

UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA**



**“ELABORACION DE UN PROTOCOLO DE SERVICIO DE
MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE LOS SISTEMAS
DE DIRECCION Y SUSPENSION DE TRACTOCAMIONES PARA SU
APLICACION EN LOS TALLERES DE LA EMPRESA KRENCO
SERVICES EIRL - CALLAO”**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el Título Profesional de

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

PRESENTADO POR EL BACHILLER

ARCE RAMIREZ, JAVIER ALEJANDRO

Villa El Salvador

2019

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a mi padre Santos Javier Arce León, quien siempre creyó en mí y me apoyo siempre que pudo. A mi madre Carmen Ramírez Castillo, que a pesar del carácter y temperamento que tiene me apoyo a su manera.

A mis amigos, quienes se convirtieron en mi familia a lo largo de estos años, quienes también me apoyaron a seguir y no rendirme. Sobre todo, a Milagros Medina quien me salvo varias veces en la entrega de muchas tareas, tal vez sin su ayuda no hubiera llegado hasta aquí.

AGRADECIMIENTO

A la vida por haberme dado la oportunidad de conocer a tan grandiosas personas en estos 5 años. A mis padres que a pesar de todo siempre me apoyaron.

A mis amigos que de una u otra forma contribuyeron a que esto se cumpla.

A mis profesores y a mi asesor por apoyarme siempre con su punto de vista en base a la experiencia que tiene.

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	viii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I:.....	2
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.1 Descripción de la Realidad Problemática	2
1.2 Justificación.....	3
1.2.1 Justificación técnica	3
1.2.2 Justificación económica	3
1.2.3 Justificación operativa.....	3
1.3 Delimitación del Proyecto.....	3
1.3.1 Temporal.....	3
1.3.2 Espacial.....	3
1.4 Formulación del Problema.....	4
1.4.1 Problema General	4
1.4.2 Problemas específicos	4
1.5 Objetivos	5
1.5.1 Objetivo General	5
1.5.2 Objetivos Específicos.....	5
CAPÍTULO II:.....	6
MARCO TEÓRICO.....	6
2.1 Antecedentes	6
2.2 Bases Teóricas.....	8

2.2.1	Filosofía del mantenimiento	8
2.2.2	Mantenimiento.....	8
2.2.3	Mantenimiento preventivo	8
2.2.4	Mantenimiento correctivo	10
2.2.5	Plan de mantenimiento	11
2.2.6	Protocolo de mantenimiento.....	15
2.2.7	Disponibilidad.....	17
2.2.8	Mantenibilidad	21
2.2.9	Configuración del sistema de dirección.....	23
2.2.10	Definición de alineación	26
2.2.11	Geometría de la rueda delantera	29
2.2.12	Fuerzas y momentos en el sistema de dirección	31
2.2.13	Sistema de suspensión	37
2.3	Definición de términos básicos.....	42
CAPÍTULO III:.....		44
DESARROLLO DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL.....		44
3.1	Modelo de solución propuesto.....	44
3.2	Resultados	76
CONCLUSIONES.....		81
RECOMENDACIONES.....		82
Bibliografía.....		83
ANEXOS.....		86

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación del taller de KRENCO SERVICES E.I.R.L.....	4
Figura 2: Mantenimiento preventivo.....	9
Figura 3: Mantenimiento Correctivo,	11
Figura 4: Diferentes configuraciones del sistema de dirección.	23
Figura 5: Ejemplo de dirección asistida volvo FH-FM	25
Figura 6: Ejemplo de instalación de una dirección hidrostática.....	25
Figura 7: Geometría de giro de un vehículo	26
Figura 8: Geometría trapezoidal del paralelogramo de dirección.....	26
Figura 9: Angulo Camber	27
Figura 10: Angulo caster	28
Figura 11: Inclinación del perno rey	29
Figura 12: Geometría de giro de la rueda	30
Figura 13: Sistema SAE de fuerzas y momentos en el neumático.....	31
Figura 14: Fuerzas y momentos actuando sobre una rueda.	32
Figura 15: Momento producido por la fuerza vertical actuando con ángulo de salida.....	34
Figura 16: Momento producido por la fuerza lateral.....	35
Figura 17: Momento en la dirección producido por la fuerza de tracción.	36
Figura 18: Sistema de Suspensión.	38
Figura 19: Ballestas.	39
Figura 20: Amortiguadores de suspensión mecánica.	40
Figura 21: Sistema de suspensión neumática.....	41
Figura 22: Fuelle de suspensión neumática.....	42
Figura 23: Diagrama de barra de resultado 1.....	46
Figura 24: Diagrama de barra de resultado 2.....	47
Figura 25: Diagrama de barra de resultado 3.....	47
Figura 26: Diagrama de barra de resultado 4.....	48
Figura 27: Diagrama de barra de resultado 5.....	48

Figura 28: Plan maestro de mantenimiento: herramientas del taller de KRENCO SERVICES E.I.R.L.	52
Figura 29: Kardex de los repuestos del almacén de KRENCO SERVICE E.I.R.L.	53
Figura 30: Orden de trabajo N° 1052	57
Figura 31: Orden de trabajo N° 1068	58
Figura 32: Gráfico de distribución exponencial	61
Figura 33: Gráfico de distribución Weibull.....	62
Figura 34: Paso 1- Diseño de grafica de distribución Weibull	63
Figura 35: Paso 2 – Gráfico de línea de tendencia.	64
Figura 36: Paso 3 – Presentación de la ecuación de la gráfica y el valor de R^2	64
Figura 37: Diagrama de flujo del servicio de mantenimiento Sistema de dirección - suspensión.....	75
Figura 38: Gráfica de distribución exponencial.	76
Figura 39: Gráfica de distribución Weibull.....	77
Figura 40: Paso 1- Diseño de grafica de distribución Weibull.	78
Figura 41: Paso 2 – Gráfico de línea de tendencia.	78
Figura 42: Paso 3 – Presentación de la ecuación de la gráfica y el valor de R^2	79

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Requisitos de algunos sistemas y enfoques de los indicadores	18
Tabla 2: Encuesta de conocimiento general de servicio de mantenimiento	45
Tabla 3: Carta de conformidad de los servicios de mantenimiento de KRENCO SERVICIOS E.I.R.L.	55
Tabla 4: Registro de servicios realizados de tracto camiones	56
Tabla 5: Cuadro de datos de precios de proveedores	59
Tabla 6: Costos de repuestos	60
Tabla 7: Costos de repuestos si se hubieran realizado todas las compras en el proveedor frecuente.	60
Tabla 8: Datos de cálculo de mantenibilidad actual de la empresa	61
Tabla 9: Servicios de mantenimiento realizados para determinar los tiempos de demora.	66
Tabla 10: Procesos realizados en el mantenimiento del sistema de dirección.	66
Tabla 11: Procesos realizados en el mantenimiento del sistema de suspensión.	69
Tabla 12: Modelo del protocolo de servicio de mantenimiento de sistema de dirección y suspensión.	71
Tabla 13: Encuesta de satisfacción del cliente con el protocolo de servicio de mantenimiento.....	74
Tabla 14: Datos de cálculos de mantenibilidad del protocolo	76

INTRODUCCIÓN

En la actualidad el mantenimiento ya no es considerado una actividad que solo genera gastos, al contrario, muchas empresas están estableciendo planes de mantenimientos preventivos y correctivos. Aunque todavía existen muchas empresas que esperan que sus equipos se dañen para recién realizarle un mantenimiento. Esta situación genera requerimiento en el servicio de mantenimiento tanto preventivo y correctivo, por lo que la empresa KRENCO SERVICES E.I.R.L. vio una oportunidad para ofrecer servicios de mantenimiento en los sistemas de dirección y suspensión de tracto camiones.

El presente trabajo tiene como finalidad crear un protocolo para los servicios de mantenimiento preventivo y correctivo de los sistemas mencionados de tracto camiones.

En el CAPITULO I, planteamiento del problema, se determinó la realidad en que se encuentra la problemática, realizando justificaciones técnicas, económicas y operativas. También se delimito el trabajo en los ámbitos espaciales y temporales. Y se identificaron los objetivos generales y específicos, que son puntos base de este trabajo.

En el CAPITULO II, marco teórico, se hizo un repaso de los conceptos de mantenimiento, sistemas de dirección y de suspensión de tracto camiones, y términos necesarios para poder desarrollar un adecuado diagnóstico de la situación en la que se encentra la empresa en el trabajo y poder realizar el protocolo tal y como se plantea.

En el CAPITULO III, desarrollo del trabajo de suficiencia profesional, luego de haber analizado y determinado la problemática, se procedió a recolectar toda la información sobre el proceso del servicio de mantenimiento de los sistemas de dirección y de suspensión, información con la que se pudo desarrollar el protocolo específico y detallado para cualquier falla en los sistemas de dirección y de suspensión.

CAPÍTULO I:

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la Realidad Problemática

La empresa KRENCO SERVICES E.I.R.L. es una empresa con inicio de actividades hace apenas 3 años, en este poco tiempo ha podido ubicarse en el mercado del mantenimiento con una buena aceptación, a pesar de tantas empresas dedicadas al mismo rubro y esto se debe a que la demanda de estos servicios va aumentando al pasar de los años.

En la actualidad se observa una desorganización en las actividades de los servicios, se llega a cumplir con los objetivos de reparar los diferentes tractos camiones que llegan al taller, pero no de la mejor manera y muchas veces se entregan con retrasos.

Esa desorganización no solo genera pérdida de tiempo, también genera pérdidas económicas y de espacio.

Cuando un tracto camión llega a requerir un servicio de mantenimiento, el primer problema es la disponibilidad de los repuestos, ya se cuenta con un almacén provisional en el cual no se encuentran todos los repuestos que se requieren constantemente, esto conduce a la compra de los repuestos en cantidades minoritarias (en su mayoría solo uno) a un costo más elevado que al comprarlo en mayor cantidad. En la mayoría de las veces al comprar un solo repuesto se tiene que esperar 24 horas para poder adquirirlo, ya que es traído de los almacenes de los proveedores, esto genera una prolongación de tiempo entre la llegada del tracto camión al taller y su retiro.

Que una unidad se quede dentro del taller sin que se le esté realizando ningún tipo de mantenimiento o servicio genera una pérdida, ya que se está reduciendo el área física de trabajo en el taller, quiere decir que está ocupando el espacio de otro u otros tractos camiones a los cuales se les podría estar realizando algún servicio.

¿De qué manera la elaboración de un protocolo de servicio de mantenimiento preventivo y correctivo de los sistemas de dirección y suspensión de tracto camiones puede aplicarse en los talleres de la empresa KRENCO SERVICES E.I.R.L.?

1.2 Justificación

1.2.1 Justificación técnica

Se busca sistematizar y ordenar los procesos de mantenimiento correctivo y preventivo en tracto camiones atendidos en la empresa, ya que se observa un desorden en el momento de realizar las actividades correspondientes a los servicios.

1.2.2 Justificación económica

Racionalizar tiempos y materiales, y no esperar a la última hora para adquirir los repuestos a utilizar con la posibilidad de no encontrarlo en los proveedores frecuentes.

1.2.3 Justificación operativa

Incrementar la cantidad de atención de servicios de la empresa, organizando los ingresos y salidas de los tractos camiones.

1.3 Delimitación del Proyecto

1.3.1 Temporal

Este proyecto tiene una duración de 2 meses con 15 días, con inicio el 15 de enero y terminando el 30 de marzo del 2019.

1.3.2 Espacial

El proyecto se realizará en las instalaciones de taller de KRENCO SERVICES E.I.R.L. cuya dirección es Av. Los Alisos Mz. H Lt. 3 Fundo Oquendo – Callao.

Los datos obtenidos para este proyecto son de los servicios realizados solo en estas instalaciones.

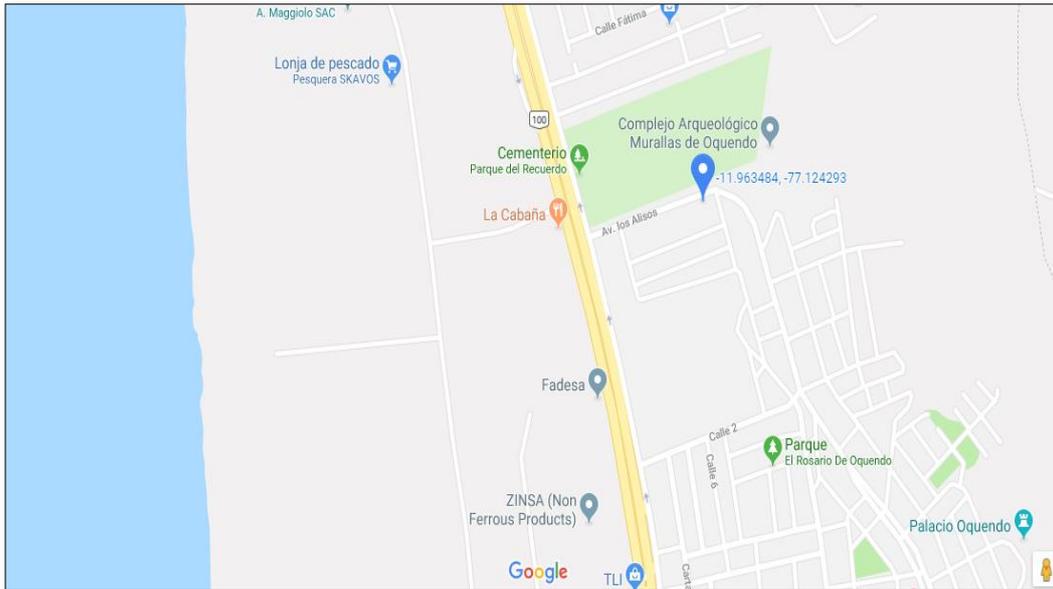


Figura 1: Ubicación del taller de KRENCO SERVICES E.I.R.L.

Fuente: (Google Maps, 2019)

1.4 Formulación del Problema

1.4.1 Problema General

¿De qué manera se puede elaborar un protocolo de servicio de mantenimiento preventivo y correctivo de los sistemas de dirección y suspensión de tracto camiones que se aplique en los talleres de la empresa KERNCO SERVICES E.I.R.L.?

1.4.2 Problemas específicos

- _ ¿Cómo son los procesos de mantenimiento y reparación de los sistemas de suspensión y dirección?
- _ ¿Qué espacio de taller se requiere para realizar los servicios de mantenimiento y reparación de los sistemas de suspensión y dirección?
- _ ¿Cuáles son los tiempos estándares del proceso de mantenimiento correctivo y preventivo de los sistemas de dirección y suspensión?

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo General

Elaborar un protocolo de servicio de mantenimiento preventivo y correctivo de los sistemas de dirección y suspensión de tracto camiones para su aplicación en los talleres de la empresa KERNCO SERVICES E.I.R.L.

1.5.2 Objetivos Específicos

- _ Definir los procesos de mantenimiento y reparación de los sistemas de suspensión y dirección.
- _ Optimizar el uso del espacio físico del taller.
- _ Definir tiempos estándar de mantenimiento correctivo y preventivo de los sistemas de dirección y suspensión.

CAPÍTULO II:

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

La empresa no cuenta con ningún tipo de protocolo de servicio de mantenimiento hasta la fecha.

En la búsqueda de información se encontró diversos trabajos de implementaciones de planes de mantenimiento para las unidades propias de la empresa o directamente referida a la producción.

- A. En la tesis titulada *“DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD MECÁNICA DEL EQUIPO ALPHA20 DE LA EMPRESA ROBOCON S.A.C.”*, para optar el título profesional de Ingeniero Mecánico, en la Universidad Nacional del Centro del Perú, tiene el propósito de mejorar la disponibilidad mecánica de un equipo ALPHA20 para poder cumplir con los requerimientos de sus clientes. (Ticlavilca Rauz, 2016)
- B. En la tesis de título *“PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO BASADO EN EL RCM PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD MECÁNICA DE LA EXCAVADORA CAT 336 DE LA EMPRESA ECOSEM SMELTER S.A.”*, para optar el título profesional de Ingeniero Mecánico, en la Universidad Nacional del Centro del Perú, se tiene como objetivo principal aplicar el conocimiento científico del mantenimiento centrado en la confiabilidad para mejorar la disponibilidad mecánica de las excavadoras CAT 336 ya que cuenta con una disponibilidad de un 80% lo cual no es aceptable por los requerimientos de la minera que adquiere de los servicios de esta excavadora. Con esta propuesta se logró mejorar un 9% la disponibilidad mecánica. (Casachagua Davila, 2017)
- C. En la tesis titulada *“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL ASISTIDO POR COMPUTADOR PARA LA EMPRESA CUBIERTAS DEL ECUADOR KUBIEC S.A. EN LA PLANTA*

ESTHELA”, para obtener el título de Ingeniero Mecánico en la Escuela Politécnica del Ejército, se propone la implementación de un sistema de mantenimiento industrial asistido por computadora ya que la planta industrial ESTHELA no cuenta con un sistema de mantenimiento planeado. Con este sistema de mantenimiento se logró mejorar la productividad de la planta en un 2%, se disminuyó la entrega de los productos de 5 a 3.5 días estableciendo procedimientos para realizar las actividades de mantenimiento. (Riera Chavez, 2013)

- D. En la tesis titulada *“MEJORA DE LA DISPONIBILIDAD MECÁNICA Y CONFIABILIDAD OPERACIONAL DE UNA FLOTA DE COSECHADORAS DE CAÑA DE AZÚCAR DE 40 T/H DE CAPACIDAD”*, para obtener el título profesional de Ingeniero Mecánico, en la Pontificia Universidad Católica del Perú, se desarrolló un proyecto para mejorar la disponibilidad mecánica y la confiabilidad operacional de una flota de cosechadoras de caña de azúcar. Con el plan de mantenimiento que cuenta la empresa el rendimiento de su producción es de 1278167 toneladas de caña en los últimos 17 meses y con el desarrollo de este proyecto la productividad podría llegar hasta 1280190.45 toneladas de caña en los siguientes 17 meses. (Huancaya Mena, 2016)
- E. En la tesis *“PLAN DE MANTENIMIENTO PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD DE LOS EQUIPOS PESADOS DE LA EMPRESA OBRAINSA.”*, para obtener el título de Ingeniero Mecánico, en la Universidad Nacional del Callao, se enfoca en la mejora de la disponibilidad con la ayuda de un plan de mantenimiento a los equipos pesados de la empresa OBRAINSA. Los beneficios favorables de este proyecto se demuestran con un ascenso a S/ 105814.52 desde la implementación. (Tuesta Yliquin, 2014)

2.2 Bases Teóricas

2.2.1 Filosofía del mantenimiento

(Duffuaa, 2009) Afirma:

La filosofía del mantenimiento de una planta es básicamente la de tener un nivel mínimo de personal de mantenimiento que sea consistente con la optimización de la producción y la disponibilidad de la planta sin que se comprometa la seguridad.

(Course Hero, Inc., 2019) Afirma:

La labor del departamento de mantenimiento está relacionada muy estrechamente en la prevención de accidentes y lesiones en el trabajador ya que tiene la responsabilidad de mantener en buenas condiciones, la maquinaria y herramienta, equipo de trabajo, lo cual permite un mejor desenvolvimiento y seguridad evitando en parte riesgos en el área laboral.

2.2.2 Mantenimiento

(Asociación Española para la Calidad (A.E.C), 2018) Afirma:

Se define mantenimiento como todas las acciones que tienen como objetivo mantener un artículo o restaurarlo a un estado en el cual pueda llevar a cabo alguna función requerida. Estas acciones incluyen la combinación de las acciones técnicas y administrativas correspondientes.

2.2.3 Mantenimiento preventivo

(García M., Orcajo G., & Fernández M., 1998) Afirman:

Ésta forma de mantenimiento surge debido a la necesidad de remediar los inconvenientes del mantenimiento correctivo. A diferencia del anterior, la sustitución de las piezas o partes del sistema que pudieran causar averías se realiza con una cierta periodicidad, determinada mediante criterios estadísticos. Así la sustitución de un determinado elemento puede realizarse después de un cierto tiempo preprogramado, o al producirse una avería, si ésta ocurre antes.

Debido a que toda avería tiene carácter estocástico, es bastante improbable que las labores de mantenimiento preventivo realicen la

sustitución de los elementos justo antes de que ésta se produzca, causando de este modo un evidente desaprovechamiento de la reserva de uso de los equipos. En cualquier caso, es evidente que, para la planificación de actividades del mantenimiento preventivo, es necesaria una correcta aplicación de criterios estadísticos para determinar los tiempos óptimos de intervención, ya que si estos no son los adecuados podrían generarse importantes pérdidas

El mantenimiento preventivo habitualmente comprende una serie de actividades características:

- _ Limpieza y revisiones periódicas
- _ Conservación de equipos y protección contra los agentes ambientales.
- _ Control de la Lubricación.
- _ Reparación y recambio de los puntos del sistema identificados como puntos débiles.
- _ Reparación y recambios planificados.

Mantenimiento Preventivo		
	Preventivo	Con frecuencia preestablecida, planificado
Rutinario	Sistemático	Predictivo
Control periódico del equipos. Intervención menor Ajustes, limpieza, lubricación. Realizado por el operario.	En función de un contador (Hs., Km., etc) o por calendario. Intervención mayor. Realizado por Mantenimiento.	En función de un contador, Hs., Km., etc. Mide desarrollo de variables. Predice futura intervención. Realizado por Mantenimiento.

Figura 2: Mantenimiento preventivo.

Fuente: (García M., Orcajo G., & Fernández M., 1998)

2.2.4 Mantenimiento correctivo

(RENOVETEC, 2014) Afirma:

El mantenimiento correctivo es el conjunto de tareas que se llevan a cabo para corregir un fallo, una vez que éste se ha producido o al menos se ha iniciado el proceso que finalizará con la ocurrencia del fallo.

Consiste pues en 'arreglar' lo que se rompe, en pocas palabras. Muchas organizaciones consideran este tipo de mantenimiento como la base indiscutible en la que asentar toda la estrategia de mantenimiento de la instalación, lo que en pocas ocasiones da un buen resultado. A pesar de ello, es indiscutible que la estrategia de trabajar exclusivamente cuando algo falla es la más extendida en las organizaciones de mantenimiento.

Siempre que se habla de mantenimiento correctivo es conveniente tener presente una serie de aspectos:

- _ Como se gestionan las reparaciones en la organización, por lo que de una forma u otra es necesario establecer la secuencia de eventos que ocurren desde que alguien detecta un problema hasta el éste queda totalmente resuelto. Esta gestión puede implicar disponer de un sistema de órdenes de trabajo, la gestión de dichas órdenes, el diagnóstico de los fallos, la adquisición de herramientas y materiales, la propia realización de la reparación, las pruebas para comprobar que todo ha quedado correcto y el cierre de la intervención.
- _ Como se priorizan las intervenciones. En general no se dispone de un técnico en espera de que llegue la próxima orden de trabajo o el próximo aviso. Por ello, hay que establecer un sistema de prioridades que determine en qué orden cada uno de los técnicos debe ir resolviendo los trabajos de reparación pendientes.
- _ La investigación posterior de las averías. Algunas averías merecen ser investigadas, es decir, conocer la causa raíz que las provocó. En tanto en cuanto no se resuelva esa causa, la avería puede suceder de nuevo una y otra vez.

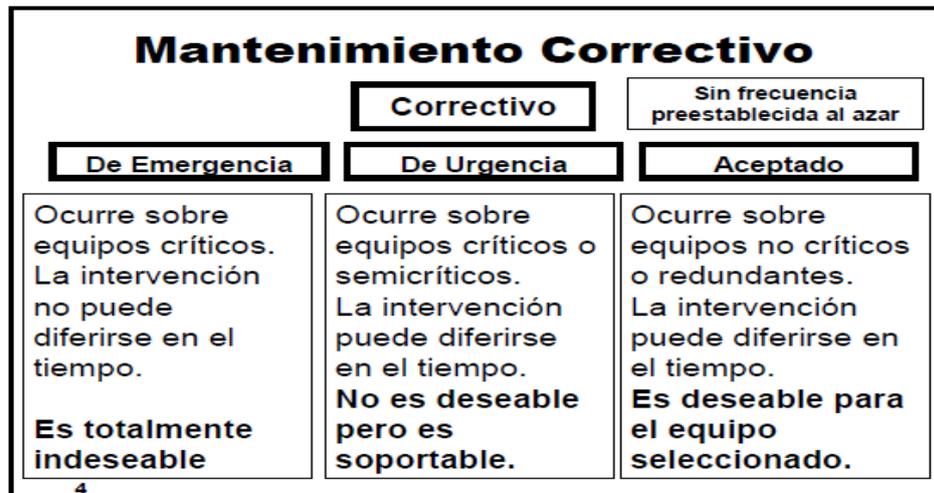


Figura 3: Mantenimiento Correctivo,

Fuente: (García M., Orcajo G., & Fernández M., 1998)

2.2.5 Plan de mantenimiento

(RENOVE TECNOLOGÍA S.L., 2019) Afirma:

Un plan de mantenimiento es el conjunto de tareas de mantenimiento programado, agrupadas o no siguiendo algún tipo de criterio, y que incluye a una serie de equipos de la planta, que habitualmente no son todos. Hay todo un conjunto de equipos que se consideran no mantenibles desde un punto de vista preventivo, y en los cuales en mucho más económico aplicar una política puramente correctiva (en inglés se denomina run to failure, o 'utilizar hasta que falle').

El plan de mantenimiento engloba tres tipos de actividades:

- _ Las actividades rutinarias que se realizan a diario, y que normalmente las lleva a cabo el equipo de operación.
- _ Las actividades programadas que se realizan a lo largo del año.
- _ Las actividades que se realizan durante las paradas programadas.

Las tareas de mantenimiento son, como ya se ha dicho, la base de un plan de mantenimiento. (...)

Al determinar cada tarea debe determinarse además cinco informaciones referentes a ella: frecuencia, especialidad, duración, necesidad de permiso de trabajo especial y necesidad de parar la máquina para efectuarla.

Las tareas de mantenimiento son la base de un plan de mantenimiento. Las diferentes formas de realizar un plan de mantenimiento que se describen en los capítulos siguientes no son más que formas de determinar las tareas de mantenimiento que compondrán el plan.

Al determinar cada tarea debe determinarse además cinco informaciones referentes a ella: frecuencia, especialidad, duración, necesidad de permiso de trabajo especial y necesidad de parar la máquina para efectuarla.

_ Frecuencia

En cuanto a la frecuencia de una tarea, existen dos formas para fijarla:

- ✓ Siguiendo periodicidades fijas
- ✓ Determinándola a partir de las horas de funcionamiento

Cualquiera de las dos formas es perfectamente válido; incluso es posible que para unas tareas sea conveniente que se realice siguiendo periodicidades preestablecidas y que otras tareas, incluso referidas al mismo equipo, sean referidas a horas efectivas de funcionamiento. Ambas formas de determinación de la periodicidad con la que hay que realizar cada una de las tareas que componen un plan tienen ventajas e inconvenientes.

Así, realizar tareas de mantenimiento siguiendo periodicidades fijas puede suponer hacer mantenimiento a equipos que no han funcionado, y que, por tanto, no se han desgastado en un periodo determinado. Y, por el contrario, basar el mantenimiento en horas de funcionamiento tiene el inconveniente de que la programación de las actividades se hace mucho más complicada, al no estar fijado de antemano exactamente cuándo tendrán que llevarse a cabo. Un programa de mantenimiento que contenga tareas con periodicidades temporales fijas junto con otras basadas en horas

de funcionamiento no es fácil de gestionar y siempre es necesario buscar soluciones de compromiso.

No es fácil fijar unos criterios para establecer las tareas de mantenimiento. Teóricamente, una tarea de mantenimiento debe realizarse para evitar un fallo, con lo cual habría que determinar estadísticamente el tiempo que transcurre de media hasta el momento del fallo si no se actúa de ninguna forma en el equipo. El problema es que normalmente no se dispone de datos estadísticos para hacer este estudio, ya que en muchos casos significaría llevar los equipos a rotura para analizar cuanto aguantan; en otros, realizar complejas simulaciones del comportamiento de materiales, que no siempre están al alcance del departamento de mantenimiento de una instalación. Así que es necesario buscar criterios globales con los que fijar estas periodicidades, buscando primar el coste, la fiabilidad y la disponibilidad en esta decisión, y no tanto el agotamiento de la vida útil de las piezas o los conjuntos.

_ Especialidad

En la elaboración del plan de mantenimiento es conveniente diferenciar las tareas que realizan unos profesionales u otros, de forma que al generar las órdenes de trabajo correspondientes no se envíe al especialista eléctrico lo que debe realizar el especialista mecánico y viceversa.

Las especialidades más habituales de las tareas que componen un plan de mantenimiento son las siguientes:

- ✓ **Operación.** Las tareas de este tipo son llevadas a cabo por el personal que realiza la operación de la instalación, y normalmente se trata de inspecciones sensoriales que se realizan muy frecuentemente, lecturas de datos y en ocasiones trabajos de lubricación.

- ✓ **Campo solar.** Las tareas de este tipo son llevadas a cabo por especialistas en la realización de tareas en la zona de captación de radiación. Incluye normalmente tareas eléctricas, mecánicas y de instrumentación.
- ✓ **Mecánica.** Las tareas de este tipo requieren especialistas en montaje y desmontaje de equipos, en ajustes, alineaciones, comprensión de planos mecánicos, etc.
- ✓ **Electricidad.** Los trabajos de este tipo exigen que los profesionales que los llevan a cabo tengan una fuerte formación en electricidad, bien en baja, media o alta tensión.
- ✓ **Instrumentación.** Los trabajos de este tipo están relacionados con profesionales con formación en electrónica, y, además, con una formación específica en verificación y calibración de instrumentos de medida.
- ✓ **Predictivo.** Esta especialidad incluye termografías, boroscopias, análisis de vibraciones, etc. Los profesionales que las llevan a cabo son en general técnicos especialmente entrenados en estas técnicas y en las herramientas que utilizan para desarrollarlas.
- ✓ **Mantenimiento legal.** En muchas ocasiones se requiere que para llevar a cabo determinadas tareas de carácter obligatorio recogidas en normativas en vigor sea necesario tener determinadas acreditaciones. Además, es muy habitual contratar con empresas externas, poseedoras de dichas acreditaciones, estos mantenimientos.
- ✓ **Limpieza técnica.** La fuerte especialización que requiere este trabajo, junto con las herramientas que se emplean hace que se trate de conocimientos muy específicos que además normalmente se contratan con empresas externas.
- ✓ **Obra civil.** No es habitual que el personal de plantilla realice este tipo de trabajos, por lo que para facilitar su programación, realización y control puede ser conveniente crear una categoría específica.

– **Duración**

La estimación de la duración de las tareas es una información complementaria del plan de mantenimiento. Siempre se realiza de forma aproximada, y se asume que esta estimación lleva implícito un error por exceso o por defecto.

– **Permiso de trabajo**

Determinadas tareas requieren de un permiso especial para llevarlas a cabo. Así, las tareas de corte y soldadura, las que requieren la entrada en espacios confinados, las que suponen un riesgo eléctrico, etc., requieren normalmente de un permiso de trabajo especial. Resulta útil que en el plan de mantenimiento esté contenida esta información, de manera que estén diferenciados aquellos trabajos que requieren de un permiso, de aquellos que se realizan simplemente con una orden de trabajo.

– **Máquina parada o en marcha**

Para llevar a cabo una tarea de terminada puede ser conveniente que el equipo, el sistema al que pertenece o incluso toda la planta estén paradas o en marcha. Resulta útil que este extremo esté indicado en el plan de mantenimiento, ya que facilita su programación.

2.2.6 Protocolo de mantenimiento

(RENOVE TECNOLOGÍA S.L., 2019) Afirma:

Un protocolo de mantenimiento es un listado de tareas a realizar en un tipo concreto de equipo. La metodología basada en la determinación de las tareas que componen el plan de mantenimiento a partir de las recomendaciones de los fabricantes tiene algunas ventajas, como la sencillez a la hora de determinarlas, pero también graves inconvenientes. Existe una segunda metodología para realizar el plan de mantenimiento, basada en el empleo de protocolos generales de mantenimiento por tipo de equipo.

En el protocolo de mantenimiento de un equipo tipo debe incluirse al menos la siguiente información para cada tarea incluida en el protocolo:

- _ Especialidad del trabajo.
- _ Frecuencia con la que debe realizarse.
- _ Duración estimada de la realización de la tarea.
- _ Necesidad de un permiso de trabajo especial.
- _ Si el equipo debe estar parado o en marcha para la realización de la tarea.

El primer trabajo para elaborar un protocolo de mantenimiento de un equipo tipo es determinar el conjunto de tareas a llevar a cabo en él.

Los tipos de tareas que pueden llevarse a cabo en un equipo son las siguientes:

- _ Inspecciones sensoriales: son inspecciones que se realizan con los sentidos, sin necesidad de instrumentos de medida o medios técnicos adicionales.
- _ Lecturas y anotación de parámetros de funcionamiento, con instrumentos que están instalados en los equipos.
- _ Tareas de lubricación.
- _ Verificaciones mecánicas, como medición de holguras, de alineación, de espesor, de apriete de pernos, de instrumentos de medida, de funcionamiento de lazos de control, etc. Pueden requerir de una intervención para que determinados parámetros se ajusten a unos valores preestablecidos.
- _ Verificaciones eléctricas, como medición de intensidad de corriente, verificación de puestas a tierra, verificación del funcionamiento de paradas de emergencia, verificación de conexiones, etc.
- _ Análisis y mediciones de variables con instrumentos externos, como analizadores de vibraciones, termografías, análisis de aceites, etc.
- _ Limpiezas, que pueden ser sencillas o de cierta complejidad técnica.
- _ Configuración, en equipos programables o que admitan diferentes modos de funcionamiento.

- _ Verificación del correcto funcionamiento de equipos de medida
- _ Calibración de instrumentos de medida.
- _ Chequeo de lazos de control.
- _ Sustitución o reacondicionamiento condicional de piezas sujetas o propensas al desgaste.
- _ Sustitución o reacondicionamiento sistemático de piezas sujetas o propensas al desgaste.

A la hora de elaborar la lista completa de tareas que aplica en un equipo y que compondrá el protocolo de mantenimiento de ese tipo de equipo es conveniente comprobar cuáles de los tipos de tareas mencionadas son aplicables en ese equipo. De esta manera se asegura que la lista de tareas para cada equipo es completa y exhaustiva, sin olvidar nada importante.

2.2.7 Disponibilidad

(Mesa Grajales, Ortiz Sánchez, & Pinzón, 2006) Afirman:

La disponibilidad, objetivo principal del mantenimiento, puede ser definida como la confianza de que un componente o sistema que sufrió mantenimiento ejerza su función satisfactoriamente para un tiempo dado. En la práctica, la disponibilidad se expresa como el porcentaje de tiempo en que el sistema está listo para operar o producir, esto en sistemas que operan continuamente. En la fase de diseño de equipos o sistemas, se debe buscar el equilibrio entre la disponibilidad y el costo. Dependiendo de la naturaleza de requisitos del sistema, el diseñador puede alterar los niveles de disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad, de forma a disminuir el costo total del ciclo de vida.

La tabla muestra que algunos equipos necesitan tener alta confiabilidad, mientras que otros necesitan tener alta disponibilidad o alta mantenibilidad.

Tabla 1: Requisitos de algunos sistemas y enfoques de los indicadores

	REQUISITOS	EJEMPLOS
1	Alta confiabilidad Poca disponibilidad	Generación de electricidad Tratamiento de agua
2	Alta disponibilidad	Refinerías de petróleo Acerías
3	Alta confiabilidad Alta mantenibilidad	Incineradores hospitalarios
4	Disponibilidad basada en buena práctica	Procesamiento por etapas
5	Alta disponibilidad Alta confiabilidad	Sistemas de emergencia Plataformas petroleras

Fuente: (Mesa Grajales, Ortiz Sánchez, & Pinzón, 2006)

Matemáticamente la disponibilidad $D(t)$, se puede definir como la relación entre el tiempo en que el equipo o instalación quedó disponible para producir TMEF y el tiempo total de reparación TMPR. Es decir:

$$D_{(t)} = \frac{TMEF}{TMEF + TMPR}$$

El TMPR o tiempo medio de reparación, depende en general de:

- _ La facilidad del equipo o sistema para realizarle mantenimiento.
- _ La capacitación profesional de quien hace la intervención.
- _ De las características de la organización y la planificación del mantenimiento.

El mantenimiento como focalizador de la disponibilidad:

El factor primario que distingue a las empresas líderes en disponibilidad es que ellas reconocen que la confiabilidad no es simplemente un resultado del esfuerzo de reparación, ellas están convencidas de que la eliminación de las fallas crónicas es su misión primordial. Las reparaciones en el mantenimiento, en este tipo de industria, son vistas de forma diferente. Las reparaciones no son esperadas, son vistas como casos excepcionales y resultantes de alguna deficiencia en la política de mantenimiento o descuido de la gerencia de mantenimiento. Un análisis detallado del problema, acompañado por un programa sólidamente estructurado de mejora de la confiabilidad, es la base para la eliminación de mucho trabajo innecesario. La organización es dimensionada para gerenciar un sistema de monitoreo basado en la condición y fija una alta prioridad para eliminar fallas.

Definición de disponibilidad

(Uruman, 2014) Afirma:

- _ Expresa el tiempo que el equipo está disponible para producir.
- _ Debe ser solo mayor que la disponibilidad necesaria si el equipo no es de operación continúa.
- _ Para equipos de operación continua difícilmente llegue al 100%, siempre será algo menor, pero lo mayor posible.

$$DISP = \frac{\text{Hrs. Período} - \sum \text{Hrs. Mtto}}{\text{Hrs. Período}}$$

Diagram illustrating the calculation of Availability (DISP):

- The numerator is $\text{Hrs. Período} - \sum \text{Hrs. Mtto}$.
- The denominator is Hrs. Período .
- An arrow points from the box "Sumar las horas de parada en todas las OT" to the summation term $\sum \text{Hrs. Mtto}$.
- An arrow points from the box "Calcular las horas entre las fechas seleccionadas" to the Hrs. Período terms in both the numerator and denominator.

Disponibilidad de Equipos

(Tavares, 2000) Afirma:

Relación entre la diferencia del número de horas del periodo considerado (horas calendario) con el número de horas de intervención por el personal de mantenimiento (mantenimiento preventivo por tiempo o por estado, mantenimiento correctivo y otros servicios) para cada ítem observado y el número total de horas del periodo considerado.

$$DISP = \frac{\sum(HCAL - HTMN)}{\sum HCAL} \times 100$$

La disponibilidad de un ítem representa el porcentaje del tiempo en que quedó a disponibilidad del órgano de operación para desempeñar su actividad.

El índice de Disponibilidad también es identificado como "Performance o Desempeño de Equipos" y, para ítems de operación eventual, puede ser calculado como la relación entre el tiempo total de operación de cada uno y la suma de este tiempo con el respectivo tiempo total de mantenimiento en el periodo considerado.

$$DISP = \frac{\sum HROP}{\sum(HROP + HTMN)} \times 100$$

Este índice también puede ser calculado como la diferencia entre la unidad y la relación entre las horas de mantenimiento y la suma de esas horas con las de operación de los equipos.

El índice de Disponibilidad (o Performance) es de gran importancia para la gestión del mantenimiento, pues a través de éste, puede ser hecho un análisis selectivo de los equipos, cuyo comportamiento operacional está por debajo de estándares aceptables.

Para su análisis, se recomienda poner en tablas mensualmente, la disponibilidad (o performance) de los equipos seleccionados por el usuario y establecer un límite mínimo aceptable de sus valores, a partir del cual, serán hechas las selecciones para el análisis.

2.2.8 Mantenibilidad

(Mesa Grajales, Ortiz Sánchez, & Pinzón, 2006) Afirman:

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

La mantenibilidad puede ser estimada con ayuda de la expresión:

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

Dónde:

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

e : constante Neperiana ($e=2. 303...$)

μ : Tasa de reparaciones o número total de reparaciones efectuadas con relación al total de horas de reparación del equipo.

t : tiempo previsto de reparación TMPR

Además de la relación que tiene la mantenibilidad con el tiempo medio de reparación, TMPR, otro tipo de consideraciones, entre las que se cuentan:

- _ El TMPR está asociado al tiempo de duración efectiva de la reparación.
- _ Todo el tiempo restante, empleado por ejemplo en la espera de herramientas, repuestos y tiempos muertos, es retirado generalmente del TMPR.
- _ La suma del TMPR con los demás tiempos, constituye lo que normalmente es denominado como down-time por algunos autores,

otros denominan ese tiempo como MFOT (Mean Forced Outage Time).

- Sin embargo, al calcular la disponibilidad, la mayoría de los autores indican que el tiempo a ser considerado, es el tiempo de reparación más los tiempos de espera, que es lógico.

Normalmente los tiempos que ocurren entre la parada y el retorno a la operación de un equipo son presentados:

- t_0 : Instante en que se verifica la falla
- t_1 : Tiempo para la localización del defecto
- t_2 : Tiempo para el diagnóstico
- t_3 : Tiempo para el desmontaje (Acceso)
- t_4 : Tiempo para la remoción de la pieza
- t_5 : Tiempo de espera por repuestos (logístico)
- t_6 : Tiempo para la sustitución de piezas
- t_7 : Tiempo para el remontaje
- t_8 : Tiempo para ajustes y pruebas
- t_f : Instante de retorno del equipo a la operación

Cuando se analizan los tiempos descritos anteriormente, se verifica que directa o indirectamente, todos ellos son responsabilidad del personal de mantenimiento. Aunque se puede afirmar que existen otros tiempos empleados, por ejemplo, en la consecución de informaciones, aspectos relacionados con la planificación de los servicios, problemas de liberación de equipo y calificación de personal. En este sentido, el TMRP puede considerarse, no sólo comprendido por todos los tiempos que son pertinentes a las acciones de mantenimiento en sí, sino que hay que entender que el tiempo en el que el equipo está fuera de operación debe ser reducido y ese debe ser el objetivo de todos los involucrados en el proceso de organización del mantenimiento.

2.2.9 Configuración del sistema de dirección

(Velasco Sánchez, Oliva Meyer, & Sánchez Lozano, 2013) Afirman:

El sistema de dirección de los diferentes vehículos varía ampliamente con su diseño, pero funcionalmente son similares. Los elementos que componen el sistema permiten transformar el giro del volante, que acciona el conductor, en un desplazamiento lineal que varía la orientación de las ruedas directrices. Las ruedas directrices, por tanto, están conectadas mediante barras, ejes, juntas universales y aisladores de vibraciones a la "caja de la dirección", que es donde el desplazamiento lineal se transforma en giro, o viceversa, y a través de ella a la columna de la dirección y al volante solidario a ella. (p.2)

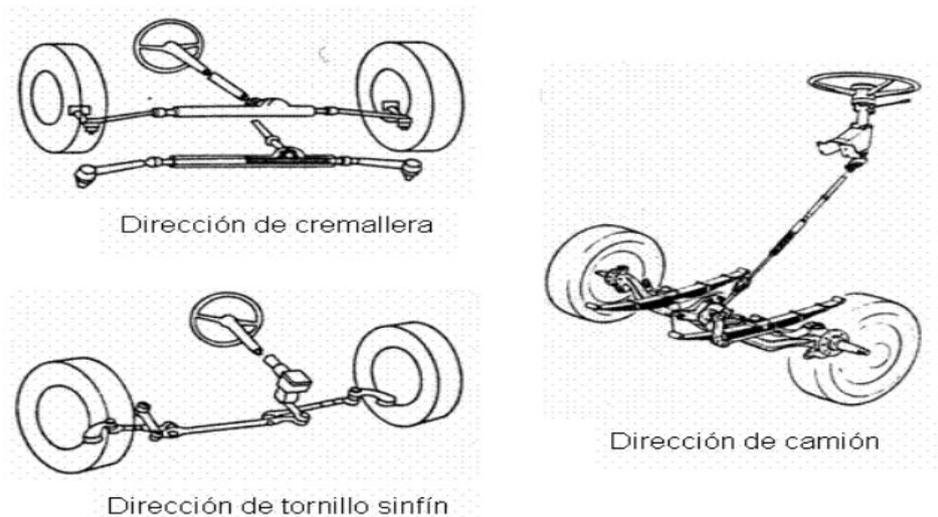


Figura 4: Diferentes configuraciones del sistema de dirección.

FUENTE: (Velasco Sánchez, Oliva Meyer, & Sánchez Lozano, 2013)

La clasificación habitual de los sistemas de dirección se refiere fundamentalmente a la configuración de la caja de dirección:

- ✓ Mecánicas
- ✓ Con asistencia hidráulica
- ✓ Hidráulica semi-integral
- ✓ Hidrostática

La primera misión de la caja de dirección es transformar el giro del volante en un desplazamiento de las barras de dirección, pero además debe proporcionar una reducción del ángulo girado por las ruedas respecto al volante, con dos objetivos fundamentales: que el par con que se actúe el volante sea reducido, y una variación de ángulo girado en el volante debe corresponder a una variación mucho menor del ángulo girado por la rueda para lograr un buen control de la trayectoria del vehículo.

2.2.9.1 Dirección con asistencia hidráulica

(FierrosClasicos, 2015) Afirma:

La dirección hidráulica funciona por medio de una bomba de alta presión de aceite, movida por una polea que va conectada al motor por medio de una correa.

Este sistema solamente funciona con presión de aceite hidráulico y, por ende, necesita que funcione el motor. Con el motor parado, es una dirección mecánica, o más dura, aún. O sea: el sistema de dirección hidráulica funciona a través de una bomba, que presuriza un fluido líquido y es enviado por tubos y mangueras a la caja de dirección. En su interior, se ubican sellos que al recibir esta presión impulsan a las varillas de acoplamiento, que unen la caja de dirección con las ruedas. Con este avance se sustituyeron gradualmente las direcciones mecánicas, aunque representó un nuevo reto, si bien a la hora de estacionarse la dirección hidráulica es suave, a altas velocidades lo suave la vuelve inestable y por tanto insegura. Así surgió la necesidad de crear una nueva dirección que se adaptara a las distintas condiciones de manejo, como la dirección asistida dependiente de la velocidad.

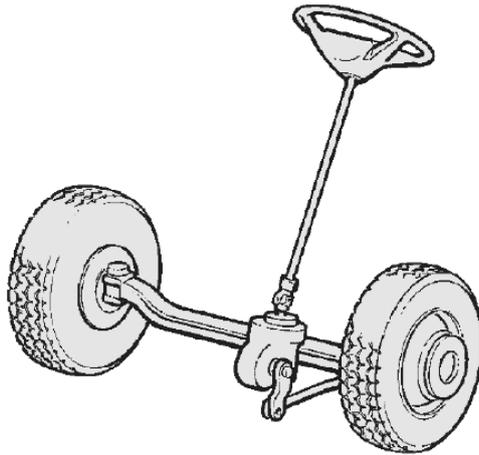


Figura 5: Ejemplo de dirección asistida volvo FH-FM

Fuente: (Maquinaria pesada, 2019)

2.2.9.2 Direcciones hidrostáticas

(Velasco Sánchez, Oliva Meyer, & Sánchez Lozano, 2013) Afirman:

Las direcciones hidrostáticas son aquellas en las cuales no existe ninguna unión mecánica entre el volante y las ruedas directrices. El empleo de una dirección hidrostática sólo es posible en vehículos lentos cuya velocidad máxima no sobrepase los 50 km/h. Su instalación es también ventajosa en vehículos donde la unión mecánica entre dirección y ruedas directrices sólo puede realizarse a costa de grandes dificultades.

(p.15)

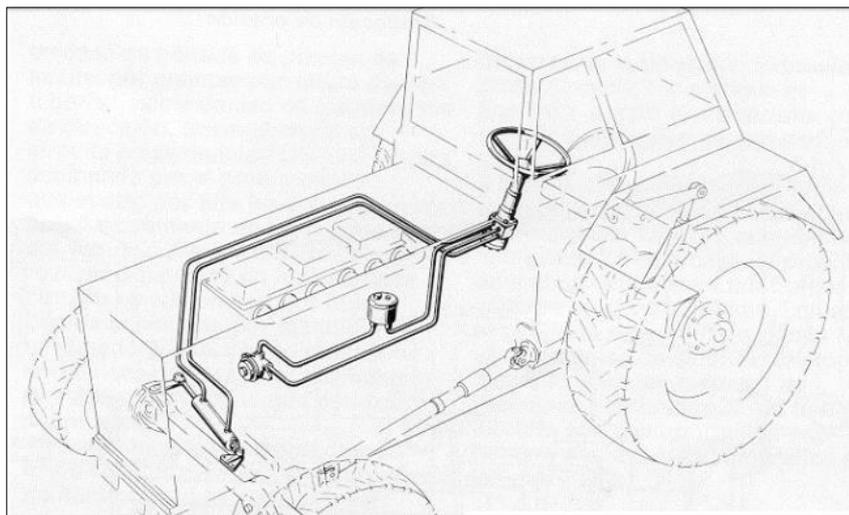


Figura 6: Ejemplo de instalación de una dirección hidrostática

Fuente: (Velasco Sánchez, Oliva Meyer, & Sánchez Lozano, 2013)

2.2.10 Definición de alineación

(AIRTEK, 2005) afirma:

Geometría de Dirección Ackermann — La geometría del sistema de 4 barras consistente de los puntos pivote del eje frontal, barra de dirección y el tubo transversal e intenta proporcionar un giro libre de las llantas delanteras en una curva. La geometría de Ackermann depende del ancho del eje y la distancia entre ejes del vehículo. Una geometría inadecuada puede originar un arrastre de las llantas al girar lo cual se refleja como un desgaste de toe en las llantas, usualmente se obtiene un desgaste mayor en una llanta que la otra debido a la ruta de operación del vehículo. (p.34).

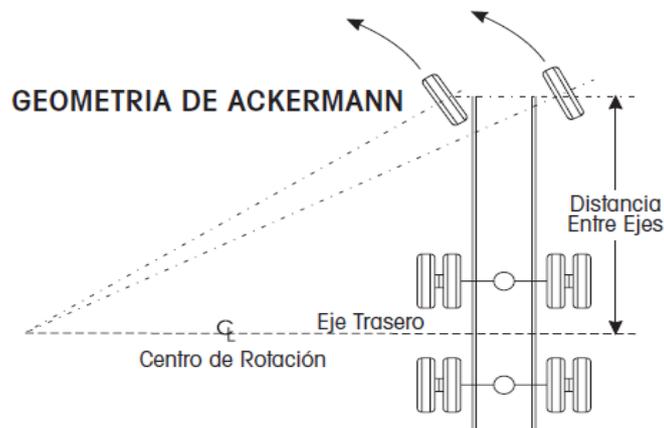


Figura 7: Geometría de giro de un vehículo

Fuente: (AIRTEK, 2005)

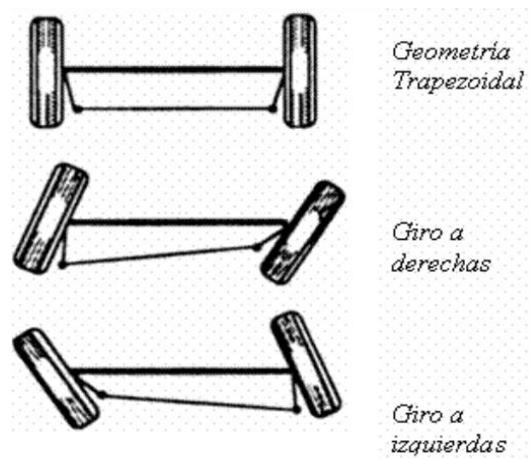


Figura 8: Geometría trapezoidal del paralelogramo de dirección

Fuente: (Velasco Sánchez, Oliva Meyer, & Sánchez Lozano, 2013)

Giro por Golpeteo (Respuesta) — La respuesta que se siente a través de las conexiones de la dirección hacia el volante cuando las llantas golpean algún bache u obstáculo en el camino. Esto ocurre debido a que el punto de conexión del brazo de la dirección y el punto de sujeción de la muelle al eje no viaja en arcos circulares paralelos cuando la suspensión se mueve hacia arriba o hacia abajo. Esta condición también puede ser creada por la retención de aire en el sistema de dirección hidráulica.

- **Camber**— El ángulo formado por la inclinación hacia adentro o hacia afuera de la llanta con referencia a una línea vertical. Camber positivo es cuando la llanta se inclina hacia afuera en la parte superior y negativo cuando la llanta se inclina hacia adentro en la parte superior.

El exceso de camber positivo puede causar un leve desgaste en la mitad externa de la llanta. El exceso de camber negativo puede causar desgaste en la mitad interna de la llanta. El eje está fabricado con ángulos de camber estáticos sin carga, de tal forma que la llanta esta paralela al piso cuando está cargada. (p.34)

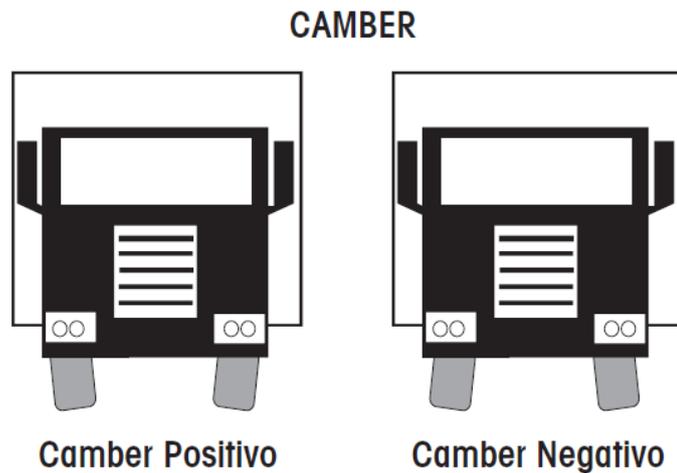


Figura 9: Angulo Camber

Fuente: (AIRTEK, 2005)

- **Caster** —La inclinación hacia adelante o atrás del perno rey con referencia a una línea vertical. El ángulo es medido en grados. El caster es positivo cuando la parte superior del eje se inclina hacia atrás y es negativo cuando se inclina hacia delante. Un caster adecuado es importante para la estabilidad direccional y retornabilidad.

Demasiado caster positivo puede ocasionar zigzagueos y esfuerzo excesivo de dirección y es normalmente una consideración de desempeño y manejo del vehículo. Un caster positivo desigual puede crear un efecto de empuje hacia el lado donde se presente el caster más bajo. Este atributo puede ser usado cuando se quiere compensar en caminos con jorobas de un lado. (p.35)

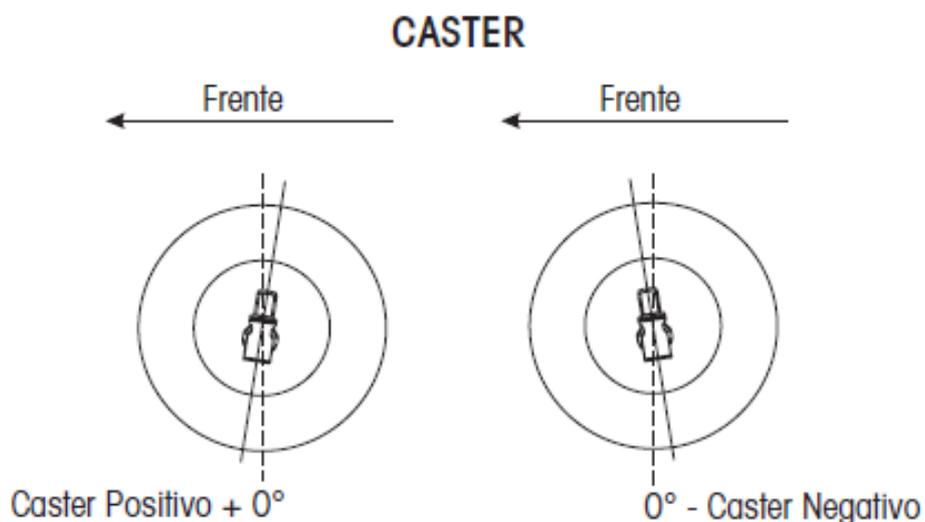


Figura 10: Ángulo caster

Fuente: (AIRTEK, 2005)

- **Inclinación del Perno Rey (KPI)** — La inclinación hacia adentro del perno rey contra una línea vertical. Este parámetro de la suspensión tiene un efecto pronunciado en el esfuerzo y regreso de dirección. Al tiempo que las llantas son giradas alrededor de un perno rey inclinado, la parte delantera del vehículo se levanta. Este levantamiento del vehículo se experimenta como un esfuerzo en

la dirección cuando se da una vuelta y se percibe como una fuerza de recuperación cuando se libera el volante.

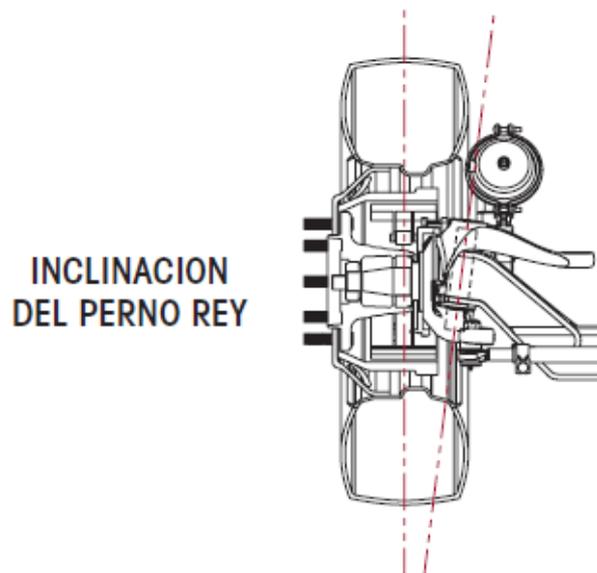


Figura 11: Inclinación del perno rey
Fuente: (AIRTEK, 2005)

2.2.11 Geometría de la rueda delantera

(Velasco Sánchez, Oliva Meyer, & Sánchez Lozano, 2013) Afirman:

Los elementos importantes del sistema de dirección no son sólo las barras descritas hasta ahora, sino también la geometría asociada al eje de dirección de la rueda. Esta geometría afecta a las fuerzas y momentos de reacción sobre el sistema de dirección, que afectan a su funcionamiento global. (...) (p.22)

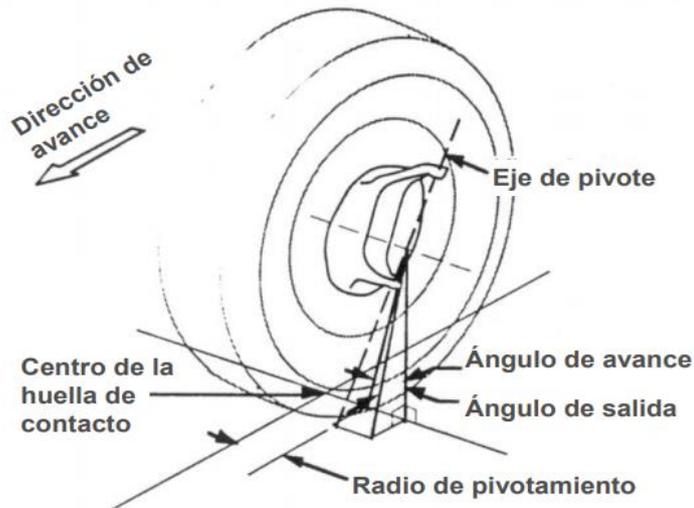


Figura 12: Geometría de giro de la rueda

Fuente: (Velasco Sánchez, Oliva Meyer, & Sánchez Lozano, 2013)

El ángulo de dirección se consigue mediante la rotación de la rueda alrededor del eje de rotación de la dirección. Históricamente este eje se conoce por eje de “pivote”, independientemente de su realización práctica (pivote, dos rótulas, etc.). Este eje normalmente no es vertical, suele estar inclinado hacia fuera por abajo, produciendo un ángulo de inclinación lateral (ángulo de salida) en un rango de 0-5 grados para camiones (...).

El ángulo de avance resulta cuando el eje del pivote se inclina en el plano longitudinal. Avances positivos sitúan a la intersección del eje de pivote con el suelo por delante del centro de la huella del neumático. Un efecto similar se puede producir mediante un desplazamiento entre el eje del pivote y el eje de giro de la rueda, aunque esto sea una práctica poco frecuente.

El ángulo de avance normalmente varía entre 0 y 5 grados y puede variar con los movimientos de la suspensión. Los ángulos de caída y convergencia normalmente tienen efectos secundarios en el comportamiento de la dirección y en la respuesta a alta velocidad. Los pequeños ángulos de caída usados en diseño, se seleccionan para conseguir ángulos de caída próximos a cero en las más comunes de situaciones de carga. Los pequeños ángulos estáticos de convergencia se seleccionan para conseguir cero grados

durante la conducción y en presencia de las fuerzas de conducción o/ y resistencias de la rodadura. En la selección de estos ángulos suelen dominar las consideraciones de desgaste de la rueda delantera frente a las de conducción.

2.2.12 Fuerzas y momentos en el sistema de dirección

(Velasco Sánchez, Oliva Meyer, & Sánchez Lozano, 2013) Afirman:

Las fuerzas y momentos sufridas por el sistema de dirección son generadas en la interfaz rueda-carretera. SAE ha creado un convenio para describir las fuerzas sobre un neumático, como se ve en la figura. Las fuerzas se miden en el centro de la huella y son una buena base para analizar las reacciones de la dirección.

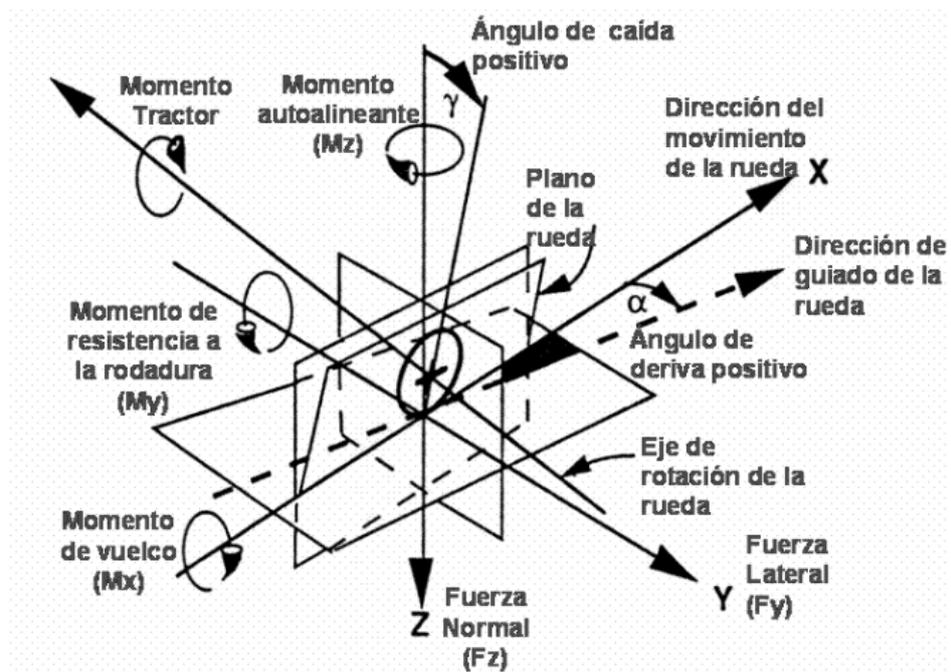


Figura 13: Sistema SAE de fuerzas y momentos en el neumático

Fuente: (Velasco Sánchez, Oliva Meyer, & Sánchez Lozano, 2013)

Las reacciones del suelo sobre el neumático se describen mediante las tres fuerzas y momentos siguientes:

- _ Fuerza normal - Momento autoalineante.
- _ Fuerza de tracción - Momento de resistencia a la rodadura.
- _ Fuerza lateral - Momento de vuelco.

En los vehículos de tracción delantera, un momento adicional se genera por el par tractor. Este se tratará separadamente, junto con otros factores que afecta al comportamiento propio de los vehículos de tracción delantera.

La reacción en el sistema de dirección se traduce en un momento producido en el eje de dirección, el cual debe resistir para controlar el ángulo de dirección de la rueda. La suma de los momentos de las ruedas derecha e izquierda actúa a través de las barras de la dirección con sus correspondientes radios, para que el conductor reciba el par de realimentación de la dirección. (p.24)

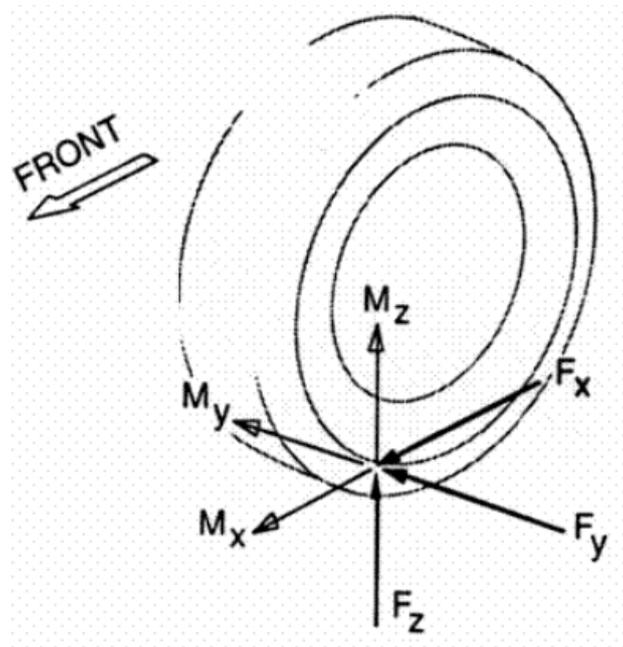


Figura 14: Fuerzas y momentos actuando sobre una rueda.

Fuente: (Velasco Sánchez, Oliva Meyer, & Sánchez Lozano, 2013)

2.2.12.1 Fuerza vertical

(Velasco Sánchez, Oliva Meyer, & Sánchez Lozano, 2013) Afirman:

La fuerza vertical, F_z que actúa hacia arriba sobre la rueda se considera positiva según el convenio SAE. Como el eje de la dirección está inclinado, F_z tiene una componente que produce un momento que trata de girar la rueda (sobre el eje del pivote). El momento proviene tanto del avance como del ángulo de salida. Asumiendo que los ángulos son pequeños y despreciando el ángulo de caída, el momento total sobre las dos ruedas se puede aproximar por:

$$M_v = -(F_{zl} + F_{zr}) \cdot d \cdot \sin \lambda \cdot \sin \delta + (F_{zl} - F_{zr}) \cdot d \cdot \sin \nu \cdot \cos \delta$$

Donde:

M_v = Momento total sobre la rueda izquierda y derecha

F_{zl}, F_{zr} = Carga vertical sobre las ruedas I y D

d = Radio de pivotamiento

λ = ángulo de salida

δ = ángulo de la dirección

ν = ángulo de avance

El primer sumando derecha de la ecuación anterior proviene del ángulo de salida, y el último del ángulo de avance. El origen de cada uno de estos momentos es más fácilmente visible si se consideran los efectos de ángulo de salida y de avance por separado. La fuerza vertical actuando con el ángulo de salida, ilustrada en la figura, actúa mediante una componente, $F_{zr} \cdot \sin \lambda$ que nominalmente actúa lateralmente sobre el brazo de par " $d \cdot \sin \lambda$ " cuando la rueda se gira. (p.26)

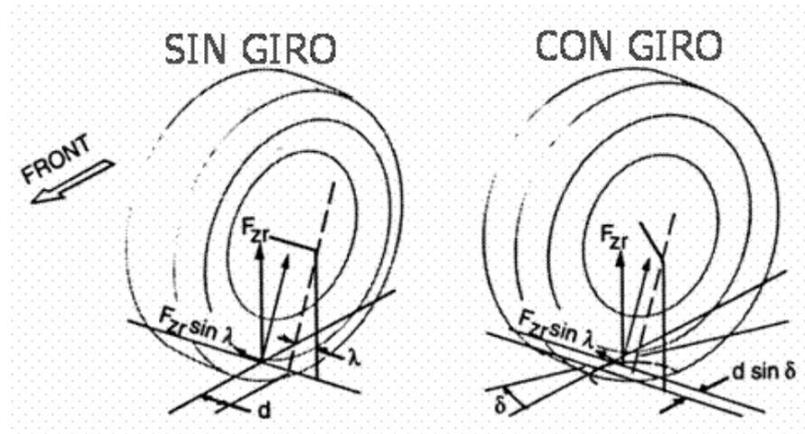


Figura 15: Momento producido por la fuerza vertical actuando con ángulo de salida.

Fuente: (Velasco Sánchez, Oliva Meyer, & Sánchez Lozano, 2013)

El momento es cero cuando el ángulo de dirección es cero. Con la dirección girada, el momento generado en ambas ruedas genera un par de centrado, como se ve en la figura. El momento neto es proporcional a la carga, pero independiente de desequilibrios a derecha e izquierda. Cuando se gira la dirección, ambos lados del vehículo se elevan, y este efecto frecuentemente se describe como la causa del momento de centrado.

La fuerza vertical relacionada con el ángulo de avance, ilustrada en la figura, actúa mediante una componente, $F_{zr} \cdot \sin \nu$ que nominalmente se dirige hacia delante sobre el brazo de par " $d \cdot \cos \delta$ ". (p.26)

2.2.12.2 Fuerza lateral

(Velasco Sánchez, Oliva Meyer, & Sánchez Lozano, 2013) Afirman:

La fuerza lateral, F_y actuando en el centro de la huella produce un momento debido al desfase longitudinal que resulta del ángulo de avance.

El momento neto producido es:

$$M_L = -(F_{yl} + F_{yr}) \cdot r \cdot \tan v$$

Donde:

F_{yl} , F_{yr} = Fuerzas laterales en las ruedas izquierda y derecha
(positivas hacia la derecha).

r = radio de la rueda.

La fuerza lateral es generalmente dependiente del ángulo de la dirección y las condiciones del paso por curva, y con avance positivo produce un momento que tiende a girar la dirección hacia fuera de la curva. Por tanto, es una gran contribución al subviraje. (p.28)

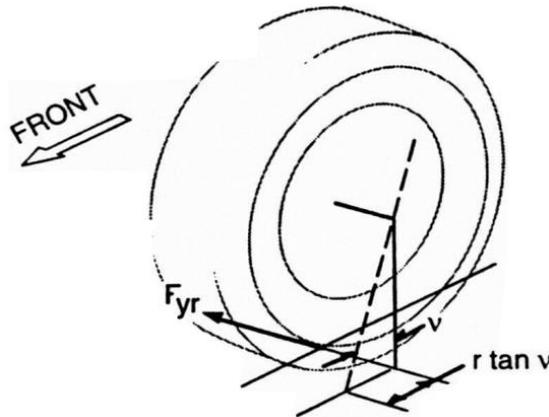


Figura 16: Momento producido por la fuerza lateral.

Fuente: (Velasco Sánchez, Oliva Meyer, & Sánchez Lozano, 2013)

2.2.12.3 Fuerza de tracción

(Velasco Sánchez, Oliva Meyer, & Sánchez Lozano, 2013) Afirman:

La fuerza de tracción, F_x actúa sobre el radio de pivotamiento produciendo un momento mostrado en la figura.

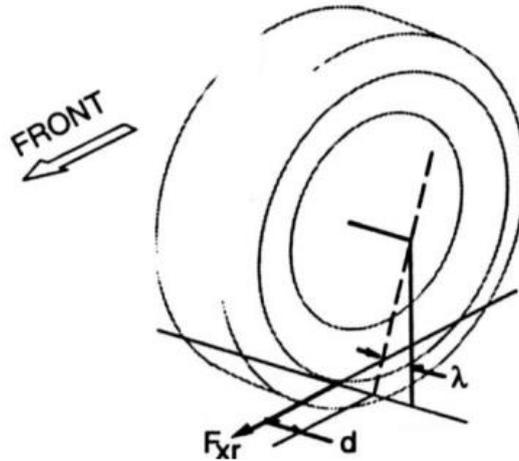


Figura 17: Momento en la dirección producido por la fuerza de tracción.

Fuente: (Velasco Sánchez, Oliva Meyer, & Sánchez Lozano, 2013)

El momento neto es:

$$M_T = (F_{xl} - F_{xr}). d. \cos \lambda$$

Donde:

F_{xl} , F_{xr} = fuerzas de tracción sobre las ruedas izquierda y derecha (positivas hacia delante)

Los momentos de las ruedas izquierda y derecha son opuestos y tienden a equilibrarse a través de las barras de la dirección. Desequilibrios, como reventones, fallos de los frenos, o diferencias de adherencia entre las ruedas, tenderán a producir momentos en las ruedas dependientes del radio de pivotamiento.

2.2.12.4 Momento de auto alineamiento

(Velasco Sánchez, Oliva Meyer, & Sánchez Lozano, 2013) Afirman:

El momento de auto alineamiento, M_z actúa verticalmente y se puede evaluar mediante su componente actuando en la dirección del eje de la dirección. Como los momentos se pueden trasladar sin variar su dimensión, la ecuación del momento neto es:

$$M_{AT} = (M_{zL} + M_{zr}). \cos \sqrt{(\lambda^2 + v^2)}$$

Donde:

M_{zL}, M_{zr} = pares de autolineamiento en las ruedas izquierda y derecha.

Bajo condiciones normales de conducción, los pares de alineamiento actúan siempre resistiéndose al movimiento de giro, por lo que su efecto es subvirador. Sólo bajo fuertes frenadas actúan de forma contraria. (p.30)

2.2.13 Sistema de suspensión

(Alianza Editores, S.A., 2005) Afirma:

La suspensión en un vehículo de servicio pesado se elige de acuerdo con el tipo de carga y camino por el que se transita comúnmente, debido a que no es fácil transportar más de 70 toneladas por carretera. (párr. 1).

Hoy en día, existe un gran avance tecnológico en el diseño de suspensiones que ofrecen buen manejo, funcionalidad y bajo mantenimiento, por lo que podemos encontrar un sinnúmero de variantes y aplicaciones que va acorde al tipo de carga y servicio dentro y fuera de carretera. Existen suspensiones mecánicas y neumáticas de diseños avanzados y de aplicaciones concretas, cuyas capacidades van desde 9,000 lbs, hasta 46,000 lbs, en aplicaciones de eje sencillo, ejes tandem y ejes tridem.

2.2.13.1 Suspensión mecánica

(Alianza Editores, S.A., 2005) Afirma:

El elemento principal en el sistema de suspensión mecánica es la muelle, la cual está formada por hojas de acero templado de elevada resistencia a la flexión. Su funcionamiento se basa en la fuerza de rozamiento que existe entre las hojas producida por la fricción entre ellas.

La primera hoja se conoce como hoja principal o maestra, la cual se encuentra doblada en sus extremos formando un ojillo donde se inserta un buje de hule o de bronce que reduce la fricción y el desgaste con el pasador o perno; la segunda hoja abraza a la principal y las restantes (según la capacidad de carga del vehículo) son de longitud menor, las cuales se mantienen unidas por medio de un tornillo de centro conocido como pitón.

Las muelles semielípticas en ejes delanteros, están unidas al chasis del vehículo por medio de un extremo fijo de la percha delantera y al otro extremo a través de un estribo basculante (columpio) el cual a su vez va sujetado a la percha trasera delantera. Este tipo de suspensión de muelles lo podemos encontrar principalmente en aplicaciones en eje delantero (camión rígido, tracto camiones y autobuses urbanos); así como en ejes traseros, aunque hoy en día la suspensión neumática es una mejor opción en estos ejes.



Figura 18: Sistema de Suspensión.

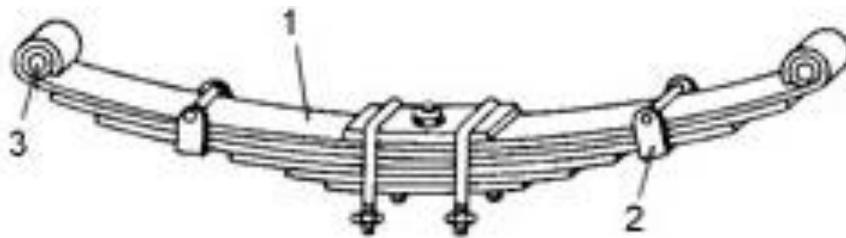
Fuente: (Aficionados a la mecanica, 2014)

Los principales componentes de los sistemas de suspensión mecánica son:

– Las ballestas:

(Euromaster, 2019) Afirma:

Son la base de este tipo de suspensiones y se encargan de suavizar los golpes producidos por las irregularidades en el firme, alargando la vida del chasis del vehículo. Están compuestas por una serie de láminas de acero con cierta curvatura.



- 1.- Hoja maestra
- 2.- Abrazadera
- 3.- Casquilla de bronce

Figura 19: Ballestas.

Fuente: (Aficionados a la mecanica, 2014)

– Amortiguador:

(Euromaster, 2019) Afirma:

Se encargan de controlar el movimiento producto de la absorción de las irregularidades del asfalto por las ballestas, para que éste no repercuta en el agarre y estabilidad de las ruedas. Los utilizados en este tipo de sistemas de suspensión son hidráulicos con un accionamiento telescópico.

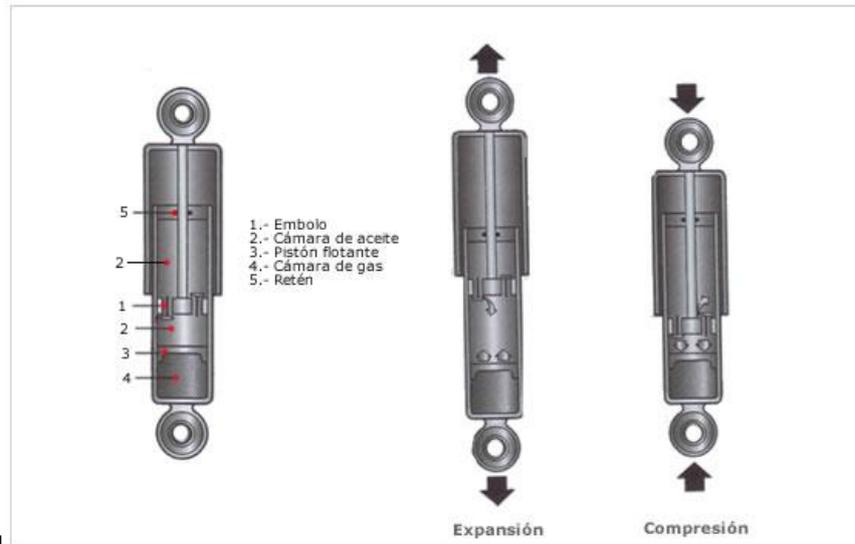


Figura 20: Amortiguadores de suspensión mecánica.

Fuente: (Aficionados a la mecanica, 2014)

– La barra estabilizadora:

(Euromaster, 2019) Afirma:

Como su nombre indica, se encarga de asegurar la estabilización de la suspensión del vehículo, en situaciones que pudieran generar cierto desequilibrio en las partes externas de los ejes, como pueden ser las curvas, las frenadas o los baches. Siempre se sitúan en posición perpendicular respecto al eje del camión para lograr la estabilización del vehículo de manera longitudinal y neutralizar el posible balanceo lateral que puede ocasionarse en las curvas.

2.2.13.2 Suspensión neumática

(Alianza Editores, S.A., 2005) Afirman:

El sistema de suspensión neumática es muy utilizado en la parte trasera de camiones rígidos, tracto camiones, autobuses foráneos y semirremolques para eje sencillo, tándem y trídem. También existen suspensiones neumáticas delanteras para autobuses foráneos y en algunos casos para tracto camiones, debido a que garantiza una conducción suave sin importar si va cargado o no el vehículo, lo que proporciona una disminución de daños en la cinta asfáltica de las

carreteras. Sus elementos importantes son: cámaras o fuelles, válvula niveladora y líneas de aire.

El sistema de suspensión neumática se caracteriza por aumentar la carga útil de la configuración de 25 a 30 mil libras utilizando aire comprimido en el interior de unas cámaras o fuelles, localizadas entre el eje y el chasis del vehículo. Estas cámaras tienen la función de absorber todas las cargas e irregularidades del camino y su presión es ajustada por una válvula reguladora accionada por una varilla de transferencia. Este tipo de suspensión se encuentra asistida de amortiguadores para absorber la tendencia a continuar rebotando.

Existen en el mercado una gran variedad de marcas y modelos de suspensiones neumáticas entre las que destacan: Hendrickson, Reyco, Neway y Meritor.



Figura 21: Sistema de suspensión neumática

Fuente: (Euromaster, 2019)

– Fuelles:

(Parts, s.f.) Afirma:

“El fuelle de suspensión neumática es una ayuda para conseguir una conducción suave y fluida y es un componente que contribuye a regular la altura del vehículo. Es el elemento principal de la suspensión neumática”.



Figura 22: Fuelle de suspensión neumática.

Fuente: (Parts, s.f.)

2.3 Definición de términos básicos

- _ Confiabilidad: “Es la capacidad de un ítem de desempeñar una función requerida, en condiciones establecidas durante un período de tiempo determinado”. (Wordpress, 2019)

- _ Equipo: “Conjunto de Componentes interconectados con que se realiza materialmente una actividad de una instalación”. (Tavares, 2000)

- _ Implementación: “Acción de poner en práctica, medidas y métodos, entre otros, para concretar alguna actividad, plan, o misión, en otras alternativas”. (I Definicion ABC, 2019)

- _ Mantenibilidad: “Facilidad de un ítem en ser mantenido”. (Tavares, 2000)

- _ Orden de trabajo: “Es un documento escrito que la empresa le entrega a la persona que corresponda y que contiene una descripción pormenorizada del trabajo que debe llevar a cabo”. (Definición ABC, 2019)

- _ Perno rey: “eje de pivote o King pin ("eje maestro" en inglés) es el pivote principal en el mecanismo de dirección de un automóvil.” (Random House Dictionary, 2010)

- _ Pieza: “Todo y cualquier elemento físico no divisible de un mecanismo. Es la parte del equipo donde, de una manera general, serán desarrollados los cambios y eventualmente, en casos más específicos, las reparaciones”. (Tavares, 2000)

- _ Pivotamiento: “Movimiento circular que se produce en el contacto de dos sólidos que giran, con velocidad relativa alrededor del eje perpendicular a uno de ellos, en el teórico punto de contacto”. (Real Academia de Ingeniería)

- _ RCM: “Reliability Centred Maintenance, (Mantenimiento Centrado en Fiabilidad/Confiabilidad) es una técnica más dentro de las posibles para elaborar un plan de mantenimiento”. (Mantenimiento petroquímica, s.f.)

- _ Servicios: “Conjunto de Sistemas Operacionales para la generación de un producto o servicio”. (Tavares, 2000)

- _ Sistema: “Conjunto de equipos para ejecutar una función de una instalación”. (Tavares, 2000)

- _ Tracción: “Esfuerzo interno a que está sometido un cuerpo por la aplicación de dos fuerzas que actúan en sentido opuesto, y tienden a estirarlo”. (Wikipedia, 2018)

- _ Tracto camión: “Los tracto camiones o remolcadores están clasificados como vehículos articulados ya que están compuestos por dos partes rígidas unidas por un punto medio. Estos vehículos no están configurados para cargar, sino para jalar un tráiler, remolque, semirremolque u otra adición”. (INTERPERÚ, 2019)

- _ Volante: “También conocido como volante de dirección o timón, es un tipo de control de dirección en vehículos”. (Wikipedia, 2019)

CAPÍTULO III:

DESARROLLO DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

3.1 Modelo de solución propuesto

Este modelo de protocolo de servicios de mantenimiento del sistema de dirección y del sistema de suspensión es un documento el cual se propone aplicar en un futuro no muy lejano con una previa aprobación de la empresa KRENCO SERVICE E.I.R.L., el desarrollo de este protocolo se realizó con datos de la misma empresa por lo que cuenta con cálculos reales.

Este protocolo está basado bajo normas establecidas por manuales realizados por empresas que son proveedoras de repuestos como en este caso los manuales de HENDRICKSON – AIRTEK y por capacitaciones que también nos brindan algunos proveedores.

Este modelo de protocolo con cuenta con herramientas de mejora como el AMEF o el APR debido a que el desarrollo de esto es extenso debido al poco tiempo que se tuvo para realizar este trabajo.

Para el desarrollo del protocolo de servicio de mantenimiento preventivo y correctivo de los sistemas de dirección y suspensión de tracto camiones se empezará determinando los procesos de las actividades de mantenimiento que se realizaran durante el periodo en que el tracto camión se encuentre en el taller.

La recolección de datos para la determinación de todos los procesos por los cuales pasa un tracto camión desde el inicio del mantenimiento hasta la finalización se obtendrá de las siguientes maneras:

- a) Una encuesta al personal de producción para determinar qué tan informados están para poder proceder con el servicio.

- b) Una reunión con los encargados del área de producción para determinar en qué situación se encuentra la planta de producción en cuanto a repuestos y herramientas.
- c) Evaluar los servicios anteriores con el fin de determinar el tiempo de salida que tuvo los tracto camiones y los detalles les servicio que se les realizó y determinar la mantenibilidad actual de la empresa.
- d) Llevar un control de las actividades que se realicen dentro del mantenimiento preventivo y correctivo, teniendo en cuenta el tiempo de demora, las herramientas que se utilizaran y los repuestos e insumos necesarios por cada actividad, y realizar un diagrama de flujo que represente las actividades realizadas en el taller y sus áreas especificadas.

Desarrollo del proceso de recolección de información:

- a) La siguiente encuesta se realizó al personal técnico encargado de realizar los servicios de mantenimiento preventivo y correctivo de los sistemas de dirección y suspensión de los tractos camiones.
 - ✓ Cantidad de personal: 10
 - ✓ Fecha de realización: 11-02-2019
 - ✓ Resultados: 13-02-2019

Tabla 2: Encuesta de conocimiento general de servicio de mantenimiento

ENCUESTA DE CONOCIMIENTO GENERAL DE SERVICIO DE MANTENIMIENTO					
1. ¿Sabe cuál es el procedimiento de la realización de los servicios de mantenimiento del sistema de dirección y suspensión?					
SI		PARCIALMENTE		NO	

2. ¿Considera que el tiempo empleado al realizar el servicio es el mínimo necesario?			
SI		NO	
3. ¿Se cuenta con las herramientas necesarias para realizar los servicios?			
SI		NO	
4. ¿Se cuenta con disponibilidad inmediata de los repuestos e insumos que se requieren en los servicios mantenimiento?			
SI		NO	
5. ¿Considera que una buena organización en el servicio disminuye el tiempo de mantenimiento?			
SI		NO	

Fuente: Elaboración propia

Resultados de la encuesta:

1. ¿Sabe cuál es el procedimiento de la realización de los servicios de mantenimiento del sistema de dirección y suspensión?

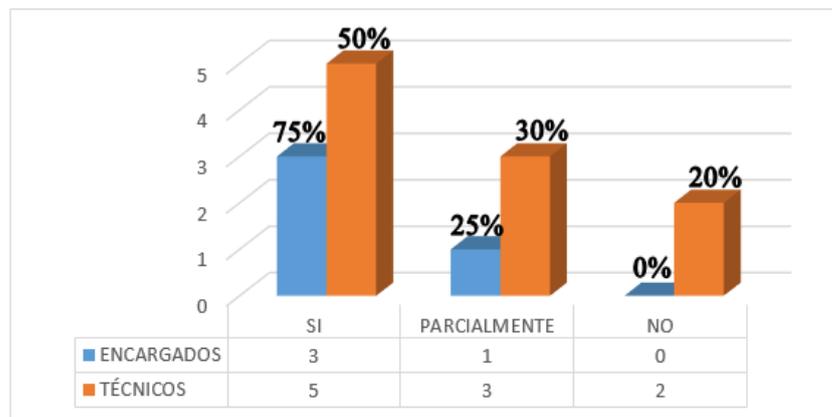


Figura 23: Diagrama de barra de resultado 1.

Fuente: Elaboración propia

2. ¿Considera que el tiempo empleado al realizar el servicio es el mínimo necesario?

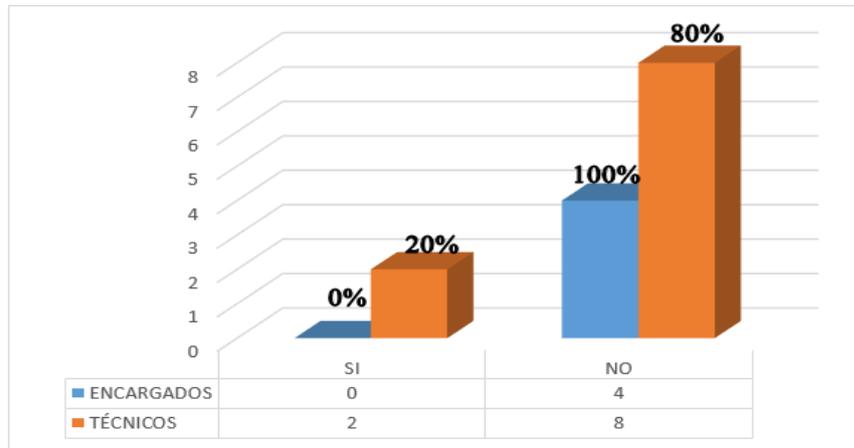


Figura 24: Diagrama de barra de resultado 2.

Fuente: Elaboración propia.

3. ¿Se cuenta con las herramientas necesarias para realizar los servicios?

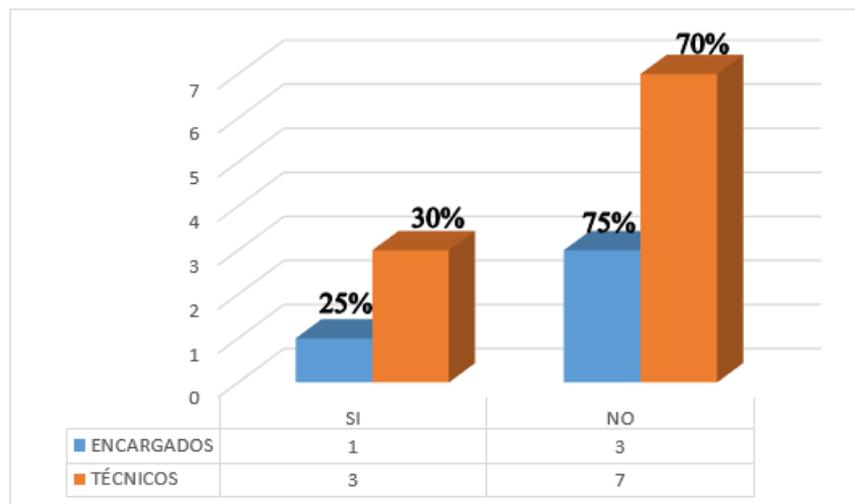


Figura 25: Diagrama de barra de resultado 3.

Fuente: Elaboración propia.

4. ¿Se cuenta con disponibilidad inmediata de los repuestos e insumos que se requieren en los servicios mantenimiento?

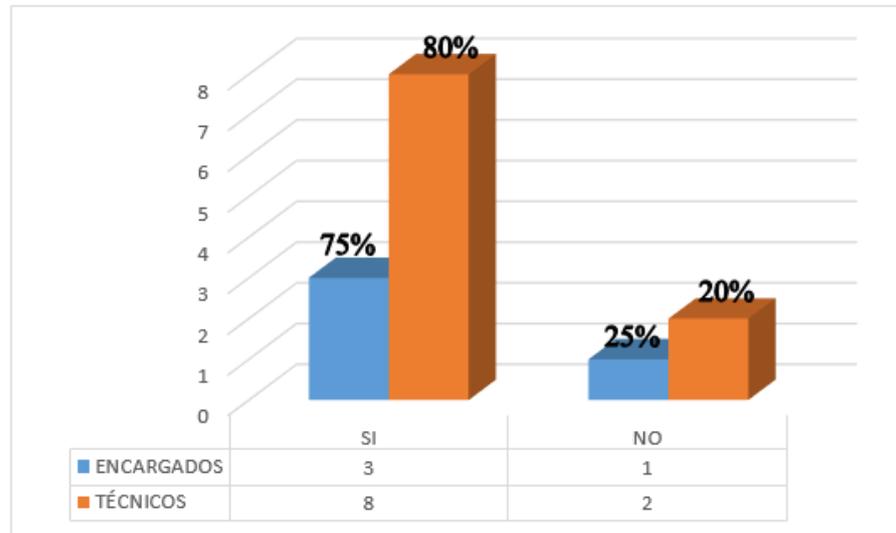


Figura 26: Diagrama de barra de resultado 4.

Fuente: Elaboración propia.

5. ¿Considera que una buena organización en el servicio disminuye el tiempo de mantenimiento?

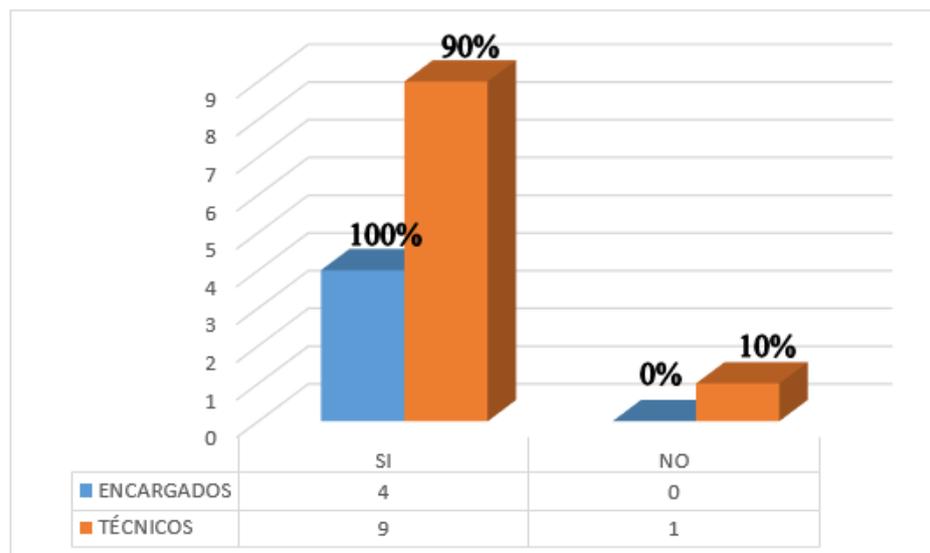


Figura 27: Diagrama de barra de resultado 5.

Fuente: Elaboración propia.

- b) Posterior a la encuesta realizada se realizó la reunión con los encargados del área de producción para determinar en qué situación se encuentra la planta de producción el día 18 de febrero del 2019.

En la reunión se planifico realizar los siguientes puntos:

- I. Determinación y delimitación de áreas de trabajo desde el ingreso de los tractos camiones hasta el momento de salida.
 - _ Área de evaluación previa: esta área está delimitada para la evaluación preliminar para poder proceder con la elaboración el primer informe con el diagnostico de fallas y los repuestos necesarios, para poder solicitar la autorización de procedencia con el servicio.
 - _ Área de evaluación integral: en esta área se inicia el mantenimiento desmontando lo requerido ya sea en el sistema de dirección o en el de suspensión luego de la aprobación del servicio para determinar todas las fallas exactas y los repuestos necesarios que en un primer momento se determinaron como pendientes o en observación para el mantenimiento correspondiente.
 - _ Área de mantenimiento de dirección: en esta área se trabaja netamente el sistema de dirección, y se evalúa:
 - ✓ Las barras de dirección.
 - ✓ La barra estabilizadora.
 - ✓ Terminales de barras de dirección.
 - ✓ Los pines y bocinas de dirección.
 - ✓ Los muñones de dirección.
 - ✓ Estado de neumáticos.
 - ✓ Estado de aros de neumáticos.
 - ✓ Caja hidráulica de dirección.

- ✓ Cardanes de dirección.
 - ✓ Rodajes cónicos de muñón de dirección.
- Área de mantenimiento de suspensión: esta área se trabaja en el sistema de suspensión, y se evalúa:
- ✓ Muelles de suspensión delanteros y posteriores.
 - ✓ Bolsas de aire de suspensión (de cabina, posteriores o delanteros).
 - ✓ Pines de muelles de suspensión.
 - ✓ Amortiguadores delanteros. Posteriores o de cabina.
 - ✓ Base de muelles de suspensión.
- Área de lavado y engrase: en esta área se lava los accesorios para observar el estado en que se encuentran, y determinar si requieren reemplazarlos o solo darles un mantenimiento de engrase. Estos accesorios suelen ser del sistema de dirección como:
- ✓ Rodajes cónicos de muñón de dirección.
 - ✓ Bocinas y pines de dirección.
 - ✓ Muñón de dirección.
- Área de balanceo: en esta área se balancea las llantas de los tractos camiones ya sea las delanteras o posteriores. Se usan dos tipos de plomo para el balanceo, plomo de gancho y plomo adhesivo dependiendo del aro.
- Área de alineamiento de dirección (pista de alineamiento): en esta área se alinea las ruedas apoyados en las tornamesas, con la regulación de los brazos de dirección. También se rectifica la dirección del volante según sea necesario.

- _ Área de control de calidad: en esta área se procede a revisar todo el servicio realizado tanto en el sistema de dirección y en el sistema de suspensión. Se evalúa la lubricación, presión de aire, torque máximo, instalación adecuada de los repuestos, etc. Luego se procede a realizar una prueba de operatividad en campo abierto. Y por finalizado se firma una carta de conformidad de servicio.

II. Elaboración del plan maestro de mantenimiento de las herramientas del taller.

El principal objetivo de la elaboración del plan maestro de las herramientas del taller de KRENCO SERVICES E.I.R.L. es para llevar un control del mantenimiento de las herramientas para tenerlas operativas en el momento que sea requerida, determinar que herramientas requieren ser reemplazadas, ya que el uso de una herramienta en mal estado no solo genera un retraso en el desarrollo de las actividades de servicios también podría ocasionar un accidente.

PLAN MAESTRO DE MANTENIMIENTO: HERRAMIENTAS DEL TALLER DE KRENCO SERVICES E.I.R.L.						
ITEM	HERRAMIENTA	CAPACIDAD	ULTIMO MANT.	ESTADO	PROX. MANT.	OBSERVACIONES
1	COMPRESORA	3 HP	-----	OK	25-Abr	
2	COMPRESORA	2.5 HP	-----	OK	25-Abr	
3	ELEVADOR HIDRAULICO	3 HP	-----	OK	25-Abr	
4	PRENSA HIDRAULICA	450 T	-----	OK	25-Abr	
5	GRASERA NEUMATICA		-----	OK	25-Abr	
6	TORQUIMETRO	200-1000 ft-lb	-----	OK	25-Abr	
7	GATA HIDRAULICA	2 T	-----	OK	25-Abr	
8	GATA HIDRAULICA	2T	-----	OK	25-Abr	
9	GATA HIDRAULICA	20 T	-----	OK	25-Abr	
10	PISTOLA NEUMATICA	1"	-----	OK	25-Abr	
11	PISTOLA NEUMATICA	1/2"	-----	OK	25-Abr	
11	PISTOLA NEUMATICA	3/4"	-----	OK	25-Abr	
12	BALANCEADORA NEUMA	22-24 R	-----	OK	25-Abr	
13	MEDIDOR DE PRESION	150 PSI	-----	OK	25-Abr	

Figura 28: Plan maestro de mantenimiento: herramientas del taller de KRENCO SERVICES E.I.R.L.

Fuente: Elaboración propia.

III. Elaboración Kardex para mantener el control de los repuestos y consumibles a utilizar en los servicios de mantenimiento.

PRODUCTOS													
CODIGO INTERN	CODIGO FABRIC	MARCA	PRODUCTOS	PROVEEDOR	CANT. EX	ENTRADAS	SALIDAS	PRECIO DE COMPRA (S/)	%RENTABILIDAD	PRECIO VENTA	GANANCIA		
1	ARE 9850		TERMINALES DE BARRA	11 DIESEL PARTS E.I.R.L.	4	0	1	S/ 85.00	50.00%	S/ 127.50	S/ 42.50		
2	ARE 9890		TERMINALES DE BARRA	12 DIESEL PARTS E.I.R.L.	4	0	1	S/ 90.00	40.00%	S/ 126.00	S/ 36.00		
3	ARE 9888		TERMINALES DE BARRA	13 DIESEL PARTS E.I.R.L.	12	0	2	S/ 58.00	30.00%	S/ 75.40	S/ 17.40		
4	ARE 9889		TERMINALES DE BARRA	14 DIESEL PARTS E.I.R.L.	12	0	3	S/ 588.00	50.00%	S/ 882.00	S/ 294.00		
5	ARE 9816		TERMINALES DE BARRA	15 DIESEL PARTS E.I.R.L.	13	0	1	S/ 90.00	56.00%	S/ 140.40	S/ 50.40		
6	ARE 9817		TERMINALES DE BARRA	16 DIESEL PARTS E.I.R.L.	13	0	0	S/ 90.00	56.00%	S/ 140.40	S/ 50.40		
					0	0	0					0	

Figura 29: Kardex de los repuestos del almacén de KRENCO SERVICE E.I.R.L.

Fuente: Elaboración propia.

Es importante para poder llevar acabo el uso de este protocolo contar con un almacén de repuestos con el fin de tener disposición inmediata de los repuestos necesarios para cada servicio de mantenimiento tanto del sistema de suspensión como para el sistema de dirección.

- IV. Elaboración de la carta de conformidad después de cada servicio luego de ser aprobada por el área de control de calidad.

La elaboración de esta carta de conformidad es firmada luego de que el tracto camión haya pasado por el control de calidad. Y tiene como objetivo quedar como un indicador de que el servicio de mantenimiento realizado solucionó los problemas que presentaba el tracto camión.

De ser el caso que no pasar el primer control de calidad, el tracto camión es llevado al área de mantenimiento para corregir aquellas fallas presentadas hasta solucionar cualquier problema existente.

Tabla 3: Carta de conformidad de los servicios de mantenimiento de KRENCO SERVICES E.I.R.L.

N° 17	
CARTA DE CONFORMIDAD DE SERVICIOS	
<p>A través del presente documento el presentante responsable de la empresa adquirente del servicio confirma la satisfacción de esta y corrobora que se realizó bajo términos y condiciones coordinadas previamente, en consecuencia, se puede realizar el pago correspondiente y la movilización de la unidad para proseguir con sus actividades programadas.</p>	
FECHA DE INICIO:	FECHA DE TERMINO:
CLIENTE:	
PLACA:	MARCA:
DETALLES DEL SERVICIO:	
ESTADO DE SERVICIO:	
OBSERVACIONES:	
<hr style="width: 100%;"/> <p>ENCARGADO DE RECEPCION DEL SERVICIO</p>	<hr style="width: 100%;"/> <p>TECNICO RESPONSABLE DEL SERVICIO</p>
NOMBRE:	NOMBRE:
CARGO:	CARGO:
DNI:	DNI:

Fuente: Elaboración propia.

c. Se evaluó los servicios pasados, los reportes de servicios, informes de servicios y cotizaciones.

Tabla 4: Registro de servicios realizados de tracto camiones.

CLIENTE	PLACA	SERVICIO	FECHA DE INGRESO	HORA DE INICIO	FECHA DE SALIDA	HORA DE TERMINO	TPO. (h)
TLI	APD-770	MANTENIMIENTO DE DIRECCION-SUSPENSIÓN (DELANTERA)	21-06-2018	08:00	22-06-2018	18:00	18
TLI	D1J-720	MANTENIMIENTO DIRECCION-SUSPENSION (DELANTERA)	12-07-2018	11:00	14-07-2018	15:00	21
APM	AEO-883	MANTENIMIENTO DE DIRECCIÓN-SUSPENSION (POSTERIOR)	18-07-2018	10:00	19-07-2018	18:00	15
APM	AAT-945	MANTENIMIENTO DE DIRECCIÓN-SUSPENSION (DELANTERA)	13-08-2018	8:30	14-08-2018	18:00	17.5
APM	AEP-869	MANTENIMIENTO DE DIRECCIÓN-SUSPENSIÓN (DELANTERA)	27-08-2018	15:00	29-08-2018	15:30	18.5
APM	AAX-926	MANTENIMIENTO DE DIRECCION	10-09-2018	10:00	10-09-2018	18:00	7
APM	ADA-911	MANTENIMIENTO DE DIRECCION	26-09-2018	15:00	27-09-2018	18:00	12

Fuente: KRENCO SERVICES E.I.R.L.

En la Tabla 4 se aprecian algunos servicios de mantenimiento que se realizaron en fechas anteriores, estos datos del tiempo de servicios que se aprecian son los tiempos con los que la empresa KRENCO SERVICES E.I.R.L. realiza actualmente durante la ejecución de los servicios.

Se puede apreciar que incluso por servicios de mantenimiento similares la diferencia del tiempo de servicios es de 2 a 5 horas, estas horas son un

tiempo desperdiciado no solo por los clientes sino también para la empresa, ya que esas horas de diferencias el tracto camión utiliza un espacio en el taller, un espacio que puede ser ocupado para realizar servicio de mantenimiento a otro tracto camión.

En la figura 30 y en la figura 31 se puede apreciar los detalles del trabajo realizado a estos dos tractos camiones, que son de la misma empresa y la misma marca, en los anexos 1 y anexos 2 se puede ver la fecha y hora de finalización, cuyos datos también se encuentran en la tabla 4.



KRENCO
SERVICES E.I.R.L.

KRENCO SERVICES E.I.R.L.
R.U.C.: 20601225353
TALLER DE SERVICIOS
Av. Los Alisos Mz. H.L. 3 Fundo Oquendo - Callao
Cel.: 960 757 642 / 946 549 915

ORDEN DE TRABAJO

N° 001052

CLIENTE: <i>APM</i>		CONTACTO CLIENTE:	
LUGAR DE SERVICIO: <i>Taller Krenco</i>			
PLACA: <i>AAx-926</i>		MARCA: <i>SINOTRUK</i>	
FECHA Y HORA DE INGRESO: <i>10/09/2018 - 10:00</i>			
REPORTE DE FALLA <i>Mant. correctivo dirección</i>			
AUTORIZADO POR:		FECHA DE AUTORIZACIÓN: <i>10/09/2018</i>	

DIAGNOSTICO DEL TECNICO

SERVICIOS Y TRABAJOS	HORA
<i>Desmontaje y montaje (Reemplazo) Kit de pines y buchas</i>	/
<i>Prensado de terminales de barra corta (1)</i>	
<i>Reemplazo de terminales - barra corta (1)</i>	
<i>Reemplazo de terminales - barra larga (2)</i>	
<i>Engrase de rodajes. Alineamiento y balanceo</i>	

REPUESTOS Y PIEZAS			
DESCRIPCION	CANTIDAD	NRO. GUIA	
<i>Kit de pines y buchas de dirección</i>	<i>01</i>		
<i>Terminales de barra larga de dirección</i>	<i>02</i>		
<i>Terminales de barra corta de dirección</i>	<i>01</i>		
<i>Rodajes de dirección (interior)</i>	<i>02</i>		
<i>Pots de grasa</i>	<i>04</i>		
<i>Plomos para balanceo</i>	<i>05</i>		

INGRESO DE UNIDADES Y REPORTE DE FALLAS



KRENCO SERVICES E.I.R.L.

EMISOR

CLIENTE

Figura 30: Orden de trabajo N° 1052

Fuente: KRENCO SERVICES E.I.R.L.



KRENCO SERVICES E.I.R.L.
R.U.C.: 20601225353
TALLER DE SERVICIOS
Av. Los Alisos Mz. H.LI. 3 Fundo Oquendo - Callao
Cel.: 960 757 642 / 946 549 915

ORDEN DE TRABAJO
Nº 001068

CLIENTE: <i>APM</i>	CONTACTO CLIENTE:
LUGAR DE SERVICIO: <i>Taller Krendo</i>	
PLACA: <i>ADA-911</i>	MARCA: <i>SINOTRUK</i>
FECHA Y HORA DE INGRESO: <i>26-09-2018 / 15:00</i>	
REPORTE DE FALLA: <i>Mant correctivo dirección</i>	
AUTORIZADO POR:	FECHA DE AUTORIZACIÓN: <i>26-09-2018</i>

DIAGNOSTICO DEL TECNICO

--

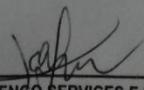
SERVICIOS Y TRABAJOS	HORA
<i>Desmontaje y montaje (Reemplazo) Kit de pines y boinas</i>	/
<i>Reemplazo de rodajes</i>	
<i>Alineamiento y balanceo.</i>	
<i>Prensado de terminales de barra larga (2)</i>	
<i>Reemplazo de terminales de barra corta (2)</i>	

REPUESTOS Y PIEZAS

DESCRIPCION	CANTIDAD	NRO. GUIA
<i>Kit de pines y boinas de dirección</i>	<i>01</i>	
<i>Rodajes cónicos de dirección</i>	<i>02</i>	
<i>Terminales de barra corta de dirección</i>	<i>02</i>	
<i>Rodajes de dirección</i>	<i>02</i>	
<i>Pales de grasa</i>	<i>01</i>	
<i>Pleomos para balanceo</i>	<i>04</i>	

EMISOR

INGRESO DE UNIDADES Y REPORTE DE FALLAS


KRENCO SERVICES E.I.R.L.

CLIENTE

Figura 31: Orden de trabajo N° 1068
Fuente: KRENCO SERVICES E.I.R.L.

La diferencia de tiempo de realización del servicio de mantenimiento se debió a la disponibilidad de los repuestos. Para el caso del tracto camión AAX-926 los repuestos se pudieron conseguir del proveedor frecuente, mientras que para la unidad ADA-911 se tuvo que recurrir a otros proveedores debido a que el proveedor frecuente no contaba con los repuestos necesarios. Esto no solo generó una prolongación del tiempo de servicio, también generó una pérdida económica debido a que los precios varían de acuerdo con los proveedores, en la tabla 5 se detallan los precios de los repuestos que se necesitaron para realizar el servicio.

Tabla 5: Cuadro de datos de precios de proveedores

REPUESTOS	PROVEEDOR FRECUENTE		PROVEEDOR A		PROVEEDOR B		PROVEEDOR C	
	COSTO (S/)	PERIODO DE ENTREGA	COSTO (S/)	PERIODO DE ENTREGA	COSTO (S/)	PERIODO DE ENTREGA	COSTO (S/)	PERIODO DE ENTREGA
KIT DE PINES Y BOCINAS DE DIRECCIÓN	650.00	INM.	700.00	INM.	710.00	24H	810.00	INM.
TERMINAL DE BARRA CORTA	90.00	INM.	100.00	INM.	95.00	24H	145.00	INM.
RETENE DE RUEDA	52.00	INM.	65.00	INM.	50.00	24H	95.00	INM.
RODAJES DE DICECCIÓN	153.00	INM.	185.00	INM.	175.00	24H	215.00	INM.

Nota: los nombres de los proveedores se están omitiendo por razones de privacidad de parte de KRENCO SERVICES E.I.R.L. El color rojo indica que el proveedor no contaba con el producto, el color verde indica que la compra se realizó.

Fuente: KRENCO SERVICES E.I.R.L

Con los precios de la tabla 5 se determinó el costo de repuestos que se utilizó para realizar el servicio de mantenimiento de dirección y el costo de los repuestos si se hubieran tenido con anticipación.

Tabla 6: Costos de repuestos

REPUESTO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
KIT DE PINES Y BOCINAS DE DIRECCIÓN	01	S/ 810.00	S/ 810.00
TEMINAL DE BARRA CORTA	02	S/ 90.00	S/180.00
RETENE DE RUEDA	02	S/ 52.00	S/ 100.00
RODAJES DE DICECCIÓN	02	S/ 185.00	S/ 370.00
			S/ 1460.00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7: Costos de repuestos si se hubieran realizado todas las compras en el proveedor frecuente.

REPUESTO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
KIT DE PINES Y BOCINAS DE DIRECCIÓN	01	S/ 650.00	S/ 650.00
TEMINAL DE BARRA CORTA	02	S/ 90.00	S/ 180.00
RETENE DE RUEDA	02	S/ 52.00	S/ 104.00
RODAJES DE DICECCIÓN	02	S/ 153.00	S/ 306.00
			S/ 1240.00

Fuente: KRENCO SERVICES E.I.R.L.

La diferencia de los costos de la Tabla 6 y la Tabla 7 es de un monto de S/ 220.00, es decir, se realizó un gasto excedente de lo normal, un gasto de genera una reducción en la ganancia de este servicio.

Este es un caso de pérdidas económicas que sufre la empresa KRENCO SERVICES E.I.R.L. por no contar con un almacén y tener los repuestos necesarios, que según los registros se pueden determinar las fechas de los próximos servicios de mantenimiento del sistema de dirección y suspensión.

Con los datos de la Tabla 4 se procedió a determinar la mantenibilidad actual de la empresa KRENCO SERVICES E.I.R.L.

Tabla 8: Datos de cálculo de mantenibilidad actual de la empresa

N°	TIEMPOS (H)	FUNCION EMPIRICA	ABSCISAS (EJE X)		ORDENADAS (EJE Y)	
			EXP	WEIBULL	EXP.	WEIBULL
		$F(i) = (i-0.3)/(n+0.4)$	t	ln(t)	$-\ln(1-F(i))$	$\ln(\ln(1/(1-F(i))))$
1	15	0.12962963	15	2.708050201	0.138836	-1.974458694
2	17.5	0.314814815	17.5	2.862200881	0.378066	-0.972686141
3	18	0.5	18	2.890371758	0.693147	-0.366512921
4	18.5	0.685185185	18.5	2.917770732	1.155771	0.144767396
5	21	0.87037037	21	3.044522438	2.043074	0.714455486

Fuente: Elaboración propia

Luego se procedió a graficar para determinar el tipo de distribución representa mejor los datos.

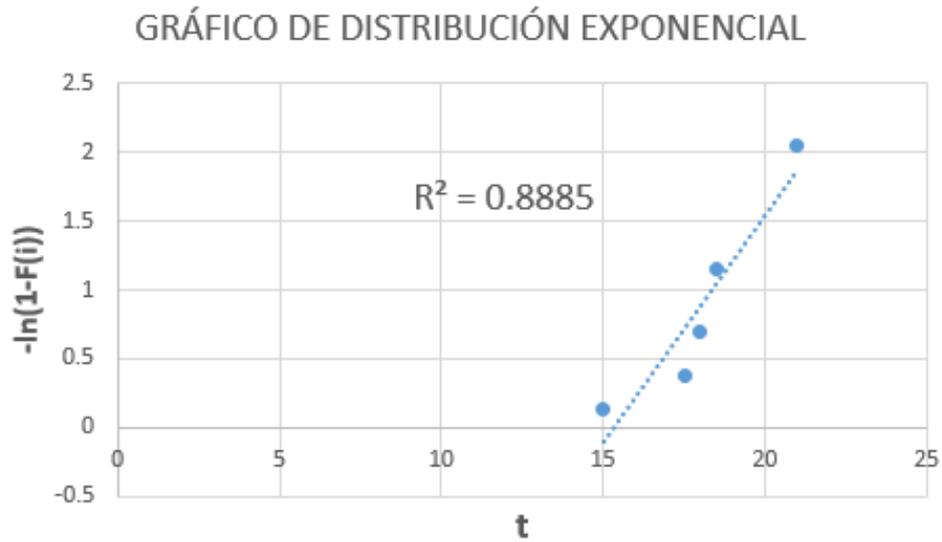


Figura 32: Gráfico de distribución exponencial

Fuente: Elaboración propia

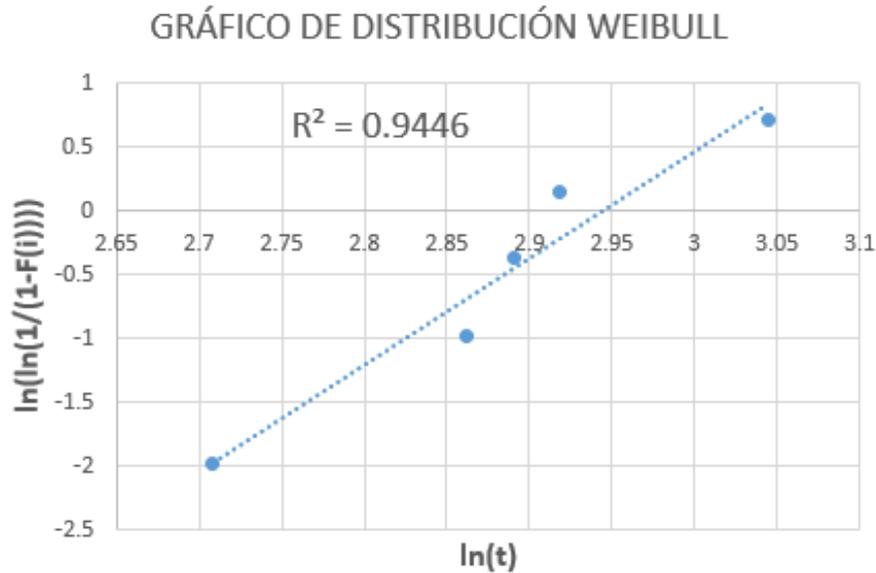


Figura 33: Gráfico de distribución Weibull

Fuente: Elaboración propia

Las figuras 32 y 33 fueron realizadas en Excel, se observa el valor de R^2 es mayor en la figura 33, con eso se llegó a la conclusión que los datos presentan un tipo de distribución de Weibull.

Una vez determinado el tipo de distribución de probabilidad, se realizó los cálculos de β y η , para este caso también se utilizó el programa Excel.

Se realizó la tabla con los cálculos de los datos para la distribución Weibull en Excel, se realizó el gráfico de los datos y se determinó el R^2 y la función de la gráfica.

Para realizar la gráfica se selecciona los datos del “eje x” y los datos del “eje y”, luego se seleccionó en el menú de “insertar”, se dirigió al cuadro de “gráficos” y se seleccionó el tipo dispersión.

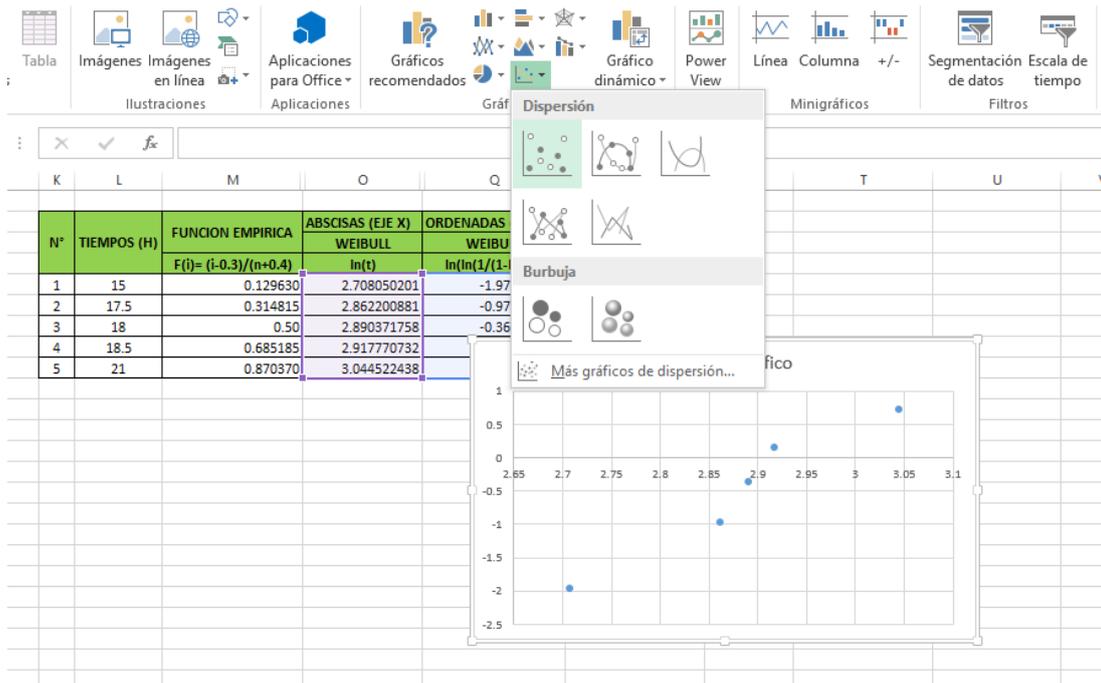


Figura 34: Paso 1- Diseño de grafica de distribución Weibull

Fuente: Elaboración propia.

Luego de tener los puntos en la gráfica, se dio click derecho en cualquiera de los puntos, y se seleccionó la opción “Agregar línea de tendencia”, se seleccionó el tipo “lineal” y se seleccionó las casillas “Presentar ecuación en el gráfico” y “Presentar el valor R cuadrado en el gráfico”.

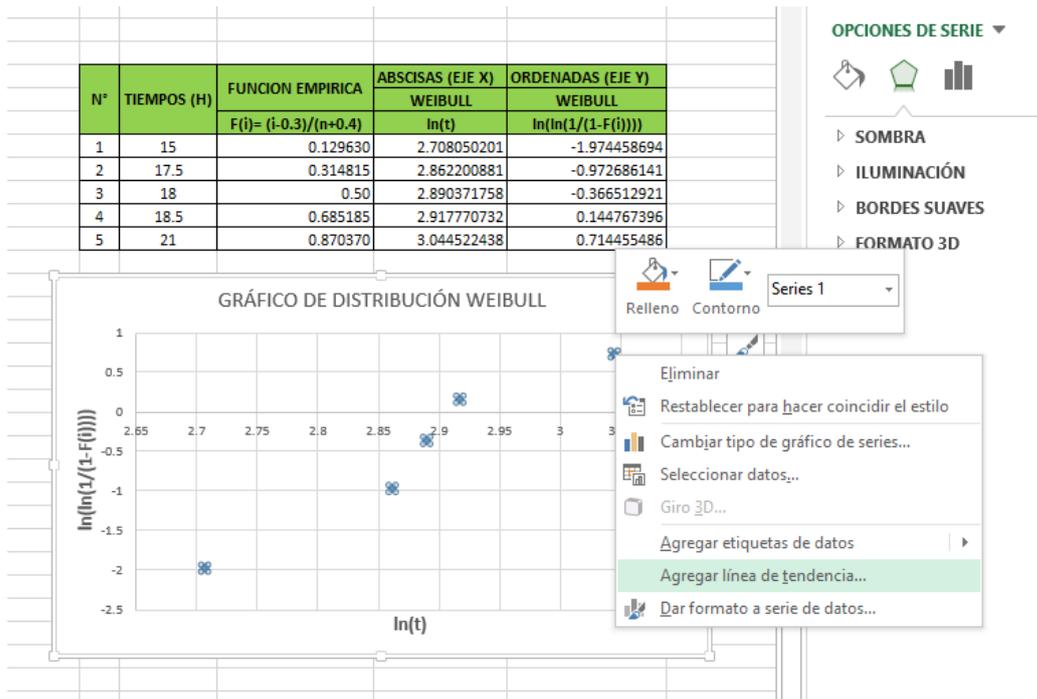


Figura 35: Paso 2 – Gráfico de línea de tendencia.

Fuente: Elaboración propia.

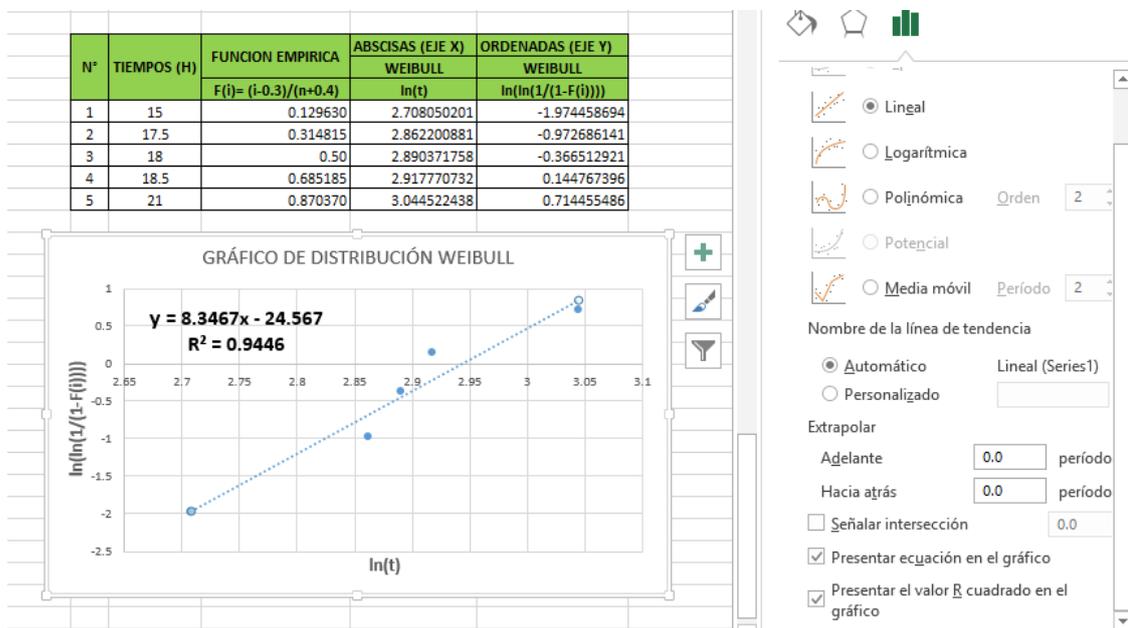


Figura 36: Paso 3 – Presentación de la ecuación de la gráfica y el valor de R^2

Fuente: Elaboración propia.

Una vez obtenida la ecuación se comenzó a determinar las incógnitas necesarias para el cálculo del mantenimiento.

Formula de la mantenibilidad – modelo Weibull:

$$M(t) = 1 - e^{-\left(\frac{t}{\eta}\right)^\beta}$$

Ecuación obtenida de la figura 36:

$$y = 8.3467x - 24.567$$

De la ecuación se determina directamente:

$$\beta = 8.3467$$

$$\eta = e^{\frac{y_0}{-\beta}} = e^{\frac{-24.567}{-8.3467}} = 18.98 \text{ h}$$

Con los datos que se obtuvieron se determinó la función de la mantenibilidad actual de la empresa KRENCO SERVICES E.I.R.L.:

$$M(t) = 1 - e^{-\left(\frac{t}{18.98}\right)^{8.3467}}$$

La probabilidad de que un tracto camión adquiriente de los servicios de mantenimiento de dirección y suspensión esté listo en 23.5 horas y en 10.5 horas será:

$$M(23.5) = 1 - e^{-\left(\frac{23.5}{18.98}\right)^{8.3467}} = 0.997$$

$$M(10.5) = 1 - e^{-\left(\frac{10.5}{18.98}\right)^{8.3467}} = 0.0071$$

El resultado de esta ecuación siempre se expresa en % y su interpretación sería:

Actualmente en la empresa KRENCO SERVICES E.I.R.L. se requiere de 23.5 horas para poder realizar un servicio de mantenimiento de dirección y suspensión con una mantenibilidad de 99.7%.

d) Se realizó el control de tiempos de las actividades que se desarrollan a lo largo del proceso de mantenimiento preventivo y correctivo de dirección y suspensión, también de determinó las herramientas necesarias para la ejecución de esta.

Los siguientes datos obtenidos se realizaron de los siguientes tracto camiones:

Tabla 9: Servicios de mantenimiento realizados para determinar los tiempos de demora.

ITEM	EMPRESA	PLACA	SERVICIO
T_1	APM	AEO-840	Mantenimiento de dirección – suspensión (delantera y posterior)
T_2	APM	AAT-808	Mantenimiento de dirección – suspensión (delantera y posterior)
T_3	TLI	ALR-775	Mantenimiento de dirección – suspensión (delantera y posterior)
T_4	TLI	D1V-814	Mantenimiento de dirección – suspensión (delantera)
T_4	TLI	D1J-720	Mantenimiento de suspensión (posterior)
T_5	TLI	AKC-791	mantenimiento de dirección – suspensión (posterior)
T_5	TLI	D1E-777	Mantenimiento de suspensión (delantera)

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10: Procesos realizados en el mantenimiento del sistema de dirección.

SISTEMA DE DIRECCIÓN							
N°	PROCESO	T_1 (MIN)	T_2 (MIN)	T_3 (MIN)	T_4 (MIN)	T_5 (MIN)	HERRAMIENTAS
D1A	Elevación del tracto.	15	12	13	16	16	<ul style="list-style-type: none"> • Gata hidráulica. • Tacos de madera.
D2A	Desmontaje de ruedas.	6	5	7	5	7	<ul style="list-style-type: none"> • Pistola neumática • Dado #33

D3A	Desmontaje de tapa de bocamasa.	15	16	15	18	18	<ul style="list-style-type: none"> • Pistola neumática • Dado #52
D4A	Desmontaje de porta zapatas.	18	22	20	25	19	<ul style="list-style-type: none"> • Pistola neumática • Dado #28
D5A	Desmontajes de rodajes de dirección.	10	9	11	12	12	<ul style="list-style-type: none"> • Prensa hidráulica
D6A	Lavado de rodajes.	8	7	9	7	8	<ul style="list-style-type: none"> • Removedor de grasa
D7A	Desmontaje de barra larga y corta de dirección.	15	17	18	22	18	<ul style="list-style-type: none"> • Alicate • Pistola neumática • Dado #23
D8A	Desmontaje del perno rey. (pin de dirección)	25	30	28	35	30	<ul style="list-style-type: none"> • Prensa hidráulica.
D9A	Desmontaje de muñón de dirección.	8	9	11	9	10	<ul style="list-style-type: none"> • Alicate • Comba.
D10A	Desmontaje de bocinas de pin de dirección.	8	10	8	9	11	<ul style="list-style-type: none"> • Prensa hidráulica.
D11C	Prensado de terminal de barra de dirección.	7	5	6	5	7	<ul style="list-style-type: none"> • Prensa hidráulica.
D12B	Montaje de terminal de barra de dirección.	5	4	5	5	5	<ul style="list-style-type: none"> • Prensa hidráulica.
D13B	Montaje de bocinas de dirección.	7	9	7	5	8	<ul style="list-style-type: none"> • Prensa hidráulica.
D14B	Montaje de muñón de dirección.	8	11	11	9	11	<ul style="list-style-type: none"> • Comba • Alicate

D15B	Montaje de perno rey. (pin de dirección)	9	15	17	12	18	<ul style="list-style-type: none"> • Prensa hidráulica.
D16B	Montaje de barra larga y corta de dirección.	16	14	15	17	16	<ul style="list-style-type: none"> • Pistola neumática • Dado #23 • Alicata.
D17C	Engrase de rodajes	3	5	4	5	3	<ul style="list-style-type: none"> • Grasa.
D18B	Montaje de rodajes de dirección.	15	17	16	15	14	<ul style="list-style-type: none"> • Prensa hidráulica.
D19B	Montaje de porta zapatas.	15	18	18	16	16	<ul style="list-style-type: none"> • Pistola neumática. • Dado #28.
D20B	Montaje de tapa de bocamasa.	11	15	13	12	12	<ul style="list-style-type: none"> • Pistola neumática. • Dado #52.
D21C	Balanceo de rueda.	8	5	9	11	8	<ul style="list-style-type: none"> • Balanceadora neumática. • Plomos de balanceo.
D22B	Montaje de rueda.	7	5	5	6	6	<ul style="list-style-type: none"> • Pistola neumática. • Dado #33.
D23B	Bajada del tracto.	2	3	1	1	2	<ul style="list-style-type: none"> • Gata hidráulica.
D24C	Alineamiento de dirección.	25	28	23	25	22	<ul style="list-style-type: none"> • Pista de alineamiento • Barra de alineamiento.

D25C	Rectificación de volante.	18	22	25	23	24	<ul style="list-style-type: none"> • Pistola neumática. • Dado #23.
D26C	Alineamiento posterior.	27	22	25	24	22	<ul style="list-style-type: none"> • Flexómetro.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 11: Procesos realizados en el mantenimiento del sistema de suspensión.

SISTEMA DE SUSPENSIÓN							
N°	PROCESO	T_1 (MIN)	T_2 (MIN)	T_3 (MIN)	T_4 (MIN)	T_5 (MIN)	HERRAMIENTAS
S1A	Elevación del tracto.	15	12	13	16	12	<ul style="list-style-type: none"> • Gata hidráulica. • Tacos de madera.
S2A	Desmontaje de ballestas delanteras.(por lado)	18	20	23	25	21	<ul style="list-style-type: none"> • Pistola neumática. • Dado #24. • Equipo de oxicorte.
S3A	Extracción de pin de ballestas delanteras	10	11	9	11	11	<ul style="list-style-type: none"> • Prensa hidráulica.
S4A	Prensado de pin de ballestas delanteras.	15	15	15	12	14	<ul style="list-style-type: none"> • Prensa hidráulica
S5B	Montaje de ballestas delanteras. (por lado)	24	25	25	23	22	<ul style="list-style-type: none"> • Pistola neumática • Dado #24
S6A	Desmontaje de amortiguador delantero.	8	5	7	5	6	<ul style="list-style-type: none"> • Pistola neumática • Dado #20
S7B	Montaje de amortiguador delantero.	7	5	5	4	6	<ul style="list-style-type: none"> • Pistola neumática • Dado #20
S8A	Desmontaje de soporte de cabina.	17	14	15	13	15	<ul style="list-style-type: none"> • Prensa hidráulica horizontal.
S9B	Montaje de soporte de cabina.	15	17	14	15	15	<ul style="list-style-type: none"> • Prensa hidráulica horizontal.

S10A	Desmontaje de amortiguador de cabina.	16	15	15	13	15	<ul style="list-style-type: none"> • Pistola neumática. • Dado #18
S11B	Montaje de amortiguador de cabina.	15	12	12	10	12	<ul style="list-style-type: none"> • Pistola neumática. • Dado #18
S12A	Desmontaje de bolsa de suspensión posterior. (fuelles)	15	14	15	16	15	<ul style="list-style-type: none"> • Pistola neumática. • Dado #18
S13A	Desmontaje de ballesta posterior. (por lado)	25	23	22	24	22	<ul style="list-style-type: none"> • Pistola neumática. • Dado #24 • Equipo de oxicorte.
S14A	Desmontaje de brazo templador.	9	7	10	8	12	<ul style="list-style-type: none"> • Pistola neumática. • Dado #20
S15A	Extracción de pin de ballestas posterior.	12	13	15	10	11	<ul style="list-style-type: none"> • Prensa hidráulica.
S15A	Prensado de bocinas de brazo templador.	15	18	18	16	15	<ul style="list-style-type: none"> • Prensa hidráulica.
S16B	Montaje de ballesta posterior.	20	21	21	19	20	<ul style="list-style-type: none"> • Pistola neumática. • Dado #24
S17B	Montaje de brazo templador.	9	8	7	8	9	<ul style="list-style-type: none"> • Pistola neumática. • Dado #20
S18B	Montaje de bolsa de suspensión posterior. (Fuelles)	12	13	11	10	12	<ul style="list-style-type: none"> • Pistola neumática. • Dado #18
S19B	Bajada del tracto.	2	3	3	2	3	<ul style="list-style-type: none"> • Gata hidráulica.

Fuente: Elaboración propia.

Luego de determinar el tiempo y las actividades que se desarrollan dentro del servicio de mantenimiento se elaboró el modelo del protocolo de servicio de mantenimiento de sistema de dirección y suspensión que utilizará el tiempo promedio de los 5 tiempos que se pudo registrar, es obvio que a ese valor se le realizará un redondeo.

Tabla 12: Modelo del protocolo de servicio de mantenimiento de sistema de dirección y suspensión.

		PROTOCOLO DE SERVICIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO: SISTEMAS DE DIRECCIÓN Y SUSPENSIÓN DE TRACTO CAMIONES			
N° 001					
CLIENTE:				MARCA:	
PLACA:		HOROMETRO:		N° DE OT:	
FECHA INICIO:				FECHA DE TERMINO:	
REPORTE DE FALLA:					
AUTORIZADO POR:					
HORA DE INICIO:				HORA DE TERMINO:	
TÉCNICO RESPONSABLE:					
SISTEMA DE DIRECCIÓN					
ITEM	ACTIVIDAD	CANT.	TPO. (MIN)	TPO. SERV. (MIN)	ESTADO
D1A	Elevación del tracto.		14		
D2A	Desmontaje de ruedas.		6		
D3A	Desmontaje de tapa de bocamasa.		16		
D4A	Desmontaje de porta zapatas.		21		
D5A	Desmontajes de rodajes de dirección.		11		
D6A	Lavado de rodajes.		8		
D7A	Desmontaje de barra larga y corta de dirección.		18		
D8A	Desmontaje del perno rey. (pin de dirección)		30		
D9A	Desmontaje de muñón de dirección.		9		
D10A	Desmontaje de bocinas de pin de dirección.		9		
D11C	Prensado de terminal de barra de dirección.		6		
D12B	Montaje de terminal de barra de dirección.		5		
D13B	Montaje de bocinas de dirección.		7		
D14B	Montaje de muñón de dirección.		10		
D15B	Montaje de perno rey. (pin de dirección)		14		

	D16B	Montaje de barra larga y corta de dirección.		16		
	D17C	Engrase de rodajes		4		
	D18B	Montaje de rodajes de dirección.		15		
	D19B	Montaje de porta zapatas.		17		
	D20B	Montaje de tapa de bocamasa.		13		
	D21C	Balanceo de rueda.		8		
	D22B	Montaje de rueda.		6		
	D23B	Bajada del tracto.		2		
	D24C	Alineamiento de dirección.		25		
	D25C	Rectificación de volante.		22		
	D26C	Alineamiento posterior.		24		
TIEMPO TOTAL DE SERVICIO (MIN):						
OBSERVACIONES:						
SISTEMA DE SUSPENSIÓN						
ITEM		ACTIVIDAD	CANT.	TPO (MIN)	TPO. SERV. (MIN)	ESTADO
	S1A	Elevación del tracto.		14		
	S2A	Desmontaje de ballestas delanteras.(por lado)		21		
	S3A	Extracción de pin de ballestas delanteras		10		
	S4A	Prensado de pin de ballestas delanteras.		14		
	S5B	Montaje de ballestas delanteras. (por lado)		24		
	S6A	Desmontaje de amortiguador delantero.		6		
	S7B	Montaje de amortiguador delantero.		5		
	S8A	Desmontaje de soporte de cabina.		15		
	S9B	Montaje de soporte de cabina.		15		
	S10A	Desmontaje de amortiguador de cabina.		15		
	S11B	Montaje de amortiguador de cabina.		12		
	S12A	Desmontaje de bolsa de suspensión posterior. (fuelles)		15		

S13A	Desmontaje de ballesta posterior. (por lado)		23		
S14A	Desmontaje de brazo templador.		9		
S15A	Extracción de pin de ballestas posterior.		12		
S15A	Prensado de bocinas de brazo templador.		16		
S16B	Montaje de ballesta posterior.		20		
S17B	Montaje de brazo templador.		8		
S18B	Montaje de bolsa de suspensión posterior. (Fuelles)		12		
S19B	Bajada del tracto.		3		
TIEMPO TOTAL DE SERVICIO (MIN):					
OBSERVACIONES:					
OBSERVACIONES DE OTROS SISTEMAS:					
(FIRMA)			(FIRMA)		
TECNICO RESPONSABLE KRENCO SERVICES E.I.R.L.			CLIENTE		

Fuente: Elaboración propia.

NOTA: La codificación de las actividades está dada de la siguiente manera:

D: sistema de dirección

S: sistema de suspensión

A: indica una actividad de desmontaje.

B: indica una actividad de montaje.

C: indica una actividad diferente al montaje y desmontaje.

También se desarrolló un diagrama de flujo del servicio de mantenimiento indicando las principales actividades y las zonas de ejecución, desde el inicio hasta la finalización del servicio.

Para poder medir la satisfacción de los clientes con el uso del protocolo de servicio se realizará una encuesta para poder controlar y cumplir con los tiempos establecidos o recibir alguna sugerencia.

Tabla 13: Encuesta de satisfacción del cliente con el protocolo de servicio de mantenimiento

ENCUESTA DE SATISFACCION DEL CLIENTE CON EL PROTOCOLO DE SERVICIO					
1. ¿Considera que el protocolo de servicio es una herramienta útil en la reducción del tiempo de servicio?					
SI			NO		
2. ¿Se cumple con el tiempo de servicio establecido?					
SI		NO SIEMPRE		NO	
3. ¿Ha notado la reducción del tiempo de entrega de los tracto camiones?					
SI		A veces		NO	
4. ¿Realizaría algún cambio en el protocolo de servicio?					
SI			NO		
5. De ser "SI" su respuesta anterior detalle cual sería el cambio					
6. Si tiene una queja o sugerencia detalle en cuanto al servicio detallarlo					
(FIRMA)			(FIRMA)		
TECNICO RESPONSABLE			CLIENTE		
KRENCO SERVICES E.I.R.L.					

Fuente: Elaboración propia.

Puesto que el tracto camión no solo posee el sistema de dirección y el sistema de suspensión, una manera de comprometernos con los clientes el protocolo tiene un apartado en la parte inferior donde se detallara alguna falla que presente en algún otro sistema, como en el sistema de freno, el sistema eléctrico, etc. Y como compromiso de parte de KRENCO SERVICES E.I.R.L. es cumplir con los tiempos de entrega para que los clientes puedan programar las revisiones de los otros sistemas que posee el tracto camión.

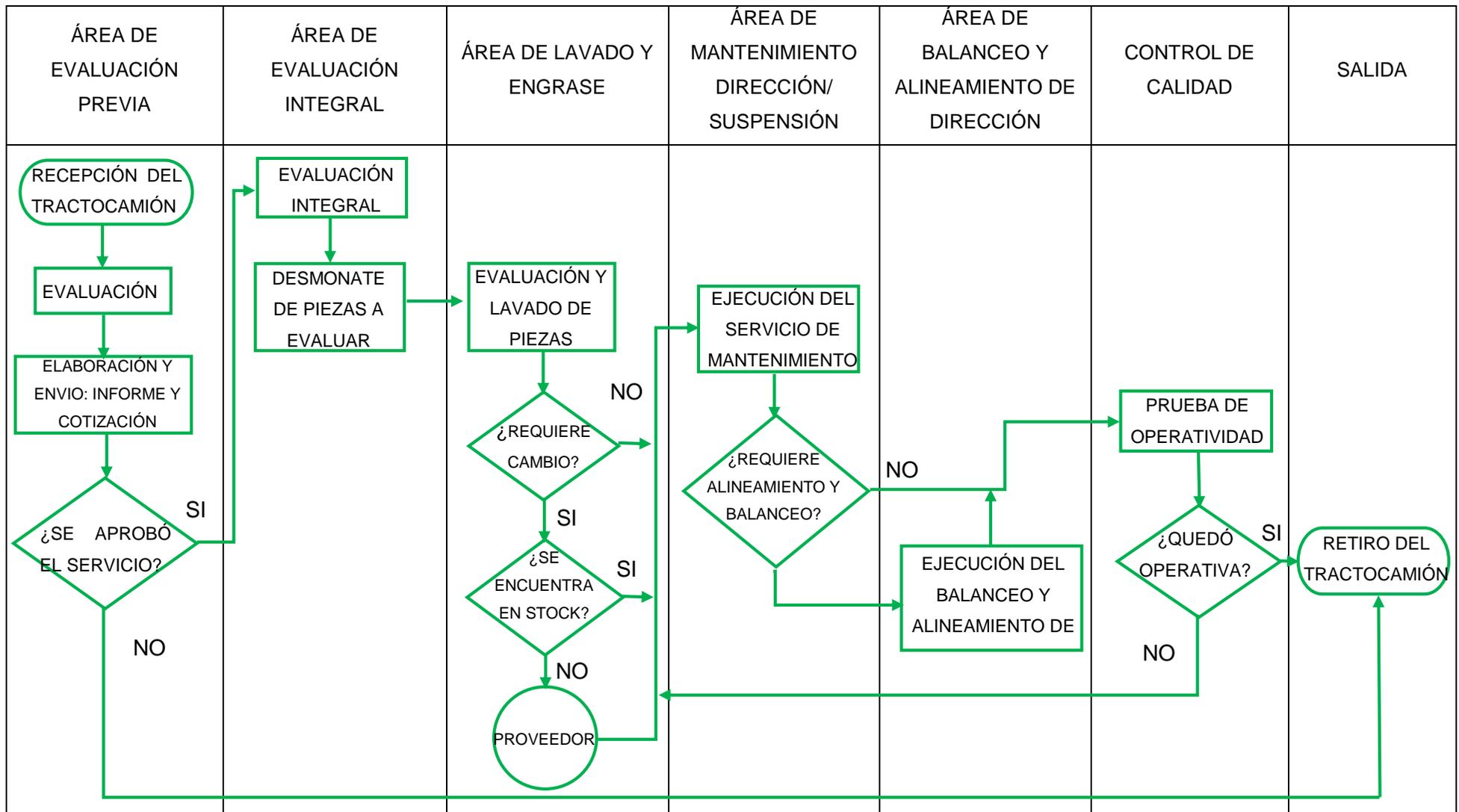


Figura 37: Diagrama de flujo del servicio de mantenimiento Sistema de dirección - suspensión.

Fuente: Elaboración propia

3.2 Resultados

Con los datos de tiempos que se obtuvieron en la tabla 10 y la tabla 11 se realizó el cálculo de la función de la mantenibilidad. Con el cual se podrá hacer una comparación con la mantenibilidad actual.

Tabla 14: Datos de cálculos de mantenibilidad del protocolo

N°	TIEMPOS (H)	FUNCION EMPIRICA	ABSCISAS (EJE X)		ORDENADAS (EJE Y)	
			EXP	WEIBULL	EXP.	WEIBULL
		$F(i) = (i-0.3)/(n+0.4)$	t	ln(t)	$-\ln(1-F(i))$	$\ln(\ln(1/(1-F(i))))$
1	9.83	0.12962963	9.83	2.285438934	0.138836445	-1.974458694
2	10.1	0.314814815	10.1	2.312535424	0.378066134	-0.972686141
3	10.15	0.5	10.15	2.317473705	0.693147181	-0.366512921
4	10.18	0.685185185	10.18	2.320425011	1.155770703	0.144767396
5	10.25	0.87037037	10.25	2.327277706	2.043073898	0.714455486

Fuente: Elaboración propia

Como en la parte anterior donde se calculó la mantenibilidad actual, graficaremos para determinar qué tipo de distribución presentan

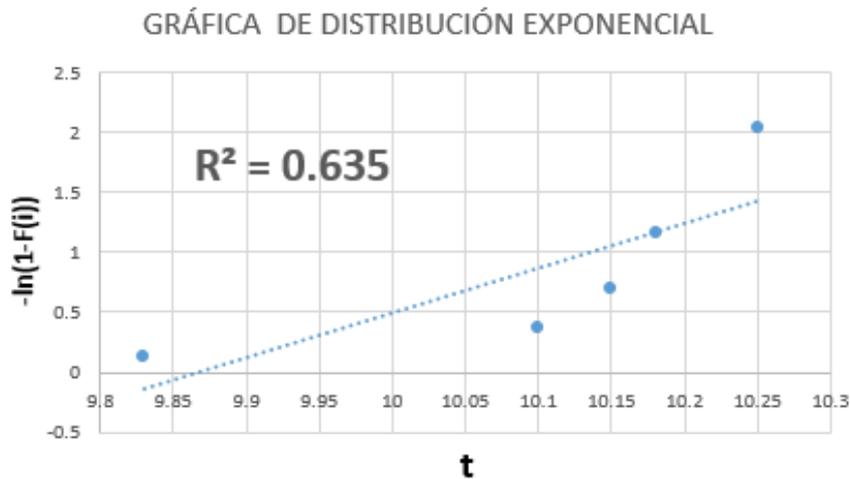


Figura 38: Gráfica de distribución exponencial.

Fuente: Elaboración propia.

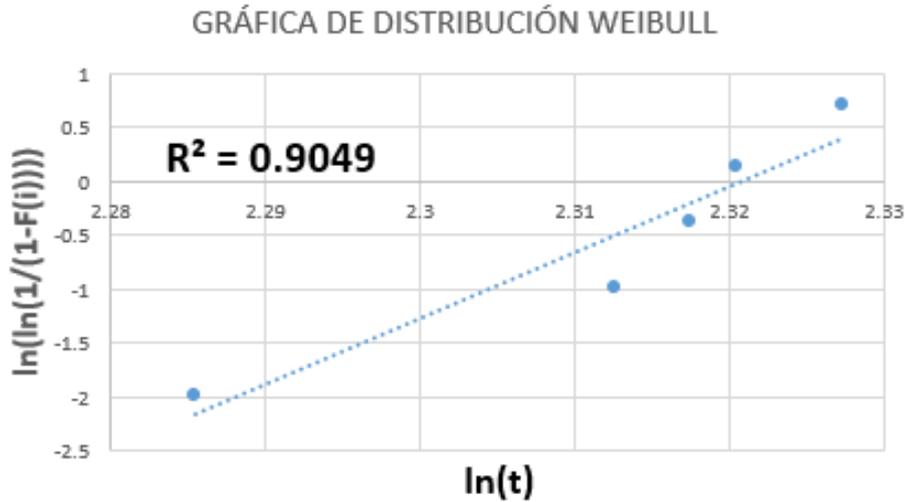


Figura 39: Gráfica de distribución Weibull.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 38 y la figura 39 se observa que el valor de R^2 es mayor en la figura 39, con eso se llegó a la conclusión que los datos presentan un tipo de distribución de Weibull.

Como ya se vio anteriormente, una vez determinado el tipo de distribución de probabilidad, se realizó los cálculos de β y η , para este caso también se utilizó el programa Excel.

Se realizó la tabla con los cálculos de los datos para la distribución Weibull en excel, se realizó el grafico de los datos y se determinó el R^2 y la función de la gráfica.

Para realizar la gráfica se selecciona los datos del “eje x” y los datos del “eje y”, luego se seleccionó en el menú de “insertar”, se dirigió al cuadro de “gráficos” y se seleccionó el tipo dispersión.

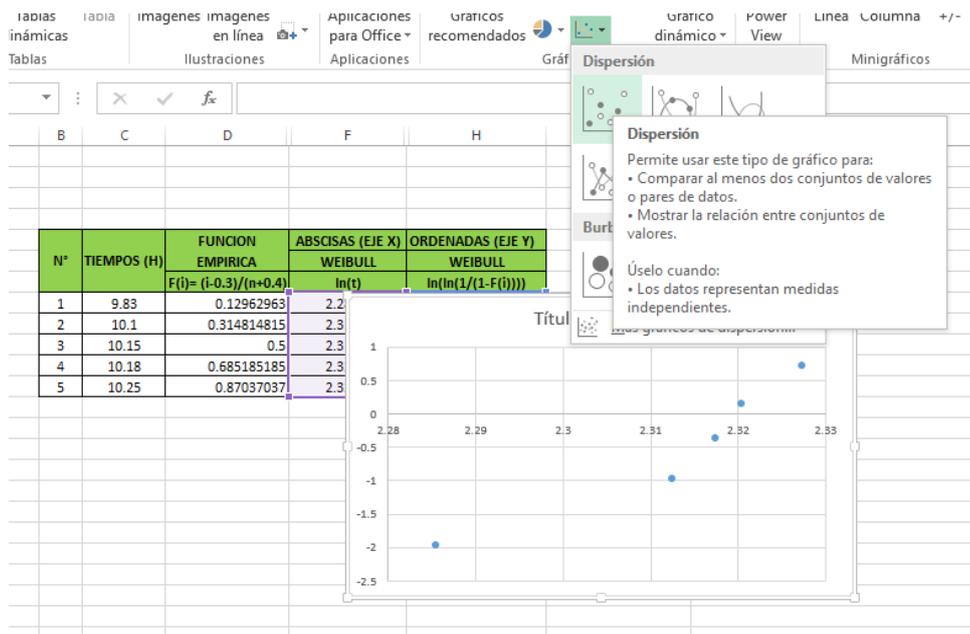


Figura 40: Paso 1- Diseño de grafica de distribución Weibull.

Fuente: Elaboración propia.

Luego de tener los puntos en la gráfica, se dio click derecho en cualquiera de los puntos, y se seleccionó la opción “Agregar línea de tendencia”, se seleccionó el tipo “lineal” y se seleccionó las casillas “Presentar ecuación en el gráfico” y “Presentar el valor R cuadrado en el gráfico”.

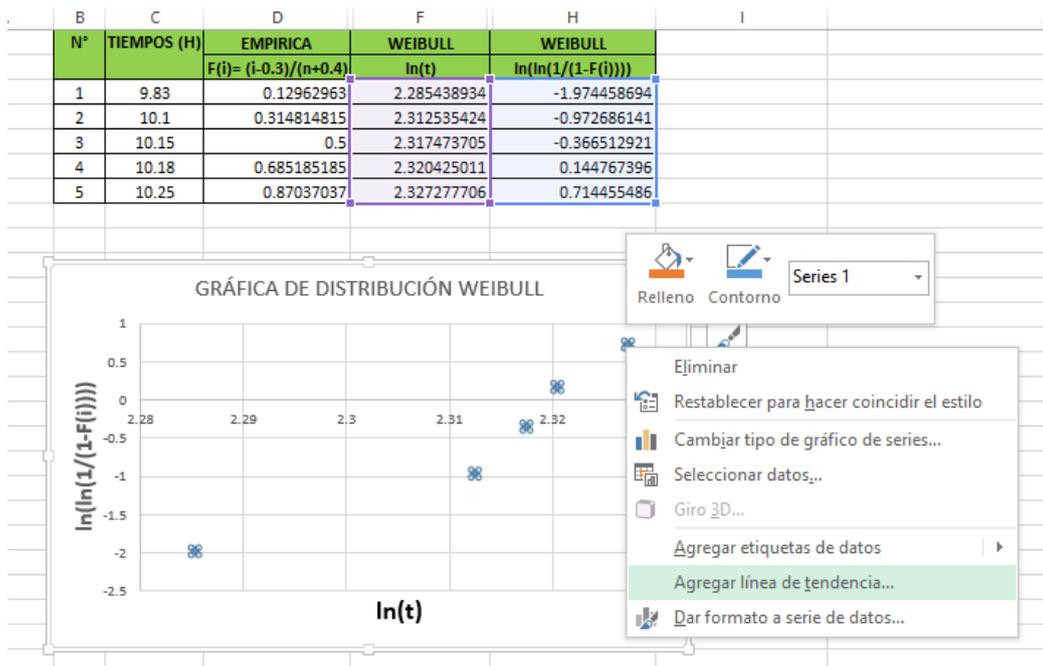


Figura 41: Paso 2 – Gráfico de línea de tendencia.

Fuente: Elaboración propia.

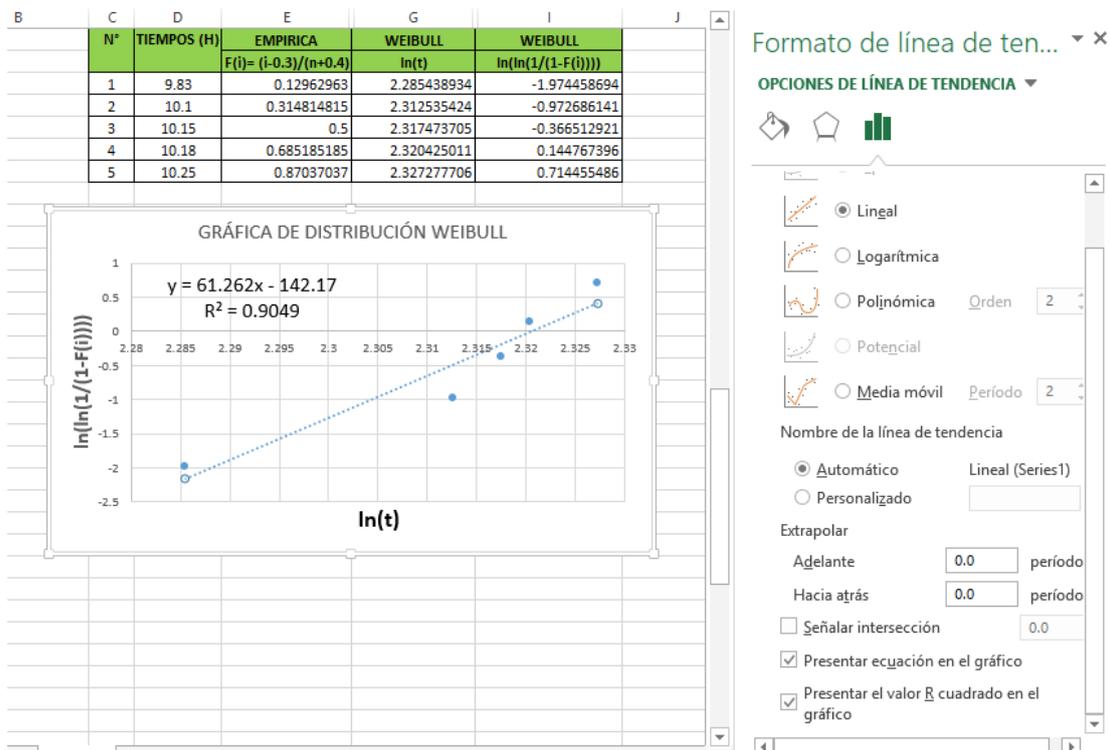


Figura 42: Paso 3 – Presentación de la ecuación de la gráfica y el valor de R^2

Fuente: Elaboración propia

Una vez obtenida la ecuación se comenzó a determinar las incógnitas necesarias para el cálculo del mantenimiento.

Formula de la mantenibilidad – modelo Weibull:

$$M(t) = 1 - e^{-\left(\frac{t}{\eta}\right)^\beta}$$

Ecuación obtenida de la figura 42:

$$y = 61.262x - 142.17$$

De la ecuación se determina directamente:

$$\beta = 61.262$$

$$\eta = e^{\frac{y_0}{-\beta}} = e^{\frac{-142.17}{-61.262}} = 10.18 \text{ h}$$

Con los datos que se obtuvieron se determinó la función de la mantenibilidad del protocolo de servicio de mantenimiento de dirección y suspensión.

$$M(t) = 1 - e^{-\left(\frac{t}{10.18}\right)^{61.262}}$$

La probabilidad de que un tracto camión adquiriente de los servicios de mantenimiento de dirección y suspensión esté listo en 10.5 horas será:

$$M(t) = 1 - e^{-\left(\frac{10.5}{10.18}\right)^{61.262}} = 0.998$$

El resultado de esta ecuación siempre se expresa en % y su interpretación sería:

Con el protocolo la mantenibilidad para que se realice un mantenimiento de dirección y suspensión en 10.5 horas es de un 99.8%.

En la comparación de la función de la mantenibilidad actual y la mantenibilidad del protocolo existe una gran diferencia ya que actualmente se requieren un aproximado de 23.5 horas con una mantenibilidad de 99.7% mientras que con la propuesta del protocolo 10.5 horas para tener una mantenibilidad de 99.8%, queda claro la gran diferencias de horas en la realización de los servicios de mantenimiento de dirección y suspensión, en ambos casos se puede tener una mantenibilidad aceptable pero actualmente se requieren casi el doble de horas que se utilizaría con el protocolo para realizar un servicio de mantenimiento de dirección y suspensión.

CONCLUSIONES

- _ Se logró elaborar un protocolo de mantenimiento de sistema de dirección y suspensión de tracto camiones cumpliendo con los estándares de los fabricantes establecidos en sus manuales.
- _ Se definieron los procesos que se realizan en los servicios de mantenimiento en el sistema de dirección y en el sistema de suspensión de los tracto camiones, determinando las áreas de trabajo y las herramientas necesarias para cada actividad.
- _ Con el protocolo de servicio se estima una reducción en el tiempo de servicio de mantenimiento del sistema de dirección y suspensión de un 23.5 horas a 10.5 horas.
- _ Aumentó la disponibilidad del espacio del taller y no se generaron gastos en excesos al adquirir los repuestos necesarios para la realización de los servicios de mantenimiento del sistema de dirección y suspensión

RECOMENDACIONES

- _ Se recomienda el uso de este protocolo por que la reducción de tiempos en los servicios es notoria, y no solo re reduce el tiempo de servicio, sino también se evitan gastos excedente y a veces poco necesarios.
- _ Seguir el orden y los procesos con los tiempos determinados para poder mantener una organización total en la empresa, desde el área de producción hasta el área de finanzas.
- _ Se recomienda el uso del protocolo como una herramienta complementaria al servicio de mantenimiento que se brinda en la empresa, dándole un mejor uso al registro de servicios realizados, utilizándolo como un control de futuros servicios de mantenimiento.
- _ Mantener las herramientas en buenas condiciones para su respectivo uso y contar con los repuestos necesarios en el almacén para no generar ningún tipo de retraso y cumplir con los tiempos establecidos.

Bibliografía

- Casachagua Davila, C. G. (2017). Propuesta de un plan de mantenimiento. Perú.
- Huancaya Mena, C. G. (2016). Mejora de la disponibilidad mecánica y confiabilidad operacional de una flota de cosechadoras de caña de azúcar de 40 t/h de capacidad. Lima.
- Aficionados a la mecanica. (2014). suspension . Obtenido de <http://www.aficionadosalamecanica.net/suspension2.htm>
- AIRTEK. (2005). manual de camiones: alineacion y ajustesde llantas. Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/226291576/manual-camiones-alineacion-ajustes-llantas-pdf>
- Alianza Editores, S.A. (2005). El sistema de suspension de los vehiculos pesados. Obtenido de <https://www.alianzafлотillera.com/noticias/el-sistema-de-suspension-en-los-vehiculos-pesados/>
- Asociación Española para la Calidad (A.E.C). (2018). Mantenimiento. Obtenido de <https://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/mantenimiento>
- Course Hero, Inc. (2019). Filosofía del mantenimiento. Obtenido de <https://www.coursehero.com/file/14365760/FILOSOFIA-DEL-MANTENIMIENTO/>
- Definición ABC. (2019). Orden de trabajo. Obtenido de I Definicion ABC <https://www.definicionabc.com/general/orden-de-trabajo.php>
- Duffuaa, S. O. (2009). Sistema de mantenimiento: Planeación y control. Mexico, México: Limusa.
- Equipo de Redacción de Concepto.de. (01 de 2018). Concepto de Protocolo. Obtenido de <https://concepto.de/protocolo/>
- Euromaster. (2019). LA IMPORTANCIA DE LA SUSPENSIÓN DE LOS NEUMÁTICA EN LOS CAMIONES. Obtenido de <https://www.euromaster-neumaticos.es/blog/suspension-neumatico-camiones>
- FierrosClasicos. (2015). Diferencia entre direccion hidraulica y asistida. Obtenido de <http://fierrosclasicos.com/diferencias-entre-la-direccion-hidraulica-y-asistida/>

- García M., Orcajo G., C., & Fernández M., S. (1998). Técnicas para el mantenimiento y diagnóstico de Máquinas Eléctricas Rotativas. Barcelona: Marcombo S.A.
- Google Maps. (2019). Obtenido de Google Maps: <https://www.google.com/maps/@-11.9638758,-77.1257043,16z>
- I Definicion ABC. (2019). Implementación. Obtenido de <https://www.definicionabc.com/general/implementar.php>
- INTERPERÚ. (2019). Diferencia entre camion y tracto. Obtenido de <https://www.interperu.pe/blog/diferencia-camion-tractocamion/>
- Mantenimiento petroquimica. (s.f.). RCM. Obtenido de <http://www.mantenimientopetroquimica.com/rcm.html>
- Maquinaria pesada. (2019). manual de conduccion de camiones serie fh-fm volvo: instrumentos y sistemas. Obtenido de <https://www.maquinariaspesadas.org/blog/2244-manual-conduccion-camiones-serie-fh-fm-volvo-instrumentos-sistemas>
- Mesa Grajales, D. H., Ortiz Sánchez, Y., & Pinzón, M. (2006). La confiabilidad, la disponibilidad y la mantenibilidad, disciplinas modernas aplicadas al mantenimiento. *Scientia Et Technica* 2006 XII (30), 155-160.
- Parts, D. S. (s.f.). Fuelle de suspension neumática . Obtenido de https://partnerportal.dieseltechnic.com/dtwsassets/pdf/Product_Portrait/6_13041/Product_Portrait_6_13041_Fuelle_de_suspensi%C3%B3n_neum%C3%A1tica_ES.pdf
- Random House Dictionary. (2010). wikipedia. Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Eje_de_Pivote#cite_note-2
- Real Academia de ingeniería . (s.f.). Pivotamiento. <http://diccionario.raing.es/es/lema/pivotamiento>.
- RENOVE TECNOLOGÍA S.L. (26 de enero de 2019). El plan de mantenimiento. Obtenido de <http://www.elplandemantenimiento.com/index.php/que-es-un-plan-de-mantenimiento>
- RENOVE TECNOLOGÍA S.L. (25 de enero de 2019). Procolos de mantenimiento. Obtenido de <http://www.elplandemantenimiento.com/index.php/protocolos-de-mantenimiento>

- RENOVETEC. (2014). Mantenimiento correctivo. Obtenido de <http://mantenimiento.renovetec.com/135-mantenimiento-correctivo>
- Riera Chavez, J. J. (2013). Diseño e implementación de una sistema de mantenimiento industrial asistido por computador para la empresa Cubiertas de Ecuador KUBIEC S.A. en la planta Esthela. Sangolquí.
- Tavares, L. A. (2000). Administración Moderna de Mantenimiento. Brasil: Novo Polo
- Ticlavilca Rauz, J. C. (2016). Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad mecánica del equipo ALPHA20 de la empresa Robocon SAC. Perú.
- Tuesta Yliquin, J. M. (2014). Plan de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de los equipos pesados de la empresa OBRAINSA. Callao.
- Uruman. (2014). Confiabilidad & Disponibilidad. Obtenido de https://www.uruman.org/sites/default/files/articulos/confiabilidad_disponibilidad.pdf
- Velasco Sánchez, E., Oliva Meyer, M. Á., & Sánchez Lozano, M. (2013). El sistema de la dirección. Obtenido de <http://umh1796.edu.umh.es/wp-content/uploads/sites/272/2013/02/sistema-de-direccion-texto1.pdf>
- Wikipedia. (13 de Septiembre de 2018). Tracción. Obtenido de <https://es.wikipedia.org/wiki/Tracci%C3%B3n>
- Wikipedia. (11 de Enero de 2019). Volante de direccion. Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Volante_de_direcci%C3%B3n
- WinAling HD. (2003). Guía didáctica de alineación de camiones. Hunter Engineering Company.
- Wordpress. (2019). Calidad y confiabilidad. Obtenido de <https://avdiaz.files.wordpress.com/2012/06/calidad-y-confiabilidad.pdf>

ANEXOS

Anexo 1:



INFORME TÉCNICO

Nro: 0133-2018

REPORTE DE SERVICIO	
DATOS GENERALES	
CLIENTE :	APM TERMINALS INLAND SERVICES
DIRECCIÓN:	AV NÉSTOR GAMBETA KM 14.5CALLAO
NOMBRE DEL CONDUCTOR:	
LUGAR DE TRABAJO:	TALLER KRENCO

DATOS DEL VEHÍCULO		
PLACA:	KILOMETRAJE (KM):	
AAX-926	HORÓMETRO (HR):	
MARCA / MODELO:	FECHA DE INGRESO	FECHA DE SALIDA
Sinotruck TR 380 A7	10-09-2018	10-09-2018
	HORA DE INICIO	HORA DE TERMINO
	10:00	18:00
OBSERVACIÓN Y/O FALLA REPORTA DEL OPERADOR:	CAMBIO DE PINES Y BOCINAS / ALINEMAINETO	

DATOS DE SERVICIO			
TIPO DE MANTENIMIENTO	PREVENTIVO	CORRECTIVO	AUXILIO MECÁNICO
		X	
SISTEMA DE REVISIÓN, REPARACIÓN Y/O CAMBIO.	FILTROS Y ACEITE	SUSPENSIÓN	DIRECCIÓN X
	ELÉCTRICO	TRANSMISIÓN	COMBUSTIBLE
	FRENOS	MOTOR	HIDRÁULICO
	CHASIS	NEUMÁTICOS	
	OTROS:		

TRABAJOS A REALIZAR
<ul style="list-style-type: none"> ➤ LAVADO Y ENGRASE DE RODAMIENTOS ➤ DESMONTAJE Y REEMPLAZO DE KIT DE PINES Y BOCINAS ➤ LIMPIEZA Y ENGRASE DE MUÑON ➤ BALANCEO RUEDAS ➤ PRENSADO DE UN TERMINAL DE LA BARRA CORTA ➤ CAMBIO DE TERMINALES DE BARRA CORTA ➤ CAMBIO DE TERMINALES DE BARRA LARGA ➤ CAMBIO DE RODAMIENTO



IMÁGENES ANTES DEL SERVICIO REALIZADO

<p>BOCINA EN MUÑÓN Las bocinas presentan desgaste y genera juego con el pin central. Lavado y lubricación en muñón</p>	<p>PIN Presenta desgaste.</p>	<p>RODAJE CÓNICO EXTERIOR Reemplazo de rodamientos y engrasado</p>
<p>SIN IMAGEN</p>		
<p>LAINA REGULADORA Cambio de lana por desgaste y deformación.</p>	<p>RETEN DE CUBO Cambio de reten por desgaste.</p>	<p>RODAJE CÓNICO INTERIOR Reemplazo de rodamientos y engrasado</p>
		
<p>TERMINALES DE BARRA CORTA Reemplazo de terminales por desgaste en hilos y poncho deteriorado.</p>		<p>TERMINALES DE BARRA LARGA Reemplazo de terminales por desgaste en hilos y poncho deteriorado.</p>
<p>SIN IMAGEN</p>		

IMÁGENES DESPUÉS DEL SERVICIO REALIZADO

BOCINA EN MUÑÓN Reemplazados	PIN Reemplazados.	RODAJE CÓNICO EXTERIOR Reemplazo y engrase
		
LAINA REGULADORA Reemplazo	RETEN DE CUBO Reemplazo y engrase	RODAJE CÓNICO INTERIOR Reemplazo y engrase
		
TERMINALES DE BARRA CORTA Reemplazo	SIN IMAGEN	
SIN IMAGEN		TERMINALES DE BARRA LARGA Reemplazo
SIN IMAGEN		SIN IMAGEN



SUPERVISOR
ING. JAVIER ARCE RAMIREZ

 Recibido Conforme



Fuente: KRENCO SERVICES E.I.R.L.

Anexo 2:



INFORME TÉCNICO
Nro: 0004-2018

REPORTE DE SERVICIO	
DATOS GENERALES	
CLIENTE :	APM TERMINALS INLAND SERVICES
DIRECCIÓN:	AV NÉSTOR GAMBETA KM 14.5CALLAO
NOMBRE DEL CONDUCTOR:	
LUGAR DE TRABAJO:	TALLER KRENCO

DATOS DEL VEHÍCULO		
PLACA:	KILOMETRAJE (KM):	
ADA-911	HORÓMETRO (HR):	
MARCA / MODELO:	FECHA DE INGRESO	FECHA DE SALIDA
SINOTRUCK – TR 207 A7	26-09-2018	27-09-2018
	HORA DE INICIO	HORA DE TERMINO
	15:00	18:00
OBSERVACIÓN Y/O FALLA REPORTA DEL OPERADOR:	CAMBIO DE PINES Y BOCINAS / ALINEMAINETO	

DATOS DE SERVICIO			
TIPO DE MANTENIMIENTO	PREVENTIVO	CORRECTIVO	AUXILIO MECÁNICO
		X	
SISTEMA DE REVISIÓN, REPARACIÓN Y/O CAMBIO.	FILTROS Y ACEITE	SUSPENSIÓN	DIRECCIÓN X
	ELÉCTRICO	TRANSMISIÓN	COMBUSTIBLE
	FRENOS	MOTOR	HIDRÁULICO
	CHASIS	NEUMÁTICOS	
	OTROS:		

TRABAJOS A REALIZAR
<ul style="list-style-type: none"> ➤ LAVADO Y ENGRASE DE RODAMIENTOS ➤ DESMONTAJE Y REEMPLAZO DE KIT DE PINES Y BOCINAS ➤ CAMBIO DE TERMINALES DE BARRA CORTA ➤ PRENSADO DE TERMINALES DE BARRA LARGA ➤ CAMBIO DE RODAMIENTOS ➤ LIMPIEZA Y ENGRASE DE MUÑON ➤ BALANCEO RUEDAS



IMÁGENES ANTES DEL SERVICIO REALIZADO

<p>BOCINA EN MUÑÓN Las bocinas presentan desgaste y genera juego con el pin central. Lavado y lubricación en muñón</p>	<p>CUBO DE RUEDA Requiere cambio de grasa y rodajes. Montaje y desmontaje de caliper.</p>	<p>PIN Presenta desgaste.</p>
		
<p>LAINA REGULADORA Cambio de lana por desgaste y deformación.</p>	<p>RETEN DE CUBO Cambio de reten por desgaste.</p>	<p>RODAJE CÓNICO EXTERIOR Reemplazo de rodamientos y engrasado</p>
		
<p>RODAJE CÓNICO INTERIOR Reemplazo de rodamiento uy engrasado</p>	<p>TERMINALES DE BARRA CORTA Reemplazo de terminales por desgaste en hilos y poncho deteriorado.</p>	<p>TERMINALES DE BARRA LARGA Reemplazo de terminales por desgaste en hilos y poncho deteriorado.</p>



		
<p>RODAJE CÓNICO INTERIOR Reemplazo y engrase</p>	<p>TERMINALES DE BARRA CORTA Reemplazo</p>	<p>TERMINALES DE BARRA LARGA Reemplazo</p>
		
<p>BALANCEO DE NEUMATICOS</p>		
		



SUPERVISOR
ING. JAVIER ARCE RAMIREZ

Recibido Conforme





IMÁGENES DESPUÉS DEL SERVICIO REALIZADO

<p>BOCINA EN MUÑÓN Reemplazados</p>	<p>CUBO DE RUEDA Limpieza y engrase</p>	<p>PIN Reemplazados.</p>
		
<p>LAINA REGULADORA Reemplazo</p>	<p>RETEN DE CUBO Reemplazo y engrase</p>	<p>RODAJE CÓNICO EXTERIOR Reemplazo y engrase</p>



Fuente: KRENCO SERVICES E.I.R.L.

AIRTEK

DIAGNOSTICO DE FALLAS		
CONDICION	CAUSAS PROBABLES	ACCION CORRECTIVA
Pernos rey y bujes del perno rey desgastados o dañados	Suciedad en el sistema-lubricante contaminado	Pula e inspeccione los pernos rey, reemplace los bujes y sellos, siga los procedimientos de lubricación especificados
	Lubricante incorrecto	Lubrique el eje con el lubricante especificado
	Eje no lubricado a la frecuencia requerida	Lubrique el eje a la frecuencia requerida
	Procedimientos de lubricación incorrectos	Use los procedimientos de lubricación correctos
	Intervalo de lubricación no adecuado a las condiciones de operación	Cambie el intervalo de lubricación para igualar las condiciones de operación
	Sellos desgastados o faltantes	Reemplace los sellos desgastados o faltantes
Vibración o resonancia lateral del eje delantero durante la operación	Altura de manejo fuera de especificación	Ajuste la altura de manejo a la especificación
	Caster fuera de especificación	Ajuste el caster
	Rines y/o llantas desbalanceadas	Balancee o reemplace los rines y/o llantas
	Soporte de montaje del motor dañado	Reemplace los soportes de montaje del motor
	Amortiguadores dañados	Reemplace amortiguadores dañados
	Ajuste incorrecto de los baleros	Ajuste los baleros a la especificaciones adecuadas
Excesivo desgaste de llantas o desgaste desigual del piso de la llanta	Presión de llantas incorrecta	Ajuste la presión a la especificación del fabricante
	Llantas desbalanceadas	Balancee o reemplace las llantas
	Alineación de eje tandem incorrecta	Alinie el eje tandem
	Toe incorrecto	Ajuste toe a la especificación
	Geometría del brazo de la dirección incorrecta	Repare el sistema de dirección según sea necesario
	Juego excesivo de los baleros de la maza	Verifique el torque de los baleros, reemplace los baleros desgastados o dañados
	Bujes del perno rey dañados	Reemplace los bujes del perno rey
	Ajuste incorrecto de los baleros	Ajuste los baleros a la especificaciones adecuadas
El vehículo es difícil de girar	Presión baja en el sistema de dirección	Repare el sistema de dirección
	Eslabones de dirección necesitan lubricación	Lubrique el eslabón (brazo) de la dirección
	Muñones de dirección se atorán	Reemplace los bujes del perno rey. Engrase si están fuera de especificación o dañados
	Geometría del brazo de la dirección incorrecta	Repare el sistema de dirección según sea necesario
	Los baleros de carga no aceptan grasa	Reemplace los baleros de carga
	Caster fuera de especificación	Ajuste la altura de manejo y luego ajuste el caster según sea necesario
	Las terminales de la barra de dirección se atorán	Reemplace las terminales de la barra de dirección

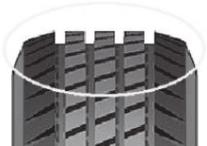
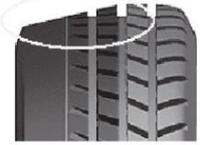
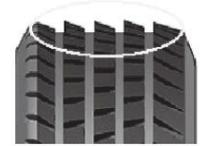
AIRTEK

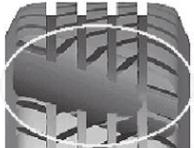
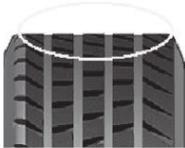
DIAGNOSTICO DE FALLAS

CONDICION	CAUSAS PROBABLES	ACCION CORRECTIVA
Las terminales de la barra de dirección están desgastadas y requieren reemplazo	Las terminales de la barra de dirección requieren lubricación	Lubrique las terminales. Asegúrese que el programa de lubricación sea seguido
	Condiciones de operación severas	Incrementa la frecuencia de lubricación e inspección
	Cubrepolvo de terminal de la barra de dirección dañado	Reemplace la terminal de la barra de dirección
Tubo transversal, perno de la terminal de la barra de dirección o terminal de la barra de dirección doblado o roto NOTA: Los componentes dañados requieren reemplazo	El ajuste de la presión de la válvula de alivio de la caja de dirección excede las especificaciones del sistema	Ajuste el sistema de dirección hidráulica a la presión de especificación del fabricante
	Las válvulas de engrane de la dirección mal ajustadas o no funcionando	Verifique la operación adecuada y ajuste las válvulas de engrane de la dirección a las especificaciones del OEM
	Los topes del eje mal ajustados	Ajuste los topes del eje a las especificaciones del OEM
	Operación de servicio severo	Incrementa la frecuencia de inspección y lubricación
Perno de la terminal de la barra de dirección desgastado o roto	Tomillería del brazo pitman apretada más de lo especificado	Apriete la tomillería del brazo pitman al torque especificado
	Falta de lubricación o lubricante incorrecto	Lubrique con lubricante especificado
	Topes de la caja de dirección fuera de ajuste	Ajuste los topes de la caja de dirección a la especificación del OEM
La suspensión tiene un manejo rígido o brincotea	Cámaras de aire no infladas	Verifique el suministro de aire a las cámaras, repare de ser necesario
	Altura de manejo fuera de especificación	Ajuste la altura de manejo a la especificación
	Muelle roto o desgastado	Reemplace el muelle
	Suspensión delantera sobrecargada	Redistribuya la carga del eje
Radio de giro restringido	Suspensión con poca carga	Redistribuya la carga para proveer mayor peso al eje frontal
	Topes de dirección no ajustados correctamente	Ajuste los topes de dirección para alcanzar el radio de giro adecuado
El vehículo se ladea	Altura de manejo incorrecta	Ajuste la altura de manejo a especificación
	Cámara(s) de aire no infladas	Repare la causa de la falta de presión
	La suspensión no se apretó en la secuencia correcta durante la instalación	Lleve a cabo el procedimiento de apriete de los ojos de la muelle. Consulte la sección de Especificaciones de Torque en esta publicación
	Muelle roto	Reemplace el muelle
	Peso cargado hacia un lado	Instale un espaciador Z o válvulas de control de altura duales
El vehículo zigzaguea	Caster fuera de especificación	Ajuste la altura de manejo y luego ajuste el caster según sea necesario
	Toe incorrecto	Ajuste el toe a especificación
	Quinta rueda no engrasada	Engrase la quinta rueda
	Aire en el sistema de dirección hidráulica	Remueva el aire del sistema de dirección hidráulica
	Altura de manejo de la suspensión trasera fuera de especificación	Ajuste la altura de manejo a la especificación
Altura de manejo de la suspensión delantera fuera de especificación	Ajuste la altura de manejo a la especificación	

Fuente: AIRTEK. (2005). *manual de camiones: alineacion y ajustes de llantas*. Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/226291576/manual-camiones-alineacion-ajustes-llantas-pdf>

Anexo 4:

Guía de Desgaste Irregular de Neumáticos (Delanteros)			
Descripción	Apariencia	Causa probable	Solución
 <p>Desgaste escalonado de hombros</p>	Desgaste parejo en el centro con surcos en los bordes u hombros..	Desgaste típico de neumáticos radiales con costillas circulares.	Rotación.
 <p>Desgaste de hombros</p>	Desgaste excesivo que se extiende desde la costilla del hombro hasta una ranura principal.	Arrastre debido a problema de alineación de ejes traseros.	Mida la alineación y ajuste lo necesario. Si el problema es severo, se debe rotar la rueda.
 <p>Desgaste en forma de sierra</p>	Costillas desgastadas con un lado más alto, resultando en apariencia de sierra.	Arrastre debido a mala alineación delantera y/o trasera. Componentes de la suspensión desgastados o dañados.	Mida la alineación y ajuste lo necesario. Si el problema es severo, se debe rotar la rueda. Reemplace piezas dañadas, ejecute alineación de ruedas.
 <p>Erosión/río Desgaste acanalado</p>	Desgaste circular a lo largo del borde de las costillas y próximo a ranura principal.	Características de régimen de desgaste lento de neumáticos radiales usadas en ejes libres.	Este tipo de desgaste no debe preocupar a menos que sea muy profundo. Los neumáticos pueden ser instalados en eje motriz cuando el desgaste es severo.
 <p>Llanta sobre inflada</p>	Desgaste excesivo al centro de la banda de rodamiento. Propiamente inflada, el neumático parece cóncavo cuando es mirado de manera cruzada con la cara de la banda de rodamiento.	Operado con demasiada presión el neumático se expande forzando más desgaste en el centro de la banda de rodamiento.	Las ruedas deben mantenerse con la presión recomendada por el fabricante.

Descripción	Apariencia	Causa probable	Solución
 <p>Poca presión de aire</p>	<p>La banda de rodamiento está desgastada de manera dispereja, más hacia los bordes. Propiamente inflado, el neumático parece redondo cuando es mirado de manera cruzada con la cara de la banda de rodamiento.</p>	<p>Operado con poca presión causa colapso del neumático, forzando más desgaste en los bordes de la banda de rodamiento.</p>	<p>Las ruedas deben mantenerse con la presión recomendada por el fabricante.</p>
 <p>Escalopado/acopado Áreas peladas</p>	<p>Parches de desgaste localizados en diferentes áreas con apariencia acopada.</p>	<p>Es el resultado de desbalance de moderado a severo del ensamble de la rueda.</p>	<p>Diagnostique el desbalance. Puede usar el neumático en el eje motriz.</p>
 <p>Desgaste diagonal –áreas planas diagonales</p>	<p>Desgaste diagonal – áreas planas de desgaste diagonal. Áreas planas localizadas a través de la banda de rodamiento. Comúnmente se repiten alrededor de la circunferencia de la banda de rodamiento.</p>	<p>Alabeo y/o desbalanceo conjuntamente con régimen lento de desgaste. Puede ser causado por cojinete flojo.</p>	<p>Deben montarse afuera de ruedas dobles con cambio de dirección de rotación del neumático.</p>
 <p>Rueda no redonda</p>	<p>La profundidad del dibujo varía en la circunferencia de la banda de rodamiento, con diferencia máxima a 180° de separación.</p>	<p>Neumático usado en eje con mucha carga;</p>	<p>Reemplace o corrija como sea necesario. el neumático puede ser usado en las dobles del remolque.</p>
 <p>Desgaste muy rápido</p>	<p>Desgaste parejo a través de la banda y alrededor de la circunferencia.</p>	<p>Neumático usado en eje con mucha carga; tal desgaste ocurre a menudo en tractores de corta distancia entre ejes y en camiones simples de largo tamaño.</p>	<p>Debe de combinarse propiamente el equipo con la carga. Consulte con fabricante de neumático y vehículo al especificar equipo o reemplazar neumático.</p>