”, elaborado por los estudiantes Luis Eduardo Reyes Álvarez, Fernanda Johana Sánchez Rivas y Alondra Xiloneem Tórrez Chavarria ha sido dirigida por los suscritos.

Al haber cumplido con los requisitos académicos y metodológicos del Proyecto de Graduación, damos de conformidad a la presentación de dicho trabajo de culminación de estudios para proceder a su lectura y defensa, de acuerdo con la normativa vigente del Reglamento de Régimen Académico Estudiantil y Reglamento de Investigación, Innovación y Transferencia.

Para que conste donde proceda, se firma la presente en UCC LEÓN a los 18 días del mes de noviembre del año 2023.

---

**Fdo.: MBA. Emilio Moharet  
Reyes Barboza  
Tutor Técnico**

---

**Fdo.: Lic. Belén del Rosario  
Mercado Rodríguez  
Tutor Metodológico**

## DEDICATORIAS

Le dedico este proyecto únicamente a mi madre: *Darling María Álvarez*, ya que en todo momento me apoyó tanto directa como indirectamente, además este proyecto le pertenece solo a ella, porque esta es la culminación de su anhelo, ya que, yo nunca quise esta carrera, nunca elegí este camino, este sueño, pero no podía rechazar esta opción, porque de forma poética y objetiva era mi única bala que podía tener, además no quería volverla a decepcionar, así que en contra de mi voluntad recorrí estos cinco años superándome y convirtiéndome en uno de los tres mejores alumnos de la carrera, pero eso no me satisfacía, no me hacía feliz, pero debía hacerlo por y para ella. No creo en el destino, pero tal vez fue casualidad o probabilidad, de haber encontrado y conocido a dos personas raras y excepcionales, ellos se convirtieron en mis mejores amigos: Keyston Varela y Josué García, al final son personas que siempre quiero a mi lado, porque los admiro, los quiero y sobre todo necesito sonreír junto a ellos.

Cuando termine la carrera y reciba el título en mi interior diré: *“Mama esto te pertenece, a partir de aquí podre respirar para mí y seguir la senda más allá del amanecer, pero no muy lejos de mis pensamientos”*.

Un escritor que aun nadie conoce, llamado *Lewis. E. King's. A*, una vez dijo: *“La vida es una mierda, te da lo suficiente para vivir, te destroza y te arrebató las migajas que caen de la mesa, pero que eso no te impida sonreír”*.

Y al final de todo, recordar: *Memento mori ante a mori*.

*Luis Eduardo Reyes Álvarez.*

A Dios gracias por concederme salud, sabiduría e inteligencia a María santísima intercesora por excelencia ante cada una de mis peticiones y anhelos profundos de mi corazón. A mi buen amigo espiritual San Pío De Pietrelcina por cuidar y abogar por mí en los momentos difíciles y oscuros.

A mis padres Mildred Rivas y Nory Sánchez quienes me inspiraron a llegar hasta donde he llegado por acompañar y apoyar cada una de las etapas de mi vida, gracias por estar comprometidos con formación profesional y personal.

A mi hermana Nathaly Sánchez fiel acompañante y confidente de vida que cree en mis sueños y motiva a ser mejor persona cada día a mi hermana Krisbeth a quien extraño con todo mi corazón y a pesar de la distancia celebra mis logros.

A mi mamita Natalia por cuidarme desde niña y enseñarme que con dedicación y esfuerzo se logra cada sueño en la vida.

Al matrimonio Barrios Valle por acogerme en su familia y ayudarme a superar algunos obstáculos en la vida.

A mi familia, amigos y docentes quienes me acompañaron y motivaron a seguir adelante.

¡Gracias a todos!

*Fernanda Johana Sánchez Rivas.*

A Dios por darme la oportunidad y misericordia de cada día, por acompañarme en cada etapa de mi carrera y por todo lo maravilloso que fue el proceso de culminación.

A mi madre Amparo Chavarría y Abuela Francis Zamora por su amor y paciencia gracias por apoyarme y ser la persona que estuvo siempre para mí, por sus consejos y tiempo que han invertido y me han conducido al éxito, son mi ejemplo de superación, humildad y sacrificio gracias por todo y la contribución a la consecución de este logro.

A mi familia por apoyarme y ser una motivación al éxito y acompañarme siempre en esta etapa de mi vida.

A mis docentes, amigos de proyecto y a la memoria de Alexandra Dávila gracias por el apoyo y la confianza que plantaron en mí.

¡Gracias a todos!

*Alondra Xiloneem Tórrez Chavarría.*

## AGRADECIMIENTOS

Primeramente, le agradecemos a Dios por habernos permitido llegar a este punto de nuestras vidas, el cual nos estuvo preparando para poder cumplir esta meta que por tanto tiempo anhelamos y que al final pudimos cumplir, con honores y excelencia, ya que a través de estos largos y prósperos años de carrera pudimos acumular incontables recuerdos, experiencias, conocimientos, lecciones que forjaron nuestras aptitudes y actitudes, además de estar inmensamente agradecidos por la sabiduría e inteligencia que nos ha brindado para resolver cualquier obstáculo que se nos presta, por estar siempre a nuestro lado cuidándonos, apoyándonos y sin darnos cuenta él nos motivó al decir: *“No se rindan, aún es pronto para decaer, el camino puede ser duro, pero la victoria que tendrán será más dulce que la cálida primavera”* gracias a sus palabras pudimos seguir más allá de nuestra vista sin mirar atrás, por eso le estamos eternamente agradecidos por ser un amigo incondicional que sin importar lo que hagamos siempre está para nosotros con los brazos extendidos para decirnos: *“No teman, yo siempre estaré para ustedes como un suave aliento en medio de las espinas”*.

Estamos agradecidos por habernos conocido, por haber trabajado juntos, para poder crear este este proyecto desde cero, así juntos lo diseñamos, lo moldeamos y lo vimos terminado, todo gracias a las sonrisas, abrazos, compañerismos, lealtad, cariño que tuvimos unos a otros, y sobre todo la perseverancia de seguir sin importar las dificultades que vivimos, levantándonos unos a otros sin perder la esperanza y la certeza que lograríamos cumplir nuestro objetivo. Gracias a nuestras familias por todo el esfuerzo que hicieron por nosotros, apoyándonos con lo que estuvo a su alcance y mucho más, todo por vernos ser ingenieros, graduados con honores, a nuestros verdaderos amigos que junto a ellos forjamos hermosos e inolvidables recuerdos, por apoyarnos siempre con una sincera sonrisa y palabras que llenaban nuestro espíritu, estando junto a nosotros en esos momentos nublados donde pensamos que no saldríamos de ellos, pero que al final lo hicimos, todo gracias a nuestros verdaderos amigos, por ser quienes son con nosotros, así forjamos un amistad que incluso el futuro no la puede quebrar.

Por último, pero no menos importante, le agradecemos a la Lic. Belén del Rosario Mercado Rodríguez, quien siempre estuvo disponible para resolver dudas, por los regaños sin maldad que nos ayudaran a terminar con este proyecto, a pesar de todo nos regaló una sonrisa gentil y cálida, la cual nos transmitió una admiración incondicional hacia ella, gracias por ayudarnos en todo y más de lo necesario.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO .....	3
1.1 Antecedentes y contexto del problema .....	3
1.2 Objetivos .....	10
1.3 Descripción del problema .....	11
1.4 Justificación.....	12
1.5 Alcance y limitaciones .....	14
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO .....	15
2.1 Marco conceptual .....	15
2.2 Marco legal.....	28
2.3 Marco contextual .....	29
CAPÍTULO III: DISEÑO METODOLÓGICO .....	31
3.1 Tipo de Proyecto .....	31
3.2 Métodos de estudio y unidades de análisis.....	32
3.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	33
3.4 Confiabilidad y validez del instrumento .....	33
CAPÍTULO IV: DIAGNOSTICO SITUACIONAL .....	35
4.1 Diagnóstico.....	35
CAPÍTULO V: ESTUDIOS DE INGENIERÍA .....	39
5.1 AMEF y NPR a Cargador Frontal Scooptram ST1030 .....	39
5.2 AMEF y NPR a Jumbo Emperador BOLTER 99 .....	41
5.3 AMEF y NPR a Camión MIXER MIXKRET 4 .....	44
5.4 AMEF y NPR a Shotcrete WETKRET 4 .....	47
5.5 AMEF y NPR a Camión Bajo Perfil AD30 .....	50
5.6 AMEF y NPR a Telehandlers TL1255 .....	53
CAPÍTULO VI: ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	56
6.1 Análisis de variables de clasificación .....	56
6.2 Análisis de la entrevista .....	57
6.3 Coste horas hombres .....	74
6.4 Propuesta del plan de mantenimiento.....	85
CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES.....	104
CAPÍTULO VIII: RECOMENDACIONES .....	106

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	108
ANEXOS.....	111

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Criterio de clasificación par severidad de averías.....	22
Tabla 2.	Criterios de ocurrencia de averías.....	23
Tabla 3.	Criterios de detección de avería .....	25
Tabla 4.	Clasificación según NPR .....	26
Tabla 5.	Muestra.....	32
Tabla 6.	Clasificación AMEF de Cargador frontal Scooptram ST1030 .....	39
Tabla 7.	Clasificación NPR de Cargador frontal Scooptram ST1030 .....	41
Tabla 8.	Clasificación AMEF de Jumbo Emperador BOLTER 99.....	42
Tabla 9.	Clasificación NPR de Jumbo Emperador BOLTER 99 .....	43
Tabla 10.	Clasificación AMEF de Camión MIXER MIXKRET 4 .....	44
Tabla 11.	Clasificación NPR de Camión MIXER MIXKRET 4.....	46
Tabla 12.	Clasificación AMEF de Shotcrete WETKRET 4.....	47
Tabla 13.	Clasificación NPR de Shotcrete WETKRET 4 .....	49
Tabla 14.	Clasificación AMEF de Camión Bajo Perfil AD30 .....	50
Tabla 15.	Clasificación NPR de Camión Bajo Perfil AD30.....	52
Tabla 16.	Clasificación AMEF de Telehandlers TL1255.....	53
Tabla 17.	Clasificación NPR de Telehandlers TL1255 .....	55
Tabla 18.	Distribución de variables de trabajadores.....	56
Tabla 19.	Referencia de informantes.....	57
Tabla 20.	Matriz de interpretación .....	60
Tabla 21.	Plan de mantenimiento preventivo de Cargador Frontal Scooptram ST1030 .....	87
Tabla 22.	Plan de mantenimiento preventivo de Jumbo Emperador BOLTER 99 .....	90
Tabla 23.	Plan de mantenimiento preventivo de Camión MIXER MIXKRETE 4.....	93
Tabla 24.	Plan de mantenimiento preventivo de Shotcrete WETKRET 4.....	95
Tabla 25.	Plan de mantenimiento preventivo de Camión Bajo Perfil AD30 .....	97
Tabla 26.	Plan de mantenimiento preventivo de Telehandlers TL1255.....	99

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Ubicación del municipio de Larreynaga .....	35
Figura 2.	Ubicación de la empresa SemaNic.....	36
Figura 3.	Diagrama de Pareto de fallas del Scooptram ST1030.....	40
Figura 4.	Diagrama de Pareto de fallas del Jumbo Emperador BOLTER 99 .....	42
Figura 5.	Diagrama de Pareto de fallas del Camión MXER MIKRET 4 .....	45
Figura 6.	Diagrama de Pareto de fallas del Shotcrete WETKRET 4.....	48
Figura 7.	Diagrama de Pareto de fallas del Camión Bajo Perfil AD30 .....	51
Figura 8.	Diagrama de Pareto de fallas del Telehandlers TL1255.....	54
Figura 9.	Distribución de cargos .....	56
Figura 10.	Diagrama de flujo de la gestión del mantenimiento .....	85
Figura 11.	Diagrama de flujo de mantenimiento correctivo.....	102

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.	Entrevista AMEF y Análisis del proceso de mantenimiento.....	111
Anexo 2.	Formato de orden de trabajo de mantenimiento (OTM).....	121
Anexo 3.	Diagrama de flujo de orden de trabajo de mantenimiento .....	123
Anexo 4.	Formato de inspección diaria.....	124
Anexo 5.	Diagrama de flujo de inspección diaria .....	126
Anexo 6.	Ficha técnica de Cargador Frontal Scooptram ST1030.....	127
Anexo 7.	Ficha técnica de Jumbo Emperador BOLTER 99.....	129
Anexo 8.	Ficha técnica de Camión Bajo Perfil AD30 .....	131
Anexo 9.	Ficha técnica de Telehandlers TL125.....	133
Anexo 10.	Ficha técnica de Shotcrete WETKRET 4.....	135
Anexo 11.	Ficha técnica de Camión MIXER MIXKRET 4.....	137
Anexo 12.	Ficha de validación del instrumento por juicio de expertos.....	139
Anexo 13.	Análisis AMEF de Cargador frontal Scooptram ST1030.....	141
Anexo 14.	Análisis NPR de Cargador Frontal Scooptram ST1030.....	145
Anexo 15.	Análisis AMEF de Jumbo Emperador BOLTER 99.....	147
Anexo 16.	Análisis NPR de Jumbo Emperador BOLTER 99.....	152
Anexo 17.	Análisis AMEF de Camión MIXER MIXKRET 4.....	154
Anexo 18.	Análisis NPR de Camión MIXER MIXKRET 4 .....	158
Anexo 19.	Análisis AMEF de Shotcrete WETKRET 4.....	160
Anexo 20.	Análisis NPR de Shotcrete WETKRET 4.....	163
Anexo 21.	Análisis AMEF de Camión Bajo Perfil AD30.....	165
Anexo 22.	Análisis NPR de Camión Bajo Perfil AD30 .....	169
Anexo 23.	Análisis AMEF de Telehandlers TL1255.....	171
Anexo 24.	Análisis NPR de Telehandlers TL1255.....	175
Anexo 25.	Evidencia de entrevista a personal del área de mantenimiento 1 .....	177
Anexo 26.	Evidencia de entrevista a personal del área de mantenimiento 2.....	178
Anexo 27.	Evidencia de maquinaria pesada.....	179
Anexo 28.	Evidencia de base de datos.....	180

## RESUMEN

El presente proyecto de graduación se desarrolló con el fin de proponer un plan de gestión de mantenimiento de maquinaria pesada para la empresa SemaNic, ya que es una herramienta indispensable para el éxito de cualquier empresa proporciona una descripción detallada de los procesos necesarios para garantizar que los equipos se encuentren en función operativa, por lo tanto, surge la siguiente presunta de investigación: ¿El diseño de una propuesta de plan de gestión de mantenimiento, mejorara el proceso de mantenimiento a los diferentes tipos de maquinaria pesada en la empresa SemaNic? La metodología utilizada es de enfoque cuantitativo ya que se analiza los datos cuantitativos de los métodos AMEF y NPR con respecto a la maquinaria pesada en la empresa SemaNic, con alcance de estudio descriptivo porque se recolectará información sobre el mantenimiento y con un diseño no experimental y de corte transversal, porque el tiempo para realizar el proyecto está delimitado entre los meses de julio a noviembre del año 2023. Los resultados obtenidos de los trabajadores del área de mantenimiento en función de la gestión del mantenimiento actual, se puede centra en las siguientes debilidades: falta de refacciones (STONKS) y de herramientas específicas en almacén, los mantenimientos no se planifican en tiempo y forma, algunas facciones trabajadores es insuficiente (Electricistas, electromecánicos y soldadores), además de falta de capacitación al personal y no se cuenta con una base de datos completa sobre todos los aspectos del mantenimiento de cada tipo de maquinaria. La conclusión de este proyecto es que la propuesta del plan de gestión de mantenimiento reducirá el porcentaje de fallas funcionales de cada maquinaria, mejorar el proceso de mantenimiento a través de bases de datos y documentos de trazabilidad, además de aumentar el índice de productividad de horas hombres.

Palabras clave: Mantenimiento, AMEF, NPR, maquinaria, plan.

## **ABSTRACT**

This graduation project was developed in order to propose a maintenance management plan for heavy machinery for the company SemaNic, since a is an indispensable tool for the success of any company, it provides a detailed description of the necessary processes to guarantee that the equipment is in operational function, therefore, the following alleged research question arises: Will the design of a proposed maintenance management plan improve the maintenance process for the different types of heavy machinery in The SemaNic company? The methodology used is a quantitative approach since the quantitative data of the FMEA and NPR methods are analyzed with respect to heavy machinery in the SemaNic company, with a descriptive study scope because information on maintenance will be collected and with a non-experimental design and cross-sectional, because the time to carry out the project is limited between the months of July to November 2023. The results obtained from the maintenance area workers based on current maintenance management can focus on the following weaknesses: lack of spare parts (STONKS) and specific tools in the warehouse, maintenance is not planned in a timely manner, some factions of workers are insufficient (electricians, electromechanics and tilers), in addition to lack of training for personnel and there is no Complete database on all aspects of maintenance of each type of machinery. The conclusion of this project is that the proposed maintenance management plan will reduce the percentage of functional failures of each machinery, improve the maintenance process through databases and traceability documents, in addition to increasing the productivity index of man hours.

Keywords: Maintenance, FMEA, NPR, machinery, plan.



## **INTRODUCCIÓN**

El plan de gestión de mantenimiento es uno de los pilares medulares dentro de las empresas que se dedica a este servicio, ya que permite trazar líneas de gestión, que describen los procesos, recursos, herramientas, cantidad de trabajadores para realizar un mantenimiento eficiente a cada tipo de maquinaria, además en este se encuentra la prioridad, la frecuencia y las acciones necesarias para corregir y prevenir cualquier falla funcional que presente la maquinaria, además de asegurar el correcto funcionamiento, manejo, aumentar la vida útil y disminuir todos aquellos involucrados en las distintas facetas del mantenimiento.

El presente proyecto de graduación se desarrolló con el propósito de proponer un plan de gestión de mantenimiento de maquinaria pesada para la empresa SemaNic. Esto con el fin de diseñar esta herramienta adaptada al proceso y a la estructura de la empresa, para poder brindar una solución factible a la problemática, que tenga como efectos un aumento en el rendimiento de la maquinaria y mejora en el proceso de mantenimiento.

El enfoque de la metodología es cuantitativo ya que se analiza los datos obtenidos a través de los métodos AMEF y NPR con respecto a la maquinaria pesada en la empresa SemaNic, con alcance de estudio descriptivo, con un diseño no experimental y de corte transversal, porque el tiempo para realizar el proyecto está delimitado entre los meses de julio a noviembre del año 2023.

Las fuentes de información utilizadas fueron primarias y secundarias, como la entrevista adapta a los métodos AMEF y NPR. A su vez, se utilizó una variedad de estudios y proyectos relacionados a planes de gestión de mantenimiento tales como: libros, artículos, tesis y proyectos. Una de las principales limitaciones fue no contar con un software que permita facilitar el control del mantenimiento de cada maquinaria, es decir un GMAO (Gestión de mantenimiento asistido por computadora).

El presente proyecto de graduación está conformado por ocho capítulos. El capítulo I: Planteamiento del proyecto, este punto está constituido en un primer momento por



los antecedentes internacionales, regionales, nacionales y locales, además del objetivo general y específicos, luego la descripción del problema de la empresa SemaNic, la justificación, el alcance que tuvo el proyecto y las principales limitaciones. Capítulo II: Marco teórico, en este apartado se encuentra el marco conceptual, donde se encuentran los principales términos utilizados, el marco legal contiene normativas internacionales y nacionales las cuales limitan, constituyen y controlan todos aquellos factores del mantenimiento. Capítulo III: Diseño metodológico el cual está constituido por el tipo de proyecto según las diferentes dimensiones, además del método de estudio que fue una entrevista que implementa las metodologías AMEF y NPR, la unidad de análisis que fueron los trabajadores del área de mantenimiento. Capítulo IV: Diagnostico situacional, este punto consta de información más específica que abarca el servicio que brinda la empresa, la ubicación tanto micro como macro y toda aquella información de infraestructura, aspectos socioeconómicos y riesgos. Capítulo V: Estudios de ingeniería está constituido por análisis cuantitativo de las metodologías AMEF y NPR, según la información obtenida de las entrevistas de aquellas preguntas que tenían un enfoque cuantitativo. Capítulo VI: Análisis de resultados consta de tres tipos de análisis una de las variables de clasificación de la muestra y las preguntas de la entrevista con enfoque cualitativo ya que la información fue calificada y evaluación en un matriz de interpretación, un análisis referente a los costes de horas hombres. Capítulo VII Conclusiones en este apartado se encuentra una síntesis detallada de los resultados pertenecientes a cada objetivo dispuesto en este proyecto de graduación. Capítulo VIII: Recomendaciones, este apartado final está constituido por todos aquellos aspectos que no se pudieron abarcar, puntos que se pueden mejorar en este proyecto, además de recomendaciones a las partes involucradas.



## **CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO**

### **1.1 Antecedentes y contexto del problema**

#### **1.1.1 Antecedentes internacionales**

El primer antecedente internacional tiene como título “PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO BASADO EN EL RCM PARA INCREMENTAR LA DISPONIBILIDAD DE LAS MAQUINARIAS PESADAS DE LA EMPRESA INGENIEROS CONTRATISTAS E.I.R.L.” y se desarrolló en la ciudad Trujillo en el país de Perú en el año 2021. Esta investigación fue realizada por Edwin Elías De La Cruz García y Alexandro Del Piero Zavaleta Vera. El objetivo general es: Establecer un plan de mantenimiento preventivo basado en el RCM para incrementar la disponibilidad de la maquinaria pesada. La metodología utilizada fue un diseño pre experimental debido a que el objetivo principal involucró el cambio de una de sus variables en el tiempo y obtiene como resultado una proyección. Las conclusiones fueron que luego de haber implementado el plan de mantenimiento se vio a resaltar sus costos iniciales que se realizaron debido a los abundantes mantenimientos reactivos y luego de haber implementado el plan claramente se notó una disminución de los costos de mantenimiento reactivo lo cual generó mejores ingresos para la compañía (De La Cruz García & Zavaleta Vera, 2021). Los aportes de esta investigación al proyecto de graduación fueron presentar de forma puntual el esquema de la metodología RCM (Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad) el cual está estrechamente vinculado al AMEF (Análisis de Modos y Efectos de Fallas) Y MPR (Número de Prioridad de Riesgos), los cuales permiten abarcar todas las facetas del mantenimiento, ordenar los equipos de acuerdo a las fallas y prioridades, ya que estos son pasos gaudules que permiten realizar un RCM, además de caracterizar todas aquellas líneas de evaluación que se deben de seguir para elaborar correctamente un plan de mantenimiento, teniendo en cuenta todos aquellos puntos críticos, indicadores, factores internos y externos, que convergen en los diferentes tipos de mantenimientos que se realizan a la maquinaria pesada.

El segundo antecedente internacional tiene como título “DISEÑO DE UN PLAN INTEGRAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA MAQUINARIA PESADA



DE LA EMPRESA INVERSIONES OBERTI S.R.L – PIURA” y se desarrolló en la ciudad de Cajamarca en el país de Perú en el año 2018. Esta investigación fue realizada por Br. Henry Homero García Correa y Br. Víctor Alonso Yarleque Olaya. El objetivo general es: Diseñar un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada de la empresa constructora INVERSIONES OBERTI S.R.L. La metodología utilizada fue un diseño no experimental cualitativo . El resultados obtenidos fueron que en la empresa INVERSIONES OBERTI S.R.L. no cuenta con un plan de mantenimiento preventivo, es decir, solo se realiza la corrección no proyectada de las fallas de los equipos, lo que ha permitido observar desde dos puntos de vista (tanto como contratista y cliente), como se ven afectadas las dos partes cuando ocurre una falla en los equipos, generando retrasos a los clientes por suspensiones en las obras y costos a la empresa por toda la planeación operativa y logística necesaria para el mantenimiento correctivo del equipo (Garcia Correa & Yarlequé Olaya, 2018). Los aportes de esta investigación al proyecto de graduación fueron un análisis mantenimiento acompañó de un proceso para presupuestar las etapas a realizar en las maquinarias, además de formatos de control como: inspección diaria a los equipos, solicitudes de mantenimiento, los cuales permiten tener un historial detallado de cada máquina, de esta forma se construye un base de datos donde se pueda controlar los diferentes mantenimientos a realizar.

El tercer antecedente internacional tiene como título “PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LA FLOTA VEHICULAR Y MAQUINARIA PESADA MEDIANTE EL USO DEL PRPGRAMA SMPROG PARA LA PREFECTURA DEL UZUAY” y se desarrolló en el año 2021 en el taller Prefectura del Uzuay en la ciudad de Cuenca en el país de Ecuador. Esta investigación fue realizada por Fausto Emiliano Loja y Juan Adrián Yansaguano Toral. El objetivo general es: Desarrollar un plan de mantenimiento mediante el uso del programa SMPProg para la flota vehicular y maquinaria pesada de la Prefectura del Azuay. La metodología utilizada en este proyecto es investigativa mediante el conjunto de procedimientos y técnicas sobre planes de mantenimiento aplicados a la maquinaria y vehículos livianos de manera ordenada y sistemática. Los resultados obtenidos fueron que los planes de



mantenimiento organizan de manera adecuada las tareas que se van a ejecutar en los vehículos o equipo, ya sea por intervalos de kilómetros recorridos u horas de trabajo Realizadas, esto dependerá del equipo que se va a analizar. Para elaborar el plan de mantenimiento preventivo se realiza la investigación de los planes de mantenimiento brindados por la casa comercial, historiales de los equipos, mismos que poseen porcentajes bajos de fallos y por último con la constatación física o peritaje de las unidades, las cuales indican que los equipos se encuentran en buenas condiciones, siendo livianos: 85% de equipos en óptimas condiciones y 15% de equipos con fallos mecánicos menores, semipesados: 76% está en óptimas condiciones y el 24% con fallos, maquinaria pesada: 87% óptimas condiciones y el 13% restante de las unidades se encuentran con fallos (Loja Loja & Yansaguano Toral, 2021). Los aportes de esta investigación al proyecto de graduación fueron presentar un programa análisis que permiten generar una base de datos con todas las características de los equipos de la empresa y de esta forma poder controlar el estado, las fallas, vida útil y los diferentes mantenimientos a realizar.

### **1.1.2 Antecedentes regionales**

El primer antecedente regional tiene como título “DISEÑO DEL MODELO DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA LOS EQUIPOS MINEROS DE LA MINA LA CHILENA EN HOLCIM COSTA RICA”, esta investigación fue realizada en la ciudad de Cartago en el país de Costa Rica en el año 2022, además de ser realizado por Antonio de Jesús Solano Álvarez. El objetivo general de este proyecto es: Desarrollar un modelo de gestión del mantenimiento, que permita el establecimiento de los costos totales de mantenimiento para los equipos electromecánicos de la Mina La Chilena perteneciente a Holcim. La metodología implementada. Los resultados obtenidos a partir de los datos obtenidos de la Norma CONVENIN 2500-93 y la Auditoría sobre la efectividad del mantenimiento, MES, por sus siglas en inglés (Maintenance Effectiveness Survey) se determinó que el valor global de la evaluación de la Mina La Chilena es de 27,0%, lo que evidencia un criterio de inocencia; es decir, no existe una gestión de mantenimiento ni sumamente básica y se desconocen muchos temas y prácticas que llevan a mejores prácticas de mantenimiento de clase mundial, lo



determina que existen oportunidades de mejora para alcanzar mejores prácticas de mantenimiento, en cuanto a su gestión actual (Solano Álvarez, 2021). Los aportes de esta investigación al proyecto de graduación, fueron que al estar estrechamente relacionados con el enfoque a máquinas pesadas que prestan servicios a minas, permitirá reconocer de forma más sencilla todos aquellos factores o criterios que afectan la gestión del mantenimiento a estos equipos y de esta forma se podrá desarrollar una propuesta de un plan de mantenimiento con estrategias tácticas y técnicas adaptadas a la alineación de la empresa SemaNic, además de proporcionar documentación que permite tener un control más severo sobre la situación de cada maquinaria pesada.

El segundo antecedente regional fue elaborado por el bachiller Josué Castillo Villalobos, en el I semestre del año 2018 con el tema “DISEÑO DE UN MODELO DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA LA PLANTA DE PRODUCCIÓN PARADISE INGREDIENTS, UBICADA EN CARTAGO, COSTA RICA” con el objetivo de diseñar un modelo de gestión de mantenimiento que haga uso de las herramientas administrativa con las que ya cuenta la empresa y se acople a las necesidades de producción de Paradise Ingredients, el enfoque de la investigación es descriptiva ya que detalla por medio de diagramas cada uno de los procesos para la visualización más eficientes de los objetivos y actividades (Castillo Villalobos, 2018). Esta investigación aportara para seleccionar cada uno de los procesos y así mismo poder clasificar cada una de las actividades que debe realizarse para hacer un mantenimiento y clasificar la metodología en las diferentes áreas.

El tercer antecedente regional El tercer Antecedente Regional lleva como título “PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACION DE UN MODELO DE GESTION DE MANTENIMIENTO EN TROPICAL PARADISE FRUITS COMPANY”. Esta investigación fue realizada en la ciudad de Cartago en el país de Costa Rica en el año 2018, Ejecutada por Fernando Antonio Rodríguez Castro, el objetivo general de este proyecto es: Diseñar un Modelo de gestión de mantenimiento en la planta tropical Paradise Fruits, como una propuesta de implementación para reducir costos y mejorar la administración del departamento de mantenimiento. Obteniendo como metodología



un carácter descriptivo, porque detalla y visualiza cada proceso realizado, el programada de mantenimiento preventivo se realiza con la finalidad de encontrar y corregir los problemas antes que estos provoquen alguna falla, se desarrolló un análisis de resultados de la metodología AMFE. Los resultados de la investigación son la implementación de un sistema de información con códigos QR y la plataforma empresarial SharePoint, para tener acceso a la información de equipos, manuales y el programa preventivo mediante una consulta rápida, actualizada y en tiempo real (Rodríguez Castro, 2019). El aporte obtenido es que este manual de mantenimiento obtiene técnicas factibles a la empresa SemaNic, su metodología y acciones son detallados y disponible a la confiabilidad de cada maquinaria, al realizar este plan de mantenimiento es darle seguridad al operario y su máquina llega a ser factible para la empresa incrementando la seguridad y vida del operario.

### **1.1.3 Antecedentes nacionales**

El primer antecedente nacional fue realizado por el bachiller Manyel Rafael García Díaz en el II semestre del año 2018 con el tema “PLAN DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL EN EL BENEFICIO LOS TORREZ, EN EL DEPARTAMENTO DE MATAGALPA” el objetivo de esta tesis es realizar un plan de mantenimiento preventivo en el área de producción del beneficio los Torrez, en el departamento de Matagalpa. En el estudio se utilizó un enfoque mixto, el enfoque cualitativo se guía por áreas o temas significativos de la investigación, cuantitativo ya que se llevó a cabo encuestas y diagramas de parámetro donde a través de los gráficos se pueden apreciar resultados numéricos, los resultados obtenidos en dicha investigación fue que las máquinas con el que dispone el beneficio los Torrez, se describe en dos líneas de producción las en las cuales se detalla el tipo de mantenimiento que se debe realizar en cada línea de producción así mismo el periodo y tipo de refacciones involucrados en el proceso (García Díaz, 2019). Esta tesis aporta en la elaboración ya que brinda pautas e instrumentos de medición para llevar a cabo un plan de mantenimientos en empresas que tienen máquinas en operación o líneas de producción.



El segundo antecedente nacional fue realizado por los bachilleres Gordiano José Arauz Valdivia, Judier Antonio Rodríguez Chavarría en el I semestre del año 2021 con el tema “PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA FLOTA VEHICULAR DE LA EMPRESA CUBAS ELÉCTRICAS S.A PLANTEL SUR UBICADA EN LA CIUDAD DE ESTELÍ” el objetivo de esta tesis es realizar una propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para una flota vehicular, el enfoque de la investigación fue de carácter mixta, ya que es la forma en la que se aproximó al objeto de estudio, debido a que se realizó un diagnóstico, el método de la investigación es observacional, también es descriptivo por que se aplicaron instrumentos para describir la rentabilidad económica. Los resultados obtenidos en dicha investigación fueron que el 70% del mantenimiento es correctivo, las áreas de trabajos no son específicas, los mantenimientos de la flota vehicular son cambio de aceite, filtro, engrase, aceite de hidráulico y llantas, se determinó la factibilidad económica en la propuesta (Araúz Valdivia & Rodríguez Chavarría, 2021). Esta tesis aporta en el conocimiento de los tipos de mantenimiento y elaboración de presupuesto para determinar la factibilidad en relación de beneficio costo en una flota vehicular.

El tercer antecedente nacional fue realizado por los bachilleres María José Gutiérrez Martínez, Marvin Francisco Gómez Hernández en 17 de junio del año 2021 con el tema “PLAN DE MEJORA PARA PROCESOS Y PROCEDIMIENTOS EN AL ÁREA DE MANTENIMIENTO VEHICULAR DE UNA EMPRESA DE REPUESTOS AUTOMOTRICES UBICADA EN EL DISTRITO L DE LA ZONA URBANA DE MANAGUA, NICARAGUA” con el objetivo de elaborar un plan de mejora de los procesos y procedimientos del área de mantenimiento vehicular en una empresa de repuestos, con el fin de dar respuesta a los objetivos el tipo de investigación es descriptiva, transversal, aplicada explicativa, en la investigación se detalla cada uno de los cargos presentes en la empresa así mismo la deficiencia por cada una de las áreas y proponen un plan de mejora para el plan de gestión de mantenimiento (Gutiérrez Martínez & Gómez Hernández, 2021). La investigación aportara para estructurar el plan de mantenimiento de tal manera que las partes involucradas desempeñen el trabajo de forma satisfactoria.



#### **1.1.4 Antecedentes locales**

Para concluir con los antecedentes locales es importante destacar que no se encontró en la base de datos de la universidad un proyecto o investigación vinculado al alineamiento del tema “PROPUESTA DE UN PLAN DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA PESADA Y EQUIPOS EN LA EMPRESA SEMANIC EN EL MUNICIPIO LARREYNAGA DEPARTAMENTO DE LEÓN, EN EL PERIODO COMPRENDIDO DE JULIO A NOVIEMBRE DEL AÑO 2023”, por lo tanto partir de este Proyecto de Graduación se trata de plasmar un punto de partida de nuevos conocimientos, que beneficien a la Universidad de Ciencias Comerciales con una base de estudio para el desarrollo del conocimiento de los estudiantes para futuras líneas de investigación relacionadas a este tema.



## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo general**

- ✚ Proponer un plan de gestión de mantenimiento de maquinaria pesada para la empresa SemaNic en el municipio de Larreynaga departamento de León en el periodo de julio a noviembre del año 2023.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

- ✚ Aplicar los métodos AMEF y NPR para analizar los diferentes tipos maquinaria pesada.
- ✚ Evaluar la eficiencia de los trabajadores del área de mantenimiento de la empresa SemaNic referente a los costes horas hombres.
- ✚ Diseñar formatos para la trazabilidad de la información en el proceso de mantenimiento.
- ✚ Realizar base de control y registro de mantenimiento en el programa Microsoft Excel.



### **1.3 Descripción del problema**

La empresa contratista SemaNic actualmente no dispone de un plan de mantenimiento el cual permita administrar todos aquellos aspectos de los diversos tipos de maquinaria pesada, ya que estos equipos están sometidos a extensas horas de trabajo, por lo que la planificación de mantenimiento es un pilar fundamental, este proceso permite reducir los modos de fallas que se pueden presentar en estas máquinas, al no contar con un plan estructurado adecuadamente afectará el desempeño productivo de cada equipo. Un plan de gestión de mantenimiento es una herramienta indispensable para el éxito de cualquier empresa, ya que proporciona una descripción detallada de los procesos y procedimientos necesarios para garantizar que los equipos se encuentren en correcto funcionamiento y que puedan desempeñar sus actividades lo más eficientemente posible. Los diferentes tipos de maquinaria pesada en la empresa SemaNic no reciben mantenimiento preventivo según las horas programadas e incluso superan este rango, por la ineficiente gestión de los mantenimientos y de todos aquellos indicadores involucrados, tales como: registro de información, herramientas y/o equipos, trabajadores, refacciones y procesos de mantenimiento. Al no tener una correcta gestión, se presentan fallas consecutivas en cada uno de los sistemas, esto por no realizar los mantenimientos en tiempo y forma, al realizar los mantenimientos correctivos se presentan factores que retrasan este proceso, ya que en la mayoría de casos en el almacén no se encuentran stock de las refacciones para llevar a cabo la corrección de falla, teniendo como consecuencia que el mantenimiento se extienda y linealmente pérdida de ingresos por el exceso de horas planificadas y acumulación de fallas en la maquinaria.



#### **1.4 Justificación**

Un plan de gestión de mantenimiento es un esquema medular que permite planificar y controlar de forma detallada el estado de una maquinaria, ya que esta herramienta brinda beneficios satisfactorios como: reducción de número de fallas, aumento considerable en la vida útil de la maquinaria, incremento en el tiempo de actividad, reducción de los costos de reparación y reducción de paros innecesarios, sin embargo al no contar con un plan de gestión de mantenimiento o cuando este no tiene una estructura sólida y no está alineado a los indicadores se tendrá un efectos contrarios a los esperados, y en casos extremos llevaría a graves pérdidas económicas e incluso a la quiebra de una empresa, por lo tanto a raíz de esta problemática surge este proyecto, el cual tiene como objetivo proponer un plan de gestión de mantenimiento de maquinaria pesada para la empresa SemaNic, esto con fin de indagar en esta problemática que es muy frecuente en todas aquellas empresa que brindan servicios de mantenimiento especialmente a maquinaria pasada que realizan actividades por prolongadas horas en la industria minera, por lo tanto al no tener un plan de gestión de mantenimiento afectara a las maquinarias que se le brinda el servicio y al esquema financiero de la empresa, de esta forma se tendrá como consecuencia que el servicio no sea de calidad y perdiendo a los clientes actuales y a los potenciales.

El diseño del plan de gestión de mantenimiento permitirá tener un control sobre los costes de mantenimiento, identificar todas las formas posibles en que puede fallar la maquinaria, mejora continua en los procesos de mantenimiento, clasificar la criticidad de los fallos y proponer medidas que los eviten. Este proyecto se realizará para plantear una solución factible para la empresa SemaNic, así mismo poder facilitar las herramientas y métodos adecuados para que los trabajadores ejecuten un control de registro y puedan corregir las fallas, además de aplicar las estrategias, conocimientos y experiencia adquirida en el trascurso de la carrera para el diseño de esta propuesta, por lo tanto el servicio proporcionado a la empresa Calibre Mining Corp tendrá mejores resultados que se verán reflejados en la eficiencia y eficacia de cada una de las maquinarias en operación.



**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES**  
CULMINACIÓN DE PENSUM EN PROYECTO DE GRADUACIÓN

Los resultados obtenidos del presente proyecto permitirán ampliar y fortalecer los conocimientos en el área de mantenimiento, además de desarrollar capacidades proactivas que como futuros ingenieros industriales necesitaremos para brindar soluciones eficientes a problemas que se presentan continuamente en el entorno laboral, tales como: uso y desarrollo de herramientas digitales, planificación, gestión y mejora de procesos, al igual que servirá como un punto de apoyo para todos aquellos estudiantes de ingeniería industrial los cuales, quieran reforzar o profundizar sus conocimientos referente al mantenimiento (Proceso de planificación y control de mantenimiento, desarrollo de documentación, cálculos de fallas y gestión de operaciones). El plan de gestión de mantenimiento que se presentara también beneficiara a la empresa SemaNic, ya que pueden referenciar y adaptar aquellos aspectos de esta propuesta a su plan actual, esto con el fin de fortalecer aquellas fallas de gestión, control y seguimiento que pueden tener, que tendrá beneficios varios y promover la mejora continua en este proceso.



### **1.5 Alcance y limitaciones**

El presente Proyecto sobre la propuesta de un plan de gestión de mantenimiento para la empresa SemaNic, consto de varios factores limitantes, los cuales se presentaron en el proceso de este proyecto, sin embargo, esto no impido desarrollar de la propuesta.

- ✚ Disponibilidad de información por parte de la empresa acerca de indicadores vinculados al mantenimiento y de valores financieros fue limitada.
- ✚ Falta de conocimiento especializado en el esquema de mantenimiento de maquinaria pesada.
- ✚ El tiempo para realizar el proyecto de graduación es insuficiente para diseñar el plan de gestión de mantenimiento.
- ✚ Falta de software especializados en GMAO (Gestión de mantenimiento asistido por computadora), para diseñar un plan de gestión a un más eficiente y que se retroalimente y evolucione contantemente, ya que esta herramienta tiene un costo, sin embargo, es vital para empresas que se dediquen a este tipo servicio.



## **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

### **2.1 Marco conceptual**

#### **2.1.1 Falla**

Es cualquier daño que impida el correcto funcionamiento de un equipo o maquinaria en algunos de sus sistemas, mecanismo y/o piezas.

#### **2.1.2 Maquinaria**

El término de maquinaria hace referencia a un dispositivo mecánico compuesto por determinadas piezas (ya sean móviles o inmóviles) que permiten que interactúen entre sí y, mediante la interacción, transformarse en energía y poder realizar una acción determinada (Méndez, 2019).

#### **2.1.3 Mantenimiento**

El mantenimiento es el proceso que se lleva a cabo para que un elemento, o unidad de producción, pueda continuar funcionando a un rendimiento óptimo (Westreicher, 2020). El mantenimiento, en otras palabras, consiste en la realización de una serie de actividades, como reparaciones y actualizaciones, que permiten que el paso del tiempo no afecte al rendimiento de un bien de capital, propiedad de la empresa.

#### **2.1.4 Tipos de mantenimiento**

##### **2.1.4.1 Mantenimiento Correctivo**

Es un conjunto de tareas técnicas especializadas destinadas a corregir las fallas que presenta un equipo o maquinaria las cuales no permiten el correcto funcionamiento.

##### **2.1.4.2 Mantenimiento Predictivo**

Es aquel que permite predecir cuándo puede ocurrir una avería en equipos o maquinarias. Además de hacer uso de diversas herramientas como software que son capaces de monitorear futuras fallas en los sistemas del equipo o maquinaria de esta forma se podrá planificar el mantenimiento antes de que se produzca la avería.



## 2.1.5 Indicadores del Mantenimiento

### 2.1.5.1 BACKLOG de Mantenimiento

Es un indicador de mantenimiento que representa la acumulación de actividades pendientes o en ejecución, por cada técnico o empleado. Se tienen en cuenta tanto las tareas que están en marcha como las que están aún solo planificadas. Para determinar esta métrica es necesario tener en cuenta todo el flujo de trabajo de planificación y control de mantenimiento (FRACTTAL, s.f.).

### 2.1.5.2 Eficacia general del equipo (OEE)

Este es uno de los KPI medulares dentro de los indicadores, ya que este valor engloba la eficacia de la empresa. Además, este indicador tiene un valor medio que define la eficiencia y este debe oscilar alrededor del 77%. Dentro de este se encuentran tres valores:

- ✚ **Disponibilidad:** Es la probabilidad de que un sistema, equipo o componente realice la función prevista cuando sea requerido. Se expresa en porcentaje y tiene en cuenta tanto la confiabilidad como la mantenibilidad del sistema.

$$D = \frac{T_o - T_p}{T_o}$$

$D$  = Disponibilidad

$T_o$  = Tiempo Total de Operación

$T_p$  = Tiempo Total de Paradas

- ✚ **Rendimiento:** El rendimiento contempla la pérdida de eficiencia de un determinado equipo como una disminución de su capacidad de producción frente a la nominal o esperada (García Correa & Yarlequé Olaya, 2018).

$$\text{Rendimiento} = \frac{N^\circ \text{ total de unidades}}{\text{Tiempo de operación} \cdot \text{Capacidad Nominal}}$$

- ✚ **Calidad:** La calidad es el indicador de las pérdidas por fabricación defectuosa de los productos, ya sea al fabricar unidades que directamente deben ser



desechadas como aquellas que requieran ser reprocesadas (García Correa & Yarlequé Olaya, 2018).

$$\text{Calidad} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de unidades Validas}}{\text{N}^\circ \text{ total de unidades fabricadas}}$$

Por lo tanto, para determinar el valor del OEE se aplica la siguiente fórmula:

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidad} \times \text{Rendimiento} \times \text{Calidad}$$

### 2.1.5.3 Tiempo Medio entre Fallas (MTBF)

El MTBF (Mean Time Between Failures) representa el promedio del tiempo que transcurre entre dos averías en un mismo tiempo o de igual forma el tiempo promedio que una maquinaria funciona sin presentar fallas. Cuando más elevado sea el MTBF, más fiable es el funcionamiento de la máquina en cuestión o, en otras palabras, menos su tiempo de inactividad.

$$\text{MTBF} = \frac{T_D - T_I}{N_P}$$

**MTBF** = Tiempo Medio entre Averías

**T<sub>D</sub>** = Tiempo Total Disponible

**T<sub>I</sub>** = Tiempo Total de Inactividad

**N<sub>P</sub>** = Número de Paradas

### 2.1.5.4 Tiempo Medio de Reparación (MTTR)

El MTTR (Mean Time To Repair) calcula el tiempo medio que se tarda en identificar el problema, diagnosticarlo, terminar la reparación del equipo o maquinaria tras una avería inesperada y al final reiniciarlo para que vuelva a estar disponible. Es decir que el MTTR expresa la media de duración entre la avería del equipo y su vuelta al funcionamiento normal.

$$\text{MTTR} = \frac{T_I}{N_F}$$



**MTTR** = Tiempo Medio de Reparación

**$T_M$**  = Tiempo de Inactividad (Por fallas)

**$N_R$**  = Número de Fallas

El tiempo medio de reparación establece un rango de oscilación entre 3 y 6 horas que son valores óptimos, de acuerdo al tiempo invertido en la reparación de un equipo o maquinaria.

Si el  $MTTR \geq 3$  horas; significa un alto porcentaje de reparaciones no programadas, lo que conlleva a una falta de seguimiento a la maquinaria, de acuerdo a sus diversos mantenimientos.

Si el  $MTTR > 6$ ; significa que existen ineficiencias o excesivas demoras en el proceso de reparación.

#### **2.1.5.5 DOWNTIME**

Tiempo de inactividad o Downtime del equipo o maquinaria, es el resultado de un acontecimiento imprevisto que requiere algún tipo de intervención. El promedio general de este indicador es del 10%, lo que indica que el equipo debe estar en plena actividad el 90% del tiempo para asegurar la continuidad de la producción (FRACTTAL, s.f.).

#### **2.1.5.6 Disponibilidad mecánica**

La disponibilidad mecánica se define como una expresión que relaciona las horas trabajadas y las horas invertida en reparación de una maquinaria. Además de establecer valores porcentuales óptimos que debe tener una maquinaria nueva (92%) como una usada (88%), esto para representar el rendimiento o eficiencia esperada.

$$DM = \frac{H_P - H_{O_R}}{H_P} \times 100$$

**DM** = Disponibilidad Mecánica

**$H_P$**  = Horas Programadas

**$H_{O_R}$**  = Horas Operadas por Operación



### 2.1.5.7 Porcentaje de Mantenimiento Planificado (PMP)

Este indicador relaciona el tiempo dedicado a las actividades programadas con los activos definidos. Las actividades programadas incluyen tanto el mantenimiento, como las de reparación y sustitución (FRACCTAL, s.f.).

$$PMP = \frac{T_{PA}}{T_{TM}} \times 100$$

**PMP** = Porcentaje de mantenimiento planificado

**T<sub>PA</sub>** = Tiempo previsto para las tareas de mantenimiento

**T<sub>TM</sub>** = Tiempo total dedicado al mantenimiento

El valor obtenido de esta expresión representa el grado de eficiencia, rendimiento y éxito de la empresa en función al mantenimiento. Una tasa de partida para definir que el mantenimiento es eficiente es un valor de 85%.

### 2.1.6 Indicadores de costes horas hombres

#### 2.1.6.1 Tasa horaria

Es la relación entre el monto (salario mensual) y las horas trabajadas en el mismo intervalo de tiempo, lo cual expresa el costo que tiene las horas que realiza el trabajador.

$$Th = \frac{M}{Ht}$$

**Th** = Tasa horaria

**M** = Monto

**Ht** = Horas trabajadas

$$Th_o = He \times Th$$

**Th<sub>o</sub>** = Tasa horaria de operación

**He** = Horas estándar

**Th** = Tasa horaria



### 2.1.7 Productividad

Es la relación entre horas facturadas y horas trabajadas, es decir que es una medida que expresa el porcentaje de horas disponibles que se trabajan, por lo tanto, este valor debe superar el 100% y para que sea considerado un medida eficiente debe oscilar entre 110% y 120%.

$$P = \frac{Hf}{Ht} \times 100$$

$P$  = Productividad

$Hf$  = Horas facturadas

$Ht$  = Horas trabajadas

### 2.1.8 Eficiencia horas hombres

Es el expresión que relaciona las horas trabajadas y las horas disponibles, lo cual permite conocer la eficiencia real que tiene el trabajador.

$$Ehh_R = \frac{Ht}{Hd} \times 100$$

$Ehh_R$  = Eficiencia horas hombres reales

$Ht$  = Horas trabajadas

$Hd$  = Horas disponibles

### 2.1.9 Plan de mantenimiento

El plan de mantenimiento es un documento técnico en el que se enumeran los trabajos de mantenimiento previstos para cada equipo. Este plan incluye todas las actividades de mantenimiento, la descripción de cada intervención, la periodicidad definida para cada una y los recursos necesarios para llevarlas a cabo. Un plan de mantenimiento debe de contener los siguientes datos (VALUEKEEP, 2020):

- 🚦 **Descripción del trabajo:** en el plan de mantenimiento debe describirse claramente lo que hay que hacer en cada orden de trabajo y cuáles son las áreas prioritarias y la secuencia de las actividades.



- ✚ **Instrucciones:** los trabajos de mantenimiento deben cumplir unas normas de calidad específicas, y para alcanzar estos estándares de calidad es fundamental que el plan incluya instrucciones explícitas sobre las tareas.
- ✚ **Programación:** el objetivo de la programación es garantizar que el trabajo se realice con la periodicidad necesaria para evitar los tiempos de inactividad y las averías de los equipos.
- ✚ **Trabajadores:** el plan debe indicar el conjunto de competencias técnicas necesarias para cada tarea de mantenimiento, con el fin de facilitar la elección del técnico más adecuado para realizar la intervención.

### 2.1.10 AMEF

Análisis de Modos y Efectos de Fallas. Es una técnica aplicada al estudio metódico de las consecuencias que provocan las fallas de cada componente de un equipo. Es un proceso sistemático para la identificación de las fallas potenciales del diseño de un producto o proceso antes de que éstas ocurran, con el propósito de eliminarlas o de minimizar el riesgo asociado a las mismas (RELIABILITY, s.f.). Sus objetivos principales son:

- ✚ Reconocer y evaluar los modos de fallas potenciales y las causas asociadas con el diseño y montaje, operación y mantenimiento de un equipo, a partir de los componentes.
- ✚ Determinar los efectos de las fallas potenciales en el desempeño del Sistema, Identificar las acciones que podrán eliminar o reducir la ocurrencia de la falla potencial.
- ✚ Analizar la confiabilidad del sistema
- ✚ Cuantificar riesgos y confiabilidad.
- ✚ Documentar el proceso.

#### 2.1.10.1 Falla funcional

Se define como un conjunto de ocurrencias no previsibles, que no permiten que el activo alcance el estándar de ejecución esperado en el contexto operacional en el cual

se desempeña trayendo como consecuencia que el activo no pueda cumplir su función o la cumpla de forma eficiente (Parra, 2002).

**2.1.10.2 Modo de falla**

Un modo de falla podemos definirlo como la forma en la que un activo pierde la capacidad de desempeñar su función (Aguilar Otero, Torres Arcique, & Magaña Jiménez, 2010).

**2.1.10.3 Efectos de fallas**

Es todo aquel conjunto de consecuencias que puede generar una falla funcional.

**2.1.10.4 Severidad**

Este criterio evaluación es un análisis de los riesgos que tendrán las averías que presenta la maquinaria en los sistemas que los componen, esto para cuantificar la severidad de los efectos que tendrán en una escala del 1 al 10.

**Tabla 1**

*Criterio de clasificación par severidad de averías*

<b>Severidad</b>		
<b>Calificación</b>	<b>Efecto</b>	<b>Criterio</b>
<b>10</b>	<b>Critico</b> Peligro: Sin Aviso	Calificación de severidad muy alta cuando un modo potencial de falla afecta la operación segura del producto y/o involucra un no cumplimiento con alguna regulación gubernamental, sin aviso
<b>9</b>	<b>Critico</b> Peligro: Con aviso	Calificación de severidad muy alta cuando un modo potencial de falla afecta la operación segura del producto y/o involucra un no cumplimiento con alguna regulación gubernamental, sin aviso
<b>8</b>	<b>Muy Alto</b>	El producto / ítem es inoperable (pérdida de la función primaria)
<b>7</b>	<b>Alto</b>	El producto / ítem es operable, pero con un reducido nivel de desempeño. Cliente muy insatisfecho

<b>6</b>	<b>Moderado</b>	Producto / ítem operable, pero un ítem de confort/conveniencia es inoperable. Cliente insatisfecho
<b>5</b>	<b>Bajo</b>	Producto / ítem operable, pero un ítem de confort/conveniencia es inoperable. Cliente muy insatisfecho
<b>4</b>	<b>Muy Bajo</b>	No se cumple con el ajuste, acabado o presenta ruidos, y rechinidos. Defecto notado por clientes muy críticos (menos del 75%)
<b>3</b>	<b>Pequeño</b>	No se cumple con el ajuste, acabado o presenta ruidos, y rechinidos. Defecto notado por clientes muy críticos (menos del 50%)
<b>2</b>	<b>Muy Pequeño</b>	No se cumple con el ajuste, acabado o presenta ruidos, y rechinidos. Defecto notado por clientes muy críticos (menos del 25%)
<b>1</b>	<b>Ninguno</b>	Sin efecto perceptible

Fuente: Elaboración de autores.

Nota. (LEANSOLUTIONS, s.f.)

### 2.1.10.5 Ocurrencia

Este criterio se define como la probabilidad de que una avería en particular ocurra en un equipo o maquinaria y resulte en un modo de falla.

**Tabla 2**

*Criterios de ocurrencia de averías*

<b>Ocurrencia</b>				
<b>Calificación</b>	<b>Ocurrencia</b>	<b>Probabilidad</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Cpk</b>
<b>10</b>	<b>Muy alta</b>	Fallas persistentes durante el día	1 en 2	0.33



**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES**  
**CULMINACIÓN DE PENSUM EN PROYECTO DE GRADUACIÓN**

<b>9</b>		Suceden fallas en el día, pero pocas	1 en 3	
<b>8</b>	<b>Alta</b>	Fallas frecuentes entre 3 a 5 a la semana	1 en 8	0.51
<b>7</b>		Se presentan fallas semanales entre 1 y 3	1 en 20	
<b>6</b>	<b>Moderada</b>	Fallas ocasionales durante cada 15 días de trabajo	1 en 80	0.83
<b>5</b>		Se presentan fallas comunes durante el mes	1 en 400	1
<b>4</b>		Las fallas mensuales suceden poco	1 en 2,000	1.17
<b>3</b>	<b>Baja</b>	Las fallas suceden con una frecuencia muy baja	1 en 15,000	1.33
<b>2</b>		Fallas relativamente bajas durante el año	1 en 150,000	1.5
<b>1</b>	<b>Remota</b>	No se presentan fallas o son de poca consideración	< 1 en 1,500,000	> 1.67

Fuente: Elaboración de autores.

Nota. (LEANSOLUTIONS, s.f.)



### 2.1.10.6 Detección

La detección es una evaluación de la probabilidad de que los controles del proceso detecten el modo de fallo antes de que la maquinaria lo presenten en el lapso de trabajo.

**Tabla 3**

*Criterios de detección de avería*

Calificación	Detección	Criterio
10	Casi imposible	Certeza absoluta de no detección
9	Muy remota	Los controles probablemente no detectaran, o lo hacen al azar
8	Remota	Los controles tienen poca oportunidad de detección, solo inspección visual
7	Muy baja	Los controles tienen poca oportunidad de detección
6	Baja	Los controles pueden detectar
5	Moderada	Los controles pueden detectar
4	Moderadamente	Los controles tienen buena oportunidad para detectar

3	<b>Alta</b>	Los controles tienen buena oportunidad para detectar
2	<b>Muy alta</b>	Controles casi seguros para detectar
1	<b>Casi seguro</b>	Controles seguros para detectar

Fuente: Elaboración de autores.

*Nota.* (Solano Álvarez, 2021)

### 2.1.11 NPR

El Número de Prioridad de Riesgo o NPR: Es un valor que establece una jerarquización de las fallas a través de la multiplicación del grado de ocurrencia, severidad y detección, éste provee la prioridad con la que debe de atacarse cada modo de falla, identificando ítems críticos; lo que conlleva a dar prioridad a los NPR más altos (CMMS, 2021).

$$NPR = Severidad \times Ocurencia \times Detección$$

**Tabla 4**

*Clasificación según NPR*

Clasificación de Prioridad	
NPR	Clasificación
NPR > 200	<b>Fallas Inaceptable (I)</b>
125 < NPR ≤ 200	<b>Fallas Reducibles Aceptables (R)</b>



**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES**  
CULMINACIÓN DE PENSUM EN PROYECTO DE GRADUACIÓN

$\text{NPR} \leq 125$

**Fallas Aceptables  
(A)**

Fuente: Elaboración de autores.

Nota. (De La Cruz Garcia & Zavaleta Vera, 2021)



## **2.2 Marco legal**

### **2.2.1 NTON 05 032-10**

La norma técnica obligatoria nicaragüense para el manejo ambiental de los aceites lubricantes usados ha sido aprobada por el comité técnico el día 25 de marzo del 2010, en la sala de reuniones de la dirección general de calidad ambiental del ministerio del ambiente y recursos naturales (MEM, 2017).

La NTON 05 032-10 es aplicable y de obligatorio cumplimiento en todo el territorio nacional para todas las personas naturales o jurídicas, públicas o privadas que generen, recolecten, almacenen, transporten, reciclen, procesen, incineren o rehúsen en cualquier actividad aceites lubricantes usados derivados de los procesos industriales, comerciales y domésticos (vehículos particulares) y lodos derivados de sus usos, incluyendo aquellos que presten el servicio de aprovechamiento y disposición final. Esta norma aplica igualmente a los aceites lubricantes usados.

### **2.2.2 ISO 14224**

ISO 14224 esta norma internacional brinda una base para la recolección de datos de confiabilidad y mantenimiento en un formato estándar para las áreas de perforación, producción, refinación transporte de petróleo y gas natural, con criterios que pueden extenderse a otras actividades e industrias, sus definiciones son tomadas del RCM (RELIABILITYWEB, 2023).

Presenta los lineamientos para la especificación recolección y aseguramiento de la calidad de los datos que permiten cuantificar la confiabilidad de los equipos y compararla con las características de otros similares, los parámetros sobre confiabilidad pueden determinarse para uso de las fases de diseño, montaje, operación y mantenimiento.



## **2.3 Marco contextual**

### **2.3.1 Generalidades**

De forma genérica el “contexto” se define como “el entorno físico o de situación, ya sea político, histórico, cultural o de cualquier otra índole, en el cual se considera un hecho” (RAE, 2001)

Diversos autores (Hernández R, Fernández C, Baptista P, 2003) que sin dar una definición de lo que es el “Marco contextual” advierten que el problema de investigación no debe ser considerado de forma aislada sino como parte de una relación o concatenación de elementos que convergen en una determinada situación, lo cual señala que es de gran importancia ubicar el objetivo de estudio en un determinado contexto es decir las características del medio en donde se realiza el estudio.

### **2.3.2 Contexto**

La presente investigación de propuesta de un plan de gestión de mantenimiento se realizó en la empresa contratista SemaNic, ubicada en el municipio de la Larreynaga en el departamento de León, está ubicada en mina el limón dentro de las instalaciones de la compañía Calibre Mining Corp a la cual le ofrece servicios de reparación automotriz. La historia de SemaNic remonta en el año 2021 dando inicio a sus labores con 5 empleados, los servicios que ofrece son: soldadura, reparación mecánica, eléctrica, servicios de vulcanización y cimentación.

Actualmente SemaNic tiene una planilla de 24 colaboradores, de estos únicamente solo 2 son mujeres y 22 hombres.

La empresa SemaNic tiene cierto control de las actividades que se realiza diariamente, pero no registra cada uno de los mantenimientos realizados ya que esto le corresponde a la compañía a la cual se brinda servicios Calibre Mining Corp, debido a esto los equipos presentan fallas diariamente siendo esto una limitación para lograr la satisfacción del cliente potencial.



### **2.3.3 Misión**

Proporcionar servicios electromecánicos de calidad para brindar soluciones fiables y seguras que conserve las maquinarias en estado operativo, eficiente por medio del personal altamente capacitado, motivado y productivo que tiene como principal interés la seguridad y satisfacción del cliente.

### **2.3.4 Visión**

Ser una empresa líder y reconocida a nivel nacional por su trabajo de calidad en servicios electromecánicos. Comprometidos en la mejora continua de los servicios ofrecidos.

### **2.3.5 Valores corporativos**

-  **Confiabilidad:** El ser confiable reúne los valores de honestidad, integridad, lealtad y capacidad de cumplir.
  
-  **Respeto:** El respeto por nuestros clientes, colaboradores, el medio ambiente y por nuestra comunidad nos coloca en un nivel superior y nos asegura permanencia.
  
-  **Humanidad:** Los principios y normas que promueven el desarrollo humano son el corazón de la ética.
  
-  **Responsabilidad:** Somos responsables de lo que hacemos y la responsabilidad exige de nosotros la excelencia.



### CAPÍTULO III: DISEÑO METODOLÓGICO

#### 3.1 Tipo de Proyecto

El presente proyecto que es la propuesta de un plan de gestión de mantenimiento costa de varias facetas las cuales lo caracterizan y limitan al tipo de proyecto al cual pertenece, tales como:

- ✚ **Procedencia del capital:** El capital privado ya que se pretende mejorar la gestión del mantenimiento en la empresa SemaNic, por lo que a través de esta propuesta se mejorara algunas funciones del marco financiero que giran alrededor de esta problemática y se obtendrán benéficos en un determinado periodo de tiempo.
- ✚ **Sector:** Se cuenta con un enfoque superficial al sector de minero y uno centralizado a la empresa SemaNic la cual le brinda un servicio de mantenimiento a la maquinaria pesada de la empresa Calibre Mining Corp.
- ✚ **Ámbito o perfil profesional:** Además de un ámbito de ingeniería por lo que se aplican diversas metodologías de mejora continua que permiten controlar el proceso de mantenimiento teniendo en cuenta los KPI correspondientes.
- ✚ **Orientación:** Este proyecto está orientado al desarrollo, ya que se diseñará el plan de gestión de mantenimiento adaptado a la estructura de la empresa, esto para aumentar el potencial, los beneficios y el valor.
- ✚ **Área de influencia:** La influencia del área que abarca el proyecto se limita a la empresa SemaNic.

### 3.2 Métodos de estudio y unidades de análisis

El presente proyecto tiene un enfoque cuantitativo ya que se analiza los datos cuantitativos de los métodos AMEF y NPR con respecto a la maquinaria pesada en la empresa SemaNic, con alcance de estudio descriptivo ya que se recolectará información sobre el mantenimiento y con un diseño no experimental y de corte transversal, porque el tiempo para realizar el proyecto está delimitado entre los meses de julio a noviembre del año 2023.

La unidad de análisis de los cuales se obtendrá la información pertinente serán los trabajadores de la empresa SemaNic del área de mantenimiento, los cuales tiene los conocimientos necesarios para ser sometidos al estudio de esta problemática.

#### 3.2.1 Población

El tamaño de la población de estudio que fueron sometida a la entrevista era un total de 22 trabajadores pertenecientes al área de mantenimiento de la empresa SemaNic en el municipio de Larreynaga.

#### 3.2.2 Tamaño de la muestra

Se tomo como muestra de análisis un total 10 trabajadores de un total de 22 del área de mantenimiento pertenecientes a la empresa SemaNic, los cuales cumplen las características de discriminación de la población de estudio. Sin embargo, no se utilizó ningún tipo de cálculo estadístico para determinar la muestra, esto por las características que presenta la población de estudio.

**Tabla 5**

*Muestra*

<b>Sexo</b>	<b>Cargo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Muestra</b>
Masculino	Supervisor general	1	4.55%	1
Masculino	Soldador	1	4.55%	1
Masculino	Mecánico	8	36.36%	4
Masculino	Electromecánico	1	4.55%	1
Masculino	Electricista	1	4.55%	1
Masculino	Ayudante de mecánico	2	9.09%	2



Masculino	Ayudante general	6	27.27%	0
Femenino	Asistente de seguridad	1	4.55%	0
Femenino	Asistente administrativa	1	4.55%	0
<b>Total</b>	<b>22</b>	<b>22</b>	<b>100%</b>	<b>10</b>

Fuente: Elaboración de autores.

### 3.2.3 Muestreo

El tipo de muestreo utilizados en este proyecto es no probabilístico por cuotas ya que se seleccionó a los trabajadores que harán parte de la muestra de forma objetiva, utilizando criterios los siguientes criterios de clasificación:

- a) Los trabajadores deben haber trabajado en el área de mantenimiento en la empresa SemaNic más de un año.
- b) Deben ser hombres y mujeres mayores a 25 años de edad.
- c) Deben tener como mínimo una carrera técnica.

### 3.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

El instrumentó de recolección de datos utilizado en este proyecto es una entrevista estructura de acuerdo a la gestión actual de la empresa y sobre valores técnicos de la maquinaria pesada de acuerdo a la metodología AMEF, este instrumentó se aplicó de forma individual a los trabajadores encargados del mantenimiento ya que estos tienen mayor conocimientos acerca de esta problemática. Esta entrevista se realizó siguiendo los alineamientos de los objetivos del proyecto.

### 3.4 Confiabilidad y validez del instrumento

La validación por expertos aplicada a la entrevista fue realizada por el MBA. Emilio Moharet Reyes Barboza ya que, al ser el tutor técnico del proyecto de graduación, consta con un amplio abanico de conocimientos el cual permitió juzgar, analizar y puntuar el instrumento cuantitativo, la información detallada de la validación por expertos se encuentra en **Anexo 12**.

Ya que la entrevista no es un instrumentó cuantitativo en cierto modo, es decir que este no puede ser sometido al Software SPSS para determinar la confiabilidad y



validez, por lo tanto, se siguieron criterios para que la información extraída de los entrevistadores sea objetiva y confiable, según los planteados por (Münch Galindo, 2009).

- ✚ Crear un clima de confianza, tranquilidad y libre de interrupciones, para el entrevistado.
- ✚ Las preguntas deben ser claras, lógicas, y que sigan el lineamiento del objetivo de la entrevista.
- ✚ El entrevistador no debe ser entrevistado.
- ✚ El entrevistador debe poseer la capacidad de observar, escuchar, transcribir y sintetizar la información recopilada, sin generar interrupciones con el entrevistador.
- ✚ Las anotaciones deben hacerse la mayor imparcialidad y objetividad posible, y los comentarios y opiniones del entrevistado deben anotarse por aparte.

## CAPÍTULO IV: DIAGNOSTICO SITUACIONAL

### 4.1 Diagnóstico

La empresa contratista SemaNic proporciona servicios de reparación de mecánica automotriz y electromecánicos a la empresa Calibre Mining Corp. La cual tiene un sistema de operación y mantenimiento para los equipos, actualmente debido a la apertura a una nueva veta de explotación minera fue necesario trasladar a la empresa SemaNic a dicho taller para iniciar labores en una unidad de trabajo que no tiene un planificador que tenga control de hojas de trabajos, programación de mantenimiento y control de refacciones requeridas, siendo esto el principal problema para los equipos se encuentren operativos para alcanzar la meta de producción, es relevante mencionar que para la empresa contratista es prioridad garantizar que los equipos se encuentren operativos, es por ello que es necesario realizar una recolección de datos mediante una entrevista realizada a los mecánicos para detectar cuales son las principales fallas que ocasiona no aplicar mantenimiento a los equipos según las horas trabajadas, así mismo se debe realizar una orden de trabajo de acuerdo al modelo de cada equipo para identificar factores que influyen en fallas para realizar satisfactoriamente el plan de gestión de mantenimiento planteado.

#### 4.1.1 Macro localización

##### Figura 1

*Ubicación del municipio de Larreynaga*

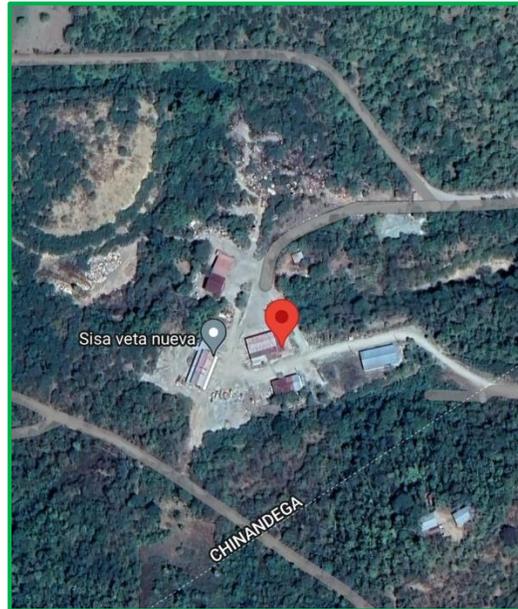


Fuente: Google Maps

#### 4.1.2 Micro localización

##### Figura 2

*Ubicación de la empresa SemaNic*



Fuente: Google Maps

#### 4.1.3 Caracterización del Entorno (natural o construido)

La empresa SemaNic se encuentra en zona en donde la flora y fauna se preservan existen áreas sombrosas, posee un valor estético y ecológico, tiene una extensión de 6 km con árboles y es posible encontrar algunas especies de aves y reptiles alrededor de la zona, una de las principales políticas es cuidar y preservar cada una de las especies.

#### 4.1.4 Infraestructura, área construida, área verde.

La empresa SemaNic consta con una infraestructura dividida por varias áreas, tanto administrativas siendo un total de tres, además de sector dirigido al proceso de mantenimiento esta con un área aproximada total de 430 m<sup>2</sup>, y a pesar de estar rodeada de una vasta zona verde, esta conta con pequeñas áreas verdes siendo un total de cuatro con un área aproximada de 3 m<sup>2</sup>. El área total de construcción de la empresa es 550 m<sup>2</sup>.



#### **4.1.5 Aspectos socioeconómicos / Aspecto económico: actividad de la empresa**

##### **4.1.5.1 Actividad económica**

La empresa SemaNic ofrece servicios de mantenimiento a maquinaria pesada que se encuentran en la unidad de trabajo del taller veta nueva es decir a Calibre Mining Corp, cada actividad realizada es remunerada, la cual estipulada en un contrato que tiene correcciones anuales en donde se modifican actividades, desempeños y costos.

##### **4.1.5.2 Identificación de riesgos y afectaciones**

Al igual que toda empresa SemaNic costa con varios tipos de riesgos que afectan al trabajador de diferente forma, por lo tanto, se divido de la siguiente forma para facilitar su comprensión:

###### **Riesgo Ambiental**

En la empresa SemaNic principalmente en área de mantenimiento no se encuentran muchos riesgos ambientales, pero se pueden determinar: manejo de sustancias químicas y/o líquidos inflamables, aceites, gasolina y grasas, los cuales al entrar en contacto con puntos de calor se produciría un incendio que si no es controlado podría causar un incendio que se propagaría por la amplia zona verde que rodea a la empresa.

###### **Riesgo Económico**

Este es uno de los factores muy delicados que la empresa no puede compartir, ya que el proyecto solo está enfocado en una propuesta de un plan de gestión de mantenimiento, por lo tanto, esta no debe de indagar en aspectos económicos de la empresa o el mismo trabajador.

###### **Riesgo Social**

No se encontraron riesgo de este tipo, ya que esta información es confidencial, por parte de la empresa y de los trabajadores, por las políticas y normas establecidas.



## **Riesgo Laboral**

Al ser una empresa de servicio de mantenimiento a maquinaria pesada esta cuenta con diversos riesgos a los cuales están expuestos los trabajadores en los cuales se encuentran: riesgos eléctricos, caídas un mismo y distinto nivel, riesgo de corte; soldadura, contacto con superficiales calientes; con químicos, exposición a ruido; partículas; desplomé de objetos, quemaduras y lesiones graves y leves por manipulación de cargas.



## CAPÍTULO V: ESTUDIOS DE INGENIERÍA

### 5.1 AMEF y NPR a Cargador Frontal Scooptram ST1030

#### 5.1.1 Análisis AMEF

Al aplicar la metodología AMEF al Cargador Frontal Scooptram ST1030 y mediante la distribución de fallas en el diagrama de Pareto, se determinó que el 80% de las fallas funcionales pertenecen a los sistemas: Hidráulico 21%, Motor 21%, Eléctrico 16% y Estructural 17%, esto en un primer momento se puede concluir que son sistemas medulares dentro de esta maquinaria y que las posibles causas que hacen que tengan porcentajes de fallas funcionales altos, sean la falta de personal desespecializado, recursos, equipos e incluso que el plan de gestión actual no es muy eficiente.

El detalle del análisis AMEF del Cargador Frontal Scooptram ST1030, se puede observar en el **Anexo 13**.

**Tabla 6**

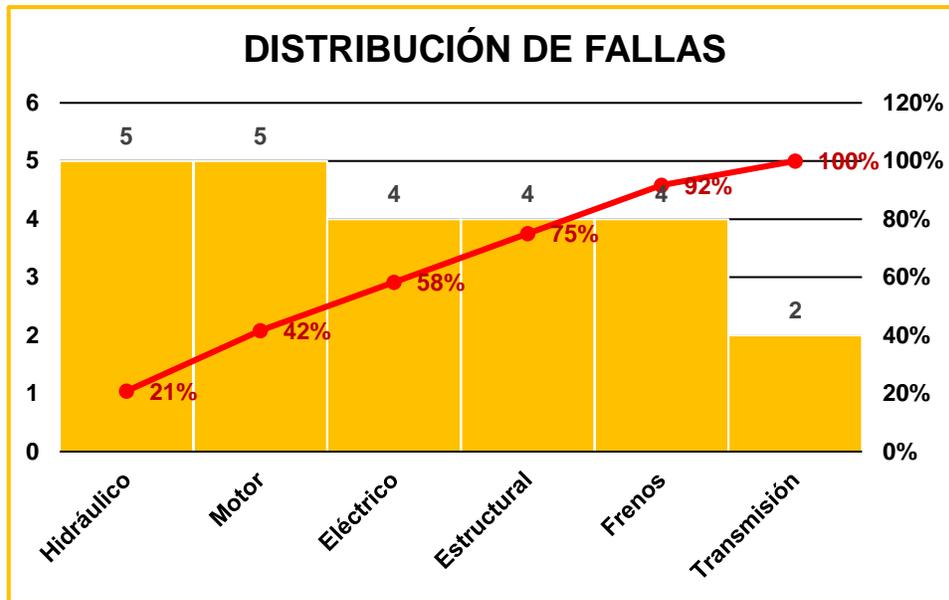
*Clasificación AMEF de Cargador frontal Scooptram ST1030*

Maquinaria	Sistema	Fallas funcionales	Modos de fallas	Efectos de fallas
Cargador frontal Scooptram ST1030	Estructural	4	10	6
	Motor	5	15	9
	Hidráulico	5	15	12
	Eléctrico	4	14	6
	Transmisión	2	8	6
	Frenos	4	12	14
<b>Total</b>	<b>7</b>	<b>24</b>	<b>74</b>	<b>53</b>

Fuente: Elaboración de autores.

**Figura 3**

*Diagrama de Pareto de fallas del Scooptram ST1030*



Fuente: Elaboración de autores.

### 5.1.2 Análisis NPR

Al aplicar la metodología NPR al Cargador Frontal Scooptram ST1030, y mediante la entrevista que se aplicó a los trabajadores del área de mantenimiento de la empresa SemaNic, se determinaron y se analizaron indicadores vinculados a las fallas de esta maquinaria. El Cargador Frontal Scooptram ST1030 consta un porcentaje del 41.67% de fallas inaceptables, lo cual es un valor que abarca casi el 50% de las fallas totales, que son las fallas funcionales que deberían de estar por debajo de las aceptables, un 20.83% de fallas residuales aceptable y un 37.50% de fallas aceptables, lo cual tiene como conclusión que el plan de mantenimiento actual en la empresa SemaNic, tiene muchas debilidades, es decir que esta herramienta no es capaz de gestionar los procesos de mantenimiento los cuales se efectúan a cada maquinaria, el control existente no es el suficiente para mantener bajo control las fallas, poder predecirlas y solucionarlas antes de que estén generen daños graves e irrevertibles.



El detalle del análisis NPR del Cargador Frontal Scooptram ST1030, se puede observar en el **Anexo 14**.

**Tabla 7**

*Clasificación NPR de Cargador frontal Scooptram ST1030*

Sistemas	Número de Fallas	Fallas Inaceptables	Fallas Reducibles Aceptables	Fallas Aceptables
		NPR > 200	125 < NPR ≤ 200	NPR ≤ 125
<b>Estructural</b>	4	1	1	2
<b>Motor</b>	5	2	—	3
<b>Hidráulico</b>	5	4	1	—
<b>Eléctrico</b>	4	1	1	2
<b>Transmisión</b>	2	1	1	—
<b>Frenos</b>	4	1	1	2
<b>6</b>	<b>24</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>9</b>
<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>41.67%</b>	<b>20.83%</b>	<b>37.50%</b>

Fuente: Elaboración de autores.

## **5.2 AMEF y NPR a Jumbo Emperador BOLTER 99**

### **5.2.1 Análisis AMEF**

Los datos obtenidos de la entrevistas y que fueron analizados en la metodología AMEF se determinó que el 80% de las fallas pertenecen a cinco de siete sistemas del Jumbo Emperador BOLTER 99 estos son: Mecánico 18%, Motor 15%, Hidráulico 15%, Eléctrico 16% y Estructural 12%, con estos valores se puede concluir que el sistema mecánico que es el que tiene más porcentaje de fallas funcionales, además de ser el sistema es medular dentro de esta maquinaria ya que se encuentra el mecanismo de perforación el cual tiene otros sistemas acoplados a este, y el porcentaje de modos y efectos de fallas es del 21.7% y 20% respectivamente, es decir que los planes de mantenimiento predictivo, correctivo, anticipado no se están efectuando de la mejor manera o talvez sea la falta de personal especializado en este y en los demás sistemas afectados.

El detalle del análisis AMEF del Jumbo Emperador BOLTER 99, se puede observar en el **Anexo 15**.

**Tabla 8**

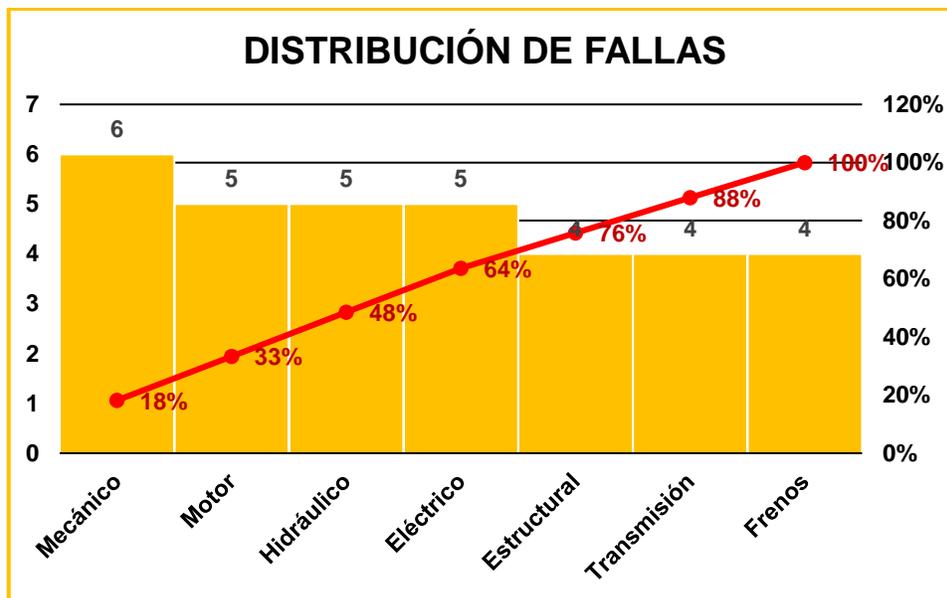
*Clasificación AMEF de Jumbo Emperador BOLTER 99*

Maquinaria	Sistema	Fallas funcionales	Modos de fallas	Efectos de fallas
Jumbo Emperador BOLTER 99	Estructural	4	10	9
	Motor	5	15	9
	Hidráulico	5	16	13
	Eléctrico	5	15	10
	Transmisión	4	11	12
	Frenos	4	12	14
	Mecánico	6	22	17
<b>Total</b>	<b>7</b>	<b>33</b>	<b>101</b>	<b>84</b>

Fuente: Elaboración de autores.

**Figura 4**

*Diagrama de Pareto de fallas del Jumbo Emperador BOLTER 99*



Fuente: Elaboración de autores.

### 5.2.2 Análisis NPR

Del análisis NPR realizado al Jumbo Emperador BOLTER 99 se terminaron y se clasificaron los valores de la entrevista realizada al personal de mantenimiento de la empresa SemaNic, y se determinó que el 36.6% de las fallas funcionales pertenecen a fallas inaceptables lo cual es un valor en cierto modo aceptable dentro del análisis, ya que este no abarca un gran porcentaje del total de las fallas funcionales. De igual forma los valores de fallas reducibles aceptables es del 27.27% este valor hasta cierto punto no es malo porque no genera efectos de fallas graves, pero este valor debería ser mucho menor al recomendado y de fallas aceptables es del 36.36% este valor debería aumentar y sobrepasar al 50% del total.

El detalle del análisis NPR del Jumbo Emperador BOLTER 99, se puede observar en el **Anexo 16**.

**Tabla 9**

*Clasificación NPR de Jumbo Emperador BOLTER 99*

Sistemas	Número de Fallas	Fallas Inaceptables	Fallas Reducibles Aceptables	Fallas Aceptables
		NPR > 200	125 < NPR ≤ 200	NPR ≤ 125
<b>Estructural</b>	4	—	3	1
<b>Motor</b>	5	2	1	2
<b>Hidráulico</b>	5	4	1	—
<b>Eléctrico</b>	5	1	2	2
<b>Transmisión</b>	4	0	—	4
<b>Frenos</b>	4	3	—	1
<b>Mecánico</b>	6	2	2	2
<b>7</b>	<b>33</b>	<b>12</b>	<b>9</b>	<b>12</b>
<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>36.36%</b>	<b>27.27%</b>	<b>36.36%</b>

Fuente: Elaboración de autores.

### 5.3 AMEF y NPR a Camión MIXER MIXKRET 4

#### 5.3.1 Análisis AMEF

Los datos obtenidos de la entrevistas y que fueron analizados en la metodología AMEF se determinó que el 80% de las fallas pertenecen a cuatro de los seis sistemas del Camión MIXER MIXKERT 4 estos son: Motor 21%, Hidráulico 21%, Estructural 16% y Eléctrico 17% con estos valores se puede concluir que el sistema del Motor es el que tiene más porcentaje de fallas funcionales presenta y el porcentaje de modos y efectos de fallas es del 21.4% y 16.6% respectivamente, es decir que los planes de mantenimiento predictivo, correctivo, anticipado no se están efectuando de la mejor manera o talvez sea la falta de personal especializado en este y en los demás sistemas afectados.

El detalle del análisis AMEF del Camión MIXER MIXKERT 4, se puede observar en el **Anexo 17**.

**Tabla 10**

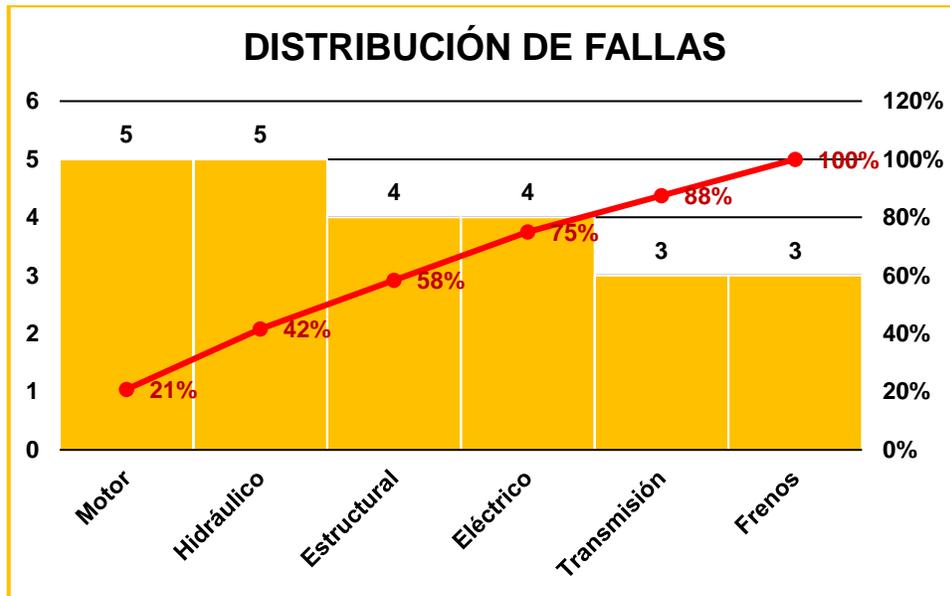
*Clasificación AMEF de Camión MIXER MIXKRET 4*

Maquinaria	Sistema	Fallas funcionales	Modos de fallas	Efectos de fallas
<b>Camión MIXER MIXKRET 4</b>	<b>Estructural</b>	4	8	4
	<b>Motor</b>	5	15	9
	<b>Hidráulico</b>	5	16	13
	<b>Eléctrico</b>	4	10	6
	<b>Transmisión</b>	3	12	10
	<b>Frenos</b>	3	9	12
<b>Total</b>	<b>7</b>	<b>24</b>	<b>70</b>	<b>54</b>

Fuente: Elaboración de autores.

**Figura 5**

*Diagrama de Pareto de fallas del Camión MXER MIKRET 4*



Fuente: Elaboración de autores.

### 5.3.2 Análisis NPR

Del análisis NPR realizado al Camión MIXER MIXKERT 4 se terminaron y se clasificaron los valores de la entrevista realizada al personal de mantenimiento de la empresa SemaNic, y se determinó que el 37.50 % de las fallas funcionales pertenecen a fallas inaceptables lo cual es un valor en cierto modo aceptable dentro del análisis, ya que este no abarca un gran porcentaje del total de las fallas funcionales. De igual forma los valores de fallas reducibles aceptables es del 12.50% este valor aceptable ya que es mucho menor al de las fallas aceptables las cuales tienen un valor de 50.00% de igual forma es un bastante satisfactorio.

El detalle del análisis NPR del Camión MIXER MIXKERT 4, se puede observar en el **Anexo 18**.



Tabla 11

Clasificación NPR de Camión MIXER MIXKRET 4

Sistemas	Número de Fallas	Fallas Inaceptables NPR > 200	Fallas Reducibles Aceptables 125 < NPR ≤ 200	Fallas Aceptables NPR ≤ 125
Estructural	4	—	1	3
Motor	5	2	—	3
Hidráulico	5	4	1	—
Eléctrico	4	—	—	4
Transmisión	3	1	1	1
Frenos	3	2	—	1
<b>6</b>	<b>24</b>	<b>9</b>	<b>3</b>	<b>12</b>
<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>37.50%</b>	<b>12.50%</b>	<b>50.00%</b>

Fuente: Elaboración de autores.

## 5.4 AMEF y NPR a Shotcrete WETKRET 4

### 5.4.1 Análisis AMEF

Los datos obtenidos de la entrevistas y que fueron analizados en la metodología AMEF se determinó que el 80% de las fallas pertenecen a cuatro de los seis sistemas del Shotcrete WETKRET 4 estos son: Motor 24%, Hidráulico 24%, Estructural 14% y Eléctrico 14% con estos valores se puede concluir que el sistema del Motor es el que tiene más porcentaje de fallas funcionales presenta y el porcentaje de modos y efectos de fallas es del 25% y 17.3% respectivamente, es decir que los planes de mantenimiento predictivo, correctivo, anticipado no se están efectuando de la mejor manera o talvez sea la falta de personal especializado en este y en los demás sistemas afectados.

El detalle del análisis AMEF del Shotcrete WETKRET 4, se puede observar en el **Anexo 19**.

**Tabla 12**

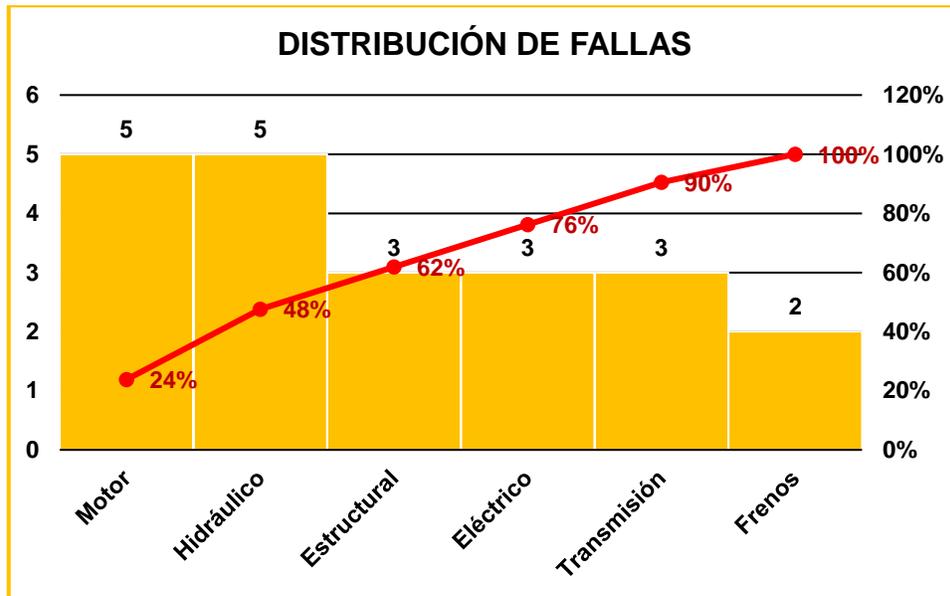
*Clasificación AMEF de Shotcrete WETKRET 4*

<b>Maquinaria</b>	<b>Sistema</b>	<b>Fallas funcionales</b>	<b>Modos de fallas</b>	<b>Efectos de fallas</b>
<b>Shotcrete WETKRET 4</b>	<b>Estructural</b>	3	5	6
	<b>Motor</b>	5	15	9
	<b>Hidráulico</b>	5	16	13
	<b>Eléctrico</b>	3	9	5
	<b>Transmisión</b>	3	9	11
	<b>Frenos</b>	2	6	8
<b>Total</b>	<b>7</b>	<b>21</b>	<b>60</b>	<b>52</b>

Fuente: Elaboración de autores.

Figura 6

Diagrama de Pareto de fallas del Shotcrete WETKRET 4



Fuente: Elaboración de autores.

#### 5.4.2 Análisis NPR

Del análisis NPR realizado al Shotcrete WETKRET 4 se terminaron y se clasificaron los valores de la entrevista realizada al personal de mantenimiento de la empresa SemaNic, y se determinó que el 38.10% de las fallas funcionales pertenecen a fallas inaceptables lo cual es un valor en cierto modo aceptable dentro del análisis, ya que este no abarca un gran porcentaje del total de las fallas funcionales. De igual forma los valores de fallas reducibles aceptables es del 9.52% este valor aceptable ya que es mucho menor al de las fallas aceptables las cuales tienen un valor de 52.38% de igual forma es un bastante satisfactorio.

El detalle del análisis NPR del Shotcrete WETKRET 4, se puede observar en el **Anexo 20**.



**Tabla 13**

*Clasificación NPR de Shotcrete WETKRET 4*

<b>Sistemas</b>	<b>Número de Fallas</b>	<b>Fallas Inaceptables NPR &gt; 200</b>	<b>Fallas Reducibles Aceptables 125 &lt; NPR ≤ 200</b>	<b>Fallas Aceptables NPR ≤ 125</b>
<b>Estructural</b>	3	—	—	3
<b>Motor</b>	5	2	—	3
<b>Hidráulico</b>	5	4	1	—
<b>Eléctrico</b>	3	—	1	2
<b>Transmisión</b>	3	—	—	3
<b>Frenos</b>	2	2	—	—
<b>6</b>	<b>21</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>11</b>
<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>38.10%</b>	<b>9.52%</b>	<b>52.38%</b>

Fuente: Elaboración de autores.

## 5.5 AMEF y NPR a Camión Bajo Perfil AD30

### 5.5.1 Análisis AMEF

Los datos obtenidos de la entrevistas y que fueron analizados en la metodología AMEF se determinó que el 80% de las fallas pertenecen a cuatro de los seis sistemas del Camión Bajo Perfil AD30 estos son: Motor 18%, Hidráulico 18%, Transmisión 18% y Frenos 18% con estos valores se puede concluir que estos sistemas tienen más porcentaje de fallas funcionales:

- ✚ Motor: Modos de fallas 67% ; Efectos de fallas 12.5%.
- ✚ Hidráulico: Modos de fallas 16.4% ; Efectos de fallas 16%.
- ✚ Transmisión: Modos de fallas 17.9% ; Efectos de fallas 23.2%.
- ✚ Frenos: Modos de fallas 17.9% ; Efectos de fallas 25%

El detalle del análisis AMEF Camión Bajo Perfil AD30, se puede observar en el **Anexo 21**.

**Tabla 14**

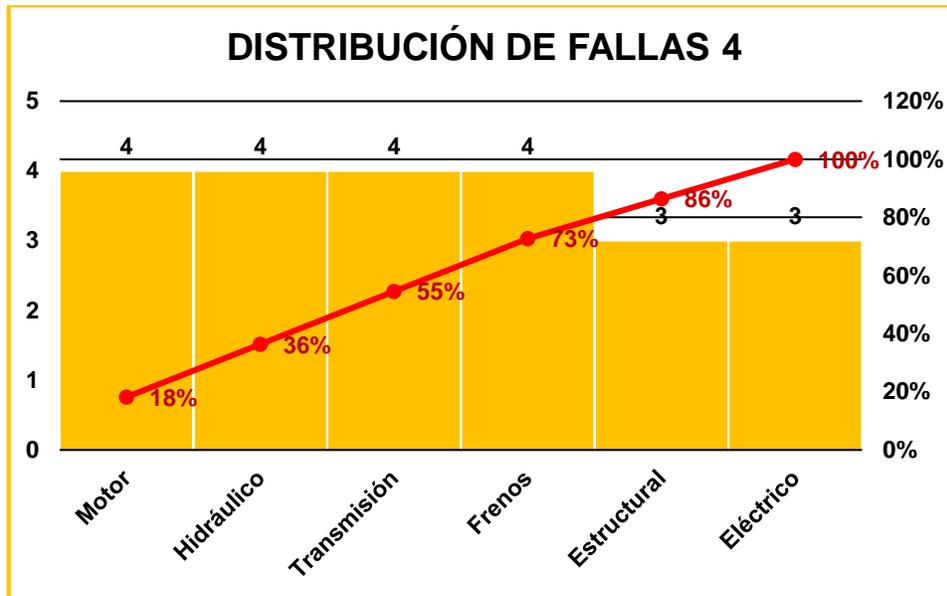
*Clasificación AMEF de Camión Bajo Perfil AD30*

Maquinaria	Sistema	Fallas funcionales	Modos de fallas	Efectos de fallas
<b>Camión Bajo Perfil AD30</b>	<b>Estructural</b>	3	8	6
	<b>Motor</b>	4	12	7
	<b>Hidráulico</b>	4	11	9
	<b>Eléctrico</b>	3	12	7
	<b>Transmisión</b>	4	12	13
	<b>Frenos</b>	4	12	14
<b>Total</b>	<b>7</b>	<b>22</b>	<b>67</b>	<b>56</b>

Fuente: Elaboración de autores.

**Figura 7**

*Diagrama de Pareto de fallas del Camión Bajo Perfil AD30*



Fuente: Elaboración de autores.

### 5.5.2 Análisis NPR

Del análisis NPR realizado al Camión Bajo Perfil AD30 se terminaron y se clasificaron los valores de la entrevista realizada al personal de mantenimiento de la empresa SemaNic, y se determinó que el 22.73 % de las fallas funcionales pertenecen a fallas inaceptables lo cual es un valor en cierto modo aceptable dentro del análisis, ya que este no abarca un gran porcentaje del total de las fallas funcionales. De igual forma los valores de fallas reducibles aceptables es del 13.64% este valor aceptable ya que es mucho menor al de las fallas aceptables las cuales tienen un valor de 63.64% de igual forma es un bastante satisfactorio.

El detalle del análisis NPR del Camión Bajo Perfil AD30, se puede observar en el **Anexo 22**.



**Tabla 15**

*Clasificación NPR de Camión Bajo Perfil AD30*

<b>Sistemas</b>	<b>Número de Fallas</b>	<b>Fallas Inaceptables NPR &gt; 200</b>	<b>Fallas Reducibles Aceptables 125 &lt; NPR ≤ 200</b>	<b>Fallas Aceptables NPR ≤ 125</b>
<b>Estructural</b>	3	1	1	1
<b>Motor</b>	4	1	—	3
<b>Hidráulico</b>	4	2	1	1
<b>Eléctrico</b>	3	—	—	3
<b>Transmisión</b>	4	—	—	4
<b>Frenos</b>	4	1	1	2
<b>6</b>	<b>22</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>14</b>
<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>22.73%</b>	<b>13.64%</b>	<b>63.64%</b>

Fuente: Elaboración de autores.

## 5.6 AMEF y NPR a Telehandlers TL1255

### 5.6.1 Análisis AMEF

Los datos obtenidos de la entrevistas y que fueron analizados en la metodología AMEF se determinó que el 80% de las fallas pertenecen a cuatro de los seis sistemas del Telehandlers TL1255 estos son: Hidráulico 24%, Estructural 21%, Eléctrico 17% y Motor 14% con estos valores se puede concluir que el sistema Hidráulico es el que tiene más porcentaje de fallas funcionales presenta y el porcentaje de modos y efectos de fallas es del 22.22% y 21.7% respectivamente, es decir que los planes de mantenimiento predictivo, correctivo, anticipado no se están efectuando de la mejor manera o talvez sea la falta de personal especializado en este y en los demás sistemas afectados.

El detalle del análisis AMEF del Telehandlers TL1255, se puede observar en el **Anexo 23**.

**Tabla 16**

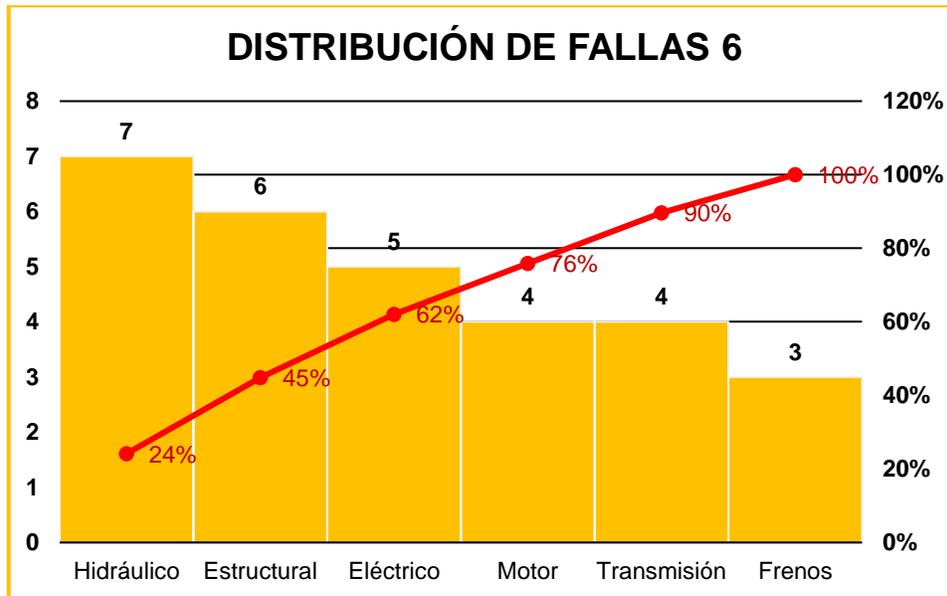
*Clasificación AMEF de Telehandlers TL1255*

<b>Maquinaria</b>	<b>Sistema</b>	<b>Fallas funcionales</b>	<b>Modos de fallas</b>	<b>Efectos de fallas</b>
<b>Telehandlers TL1255</b>	<b>Estructural</b>	6	16	14
	<b>Motor</b>	4	12	8
	<b>Hidráulico</b>	7	18	15
	<b>Eléctrico</b>	5	14	10
	<b>Transmisión</b>	4	12	10
	<b>Frenos</b>	3	9	12
<b>Total</b>	<b>7</b>	<b>29</b>	<b>81</b>	<b>69</b>

Fuente: Elaboración de autores.

**Figura 8**

Diagrama de Pareto de fallas del Telehandlers TL1255



Fuente: Elaboración de autores.

### 5.6.2 Análisis NPR

Del análisis NPR realizado al Jumbo Emperador BOLTER 99 se terminaron y se clasificaron los valores de la entrevista realizada al personal de mantenimiento de la empresa SemaNic, y se determinó que el 27.59% de las fallas funcionales pertenecen a fallas inaceptables lo cual es un valor en cierto modo aceptable dentro del análisis, ya que este no abarca un gran porcentaje del total de las fallas funcionales. De igual forma los valores de fallas reducibles aceptables es del 34.487% este valor hasta cierto punto no es malo porque no genera efectos de fallas graves, pero este valor debería ser mucho menor al recomendado y de fallas aceptables es del 37.93% este valor debería aumentar y sobrepasar al 50% del total.

El

detalle del análisis NPR del Jumbo Emperador BOLTER 99, se puede observar en el **Anexo 24**.



**Tabla 17**

*Clasificación NPR de Telehandlers TL1255*

<b>Sistemas</b>	<b>Número de Fallas</b>	<b>Fallas Inaceptables NPR &gt; 200</b>	<b>Fallas Reducibles Aceptables 125 &lt; NPR ≤ 200</b>	<b>Fallas Aceptables NPR ≤ 125</b>
<b>Estructural</b>	6	—	5	1
<b>Motor</b>	4	2	—	2
<b>Hidráulico</b>	7	4	1	2
<b>Eléctrico</b>	5	1	2	2
<b>Transmisión</b>	4	1	1	2
<b>Frenos</b>	3	—	1	2
<b>6</b>	<b>29</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>11</b>
<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>27.59%</b>	<b>34.48%</b>	<b>37.93%</b>

Fuente: Elaboración de autores.

## CAPÍTULO VI: ANÁLISIS DE RESULTADOS

### 6.1 Análisis de variables de clasificación

**Tabla 18**

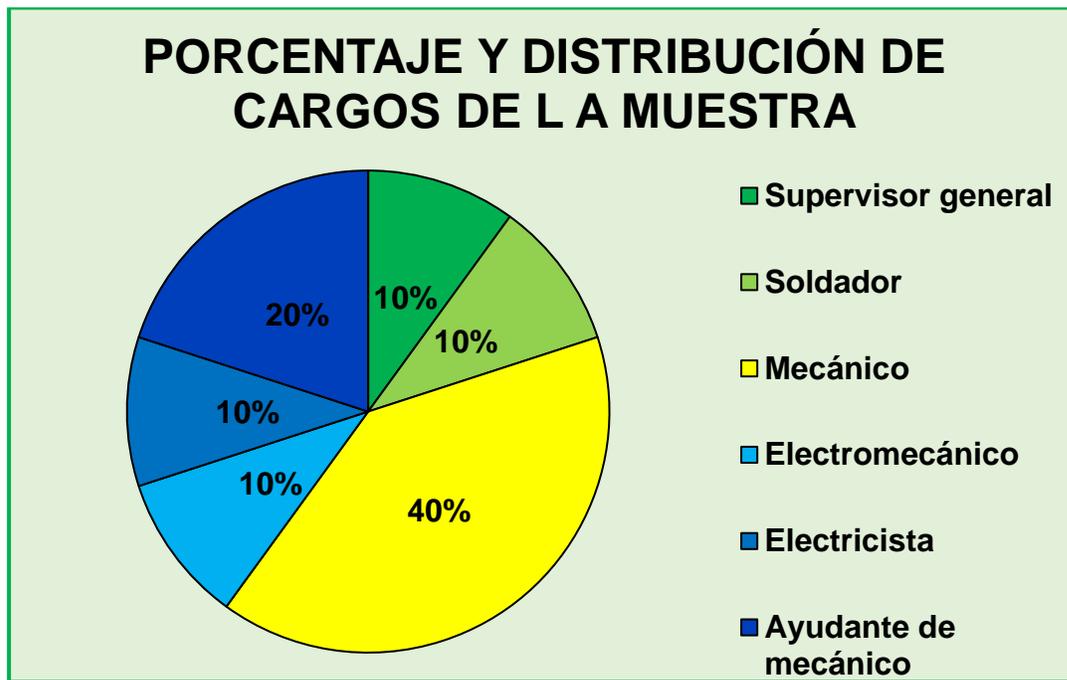
*Distribución de variables de trabajadores*

Cargo	Edad	Sexo	Cantidad	Porcentaje
Mecánico	28	MASCULINO	1	10%
Mecánico	29	MASCULINO	1	10%
Mecánico	32	MASCULINO	1	10%
Mecánico	36	MASCULINO	1	10%
Supervisor general	34	MASCULINO	1	10%
Soldador	33	MASCULINO	1	10%
Electricista	33	MASCULINO	1	10%
Electromecánico	30	MASCULINO	1	10%
Ayudante de mecánico	27	MASCULINO	1	10%
Ayudante de mecánico	26	MASCULINO	1	10%
<b>Total</b>	—	—	<b>10</b>	<b>100%</b>

Fuente: Elaboración de autores.

**Figura 9**

*Distribución de cargos*





Fuente: Elaboración de autores.

## 6.2 Análisis de la entrevista

**Tabla 19**

*Referencia de informantes*

<b>Informante</b>	<b>Rol</b>	<b>Objetivo de la entrevista</b>	<b>Lugar, fecha y hora de la entrevista</b>
Entrevista 1 Wilmer Antonio Martínez Hernández. Cargo: Mecánico.	E1	Determinar los modos y efectos de fallas que presentan los diferentes tipos de maquinaria pesada, además de analizar el sistema de gestión del mantenimiento actual en la empresa SemaNic.	Empresa SemaNic 25/09/2023 8:00 AM - 8:30 AM
Entrevista 2 Armel Daniel Castillo Herrera. Cargo: Mecánico.	E2	Determinar los modos y efectos de fallas que presentan los diferentes tipos de maquinaria pesada, además de analizar el sistema de gestión del mantenimiento actual en la empresa SemaNic.	Empresa SemaNic 25/09/2023 8:40 AM - 9:00 AM
Entrevista 3 José Félix Gómez Mejía Cargo: Mecánico.	E3	Determinar los modos y efectos de fallas que presentan los diferentes tipos de maquinaria pesada, además de analizar el sistema de gestión del mantenimiento actual en la empresa SemaNic.	Empresa SemaNic 25/09/2023 9:10 AM - 9:40 AM



**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES**  
**CULMINACIÓN DE PENSUM EN PROYECTO DE GRADUACIÓN**

<p>Entrevista 4 Jonathan Natael Mendoza Padilla. Cargo: Soldador.</p>	<p align="center">E4</p>	<p>Determinar los modos y efectos de fallas que presentan los diferentes tipos de maquinaria pesada, además de analizar el sistema de gestión del mantenimiento actual en la empresa SemaNic.</p>	<p align="center">Empresa SemaNic 26/09/2023 8:20 AM - 9:00 AM</p>
<p>Entrevista 5 Miguel Ángel Espinoza Toruño. Cargo: Ayudante de mecánico.</p>	<p align="center">E5</p>	<p>Determinar los modos y efectos de fallas que presentan los diferentes tipos de maquinaria pesada, además de analizar el sistema de gestión del mantenimiento actual en la empresa SemaNic.</p>	<p align="center">Empresa SemaNic 26/09/2023 9:30 AM - 10:00 AM</p>
<p>Entrevista 6 José Abraham Chavaría. Cargo: Electromecánico</p>	<p align="center">E6</p>	<p>Determinar los modos y efectos de fallas que presentan los diferentes tipos de maquinaria pesada, además de analizar el sistema de gestión del mantenimiento actual en la empresa SemaNic.</p>	<p align="center">Empresa SemaNic 27/09/2023 9:00 AM - 9:30 AM</p>
<p>Entrevista 7 Larry Leonardo Lampson López. Cargo: Ayudante de mecánico.</p>	<p align="center">E7</p>	<p>Determinar los modos y efectos de fallas que presentan los diferentes tipos de maquinaria pesada, además de analizar el sistema de gestión del mantenimiento actual en la empresa SemaNic.</p>	<p align="center">Empresa SemaNic 28/09/2023 8:00 AM - 8:20 AM</p>



**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES**  
CULMINACIÓN DE PENSUM EN PROYECTO DE GRADUACIÓN

Entrevista 8 Osmar Miguel Castro Ramos. Cargo: Mecánico.	E8	Determinar los modos y efectos de fallas que presentan los diferentes tipos de maquinaria pesada, además de analizar el sistema de gestión del mantenimiento actual en la empresa SemaNic.	Empresa SemaNic 28/09/2023 8:30 AM - 9:00 AM
Entrevista 9 Luis Manuel Márquez Alvarado Cargo: Electricista.	E9	Determinar los modos y efectos de fallas que presentan los diferentes tipos de maquinaria pesada, además de analizar el sistema de gestión del mantenimiento actual en la empresa SemaNic.	Empresa SemaNic 29/09/2023 3:40 PM - 4:10 PM
Entrevista 10 Rony Martín Gómez Blandón. Cargo: Supervisor general.	E10	Determinar los modos y efectos de fallas que presentan los diferentes tipos de maquinaria pesada, además de analizar el sistema de gestión del mantenimiento actual en la empresa SemaNic.	Empresa SemaNic 29/09/2023 4:20 PM - 4:40 PM

Fuente: Elaboración de autores.

### 6.2.1 Matriz de interpretación

**Tabla 20**

*Matriz de interpretación*

<b>Dimensión Análisis de la gestión de mantenimiento</b>	<b>Definición</b>	<b>Respuesta del entrevistado</b>	<b>Análisis de la respuesta</b>
<p>¿Cómo es la gestión del proceso de mantenimiento actual?</p> <p>¿Cuáles son los problemas más frecuentes que se presentan? Y ¿Qué se podría mejorar?</p>	<p>Conocimiento sobre la gestión actual del proceso de mantenimiento a maquinaria pesada</p>	<p>E1: La gestión actual del mantenimiento es buena, pero el enfoque al mantenimiento preventivo no es muy efectivo en sus procesos (La gestión y el control a las fallas y a maquinarias). Mejorar la coordinación entre los trabajadores y mejorar el control del supervisor. Algo importante que recalcar es la información sobre la maquinaria, y la falta de capacitaciones sobre cómo realizar mantenimientos nuevos en función de las fallas, las cuáles son nuevas y repararlas es difícil porque no se cuenta con ese conocimiento.</p>	<p>La gestión actual del proceso de mantenimiento en la empresa SemaNic, tiene muchas fallas, las cuales abarcan la limitación de refacciones y herramientas especiales, las cuales retrasan el proceso de mantenimiento, los trabajadores con especialidades medulares como: Electricista, electromecánico y soldador, no son los</p>



**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES**  
CULMINACIÓN DE PENSUM EN PROYECTO DE GRADUACIÓN

	<p>E2: La gestión actual es buena, pero podría mejorar en los procesos de control, en procesos y en la información. Cuando se presenta una falla, la disponibilidad de refacciones retrasa el proceso de mantenimiento, porque en el almacén se encuentran refacciones limitadas o solo las más usadas.</p>	<p>suficientes para abarcar todos los tipos de maquinaria. El proceso de planificación de mantenimiento es deficiente, porque no se referencia toda la información y recursos a utilizar,</p>
	<p>E3: La gestión actual es buena, pero el control de información sobre el mantenimiento de cada maquina es deficiente en la programación y en los recursos (Materiales y herramientas). La disponibilidad de herramientas podría mejorar, porque en la mayoría de casos se realizan varias reparaciones y las herramientas se comparten.</p>	<p>ya que estos se realizan con poco tiempo de antelación, lo cual puede generar más fallas de las que se solucionan. La información que recolectan los trabajadores se anota en bitácoras, los cuales pueden ser dañadas por factores internos,</p>



		<p>E4: El mayor problema que presenta en la gestión actual es la limitación de personal, es decir que cuando hay muchas reparaciones o mantenimientos, una persona debe de estar en cada máquina, y eso degasta al trabajador (Soldador, electricista, electromecánico). Podrían contratar a más personal así aumentar la productividad.</p>	<p>por lo tanto, se puede especular que no se cuenta con información de cada maquinaria de forma virtual, lo cual tiene como consecuencia la perdida de información medular, por lo tanto, la gestión</p>
		<p>E5: La información sobre el mantenimiento y otras observaciones se realiza en bitácoras, aunque esta información podría dañarse. El mayor problema es la limitación de refacciones al momento de realizar una reparación, ya que estas son limitadas o no se encuentran en almacén.</p>	<p>actual tiene muchas fallas que se pueden mejorar. No se imparten capacitaciones a los trabajadores sobre nuevo conocimiento en base a los tipos de mantenimiento y</p>
		<p>E6: La gestión actual es buena, pero el problema más frecuente que se presenta es que el personal electricista, electromecánica y soldadura, solo existe una</p>	<p>las nuevas fallas que pueden presentar las maquinarias.</p>



persona, que deben abarcar todas las maquinas que se les realiza mantenimiento, y eso desgasta al trabajador y el trabajo es más lento. Mejorar la disponibilidad de refacciones, porque son limitadas en almacén.

E7: La gestión actual podría mejorar el almacenamiento de información, porque esta se realiza en bitácoras, las cuales pueden sufrir daños, las herramientas cuando se realizan muchas tareas no son suficientes o a veces no son las correctas para realizar el trabajo. Las refacciones necesarias son pocas o no están en el almacén y el proceso de pedir las retrasa el trabajo.

E8: La gestión actual es buena, pero el control de los mantenimientos no es el correcto, porque en ciertos casos el tiempo, piezas, herramientas y personal es limitado. La comunicación



entre el operador, supervisor y trabajador podría mejorar.

E9: El control sobre la programación de mantenimiento es deficiente, porque el tiempo no es suficiente, las refacciones no se encuentran en almacén, las herramientas no son las suficientes en casos de fallas específicas, y el personal es limitado para abarcar todas las maquinas, como: electricistas, electromecánicos y soldadores. Al no controlar los mantenimientos, puede haber más fallas.

E10: El mayor problema es realizar mantenimiento cuando no se cuenta con STONKS en almacén, esto retrasa el trabajo y genera acumulación. La gestión podría cambiar de proveedores ya que estos, al momento de realizar el

		pedido generan obstáculos de: tiempo, refacciones limitadas. También podrían realizar una compra de los repuestos más utilizados y los que menos, también comprar más herramientas especiales para evitar esperar que otro trabajador las deje de utilizar.	
<p>¿Los trabajadores en el proceso de mantenimiento a la maquinaria pesada son los suficientes? En caso, de no serlos necesarios</p> <p>¿Cuál es la cantidad de trabajadores que se debería utilizar por cada tipo de maquinaria?</p>	<p>Existencia de trabajadores de diversas especialidades en el proceso de mantenimiento a maquinaria pesada</p>	<p>E1: Son las suficientes, para realizar el mantenimiento, pero cuando hay muchas maquinas que reparar, falta personal en algunas áreas. El número de trabajadores varia de la complejidad de la máquina.</p>	<p>Según algunos entrevistados, los trabajadores son los suficientes, pero en algunos fracciones de los trabajadores con especialidades (Soldadores, Electricistas y Electromecánicos) se necesitan trabajadores porque cuando hay mucho trabajado en el taller estos no son capaces de abarcar esa</p>
		<p>E2: Son los suficientes trabajadores.</p>	
		<p>E3: Los trabajadores disponibles son suficientes</p>	

		<p>E4: En mi área que es la soldadura no son suficientes, porque solo yo tengo conocimiento especializado o con más experiencia. Hay varios asistentes, pero cuando hay mucho mantenimiento a maquinaria, estos se encuentran ocupados y a veces el trabajo es delicado para un ayudante, pero cuando hay poco trabajo el personal disponibles es suficiente.</p>	<p>demanda, por lo que dividen el trabajo por días, lo cual puede tener como consecuencia disminución de la productividad y de los ingresos. Pero en las facciones como mecánicos donde existen muchos trabajadores, estos son suficientes, y existen tercerizados que cuando no se puede resolver una falla especializada estos las resuelven.</p>
		<p>E5: El personal es suficiente.</p>	
		<p>E6: Cuando los trabajo en el taller es poco el personal es suficiente, pero en mi caso cuando hay mucha demanda de mantenimiento no puedo abracar todas maquinarias en el mismo día sino, por lo que sería bueno contratar 1 o 2 trabajadores más. El número de</p>	



	<p>trabajadores para el tipo de mantenimiento varía según la complejidad de la maquinaria.</p>	
	<p>E7: Los trabajadores son suficientes, pero hay casos, donde hay mucho trabajo en el taller y se necesita más personal. El número de trabajadores por mantenimiento varía según la maquinaria y la situación.</p>	
	<p>E8: Los trabajadores son los suficientes.</p>	
	<p>E9: Si son los suficientes, pero cuando hay mucho trabajo en el taller, se necesita más personal de mi especialidad para poder terminar el mantenimiento a las demás maquinas, pero como no hay tengo que hacerlo todo. El número de trabajadores por mantenimiento a maquinaria</p>	

		<p>varía según el tipo y complejidad del trabajo.</p>	
		<p>E10: Los trabajadores disponibles son los necesarios y cuando existe una falla que el personal no puede solucionar, existen tercerizados contratados por la empresa.</p>	
<p>¿Se cuenta con los equipos y/o herramientas necesarios en el proceso de mantenimiento? Y si no se cuentan o son limitadas ¿Cómo se reparan fallas; se realizan mantenimientos periódicos y se replazan piezas?</p>	<p>Equipos, herramientas, refacciones necesarias en el proceso de mantenimiento a maquinaria pesada</p>	<p>E1: No hay mucha escases en herramientas y equipos en el taller, pero en caso de haberlos, trabajadores realizan el trabajo con la experiencia que estos fueron acumulando.</p> <p>E2: Se cuenta con las herramientas y equipos necesarios. Las fallas que se presentan, en algunos casos se reparan con adaptaciones, por la falta de refacciones y los mantenimientos no se realizan en tiempo y forma.</p>	<p>Se cuenta con algunas herramientas, las más genéricas, pero en caso de no haberlas se tiene que improvisar, al igual con las piezas, ya que no se encuentran en alancen, lo cual se soluciona con adaptaciones de piezas que se encuentran en el</p>



**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES**  
CULMINACIÓN DE PENSUM EN PROYECTO DE GRADUACIÓN

		<p>E3: No se cuenta con las herramientas necesarias para realizar el mantenimiento y en algunos casos los trabajos, se realizan con herramientas alternas, que no fueron diseñadas para realizar mantenimiento. Los mantenimientos no se realizan a tiempo y por eso se presentan muchas fallas en los equipos.</p>	<p>taller, además esto puede causar muchas más fallas, pero en caso de necesitarlas con urgencia se piden, pero esto retrasa el mantenimiento, o cuando no se encuentra con las herramientas y/o equipos se tiende a contratar a servicio de otra empresa. También los entrevistados recalcaron que el mantenimiento no se programa correctamente, lo cual puede causar más fallas, el tiempo para repararlas es poco.</p>
		<p>E4: Hay muchas herramientas, pero en ocasiones se debe improvisar con materiales o herramientas que se hacen para poder resolver la falla. Cuando ocurre una ruptura de una pieza metálica, se tiene que soldar en muchos casos, con materiales que se encuentran en el taller.</p>	
		<p>E5: Si se cuenta con las herramientas necesarias. Se realizan mantenimientos periódicos y las piezas se reemplazan por nuevas en caso que se encuentren en</p>	



**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES**  
CULMINACIÓN DE PENSUM EN PROYECTO DE GRADUACIÓN

	<p>el almacén, en caso de no haberlas se realizan con piezas que se encuentran en el taller.</p>	
	<p>E6: Hay algunas herramientas, pero en caso de que se necesite una herramienta específica se tiene que improvisar, para no a trazar el mantenimiento.</p>	
	<p>E7: En el taller hay muchas herramientas, pero en ciertos casos se improvisa, tanto con las herramientas y piezas para reparar las fallas que presenta la maquinaria. Los mantenimientos periódicos se realizan, pero en la mayoría de casos no se realizan a tiempo o no se planifican correctamente y esto genera más fallas.</p>	
	<p>E8: Se cuenta con muchas herramientas, pero cuando ocurre una falla de alguna maquinaria y la refacción no se encuentra en el almacén, entonces se tiene que</p>	



	<p>improvisar con piezas que se encuentren en el taller.</p>	
	<p>E9: Se cuenta con todas las herramientas y equipos necesarias en el sector eléctrico, pero cuando ocurre una falla que necesita cambio de refacción y esta no se encuentra en el almacén, se improvisa o cuando se necesita con urgencia, se tiene que pedir, pero esto retrasa el mantenimiento. Pero los mantenimientos no se planifican bien y el tiempo para realizar el mantenimiento es poco, lo que puede generar más fallas luego de repararlas.</p>	
	<p>E10: Se cuenta con lagunas herramientas que permiten realizar algunas tareas de mantenimiento, en caso de necesitar alguna específica se recurre a servicios de otras empresas, pero</p>	



**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES**  
CULMINACIÓN DE PENSUM EN PROYECTO DE GRADUACIÓN

		depende de la severidad de la falla. Algunas fallas que necesitan cambio de piezas, se les realiza adaptaciones por la falta de piezas en almacén.	
--	--	--	--

Fuente: Elaboración de autores.



### **6.2.2 Análisis de la entrevista**

La gestión actual del proceso de mantenimiento en la empresa SemaNic, tiene muchas fallas, las cuales abarcan la limitación de refacciones y herramientas específicas, las cuales retrasan el proceso de mantenimiento, y en la mayoría de casos se tiende a contratar a personal externo que pueda solucionar las fallas que no se pueden reparar por el personal de la empresa SemaNic, por lo que esto requiere más gasto del necesario. Los trabajadores son los suficientes en algunos grupos del taller (Mecánicos, Ayudantes de mecánicos y general), los cuales cuentan con mayor personal, pero en algunos facciones de los trabajadores con especialidades (Soldadores, Electricistas y Electromecánicos) se necesitan más trabajadores ya que cuando en el taller existe tráfico de trabajo, estos no son capaces de abarcar esa demanda, por lo que dividen el trabajo por días, lo cual puede tener como consecuencia disminución del índice de productividad, a su vez disminución de los costos de mantenimiento y un aumento en las horas hombre. El proceso de planificación de mantenimiento es deficiente, porque no se referencia toda la información y recursos a utilizar, ya que estos se realizan con poco tiempo de antelación, lo cual puede generar más fallas de las que se solucionan. No se imparten capacitaciones a los trabajadores sobre nuevo conocimiento en base a los tipos de mantenimiento y las nuevas fallas que pueden presentar las maquinarias.

En el taller se cuentan con las herramientas las más genéricas, pero en caso de no haber unas en concreto se tiene a improvisar, al igual que con las piezas, ya que no se encuentran en alancen, lo cual se soluciona con adaptaciones de piezas utilizadas, que se encuentran en el taller, además esto puede causar muchas más fallas de las esperadas. Es decir que la empresa SemaNic no cuenta con un control de logística en materia de piezas y herramientas que se utilizan, lo cual tiene a tener como consecuencia que el servicio no sea de calidad, porque no se realiza de la forma correcta, y como equilibrio una disminución de las posibles ganancias.



### 6.3 Coste horas hombres

Se desarrollo un análisis cuantitativo de los indicadores de mantenimiento más relevantes a los trabajadores del área de mantenimiento a maquinaria pesada, de esta forma se podrá obtener un discriminante en función de la productividad recuerdo la viabilidad del plan de mantenimiento actual en la empresa SemaNic. El análisis se dividió de la siguiente forma:

#### Mecánicos

**Nombre de trabajador: José Félix Gómez Mejía**

**Datos:**

Pago recibido mensual: C\$ 9,500

Horas trabajadas en el mes: 162

Horas estándar de mantenimiento: 500 H

Costo de mano de obra de mantenimiento: C\$ 1,200

Hora estándar para realizar mantenimiento: 5 H

Costo facturado por el mantenimiento: 5 H

Horas facturadas: 180 H

$$Tasa Horaria = \frac{Monto}{Horas trabajadas} = \frac{C\$ 9,500}{162 H} = 58.6 C\$/H$$

$$Tasa Horaria de Operación = Hora estándar \times Tasa horaria \\ = 5 H \times 58.6 \frac{C\$}{H} = C\$293$$

$$Eficiencia = \frac{Horas facturadas}{Horas trabajadas} \times 100 = \frac{180 H}{162 H} \times 100 = 111.11\%$$

$$Eficiencia HH Reales = \frac{Horas trabajadas}{Horas disponibles} \times 100 = \frac{162 H}{192 H} \times 100 \\ = 84.33\%$$



**Nombre de trabajador: Mauricio Moisés Meléndez**

**Datos:**

Pago recibido mensual: C\$ 9,500

Horas trabajadas en el mes: 192 H

Horas estándar de mantenimiento: 500 H

Costo de mano de obra de mantenimiento: C\$ 1,200

Hora estándar para realizar mantenimiento: 5 H

Costo facturado por el mantenimiento: 5 H

Horas facturadas: 180 H

$$\text{Tasa Horaria} = \frac{\text{Monto}}{\text{Horas trabajadas}} = \frac{\text{C\$ 9,500}}{192 \text{ H}} = 49.4 \text{ C\$/H}$$

$$\begin{aligned} \text{Tasa Horaria de Operación} &= \text{Hora estándar} \times \text{Tasa horaria} \\ &= 5 \text{ H} \times 49.4 \frac{\text{C\$}}{\text{H}} = \text{C\$247} \end{aligned}$$

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Horas facturadas}}{\text{Horas trabajadas}} \times 100 = \frac{180 \text{ H}}{192 \text{ H}} \times 100 = 93\%$$

$$\begin{aligned} \text{Eficiencia HH Reales} &= \frac{\text{Horas trabajadas}}{\text{Horas disponibles}} \times 100 = \frac{192 \text{ H}}{192 \text{ H}} \times 100 \\ &= 100\% \end{aligned}$$

**Nombre de trabajador: Wilmer Antonio Martínez Hernández**

**Datos:**

Pago recibido mensual: C\$ 9,500

Horas trabajadas en el mes: 172 H

Horas estándar de mantenimiento: 500 H

Costo de mano de obra de mantenimiento: C\$ 1,200

Hora estándar para realizar mantenimiento: 5 H



Costo facturado por el mantenimiento: 5 H

Horas facturadas: 180 H

$$\text{Tasa Horaria} = \frac{\text{Monto}}{\text{Horas trabajadas}} = \frac{\text{C\$ 9,500}}{172 \text{ H}} = 55.2 \text{ C\$/H}$$

$$\begin{aligned}\text{Tasa Horaria de Operación} &= \text{Hora estándar} \times \text{Tasa horaria} \\ &= 5 \text{ H} \times 55.2 \frac{\text{C\$}}{\text{H}} = \text{C\$276}\end{aligned}$$

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Horas facturadas}}{\text{Horas trabajadas}} \times 100 = \frac{180 \text{ H}}{172 \text{ H}} \times 100 = 104\%$$

$$\text{Eficiencia HH Reales} = \frac{\text{Horas trabajadas}}{\text{Horas disponibles}} \times 100 = \frac{172 \text{ H}}{192 \text{ H}} \times 100 = 89\%$$

**Nombre de trabajador: Engel Victorino Hernández Chevez**

**Datos:**

Pago recibido mensual: C\$ 9,500

Horas trabajadas en el mes: 193 H

Horas estándar de mantenimiento: 500 H

Costo de mano de obra de mantenimiento: C\$ 1,200

Hora estándar para realizar mantenimiento: 5 H

Costo facturado por el mantenimiento: 5 H

Horas facturadas: 180 H

$$\text{Tasa Horaria} = \frac{\text{Monto}}{\text{Horas trabajadas}} = \frac{\text{C\$ 9,500}}{192 \text{ H}} = 49.2 \text{ C\$/H}$$

$$\begin{aligned}\text{Tasa Horaria de Operación} &= \text{Hora estándar} \times \text{Tasa horaria} \\ &= 5 \text{ H} \times 49.2 \frac{\text{C\$}}{\text{H}} = \text{C\$246}\end{aligned}$$



$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Horas facturadas}}{\text{Horas trabajadas}} \times 100 = \frac{180 H}{193 H} \times 100 = 93\%$$

$$\begin{aligned} \text{Eficiencia HH Reales} &= \frac{\text{Horas trabajadas}}{\text{Horas disponibles}} \times 100 = \frac{193 H}{193 H} \times 100 \\ &= 100\% \end{aligned}$$

**Nombre de trabajador: Armel Daniel Castillo Herrera**

**Datos:**

Pago recibido mensual: C\$ 9,500

Horas trabajadas en el mes: 184 H

Horas estándar de mantenimiento: 500 H

Costo de mano de obra de mantenimiento: C\$ 1,200

Hora estándar para realizar mantenimiento: 5 H

Costo facturado por el mantenimiento: 5 H

Horas facturadas: 180 H

$$\text{Tasa Horaria} = \frac{\text{Monto}}{\text{Horas trabajadas}} = \frac{\text{C\$ 9,500}}{184 H} = 51.6 \text{ C\$/H}$$

$$\begin{aligned} \text{Tasa Horaria de Operación} &= \text{Hora estándar} \times \text{Tasa horaria} \\ &= 5 H \times 51.6 \frac{\text{C\$}}{H} = \text{C\$258} \end{aligned}$$

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Horas facturadas}}{\text{Horas trabajadas}} \times 100 = \frac{180 H}{184 H} \times 100 = 97\%$$

$$\text{Eficiencia HH Reales} = \frac{\text{Horas trabajadas}}{\text{Horas disponibles}} \times 100 = \frac{184 H}{192 H} \times 100 = 95\%$$



**Nombre de trabajador: Rusmaldo Crisanto Ramírez Salazar**

**Datos:**

Pago recibido mensual: C\$ 9,500

Horas trabajadas en el mes: 179 H

Horas estándar de mantenimiento: 500 H

Costo de mano de obra de mantenimiento: C\$ 1,200

Hora estándar para realizar mantenimiento: 5 H

Costo facturado por el mantenimiento: 5 H

Horas facturadas: 180 H

$$\text{Tasa Horaria} = \frac{\text{Monto}}{\text{Horas trabajadas}} = \frac{\text{C\$ 9,500}}{179 \text{ H}} = 53 \text{ C\$/H}$$

$$\begin{aligned} \text{Tasa Horaria de Operación} &= \text{Hora estándar} \times \text{Tasa horaria} \\ &= 5 \text{ H} \times 53 \frac{\text{C\$}}{\text{H}} = \text{C\$256} \end{aligned}$$

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Horas facturadas}}{\text{Horas trabajadas}} \times 100 = \frac{180 \text{ H}}{179 \text{ H}} \times 100 = 100\%$$

$$\text{Eficiencia HH Reales} = \frac{\text{Horas trabajadas}}{\text{Horas disponibles}} \times 100 = \frac{179 \text{ H}}{192 \text{ H}} \times 100 = 93\%$$

**Nombre de trabajador: Osmar Miguel Castro Ramos**

**Datos:**

Pago recibido mensual: C\$ 9,500

Horas trabajadas en el mes: 175 H

Horas estándar de mantenimiento: 500 H

Costo de mano de obra de mantenimiento: C\$ 1,200

Hora estándar para realizar mantenimiento: 5

Costo facturado por el mantenimiento: 5 H

Horas facturadas: 180 H



**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES**  
CULMINACIÓN DE PENSUM EN PROYECTO DE GRADUACIÓN

$$Tasa Horaria = \frac{Monto}{Horas trabajadas} = \frac{C\$ 9,500}{175 H} = 54 C\$/H$$

$$Tasa Horaria de Operación = Hora estándar \times Tasa horaria \\ = 5 H \times 54 \frac{C\$}{H} = C\$270$$

$$Eficiencia = \frac{Horas facturadas}{Horas trabajadas} \times 100 = \frac{180 H}{175 H} \times 100 = 100\%$$

$$Eficiencia HH Reales = \frac{Horas trabajadas}{Horas disponibles} \times 100 = \frac{175 H}{192 H} \times 100 = 91\%$$

**Nombre de trabajador: Lorenzo Alexander Tijerino Adisman**

**Datos:**

Pago recibido mensual: C\$ 9,500

Horas trabajadas en el mes: 152 H

Horas estándar de mantenimiento: 500 H

Costo de mano de obra de mantenimiento: C\$ 1,200

Hora estándar para realizar mantenimiento: 5 H

Costo facturado por el mantenimiento de: 5 H

Horas facturadas: 180 H

$$Tasa Horaria = \frac{Monto}{Horas trabajadas} = \frac{C\$ 9,500}{152 H} = 62.5 C\$/H$$

$$Tasa Horaria de Operación = Hora estándar \times Tasa horaria \\ = 5 H \times 62.5 \frac{C\$}{H} = C\$312.5$$

$$Eficiencia = \frac{Horas facturadas}{Horas trabajadas} \times 100 = \frac{180 H}{152 H} \times 100 = 118\%$$



**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES**  
CULMINACIÓN DE PENSUM EN PROYECTO DE GRADUACIÓN

$$\text{Eficiencia HH Reales} = \frac{\text{Horas trabajadas}}{\text{Horas disponibles}} \times 100 = \frac{152 H}{192 H} \times 100 = 79\%$$



**Electromecánico**

**Nombre de trabajador: José Abraham Chavarría**

**Datos:**

Pago recibido mensual: C\$ 9,500

Horas trabajadas en el mes: 155 H

Horas estándar de mantenimiento: 500 H

Costo de mano de obra de mantenimiento: C\$ 1,200

Hora estándar para realizar mantenimiento: 5 H

Costo facturado por el mantenimiento: 5 H

Horas facturadas: 180 H

$$\text{Tasa Horaria} = \frac{\text{Monto}}{\text{Horas trabajadas}} = \frac{\text{C\$ 9,500}}{155 \text{ H}} = 61 \text{ C\$/H}$$

$$\begin{aligned} \text{Tasa Horaria de Operación} &= \text{Hora estándar} \times \text{Tasa horaria} \\ &= 5 \text{ H} \times 61 \frac{\text{C\$}}{\text{H}} = \text{C\$305} \end{aligned}$$

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Horas facturadas}}{\text{Horas trabajadas}} \times 100 = \frac{180 \text{ H}}{155 \text{ H}} \times 100 = 116\%$$

$$\text{Eficiencia HH Reales} = \frac{\text{Horas trabajadas}}{\text{Horas disponibles}} \times 100 = \frac{155 \text{ H}}{192 \text{ H}} \times 100 = 80\%$$



 **Electricista**

**Nombre de trabajador: Luis Manuel Márquez Alvarado**

Pago recibido mensual C\$ 9,500 córdobas

Horas trabajadas en el mes: 194 horas

Horas estándar de mantenimiento de 500 horas

Costo de mano de obra de mantenimiento C\$ 1,200 córdobas

Hora estándar para realizar mantenimiento 5 horas

Costo facturado por el mantenimiento de 5 horas

Horas facturadas 180 Horas

$$\textit{Tasa Horaria} = \frac{\textit{Monto}}{\textit{Horas trabajadas}} = \frac{\textit{C\$ 9,500}}{\textit{194H}} = \textit{48.9 C\$/H}$$

$$\begin{aligned}\textit{Tasa Horaria de Operación} &= \textit{Hora estándar} \times \textit{Tasa horaria} \\ &= 5 H \times 48.9 \frac{\textit{C\$}}{\textit{H}} = \textit{C\$244.5}\end{aligned}$$

$$\textit{Eficiencia} = \frac{\textit{Horas facturadas}}{\textit{Horas trabajadas}} \times 100 = \frac{\textit{180 H}}{\textit{194 H}} \times 100 = \textit{92.7\%}$$

$$\begin{aligned}\textit{Eficiencia HH Reales} &= \frac{\textit{Horas trabajadas}}{\textit{Horas disponibles}} \times 100 = \frac{\textit{194 H}}{\textit{192 H}} \times 100 \\ &= \textit{101\%}\end{aligned}$$



 **Soldador**

**Nombre de trabajador: Jonathan Natael Mendoza Padilla**

**Datos:**

Pago recibido mensual: C\$ 9,500

Horas trabajadas en el mes: 187 H

Horas estándar de mantenimiento: 500 H

Costo de mano de obra de mantenimiento: C\$ 1,200

Hora estándar para realizar mantenimiento: 5 H

Costo facturado por el mantenimiento: 5 H

Horas facturadas: 180 H

$$\text{Tasa Horaria} = \frac{\text{Monto}}{\text{Horas trabajadas}} = \frac{\text{C\$ 9,500}}{187 \text{ H}} = 50 \text{ C\$/H}$$

$$\begin{aligned} \text{Tasa Horaria de Operación} &= \text{Hora estándar} \times \text{Tasa horaria} \\ &= 5 \text{ H} \times 50 \frac{\text{C\$}}{\text{H}} = \text{C\$250} \end{aligned}$$

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Horas facturadas}}{\text{Horas trabajadas}} \times 100 = \frac{180 \text{ H}}{187 \text{ H}} \times 100 = 96\%$$

$$\text{Eficiencia HH Reales} = \frac{\text{Horas trabajadas}}{\text{Horas disponibles}} \times 100 = \frac{187 \text{ H}}{192 \text{ H}} \times 100 = 97\%$$



### **6.3.1 Análisis de costes horas hombres**

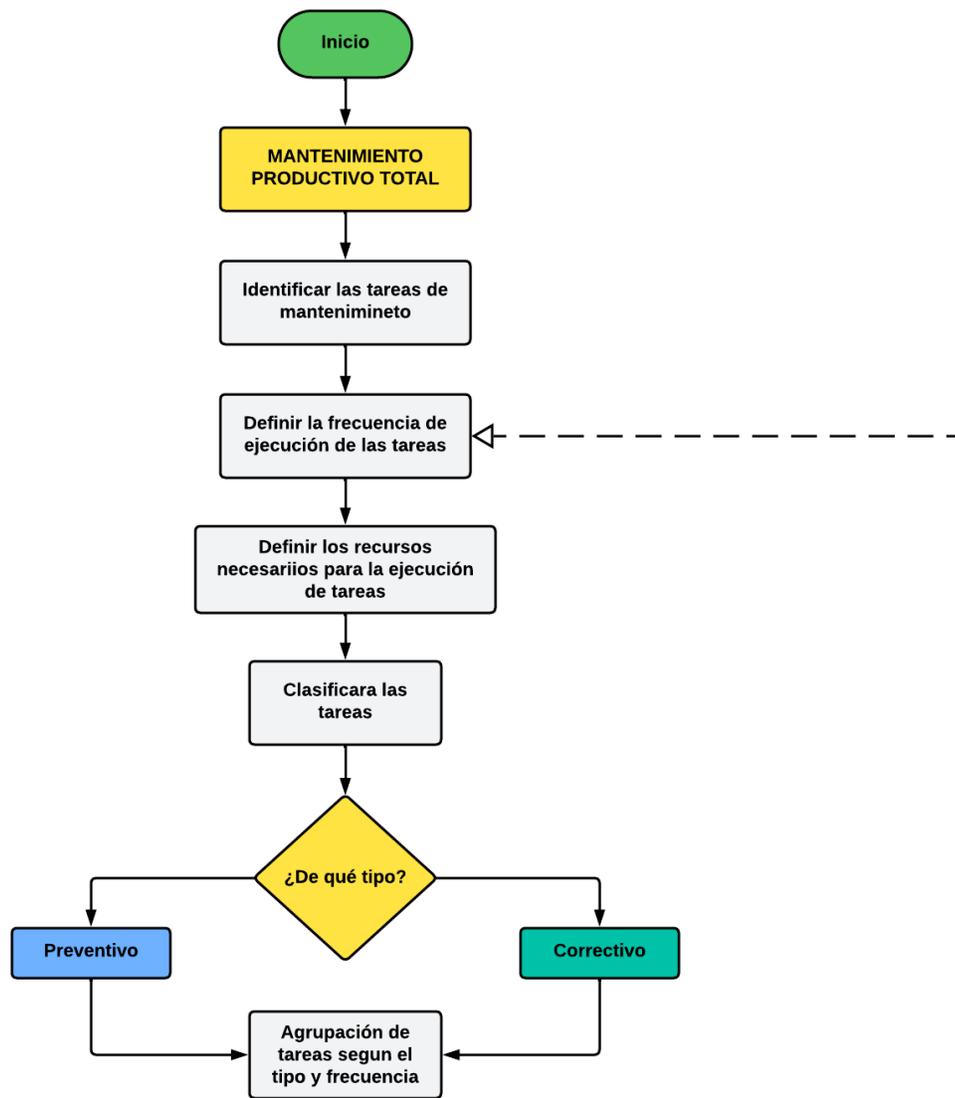
Al concluir con el análisis cuantitativo del rendimiento del personal medular del taller de mantenimiento de la empresa SemaNic, se puede concluir, que estos trabajadores son eficientes hasta cierto punto, porque estos valores oscilan entre 79% y 118%, es decir que el grupo que algunos trabajadores realizan más horas de mantenimiento que las plasmadas en la programación, por lo tanto al sobrepasar el límite de horas, existe pérdida de ingresos, ya que puede significar que valores críticos que establecen las horas estándar no son los suficientes y justos para realizar el mantenimiento y tener el margen de ganancias óptimo, lo cual resulta que el proceso de mantenimiento no es eficiente, sino que genera pérdidas más que ganancias. Este efecto puede darse por dos principales causas: los mantenimientos no están siendo programados de la mejor forma y que los trabajadores no están siendo capacitados en el proceso de reparación de fallas. Por lo tanto, si este efecto sigue, puede tener como consecuencia un aumento significativo en las fallas y a su vez una disminución en la eficiencia de la maquinaria y pérdida de ganancias.

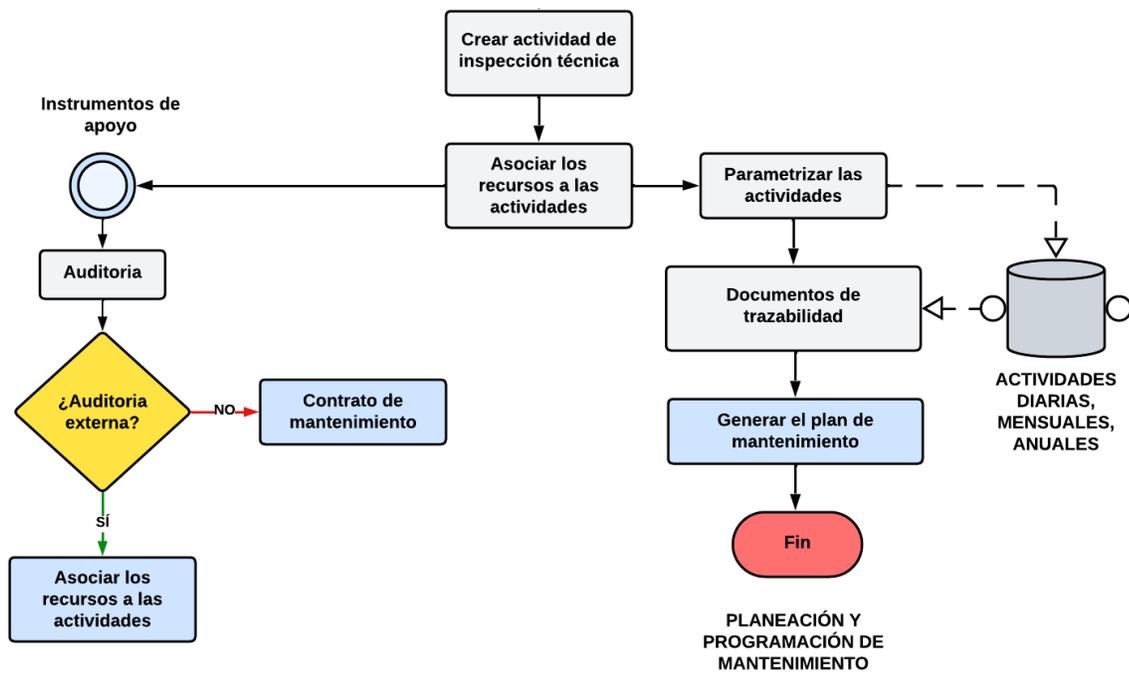
### 6.4 Propuesta del plan de mantenimiento

En el desarrollo del plan de mantenimiento para la empresa SemaNic, se abarco solamente el mantenimiento preventivo y correctivo, ya que estos son los que se aplican en esta empresa. De igual forma esta herramienta se adaptó a las necesidades, recursos y a la estructura de la empresa.

**Figura 10**

*Diagrama de flujo de la gestión del mantenimiento*





Fuente: Elaboración de autores

Nota. (REVISTAMEDICA, 2020)

### 6.4.1 Mantenimiento preventivo

**Tabla 21**

*Plan de mantenimiento preventivo de Cargador Frontal Scooptram ST1030*

<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>								
<b>I - DATOS GENERALES DE LA MAQUINARIA</b>								
Maquinaria:	Cargador Frontal	Año:	2011					
Modelo:	ST1030	Código:	PS008					
Marca:	Atlas Copco	Secc. Trabajo:	Subterráneo					
Fabricante:	Epiroc	Área:	Veta Nueva					
<b>II - PLANIFICACIÓN DE MANTENIMIENTO</b>								
Sist.	Tarea	Tipo de trabajo	Horas planificadas	Personal	Rango de horas			
					250	500	750	1000
<b>Estructural</b>	Rajaduras en el BUKET	Reparación	1 HORA	Soldador				X
	Desgaste de pines	Cambio	2 HORAS	Soldador			X	
	Desgaste de soportes del BOOM	Cambio / Soldadura	2 HORAS	Soldador				X
<b>Motor</b>	Sistema de alimentación	Revisión / Reparación	3 HORAS	Mecánicos / Ayud. Mec				
	Inyectores de combustible	Revisión / Reparación / Limpieza	3 HORAS	Mecánicos / Ayud. Mec			X	
	Fluidos generales	Revisión / Cambio	2 HORAS	Mecánicos / Ayud. Mec	X	X	X	X
	Mecanismos y/ piezas del motor	Revisión / Cambio	3 HORAS	Mecánicos / Ayud. Mec			X	

<b>Hidráulico</b>	Sistema de bombeo y alimentación	Revisión / Reparación	3 HORAS	Mecánicos / Ayud. Mec			X	
	Fluidos hidráulicos	Revisión / Cambio	2 HORAS	Mecánicos / Ayud. Mec	X	X	X	X
	Maneras, mecanismos y/o piezas	Revisión / Reparación	2 HORAS	Mecánicos / Ayud. Mec		X		X
<b>Eléctrico</b>	Sistema de luces	Revisión	2 HORA	Eléctrico				X
	Componentes eléctricos y electrónicos	Revisión / Cambio	2 HORAS	Eléctrico				X
	Sistema de cableado	Revisión	3 HORAS	Eléctrico			X	
	Sistema de alimentación	Revisión	2 HORA	Eléctrico			X	
<b>Transmisión</b>	Fluidos hidráulicos	Revisión / Cambio	2 HORA	Mecánicos / Ayud. Mec			X	X
	Mecanismos y/o piezas de transmisión	Revisión	3 HORAS	Mecánicos / Ayud. Mec			X	
	Caja de cambio y mecanismos asociados	Revisión	2 HORAS	Mecánicos / Ayud. Mec		X		X
<b>Frenos</b>	Fluidos de enfriamiento	Revisión / Cambio	2 HORAS	Mecánicos / Ayud. Mec		X		X
	Sistema de acción y liberación	Revisión	2 HORAS	Mecánicos / Ayud. Mec			X	
	Piezas y/o mecanismos	Revisión	2 HORAS	Mecánicos / Ayud. Mec				X



**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES**  
CULMINACIÓN DE PENSUM EN PROYECTO DE GRADUACIÓN

	Sistema de bombeo de carga	Revisión	2 HORA	Mecánicos / Ayud. Mec			<b>X</b>	
--	----------------------------	----------	--------	-----------------------	--	--	----------	--

Fuente: Elaboración de autores.

**Tabla 22**

*Plan de mantenimiento preventivo de Jumbo Emperador*

<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>								
<b>I - DATOS GENERALES DE LA MAQUINARIA</b>								
Maquinaria:	Jumbo Emperador	Año:	2020					
Modelo:	BOLTER 99	Código:	J009					
Marca:	Resemin	Secc. Trabajo:	Subterráneo					
Fabricante:	Resemin	Área:	Veta Nueva					
<b>II - PLANIFICACIÓN DE MANTENIMIENTO</b>								
Sist.	Tarea	Tipo de trabajo	Horas planificadas	Personal	Rango de horas			
					250	500	750	1000
<b>Estructural</b>	Barras y vigas de Torreta	Revisión	2 HORA	Soldador				X
	Desgaste de pines	Cambio	2 HORAS	Soldador			X	
	Desgaste de soportes del BOOM	Revisión / Soldadura	2 HORAS	Soldador				X
<b>Motor</b>	Sistema de alimentación	Revisión / Reparación	3 HORAS	Mecánicos / Ayud. Mec				
	Inyectores de combustible	Revisión / Reparación / Limpieza	3 HORAS	Mecánicos / Ayud. Mec			X	
	Fluidos generales	Revisión / Cambio	2 HORAS	Mecánicos / Ayud. Mec	X	X	X	X
	Mecanismos y/ piezas del motor	Revisión / Cambio	3 HORAS	Mecánicos / Ayud. Mec			X	
<b>Hidráulico</b>	Sistema de bombeo y alimentación	Revisión / Reparación	2 HORAS	Mecánicos / Ayud. Mec			X	



**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES**  
**CULMINACIÓN DE PENSUM EN PROYECTO DE GRADUACIÓN**

	Fluidos hidráulicos	Revisión / Cambio	2 HORAS	Mecánicos / Ayud. Mec	X	X	X	X
	Maneras, mecanismos y/o piezas	Revisión / Reparación	2 HORAS	Mecánicos / Ayud. Mec		X		X
<b>Eléctrico</b>	Sistema de luces	Revisión	2 HORA	Eléctrico				X
	Componentes eléctricos y electrónicos	Revisión / Cambio	2 HORAS	Eléctrico				X
	Sistema de cableado	Revisión	3 HORAS	Eléctrico			X	
	Sistema de alimentación	Revisión	2 HORA	Eléctrico			X	
<b>Transmisión</b>	Fluidos hidráulicos	Revisión / Cambio	2 HORA	Mecánicos / Ayud. Mec			X	X
	Mecanismos y/o piezas de transmisión	Revisión	3 HORAS	Mecánicos / Ayud. Mec			X	
	Caja de cambio y mecanismos asociados	Revisión	2 HORAS	Mecánicos / Ayud. Mec		X		X
<b>Frenos</b>	Fluidos de enfriamiento	Revisión / Cambio	2 HORAS	Mecánicos / Ayud. Mec		X		X
	Sistema de acción y liberación	Revisión	2 HORAS	Mecánicos / Ayud. Mec			X	
	Piezas y/o mecanismos	Revisión	2 HORAS	Mecánicos / Ayud. Mec				X
	Sistema de bombeo de carga	Revisión	2 HORA	Mecánicos / Ayud. Mec			X	



**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES**  
**CULMINACIÓN DE PENSUM EN PROYECTO DE GRADUACIÓN**

<b>Mecánico</b>	Sistema de perforación	Revisión / Reparación	2 HORAS	Electr. / Mec. / Eléc.		<b>X</b>		<b>X</b>
	Sistema de rotación	Revisión / Reparación	3 HORAS	Electr. / Mec. / Eléc.		<b>X</b>		<b>X</b>
	Mecanismos y/ Piezas del BOOM	Revisión	4 HORAS	Electr. / Mec. / Eléc.			<b>X</b>	

Fuente: Elaboración de autores.

**Tabla 23**

*Plan de mantenimiento preventivo de MIXER MIXKRETE 4*

<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>								
<b>I - DATOS GENERALES DE LA MAQUINARIA</b>								
Maquinaria:	Camión MIXER		Año:	2020				
Modelo:	MIXKRET 4		Código:	SH004				
Marca:	Putzmeister		Secci. Trabajo:	Subterráneo				
Fabricante:	Putzmeister		Área:	Veta Nueva				
<b>II - PLANIFICACIÓN DE MANTENIMIENTO</b>								
Sist.	Tarea	Tipo de trabajo	Horas planificadas	Personal	Rango de horas			
					250	500	750	1000
<b>Estructural</b>	Sistema de carga de tolva	Reparación	2 HORA	Soldador				X
	Desgaste de pines	Cambio	2 HORAS	Soldador			X	
	Tambor	Cambio / Soldadura	2 HORAS	Soldador				X
<b>Motor</b>	Sistema de alimentación	Revisión / Reparación	3 HORAS	Mecánicos / Ayud. Mec				
	Inyectores de combustible	Revisión / Reparación	3 HORAS	Mecánicos / Ayud. Mec			X	
	Fluidos generales	Revisión / Cambio	2 HORAS	Mecánicos / Ayud. Mec	X	X	X	X
	Mecanismos y/ piezas del motor	Revisión / Cambio	3 HORAS	Mecánicos / Ayud. Mec			X	
<b>Hidráulico</b>	Sistema de bombeo y alimentación	Revisión / Reparación	2 HORAS	Mecánicos / Ayud. Mec			X	



**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES**  
CULMINACIÓN DE PENSUM EN PROYECTO DE GRADUACIÓN

	Fluidos hidráulicos	Revisión / Cambio	2 HORAS	Mecánicos / Ayud. Mec	X	X	X	X
	Maneras, mecanismos y/o piezas	Revisión / Reparación	2 HORAS	Mecánicos / Ayud. Mec		X		X
<b>Eléctrico</b>	Sistema de luces	Revisión	2 HORA	Eléctrico				X
	Componentes eléctricos y electrónicos	Revisión / Cambio	2 HORAS	Eléctrico				X
	Sistema de cableado	Revisión	3 HORAS	Eléctrico			X	
	Sistema de alimentación	Revisión	2 HORA	Eléctrico			X	
<b>Transmisión</b>	Fluidos hidráulicos	Revisión / Cambio	2 HORA	Mecánicos / Ayud. Mec			X	X
	Mecanismos y/o piezas de transmisión	Revisión	3 HORAS	Mecánicos / Ayud. Mec			X	
	Caja de cambio y mecanismos asociados	Revisión	2 HORAS	Mecánicos / Ayud. Mec		X		X
<b>Frenos</b>	Fluidos de enfriamiento	Revisión / Cambio	2 HORAS	Mecánicos / Ayud. Mec		X		X
	Sistema de acción y liberación	Revisión	2 HORAS	Mecánicos / Ayud. Mec			X	
	Piezas y/o mecanismos	Revisión	2 HORAS	Mecánicos / Ayud. Mec				X
	Sistema de bombeo de carga	Revisión	2 HORA	Mecánicos / Ayud. Mec			X	

Fuente: Elaboración de autores.

**Tabla 24**

*Plan de mantenimiento preventivo de Shotcrete WETKRET 4*

<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>								
<b>I - DATOS GENERALES DE LA MAQUINARIA</b>								
Maquinaria:	Shotcrete	Año:	2019					
Modelo:	Wetkrete 4	Código:	SH003					
Marca:	Putzmeister	Secci. Trabajo:	Subterráneo					
Fabricante:	Putzmeister	Área:	Veta Nueva					
<b>II - PLANIFICACIÓN DE MANTENIMIENTO</b>								
Sist.	Tarea	Tipo de trabajo	Horas planificadas	Personal	Rango de horas			
					250	500	750	1000
<b>Estructural</b>	Desgaste de soportes del BOOM	Cambio / Soldadura	2 HORAS	Soldador				X
	Desgaste de pines	Cambio	2 HORAS	Soldador			X	
<b>Motor</b>	Sistema de alimentación	Revisión / Reparación	3 HORAS	Mecánicos / Ayud. Mec				
	Inyectores de combustible	Revisión / Reparación	2 HORAS	Mecánicos / Ayud. Mec			X	
	Fluidos generales	Revisión / Cambio	2 HORAS	Mecánicos / Ayud. Mec	X	X	X	X
	Mecanismos y/ piezas del motor	Revisión / Cambio	3 HORAS	Mecánicos / Ayud. Mec			X	
<b>Hidráulico</b>	Sistema de bombeo y alimentación	Revisión / Reparación	2 HORAS	Mecánicos / Ayud. Mec			X	
	Fluidos hidráulicos	Revisión / Cambio	2 HORAS	Mecánicos / Ayud. Mec	X	X	X	X



**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES**  
**CULMINACIÓN DE PENSUM EN PROYECTO DE GRADUACIÓN**

	Maneras, mecanismos y/o piezas	Revisión / Reparación	2 HORAS	Mecánicos / Ayud. Mec		X		X
<b>Eléctrico</b>	Sistema de luces	Revisión	2 HORA	Eléctrico				X
	Componentes eléctricos y electrónicos	Revisión / Cambio	2 HORAS	Eléctrico				X
	Sistema de cableado	Revisión	3 HORAS	Eléctrico			X	
	Sistema de alimentación	Revisión	2 HORA	Eléctrico			X	
<b>Transmisión</b>	Fluidos hidráulicos	Revisión / Cambio	2 HORA	Mecánicos / Ayud. Mec			X	X
	Mecanismos y/o piezas de transmisión	Revisión	3 HORAS	Mecánicos / Ayud. Mec			X	
	Caja de cambio y mecanismos asociados	Revisión	2 HORAS	Mecánicos / Ayud. Mec		X		X
<b>Frenos</b>	Sistema de acción y liberación	Revisión	2 HORAS	Mecánicos / Ayud. Mec			X	
	Piezas y/o mecanismos	Revisión	2 HORAS	Mecánicos / Ayud. Mec				X
	Sistema de bombeo de carga	Revisión	2 HORA	Mecánicos / Ayud. Mec			X	

Fuente: Elaboración de autores.

**Tabla 25**

*Plan de mantenimiento preventivo de Camión Bajo Perfil AD30*

<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>								
<b>I - DATOS GENERALES DE LA MAQUINARIA</b>								
Maquinaria:	Camión Bajo Perfil		Año:	2012				
Modelo:	AD30		Código:	H009				
Marca:	CAT		Secci. Trabajo:	Subterráneo				
Fabricante:	CAT		Área:	Veta Nueva				
<b>II - PLANIFICACIÓN DE MANTENIMIENTO</b>								
Sist.	Tarea	Tipo de trabajo	Horas planificadas	Personal	Rango de horas			
					250	500	750	1000
<b>Estructural</b>	Desgaste de pines	Cambio	2 HORAS	Soldador				X
	Modulo posterior de tolva	Cambio / Soldadura	2 HORAS	Soldador			X	
<b>Motor</b>	Sistema de alimentación	Revisión / Reparación	3 HORAS	Mecánicos / Ayud. Mec				
	Inyectores de combustible	Revisión / Reparación	3 HORAS	Mecánicos / Ayud. Mec			X	
	Fluidos generales	Revisión / Cambio	2 HORAS	Mecánicos / Ayud. Mec	X	X	X	X
	Mecanismos y/ piezas del motor	Revisión / Cambio	3 HORAS	Mecánicos / Ayud. Mec			X	
<b>Hidráulico</b>	Sistema de bombeo y alimentación	Revisión / Reparación	2 HORAS	Mecánicos / Ayud. Mec			X	
	Fluidos hidráulicos	Revisión / Cambio	2 HORAS	Mecánicos / Ayud. Mec	X	X	X	X



**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES**  
**CULMINACIÓN DE PENSUM EN PROYECTO DE GRADUACIÓN**

	Maneras, mecanismos y/o piezas	Revisión / Reparación	2 HORAS	Mecánicos / Ayud. Mec		X		X
<b>Eléctrico</b>	Sistema de luces	Revisión	2 HORA	Eléctrico				X
	Componentes eléctricos y electrónicos	Revisión / Cambio	2 HORAS	Eléctrico				X
	Sistema de cableado	Revisión	3 HORAS	Eléctrico			X	
	Sistema de alimentación	Revisión	2 HORA	Eléctrico			X	
<b>Transmisión</b>	Fluidos hidráulicos	Revisión / Cambio	2 HORA	Mecánicos / Ayud. Mec			X	X
	Mecanismos y/o piezas de transmisión	Revisión	3 HORAS	Mecánicos / Ayud. Mec			X	
	Caja de cambio y mecanismos asociados	Revisión	2 HORAS	Mecánicos / Ayud. Mec		X		X
<b>Frenos</b>	Fluidos de enfriamiento	Revisión / Cambio	2 HORAS	Mecánicos / Ayud. Mec		X		X
	Sistema de acción y liberación	Revisión	2 HORAS	Mecánicos / Ayud. Mec			X	
	Piezas y/o mecanismos	Revisión	2 HORAS	Mecánicos / Ayud. Mec				X
	Sistema de bombeo de carga	Revisión	2 HORA	Mecánicos / Ayud. Mec			X	

Fuente: Elaboración de autores.

**Tabla 26**

*Plan de mantenimiento preventivo de Telehandlers TL1255*

<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>								
<b>I - DATOS GENERALES DE LA MAQUINARIA</b>								
Maquinaria:	Telehandler	Año:	2014					
Modelo:	TL1255	Código:	TH003					
Marca:	CAT	Secci. Trabajo:	Subterráneo					
Fabricante:	Caterpillar	Área:	Veta Nueva					
<b>II - PLANIFICACIÓN DE MANTENIMIENTO</b>								
Sist.	Tarea	Tipo de trabajo	Horas planificadas	Personal	Rango de horas			
					250	500	750	1000
<b>Estructural</b>	Barras de torreta	Reparación	2 HORA	Soldador				<b>X</b>
	Brazo de elevación	Revisión / Reparación	2 HORAS	Soldador				<b>X</b>
	Desgaste de pines	Cambio	2 HORAS	Soldador			<b>X</b>	
	Desgaste de soporte principal y acoples (BOOM)	Cambio / Soldadura	2 HORAS	Soldador				<b>X</b>
<b>Motor</b>	Sistema de alimentación	Revisión / Reparación	3 HORAS	Mecánicos / Ayud. Mec				
	Inyectores de combustible	Revisión / Reparación	2 HORAS	Mecánicos / Ayud. Mec			<b>X</b>	
	Fluidos generales	Revisión / Cambio	2 HORAS	Mecánicos / Ayud. Mec	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>



**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES**  
**CULMINACIÓN DE PENSUM EN PROYECTO DE GRADUACIÓN**

	Mecanismos y/ piezas del motor	Revisión / Cambio	3 HORAS	Mecánicos / Ayud. Mec			X	
<b>Hidráulico</b>	Sistema de bombeo y alimentación	Revisión / Reparación	2 HORAS	Mecánicos / Ayud. Mec			X	
	Fluidos hidráulicos	Revisión / Cambio	2 HORAS	Mecánicos / Ayud. Mec	X	X	X	X
	Maneras, mecanismos y/o piezas	Revisión / Reparación	2 HORAS	Mecánicos / Ayud. Mec		X		X
	Sistema de luces	Revisión	2 HORA	Eléctrico				X
<b>Eléctrico</b>	Componentes eléctricos y electrónicos	Revisión / Cambio	2 HORAS	Eléctrico				X
	Sistema de cableado	Revisión	3 HORAS	Eléctrico			X	
	Sistema de alimentación	Revisión	2 HORA	Eléctrico			X	
	Fluidos hidráulicos	Revisión / Cambio	2 HORA	Mecánicos / Ayud. Mec			X	X
<b>Transmisión</b>	Mecanismos y/o piezas de transmisión	Revisión	3 HORAS	Mecánicos / Ayud. Mec			X	
	Caja de cambio y mecanismos asociados	Revisión	2 HORAS	Mecánicos / Ayud. Mec		X		X
	Fluidos de enfriamiento	Revisión / Cambio	2 HORAS	Mecánicos / Ayud. Mec		X		X
<b>Frenos</b>	Sistema de acción y liberación	Revisión	2 HORAS	Mecánicos / Ayud. Mec			X	



**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES**  
CULMINACIÓN DE PENSUM EN PROYECTO DE GRADUACIÓN

	Piezas y/o mecanismos	Revisión	2 HORAS	Mecánicos / Ayud. Mec				<b>X</b>
	Sistema de bombeo de carga	Revisión	2 HORA	Mecánicos / Ayud. Mec			<b>X</b>	

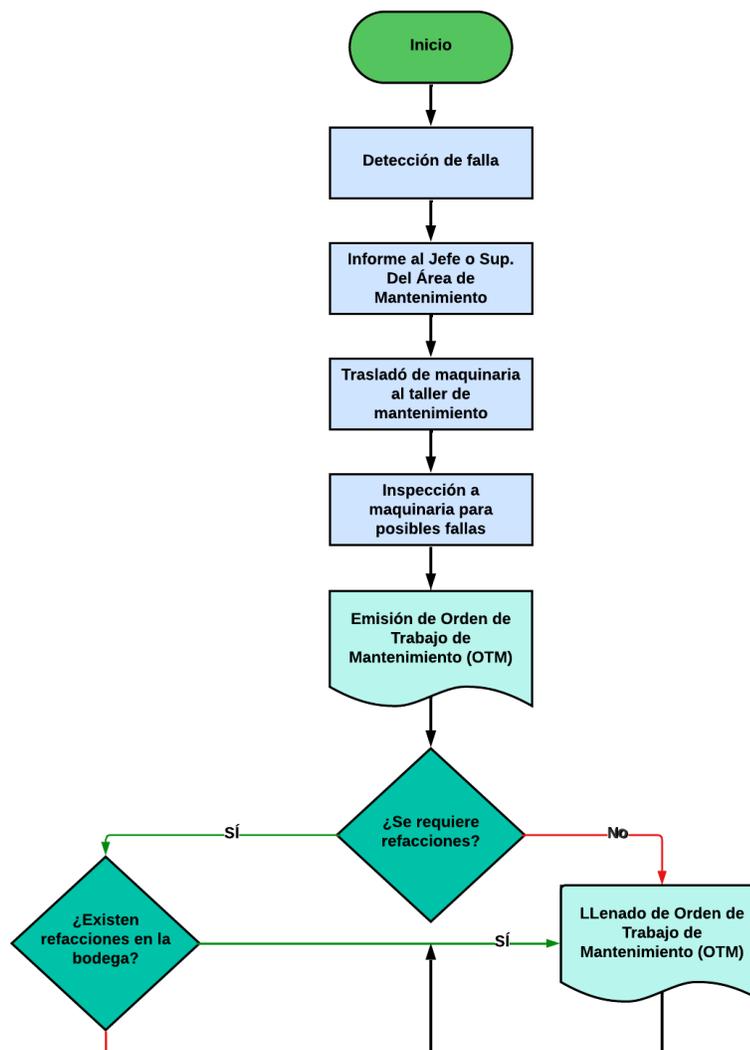
Fuente: Elaboración de autores.

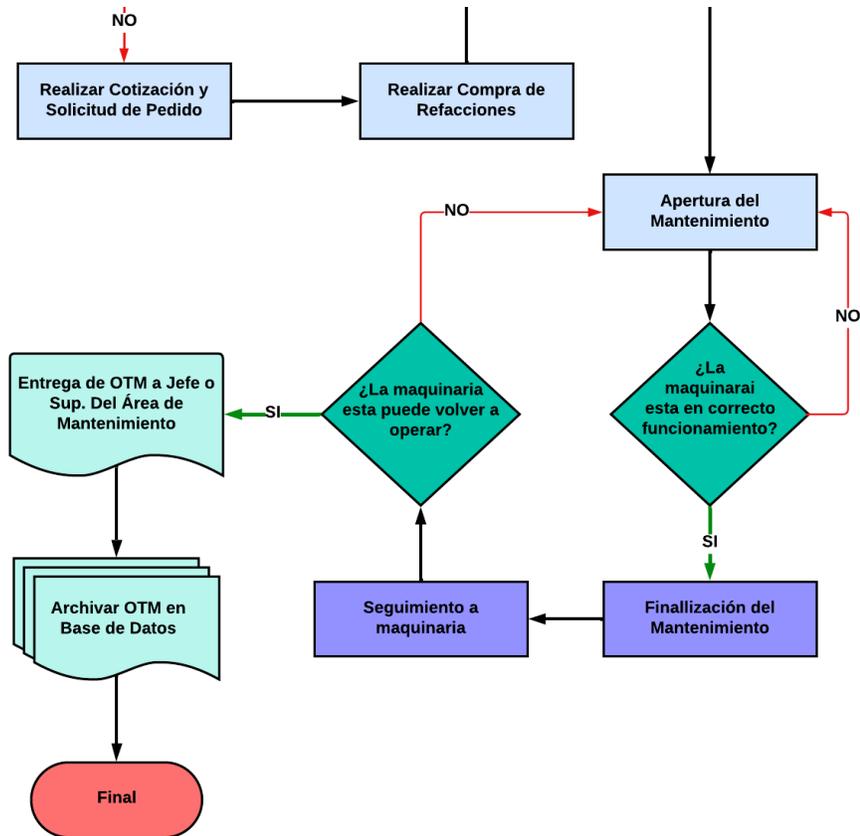
### 6.4.2 Mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo al ser un proceso que corregir las fallas que presenta la maquinaria en un lapso de tiempo no previsto, este no necesita y un plan de mantenimiento a cada tipo de maquinaria, sino un proceso eficiente que sea capaz de solucionar estas fallas funcionales en el menor tiempo posible, con menos recursos y sin afectar el rendimiento de la maquinaria, por lo tanto, se presenta el siguiente flujograma para la empresa SemaNic.

**Figura 11**

*Diagrama de flujo de mantenimiento correctivo*





Fuente: Elaboración de autores.



## **CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES**

- ✚ Al terminar el proyecto de graduación, se concluyó con el desarrollo del plan de gestión de mantenimiento, el cual mejora en gran medida el proceso de mantenimiento en cada una de las maquinarias de la empresa SemaNic, ya que este instrumento abarca la mayor parte de aspectos e indicadores, tanto como: registro y almacenamiento de información, planificación a través de base de datos, análisis de fallas, y el diseño de un plan de mantenimiento preventivo detallado con todas aquellos parámetros que se deben plasmar (División de tareas por sistemas, especificación de horas planificadas y personal, además de intervalos de horas de mantenimiento ajustados al rendimiento) y mantenimiento correctivo con todos aquellos aspectos necesarios, esto permitirá gestionar los recursos y encaminar a la mejora continua, esto de la mano de un proceso mejorado en comparación al actual con el fin de aumentar el margen de eficiencia, además de un análisis del personal en función de las horas hombres que permiten analizar un punto de vista cuantitativo la productividad de los trabajadores en sus diversas especialidades.
- ✚ Al aplicar las metodologías AMEF y NPR a cada tipo de maquinaria, se obtuvo un análisis cuantitativo del porcentaje de fallas funcionales totales, de fallas inaceptables y aceptables correspondientemente: Jumbo emperador BOLTER 99; 21.56%, 36.6% y 36.36%, Telehandlers TL1255; 18.95%, 27.59% y 37.93%, Cargador Frontal ScooptramST1032; 15.68%, 41.67% y 37.50%, Camión MIXER MIXKRET 4; 15.68%, 37.50% y 50.00%, Camión Bajo Perfil AD30; 14.37%, 22.73% y 63.64% y Shotcrete WETKRET 4; 13.72%, 38.10% y 52.38%. Estos porcentajes indican que el plan de mantenimiento actual en la empresa SemaNic, no es suficiente, ya que este no es capaz de reducir los modos de fallas, fallas inaceptables y fallas inaceptables, a rangos de interpolación adecuados.
- ✚ Al concluir con el análisis de eficiencia en los trabajadores en función de los constes horas hombres se determinó, que estos no son demasiado eficientes, en su mayoría, porque los valores de eficiencia oscilan entre 79% y 118%, es



decir algunos trabajadores realizan más horas de mantenimiento que las plasmadas en la programación, por lo tanto al sobrepasar el límite de horas, existe pérdida de ingresos, esto puede significar que los valores críticos que establecen las horas estándar no son los suficientes y justos para realizar el mantenimiento y tener el margen de ganancias óptimo, lo cual resulta que el proceso de mantenimiento no es eficiente, sino que genera pérdidas más que ganancias. Este efecto es resultado de la mala gestión del mantenimiento en todos sus indicadores y facetas.

- ✚ En el proceso de diseñar el plan de gestión de mantenimiento para la empresa SemaNic, se crearon formatos de trazabilidad y control de información tales como: OTM (Orden de trabajo de mantenimiento) para gestionar la información de los mantenimientos, FID (Formato de inspección diaria) para evitar fallas y tener un control a cada equipo y fichas técnicas para cada tipo de maquinaria, además estos están vinculados a un diagrama de flujo, el cual describe el procedimiento de estos documentos.
- ✚ Se concluyó con el diseño de una base de datos en el programa Microsoft Excel, el cual se adapta a las necesidades de la empresa SemaNic, esta herramienta permite controlar de forma detallada todos los aspectos que rodean a la maquinaria pesada y registra la información, estos aspectos son: programación de mantenimientos, OTM (Ordres de trabajo de mantenimiento), análisis de fallas y reportes del progreso de cada tipo de maquinaria. Esta herramienta es un acompañante perfecto para plan de mantenimiento, ya que este permite la mejora continua en el proceso de mantenimiento y de esta forma garantizar la eficiencia y la excelencia en la gestión de la empresa SemaNic.



## **CAPÍTULO VIII: RECOMENDACIONES**

A todas las partes involucradas o asociadas a este proyecto de graduación, se les enumero una serie de recomendaciones, las cuales tienen como finalidad, la mejora continua en los diversos aspectos, tales como:

### **Universidad de Ciencias Comerciales UCC-LEÓN**

- ✚ Ampliar y/o fortalecer el conocimiento que se les imparte a los estudiantes de la carrera de *ingeniería industrial*, referente al mantenimiento, ya que la clase no tiene lo suficiente para capacitar a los estudiantes en esta materia.
- ✚ Contratar una licencia GMAO (Gestión de mantenimiento asistido por computadora) para universidad, esto con el fin de ampliar las herramientas que puede ofrecer la universidad a los estudiantes, esto permitirá ampliar los conocimientos y habilidades de los estudiantes.

### **Empresa SemaNic**

- ✚ Mejorar el sistema de gestión actual, mediante la aplicación de GMAO (Gestión de mantenimiento asistido por computadora), ya que este tipo de Software simplifican los procesos, diseñan una base de datos acoplada a las necesidades de la empresa y gestionan las diversas facetas del mantenimiento (preventivo, predictivo, correctivo y TPM) a cada tipo de equipo.
- ✚ Utilizar este proyecto de graduación, como un punto de partida para mejorar todos aquellos aspectos que no son eficientes dentro del proceso y productividad del plan de gestión de mantenimiento.
- ✚ Diseñar un sistema de logística, esto para poder suministrar todas las piezas y herramientas que se utilizan dentro del taller, esto para mejorar el proceso de mantenimiento.
- ✚ Contratar a personal con especialidades que apoyen a los demás trabajadores dentro del proceso de mantenimiento, esto con el fin de reducir la contratación del servicio de otras empresas para solucionar fallas que el personal de la empresa SemaNic no puede solucionar.



### **Futuros investigadores y/o estudiantes**

- ✚ Ampliar las líneas del plan de gestión de mantenimiento, propuesto en este proyecto de graduación en las directrices y la estructura de la metodología RCM (Mantenimiento centrado en confiabilidad) y enfocándolo en la norma ISO 14224, de esta forma se podrá desarrollar un plan que abraque todos los factores y necesidades de una empresa.
- ✚ Utilizar un Software GMAO (Gestión de mantenimiento asistido por computadora), esto para diseñar el plan de mantenimiento con todas las herramientas y funciones que presentan estos programas.
- ✚ En caso de seguir con este proyecto o tomarlo como referencia, se recomienda tener apoyo un tutor técnico que sea especialista o tenga un abanico de habilidades referentes al mantenimiento, esto para generar un proyecto aún más sólido y con mayor peso.
- ✚ Capacitar al personal de mantenimiento en materia de fallas y el modo que pueden solucionarlas, esto en función a cada tipo maquinaria, ya que el conocimiento es limitado y esto tiene como consecuencia, disminución ingresos en este proceso.



## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Campos López, O., Tolentino Eslava, G., Toledo Velázquez, M., & Tolentino Eslava, R. (2019). Metodología de mantenimiento centrado en. *Científica*, vol. 23, núm. 1, 51-60. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61458265006>
- Aguilar Otero, J., Torres Arcique, R., & Magaña Jiménez, D. (2010). Análisis de modos de fallas, efectos y criticidad (AMFEC) para la planeación del mantenimiento empleando criterios de riesgos y confiabilidad. *Tecnología, Ciencia, Educación*, 16-26. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=48215094003>
- Alcaraz, J. L. (2011). Factores relacionados con el éxito del mantenimiento productivo total. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, 129. Obtenido de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-62302011000400013&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-62302011000400013&lng=en&nrm=iso)
- AQSO. (s.f.). Recuperado el 29 de SEPTIEMBRE de 2023, de AQSO: <https://aqso.net/es/office/services/structural-systems>
- Aráuz Valdivia, G. J., & Rodríguez Chavarría, J. A. (2021). *Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para la flota vehicular de la empresa Cubas Eléctricas S.A plantel sur ubicada en la ciudad de Estelí [Monografía de ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, UNAN-Managua]*. Repositorio Centroamericano. Obtenido de Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, UNAN-Managua
- AULA21. (s.f.). Obtenido de AULS21: <https://www.cursosaula21.com/que-es-el-mantenimiento-centrado-en-la-confiabilidad-rcm/>
- AULA21. (s.f.). Recuperado el 29 de SEPTIEMBRE de 2023, de AULA21: <https://www.cursosaula21.com/que-es-un-sistema-hidraulico/#:~:text=Un%20sistema%20hidr%C3%A1ulico%20utiliza%20un,requisito%20com%C3%BAn%20en%20las%20industrias.>
- Castillo Villalobos, J. (2018). *Diseño de un modelo de gestión de mantenimiento para la planta de producción Paradise Ingredients, ubicada en Cartago, Costa Rica [Proyecto de Graduación, Instituto Tecnológico de Costa Rica]*. Repositorio Centroamericano. Obtenido de <https://hdl.handle.net/2238/10095>
- CMMS. (23 de JULIO de 2021). Obtenido de CMMS: <https://cmms.pe/que-es-el-numero-de-prioridad-del-riesgo-2/#:~:text=El%20N%C3%BAmero%20de%20Prioridad%20de,a%20dar%20prioridad%20a%20los>
- De La Cruz Garcia , E. E., & Zavaleta Vera, A. D. (2021). *Plan de mantenimiento preventivo basado en el RCM para incrementar la disponibilidad de las maquinarias pesadas de la empresa Ingenieros Contratistas E.I.R.L. [Tesis de ingeniería, Universidad César Vallejo]*. Repositorio de la Universidad César Vallejo. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/84912>
- DERCOCENTER. (8 de JUNIO de 2022). Recuperado el 29 de SEPTIEMBRE de 2023, de DERCOCENTER: <https://www.dercocenter.cl/noticias/que-es-el-sistema-de-transmision-en-un-auto#:~:text=El%20sistema%20de%20transmisi%C3%B3n%20es,que%20se%20produzca%20el%20movimiento.>



- FERROVIAL. (s.f.). Recuperado el 29 de SEPTIEMBRE de 2023, de FERROVIAL: <https://www.ferrovial.com/es/stem/motores/#:~:text=Los%20motores%20son%20mecanismos%20capaces,funcionar%20un%20sistema%20o%20maquinaria>.
- FRACTTAL. (s.f.). Obtenido de FRACTTAL: <https://www.fractal.com/es/como-hacer-un-plan-de-mantenimiento>
- García Correa, H. H., & Yarlequé Olaya, V. A. (2018). *“DISEÑO DE UN PLAN INTEGRAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA MAQUINARIA PESADA DE LA EMPRESA INVERSIONES OBERTI S.R.L-PIURA [Tesis de ingeniería; Universidad Nacional de Piura].* Repositorio Institucional. Obtenido de <http://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/1704>
- García Correa, H. H., & Yarlequé Olaya, V. A. (2018). *Diseño de un plan integral de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada de la empresa Inversiones Oberti S.R.L - Piura [Tesis de ingeniería; Universidad Nacional de Piura].* REPOSITORIO INSTITUCIONAL. Obtenido de <http://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/1704>
- García Díaz, M. R. (2019). *Plan de Mantenimiento Industrial en el Beneficio Los Tórez, en el Departamento de Matagalpa, II Semestre, 2018 [Tesis de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, UNAN-Managua].* Repositorio Centroamericano. Obtenido de <http://repositorio.unan.edu.ni/12049/>
- Gutiérrez Martínez, M. J., & Gómez Hernández, M. F. (2021). *Plan de mejora para procesos y procedimientos en el área de mantenimiento vehicular de una empresa de repuestos automotrices ubicada en el distrito I de la zona urbana en la ciudad de Managua, Nicaragua [Universidad Nacional de Ingeniería].* Repositorio Centroamericano. Obtenido de <http://ribuni.uni.edu.ni/4151/>
- Hernández R, Fernández C, Baptista P. (2003). *Metodología de la investigación.* México: Marcela Islas López.
- KOMATSU. (20 de Septiembre de 2022). Obtenido de KOMATSU: <https://www.komatsulatioamerica.com/colombia/maquinaria-pesada-definicion-y-tipos/>
- LEANSOLUTIONS. (s.f.). Obtenido de LEANSOLUTIONS: <https://leansolutions.co/conceptos-lean/lean-manufacturing/amef-analisis-de-modo-y-efecto-de-falla/>
- Loja Loja , F. E., & Yansaguano Toral, J. A. (2021). *Propuesta de un plan de mantenimiento para la flota vehicular y maquinaria pesada mediante el uso del programa SMProg para la Prefectura del Azuay [Proyecto Técnico, Universidad Politécnica Salesiana].* Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana. Obtenido de <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/21240>
- MEM. (Marzo de 2017). Obtenido de MEM: <https://www.mem.gob.ni/wp-content/uploads/2017/03/NTON-05-032-10-Manejo-Ambiental-Aceites-Lubricantes-Usados.pdf>
- Méndez, D. (4 de Octubre de 2019). *ECONOMÍASIMPLE.* Obtenido de ECONOMÍASIMPLE: <https://www.economiasimple.net/glosario/maquinaria>
- Münch Galindo, L. (2009). *Métodos y Técnicas de investigación* (Cuarta edición ed.). México: Trillas.
- Parra, C. (2002). *SCRIBD.* Obtenido de SCRIBD: <https://es.scribd.com/document/443223652/Carlos-Parra-Manual-de-RCM-pdf>



- RAE. (2001). Obtenido de RAE: <https://www.rae.es/drae2001/contexto>
- RELIABILITY. (s.f.). Obtenido de RELIABILITY: <https://reliabilityweb.com/sp/articles/entry/analisis-iso-14224-oreda>
- RELIABILITYWEB. (2023). Obtenido de RELIABILITYWEB: <https://reliabilityweb.com/sp/articles/entry/analisis-iso-14224-oreda>
- REVISTAMEDICA. (25 de AGOSTO de 2020). Obtenido de REVISTAMEDICA: <https://revistamedica.com/protocolo-tecnico-mantenimiento-preventivo-armas-inmovilizacion-neuromuscular-policia-nacional/>
- Rodríguez Castro, F. A. (2019). *PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACION DE UN MODELO DE GESTION DE MANTENIMIENTO EN TROPICAL PARADISE FRUITS COMPANY [Proyecto de Licenciatura en Mantenimiento Industrial; Instituto Tecnológico de Costa Rica]*. REPOSITORIO CENTROAMERICANO. Obtenido de <https://hdl.handle.net/2238/10459>
- SIGNIFICADOS. (2022). Recuperado el 29 de SEPTIEMBRE de 2023, de SIGNIFICADOS: <https://www.significados.com/sistema/>
- Solano Álvarez, A. d. (2021). *Diseño del modelo de gestión de mantenimiento para los equipos mineros de la Mina La Chilena en Holcim Costa Rica [Instituto Tecnológico de Costa Rica, Proyecto de Graduación]*. Repositorio Centroamericano. Obtenido de <https://hdl.handle.net/2238/12299>
- VALUEKEEP. (2020). Obtenido de VALUEKEEP: <https://valuekeep.com/es/plan-de-mantenimiento/#:~:text=El%20plan%20de%20mantenimiento%20es%20un%20documento%20t%C3%A9cnico%20en%20el,necesarios%20para%20llevarlas%20a%20cabo.>
- VALUEKEEP. (2020). Obtenido de VALUEKEEP: <https://valuekeep.com/es/plan-de-mantenimiento/#:~:text=El%20plan%20de%20mantenimiento%20es%20un%20documento%20t%C3%A9cnico%20en%20el,necesarios%20para%20llevarlas%20a%20cabo.>
- Westreicher, G. (1 de Diciembre de 2020). *ECONOMIPEDIA*. Obtenido de ECONOMIPEDIA: <https://economipedia.com/definiciones/mantenimiento.html>



## ANEXOS

### Anexo 1. Entrevista AMEF y Análisis del proceso de mantenimiento

#### ENTREVISTA AMEF (ANÁLISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLAS) Y ANÁLISIS DEL PROCESO DE MANTENIMIENTO. EMPRESA SEMANIC, LARREYNAGA, LEÓN.

Fecha: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_/

Nombre del entrevistador: \_\_\_\_\_

#### Objetivo:

Determinar los modos y efectos de fallas que presentan los diferentes tipos de maquinaria pesada, además de analizar el sistema de gestión del mantenimiento actual en la empresa SemaNic.

#### Datos del entrevistado:

Nombre: \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_

Sexo: Masculino  Femenino

Cargo laboral: \_\_\_\_\_

#### Indicaciones:

A continuación, se presentarán una serie de preguntas las cuales tienen como finalidad recolectar información sobre el mantenimiento a maquinaria pesada, por lo que se solicita responderlas con sinceridad y objetividad.

#### Preguntas:

1. ¿Cómo es la gestión del proceso de mantenimiento actual? ¿Cuáles son los problemas más frecuentes que se presentan? Y ¿Qué se podría mejorar?



2. ¿Los trabajadores en el proceso de mantenimiento a la maquinaria pesada son los suficientes? En caso, de no serlo necesarios ¿Cuál es la cantidad de trabajadores que se debería utilizar por cada tipo de maquinaria?
  
3. ¿Se cuenta con los equipos y/o herramientas necesarios en el proceso de mantenimiento? Y si no se cuentan o son limitadas ¿Cómo se reparan fallas; se realizan mantenimientos periódicos y se remplazan piezas?
  
4. ¿Cuál es la cantidad de “Fallas funcionales” que pueden ocurrir por mes en los diferentes tipos de maquinaria pesada y liste las principales por cada uno de los sistema? Entiéndase por “Falla funcional” como un conjunto de fallas no previsible.

<b>Cargador Frontal</b>	<b>Jumbo Emperador</b>	<b>Camión MIXER</b>
<b>Sistema Estructural</b>	<b>Sistema Estructural</b>	<b>Sistema Estructural</b>
<b>Sistema del Motor</b>	<b>Sistema del Motor</b>	<b>Sistema del Motor</b>
<b>Sistema Hidráulico</b>	<b>Sistema Hidráulico</b>	<b>Sistema Hidráulico</b>



**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES**  
**CULMINACIÓN DE PENSUM EN PROYECTO DE GRADUACIÓN**

<b>Sistema Eléctrico</b>	<b>Sistema Eléctrico</b>	<b>Sistema Eléctrico</b>
<b>Sistema de Transmisión</b>	<b>Sistema de Transmisión</b>	<b>Sistema de Transmisión</b>
<b>Sistema de Frenos</b>	<b>Sistema de Frenos</b>	<b>Sistema de Frenos</b>
<b>Sistema Mecánico</b>	<b>Sistema Mecánico</b>	<b>Sistema Mecánico</b>

<b>Shotcrete</b>	<b>Camión Bajo Perfil</b>	<b>Telehandlers</b>
<b>Sistema Estructural</b>	<b>Sistema Estructural</b>	<b>Sistema Estructural</b>



**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES**  
CULMINACIÓN DE PENSUM EN PROYECTO DE GRADUACIÓN

<b>Sistema del Motor</b>	<b>Sistema del Motor</b>	<b>Sistema del Motor</b>
<b>Sistema Hidráulico</b>	<b>Sistema Hidráulico</b>	<b>Sistema Hidráulico</b>
<b>Sistema Eléctrico</b>	<b>Sistema Eléctrico</b>	<b>Sistema Eléctrico</b>
<b>Sistema de Transmisión</b>	<b>Sistema de Transmisión</b>	<b>Sistema de Transmisión</b>
<b>Sistema de Frenos</b>	<b>Sistema de Frenos</b>	<b>Sistema de Frenos</b>
<b>Sistema Mecánico</b>	<b>Sistema Mecánico</b>	<b>Sistema Mecánico</b>



**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES**  
**CULMINACIÓN DE PENSUM EN PROYECTO DE GRADUACIÓN**

--	--	--

5. ¿Cuál es la cantidad de “Modo de fallas” que pueden ocurrir por mes en los diferentes tipos de maquinaria pesada y liste las principales por cada uno de los sistema? Entiéndase por “Modo de falla” como la forma que el sistema deja de funcionar o desempeñar su función correctamente.

<b>Cargador Frontal</b>	<b>Jumbo Emperador</b>	<b>Camión MIXER</b>
<b>Sistema Estructural</b>	<b>Sistema Estructural</b>	<b>Sistema Estructural</b>
<b>Sistema del Motor</b>	<b>Sistema del Motor</b>	<b>Sistema del Motor</b>
<b>Sistema Hidráulico</b>	<b>Sistema Hidráulico</b>	<b>Sistema Hidráulico</b>
<b>Sistema Eléctrico</b>	<b>Sistema Eléctrico</b>	<b>Sistema Eléctrico</b>



**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES**  
**CULMINACIÓN DE PENSUM EN PROYECTO DE GRADUACIÓN**

<b>Sistema de Transmisión</b>	<b>Sistema de Transmisión</b>	<b>Sistema de Transmisión</b>
<b>Sistema de Frenos</b>	<b>Sistema de Frenos</b>	<b>Sistema de Frenos</b>
<b>Sistema Mecánico</b>	<b>Sistema Mecánico</b>	<b>Sistema Mecánico</b>

<b>Shotcrete</b>	<b>Camión Bajo Perfil</b>	<b>Telehandlers</b>
<b>Sistema Estructural</b>	<b>Sistema Estructural</b>	<b>Sistema Estructural</b>
<b>Sistema del Motor</b>	<b>Sistema del Motor</b>	<b>Sistema del Motor</b>



**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES**  
CULMINACIÓN DE PENSUM EN PROYECTO DE GRADUACIÓN

<b>Sistema Hidráulico</b>	<b>Sistema Hidráulico</b>	<b>Sistema Hidráulico</b>
<b>Sistema Eléctrico</b>	<b>Sistema Eléctrico</b>	<b>Sistema Eléctrico</b>
<b>Sistema de Transmisión</b>	<b>Sistema de Transmisión</b>	<b>Sistema de Transmisión</b>
<b>Sistema de Frenos</b>	<b>Sistema de Frenos</b>	<b>Sistema de Frenos</b>
<b>Sistema Mecánico</b>	<b>Sistema Mecánico</b>	<b>Sistema Mecánico</b>



6. ¿Cuál es la cantidad de “Efectos de fallas” que pueden ocurrir por mes en los diferentes tipos de maquinaria pesada y liste las principales por cada uno de los sistemas? Entiéndase por “Efecto de fallas” como las consecuencias que puede generar una falla.

<b>Cargador Frontal</b>	<b>Jumbo Emperador</b>	<b>Camión MIXER</b>
<b>Sistema Estructural</b>	<b>Sistema Estructural</b>	<b>Sistema Estructural</b>
<b>Sistema del Motor</b>	<b>Sistema del Motor</b>	<b>Sistema del Motor</b>
<b>Sistema Hidráulico</b>	<b>Sistema Hidráulico</b>	<b>Sistema Hidráulico</b>
<b>Sistema Eléctrico</b>	<b>Sistema Eléctrico</b>	<b>Sistema Eléctrico</b>
<b>Sistema de Transmisión</b>	<b>Sistema de Transmisión</b>	<b>Sistema de Transmisión</b>



**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES**  
**CULMINACIÓN DE PENSUM EN PROYECTO DE GRADUACIÓN**

<b>Sistema de Frenos</b>	<b>Sistema de Frenos</b>	<b>Sistema de Frenos</b>
<b>Sistema Mecánico</b>	<b>Sistema Mecánico</b>	<b>Sistema Mecánico</b>

<b>Shotcrete</b>	<b>Camión Bajo Perfil</b>	<b>Telehandlers</b>
<b>Sistema Estructural</b>	<b>Sistema Estructural</b>	<b>Sistema Estructural</b>
<b>Sistema del Motor</b>	<b>Sistema del Motor</b>	<b>Sistema del Motor</b>
<b>Sistema Hidráulico</b>	<b>Sistema Hidráulico</b>	<b>Sistema Hidráulico</b>



**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES**  
CULMINACIÓN DE PENSUM EN PROYECTO DE GRADUACIÓN

<b>Sistema Eléctrico</b>	<b>Sistema Eléctrico</b>	<b>Sistema Eléctrico</b>
<b>Sistema de Transmisión</b>	<b>Sistema de Transmisión</b>	<b>Sistema de Transmisión</b>
<b>Sistema de Frenos</b>	<b>Sistema de Frenos</b>	<b>Sistema de Frenos</b>
<b>Sistema Mecánico</b>	<b>Sistema Mecánico</b>	<b>Sistema Mecánico</b>

Fuente: Elaboración de autores.



**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES**  
**CULMINACIÓN DE PENSUM EN PROYECTO DE GRADUACIÓN**

**Anexo 2. Formato de orden de trabajo de mantenimiento (OTM)**

	<b>ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO</b>		<b>N° OTM</b>	—
			<b>FECHA DE EMISIÓN</b>	—
Elaborado por:	—			
Revisado por:	—			
Aprobado por:	—			
<b>I - DATOS GENERALES</b>				
Fecha de inicio:	—	Fecha de finalización:	—	
Nombre del equipo:	—	Código del equipo:	—	
<b>II - DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO</b>				
<b>N°</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES A REALIZAR</b>			
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
<b>III - TIPO DE MANTENIMIENTO</b>				
Preventivo		Correctivo		Predictivo
<b>IV - MATERIALES</b>				
<b>N°</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>CARACTERÍSTICA</b>		<b>CANTIDAD</b>
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

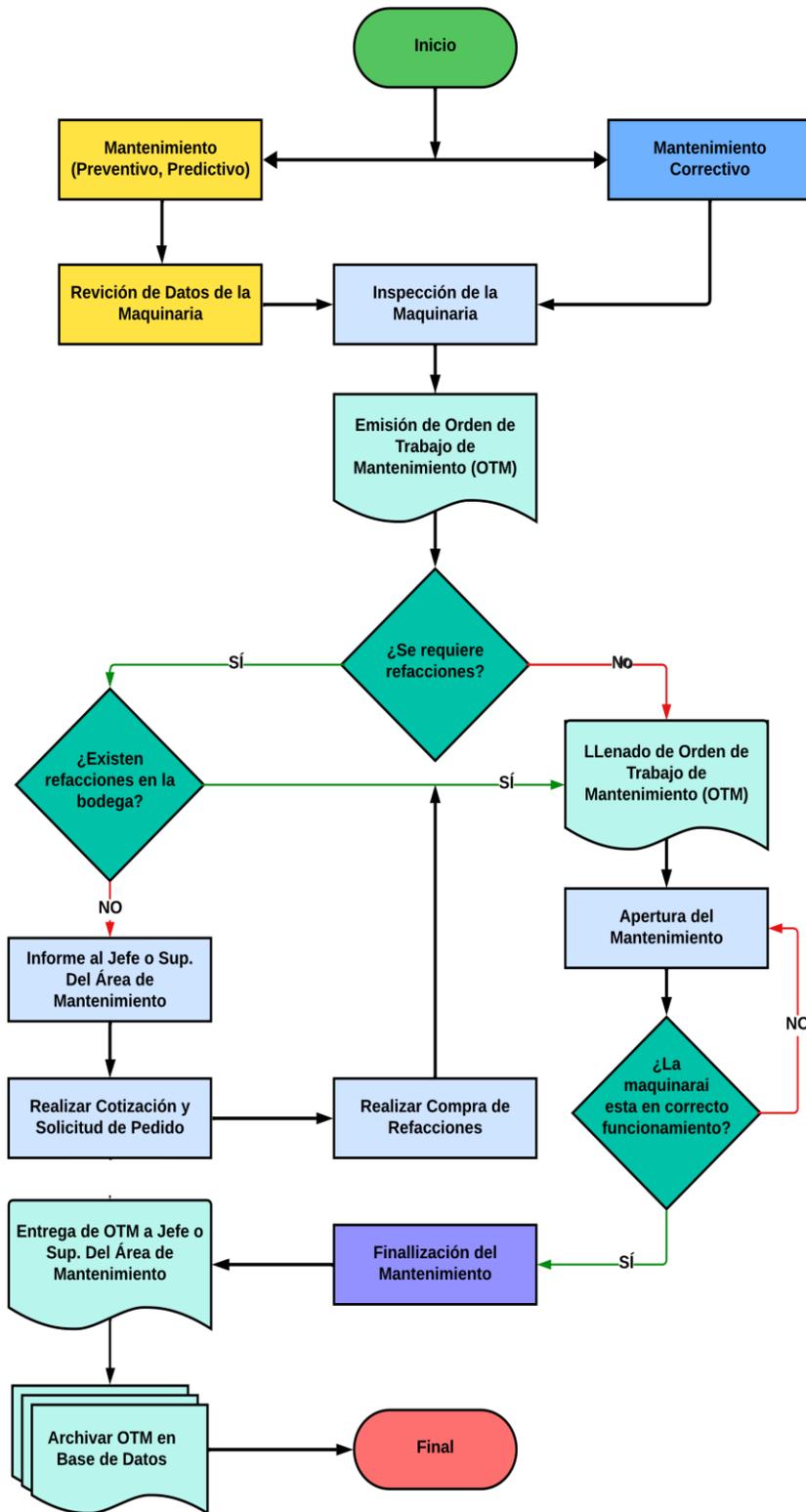


**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES**  
**CULMINACIÓN DE PENSUM EN PROYECTO DE GRADUACIÓN**

V - EJECUTORES		VI - OBSERVACIONES
Nombres y Apellidos	Firma	
VII - APERTURA DEL TRABAJO		VIII - CIERRE DEL TRABAJO
<p align="center">_____</p> <p align="center">Nombre y Firma del Jefe o Sup. Del área de mantenimiento</p>		<p align="center">_____</p> <p align="center">Nombre y Firma del Jefe o Sup. Del área de mantenimiento</p>
<p align="center">_____</p> <p align="center">Nombre y Firma del supervisor del trabajo</p>		<p align="center">_____</p> <p align="center">Nombre y Firma del supervisor del trabajo</p>

Fuente: Elaboración de autores.

**Anexo 3. Diagrama de flujo de orden de trabajo de mantenimiento**



Fuente: Elaboración de autores.

**Anexo 4. Formato de inspección diaria**

	<b>FORMATO DE INSPECCIÓN DIARIA DE MAQUINARIA</b>		<b>N° FID</b>	—											
			<b>FECH A</b>	—											
Elaborado por:	—														
Realizado por:	—														
Aprobado por:	—														
<b>I - DATOS GENERALES</b>															
Nombres del operador:	—														
Equipo:	—	Código del equipo:	—												
Fecha de inicio:	—	Fecha de finalización:	—												
<b>II - INSPECCIÓN</b>															
N°	COMPONENTES	LUN.		MAR.		MIÉ.		JUE.		VIE.		SAB.		DOM.	
		B	M	B	M	B	M	B	M	B	M	B	M	B	M
1	Luces delanteras														
2	Luces traseras														
3	Cinturón de seguridad														
4	Extintor de 10lbs PQS														
5	Asiento del operador														
6	Controles e interruptores														
7	Tablero de control														
8	Alarma de emergencia y														
9	Escaleras y apoyos de acceso														
10	Sistema hidráulico														
11	Horómetro														
12	Estado de las ruedas														
13	Indicador de ángulo														
14	Conos o cintas de señalización														
15	Estado de transmisión														

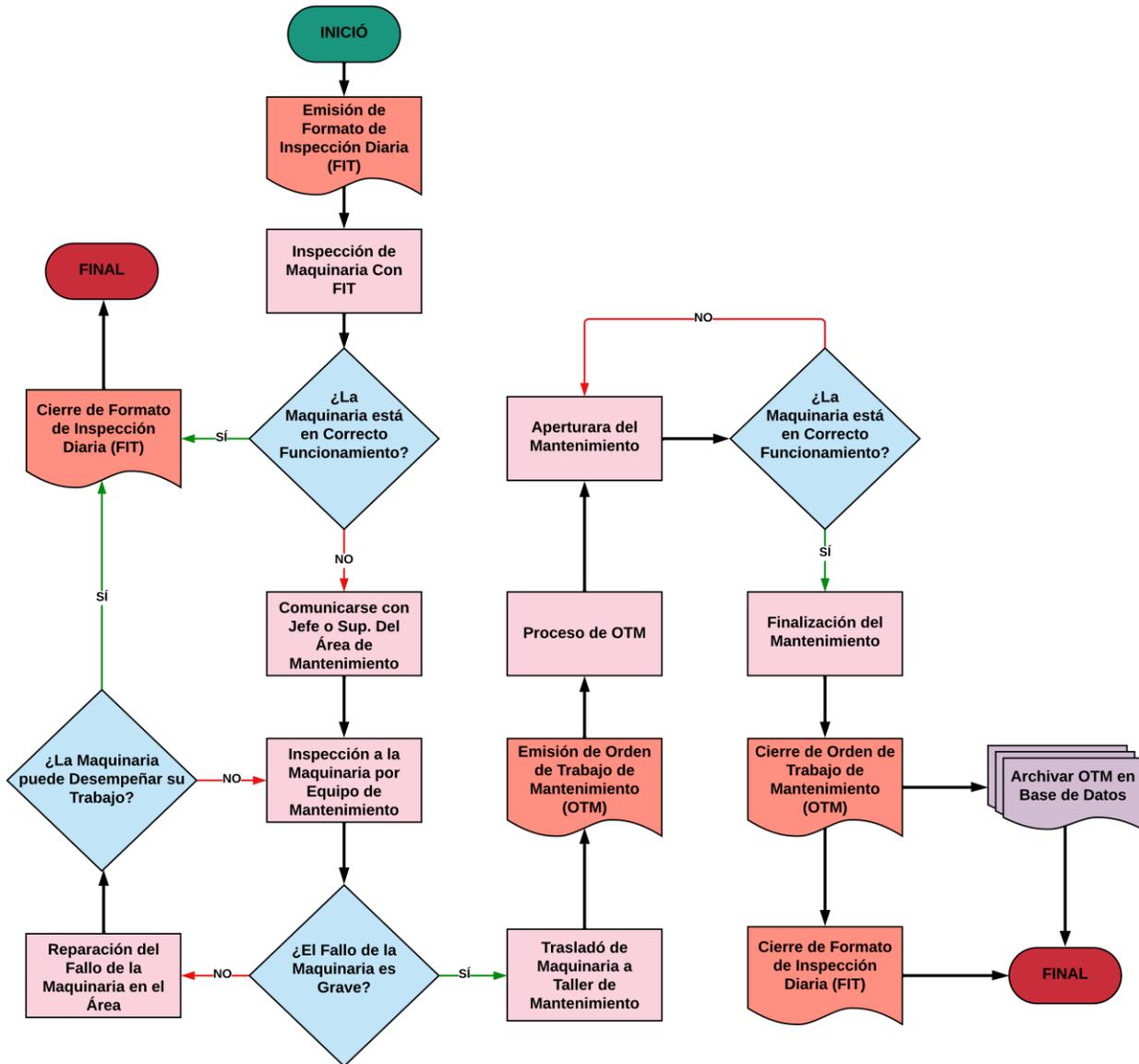


16	Estado de dirección													
17	Sistema de frenos													
18	Sistema eléctrico													
19	Estado general de la estructura													
20	Espejos													
21	Indicadores del motor													
22	Sistemas móviles													

<b>IV - OBSERVACIONES</b>														

Fuente: Elaboración de autores.

**Anexo 5. Diagrama de flujo de inspección diaria**



Fuente: Elaboración de autores.

**Anexo 6. Ficha técnica de Cargador Frontal Scooptram ST1030**

	<b>FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA PESADA</b>
--	---

Elaborado por:	—
Revisado por:	—
Aprobado:	—

**I - DATOS GENERALES DE LA MAQUINARIA**

Maquinaria:	Cargador Frontal	Año:	2011
Modelo:	ST1030	Código:	PS008
Marca:	Atlas Copco	Sección de trabajo:	Subterráneo
Fabricante:	Epiroc	Área:	Veta Nueva MT

**II - DIMENSIONES**

Peso:	26.3 Toneladas	Altura:	2.2 m
Ancho:	2.6 m	Largo:	5.3 m

**III - REFERENCIA DE LA MAQUINARIA**



**IV - CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

<b>Motor</b>	
Motor diésel Cummins	QSL9
Potencia nominal a 2100 rpm	250KW / 335 CV
Par máximo a 1400 rpm	1085 Nm
<b>Transmisión</b>	
Funk DF250	4 Vel. Av/At 224-313 KW / 300-400 CV
<b>Sistema Hidráulico</b>	
Capacidad de deposito hidráulico	189 L
2 x cilindro de dirección vástagos	Diámetro 90 mm



**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES**  
**CULMINACIÓN DE PENSUM EN PROYECTO DE GRADUACIÓN**

2 x Cilindros de basculación / Izamiento	Diámetro 160mm
Cilindro estabilizador, vástagos	Diámetro 200 mm
Presión máxima del sistema	224 bar (3250 psi)
<b>Pala</b>	
Densidad del material (T/m <sup>3</sup> )	2,0
Volumen nominal apliado (m <sup>3</sup> )	5,0
Anchura de pala (mm)	2448
<b>Neumáticos</b>	
18,00Rx25 Radial	Parte Delantera: 7,0 ± 0,2 bar
	Parte Trasera: 4,5 ± 0,2 bar
<b>Frenos</b>	
Disco múltiple húmedo de refrigeración por potencia y encapsulados en extremos	
Precarga de acumulador	Bar: 83 ± 2 / Psi: 1200 ± 30
<b>Ejes</b>	
Diferencial, extremo delantero	Deslizamiento estándar
Diferencial, extremo trasero	Anti patinaje
Grado de oscilación	20° (10° a cada lado)

Fuente: Elaboración de autores.

**Anexo 7. Ficha técnica de Jumbo Emperador BOLTER 99**

	<h3>FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA PESADA</h3>
--	---

Elaborado por:	—
Revisado por:	—
Aprobado:	—

**I - DATOS GENERALES DE LA MAQUINARIA**

Maquinaria:	Jumbo Emperador	Año:	2020
Modelo:	BOLTER 99	Código:	J009
Marca:	Resemin	Sección de trabajo:	Subterráneo
Fabricante:	Resemin	Área:	Veta Nueva MT

**II - DIMENSIONES**

Peso:	16.2 Toneladas	Altura:	3.4 m
Ancho:	1.850 m	Largo:	11 m

**III - REFERENCIA DE LA MAQUINARIA**



**IV - CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

<b>Motor</b>	
Motor diésel	Deutz BF4L914, Tier II, EPA II
Potencia nominal a 2300 rpm	72.4 KW
<b>Perforadoras</b>	
Potencia de impacto	14 KW
Presión de percusión	110 - 130 bar
Consumo de aceite	0.8 cc/min
Diámetro de perforación	33 - 45 mm
Velocidad de rotación	0 - 193 rpm



**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES**  
**CULMINACIÓN DE PENSUM EN PROYECTO DE GRADUACIÓN**

<b>Carrier</b>	
Motor diésel	Caterpillar C4.4 ACERT, TIER III
Potencia nominal a 2200 rpm	106 KW
Caja de transmisión Powershift	Dana, T20000
Llantas	12.00 x R20
<b>Torreta</b>	
Modelo	T99
Viga doble	RE 5000 Series
Extensión de vigas	340 mm
<b>BOOM</b>	
Modelo	Boom 16.3
Cilindros hidráulicos	Parker
Extensión de Boom	1600 mm
<b>Sistema Eléctrico</b>	
Motor eléctrico	ABB - 55 KW (75 HP)
voltaje	380 - 400 . 550 - 690 - 1,000 VAC
Cargador de batería	IN 32 VAC, 300 W 13 A
Frecuencia	50 - 60 Hz
Cable eléctrico	3 x 1/0 - AWG (50 mm)
<b>Sistema Hidráulico de control</b>	
Presión de trabajo	180 - 200 bar
Válvula de control directo	Parker KA - 18
Bomba de percusión	Rexroth A10V071

Fuente: Elaboración de autores.

**Anexo 8. Ficha técnica de Camión Bajo Perfil AD30**

	<b>FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA PESADA</b>		
Elaborado por:	—		
Revisado por:	—		
Aprobado:	—		
<b>I - DATOS GENERALES DE LA MAQUINARIA</b>			
Maquinaria:	Camión Bajo Perfil	Año:	2012
Modelo:	AD30	Código:	H009
Marca:	CAT	Sección de trabajo:	Subterráneo
Fabricante:	CAT	Área:	Veta Nueva MT
<b>II - DIMENSIONES</b>			
Peso:	60 T	Altura:	26 m
Ancho:	26.9 m	Largo:	10 m
<b>III - REFERENCIA DE LA MAQUINARIA</b>			
<b>IV - CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS</b>			
<b>Motor</b>			
Modelo	CAT C15		
Potencia del motor	299 KW		
Calibre	137.2 mm		
Cilindrado	15.2 L		



**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES**  
CULMINACIÓN DE PENSUM EN PROYECTO DE GRADUACIÓN

<b>Especificaciones de Carga</b>	
Capacidad nominal	30000 Kg
Capacidad bruta	60000 Kg
<b>Transmisión</b>	
Avance - 1	6.3 Km/h
Avance - 2	11.3 Km/h
Avance - 3	20.8 Km/h
Avance - 4	36.7 Km/h
Retroceso - 1	7.1 Km/h
<b>Neumáticos</b>	
Tamaño	26.5 x R25

Fuente: Elaboración de autores.

**Anexo 9. Ficha técnica de Telehandlers TL125**

	<b>FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA PESADA</b>		
Elaborado por:	—		
Revisado por:	—		
Aprobado:	—		
<b>I - DATOS GENERALES DE LA MAQUINARIA</b>			
Maquinaria:	Telehandler	Año:	2014
Modelo:	TL1255	Código:	TH003
Marca:	CAT	Sección de trabajo:	Subterráneo
Fabricante:	Caterpillar	Área:	Veta Nueva MT
<b>II - DIMENSIONES</b>			
Peso:	15 T	Altura:	Hb: 2.54/ Hm: 16.6 m
Ancho:	3.2 m	Largo:	6 m
<b>III - REFERENCIA DE LA MAQUINARIA</b>			
<b>IV - CARRACTERISTICAS TÉCNICAS</b>			
<b>Motor</b>			
Modelo	Cat 4, 4 ACERT Tier III		
Potencia bruta básica	106 kW 142,4 hp		
Diámetro	105 mm		
<b>Sistema hidráulico</b>			
Presión del sistema	276 bar		
Presión hidráulica auxiliar	207 bar		
Capacidad del sistema Hidráulico	151.4 L		
Tanque de combustible	144 L		
Caudal hidráulico auxiliar	38 L/min		



**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES**  
CULMINACIÓN DE PENSUM EN PROYECTO DE GRADUACIÓN

<b>Características de pluma</b>	
Elevación	11.8 s"
Descenso	9.1 s"
Plegado	12.9 s"
Extensión	14.7 s"
Tiro de barra de tracción	100.65 KN
<b>Frenos</b>	
Disco múltiple húmedo de refrigeración por potencia y encapsulados en extremos	
Precarga de acumulador	Bar: 83 ± 2 / Psi: 1200 ± 30
<b>Neumáticos</b>	
Referencia	370/75 - 28 Duraforce MT

Fuente: Elaboración de autores.

**Anexo 10. Ficha técnica de Shotcrete WETKRET 4**



**FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA PESADA**

Elaborado por:	—
Revisado por:	—
Aprobado:	—

**I - DATOS GENERALES DE LA MAQUINARIA**

Maquinaria:	Shotcrete	Año:	2019
Modelo:	Wetcrete 4	Código:	SH003
Marca:	Putzmeister	Sección de trabajo:	Subterráneo
Fabricante:	Putzmeister	Área:	Veta Nueva MT

**II - DIMENSIONES**

Peso:	13 T	Altura:	2.2 m
Ancho:	1.9 m	Largo:	9.2 m

**III - REFERENCIA DE LA MAQUINARIA**



**IV - CARRACTERISTICAS TÉCNICAS**

Motor	
Turbo diesel	4 cilindros
Potencia del motor	55 kw (74 HP) a 2.600 rpm
Transmisión	Hidrostática
Reductoras	2 velocidades en ambas direcciones
Dirección	Articulada hidráulica
Tracción	4WD



**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES**  
**CULMINACIÓN DE PENSUM EN PROYECTO DE GRADUACIÓN**

<b>Sistema Eléctrico</b>	
Motor eléctrico	ABB - 55 KW (75 HP)
voltaje	380 - 400 . 550 - 690 - 1,000 VAC
Cargador de batería	IN 32 VAC, 300 W 13 A
Frecuencia	50 - 60 Hz
Cable eléctrico	3 x 1/0 - AWG (50 mm)
<b>Sistema hidráulico</b>	
Presión del sistema	206 bar
Presión hidráulica auxiliar	127 bar
Capacidad del sistema Hidráulico	151.4 L
Tanque de combustible	120 L
Caudal hidráulico auxiliar	28 L/min
<b>Neumáticos</b>	
Referencia	370/75 - 28 Duraforce MT
<b>Frenos</b>	
Disco múltiple húmedo de refrigeración por potencia y encapsulados en extremos	
Precarga de acumulador	Bar: 83 ± 2 / Psi: 1200 ± 30

Fuente: Elaboración de autores.

**Anexo 11. Ficha técnica de Camión MIXER MIXKRET 4**



**FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA PESADA**

Elaborado por:	—
Revisado por:	—
Aprobado:	—

**I - DATOS GENERALES DE LA MAQUINARIA**

Maquinaria:	Camión MIXER	Año:	2020
Modelo:	MIXKRET 4	Código:	SH004
Marca:	Putzmeister	Sección de trabajo:	Subterráneo
Fabricante:	Putzmeister	Área:	Veta Nueva MT

**II - DIMENSIONES**

Peso:	12 T	Altura:	2.5 m
Ancho:	2.2 m	Largo:	6.7 m

**III - REFERENCIA DE LA MAQUINARIA**



**IV - CARRACTERISTICAS TÉCNICAS**

<b>Motor</b>	
Potencia máxima a 2,200 rpm	130 KW / 174 HP
<b>Cuaba mezcladora</b>	
Capacidad máxima de carga	4 m <sup>3</sup>
Velocidad de rotación ajustable	0-2 rpm
Altura de descarga	986-1.431 mm
Tapas de registro	2



**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES**  
CULMINACIÓN DE PENSUM EN PROYECTO DE GRADUACIÓN

<b>Bomba de agua de alta presión</b>	
Presión MAX.	200 bar
Caudal	30 L/min
Longitud de manguera	15 m
Deposito de agua	200 L
<b>Sistema Eléctrico</b>	
Motor eléctrico	ABB - 55 KW (75 HP)
voltaje	380 - 400 . 550 - 690 - 1,000 VAC
Cargador de batería	IN 32 VAC, 300 W 13 A
Frecuencia	50 - 60 Hz
Cable eléctrico	3 x 1/0 - AWG (50 mm)
<b>Frenos</b>	
Disco múltiple húmedo de refrigeración por potencia y encapsulados en extremos	
Precarga de acumulador	Bar: 83 ± 2 / Psi: 1200 ± 30
<b>Neumáticos</b>	
Referencia	Mine D2 12.00 R20

Fuente: Elaboración de autores.



**Anexo 12. Ficha de validación del instrumento por juicio de expertos**

**I. Datos generales:**

**Apellidos y nombres del informante:** Emilio Moharet Reyes Barboza.

**Grado académico:** Master Business Administration.

**Instituto donde labora:** Excel Automotriz

**II. Aspectos de validación (Calificación cuantitativa)**

INDICADORES DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO	CRITERIOS CUALITATIVOS	Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno	Excelente
		(1-10)	(10-13)	(14-16)	(17-18)	(19-20)
		1	2	3	4	5
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado.					
2. OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables.					
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la investigación.					
4. ORGANIZACIÓN	Existe un constructo lógico en los ítems.					
5. SUFICIENCIA	Valora las dimensiones en cantidad y calidad.					
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para cumplir con los objetivos trazados.					
7. CONSISTENCIA	Utiliza suficientes referentes bibliográficos.					



**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES**  
**CULMINACIÓN DE PENSUM EN PROYECTO DE GRADUACIÓN**

8. COHERENCIA	Entre Hipótesis dimensiones e indicadores.					
9. METODOLOGÍA	Cumple con los lineamientos metodológicos.					
10. PERTINENCIA	Es asertivo y funcional para la Ciencia.					
Sub Total						
Total						

**Valoración cuantitativa (Total /10): ..... 19.1**

**Valoración cualitativa: ..... Aceptable**

**Valoración de aplicabilidad: ..... Aceptable**

**Leyenda:**

**01-13      Improcedente**

**14-16      Aceptable con recomendaciones**

**17-20      Aceptable**

**Lugar:** Universidad de Ciencias  
 Comerciales (UCC), sede León.

**Firma:** .....

**Fecha:** 15 de octubre del año 2023.

Fuente: Elaboración de autores.

*Nota.* La valoración cuantitativa para validar la entrevista como apta para su aplicación, fue realizada por el MBA. Emilio Moharet Reyes Barboza, tutor técnico del presente proyecto de graduación.

**Anexo 13. Análisis AMEF de Cargador frontal Scooptram ST1030**

<b>ANÁLISIS AMEF DE CARGADOR FRONTAL SCOOPTRAM ST1030</b>			
<b>SISTEMA</b>	<b>FALLA FUNCIONAL</b>	<b>MODOS DE FALLAS</b>	<b>EFECTOS DE FALLA</b>
<b>ESTRUCTURAL</b>	Rajaduras en el BUCKET	Mala operación/ Exceso de la capacidad	Descarrilamiento de las articulaciones.
	Desgaste de pines	Uso prolongado más de la vida útil/ Quebradura/ Mala operación de la maquinaria	Deformación del cucharón
	Desgaste o quebradura soporte principal y acoples (BOOM)	Ojales de los acoples desgastados/ Espaciadores desgastados/ Desgaste de pines	El sistema de carga del BUCKET no funciona/ Descarrilamiento del sistema de carga/ Cambiar copas y pines
	Corrosión en mecanismos o estructuras	Exposición constante a agentes corrosivos/ Desgaste de pintura	Quebraduras o descastes en piezas en los sistemas afectados
<b>MOTOR</b>	Recalentamiento del motor	Nivel de aceite demasiado alto o bajo/ Conducto de ventilación obstruido/ Fuga u obstrucción en el sistema de refrigeración	Cambio del motor y/o de los sistemas, piezas, mecanismo afectados
	Consumo excesivo de aceite	Filtro de aire sucio/ Fuga de aceite/ Filtro de aceite defectuoso	Cambio de piezas, y/o mecanismos dañados
	Motor no enciende o se dificulta el arranque	Tuberías de alimentación de combustible obstruido/ Conexión de cables eléctricos	Cambio de inyectores/ Cambio de filtro de separación/ Calibración de válvulas de admisión y escape

		flojos u oxidados/ Bajo nivel de aceite	
	El motor no desarrolla la potencia necesaria o es baja	Inyectores dañados/ Fugas en el conducto de aire de sobrealimentación/ Nivel de aceite lubricante demasiado alto o bajo	Cambio de filtros de aire/ Ajustar las tuberías de alimentación de combustible
	Inyectores de combustible sucios o dañados	Tanque de combustible sucio/ Filtro de combustible sucio u obstruido/ Manguera obstruida/	Maquinaria no enciende / consumo excesivo de combustible
<b>HIDRÁULICO</b>	Bomba de lubricación dañada	Presión de aire baja/ Bajo nivel de aceite de lubricación/ Conexión eléctrica dañada del sensor de nivel de aceite de lubricación	Cambio de los componentes de la bomba/ Fugas de líquido de lubricación
	Filtros dañados	Contaminación/Alta presión de filtración/ Uso prolongado	Cambio de filtros/ Contaminación/ Fugas
	Contaminación del aceite hidráulico	Filtro de retorno y respiradero en mal estado/ Mezcla de diferentes tipos de aceite/ Vástagos y limpiadores dañados por los cilindros hidráulicos	Disminución de la capacidad de lubricación/ Daños al sistema hidráulico/ Reducción de la eficiencia del sistema



**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES**  
**CULMINACIÓN DE PENSUM EN PROYECTO DE GRADUACIÓN**

	Mangueras hidráulicas dañadas	Tiempo de vida/ Calidad del material/ Mala operación	Ruptura de fajas/ Afectar otros sistemas/ Cambio de mangueras hidráulicas
	Fuga de aceite de los cilindros hidráulicos	Restricción en la admisión / Sensores corroídos / Falta de presión.	No genera presión al sistema
<b>ELÉCTRICO</b>	Sistema de luces en mal estado o dañadas	Humedad en el sistema eléctrico/ Cableado dañado o no están conectados correctamente/ Focos dañados	Cambio del sistema de luces/ Luces funcionan irregularmente
	Batería dañada	Alternador cruzado/ Bornes sulfatados/ Falta de ácido de batería/ Placas dañadas.	No energiza maquinaria/ Cambio de batería
	Solenoide y BENDIX de arranque dañados	Carbones desgastados / Recalentamiento del estator/ Cables de corriente en mal estado / Fusibles deteriorados.	Maquinaria no enciende.
	Componentes eléctricos y electrónicos dañados	Humedad en el sistema eléctrico/ Cableado dañado o no están conectados correctamente/ Contaminación por fuga de líquido	Algunas o todas las funciones eléctricas de la maquinaria dejan de funcionar
<b>TRANSMISIÓN</b>	Crucetas cardan desbocadas	Mala operación/ falta de lubricación/ Desalineamiento del cardan/ Uso prolongado más del tiempo de vida.	Descarrilamiento del cardan/ Maquinaria no avanza

	Perdida de aceite	Juntas defectuosas/ Conductos con fisuras/ Aumento de la presión del líquido/ Contaminación	Desgaste de los sincronizadores/ Desgaste o daño en otras piezas/ Dificultad de desarrollar la potencia requerida/ Recalentamiento
<b>FRENOS</b>	Desgaste en pistones secundario y retardo	Mulle del pistón secundario desgastado o quebrado/ Baja presión del sistema hidráulico/ Uso prolongado de las placas y discos	La maquinaria no puede o se le dificulta frenar/ Cambio de pistones/ Fuga de aceite refrigerante
	Freno no acciona	Circuito de descarga cerrado/ Disco de freno desgastado/ Mangueras de descarga obstruidas o de menor diámetro	Cambio de válvulas de descarga/ La maquinaria no frena/ Pérdida del control sobre la maquinaria/ Cambiar sistema de frenado
	Freno no libera	Válvula de carga dañada/ Bomba de carga desgastada/ Válvula de secuencia mal ajustada, desgastada o dañada	Cambiar el pulsador de freno/ Cambio de válvula de carga/ La maquinaria no avanza/ Limpieza o cambio de válvulas de descargar
	Fuga de aceite de enfriamiento	Desgaste o daño en los conductores hidráulicos/ Sellos desgastados o dañados/ Válvula de carga dañada u obstruida	Aumento en la temperatura en el sistema de frenado/ La maquinaria no puede o se le dificulta frenar/ Desgaste de disco

Fuente: Elaboración de autores.

**Anexo 14. Análisis NPR de Cargador Frontal Scooptram ST1030**

<b>ANÁLISIS NPR DE CARGADOR FRONTAL SCOOPTRAM ST1030</b>						
<b>Sistema</b>	<b>Ítem</b>	<b>Descripción de la falla</b>	<b>Seve.</b>	<b>Ocur.</b>	<b>Dete.</b>	<b>NPR</b>
<b>Estructural</b>	1	Rajaduras en el BUCKET	6	5	3	90
	2	Desgaste de pines	8	7	5	280
	3	Desgaste o quebradura soporte principal y acoples (BOOM)	9	4	2	72
	4	Corrosión en mecanismos o estructuras	7	7	3	147
<b>Motor</b>	5	Recalentamiento del motor	10	5	6	300
	6	Consumo excesivo de aceite	7	4	2	56
	7	Motor no enciende o se dificulta el arranque	7	5	2	70
	8	Inyectores de combustible sucios o dañados	8	7	5	280
	9	El motor no desarrolla la potencia necesaria o es baja	7	4	2	56
<b>Hidráulico</b>	10	Bomba de lubricación dañada	9	4	7	252
	11	Filtros dañados	9	4	4	144
	12	Contaminación del aceite hidráulico	9	4	6	216
	13	Mangueras hidráulicas dañadas	7	6	8	336
	14	Fuga de aceite por sellos dañados	8	7	5	280
<b>Eléctrico</b>	15	Sistema de luces en mal estado o dañadas	7	4	3	84
	16	Batería dañada	6	4	3	72
	17	Solenoide y BENIX arrancador dañados	7	8	5	280
	18	Componentes eléctricos y electrónicos dañados	7	5	4	140
<b>Transmisión</b>	19	Crucetas cardan desbocadas	8	6	6	288
	20	Perdida de aceite	8	4	4	128



**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES**  
CULMINACIÓN DE PENSUM EN PROYECTO DE GRADUACIÓN

<b>Frenos</b>	21	Desgaste en pistones secundario y primario	8	4	7	224
	22	Freno no acciona	9	5	3	135
	23	Freno no libera	9	4	3	108
	24	Fuga de aceite de enfriamiento	9	3	4	108

Fuente: Elaboración de autores.

**Anexo 15. Análisis AMEF de Jumbo Emperador BOLTER 99**

<b>ANÁLISIS AMEF DE JUMBO EMPERADOR BOLTER 99</b>			
<b>SISTEMA</b>	<b>FALLA FUNCIONAL</b>	<b>MODOS DE FALLAS</b>	<b>EFECTOS DE FALLA</b>
<b>ESTRUCTURAL</b>	Corrosión en mecanismos o estructuras	Exposición constante a agentes corrosivos/ Desgaste de pintura	Quebraduras o descastes en piezas en los sistemas afectados
	Rotura de barra de Torreta	Golpes y/o rajaduras/ Desalineamiento de vigas con la perforadora/ Mala operación	Cambiar los componentes de deslizamiento de la perforadora y las vigas/ Descarrilamiento del sistema de perforación
	Desgaste de vigas de Torreta	Falta de limpieza/ Latinas inoxidable desgastadas/ Extensión en exceso de la vida útil de las placas deslizantes	Rotura de las vigas/ Cambio de vigas y placas deslizantes/ Descarrilamiento del sistema de preformación
	Desgaste de soporte principal y acoples (BOOM)	Ojales de los acoples desgastados/ Espaciadores desgastados/ Desgaste de pines	El sistema de carga del BUCKET no funciona/ Descarrilamiento del sistema de carga/ Cambiar copas y pines
<b>MOTOR</b>	Recalentamiento del motor	Nivel de aceite demasiado alto o bajo/ Conducto de ventilación obstruido/ Fuga u obstrucción en el sistema de refrigeración	Cambio del motor y/o de los sistemas, piezas, mecanismo afectados
	Consumo excesivo de aceite	Filtro de aire sucio/ Fuga de aceite/ Filtro de aceite defectuoso	Cambio de piezas, y/o mecanismos dañados
	Motor no enciende o se dificulta el arranque	Tuberías de alimentación de combustible obstruido/ Conexión de cables eléctricos flojos u	Cambio de inyectores/ Cambio de filtro de separación/ Calibración de válvulas de admisión y escape



**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES**  
**CULMINACIÓN DE PENSUM EN PROYECTO DE GRADUACIÓN**

		oxidados/ Bajo nivel de aceite	
	El motor no desarrolla la potencia necesaria o es baja	Inyectores dañados/ Fugas en el conducto de aire de sobrealimentación/ Nivel de aceite lubricante demasiado alto o bajo	Cambio de filtros de aire/ Ajustar las tuberías de alimentación de combustible
	Inyectores de combustible sucios o dañados	Tanque de combustible sucio/ Filtro de combustible sucio u obstruido/ Manguera obstruida/	Maquinaria no enciende / consumo excesivo de combustible
<b>HIDRÁULICO</b>	Baja presión de rotación	Ajuste inadecuado de RPM de rotación/ Válvula reguladora de flujo desgastada/ Fuga interna de aceite por la válvula de control de rotación	Daños en válvula de rimado/ Cambio de bomba de rotación/ El sistema de perforación se vuelve deficiente o no funciona
	Bomba de lubricación dañada	Presión de aire baja/ Bajo nivel de aceite de lubricación/ Conexión eléctrica dañada del sensor de nivel de aceite de lubricación	Cambio de los componentes de la bomba/ Fugas de líquido de lubricación
	Baja presión en el sistema de carga	Bajo nivel de aceite/ Válvula de carga dañada/ Fuga interna de los paquetes de embragues/ Conducto de succión dañado	Cambio de válvula de carga/ Daños a sistemas o piezas vinculados a este
	Contaminación del aceite hidráulico	Filtro de retorno y respiradero en mal estado/ Mezcla de diferentes tipos de aceite/ Vástagos y limpiadores dañados por los cilindros hidráulicos	Disminución de la capacidad de lubricación/ Daños al sistema hidráulico/ Reducción de la eficiencia del sistema

	Mangueras hidráulicas dañadas	Tiempo de vida/ Calidad del material/ Mala operación	Ruptura de fajas/ Afectar otros sistemas/ Cambio de mangueras hidráulicas
<b>ELÉCTRICO</b>	Sistema de luces en mal estado o dañadas	Humedad en el sistema eléctrico/ Cableado dañado o no están conectados correctamente/ Focos dañados	Cambio del sistema de luces/ Luces funcionan irregularmente
	Calentamiento del motor eléctrico	Ventilado dañado/ Rodamientos dañados/ Sub tensión o sobretensión del circuito de alimentación	Cambio de rodamientos del motor/ Cambio de RELE de fase/ El sistema eléctrico no funciona o es deficiente
	Giro invertido del motor eléctrico	Conexión incorrecta del circuito de alimentación/ RELE de secuencia de fase dañado	Cambio de Relé de fase/ Cambio de cableado
	Batería dañada	Alternador cruzado/ Bornes sulfatados/ Falta de ácido de batería/ Placas dañadas.	No energiza maquinaria/ Cambio de batería
	Componentes eléctricos y electrónicos dañados	Humedad en el sistema eléctrico/ Cableado dañado o no están conectados correctamente/ Contaminación por fuga de liquido	Algunas o todas las funciones eléctricas de la maquinaria dejan de funcionar
<b>TRANSMISIÓN</b>	Sobrecalentamiento en la caja de transmisión	Fuga interna por los paquetes de embragues/ Bajo nivel de aceite/ Convertidor de torque con fuga interna/ Operación incorrecta	Cambio de filtro de bomba/ Enfriador sucio/ La transmisión no funciona correctamente/ Fuga de aceite

	Convertidor ruidoso	Bomba de carga desgastada/ Cojinetes desgastados o dañados	Cambio de bomba de carga
	Falta de potencia	Bajas RPM del motor en la parada de convertidor/ Sobrecalentamiento de la caja de transmisión	Cambio de filtro de bomba/ Enfriador sucio/ La transmisión no funciona correctamente
	Baja presión de embrague	Bajo nivel de aceite hidráulico/ Anillos de sellado de pistón o del eje del embrague dañados/ Válvula de purga del pistón del embrague atascada	Cambio de válvula de purga/ Cambio de bomba de carga/ La maquinaria no logra desarrollar la potencia requerida/ La transmisión no funciona
<b>FRENOS</b>	Freno no acciona	Circuito de descarga cerrado/ Disco de freno desgastado/ Mangueras de descarga obstruidas o de menos diámetro	Cambio de válvulas de descarga/ La maquinaria no frena/ Pérdida del control sobre la maquinaria/ Cambiar sistema de frenado
	Freno no libera	Válvula de carga dañada/ Bomba de carga desgastada/ Válvula de secuencia mal ajustada, desgastada o dañada	Cambiar el pulsador de freno/ Cambio de válvula de carga/ La maquinaria no avanza/ Limpieza o cambio de válvulas de descargar
	Desgaste en pistones secundario y retardo	Mulle del pistón secundario desgastado o quebrado/ Baja presión del sistema hidráulico/ Uso prolongado de las placas y discos	La maquinaria no puede o se le dificulta frenar/ Cambio de pistones/ Fuga de aceite refrigerante
	Fuga de aceite de enfriamiento	Desgaste o daño en los conductores hidráulicos/ Sellos desgastados o dañados/ Válvula de carga dañada u obstruida	Aumento en la temperatura en el sistema de frenado/ La maquinaria no puede o se le dificulta frenar/ Desgaste de disco

<b>MECÁNICO</b>	Alta temperatura de la perforadora	Nivel bajo de aceite hidráulico/ Fugas internas/ Alta temperatura del aceite hidráulico/ Demasiada percusión en vacío	Cambio de diagrama/ Cambio de enfriador hidráulico/ Cambio de perforadora por desgaste
	Desgaste prematuro del guiding ring	Falta de lubricación/ Columna de perforación desalineada/ Bocina de los centralizadores desgastados	Cambio de SHANK y de GUIDING RING/ Cambio de las bocinas y pines/ Cambio de sellos
	Rotura de cadena	Falta de limpieza/ Tensión de ajuste excesivo/ Tención de ajuste deficiente/ Sprocket con desgaste	Cambio de SPROKET/ Cambio de cadena/ El sistema de perforación no funciona
	Fuga de aceite por los cuerpos de la perforadora	Rotura de sellos principales del mecanismo de percusión/ Rotura de sellos del sistema de amortiguación/ Pernos de sujeción desajustados	El sistema de perforación deja de funcionar/ Cambio de cuerpos de la perforadora
	Cable REEL no jira	Mangueras obstruidas/ Cadenas dañadas / Rodamientos trabados o quebrados/ Eje de motor hidráulico quebrado	Reemplazo de válvula de alivio/ Reemplazo de cadenas/ Cambio de cable RELE
	Sobrecalentamiento del sistema de rotación	Falta de lubricación/ Rodamientos desgastados o dañados/ Altas RPM del sistema de rotación/ Engranaje solint nut desgastado	Cambio de SPLINED NUT y de SHANK/ Cambio de motor de rotación/ Cambio de bomba de rotación

Fuente: Elaboración de autores.

**Anexo 16. Análisis NPR de Jumbo Emperador BOLTER 99**

<b>ANÁLISIS NPR DE JUMBO EMPERADOR BOLTER 99</b>						
<b>Sistema</b>	<b>Ítem</b>	<b>Descripción de la falla</b>	<b>Seve.</b>	<b>Ocur.</b>	<b>Dete.</b>	<b>NPR</b>
<b>Estructural</b>	1	Corrosión en mecanismos o estructuras	7	7	3	147
	2	Rotura de barra de Torreta	10	4	3	120
	3	Desgaste de vigas de Torreta	7	5	4	140
	4	Desgaste de soporte principal y acoples (BOOM)	8	4	4	128
<b>Motor</b>	5	Recalentamiento del motor	10	5	6	300
	6	Consumo excesivo de aceite	7	3	2	42
	7	Motor no enciende o se dificulta el arranque	7	4	1	28
	8	El motor no desarrolla la potencia necesaria o es baja	7	4	6	168
	9	Inyectores de combustible sucios o dañados	8	7	5	280
<b>Hidráulico</b>	10	Baja presión de rotación	8	5	6	240
	11	Bomba de lubricación dañada	9	4	7	252
	12	Baja presión en el sistema de carga	7	4	6	168
	13	Contaminación del aceite hidráulico	9	4	6	216
	14	Mangueras hidráulicas dañadas	7	6	8	336
<b>Eléctrico</b>	15	Sistema de luces en mal estado o dañadas	7	4	3	84
	16	Calentamiento del motor eléctrico	9	6	6	324
	17	Giro invertido del motor eléctrico	5	4	7	140
	18	Batería dañada	6	4	3	72

	19	Componentes eléctricos y electrónicos dañados	7	5	4	140
<b>Transmisión</b>	20	Sobrecalentamiento en la caja de transmisión	7	4	4	112
	21	Convertidor ruidoso	5	5	5	125
	22	Falta de potencia	7	3	2	42
	23	Baja presión de embrague	7	4	4	112
<b>Frenos</b>	24	Freno no acciona	9	5	6	270
	25	Freno no libera	9	5	6	270
	26	Desgaste en pistones secundario y primario	8	4	7	224
	27	Fuga de aceite de enfriamiento	9	3	4	108
<b>Mecánico</b>	28	Alta temperatura de la perforadora	9	7	4	252
	29	Desgaste prematuro del guiding ring	7	7	4	196
	30	Rotura de cadena	10	5	2	100
	31	Fuga de aceite por los cuerpos de la perforadora	9	6	3	162
	32	Cable REEL no jira	7	5	3	105
	33	Sobrecalentamiento del sistema de rotación	9	7	4	252

Fuente: Elaboración de autores

**Anexo 17. Análisis AMEF de Camión MIXER MIXKRET 4**

<b>ANÁLISIS AMEF DE CAMIÓN MIXER MIXKRET 4</b>			
<b>SISTEMA</b>	<b>FALLA FUNCIONAL</b>	<b>MODOS DE FALLAS</b>	<b>EFFECTOS DE FALLA</b>
<b>ESTRUCTURAL</b>	Grieta en tambor	Mala operación/ Exposición a altas temperaturas/ restos de materiales en las paredes del tambor	Derrame de mezcla
	Obstrucción en tolva de carga	Cemento fraguado en la boca de la tolva	Obstrucción para añadir los materiales de mezcla
	Desgaste en torceduras de chasis	Golpes con otros objetos/ Exceso de velocidad al momento de operar la maquinaria	Quebraduras o desgaste en el sistema estructural
	Corrosión en mecanismos o estructuras	Exposición constante a agentes corrosivos/ Desgaste de pintura	Quebraduras o descastes en piezas en los sistemas afectados
<b>MOTOR</b>	Recalentamiento del motor	Nivel de aceite demasiado alto o bajo/ Conducto de ventilación obstruido/ Fuga u obstrucción en el sistema de refrigeración	Cambio del motor y/o de lo sistemas, piezas, mecanismo afectados
	Consumo excesivo de aceite	Filtro de aire sucio/ Fuga de aceite/ Filtro de aceite defectuoso	Cambio de piezas, y/o mecanismos dañados
	Motor no enciende o se dificulta el arranque	Tuberías de alimentación de combustible obstruido/ Conexión de cables eléctricos flojos u oxidados/ Bajo nivel de aceite	Cambio de inyectores/ Cambio de filtro de separación/ Calibración de válvulas de admisión y escape

	El motor no desarrolla la potencia necesaria o es baja	Inyectores dañados/ Fugas en el conducto de aire de sobrealimentación/ Nivel de aceite lubricante demasiado alto o bajo	Cambio de filtros de aire/ Ajustar las tuberías de alimentación de combustible
	Inyectores de combustible sucios o dañados	Tanque de combustible sucio/ Filtro de combustible sucio u obstruido/ Manguera obstruida/	Maquinaria no enciende / consumo excesivo de combustible
<b>HIDRÁULICO</b>	Baja presión de rotación	Ajuste inadecuado de RPM de rotación/ Válvula reguladora de flujo desgastada/ Fuga interna de aceite por la válvula de control de rotación	Daños en válvula de rimado/ Cambio de bomba de rotación/ El sistema de perforación se vuelve deficiente o no funciona
	Bomba de lubricación dañada	Presión de aire baja/ Bajo nivel de aceite de lubricación/ Conexión eléctrica dañada del sensor de nivel de aceite de lubricación	Cambio de los componentes de la bomba/ Fugas de líquido de lubricación
	Baja presión en el sistema de carga	Bajo nivel de aceite/ Válvula de carga dañada/ Fuga interna de los paquetes de embragues/ Conducto de succión dañado	Cambio de válvula de carga/ Daños a sistemas o piezas vinculados a este
	Contaminación del aceite hidráulico	Filtro de retorno y respiradero en mal estado/ Mezcla de diferentes tipos de aceite/ Vástagos y limpiadores dañados por los cilindros hidráulicos	Disminución de la capacidad de lubricación/ Daños al sistema hidráulico/ Reducción de la eficiencia del sistema
	Mangueras hidráulicas dañadas	Tiempo de vida/ Calidad del material/ Mala operación	Ruptura de fajas/ Afectar otros sistemas/ Cambio de mangueras hidráulicas

<b>ELÉCTRICO</b>	Sistema de luces en mal estado o dañadas	Humedad en el sistema eléctrico/ Cableado dañado o no están conectados correctamente/ Focos dañados	Cambio del sistema de luces/ Luces funcionan irregularmente
	Batería dañada	Alternador cruzado/ Bornes sulfatados/ Falta de ácido de batería/ Placas dañadas.	No energiza maquinaria/ Cambio de batería
	Arnés y sistema sulfatado dañado	Exposición excesiva a agua en las condiciones internas de la mina	La maquinaria no enciende
	Fallo en el sistema del control remoto	Humedad en el sistema eléctrico/ Cableado dañado o conectados incorrectamente	Las funciones eléctricas o sistemas dejan de funcionar por completo o parcialmente
<b>TRANSMISIÓN</b>	Crucetas cardan desbocadas	Mala operación/ falta de lubricación/ Desalineamiento del cardan/ Uso prolongado más del tiempo de vida.	Descarrilamiento del cardan/ Maquinaria no avanza
	Sobrecalentamiento en la caja de transmisión	Fuga interna por los paquetes de embragues/ Bajo nivel de aceite/ Convertidor de torque con fuga interna/ Operación incorrecta	Cambio de filtro de bomba/ Enfriador sucio/ La transmisión no funciona correctamente/ Fuga de aceite
	Perdida de aceite	Juntas defectuosas/ Conductos con fisuras/ Aumento de la presión del líquido/ Contaminación	Desgaste de los sincronizadores/ Desgaste o daño en otras piezas/ Dificultad de desarrollar la potencia requerida/ Recalentamiento
<b>FRENOS</b>	Freno no acciona	Circuito de descarga cerrado/ Disco de freno desgastado/ Mangueras de descarga obstruidas o de menos diámetro	Cambio de válvulas de descarga/ La maquinaria no frena/ Pérdida del control sobre la maquinaria/



**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES**  
**CULMINACIÓN DE PENSUM EN PROYECTO DE GRADUACIÓN**

			Cambiar sistema de frenado
	Freno no libera	Válvula de carga dañada/ Bomba de carga desgastada/ Válvula de secuencia mal ajustada, desgastada o dañada	Cambiar el pulsador de freno/ Cambio de válvula de carga/ La maquinaria no avance/ Limpieza o cambio de válvulas de descargar
	Pedida de presión	Desgaste en los discos o placas/ Desgaste en la pasta o recubrimiento/ Perdida de aceite hidráulico	Cambio de válvulas de descarga/ La maquinaria no frena/ Pérdida del control sobre la maquinaria/ Cambiar sistema de frenado

Fuente: Elaboración de autores.

**Anexo 18. Análisis NPR de Camión MIXER MIXKRET 4**

<b>ANÁLISIS NPR DE CAMIÓN MIXER MIXKRET 4</b>						
<b>Sistema</b>	<b>Ítem</b>	<b>Descripción de la falla</b>	<b>Seve.</b>	<b>Ocur.</b>	<b>Dete.</b>	<b>NPR</b>
<b>Estructural</b>	1	Grieta en tambor	8	4	2	64
	2	Obstrucción en tolva de carga	9	5	1	45
	3	Desgaste en torceduras de chasis	7	2	3	42
	4	Corrosión en mecanismos o estructuras	7	7	3	147
<b>Motor</b>	5	Recalentamiento del motor	10	5	6	300
	6	Consumo excesivo de aceite	7	4	2	56
	7	Motor no enciende o se dificulta el arranque	7	5	2	70
	8	El motor no desarrolla la potencia necesaria o es baja	7	4	2	56
	9	Inyectores de combustible sucios o dañados	8	7	5	280
<b>Hidráulico</b>	10	Baja presión de rotación	8	5	6	240
	11	Bomba de lubricación dañada	9	4	7	252
	12	Baja presión en el sistema de carga	7	4	6	168
	13	Contaminación del aceite hidráulico	9	4	6	216
	14	Mangueras hidráulicas dañadas	7	6	8	336
<b>Eléctrico</b>	15	Sistema de luces en mal estado o dañadas	7	4	3	84
	16	Batería dañada	6	4	3	72
	17	Arnés y sistema sulfatado dañado	8	3	3	72



**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES**  
**CULMINACIÓN DE PENSUM EN PROYECTO DE GRADUACIÓN**

	18	Fallo en el sistema del control remoto	8	3	1	24
<b>Transmisión</b>	19	Crucetas cardan desbocadas	8	6	6	288
	20	Sobrecalentamiento en la caja de transmisión	7	4	4	112
	21	Perdida de aceite	8	4	4	128
<b>Frenos</b>	22	Freno no acciona	9	5	6	270
	23	Freno no libera	9	5	6	270
	24	Pedida de presión	9	4	2	72

Fuente: Elaboración de autores.

**Anexo 19. Análisis AMEF de Shotcrete WETKRET 4**

<b>ANÁLISIS AMEF DE SHOTCRETE WETKRET 4</b>			
<b>SISTEMA</b>	<b>FALLA FUNCIONAL</b>	<b>MODOS DE FALLAS</b>	<b>EFECTOS DE FALLA</b>
<b>ESTRUCTURAL</b>	Abolladuras en estructura	Exposición constante a golpes con objetos pesados	Quebraduras de piezas y estructuras
	Quebraduras de pernos o estructuras	Sobrepasar el límite de carga establecido por el fabricante	El sistema de carga deja de funcionar/ Reemplazo de mecanismos o sistemas de carga
	Quebraduras de uniones y soldaduras	Sobrepasar el límite de carga establecido por el fabricante/ Mala operación/ Soldadura constante a uniones	El sistema de carga deja de funcionar/ Reemplazo de mecanismos o sistemas de carga/ Reemplazó de uniones y piezas
<b>MOTOR</b>	Recalentamiento del motor	Nivel de aceite demasiado alto o bajo/ Conducto de ventilación obstruido/ Fuga u obstrucción en el sistema de refrigeración	Cambio del motor y/o de lo sistemas, piezas, mecanismo afectados
	Consumo excesivo de aceite	Filtro de aire sucio/ Fuga de aceite/ Filtro de aceite defectuoso	Cambio de piezas, y/o mecanismos dañados
	Motor no enciende o se dificulta el arranque	Tuberías de alimentación de combustible obstruido/ Conexión de cables eléctricos flojos u oxidados/ Bajo nivel de aceite	Cambio de inyectores/ Cambio de filtro de separación/ Calibración de válvulas de admisión y escape
	El motor no desarrolla la potencia necesaria o es baja	Inyectores dañados/ Fugas en el conducto de aire de sobrealimentación/ Nivel de aceite lubricante demasiado alto o bajo	Cambio de filtros de aire/ Ajustar las tuberías de alimentación de combustible

	Inyectores de combustible sucios o dañados	Tanque de combustible sucio/ Filtro de combustible sucio u obstruido/ Manguera obstruida/	Maquinaria no enciende / consumo excesivo de combustible
<b>HIDRÁULICO</b>	Baja presión de rotación	Ajuste inadecuado de RPM de rotación/ Válvula reguladora de flujo desgastada/ Fuga interna de aceite por la válvula de control de rotación	Daños en válvula de rimado/ Cambio de bomba de rotación/ El sistema de perforación se vuelve deficiente o no funciona
	Bomba de lubricación dañada	Presión de aire baja/ Bajo nivel de aceite de lubricación/ Conexión eléctrica dañada del sensor de nivel de aceite de lubricación	Cambio de los componentes de la bomba/ Fugas de líquido de lubricación
	Baja presión en el sistema de carga	Bajo nivel de aceite/ Válvula de carga dañada/ Fuga interna de los paquetes de embragues/ Conducto de succión dañado	Cambio de válvula de carga/ Daños a sistemas o piezas vinculados a este
	Contaminación del aceite hidráulico	Filtro de retorno y respiradero en mal estado/ Mezcla de diferentes tipos de aceite/ Vástagos y limpiadores dañados por los cilindros hidráulicos	Disminución de la capacidad de lubricación/ Daños al sistema hidráulico/ Reducción de la eficiencia del sistema
	Mangueras hidráulicas dañadas	Tiempo de vida/ Calidad del material/ Mala operación	Ruptura de fajas/ Afectar otros sistemas/ Cambio de mangueras hidráulicas
<b>ELÉCTRICO</b>	Sistema de luces en mal estado o dañadas	Humedad en el sistema eléctrico/ Cableado dañado o no están conectados correctamente/ Focos dañados	Cambio del sistema de luces/ Luces funcionan irregularmente

	Batería dañada	Alternador cruzado/ Bornes sulfatados/ Falta de ácido de batería/ Placas deñadas.	No energiza maquinaria/ Cambio de batería
	Fallo en el sistema del control remoto	Humedad en el sistema eléctrico/ Cableado dañado o conectados incorrectamente	Las funciones eléctricas o sistemas dejan de funcionar por completo o parcialmente
<b>TRANSMISIÓN</b>	Sobrecalentamiento en la caja de transmisión	Fuga interna por los paquetes de embragues/ Bajo nivel de aceite/ Convertidor de torque con fuga interna/ Operación incorrecta	Cambio de filtro de bomba/ Enfriador sucio/ La transmisión no funciona correctamente/ Fuga de aceite
	Falta de potencia	Bajas RPM del motor en la parada de convertidor/ Sobrecalentamiento de la caja de transmisión	Cambio de filtro de bomba/ Enfriador sucio/ La transmisión no funciona correctamente
	Baja presión de embrague	Bajo nivel de aceite hidráulico/ Anillos de sellado de pistón o del eje del embrague dañados/ Válvula de purga del pistón del embrague atascada	Cambio de válvula de purga/ Cambio de bomba de carga/ La maquinaria no logra desarrollar la potencia requerida/ La transmisión no funciona
<b>FRENOS</b>	Freno no acciona	Circuito de descarga cerrado/ Disco de freno desgastado/ Mangueras de descarga obstruidas o de menos diámetro	Cambio de válvulas de descarga/ La maquinaria no frena/ Pérdida del control sobre la maquinaria/ Cambiar sistema de frenado
	Freno no libera	Válvula de carga dañada/ Bomba de carga desgastada/ Válvula de secuencia mal ajustada, desgastada o dañada	Cambiar el pulsador de freno/ Cambio de válvula de carga/ La maquinaria no avanza/ Limpieza o cambio de válvulas de descargar

Fuente: Elaboración de autores.

**Anexo 20. Análisis NPR de Shotcrete WETKRET 4**

<b>ANÁLISIS NPR DE SHOTCRETE WETKRET 4</b>						
<b>Sistema</b>	<b>Ítem</b>	<b>Descripción de la falla</b>	<b>Seve.</b>	<b>Ocur.</b>	<b>Dete.</b>	<b>NPR</b>
<b>Estructural</b>	1	Abolladuras en estructura	6	4	2	48
	2	Quebraduras de pernos o estructuras	9	5	2	90
	3	Quebraduras de uniones y soldaduras	9	4	2	72
<b>Motor</b>	4	Recalentamiento del motor	10	5	6	300
	5	Consumo excesivo de aceite	7	4	2	56
	6	Motor no enciende o se dificulta el arranque	7	5	2	70
	7	El motor no desarrolla la potencia necesaria o es baja	7	4	2	56
	8	Inyectores de combustible sucios o dañados	8	7	5	280
<b>Hidráulico</b>	9	Baja presión de rotación	8	5	6	240
	10	Bomba de lubricación dañada	9	4	7	252
	11	Baja presión en el sistema de carga	7	4	6	168
	12	Contaminación del aceite hidráulico	9	4	6	216
	13	Mangueras hidráulicas dañadas	7	6	8	336
<b>Eléctrico</b>	14	Sistema de luces en mal estado o dañadas	7	4	3	84
	15	Batería dañada	6	4	3	72
	19	Componentes eléctricos y electrónicos dañados	7	5	4	140
<b>Transmisión</b>	17	Sobrecalentamiento en la caja de transmisión	7	4	4	112



**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES**  
CULMINACIÓN DE PENSUM EN PROYECTO DE GRADUACIÓN

	18	Falta de potencia	7	3	2	42
	19	Baja presión de embrague	7	4	4	112
<b>Frenos</b>	20	Freno no acciona	9	5	6	270
	21	Freno no libera	9	5	6	270

Fuente: Elaboración de autores.

**Anexo 21. Análisis AMEF de Camión Bajo Perfil AD30**

<b>ANÁLISIS AMEF DE CAMIÓN BAJO PERFIL AD30</b>			
<b>SISTEMA</b>	<b>FALLA FUNCIONAL</b>	<b>MODOS DE FALLAS</b>	<b>EFECTOS DE FALLA</b>
<b>ESTRUCTURAL</b>	Corrosión en mecanismos o estructuras	Exposición constante a agentes corrosivos/ Desgaste de pintura	Quebraduras o descastes en piezas en los sistemas afectados
	Rajaduras en el módulo posterior de tolva	Exceso de capacidad determinada por el fabricante/ Golpes por maquinaria de carga/ Mala operación	Quebraduras irreparables/ Cambio de módulo posterior de tolva/ Daño a sistemas asociados
	Desgaste o quebraduras de pines	Uso prolongado más de la vida útil/ Quebradura/ Mala operación de la maquinaria	Descarrilamiento de mecanismos o piezas/ Cambio de sistema de pines
<b>MOTOR</b>	Recalentamiento del motor	Nivel de aceite demasiado alto o bajo/ Conducto de ventilación obstruido/ Fuga u obstrucción en el sistema de refrigeración	Cambio del motor y/o de los sistemas, piezas, mecanismo afectados
	Consumo excesivo de aceite	Filtro de aire sucio/ Fuga de aceite/ Filtro de aceite defectuoso	Cambio de piezas, y/o mecanismos dañados
	Motor no enciende o se dificulta el arranque	Tuberías de alimentación de combustible obstruido/ Conexión de cables eléctricos flojos u oxidados/ Bajo nivel de aceite	Cambio de inyectores/ Cambio de filtro de separación/ Calibración de válvulas de admisión y escape
	El motor no desarrolla la potencia necesaria o es baja	Inyectores dañados/ Fugas en el conducto de aire de sobrealimentación/ Nivel de aceite lubricante demasiado alto o bajo	Cambio de filtros de aire/ Ajustar las tuberías de alimentación de combustible

<b>HIDRÁULICO</b>	Mangueras hidráulicas dañadas	Tiempo de vida/ Calidad del material/ Mala operación	Ruptura de fajas/ Afectar otros sistemas/ Cambio de mangueras hidráulicas
	Bomba de lubricación dañada	Presión de aire baja/ Bajo nivel de aceite de lubricación/ Conexión eléctrica dañada del sensor de nivel de aceite de lubricación	Cambio de los componentes de la bomba/ Fugas de líquido de lubricación
	Baja presión en el sistema de carga	Bajo nivel de aceite/ Válvula de carga dañada/ Fuga interna de los paquetes de embragues/ Conducto de succión dañado	Cambio de válvula de carga/ Daños a sistemas o piezas vinculados a este dañado
	Fisuras en el cárter de aceite	Golpes brusco a la pieza	Fugas de aceite/ Contaminación del líquido hidráulico
<b>ELÉCTRICO</b>	Sistema de luces en mal estado o dañadas	Humedad en el sistema eléctrico/ Cableado dañado o no están conectados correctamente/ Focos dañados	Cambio del sistema de luces/ Luces funcionan irregularmente
	Batería dañada	Alternador cruzado/ Bornes sulfatados/ Falta de ácido de batería/ Placas dañadas/ Regulador de voltaje dañado	No energiza maquinaria/ Cambio de batería
	Sistema de cableado dañado	Corto circuito/ Desgaste/ Conexiones erróneas	Corto circuito/ Los sistemas vinculados no funcionan/ Cambio del sistema de cableado
<b>TRANSMISIÓN</b>	Sobrecalentamiento en la caja de transmisión	Fuga interna por los paquetes de embragues/ Bajo nivel de aceite/ Convertidor de torque con fuga interna/ Operación incorrecta	Cambio de filtro de bomba/ Enfriador sucio/ La transmisión no funciona

			correctamente/ Fuga de aceite
	Falta de potencia	Bajas RPM del motor en la parada de convertidor/ Sobrecalentamiento de la caja de transmisión	Cambio de filtro de bomba/ Enfriador sucio/ La transmisión no funciona correctamente
	Desalineamiento de caja de cambios	Horquilla de cambios dañado/ Desgaste en los dientes de los engranajes/ Nivel bajo en el líquido de transmisión	Fugas de líquidos/ daños constantes al sistema de transmisión
	Baja presión de embrague	Bajo nivel de aceite hidráulico/ Anillos de sellado de pistón o del eje del embrague dañados/ Válvula de purga del pistón del embrague atascada	Cambio de válvula de purga/ Cambio de bomba de carga/ La maquinaria no logra desarrollar la potencia requerida/ La transmisión no funciona
<b>FRENOS</b>	Freno no acciona	Circuito de descarga cerrado/ Disco de freno desgastado/ Mangueras de descarga obstruidas o de menos diámetro	Cambio de válvulas de descarga/ La maquinaria no frena/ Pérdida del control sobre la maquinaria/ Cambiar sistema de frenado
	Freno no libera	Válvula de carga dañada/ Bomba de carga desgastada/ Válvula de secuencia mal ajustada, desgastada o dañada	Cambiar el pulsador de freno/ Cambio de válvula de carga/ La maquinaria no avanza/ Limpieza o cambio de válvulas de descargar



**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES**  
CULMINACIÓN DE PENSUM EN PROYECTO DE GRADUACIÓN

	Desgaste en pistones secundario y retardo	Mulle del pistón secundario desgastado o quebrado/ Baja presión del sistema hidráulico/ Uso prolongado de las placas y discos	La maquinaria no puede o se le dificulta frenar/ Cambio de pistones/ Fuga de aceite refrigerante
	Fuga de aceite de enfriamiento	Desgaste o daño en los conductores hidráulicos/ Sellos desgastados o dañados/ Válvula de carga dañada u obstruida	Aumento en la temperatura en el sistema de frenado/ La maquinaria no puede o se le dificulta frenar/ Desgaste de disco

Fuente: Elaboración de autores.

**Anexo 22. Análisis NPR de Camión Bajo Perfil AD30**

<b>ANÁLISIS NPR DE CAMIÓN BAJO PERFIL AD30</b>						
<b>Sistema</b>	<b>Ítem</b>	<b>Descripción de la falla</b>	<b>Seve.</b>	<b>Ocur.</b>	<b>Dete.</b>	<b>NPR</b>
<b>Estructural</b>	1	Corrosión en mecanismos o estructuras	7	7	3	147
	2	Rajaduras en el módulo posterior de tolva	8	3	2	48
	3	Desgaste o quebraduras de pines	8	7	5	280
<b>Motor</b>	4	Recalentamiento del motor	10	5	6	300
	5	Consumo excesivo de aceite	7	4	2	56
	6	Motor no enciende o se dificulta el arranque	7	5	2	70
	7	El motor no desarrolla la potencia necesaria o es baja	7	4	2	56
<b>Hidráulico</b>	8	Mangueras hidráulicas dañadas	7	6	8	336
	9	Bomba de lubricación dañada	9	4	7	252
	10	Baja presión en el sistema de carga	7	4	6	168
	11	Fisuras en el cárter de aceite	8	2	2	32
<b>Eléctrico</b>	12	Sistema de luces en mal estado o dañadas	7	4	3	84
	13	Batería dañada	6	4	3	72
	14	Sistema de cableado dañado	10	4	3	120
<b>Transmisión</b>	15	Sobrecalentamiento en la caja de transmisión	7	4	4	112
	16	Falta de potencia	7	3	2	42
	17	Desalineamiento de caja de cambios	8	2	2	32



**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES**  
CULMINACIÓN DE PENSUM EN PROYECTO DE GRADUACIÓN

	18	Baja presión de embrague	7	4	4	112
<b>Frenos</b>	19	Freno no acciona	9	5	3	135
	20	Freno no libera	9	4	3	108
	21	Desgaste en pistones secundario y primario	8	4	7	224
	22	Fuga de aceite de enfriamiento	9	3	4	108

Fuente: Elaboración de autores.

**Anexo 23. Análisis AMEF de Telehandlers TL1255**

<b>ANÁLISIS AMEF DE TELEHANDLERS TL1255</b>			
<b>SISTEMA</b>	<b>FALLA FUNCIONAL</b>	<b>MODOS DE FALLAS</b>	<b>EFFECTOS DE FALLA</b>
<b>ESTRUCTURAL</b>	Corrosión en mecanismos o estructuras	Exposición constante a agentes corrosivos/ Desgaste de pintura	Quebraduras o descastes en piezas en los sistemas afectados
	Rotura de barra de Torreta	Golpes y/o rajaduras/ Desalineamiento de vigas con la perforadora/ Mala operación	Cambiar los componentes de deslizamiento de la perforador ay las vigas/ Descarrilamiento del sistema de perforación
	Quebraduras o deformaciones en las horquillas	Sobre carga de la establecida por el fabricante/ Mala operación	Quebraduras del sistema de carga/ Cambio del sistema de carga/ Daños a sistemas asociados
	Fisuras o desgaste en las secciones del brazo de elevación	Sobre carga de la establecida por el fabricante/ Mala operación/ Ojales de los acoples desgastados	Rotura de las secciones del brazo de elevación/ Cambio de las secciones, pines y separadores
	Desgaste de vigas de Torreta	Falta de limpieza/ Latinas inoxidable desgastadas/ Extensión en exceso de la vida útil de las placas deslizantes	Rotura de las vigas/ Cambio de vigas y placas deslizantes/ Descarrilamiento del sistema de preformación
	Desgaste de soporte principal y acoples (BOOM)	Ojales de los acoples desgastados/ Espaciadores desgastados/ Desgaste de pines	El sistema de carga del BUCKET no funciona/ Descarrilamiento del sistema de carga/ Cambiar copas y pines
<b>MOTOR</b>	Recalentamiento del motor	Nivel de aceite demasiado alto o bajo/ Conducto de ventilación obstruido/ Fuga u obstrucción en el sistema de refrigeración	Cambio del motor y/o de lo sistemas, piezas, mecanismo afectados

	Motor no enciende o se dificulta el arranque	Tuberías de alimentación de combustible obstruido/ Conexión de cables eléctricos flojos u oxidados/ Bajo nivel de aceite	Cambio de inyectores/ Cambio de filtro de separación/ Calibración de válvulas de admisión y escape
	El motor no desarrolla la potencia necesaria o es baja	Inyectores dañados/ Fugas en el conducto de aire de sobrealimentación/ Nivel de aceite lubricante demasiado alto o bajo	Cambio de filtros de aire/ Ajustar las tuberías de alimentación de combustible
	Inyectores de combustible sucios o dañados	Tanque de combustible sucio/ Filtro de combustible sucio u obstruido/ Manguera obstruida/	Maquinaria no enciende / consumo excesivo de combustible
<b>HIDRÁULICO</b>	Baja presión de rotación	Ajuste inadecuado de RPM de rotación/ Válvula reguladora de flujo desgastada/ Fuga interna de aceite por la válvula de control de rotación	Daños en válvula de rimado/ Cambio de bomba de rotación/ El sistema de perforación se vuelve deficiente o no funciona
	Bomba de lubricación dañada	Presión de aire baja/ Bajo nivel de aceite de lubricación/ Conexión eléctrica dañada del sensor de nivel de aceite de lubricación	Cambio de los componentes de la bomba/ Fugas de líquido de lubricación
	Bomba hidráulica de manipulación telescópica no funciona	Baja presión/ Piezas del sistema hidráulico dañadas o desgastadas/ Ejes dañados	Sistema de elevación no funciona/ Fugas de líquido hidráulico/ No fluye el líquido hidráulico/ El sistema ni funciona
	Válvulas del sistema de manipulador telescópico no funciona	Fugas en las líneas o tuberías hidráulicas/ Filtros de la bomba hidráulica dañados u obstruidos	Sistema de elevación no funciona/ Fugas de líquido hidráulico
	Baja presión en el sistema de carga	Bajo nivel de aceite/ Válvula de carga dañada/ Fuga interna de los paquetes de embragues/ Conducto de succión dañado	Cambio de válvula de carga/ Daños a sistemas o piezas vinculados a este



**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES**  
**CULMINACIÓN DE PENSUM EN PROYECTO DE GRADUACIÓN**

	Contaminación del aceite hidráulico	Filtro de retorno y respiradero en mal estado/ Mezcla de diferentes tipos de aceite/ Vástagos y limpiadores dañados por los cilindros hidráulicos	Disminución de la capacidad de lubricación/ Daños al sistema hidráulico/ Reducción de la eficiencia del sistema
	Mangueras hidráulicas dañadas	Tiempo de vida/ Calidad del material/ Mala operación	Ruptura de fajas/ Afectar otros sistemas/ Cambio de mangueras hidráulicas
<b>ELÉCTRICO</b>	Sistema de luces en mal estado o dañadas	Humedad en el sistema eléctrico/ Cableado dañado o no están conectados correctamente/ Focos dañados	Cambio del sistema de luces/ Luces funcionan irregularmente
	Batería dañada	Alternador cruzado/ Bornes sulfatados/ Falta de ácido de batería/ Placas dañadas.	No energiza maquinaria/ Cambio de batería
	Componentes eléctricos y electrónicos dañados	Humedad en el sistema eléctrico/ Cableado dañado o no están conectados correctamente/ Contaminación por fuga de liquido	Algunas o todas las funciones eléctricas de la maquinaria dejan de funcionar
	Calentamiento del motor eléctrico	Ventilado dañado/ Rodamientos dañados/ Sub tensión o sobretensión del circuito de alimentación	Cambio de rodamientos del motor/ Cambio de RELE de fase/ El sistema eléctrico no funciona o es deficiente
	Giro invertido del motor eléctrico	Conexión incorrecta del circuito de alimentación/ RELÉ de secuencia de fase dañado	Cambio de Relé de fase/ Cambio de cableado
<b>TRANSMISIÓN</b>	Convertidor ruidoso	Bomba de carga desgastada/ Cojinetes desgastados o dañados	Cambio de bomba de carga

	Falta de potencia	Bajas RPM del motor en la parada de convertidor/ Sobrecalentamiento de la caja de transmisión	Cambio de filtro de bomba/ Enfriador sucio/ La transmisión no funciona correctamente
	Crucetas cardan desbocadas	Mala operación/ falta de lubricación/ Desalineamiento del cardan/ Uso prolongado más del tiempo de vida.	Descarrilamiento del cardan/ Maquinaria no avanza
	Perdida de aceite	Juntas defectuosas/ Conductos con fisuras/ Aumento de la presión del líquido/ Contaminación	Desgaste de los sincronizadores/ Desgaste o daño en otras piezas/ Dificultad de desarrollar la potencia requerida/ Recalentamiento
<b>FRENOS</b>	Freno no acciona	Circuito de descarga cerrado/ Disco de freno desgastado/ Mangueras de descarga obstruidas o de menos diámetro	Cambio de válvulas de descarga/ La maquinaria no frena/ Pérdida del control sobre la maquinaria/ Cambiar sistema de frenado
	Freno no libera	Válvula de carga dañada/ Bomba de carga desgastada/ Válvula de secuencia mal ajustada, desgastada o dañada	Cambiar el pulsador de freno/ Cambio de válvula de carga/ La maquinaria no avanza/ Limpieza o cambio de válvulas de descargar
	Pedida de presión	Desgaste en los discos o placas/ Desgaste en la pasta o recubrimiento/ Perdida de aceite hidráulico	Cambio de válvulas de descarga/ La maquinaria no frena/ Pérdida del control sobre la maquinaria/ Cambiar sistema de frenado

Fuente: Elaboración de autores.

**Anexo 24. Análisis NPR de Telehandlers TL1255**

<b>ANÁLISIS NPR DE TELEHANDLERS TL1255</b>						
<b>Sistema</b>	<b>Ítem</b>	<b>Descripción de la falla</b>	<b>Seve.</b>	<b>Ocur.</b>	<b>Dete.</b>	<b>NPR</b>
<b>Estructural</b>	1	Corrosión en mecanismos o estructuras	7	7	3	147
	2	Rotura de barra de Torreta	10	4	3	120
	3	Quebraduras o deformaciones en las horquillas	10	3	5	150
	4	Fisuras o desgaste en las secciones del brazo de elevación	10	3	5	150
	5	Desgaste de vigas de Torreta	7	5	4	140
	6	Desgaste de soporte principal y acoples (BOOM)	8	4	4	128
<b>Motor</b>	7	Recalentamiento del motor	10	5	6	300
	8	Motor no enciende o se dificulta el arranque	7	5	2	70
	9	El motor no desarrolla la potencia necesaria o es baja	7	4	2	56
	10	Inyectores de combustible sucios o dañados	8	7	5	280
<b>Hidráulico</b>	11	Baja presión de rotación	8	5	6	240
	12	Bomba de lubricación dañada	9	4	7	252
	13	Bomba hidráulica de manipulación telescópica no funciona	10	3	4	120
	14	Válvulas del sistema de manipulador telescópico no funcionan	10	3	4	120
	15	Baja presión en el sistema de carga	7	4	6	168
	16	Contaminación del aceite hidráulico	9	4	6	216



**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES**  
**CULMINACIÓN DE PENSUM EN PROYECTO DE GRADUACIÓN**

	17	Mangueras hidráulicas dañadas	7	6	8	336
<b>Eléctrico</b>	18	Sistema de luces en mal estado o dañadas	7	4	3	84
	19	Batería dañada	6	4	3	72
	20	Componentes eléctricos y electrónicos dañados	7	5	4	140
	21	Calentamiento del motor eléctrico	9	6	6	324
	22	Giro invertido del motor eléctrico	5	4	7	140
<b>Transmisión</b>	23	Convertidor ruidoso	5	5	5	125
	24	Falta de potencia	7	3	2	42
	25	Crucetas cardan desbocadas	8	6	6	288
	26	Perdida de aceite	8	4	4	128
<b>Frenos</b>	27	Freno no acciona	9	5	3	135
	28	Freno no libera	9	4	3	108
	29	Pedida de presión	9	4	2	72

Fuente: Elaboración de autores.

**Anexo 25. Evidencia de entrevista a personal del área de mantenimiento 1**



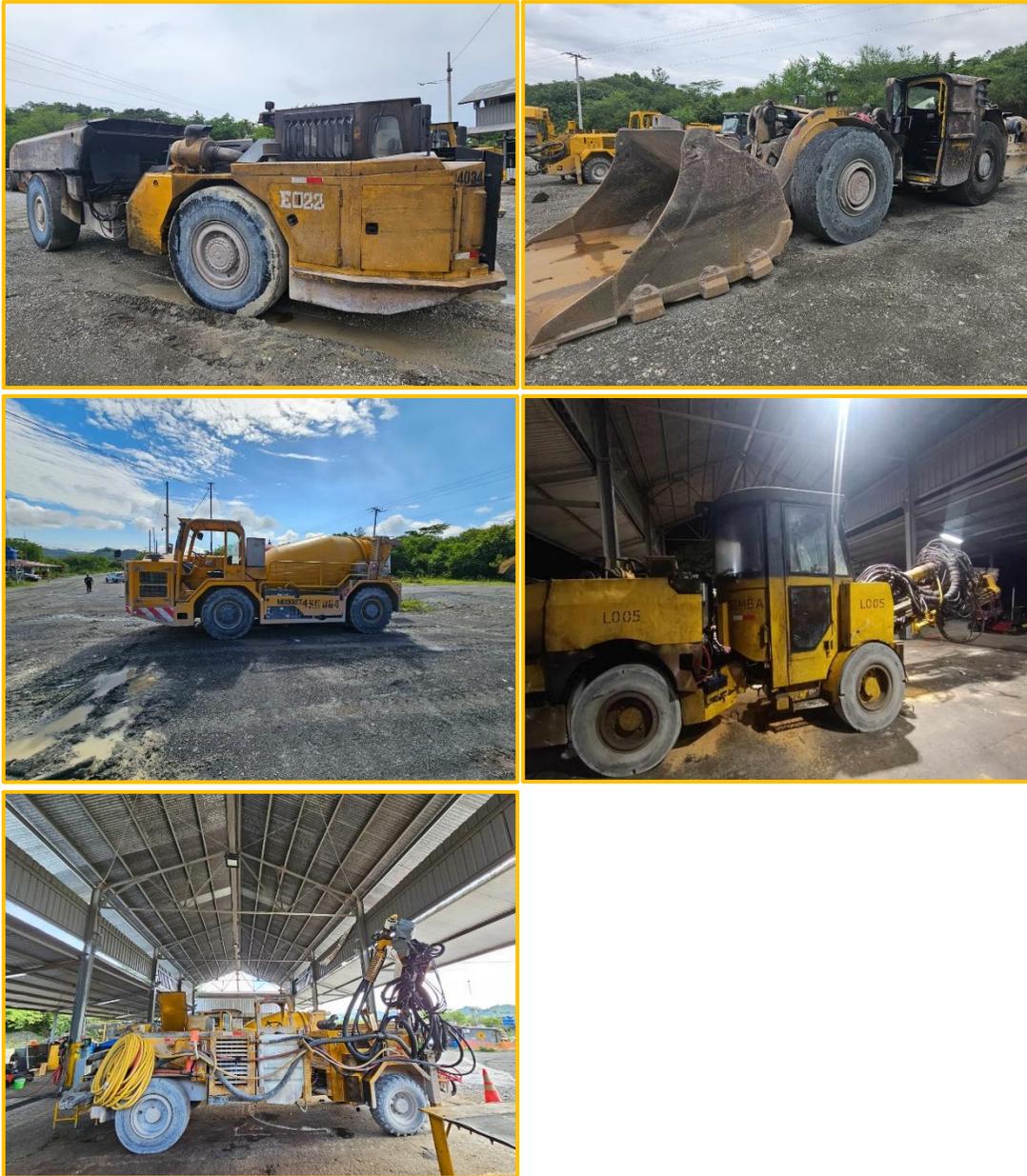
Fuente: Elaboración de autores.

**Anexo 26. Evidencia de entrevista a personal del área de mantenimiento 2**



Fuente: Elaboración de autores.

**Anexo 27. Evidencia de maquinaria pesada**



Fuente: Elaboración de autores.

**Anexo 28. Evidencia de base de datos**

PGM - B.D.R.C. - Exp.xlsx - Excel

PLAN - OTM TELEHANDLERS 2023

PLANIFICADO PROGRAMADO CANCELADO RETRASADO TERMINADO

MES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
ENERO																															
FEBRERO																															
MARZO																															
ABRIL																															
MAYO																															
JUNIO																															
JULIO																															
AGOSTO																															
SEPTIEMBRE																															
OCTUBRE																															
NOVIEMBRE																															
DICIEMBRE																															

PGM - B.D.R.C. - Exp.xlsx - Excel

### REGISTRO DE ORDENES DE TRABAJO

N° OTM	1	MAQUINARIA	Camión Bajo Perfil
FECHA DE INICIO	24/12/23	CÓDIGO	H009
FECHA DE FINALIZACIÓN	31/12/23	MANTENIMIENTO	PREDICTIVO

PGM - B.D.R.C - Exp.xlsx - Excel

PLAN R.C.M 2023 ENERO

MANT. CORRECTIVO MANT. PREDICTIVO MANT. PREVENTIVO

SEMANAS		1			2			3			4			5			6			7			
DATOS		01/01-05/01			08/01-13/01			01/01-05/01			01/01-05/02			01/01-05/03			01/01-05/04			01/01-05/05			
ID EQUIPO	DESCRIPCIÓN	H.R.	H.M.	MNT.																			
PS008	Cargador Frontal																						
J009	Jumbo Emperador																						
SH004	Camión Mixer																						
SH003	Shotcrete																						
H009	Camión Bajo Perfil																						
TH003	Telehandlers																						

PGM - B.D.R.C - Exp.xlsx - Excel

## ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO

REGISTRO  
BASE DE DATOS  
ORDENES DE TRABAJO

IMPRIMIR  
LIMPIAR

		ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO		N° OTM	
				FECHA DE EMISIÓN	
Elaborado por:		---			
Revisado por:		---			
Aprobado por:		---			
I - DATOS GENERALES					
Fecha de inicio:		Fecha de finalización:			
Nombre del equipo:		Código del equipo:			
II - DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO					
DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES A REALIZAR					
N°					
1					
2					
3					
4					

Fuente: Elaboración de autores