



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO

NOMBRE DEL PROYECTO

"IRON MAN"

OPCIÓN QUE CORRESPONDA

TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA

PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERA EN MECATRÓNICA

PRESENTA:

ARMANDO ORTIZ SALDAÑA

NOMBRE DEL ASESOR:

MTRO. EBER SALGADO PÉREZ.

APIZACO, TLAX., (DICIEMBRE/2025)



DEPARTAMENTO: División de Estudios Profesionales

Asunto: Constancia de liberación de Residencia profesional

A QUIEN CORRESPONDA:

Por medio de la presente se hace constar que:

Según documentos que obran en los archivos de esta institución, el (la) **C. ORTIZ SALDAÑA ARMANDO** con número de control **13370701**, de la carrera de **INGENIERÍA MECATRÓNICA**, realizó la Residencia Profesional en la empresa **PROMOTORA DE SERVICIOS INTEGRALES PARA LA CONSTRUCCIÓN, S.A. DE C.V.**, desarrollando el Proyecto **"IRON MAN"**, cubriendo un total de 500 horas, durante el periodo comprendido del 10 de agosto al 15 de diciembre de 2022.

Esta Residencia Profesional se realizó de acuerdo con los reglamentos que rigen al Tecnológico Nacional de México.

Se extiende la presente para fines legales que al interesado convengan, en la ciudad de Apizaco, Tlaxcala, a los veintidós días del mes de febrero del año dos mil veintitrés.

ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica
Pensar para Servir, Servir para Triunfar



MARTÍN ROJAS RAMÍREZ
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS
PROFESIONALES

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TECNOLÓGICO NACIONAL
DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO
DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES

BENJAMÍN DARÍO RAMÍREZ ANGULO
COORDINADOR DE ING. MECATRÓNICA E
ING. ELECTROMECÁNICA

MRR/BDRA

c.p. Evaristo Ángel Romero Nava.- Jefe del Departamento de Servicios Escolares

c.p. ORTIZ SALDAÑA ARMANDO.- Interesado

c.p. Archivo



Av. Instituto Tecnológico No. 418, San Andrés Ahuashuatepec, Municipio de Tzompantepec,
Tlaxcala, Mex. C.P. 90491 Tel. (241) 4172010 Ext. 104,
e-mail: dep@apizaco.tecnm.mx | tecnm.mx | apizaco.tecnm.mx



2023
Francisco
VILLA



ARMANDO ORTÍZ SALDAÑA.
EGRESADA DE LA CARRERA DE INGENIERÍA
MECATRÓNICA.
CON NÚMERO DE CONTROL 13370701.
PRESENTE.

Por este medio, me permito informar a usted que por aprobación de la comisión revisora asignada para valorar el trabajo que mediante la opción **TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL** y cuyo tema es: **"IRON MAN"**, conforme a lo establecido en el procedimiento para la obtención del Título Profesional en el Instituto Tecnológico, la División de Estudios Profesionales a mi cargo le otorga la:

AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

Debiendo entregar **2 USB** del mismo, apropiadamente empastados, a la brevedad, para presentar su Acto de Recepción Profesional.

Sin otro particular por el momento me despido.

ATENTAMENTE
Excelencia en Educación Tecnológica®
Pensar para Servir, Servir para Triunfar®

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TECNOLÓGICO NACIONAL
DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO
DIVISIÓN DE
ESTUDIOS PROFESIONALES
ISRAEL JORGE SÁNCHEZ SÁNCHEZ
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES

ccp. Archivo
ijss/aehs -





Agradecimientos.

Hacer residencias profesionales es el último paso para llegar a la meta que el sistema educativo implemento para que los egresados obtengan experiencia en el ámbito laboral en la industria y una gran oportunidad de conseguir un empleo, razón por la cual se debe elegir cuidadosamente el lugar, para poder desempeñarse como profesionista y ver los alcances y las limitaciones personales, razón por la cual me encuentro muy agradecido con la **Mtra. Elizabeth Benítez Loza** quien es la persona que me aprobó para llevar acabo mis residencias profesionales en la sucursal a su cargo ubicada en Tepetzotlán, ya que es una gran oportunidad laboral en un amplio ramo con constante innovación, también quiero agradecer al asesor interno **Mtro. Eber Salgado Pérez** por ser un gran guía en la etapa de tutoría, enseñándome que: “todo aquello que podamos medir con esfuerzo y dedicación lo podemos mejorar”, un cordial saludo y agradecimiento al Ing. José Manuel Trejo y a Omar Escamilla Velasco por confiar en mí y las enseñanzas tanto en patio como en obra, durante toda su estancia en la sucursal como jefe de patio y al nuevo jefe de patio Armando Álvarez Pérez, quiero agradecer con todo mi ser a mi mamá Téc. Lucia Saldaña Muñoz por confiar en mí, por motivarme, por echarme porras, por no dejar que me rindiera por más difícil que fuese la situación, por nunca dejarme solo a pesar de todos los problemas en los que me metía por ser un soñador y pensar que todo el mundo es bueno, por jamás dejarme sólo, ya que a pesar de la distancia que nos separe, siempre encuentra la forma de apoyarme, mi papá Lic. Miguel Ortiz Romero quien fue mi ejemplo de cómo un hombre debe enfrentar todas las adversidades que se presenten, de darme el ejemplo de cómo ser un buen padre que se presenta duro y estricto para que no nos doblegue nada, pero lo tiene que hacer para que nos forjemos y salgamos adelante por muy difícil que sean los problemas, me dio el más grande ejemplo de cómo ser un esposo ya que siempre ha sido respetuoso con mi mamá, jamás tomo, fumo o tuvo vicios, siempre un gran ejemplo a seguir, un hombre trabajador responsable de su hogar. Enseñándome que el ser el padre es el trabajo más difícil y menos apreciado ya que no es un trabajo que se puede hacer al 100% porque si provee dinero no da tiempo y si da tiempo el ingreso económico se ve reducido, aunque me equivoco mucho, lo único que quiero es demostrarle que todas esas horas de trabajo, desvelándose pasando frio, calor o hambre están rindiendo frutos, que seré un profesionista como él y que no me asustan los retos, para cuando mencionen mi nombre, sea solo para



decir lo mucho que he destacado y se sienta orgulloso. Por otro lado, mi Hermano José Miguel Ortiz Saldaña futuro ingeniero en Química siempre me ha apoyado en todos mis proyectos y ha estado trabajando conmigo hombro a hombro para que Chap's destaque y un día sea algo más que solo un sueño de querer formar una empresa y se haga realidad, estoy muy agradecido por su apoyo incondicional a pesar de mis errores, espero que aprenda de todo eso y que un día llegue a ser mucho mejor que yo y me supere tanto como intelectualmente, laboralmente y profesionalmente.

A mi ex pareja Lupita García Pérez por enseñarme que puedo ser amado y dar amor, producto de ese amor una hija súper hermosa y saludable Ana Paulina Ortiz García que es mi motor y mi razón de seguir adelante, no rendirme para que un día ella también sea una gran profesionista y aporte al mundo ideas de mejoras y crecimiento constante, te amo hija, nunca permitas que nadie te diga que no puedes lograrlo, no seas humilde ya que eso da lugar a que se aprovechen de uno, si la gente se siente inferior por tu grandeza, se siempre amable y educada, no discutas, di gracias y por favor, eso ha sido la llave para abrir muchas puertas, sin dejar de lado y no menos importante quiero agradecer a todos mis amigos y algunos familiares que jamás me dejaron sólo, siempre me han apoyado, me dan consejos a pesar de que atravesara situaciones difíciles, los cuales mencionare en orden cronológico: El Ing. José Alberto Vázquez. Ing. Efrén Vázquez, Lic. Ramberto Z, Javier Vargas, el profe Alejandro Cruz, los Mtros. Bulmaro, Fabián Colín, Benjamín Darío Ramírez Angulo, a los Dres. Jorge Bedolla y Vicente Lara, Don Luis, Don Luis Tony, a mis amigos mejor conocidos como los "Hochos" de San Miguel, Lic. Viridiana Z, al Ing. Lexar, Ing. Hugo Jesús Saucedo Tec. Gabriel Ortiz, a todos los que ya no pude mencionar, gracias por confiar en mí y apoyarme, siempre estarán presentes en mi memoria.

"De corazón gracias"



Resumen.

La empresa PROSIC dentro de su proceso de mejora continua, la empresa desarrolla una forma de implementar un programa de mantenimiento total a las plataformas de elevación, como complemento para prolongar la vida útil de las plataformas, así como llevar un control estricto de programación de mantenimiento, con el fin de reducir fallas y reparaciones en obra.

La empresa debe contar en el taller con manuales impresos, un libro de bitácoras para así sacar un promedio de que herramientas y materiales se ocupan más para que considere que tan costeable sea tener dos de esas herramientas para así no entorpecer el trabajo de los técnicos y reducir tiempos de mantenimientos preventivos.

Para cubrir la necesidad se lleva a cabo el desarrollo de una planeación para un programa de mantenimiento preventivo y total de los equipos de elevación, así como de la ejecución de los mismos, es aquí donde desarrollo mi proyecto: Proyecto denominado "Iron Man", consiste en la puesta en marcha de equipos de elevación con severos daños por el trabajo al cual fueron sometidos, equipos los cuales implementan estrictas medidas de seguridad, amplia tecnología en desempeño y rendimiento, las cuales involucran sistemas, hidráulicos, neumáticos, electrohidráulicos, eléctricos, electrónicos, de control, parametrización y programación de tarjetas de control.

Para esto se requiere fijar puntos a seguir, indispensables para una correcta aplicación y desarrollo tales como:

Inventario de equipos, identificar las plataformas de elevación las cuales no cuentan con fecha próxima de mantenimiento.

Identificar los equipos que sufrieron un mal uso de operación y cuentan con daños severos los cuales requieran de refacciones especiales.

Analizar los tipos de mantenimiento y las refacciones que se requieran para habilitar un equipo para así determinar el estatus técnico del equipo y clasificar que tan costeable es invertirle a un equipo en refaccionamiento, pintura, además de horas hombre.



Índice.

Generalidades del proyecto	12
Introducción	12
1. Descripción de la empresa.....	14
1.1.1 Ubicación de la empresa	15
1.1.2 Misión	16
1.1.3 Visión	16
1.1.4 Nuestros valores	16
1.2 Problemas a resolver	16
1.3 Objetivos del proyecto iron man.....	17
1.3.1 Objetivo general.....	17
1.3.2 Objetivo específico	17
1.4 Justificación.....	17
2. Marco teórico.....	18
2.1 Teoría del mantenimiento.....	18
2.2 Finalidad del mantenimiento	19
2.3 Objetivos del mantenimiento.....	19
2.4 Ventajas del mantenimiento al equipo de elevación	20
2.5 Estrategias de mantenimiento	20
2.6 Mantenimiento correctivo	22
2.7 Consecuencias del mantenimiento correctivo.....	23
2.8 Tipos de mantenimiento correctivo	23
2.9 Operaciones en el mantenimiento correctivo	23
2.10 Mantenimiento preventivo	25
2.11 Ventajas del mantenimiento preventivo	27
2.12 Tipos de mantenimiento preventivo.....	27
2.13 Importancia de la implementación de un sistema de mantenimiento preventivo como estrategia	28
2.14 Mantenimiento predictivo.....	29
2.15 Técnicas predicativas de mantenimiento.....	31
2.16 Ventajas del mantenimiento predictivo.....	31
2.17 Desventajas del mantenimiento predictivo	32



2.18	Mantenimiento predictivo total.....	32
3.	Proyecto IRON MAN	34
3.1.	Procedimiento: tareas a realizar	34
3.2.	Inventario del equipo	35
3.3.	Determinación del estado técnico del equipo	39
3.4.	Clasificación del estado técnico de los equipos	42
3.5	Puntos a considerar para la organización del mantenimiento	42
3.6	Mantenimiento autónomo	43
3.7	Limpieza	44
3.8	Eliminación de factores contaminantes.....	44
3.9	Despejar las áreas más difíciles de acceder.....	45
4.	Resultados del estatus actual del taller de mantenimiento.....	47
4.1	Formatos de mantenimiento a equipo eléctrico.....	51
4.2.	Actividades que se aplican a todos los equipos.....	54
4.3.	Herramientas y materiales más frecuentes para mantenimiento	55
4.4.	Limpieza total.....	56
5.	Metodología para detección de averías.....	57
6.	Problemas más comunes con el sistema de transmisión	59
7.	Mantenimiento a equipo JLG E400AJPN	61
8.	Revisión visual	63
9.	Mantenimiento a los principales sistemas	64
9.1.	Mantenimiento a sistema de contactores.....	65
9.2.	Mantenimiento a sistemas de frenos	67
9.3	Mantenimiento a sistema de transmisión	69
9.4.	Mantenimiento a CAN-bus.....	70
9.5.	Mantenimiento a sistema hidráulico.....	72
10.	Resultados	73
11.	Conclusión.....	79
12.	Competencias desarrolladas	80
13.	Recomendaciones y experiencias.....	81
13	Bibliografías.....	82
14.	Anexos	90



Índice de tablas

Tabla 1.1 Especificaciones de funcionamiento.....	83
Tabla 1.3 Carga de batería.....	83
Tabla 1.4 Sistema de accionamiento.....	84
Tabla 1.5 Conjunto de bomba hidráulica / motor eléctrico	84
Tabla 1.7 llantas.....	84
Tabla 1.8 Datos dimensionales.....	85
Tabla 1.9 Velocidad de las funciones.....	866
Tabla 1.10 torques específicos	87
Tabla 1.14ajustes de Presión	87
Tabla 1.16 lubricación y rango.....	88
Tabla 1.17 operación mantenimiento y lubricación.....	88
Tabla 2.1 inspección y mantenimiento.....	89
Tabla 2.2 datos del cilindro	89



Índice de figuras

figura 1.0.1 checklist.....	36
figura 1.1.7 banco de contactores.....	41
figura 1.1.8 El extintor va en la parte más visible y con mayor acceso	43
figura 1.1.9 se aprecia agentes contaminantes como pintura y concreto en mangueras y motor de giro de la canastilla.....	444
figura 1.2.0 técnico marcando los campos del checklist, usando el equipo de seguridad de manera correcta	45
figura 1.2.1 se muestra cuáles son las tapas del equipo que se remueven para acceder a los componentes internos (despiece del equipo).....	46
figura 1.0.4 plano de la sucursal.....	47
figura 1.0.5 imágenes del área “A”	488
figura 1.0.6 imágenes de área “B”	49
figura 1.0.7 imagen del área de mantenimiento preventivo	50
figura 1.0.1 checklist.....	51
figura 1.0.2 orden de trabajo.....	52
figura 1.0.3 imagen de manual de etiquetado	53
figura 1.2.2 prueba de electrolito con densímetro, donde se aprecia que el nivel es demasiado bajo (Zona roja), indicando que esa batería ya culminó su vida útil.....	55
figura 1.2.3 analizador JLG (escáner).....	566
figura 1.2.4 equipos limpios y listos para renta.....	566
figura 1.2.5 tornillos dañados en un sistema de frenos, el equipo se reportó por fuga de aceite hidráulico.	59
figura 1.0.8 Imagen de un HUB con problema de baja lubricación.....	60
figura 1.0.9 Imagen del equipo asignado a proyecto iron man.....	61
figura 1.1.0 Se aprecia el despiece del equipo JLG para una limpieza general (detallada y revisión del sistema de red can bus).....	62
figura 1.2.6 revisión visual de la parte inferior del equipo, se detecta presencia de aceite hidráulico y un frenado irregular	63
figura 1.1.1 En la siguiente foto se aprecian los principales sistemas del equipo además del control terrestre	64



figura 1.2.8 contactor con daño en un borne de contacto por sobrecarga	666
figura 1.2.7 prueba de voltajes en contactores.....	666
figura 1.1.2 Imagen del pistón interno del sistema de freno	677
figura 1.1.3 despiece de un sistema de freno	688
figura 1.1.4 despiece de un HUB	69
figura 1.3.6 imagen de un conector canbus dañado en obra el cual intento reparar el cliente. 72	
figura 1.2.9 se detecta presencia de fuga de aceite hidráulico en el pistón primario	73
figura 1.3.0 orden de trabajo con el diagnostico, con la rúbrica del cliente y el técnico.....	74
figura 1.3.1 grafica de rendimiento de la sucursal "Tepotzotlán"	75
figura 1.3.2 grafica de pastel de equipos liberados y el grado de dificultad.....	76
figura 1.3.3 lista de integrantes, los equipos realizados y el estatus de cada uno de ellos	77
figura 1.3.4 lista de equipos detenidos en mantenimiento en otras sucursales.	77
figura 1.3.5 imagen del equipo terminado.....	78



Generalidades del proyecto

Introducción

El proyecto Iron Man está diseñado para realizar overhaul (Una revisión, inspección, reparación o reconstrucción exhaustiva para repararlo a un estado óptimo o para incorporar mejoras significativas. Puede implementarse a maquinaria, sistemas o incluso organizaciones, implica desarmar algo, inspeccionar sus componentes y luego volver a ensamblarlo, con reparaciones o reemplazos según sean necesarios.) a equipos en condiciones críticas y así poder incorporar a renta equipos dañados que fueron afectados severamente durante su estancia en obra, las cuales pueden presentar daños en frenos, en Hub's, pistones, baterías, bomba de aceite, en tarjetas, can bus y en las calibraciones o ajustes de parámetros, con funciones erráticas, se realiza un levantamiento de todas las refacciones que se requieren y se determina si el equipo es apto para ponerlo a renta, para asignarlo a subasta o desensamblar la máquina para poder habilitar otros equipos.

Se requiere que se realice un levantamiento y puesta en marcha de los equipos en un tiempo muy breve ya que el periodo de entrega de las refacciones por el proveedor suele ser muy prolongado.

El establecimiento de este plan de acción contara con el despliegue de la siguiente estructura:

Planeación:

- Establecimiento de competencias, aptitudes y habilidades del área de mantenimiento para pertenecer al proyecto IRON MAN.
- Capacitación.
- Levantamiento de requerimiento de refacciones.
- Determinación subasta y corte conforme al diagnóstico y costo beneficio.
- Determinación de limitaciones.

Organización:

- Programación de tiempos y entregables.
- Programación de arribo de refacciones.



- Asignación de actividades y unidades personal de mantenimiento.
- Estructuración y seguimiento de proceso.
- Determinación delimitación en puesta en marcha.
- Soporte documental.
- Seguimiento de avances.
- Puesta en marcha.

Dirección:

- Detección de desviaciones.
- Ajustes a divisiones.
- Seguimiento a tiempos en cronograma.

Control:

- Análisis costo beneficio.
- Análisis de resultado.

1. Descripción de la empresa



PROSIC es una empresa 100% mexicana dedicada a la asesoría, renta y venta de equipos de elevación, carga, energía y eventos con cobertura nacional, respaldados por un equipo técnico especialista y una amplia gama de soluciones para todo tipo de proyectos.

Ha sido convergido en un socio estratégico en el ramo de elevación, con equipo técnico altamente capacitado el cual es un respaldo, manteniendo la maquinaria en óptimas condiciones para su funcionamiento, permitiendo a los clientes realizar su trabajo con seguridad evitando riesgos, disminuyendo costos y en el menor tiempo posible, además de tener el respaldo de haber trabajado con las mejores empresas en México.

Se cuenta con un amplio inventario de maquinaria de elevación desde equipos con 20 hasta 185 de pies de altura, de funcionamiento eléctrico y de combustión de las mejores marcas disponibles en el mercado.

COBERTURA NACIONAL

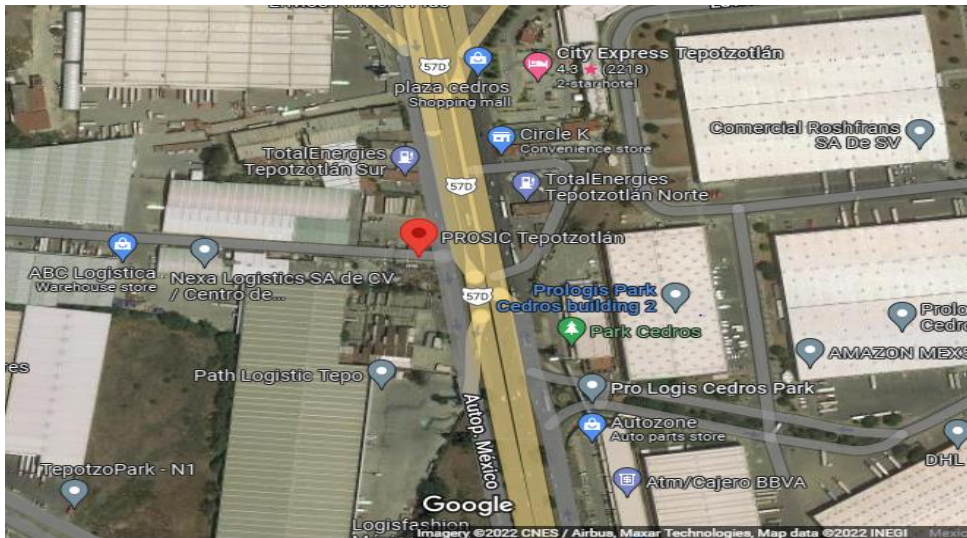
Con 15 sucursales en toda la república mexicana, preparados para atender y dar servicio en todo el territorio nacional, esto nos permite disminuir costos y dar un valor agregado a nuestros clientes.

1.1.1 Ubicación de la empresa

Autopista Querétaro - México 64, Texcacoa, 54605 Tepotzotlán, Méx.

Dirección de la empresa en Google Maps:

<https://www.google.com/maps/place/PROSIC+Tepotzotl%C3%A1n/@19.7088667,-99.206843,3a,75y,90t/data=!3m8!1e2!3m6!1sAF1QipPlu-CpAC5xdEgXbrKPnMFvcpKHvstd8DskTWqx!2e10!3e12!6shttps:%2F%2Fh5.googleusercontent.com%2Fp%2FAF1QipPlu-CpAC5xdEgXbrKPnMFvcpKHvstd8DskTWqx%3Dw203-h270-k-no!7i2448!8i3264!4m5!3m4!1s0x85d21e1cc86f61e7:0x22b0a92faee8b321!8m2!3d19.7088667!4d-99.206843#>





1.1.2 Misión

Somos un equipo de trabajo de alta competencia, que genera y brinda soluciones efectivas para satisfacer las necesidades de nuestros clientes.

1.1.3 Visión

Consolidados como la empresa líder en la renta de maquinaria, proporcionando un servicio de calidad total en todas nuestras actividades logrando ser la mejor opción para el cliente.

1.1.4 Nuestros valores

Objetividad.

Productividad.

Puntualidad.

Profesionalismo.

Compromiso.

Fidelidad.

Honestidad.

Responsabilidad.

1.2 Problemas a resolver

Se requiere atacar los siguientes puntos de manera estratégica:

- Desarrollar una técnica de mantenimiento preventivo efectiva.
- Reducir los tiempos de diagnóstico.
- Reducir los tiempos de reparaciones.
- Reducir tiempos de puesta en marcha de equipos.
- Capacitar oportunamente a los técnicos para un desempeño más efectivo.
- Reducir las fallas en obra.
- Incrementar la efectividad en el personal de mantenimiento.

Ya que la empresa PROSIC, a nivel nacional cuenta con sucursales en los principales estados de la república, y con relación con las principales empresas del país, las cuales brindan servicio como proveedores a otras empresas, generando así una amplia cobertura, laboral, al tener un amplio inventario de equipos con una amplia variedad de modelos en su

catálogo, requiere de técnicos preparados con mucha iniciativa para brindar soporte y asistencia a estos equipos.

1.3 Objetivos del proyecto “iron man”.

Reactivar la maquinaria que se encuentra detenida en servicio con más de 365 días mediante la asignación de máquinas dañadas a diferentes encargados con las aptitudes y conocimiento para la habilitación de los mismos, así como los requerimientos de refacciones necesarias, para obtener el 10% de mantenimiento a nivel nacional, logrando tener activo para renta un total de 1088 equipos lo cual pueda permitir una ocupación de 80% a nivel nacional superando la actual de 62.8% para el fin de año 2022.

1.3.1 Objetivo general.

- Habilitar un equipo en el menor tiempo posible.
- Contar con un inventario confiable en disponibilidad.
- Contar con personal capacitado.

1.3.2 Objetivo específico.

- Reparar equipos de elevación para reducir costos en refaccionamiento, perdida de cobro de días de renta por fallas.
- Desarrollar un plan de mantenimiento total que garantice la confiabilidad de los equipos disponibles para renta.
- Establecer una planeación de mantenimiento total periódico para la detección oportuna de fallas correctivas en obra.

1.4 Justificación.

Al ser PROSIC una empresa rentera, cada día que un equipo se encuentra detenido en mantenimiento equivale a perdida de ingreso para la compañía. Basado en el día a día en el área de mantenimiento y analizando los diferentes procesos en los que me encuentro inmerso en el área de mantenimiento se detecta una pérdida económica muy significativa causada por toda la maquinaria que se encuentra detenida por fallas, falta de mano de obra especializada y refacciones, punto que está siendo un foco rojo para la organización y por lo cual la misma está realizando estrategias para la resolutiva de este problema.



Razón por la cual es necesario colaborar como miembro del equipo de mantenimiento y formar parte del proyecto Iron Man en el cual se realizará la reestructuración de toda máquina detenida por más de 365 días en mantenimiento la cual estará a mi cargo y demandará de mis conocimientos en mecánica, hidráulica, eléctrica, electrónica, neumática, mecatrónica, control así como el manejo del segundo idioma, inglés técnico para interpretación y aplicación de diagramas ya que se habilitan todos los sistemas del equipo JLG E400AJPN que son los siguientes: contactares, frenos, transmisión, canbus, sistema hidráulico. En base a todo lo anterior y la necesidad de habilitación de estos activos, la organización me proveerá de material, información, capacitación, y lo necesario para el logro de la habilitación del equipo y a su vez el soporte documental para la estructuración del presente proyecto.

2. Marco teórico

2.1 Teoría del mantenimiento

Antes de realizar cualquier tipo de clasificación o descripción de los tipos de mantenimiento, es muy importante saber realmente lo que es el Mantenimiento y su diferencia con lo que se conoce como Mantenibilidad o Capacidad de Mantenimiento, las cuales se prestan en muchas ocasiones a confusión por parte del personal de una empresa.

Mantenimiento se define como la disciplina cuya finalidad consiste en mantener las máquinas y el equipo en un estado de operación, lo que incluye servicio, pruebas, inspecciones visuales, ajustes, reemplazo, reinstalación, calibración, reparación y reconstrucción. Principalmente se basa en el desarrollo de conceptos, criterios y técnicas requeridas para el mantenimiento, proporcionando una guía de políticas o criterios para toma de decisiones en la administración y aplicación de programas de mantenimiento.

Mantenibilidad es esta característica se refiere principalmente a las propiedades de diseño, análisis, predicción y demostración, que ayudan a determinar la efectividad con la que un equipo puede ser mantenido o restaurado para estar en condiciones de uso u operación. La mantenibilidad es conocida como la capacidad para restaurar efectivamente un producto. Principalmente el mantenimiento puede ser aplicado de 4 formas:



1. Mantenimiento Correctivo.
2. Mantenimiento Preventivo.
3. Mantenimiento Predictivo.
4. Mantenimiento total.

Algunas fuentes manejan otras alternativas de mantenimiento, pero principalmente estos mencionados anteriormente, forman las raíces de los diferentes tipos de mantenimiento manejados en las demás áreas más específicas.

2.2 Finalidad del mantenimiento

De los diferentes tipos o variaciones del mantenimiento se nombrarán y definirán las más importantes para posteriormente analizar específicamente el Mantenimiento Preventivo únicamente.

Mantenimiento Correctivo: Mantenimiento realizado sin un plan de actividades, ni actividades de reparación. Es resultado de la falla o deficiencias.

Mantenimiento No Programado: Mantenimiento de emergencia con actividad correctiva, para restaurar un sistema o elemento dejándolo en condiciones de operación (este puede ser durante su estancia en obra).

Mantenimiento en Condiciones: Inspecciones de las características que cuentan con un alto riesgo de falla, además de aplicación del mantenimiento preventivo después de la alerta de riesgo, pero antes de la falla total.

Mantenimiento Preventivo: Realizar actividades con la finalidad de mantener un elemento en una condición específica de operación, por medio de una inspección sistemática, detección y prevención de la falla inminente.

Mantenimiento Programado: Acciones previamente planeadas para mantener un elemento en una condición específica de operación.

2.3 Objetivos del mantenimiento

El levantamiento es la etapa del proyecto “Iron Man” que se encarga de hacer una revisión profunda del equipo parqueado, detectar las partes más dañadas del equipo son vitales para



poder hacer la solicitud del refaccionamiento necesario, todo el proceso debe estar enfocado a cumplir ciertos criterios. Mejorar la disponibilidad de las herramientas, mejorar la disponibilidad del refaccionamiento necesario ya que la solicitud se hiciera previa, reducir las fallas en obra, reparar las fallas en el menor tiempo posible, maximizar la disponibilidad de los equipos, eliminar la detención de máquinas por la falta de refaccionamiento.

2.4 Ventajas del mantenimiento al equipo de elevación

Al realizar mantenimiento preventivo a los equipos se detectan las partes móviles mecánicas con carga de fricción, que más se deterioran y así se tiene un programa de reparación oportuno ya que se previenen las refacciones que se van a requerir en un futuro no muy lejano para así no detener tanto tiempo un equipo por una reparación.

- Garantiza un trabajo seguro.
- Los operarios trabajan con mayor comodidad y en condiciones de seguridad.
- La empresa cuenta con la tranquilidad de un buen funcionamiento sin interrupciones.
- La producción es óptima, sin imprevistos que retrasen los trabajos o plazos de entrega.
- La empresa cumple con la normativa vigente y evita posibles sanciones.
- Los clientes se sienten satisfechos y aumenta su confianza en la empresa.
- Los sobrecostos provocados por averías y reparaciones se reducen drásticamente.
- El manual de uso del fabricante determina la frecuencia del mantenimiento, el diagnóstico y la sustitución de componentes.

2.5 Estrategias de mantenimiento

Un equipo de elevación tiene un costo de adquisición muy elevado, el cual el fabricante que en esta ocasión es JLG ofrece como un equipo libre de mantenimiento, es decir, que no requiere mantenimientos preventivos frecuentemente, y los mantenimientos correctivos se originan por errores en la operación, capaz de soportar el uso para el cual fue diseñado, razón por la que el mantenimiento preventivo es más eficiente en menor tiempo, para así poder poner en disponibilidad de renta el equipo, lo más pronto posible garantizando que el



cliente adquiriera un equipo seguro, funcional eficiente, en armonía con el medio ambiente, ya que no librería desechos contaminantes por ser eléctrico.

Dado que los equipos son multipropósito los cliente suelen someter a la maquinaria a la máxima capacidad, ocasionando severos daños, los cuales suelen presentarse de manera conjunta y en cadena, lo que vuelve complejo repararlo de inmediato y ponerlo a disposición para renta en un lapso de tiempo corto, ya que las refacciones son de igual forma de costo elevado, una vez que el equipo pasa más de 20 días, se le toman piezas para habilitar otros equipos, pasando 100 días se vuelve en extremo complicado, ponerlo en circulación.

Una vez pasado 200 días el equipo ya le fue tomado gran parte de las refacciones para habilitar otras máquinas, las cuales suelen ser refacciones especiales, como lo es un sensor de presión, baterías, cargador, joystick, pistón de dirección, módulos de poder, motores, frenos, HUB'S, módulos de control, mangueras del sistema hidráulico, llantas, toglet switch, etc.

Para los 300 días de estar en stock el equipo ya no se considera como un activo, se considera un pasivo que está generando pérdidas por que no se renta y por qué ocupa un lugar en el taller de mantenimiento que podría ocuparse en equipos que si operan correctamente.

Una vez que el equipo cumplió el año de haber sido parqueado, se considera severamente el estatus del equipo y determinar si es costeable para raparlo y ponerlo en renta de nuevo o ponerlo en subasta.

Para eso se diseñó el proyecto: Iron Man, el cual se enfoca en hacer un levantamiento de refacciones faltantes para habilitarlo y así determinar costos, para elegir cual es el estatus de ese equipo, una vez que se decide que es costeable habilitarlo para volver a rentarlo, se trabaja acorde al cronograma de actividades para darle seguimiento al proceso de puesta en marcha de dicho equipo.

Durante este proceso el técnico conoce a detalle los componentes del equipo de elevación, su función, calibración, ajustes de parámetros, preparación de un equipo para que apruebe la certificación, operación del equipo y como dichas actividades se realizan conforme al



manual de funcionamiento, el cual da por hecho que se cuentan con conocimientos de electrónica, hidráulica, control, comunicación y un nivel de inglés medio, poniendo a prueba al técnico para poner en práctica toda la teoría en su estancia académica.

Lo siguiente garantiza que el técnico podrá detectar las fallas de carácter correctivo de un equipo, de inmediato y con diagnósticos más certeros.

2.6 Mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo consiste en la reparación o el reemplazo del componente del sistema que este ocasionando fallos.

Dependiendo de cómo se plantee el mantenimiento del sistema, a la hora de aplicar el mantenimiento correctivo, se puede actuar de maneras distintas:

Corrección a plazo fijo: en base a los resultados de mantenimiento predictivo, y a las recomendaciones del fabricante, se fija un periodo de vida útil para todos de los componentes del sistema y se reemplazan cuando lo completan, aunque aún no hayan dado fallos.

Corrección a plazo variable; en base a resultados de los mantenimientos predictivos y preventivos se opta por reemplazar o no el componente.

El mantenimiento correctivo en los equipos de elevación se vuelven muy comunes o frecuentemente durante su arrendamiento, es decir durante su estancia en obra ya que solamente el operador se encarga de usarla pero no de revisar el estatus interno de los equipos, por ello es importante un plan de mantenimiento programado para reducir los altos costos del mantenimiento en obra ya que al acudir a reparar en obra se requiere de adquirir refacciones o componentes con los proveedores locales y algunos maneja costos muy elevados, pero dado el estatus de la máquina y que el arrendador no puede detener sus actividades por cumplir los tiempos de entrega de la obra con sus clientes, no queda otra opción más que adquirir el refaccionamiento y reparar los equipos en el momento, por lo que se enfoca el programa de mantenimiento más efectivo durante la estancia de los equipos en el taller.

2.7 Consecuencias del mantenimiento correctivo.

Las consecuencias del mantenimiento correctivo se ven más reflejadas al cliente arrendador del equipo de elevación ya que se ve perjudicado en los siguientes aspectos:

- Detiene labores hasta que arriba el técnico a reparar el equipo.
- Se ven reducidas las horas laborales efectivas.
- Se incrementan los tiempos muertos.
- Se extiende el tiempo de entrega o de término de la obra.

Las consecuencias del mantenimiento correctivo para la empresa se ven reflejados en:

- Tiempo de entrega del equipo.
- Disponibilidad de equipos.
- Costos elevados de reparación.
- Se pierden días de renta ya que el cliente se le hace un ajuste en su cobro.

2.8 Tipos de mantenimiento correctivo.

Mantenimiento en Condiciones Inspecciones de las características que cuentan con un alto riesgo de falla, además de aplicación del mantenimiento preventivo después de la alerta de riesgo, pero antes de la falla total.

Mantenimiento Programado Acciones previamente planeadas para mantener un elemento en una condición específica de operación.

Estos mantenimientos pueden suceder durante obra y si es detectado oportunamente en la sucursal.

2.9 Operaciones en el mantenimiento correctivo.

Para poner un equipo como disponible de inmediato se requiere de una exhaustiva revisión del equipo y diagnóstico del equipo de elevación basado al reporte del operador y lo que se visualiza en la máquina, se procede con la detección de la falla, solicitar los permisos, solicitar el refaccionamiento, de ser necesario se hace una reparación provisional, se habilita el equipo después se solicita la refacción para raparla o se toma la refacción de otro equipo que esté funcionando correctamente para la puesta en marcha del equipo, lo cual repercute



en el estatus del equipo ya que cuando tiene tantas reparaciones provisionales el equipo tiende a tener más sectores que requieren atención lo cual deja de ser factible invertirle ya que solo tendría un periodo de vida útil muy corta para estar en renta.

Por eso es importante detectar las fallas o los componentes próximos a fallar del equipo durante su estancia en el taller de mantenimiento de la sucursal, para reducir el número de equipos en renta con problemas severos próximos a parecer dado la demanda de trabajo que suele llevar el equipo durante su estancia en la obra con el cliente.

Este puede ser uno de los indicadores del mantenimiento más utilizados, ayuda a dar una mejor percepción de la capacidad de realización y de mantenimiento de un proceso. Al realizar la compra de nuevo equipo, debemos de tener mucho cuidado para poder determinar bien el posible tiempo de operación de la máquina.

Disponibilidad = Posible tiempo de operación / Tiempo de reparación.

Posible tiempo de operación.

Se debe resaltar que es muy importante la forma en la que se calculan estos tiempos, pues debido a la gran variedad de máquinas y complejidad de procesos de producción, los tiempos de trabajo y de reparación deben de ser calculados principalmente en base a variables como la cantidad de horas promedio trabajadas, el número de días que se trabaja a la semana, la cantidad de horas que se trabaja en el día y algunas probabilidades de disponibilidad de personal de mantenimiento en base como se presentan los problemas.

El principal inconveniente con que nos encontramos en este tipo de mantenimiento, es que el usuario detecta la avería en el momento que necesita el equipo, ya sea al ponerlo en marcha o bien durante su utilización.

Sus características son:

- 1) Está basada en la intervención rápida, después de ocurrida la avería.
- 2) Conlleva discontinuidad en los flujos de producción y logísticos.
- 3) Tiene una gran incidencia en los costos de mantenimiento por producción no efectuada.



4) Tiene un bajo nivel de organización.

5) Se denomina también mantenimiento accidental.

Decimos que: Mantenimiento correctivo es la intervención necesaria para poder solucionar un defecto, o una falla ya ocurrida, en este caso las instalaciones, máquinas o equipos operan con deficiencia o directamente no funcionan.

2.10 Mantenimiento preventivo.

La implementación de un plan de mantenimiento preventivo es justificada por una gran cantidad de ventajas que dan como resultado de seguir un sistema de este tipo. A continuación, se mencionan una variedad de ventajas:

- Reducción en tiempo perdido como resultado de los paros de equipos por descomposturas.
- Mejor estatus y prolongación de la vida útil, por no haber necesidad de romper equipo antes de tiempo.
- Reducción en el costo por concepto de horas extra de trabajo y una utilización más efectiva de los técnicos de mantenimiento.
- Menos reparaciones a gran escala, prevenidas por reparaciones provisionales.
- Menor costo de reparaciones, cuando una parte falla en servicio, suele dañar otras partes, incrementando el costo de servicio.
- Identificación del equipo que origina gastos de mantenimiento exagerados, pudiéndose así señalar las necesidades de un trabajo de mantenimiento correctivo para el mismo, un mejor adiestramiento del operador, o bien, el reemplazo de las mismas.
- Mejores condiciones de seguridad.

Existen grandes ventajas al implementar un sistema de mantenimiento preventivo, además de que a mayor sea el nivel tecnológico y el valor de las máquinas, mayores serán los beneficios de la empresa.

Es necesario realizar una delimitación de los elementos, máquinas o sistemas que deberán de incluirse en el programa de mantenimiento preventivo, los métodos de determinación



crítica se realizarán en base a un análisis inteligente. Todos los miembros de una acción de mantenimiento encargados del diseño e implementación del sistema de mantenimiento preventivo deberán establecer políticas para su diseño, dentro de las cuales se encuentran las siguientes:

- Todo esfuerzo gastado en el diseño de un nuevo programa de mantenimiento preventivo, es un gasto sustraído de las ganancias.
- Una tarea de mantenimiento preventivo incrementará los costos de mantenimiento; desde el momento de iniciarla hasta el momento de la aparición de los beneficios del mantenimiento.
- El grado del mantenimiento preventivo estará relacionado al tipo crítico de equipo, el mantenimiento será seleccionado para satisfacer las demandas críticas del mismo.
- El mantenimiento preventivo puede incrementar costos permanentemente en el caso de que la persona encargada del programa de mantenimiento no tiene los conocimientos suficientes acerca del mantenimiento.
- Los costos de las pérdidas en la producción deben de ser optimizados con el mantenimiento.
- El mantenimiento preventivo debe de ser optimizado por medio de los paros de mantenimiento.
- Al empezar el mantenimiento preventivo, debe de ser seleccionado un grupo de personas encargadas del diseño e implementación del programa.

Una vez teniendo estos puntos en mente, la administración es un proceso que deberá de ser realizado de la siguiente manera:

- Asignar al grupo de personas más competentes para el diseño de los sistemas.
- El nivel de implementación debe de ser designado para dar tiempo al programa de mantenimiento para dar los beneficios.
- Las instrucciones de mantenimiento preventivo deben de ser optimizadas.

Cada uno de estos puntos dan como resultado diferentes tipos de tareas, las que deberán ser administradas y controladas de la misma forma por el jefe de mantenimiento.

2.11 Ventajas del mantenimiento preventivo

Al realizar mantenimiento preventivo a los equipos se detectan las partes móviles mecánicas friccionantes que más se deterioran y así se tiene un programa de reparación oportuno ya que se previenen las refacciones que se van a requerir en un futuro no muy prolongado para así no detener tanto tiempo un equipo por una reparación.

- Garantiza un trabajo seguro.
- Los operarios trabajan con mayor comodidad y en condiciones de seguridad.
- La empresa cuenta con la tranquilidad de un buen funcionamiento sin interrupciones.
- La producción es óptima, sin imprevistos que retrasen los trabajos o plazos de entrega.
- La empresa cumple con la normativa vigente y evita posibles sanciones.
- Los clientes se sienten satisfechos y aumenta su confianza en la empresa.
- Los sobrecostos provocados por averías y reparaciones se reducen drásticamente.
- El manual de uso del fabricante determina la frecuencia del mantenimiento, el diagnóstico y la sustitución de componentes.

2.12 Tipos de mantenimiento preventivo.

La aplicación de instrumentos avanzados y básicos de mantenimiento, deriva en el conocimiento de las fallas y de su causa raíz, con todas sus connotaciones asociadas, como: características, situaciones propias y de ambiente donde se da, periodicidad, ocurrencia, medidas, soluciones, síntomas, causas básicas e inmediatas, modos de falla, función que se afecta, falla funcional presente. Todo lo cual permite planear en el tiempo cuándo debe hacerse la reposición o reconstrucción del elemento, antes de que entre en modo de falla por cuerpo o por función. Lo normal es que el parámetro de medición para determinar el momento del cambio físico (o reconstrucción) o de su ajuste funcional se haga en términos tales como horas de servicio, cantidad de desgaste, unidades producidas, velocidades alcanzadas, consumo, valor de alguna variable de condición. Posteriormente y una vez conocida la cifra previa del parámetro, se programa y se realiza la acción preventiva,



antes de que alcance la condición fuera del estándar. En ese momento se interviene y se realiza la tarea proactiva de falla, que se conoce como preventiva. En las acciones preventivas lo que realmente interesa es el estado inicial (o en tiempo real), en condición de funcionalidad y el momento previo a la situación fuera del estándar. El mantenimiento preventivo es la ejecución de un sistema de inspecciones periódicas programadas racionalmente sobre el activo fijo de la planta y sus equipos. Con el fin de detectar condiciones o estados inadecuados de esos elementos, que pueden ocasionar circunstancialmente paros en la producción o deterioro grave de máquinas, equipos o instalaciones, y realizar en forma permanente el cuidado de mantenimiento de la planta para evitar tales condiciones, mediante la ejecución de ajustes o reparaciones, mientras las fallas potenciales están aún en estado inicial de desarrollo (Patton, 1995). La función principal del mantenimiento preventivo es conocer el estado actual de los equipos, mediante los registros de control llevados en cada uno de ellos y en coordinación con el departamento de programación, para realizar la tarea preventiva en el momento más oportuno. Consiste en una serie de actuaciones sistemáticas en las que desmontan las máquinas y se observan para reparar o sustituir los elementos sometidos a desgaste.

2.13 Importancia de la implementación de un sistema de mantenimiento preventivo como estrategia.

Importancia del mantenimiento al equipo de elevación.

La tarea del mantenimiento preventivo garantiza la seguridad, aumentan el rendimiento e incrementan el ahorro, ya que alargan la vida útil de las máquinas. Además, evitar que la actividad se interrumpa genera mayor confianza en sus clientes y mejora la imagen de la empresa, lo cual es muy importante implementar algunos puntos clave.

- Sistemas de seguridad instalados en la máquina.
- Sistemas mecánicos, como barras anti vuelco, amortiguadores o puertas de acceso.
- Sistemas eléctricos, como sensores de proximidad, de ángulo o de profundidad.
- Sistemas electrónicos de control de sobrepeso o inclinación.
- Sistemas hidráulicos, como válvulas o bajadas de emergencia.
- Soldaduras, golpes o deformaciones en los elementos estructurales.



- Funcionamiento de los movimientos de tracción, frenado, aceleración, etc.
- Interruptores, mandos, mangueras, conectores, fijaciones y otros elementos eléctricos.
- Elementos de los motores eléctricos, como colectores, muelles, escobillas o cojinetes.
- Conexión de válvulas, distribuidores, cilindros, bombas, etc.
- Estado de las ruedas, incluyendo presión, fijación y desgaste.

2.14 Mantenimiento predictivo.

El mantenimiento predictivo o basado en la condición evalúa el estado de la maquinaria y recomienda intervenir o no, lo cual produce grandes ahorros en mantenimiento.

El mantenimiento basado en la condición optimiza al mantenimiento preventivo de manera que determina el momento preciso para cada intervención en los activos industriales. El mantenimiento predictivo es un conjunto de técnicas instrumentadas de medida y análisis de variables para caracterizar en términos de fallos potenciales la condición operativa de los equipos productivos. Su misión principal es optimizar la fiabilidad y disponibilidad de equipos al mínimo costo. El mantenimiento predictivo estudia la evolución temporal de ciertos parámetros para asociarlos a la ocurrencia de fallas, con el fin de determinar en qué período de tiempo esa situación va a generar escenarios fuera de los estándares, para planificar todas las tareas proactivas con tiempo suficiente, para que esa avería no cause consecuencias graves ni genere paradas imprevistas de equipos. La predicción del comportamiento de los parámetros se hace por medio de las ciencias matemáticas, estadísticas, proyectivas, prospectivas, correlacionales, aleatorias, univariantes o multivariantes. Una de sus características más importantes es que no debe alterar el funcionamiento normal del equipo mientras se está aplicando. La principal ventaja radica en la velocidad de detección de la avería (en forma anticipada y temprana al hecho), mientras que en otros casos sólo es posible establecer una frecuencia. A su vez, las acciones predictivas incorporan algunas variables que aumentan la información del estado de los equipos. Situaciones de las acciones predictivas. Desde el punto de vista técnico, una



actividad de mantenimiento será considerada como predictiva siempre que se den ciertos requisitos:

- La medida sea no intrusiva, es decir, que se realice con el equipo en condiciones normales de operación.
- La variable medida ofrezca una buena repetibilidad.
- La variable predictiva pueda ser analizada y/o parametrizada para que represente algún modo típico de fallo del equipo, es decir, ofrezca alguna capacidad de diagnóstico.

Desde el punto de vista organizativo, un sistema de gestión de mantenimiento será predictivo siempre que:

- La medida de las variables se realice de forma periódica en modo rutina.
- El sistema permita la coordinación entre el servicio de verificación predictiva y la planificación del mantenimiento.
- La organización de mantenimiento (planificación, taller) y la de producción (operación), esté preparada para reaccionar ante la eventualidad de un diagnóstico crítico. Algunas de las ventajas del mantenimiento predictivo son:
 - Reduce el tiempo de parada al conocerse exactamente el órgano que falla.
 - Permite seguir la evolución de un defecto en el tiempo.
 - Optimiza la gestión del personal de mantenimiento.
 - Realiza la verificación de la condición de estado y monitoreo en tiempo real de la maquinaria, tanto la que se realiza en forma periódica como la que se hace de carácter eventual.
 - Maneja y analiza un registro de información histórica vital a la hora de la toma de decisiones técnicas en los equipos.
 - Define los límites de tendencia relativos a los tiempos de falla o de aparición de condiciones no estándar.

- Posibilita la toma de decisiones sobre la parada de una línea de máquinas en momentos críticos.
- Facilita la confección de formas internas de funcionamiento, o compra de nuevos equipos.
- Provee el conocimiento del historial de actuaciones, para ser utilizado por el mantenimiento correctivo.

2.15 Técnicas predicativas de mantenimiento.

Las técnicas predictivas con mayor impacto son: Inspección visual, auditiva y al contacto con el componente.

- Vigilancia de temperaturas en componentes electrónicos.
- Control de corrosión en bornes.
- Resistencia eléctrica del cableado.
- Lubricación en partes móviles.
- Ensayos no destructivos.
- Otros.

Con las técnicas mencionadas se pretende una detección y un diagnóstico de fallos. Cuando más de dos técnicas permite una detección oportuna se ve incrementada la confiabilidad del proceso.

2.16 Ventajas del mantenimiento predictivo.

Al realizar el mantenimiento predictivo se tiene como objetivo alcanzar ciertas ventajas:

- Tener dominio completo del proceso de mantenimiento.
- Recortar tiempos muertos.
- Optimizar la gestión del mantenimiento.
- Verificar la situación del equipo de elevación.
- Conocer el límite máximo de solución de un problema.
- Conocer las decisiones que se pueden tomar y sus consecuencias.



2.17 Desventajas del mantenimiento predictivo.

Así como se tienen ventajas se presentan desventajas las cuales se pueden manifestar de la siguiente forma:

- La inyección de capital es considerable lo cual dificulta la efectividad del programa
- La herramienta necesaria para poder realizar el programa oportunamente es de elevado costo lo cual solo se puede adquirir solo una.
- Los técnicos se adentran a un sinnúmero de fallas que pueden prologar el mantenimiento
- No se puede especializar un técnico por completo ya que el inventario de equipos es demasiado extenso.

2.18 Mantenimiento predictivo total.

El Mantenimiento Predictivo Total (TPM) es un plan integral de mantenimiento de activos que incorpora a todas las personas de la empresa no sólo al equipo de mantenimiento para maximizar la eficacia general de los equipos, prevenir las averías y garantizar un funcionamiento seguro y sin accidentes.

Dado que los equipos de mantenimiento no pueden estar en todos los sitios a la misma vez, con el TPM se convierte en el trabajo de todos marcar las pequeñas correcciones y mejoras necesarias para garantizar un funcionamiento fluido y sin incidentes día tras día. El Mantenimiento Productivo Total incorpora el mantenimiento en las operaciones diarias, aprovechando las habilidades de todos los empleados en el sitio, desde la alta dirección hasta los operadores de máquinas.

Participación de los empleados en el mantenimiento productivo total.

Con el TPM, el mantenimiento es una responsabilidad compartida por toda la plantilla, sin embargo, el nivel y el tipo de implicación varía según la función. Por ejemplo, los gerentes son los principales responsables de agilizar el TPM como política corporativa. Por su parte, los ingenieros de fiabilidad se encargan de analizar los datos de mantenimiento y de compartir métricas y conocimientos para la mejora continua. Además, el personal de mantenimiento, operaciones y pruebas se encarga de las tareas cotidianas, que pueden ir desde la limpieza de la máquina hasta el aviso de cualquier signo de desgaste, las pruebas



no destructivas (NDT) y la inspección, y la aportación de comentarios sobre cómo podría mejorarse el funcionamiento.

El objetivo con el TPM, todo el equipo trabaja conjuntamente hacia un mismo objetivo que se reduce a una palabra: cero. Es decir, cero residuos, cero defectos, cero averías y cero accidentes.

Las ventajas del mantenimiento productivo total:

1. Maximizar la productividad.

Un enfoque de mantenimiento holístico garantiza que su equipo reciba el cuidado y la atención necesarios para evitar recurrir al mantenimiento de averías y prolongar la vida útil de la máquina. Cuando todo el mundo participa en su programa de mantenimiento, los problemas pueden identificarse y solucionarse rápidamente, protegiendo el equipo de daños y reduciendo el riesgo de reparaciones no planificadas. Al limitar el tiempo de inactividad inesperado, el TPM aumenta la disponibilidad de la máquina, que es un componente clave de la métrica de la eficacia general de los equipos (OEE).

2. Mejorar la seguridad.

El TPM requiere que las instalaciones se organicen y limpien sistemáticamente, lo que le permite descubrir más fácilmente los problemas, agilizar los flujos de trabajo e identificar y mitigar los peligros. Además, al haber menos averías inesperadas, se reduce el riesgo de cometer errores potencialmente peligrosos que es más probable que se cometan al apresurarse a solucionar problemas urgentes. En última instancia, la aplicación de una estrategia de TPM conduce a menos accidentes y a la reducción de los riesgos de seguridad.

3. Garantizar la calidad.

Cuando los activos se averían y la producción debe detenerse y reiniciarse regularmente para realizar reparaciones inesperadas, la calidad del producto suele verse afectada. Además, la ralentización o la interrupción de la producción pueden provocar retrasos en los envíos y las entregas que reducen la satisfacción de los clientes y erosionan su fidelidad.



El TPM le ayuda a mantener la consistencia de la producción y a ofrecer productos de alta calidad a velocidad y escala.

4. Ahorro de costes.

El ahorro de costes se produce de muchas formas con el TPM. Al reducir el riesgo de paradas imprevistas, el TPM puede ahorrar cientos de miles de dólares en tiempo de producción perdido. Además, al reparar los pequeños problemas a medida que surgen, el TPM puede ahorrar costes de mantenimiento y material al resolver los problemas antes de que se produzcan daños en los equipos o fallos en la producción.

El proyecto iron man engloba todos los mantenimientos, ya que, al ser una restructuración total de un equipo, se debe aplicar todos los mantenimientos a todos los sistemas, ya que al ser un equipo que presenta severos daños además de que algunas partes no han recibido soporte, se deben desensamblar para así saber que mantenimiento aplicar por el ejemplo: si el equipo ocupa solamente mantenimiento preventivo en colectores de los motores eléctricos, requiere de mantenimiento predictivo en empalmes de conexiones hidráulicas, como lo es el remplazo de todos los o-rings aun que no exista la presencia de fugas, y en caso del mantenimiento correctivos refiere a mandar a fabricar al torno un engrane o cuña que haga falta.

3. Proyecto IRON MAN.

En el siguiente apartado se describirán las actividades a realizar para la puesta en marcha del equipo de elevación eléctrico JLG E400AJPN (figura 1.0.9), el cual durante el proceso se realizó una recopilación de datos como lo son: el levantamiento de refacciones faltantes, basados en el checklist de mantenimiento para abordar las principales partes a reparar, buscar los componentes que se requieren en el respectivo manual (Tabla 2.1), para obtener los números de parte y los manuales de servicio para realizar las reparaciones adecuadas. (tabla 1.17)

3.1. Procedimiento: tareas a realizar.

Para determinar las tareas de mantenimiento correctivo, se debe realizar el llenado del checklist (figura 1.0.1), el cual cuenta con un folio que controla la empresa, para conocer el



estatus del equipo, posteriormente se debe hacer un listado de las partes faltantes, se debe buscar el número de parte en el manual correspondiente, hacer la solicitud del material en la orden de trabajo (figura 1.0.2), y pasar el reporte del equipo con el jefe de patio para que determine el estatus del equipo, y se asigne el área en donde se ubicara el equipo, puede ser, mantenimiento preventivo, correctivo, o total, en este caso el mantenimiento total debe ser aprobado por gerencia, presentando toda la evidencia de manera visual y escrita en la orden de trabajo para solicitar el refaccionamiento correspondiente, dado que el costo de estos suele ser muy alto, y se requiere solicitar el presupuesto a contaduría con días de anticipación, debe ser lo más exacto posible ya que una vez aprobado, si salen detalles adicionales se debe repetir todo el proceso lo cual retarda el tiempo de entrega del equipo para ser puesto en disponibilidad de renta.

3.2. Inventario del equipo.

Se deben recabar los datos necesarios del equipo para realizar un inventario certero en el cual se solicite lo más esencial para poder habilitar el equipo sin elevar demasiado el presupuesto.

Para eso se debe llenar el siguiente checklist (figura 1.0.1), y en la parte donde la respuesta sea negativa, se debe apuntar en la parte de comentarios y solicitar el refaccionamiento, al departamento de almacén.



PLATAFORMA ARTICULADA ELÉCTRICA

Fecha de elaboración	Fecha de actualización
Enero 2021	Julio 2022
No. De revisión: 00	Página: 1 de 1
Código: FOR-MTO-PCS-04	Área: MANTENIMIENTO

Horómetro Liberación:

Serie:

Técnico asignado:

No OT:

PARTES Y COMPONENTES	Líder/ Supervisor	Técnico	Líder/ Supervisor	PARTES Y COMPONENTES	Líder/ Supervisor	Técnico	Líder/ Supervisor	PARTES Y COMPONENTES	Líder/ Supervisor	Técnico	Líder/ Supervisor
BATERÍAS				FRENOS Y CONJUNTO DE RUEDAS				BRAZO DE ELEVACIÓN			
Nivel de electrolito				Mangueras hidráulicas				Pistones de elevación/ válvulas			
Cableado y terminales				Frenado en conjunto				Pistón de dirección			
Nivel de carga				Birlos				Conexiones de pistones			
Compartimiento y base				Rines				Cableado			
Limpieza				PSI				Mangueras			
CARGADOR DEL EQUIPO				Masas				Cadena porta cables			
Clavija y cordón de alimentación				CHASIS				Extensión			
Funcionamiento				Compuertas				Brazos de elevación			
Relevador de bloqueo				Tornillería				PLATAFORMA			
Amperímetro o led				Pernos				Soldaduras			
CONSOLA DE CONTROL TERRESTRE				COMPARTIMIENTO PRINCIPAL				Puerta o barra deslizante			
Llave asegurada a la plataforma				Bomba hidráulica				Giro de canastilla			
Switch				Deposito hidráulico				Estado de anclaje en canastilla			
Paro de emergencia				Filtro hidráulico				Foot switch			
Botones				Auxiliar				Caja porta manuales			
Calcomanía y rótulos				Bomba manual				Manual de usuario			
Horometro				Banco de válvulas				Contacto de herramientas			
Alarma acústica				Válvulas				CONTROL AÉREO			
TORNAMESA Y CONTRAPESO				Conexiones				Paro de emergencia			
Motor de giro				O ring				Calcomanía y rótulos			
Engranaje sin fin				Bobinas				Botones momentáneos			
Tornillos de sujeción de contrapeso				Pressure switch				Joystick de dirección			
limpieza				Tornillería				Joystick de elevación			
SEGURIDAD				SEGURIDAD				SEGURIDAD			
Alarma				Extintor, seguro, carga y medidor				Prueba de pendiente 5°			
Torreta				Limit switch				Testigos de fallas			
Claxon				Avance equipo desplegado				Burbuja desnivel			
Banda anti estática				Avance equipo retraído				Calcomanías PROSIC			
Equipo limpio				Bloqueo en giro de tornamesa				Calcomanías de fabrica			
Lavado/ lubricación partes móviles				Bloqueo de fot switch				Tornillería general			
								GPS			

COMENTARIO

Fecha:

Técnico

Nombre y Firma

Fecha:

Líder Técnico

Nombre y Firma

Fecha:

Operador de Transporte

Nombre y Firma



Interpretación del formato checklist:

El checklist aborda los principales puntos a revisar de la máquina, no porque sean los que más fallan, son los principales para un correcto funcionamiento, es decir, si uno de esos puntos clave falla, el equipo no es seguro para operarse.

Primero el técnico revisa el equipo, a profundidad cada uno de los puntos, determina si se encuentra en óptimas condiciones, de no ser así lo indica.

Segundo, el líder superior al técnico es el “yardman” se encarga de corroborar que el levantamiento realizado por el técnico este completo y sea real (verifica si el técnico no lo palomeo solo por palomear) determina si el estado de gravedad de algún punto señalado como malo, determina el estado del equipo si existen varios puntos dañados o son puntos que requieren refacciones especiales.

Tercero, el “jefe de patio” (director de logística) es informado de lo que se detectó del equipo, analiza el problema, pregunta en almacén si existe la refacción y de no ser así el tiempo estimado de llegada de dicha pieza, en base a lo que el determina, asigna el estatus de la máquina.

Comenzando con mi área la parte técnica, en la sección donde dice técnico, se señala cual es el estado del punto a revisar siendo así, una paloma para señalar como bueno y una tache para malo, de no aplicar para el modelo solo se señala con “NA” ya que en esos puntos no se considera un punto neutro, es decir, si alguno de esos puntos no se encuentra en óptimas condiciones, se señala como malo, se reporta al líder para que el a su vez reporte con el jefe de patio y determinen si se cambia el estatus del equipo y pasa de ser un mantenimiento preventivo a uno correctivo y de ser en su mayoría tache en la mayoría de puntos revisados el estado del equipo pasa a ser total o se remueve de la línea de producción para realizar mantenimientos con refacciones especiales (dado que el equipo requiere una refacción la cual pudiera tardar meses en llegar).

En el apartado de comentarios el técnico, puede manifestar alguna problemática que detecto pero al no ser algo que obstaculice que el equipo opere y pueda ser puesto en renta para poderse respaldar, es decir: si una batería en caída de voltaje dio 5.4VCC y el rango mínimo

es de 5.6VCC esa batería tiene un 40% de fallar en obra y genera problemas de carga ficticia, es decir que el indicador marca lleno y al operarla después de un par de funciones se descargue por completo, y al llegar el reporte de que fallo el equipo en obra exista un antecedente y así poder realizar la reparación en obra de manera efectiva ya que existe un reporte previo.

Una vez llenado los demás apartados se procede con la puesta de la rúbrica en el apartado de técnico, para certificar y respaldar que todo se realizó correctamente conforme lo indica el protocolo. Posterior mente los superiores también firman de enterado y se aprueba el equipo.

Ya que todos están de acuerdo y ha sido firmado dicho documento en la parte del control terrestre del equipo se ubica un horómetro, el cual indica cuantas horas de trabajo tiene el equipo, esa cifra debe ser anotada en la parte superior del documento en el apartado de: Horómetro de liberación.

Los demás campos como lo son: técnico asignado, número de serie y número de orden de trabajo, los llena el sistema en automático cuando el jefe genera la asignación del equipo.

Es importante recalcar, el buen funcionamiento del horómetro, ya que de ahí parte la programación del siguiente servicio, ya que este tiempo se puede cumplir durante su estancia en obra.



figura 1.1.5 horómetro del equipo JLG E400AJPN

El protocolo de la empresa determina que el tiempo del mantenimiento es dentro de cada 150 horas para así prolongar la vida útil del equipo. (Tabla 2.1).



3.3. Determinación del estado técnico del equipo.

La determinación del estado del equipo, es para determinar la cantidad de desgaste y las partes faltantes del mismo, y así conocer las refacciones que se requieren para la puesta en marcha del equipo, en el taller de mantenimiento se debe hacer una inspección visual muy profunda a los múltiples sistemas del equipo de elevación.

Una profunda inspección determina las condiciones en las que se encuentra el equipo y que partes aún son funcionales, dependiendo de la cantidad de refacciones faltantes se determina el grado de daño del equipo y el trabajo que requiere, se hacen las cuentas de cuanto se le invertiría al equipo para saber si es redituable o solo se habilitaría para ser puesto en venta en subasta, una vez aprobado el equipo por gerencia se procede con la reubicación del equipo dentro del patio, en los casos de los equipos que se determina que son equipos iron man se llevan a la parte posterior de la sucursal, se procede a un desensamble total, si se detectan más componentes dañados se debe reportar de inmediato a los superiores para saber si el estatus se conserva o se cambia de estatus y el proceso se cambia.

La inspección se debe llevar a cabo profundamente para contemplar una planeación estratégica que se adapte a los tiempos de entrega de refacciones y de aprobación por el área de gerencia, para así garantizar la confiabilidad del equipo para poder ser puesto en renta.

Gracias a la implementación de este protocolo se ha podido determinar el estatus del contactor es una parte que presenta fallas frecuentemente.



figura 1.1.6 contactor primario, trabaja con 48vcc



figura 1.1.7 banco de contactores

para control de los principales sistemas del equipo que trabajan con 48vcc: sistema de tracción, sistema de control y el sistema de la bomba de aceite hidráulico, fundamental para los brazos de elevación, frenos y dirección.

3.4. Clasificación del estado técnico de los equipos.

La estancia como residente, se crea la siguiente tabla para poder clasificar de manera concreta ya que se visualiza la principal problemática como complemento del checklist.

Equipo JLG E400AJPN NS: 0300072197/ sectores que presenta anomalías			
Sector	Estado	Causas de la falla	Cambio/reparación
Sistema de Frenos hidráulicos	Presentan fuga en los frenos (freno derecho y freno izquierdo)	Tornillos rotos, o ring y respaldo rotos	Se puede reparar
Motores eléctricos (tracción)	Presenta colectores desgastados	Se ve reducido el periodo de vida útil	Se puede dar mantenimiento preventivo
Control aéreo Joy stick	Envía señales con baja intensidad	No se puede calibrar la salida de la señal	Se requiere cambio
6 togle switch	No cierran el circuito	No se pueden reparar porque son sellados	Reemplazar switches
Red de comunicación	Can bus envía señal intermitente	Calibración con escáner	Reparación
Contactores	Platinos flameados	No realiza funciones el equipo	Se pueden reparar
Bomba de sistema hidráulico	Presión de aceite debajo de lo indicado	Si después de calibrar las válvulas relieve persiste el problema se presentará en la bomba	Calibración/ cambio de bomba
Pistones hidráulicos	Fuga mínima en el limpiador	Se requiere desarmar el pistón ya que es fuga interna, pero derrama hacia el exterior	Reparación

Tabla 1.0.3. criterios para determinar el estatus del equipo

3.5 Puntos a considerar para la organización del mantenimiento.

Para tener un plan de mantenimiento efectivo que se pueda llevar aplicar en tiempo real en el patio de mantenimiento, se deben tener en cuenta ciertos criterios para determinar el estatus del equipo, y para poder realizar la toma de decisiones como:

- Realizar un levantamiento del estatus del equipo.
- Los sectores del equipo son accesibles.
- El periodo de llegada del refaccionamiento es prolongado.
- Tiempo que lleva detenido el equipo.
- Costos de reparación son redituables.
- Es un equipo que se busca muy frecuente.
- El equipo suele fallar con frecuencia.
- La vida útil de las reparaciones suele ser prolongados.

Una vez hecho todo lo mencionado previamente, se solicita la aprobación del departamento de gerencia y esperar indicaciones para poder llevar a cabo la puesta en marcha del programa de mantenimiento.

3.6 Mantenimiento autónomo.

El mantenimiento es pieza fundamental para poder establecer las bases de que se debe hacer para alcanzar un programa de mantenimiento efectivo, como lo son la limpieza total del equipo, señalización de puntos de seguridad, limpieza del patio, del área para incrementar la efectividad en la entrega de equipos para la puesta en renta.

En la figura se muestra, la ubicación del extintor, como parte fundamental de la seguridad para el usuario en caso de una emergencia.



figura 1.1.8 El extintor va en la parte más visible y con mayor acceso

3.7 Limpieza.

La limpieza general del equipó no solo es lavar la máquina y ponerla en disposición.

No basta con que el equipo parezca limpio, también una inspección visual, tocar cada pieza del equipo con la única intención de detectar alguna anomalía, como alguna pieza floja, que presente alguna elevación de temperatura anormal.

Cuando los técnicos llevan a cabo una limpieza total de una máquina de manera adecuada y cuidadosa podrán detectar algunas anomalías o defectos que suelen ser serios o pueden repercutir a largo plazo.



Figura1.1.9 Podemos observar que se existen agentes contaminantes como pintura y concreto en mangueras y motor de giro de la canastilla.

La mezcla del polvo, los contaminantes de obra como lo son la pintura, el concreto o adhesivos, hacen que el equipo de elevación falle y con eso se puede prevenir las posibles fallas futuras como lo son, las mangueras del sistema hidráulico ya que al ser pintadas y luego despintadas con solventes se resecan y se agrietan anticipando una posible falla.

3.8 Eliminación de factores contaminantes.

Después de la limpieza, se debe comprobar las fuentes que originan la contaminación que pueda perjudicar el sistema por ser un agente contaminante o malicioso, así como sus

efectos negativos al equipo y las consecuencias que generan por no limpiarlos adecuadamente, tomar medidas que prevengan las fallas para poder implementar limpiezas más profundas.



figura 1.2.0 técnico marcando los campos del checklist, usando el equipo de seguridad de manera correcta, PROSIC 2021.

3.9 Despejar las áreas más difíciles de acceder.

Con despejar las áreas de difícil acceso no se refiere solo en limpiar remover piezas, consiste en desarmar de manera adecuada un componente de manera detallada para que pueda ser reensamblado por cualquier técnico de ser necesario, eso solo se consigue

acomodando todo de manera que al armar no falte ningún componente, una vez hecho esto las actividades a realizar en el taller de mantenimiento se puede hacer una reparación más efectiva.



figura 1.2.1 se muestra cuáles son las tapas del equipo que se remueven para acceder a los componentes internos (despiece del equipo).

4. Resultados del estatus actual del taller de mantenimiento.

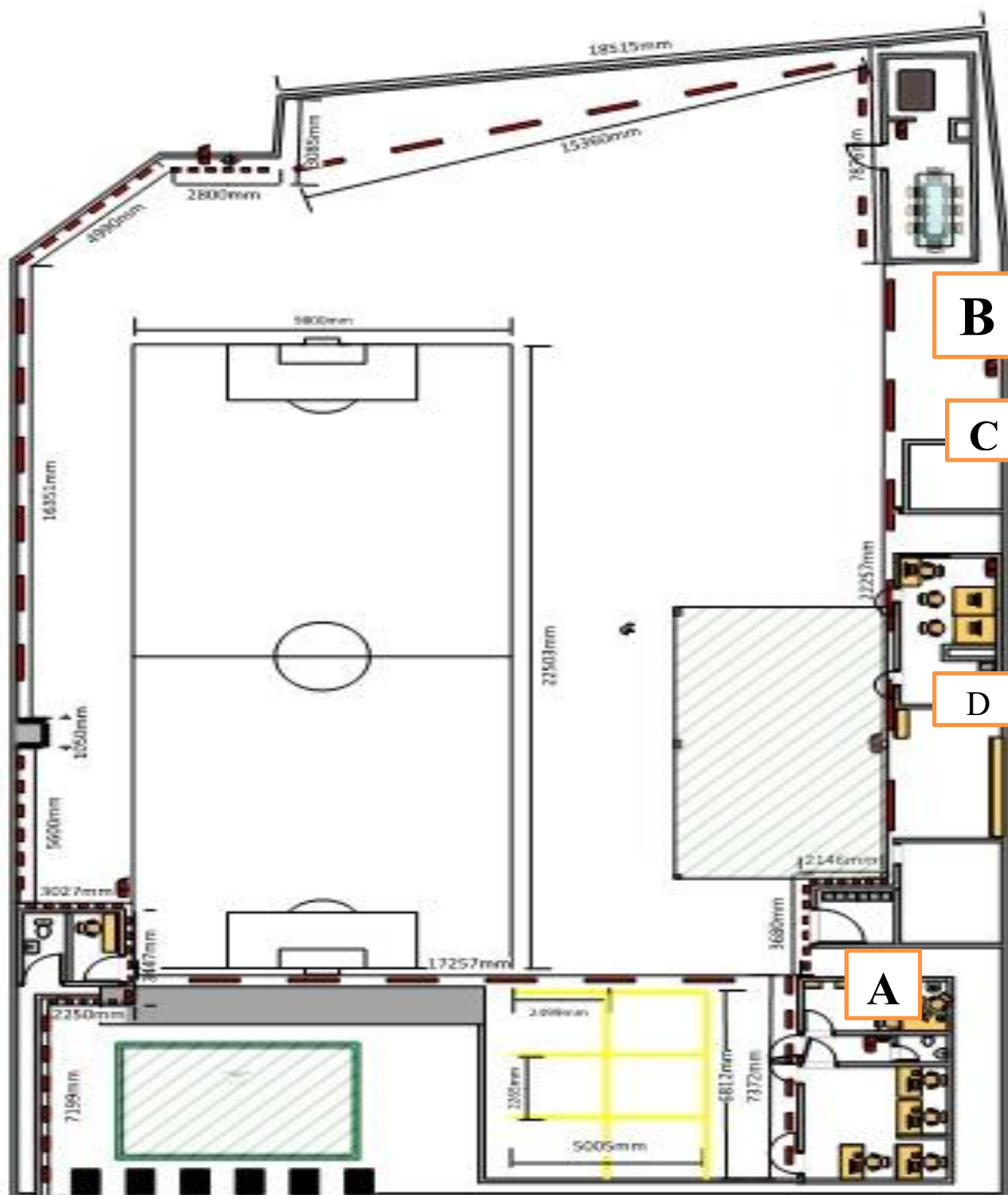


figura 1.0.4 plano de la sucursal.

En las imágenes se muestra la sección “A” del plano mostrado en (figura 1.0.4)



ventas



Gerencia



Vestidores



Departamento administrativo

figura 1.0.5 imágenes del área “A”

En las imágenes se muestra la sección “B” del plano mostrado en (figura 1.0.4)



Estacionamiento de personal



Almacén de residuos peligrosos



Ubicación de lubricantes



Solventes

figura 1.0.6 imágenes de área “B”

En las imágenes se muestra la sección “C” del plano mostrado en (figura 1.0.4)



figura 1.0.7 imagen del área de mantenimiento preventivo

© & © Promotora de Servicios Integrales para la Construcción 2021. Prohibida su reproducción total o parcial, incluyendo cualquier medio electrónico o magnético.
Carretera Veracruz Xalapa km 100, S/N, Las Amapolas, Código Postal 91775, Veracruz, Veracruz. Impresión = Copia no controlada.

|51



Vista lateral derecha

ETIQUETAS PUBLICITARIAS

RENTAPROSIC.COM	RENTA 800 177 6742	
1 Medidas: 95 x 15 cm Cantidad: 2 pzas ID: EC044	3 Medidas: 100 x 15 cm Cantidad: 1 pza ID: EC025	2 Medidas: 60 x 25 cm Cantidad: 1 pza ID: EC023
	4 Medidas: 60 x 9 cm Cantidad: 2 pzas *Una por cada lado ID: EC007	

ETIQUETAS DE AVISO Y SEGURIDAD

5

DIAGNÓSTICO RÁPIDO DE EQUIPO

Obtenga el diagnóstico de su equipo, el tiempo de entrega de la pieza o la garantía, todo a través de un diagnóstico rápido online.

Consulte el manual de instrucciones de su equipo.

Obtenga el diagnóstico de su equipo a través de un diagnóstico rápido online.

Obtenga el diagnóstico de su equipo a través de un diagnóstico rápido online.

RESPUESTA RÁPIDA DEL CLIENTE

Obtenga el diagnóstico de su equipo, el tiempo de entrega de la pieza o la garantía, todo a través de un diagnóstico rápido online.

Consulte el manual de instrucciones de su equipo.

Obtenga el diagnóstico de su equipo a través de un diagnóstico rápido online.

Obtenga el diagnóstico de su equipo a través de un diagnóstico rápido online.

OPERAR SOLO POR PERSONAL AUTORIZADO

Cantidad: 2 pzas
 *Una por cada lado

ID: ECG022

ID: ECG027

ID: ECG020

ID: ECG016

6

ESPERA EL HOLA

Obtenga el diagnóstico de su equipo, el tiempo de entrega de la pieza o la garantía, todo a través de un diagnóstico rápido online.

Consulte el manual de instrucciones de su equipo.

Obtenga el diagnóstico de su equipo a través de un diagnóstico rápido online.

Obtenga el diagnóstico de su equipo a través de un diagnóstico rápido online.

RESPECTA LA REGLA DE LOS DOS PIES

Obtenga el diagnóstico de su equipo, el tiempo de entrega de la pieza o la garantía, todo a través de un diagnóstico rápido online.

Consulte el manual de instrucciones de su equipo.

Obtenga el diagnóstico de su equipo a través de un diagnóstico rápido online.

Obtenga el diagnóstico de su equipo a través de un diagnóstico rápido online.

7

PRIMA

Obtenga el diagnóstico de su equipo, el tiempo de entrega de la pieza o la garantía, todo a través de un diagnóstico rápido online.

Consulte el manual de instrucciones de su equipo.

Obtenga el diagnóstico de su equipo a través de un diagnóstico rápido online.

Obtenga el diagnóstico de su equipo a través de un diagnóstico rápido online.

Elección

Obtenga el diagnóstico de su equipo, el tiempo de entrega de la pieza o la garantía, todo a través de un diagnóstico rápido online.

Consulte el manual de instrucciones de su equipo.

Obtenga el diagnóstico de su equipo a través de un diagnóstico rápido online.

Obtenga el diagnóstico de su equipo a través de un diagnóstico rápido online.

Caja

Obtenga el diagnóstico de su equipo, el tiempo de entrega de la pieza o la garantía, todo a través de un diagnóstico rápido online.

Consulte el manual de instrucciones de su equipo.

Obtenga el diagnóstico de su equipo a través de un diagnóstico rápido online.

Obtenga el diagnóstico de su equipo a través de un diagnóstico rápido online.

Energía

Obtenga el diagnóstico de su equipo, el tiempo de entrega de la pieza o la garantía, todo a través de un diagnóstico rápido online.

Consulte el manual de instrucciones de su equipo.

Obtenga el diagnóstico de su equipo a través de un diagnóstico rápido online.

Obtenga el diagnóstico de su equipo a través de un diagnóstico rápido online.

Eventos

Obtenga el diagnóstico de su equipo, el tiempo de entrega de la pieza o la garantía, todo a través de un diagnóstico rápido online.

Consulte el manual de instrucciones de su equipo.

Obtenga el diagnóstico de su equipo a través de un diagnóstico rápido online.

Obtenga el diagnóstico de su equipo a través de un diagnóstico rápido online.

11000 177 6162 | ProSim.com

ID: ECG001

Consideraciones para el etiquetado de las plataformas

- Limpiar la superficie donde se colocará la etiqueta.
- Para la colocación se debe contar con una espátula de plástico (Squeegee), atomizador que contenga jabón líquido rebajado con agua, esto permite que al colocar las etiquetas aún se pueda corregir algún error en la posición de la etiqueta al momento de colocarlo sobre la superficie.
- Las etiquetas deben de estar centradas conforme al área donde se van a colocar, se debe tomar como referencia los bordes de la maquina para lograr un centrado correcto; como se muestra en las imágenes.
- Se debe considerar que al colocarlas queden alineadas correctamente.
- Al colocarla y estar seguros de la posición de la etiqueta se debe retirar el excedente de jabón pasando y aplicando fuerza con la espátula de plástico sobre la etiqueta de vinil de manera que no queden rastros de jabón.

*Evitar tomar los suplementos del fabricante.

figura 1.0.3 imagen de manual de etiquetado

4.2. Actividades que se aplican a todos los equipos.

Todos los equipos de elevación tienen diferentes elementos a evaluar en el checklist, sin embargo los equipos eléctricos convergen en los siguientes aspectos:

- Revisar el voltaje de las baterías en reposo el cual debe estar entre 6.0 y 6.3v (Tabla 1.3).
- Revisar la caída de voltaje de las baterías al realizar una función a tope 5.6 y 5.8.
- Prueba con densímetro.
- Revisar el nivel de aceite hidráulico (**Tabla 1.5**).
- Revisar los niveles de aceite en los HUB.
- Revisar el estatus de los contactores.
- Revisar que no existen fugas en los pistones (Tabla 2.2).
- Revisar que no existan fugas en mangueras (**Tabla 1.14**).
- Verificar que las funciones se realicen correctamente (Tabla 1.1).
- Revisar que el joystick funcione correctamente.
- Revisar el control aéreo realice todas sus funciones.
- Revisar que el control terrestre realice todas sus funciones.
- Revisar que no exista presencia de sulfato u óxido en el sistema.
- Revisar la velocidad con la que se realizan las funciones del equipo.
- Verificar que los barandales y los puntos anclaje estén en buen estado.
- Revisar las funciones del equipo (**Tabla 1.9**).
- Revisar que el equipo sea lento al estar desplegado (**Tabla 1.4**).
- Verificar que el equipo cuente con extintor.

- Verificar estado de llantas (**Tabla 1.7**)

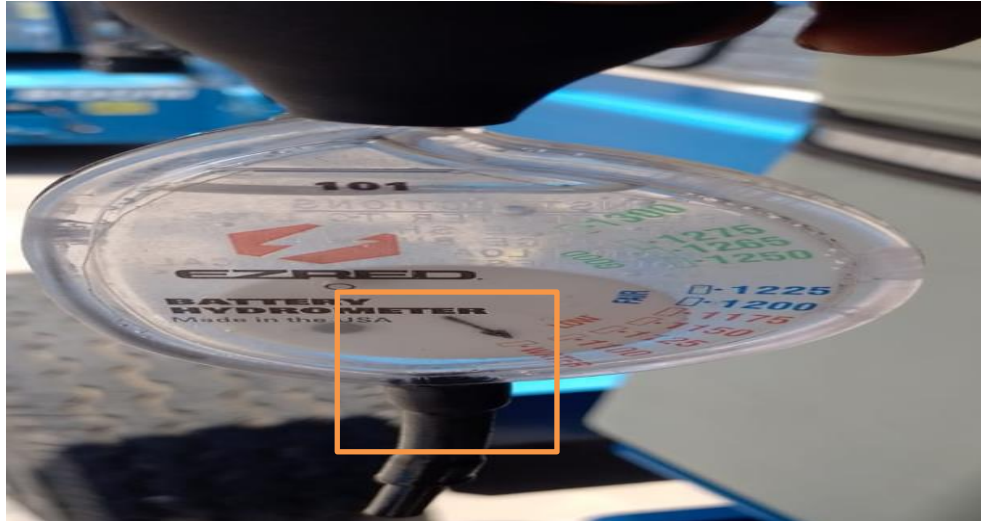


figura 1.2.2 prueba de electrolito con densímetro, donde se aprecia que el nivel es demasiado bajo (Zona roja), indicando que esa batería ya culminó su vida útil.

4.3. Herramientas y materiales más frecuentes para mantenimiento.

Para dar un mantenimiento a un equipo de elevación se requiere de herramienta común por lo regular la herramienta que más se ocupa suelen ser:

- Multímetro.
- Escáner JLG.
- Manual impreso o en formato PDF para poder identificar la presencia de alguna anomalía en el ensamble o estatus del equipo de elevación.
- Juego de llaves mixtas milimétricas y estándar.
- Dados con extensión maneral y matraca.
- Torquímetro y tabla de torques.



figura 1.2.3 analizador JLG (escáner)

4.4. Limpieza total.

La limpieza total implica que un equipo debe estar en perfectas condiciones es decir que no presente sarro oxido o algún otro agente contaminante, que además de dar mal aspecto reduce la vida útil del equipo ya que esto suele corroer el metal y/o bases.



figura 1.2.4 equipos limpios y listos para renta

La limpieza total tiene como finalidad limpiar las partes más difíciles de acceder como lo son los bancos de baterías, como asimismo el motor de giro como puede ser el de tornamesa o el de canastilla, por eso es indispensable que el técnico remueva todas las cubiertas mejor



conocidas como tolvas para poder hacer una limpieza total de ser necesario aplicar desengrasante para poder remover de manera más efectiva la suciedad del equipo, al realizar este mantenimiento de manera profunda se vuelve más fácil de detectar alguna anomalía como lo es la presencia de fugas de aceite hidráulico que suelen ser las más comunes así como detectar mangueras agrietadas aplastadas o con malla expuesta que suelen ser los componentes más próximos a fallar los cuales de ser así suele ser durante su estancia en obra perjudicando severamente al arrendatario así como la empresa con costos elevados en reparaciones y pérdida de días de arrendamiento.

5. Metodología para detección de averías.

Para una metodología de detección en las fases o etapas son las siguientes:

Fase 1: concretar el problema.

a) Seleccionar el sistema.

Establecer los límites del sistema: el análisis se puede efectuar indistintamente a un componente, un subsistema elemental o al sistema completo, pero deben quedar claramente establecidos los límites del sistema analizado.

Recopilar la información referente al sistema: sus funciones, sus características técnicas y las prestaciones deseadas.

b) Seleccionar el problema.

Concretar la avería objeto del análisis.

Describir la avería, lo más concretamente posible: ¿qué ocurre?, ¿dónde ocurre?, ¿cómo ocurre?, ¿cuándo ocurre o cuándo comenzó?, ¿quién la provoca? y ¿cómo se ha venido resolviendo?

c) Cuantificar el problema.

Fase 2: Determinar las causas.

a) Enumerar las causas.



Confeccionar un listado exhaustivo de todas las posibles causas involucradas en el fallo analizado.

b) Clasificar y jerarquizar las causas.

Buscar posibles relaciones entre las causas que permitan agruparlas y concatenarlas. Ello permitirá dar cuenta de que, tal vez, la solución de una de ellas engloba la solución de algunas de las otras.

c) Cuantificar las causas.

La medición, con datos reales o estimados de la incidencia de cada causa sobre el problema nos va a permitir, en un paso posterior, establecer prioridades. Se trata, por tanto, de tener cuantificado el cien por cien de la incidencia acumulada por las diversas causas.

d) Seleccionar la causa más probable.

Se trata de establecer prioridades para encontrar la causa o causas a las que buscar soluciones para que desaparezca la mayor parte del problema. Para ello lo que realmente hacemos es asignar probabilidades para identificar las causas de mayor probabilidad (20% de las causas generan el 80% del problema).

Fase 3: Buscar la solución más adecuada.

a) Proponer y cuantificar soluciones.

Profundizar en la búsqueda de todas las soluciones viables, cuantificadas en coste, tiempo y recursos, para que el problema desaparezca.

b) Seleccionar y cuantificar una solución.

Comparar las distintas soluciones estudiadas y completar un plan de acción para aquellas que finalmente se decida llevar a cabo.

Fase 4: Presentar la solución.

Se debe confeccionar un informe de análisis de averías donde se refleje toda la investigación, análisis, conclusiones y recomendaciones.

La propuesta se debe resumir en un plan de acción donde se reflejan todas las actividades a desarrollar, sus responsables y el calendario previsto, para facilitar el seguimiento del plan.



figura 1.2.5 tornillos dañados en un sistema de frenos, el equipo se reportó por fuga de aceite hidráulico.

6. Problemas más comunes con el sistema de transmisión.

Los problemas más comunes en el sistema de transmisión suelen ser los que se presentan por falta de lubricación, ya que, al no contar con el nivel adecuado de aceite, con el tipo de aceite que indica el fabricante estos componentes suelen crear sedimentos los cuales obstruyen las venas de lubricación impidiendo así una correcta lubricación lo cual provoca un desgaste prematuro en el engranaje o en o-rings.



figura 1.0.8 Imagen de un HUB con problema de baja lubricación.

También la falta de lubricación provoca que los empaques se resequen y se fracturen, se detectan estas anomalías ya que al poner a nivel en aceite, comienza a haber presencia de derrames, razón por la cual se debe desmantelar todo el sistema de transmisión para poderle hacer un mantenimiento correctivo lo cual repercute en la prolongación del tiempo del equipo de elevación en el taller un costo adicional sin mencionar los días que se pierden de renta por estar el equipo detenido por eso es importante que el mantenimiento o cambio de aceite de este sistema sea frecuente periódicamente de acuerdo al tipo de trabajo y el lugar donde estará el equipo ya que al estar en un ambiente temperatura a todos los componentes del equipo se ven sometidos a una condición extrema de trabajo lo cual repercute en el acortamiento de la vida útil del equipo propiciando así fallas durante su arrendamiento y estas suelen ser en obra esto quiere decir que si el cliente ocupa el equipo para instalar sistema de tuberías contra incendio tenga que retardar su tiempo de entrega y detener el trabajo, generando así gastos adicionales ya que el personal se encuentra sin operar.

La falla en el sistema de transmisión más común el cual se ha vuelto un problema repetitivo ha sido la presencia de plástico de empuje en los HUB, que se introduce por los rodamientos, además de pequeñas fugas en los empaques.

Cuando se detectan fugas o averías por presencia de plástico en los HUB, se reporta de inmediato al jefe en patio para que se realice el correspondiente cobro de daños. En mi experiencia es mejor desarmar por completo el HUB para hacer una revisión profunda así detectar posibles elementos con proximidad a fallar.

Mi recomendación personal es que se adquiera la herramienta especial como lo es una pinza para remover seguros omegas de esa magnitud, y una prensa hidráulica para realizar las reparaciones con mayor velocidad.

7. Mantenimiento a equipo JLG E400AJPN



figura 1.0.9 Imagen del equipo asignado a proyecto iron man

El proyecto iron man pretende que los equipos que han sufrido severos daños durante su arrendamiento se puedan volver a habilitar para ponerlos en renta instalando refacciones nuevas cambiando componentes próximos a fallar o en su defecto reponer las piezas que se hayan obtenido de ese equipo para poder habilitar otro, por lo regular estos equipos ya

llevan detenidos en el patio un promedio mínimo de 280 días lo cual es un severo golpe para la empresa ya que todo ese tiempo el equipo no se pudo rentar además de que ocupó un lugar útil en la sucursal además de que toma el doble de horas hombre, el poder volverlo a habilitar por eso es importante recalcar seguir al pie de la letra el programa establecido por el checklist previamente mencionado ya que con esto podemos detectar alguna anomalía en el equipo o alguna falla próxima a presentarse y así poder adelantar y prevenir una falla severa, realizando una programación y fijando una fecha para hacer dicho mantenimiento. 7.1. Mantenimiento preventivo, correctivo y total a JLG 400.



figura 1.1.0 Se aprecia el despiece del equipo JLG para una limpieza general (detallada y revisión del sistema de red can bus)

Como ya se ha hecho mención de que es el mantenimiento preventivo correctivo y total en el equipo de elevación JLG 400 es de vital importancia llenar de manera honesta el checklist para así poder adelantar las posibles fallas, realizar una programación oportuna donde se contemple que el equipo requiere una reparación de mayor nivel y se pueda realizar en el taller de mantenimiento donde se cuenta con lo necesario para poder hacer la reparación,

ya que en la mayoría de las ocasiones los equipos suelen fallar durante su arrendamiento es decir fallan en obra lo cual repercute dado que algunas industrias son de grado de alimenticio, preventivo conforme al checklist, además de no reportar todas las anomalías detectadas al jefe de patio, también se le indica el técnico que debe anotar todas las anomalías detectadas en la parte de comentarios, el dar aviso oportuno permite que el jefe de patio genere una planeación estratégica donde en la cual se solicita el refaccionamiento necesario, y crear así una programación de mantenimiento correctivo en tiempo oportuno antes de que éste se presente como una falla correctiva y dañe algunos componentes adicionales de su entorno o su alrededor.

8. Revisión visual.

La revisión visual consiste en inspeccionar a detalle el equipo buscando la presencia de anomalías como lo son sulfato oxido algún golpe la presencia de una pequeña fuga de aceite hidráulico una llanta baja, el equipo mal etiquetado, el equipo no cuente con los aditamentos de seguridad que se requieren en la mayoría de obras, el estatus de las llantas, de la pintura del equipo, de la canastilla que no presente golpes que el número de serie corresponda al de la orden de trabajo, que cuente con todos sus componentes eléctricos electrónicos ya que estos suelen ser tomados por los operarios como es el caso de los elevadores las clavijas y la llave del switch ya que al parecer algunos operadores lo consideran como un recuerdo, una vez hecha la revisión visual se determina si el equipo que acaba de ingresar a la sucursal tiene componentes faltantes se anexan fotos a un correo que se le envía al cliente pasándole a cobro todo lo faltante ya que estos suelen hacer mal uso de los componentes de los equipos cabe recalcar que prosigue se ve severamente afectado con esas prácticas ya que al llevarse esos componentes se está hablando de que se están llevando las refacciones originales.



figura 1.2.6 revisión visual de la parte inferior del equipo, se detecta presencia de aceite hidráulico y un frenado irregular.

9. Mantenimiento a los principales sistemas.



figura 1.1.1 En la siguiente foto se aprecian los principales sistemas del equipo además del control terrestre.

El mantenimiento preventivo correctivo y proactivo a los principales sistemas ya mencionados son los que suelen presentar anomalías frecuentemente en el caso de este equipo de elevación asignado al área de proyecto iron man no presentó fugas en pistones, manguera del sistema hidráulico pero sí presentó anomalía en frenos hidráulicos, también presentó anomalías en los colectores del sistema eléctrico de los motores, se detectó la ausencia de aceite en los hub, razón por la cual el equipo estuvo detenido más de 200 días por lo cual se asignó a esta área para poderlo rehabilitar y ponerlo a disposición no más pronto posible además de estar en el exterior requerir detalles estéticos de pintura re etiquetar correctamente conforme al manual de etiquetado.



9.1. Mantenimiento a sistema de contactores.

En los contactores electromagnéticos no es posible observar el deterioro de los contactos sin desmontarlos, queda sujeto al contacto sin desmontarlos, queda sujeto a la persona personal de mantenimiento determinar l de mantenimiento determinar cuándo es necesario reemplazar los contactos o el contactor. Cuando el usuario tiene una correcta planificación de mantenimiento preventivo puede determinar la prioridad de la fecha de inspección o remplazo del contactor, de acuerdo a la cantidad de maniobras teóricas de funcionamiento.

Mantenimiento preventivo:

- Toma de especificaciones técnicas del contactor.
- Prueba de continuidad.

Mantenimiento correctivo:

- Desmontaje del contactor.
- Identificar las partes del contactor:

En un contactor electromagnético se distinguen los siguientes elementos estructurales:

- El electroimán.
- Los contactos.
- La cámara de extinción del arco eléctrico.
- Elementos mecánicos.
 - Mantenimiento de las partes averiadas.
 - Montaje del contactor.



figura 1.2.8 contactor con daño en un borne de contacto por sobrecarga

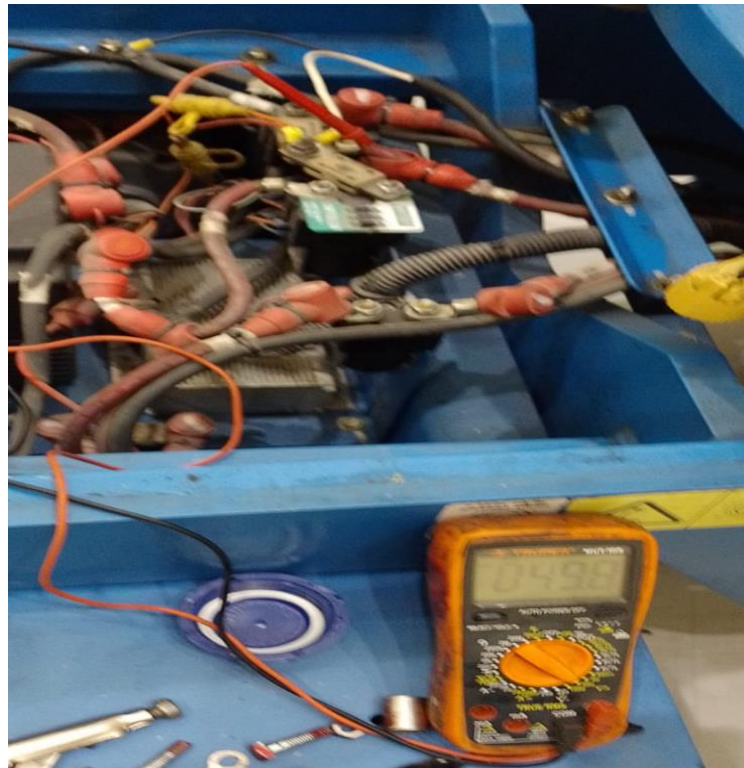


figura 1.2.7 prueba de voltajes en contactores

9.2. Mantenimiento a sistemas de frenos.



figura 1.1.2 Imagen del embolo interno del sistema de freno

El mantenimiento al sistema de frenos es de vital importancia ya que estos están en constante trabajo el cual consiste en someterlos a su máxima capacidad dado que en ellos se monta el motor de tracción sujetados de la transmisión hub. (**Tabla 1.16**)

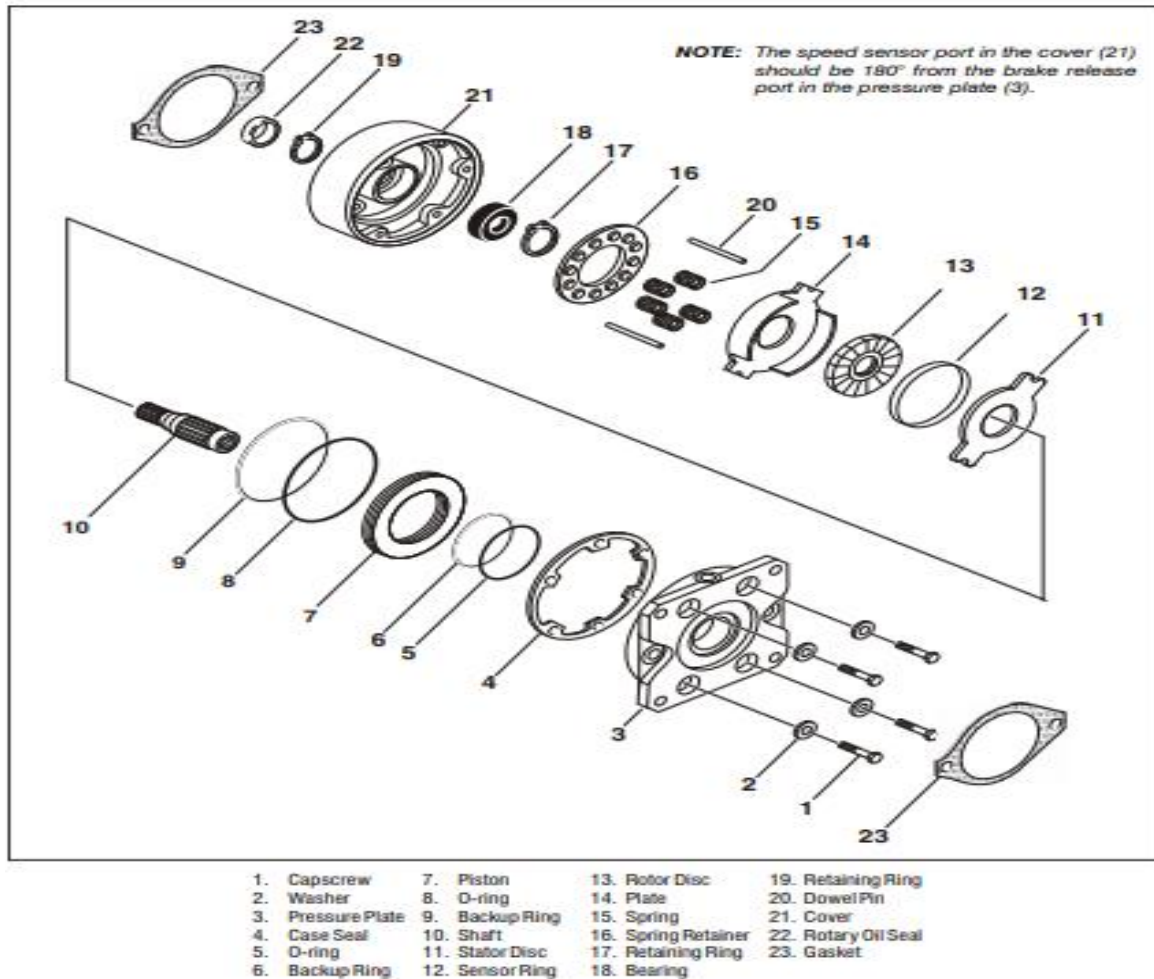


figura 1.1.3 despiece de un sistema de freno

En la en la figura 1.1.3 Se muestra El despiece de un sistema de frenos, Los componentes de este sistema suelen requerir de un mantenimiento programado, Es decir que se deben revisar con frecuencia cada cierta hora de trabajo, Los casos más comunes por los que falla este sistema suelen ser la ruptura de tornillos, Fuga en los Empaques y Desgaste de la balata, Se debe dar mantenimiento conforme al manual para que este sistema tengo un promedio de vida útil prolongada.

Si este sistema falla Y el mantenimiento preventivo pasa a ser correctivo, se debe desarmar por completo se deben de lavar las piezas individualmente con desengrasante y secar perfectamente para evitar oxidación, se solicitan los empaques que se requieren junto con el respaldo, se guardan los componentes en una bolsa ziploc, todos previamente marcados

para cuando lleguen los repuestos, se arme correctamente sin ningún agente contaminante como lo es el polvo y la pelusa.

9.3 Mantenimiento a sistema de transmisión.

El mantenimiento al sistema de transmisión es uno de los más de los más relativamente fáciles hablando en el mantenimiento preventivo ya que consiste en sólo medir el nivel de aceite, y la viscosidad del mismo sí este se ve que ya presenta daños o se ve contaminado, se procede a cambiar el aceite puesto que sólo son 600 ml de aceite el cambio suele ser rápido, si al hacer el cambio y poner a nivel de aceite de transmisión se detecta una fuga se reporta y se procede a desarmar en su totalidad siendo así que el mantenimiento preventivo pasa a ser correctivo una vez hecho el despiece total se identifican los componentes dañados y a su vez se solicita posteriormente a eso se debe de lavar todos los componentes a detalle con desengrasante de igual forma se secan y se guardan en bolsas ziploc para cuando lleguen los repuestos este se pueda armar de manera rápida y muy eficiente. (Tabla 1.10)

La información técnica con la que cuenta la empresa se presenta en el idioma inglés, puesto que es el idioma universal y tanto como las maquinas como los elementos vienen de tal país.

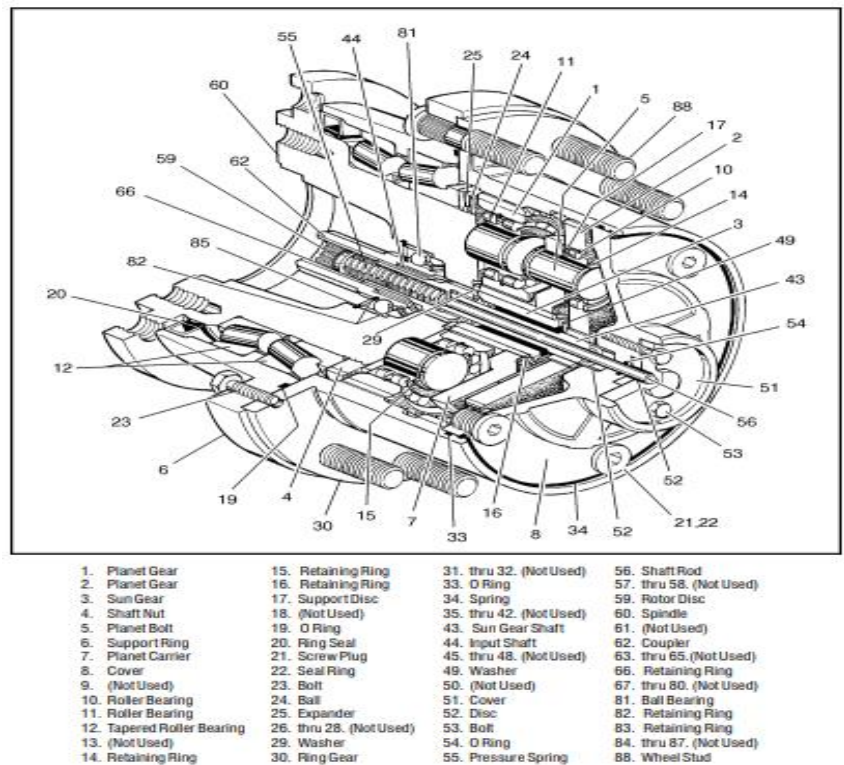


figura 1.1.4 despiece de un HUB

El elemento que más falla es el respaldo (spring), las fallas más comunes son: desgaste, ruptura y adelgaza, razón por la cual el o´ring se deforma,

Los síntomas que presenta la máquina, avance intermitente, no avanza, rechinidos al avanzar, (**Tabla 1.16**)

9.4. Mantenimiento a CAN-bus.

El mantenimiento del CAN-bus es de vital importancia ya que es el elemento que conecta el control aéreo con el control terrestre, cualquier anomalía en este sistema podría dejar al operador elevado sin poder defenderse a menos que algún compañero de apoyo accione el control terrestre para que éste pueda descender, el CAN-bus consta de un cable híbrido con una malla antiestática que evita el ruido en la señal, que se encarga de llevar la señal del control aéreo a través de los brazos articulados y llegar al control terrestre en el cual se encuentra la tarjeta de powermod, por eso es importante verificar:

- La continuidad en el cable.
- Que no haya intermitencia en la señal.
- Intensidad de la señal esté dentro del rango.
- El voltaje en las señales.
- Se verifica que no se presente grietas el forro.
- Verificar el estatus del conector.
- Verificar el estatus de los pines.
- Verificar el estatus de la soldadura de los pines.
- Verificar que la resistencia en el cable esté dentro del rango.
- Se verifica que el cable se encuentre bien armado.
- Se verifica que no existan añadiduras en la ruta del cable.
- Se verifica que las reparaciones al CAN-bus sean permanentes y no provisionales.
- Se corrigen reparaciones provisionales.
- Se realizan pruebas de lectura y escritura a través del CAN-bus.

En caso de que alguno de los puntos anteriormente mencionado la respuesta sea positiva es decir se exista la presencia de alguna anomalía, es importante dar seguimiento y reparar

de manera permanente ya que las reparaciones provisionales suelen hacerse durante su estancia en obra.

Una vez verificados los puntos anteriores se procede a verificar los siguientes puntos dado que se detectó la presencia de alguna anomalía.

- No existe continuidad en algún cable se procede a reemplazar ese cable o usar uno que no se use.
- Existe intermitencia en la señal se procede a realizar pruebas con escáner.
- En caso de que exista una señal débil, se procede a realizar pruebas en los módulos ya que éstos no están enviando la señal con la suficiente intensidad.
- Si los voltajes en las señales son bajos o no se encuentran dentro del rango se procede a realizar prueba de resistencia e impedancia.
- Si se detectan anomalías en los en el forro del cable se procede con aislarlo de manera correcta después de una previa limpieza.
- Si el status del conector se encuentra mal ya que es un conector de aluminio se reporta con el superior y se solicita uno nuevo.
- Se verifican los pines, estén completos.
- Se encuentra doblado o roto o sulfatado se procede a hacer el cambio del pin.
- Si el estatus de la soldadura es malo se procede a limpiar los pines y aplicar nuevas soldaduras con el cautín.
- Se verifica la resistencia del cable, si no se encuentra dentro del rango se procede a hacer una inspección visual en busca de alguna cortadura, ruptura o lesión en el cable.
- Si el equipo realiza una función con intermitencia o no realiza la función correctamente se procede a verificar la conexión en los pines de no estar correcta se cambia conforme al manual y se realizan pruebas si el problema persiste se procede a hacer un chequeo general en las señales.
- De existir alguna reparación provisional durante su estancia en obra se verifica que esté bien realizada que no tenga presencia de sulfato u óxido de ser así se procede a hacer el cambio o reparación adecuada.

- Una vez realizadas las pruebas previamente mencionadas se procede a hacer pruebas de comunicación entre módulo aéreo y terrestre y un test general a través del escáner.



figura 1.3.6 imagen de un conector CAN-bus dañado en obra el cual intento reparar el cliente.

9.5. Mantenimiento a sistema hidráulico.

El sistema hidráulico es uno de los sistemas que más presenta fallas ya que éste está sometido a constante trabajo es decir que este sistema acciona todos los elementos móviles del equipo como lo es la atracción el desplace de pistones para la elevación, es el encargado de la apertura de frenos, este sistema consta de un motor eléctrico conectado una bomba de aceite mecánica esta al realizar una función se acciona mandando presión de aceite al manifold y éste a su vez direccionando la presión de aceite hacia la función que se desea como no es dirección, elevación, tracción, liberar frenos, giro de tornamesa, giro de canastilla en el caso del equipo de iron man que cuenta con jeep, se debe verificar mediante una inspección visual que no haya presencia de anomalías como lo es una fuga, mangueras agrietadas, o rings dañados, fuga en motores de giro, fuga en frenos, fuga en el depósito, fuga en el manifold, o fuga en el retorno del aceite hidráulico al depósito, de ser así, la anomalía detectada debe ser atendida lo más pronto posible ya que esto puede repercutir en daños colaterales por ejemplo: si el sistema de freno no apertura correctamente el motor eléctrico de tracción se ve forzado provocando un sobrecalentamiento lo que puede

repercutir en daño en los colectores, fundición de componentes, cortocircuito, el cual suele ir acompañado de un sobrecalentamiento, poniendo en una situación de alerta y de riesgo al equipo.



figura 1.2.9 se detecta presencia de fuga de aceite hidráulico en el pistón primario.

10. Resultados.

Durante mi estancia en la empresa desempeñándome como técnico de mantenimiento, aprendí todo lo fundamental para poder reparar un equipo de elevación y sus componentes, los cuales suelen ser los que presentan más anomalías o son clave para que el equipo se pueda ocupar de manera segura.

Se implementaron los conocimientos adquiridos durante mi estancia académica, para así poder realizar un trabajo específico de manera profesional, se puso en marcha un equipo el cual presentaba severos daños en sistemas clave para ser operada y sea confiable, con el tiempo trabajando se consiguió que se puedan dar diagnósticos más certeros de equipos que se encuentran en obra. o son reportados por funciones erróneas o anomalías en sus funciones.

ORDEN DE TRABAJO # OTTEP-8640

Cliente	-	Equipo	-	Asignación	-
Razón Social	GRUPO FIANCA SA DE CV	Modelo	JLG/4069LE	Tipo de servicio	[004] Correctivo en Obra
Obra	-	Descripción	PLAT. TIJ. ELEC.40 PIES 4069LE	Supervisor	(8728) ARMANDO ALVAREZ PÉREZ
Ref:	-	n	200135781	Fecha y hora de creación	23/12/2022 14:47:21
Contacto	GRUPO FIANCA SA DE CV	No. Serie	4069LE 200135781	Inicio Real	Fin Real
Teléfono	Móvil	Odom.	886.0		
		Acumulado	973.9		

Prediagnóstico
Fuga en pistón de elevación y en un freno. No permiten realizar reparaciones internas (Equipo se araña) Se solicita recolección.

Actividades realizadas

Refacciones o servicio	Historial de asignaciones
Cantidad	Asignado a
Materiales / Servicio	Comentarios
Firmas	Fecha y hora de asignación

26 DIC 2022 - 11:23 HRS.
LUIS E. RIVERA

Nombre y firma de Cliente

Nombre y firma de Técnico

Nombre y firma de Supervisor

Nombre y firma de de Almacén

MERCADO LIBRE NO PERMITE REALIZAR REPARACIONES EN SUS INSTALACIONES, SOLICITO AYUDA PARA RETIRAR MAQUINARIA PARA REPARACIÓN.

Se solicita que el equipo se acerque al estacionamiento para agilizar la recolección.

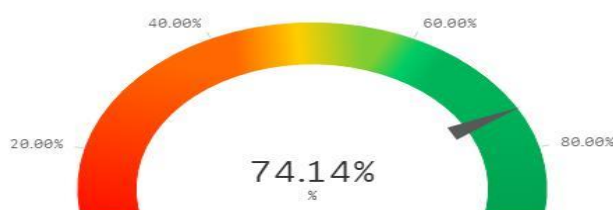
01800 177 6742 | PROSIC.NET

figura 1.3.0 orden de trabajo con el diagnostico, con la rúbrica del cliente y el técnico.

En la imagen anterior se puede observar el llenado por parte del técnico, dando el diagnóstico preciso y respaldado lo con su rúbrica, se le comparte el diagnostico al cliente (el equipo presenta fuga en pistón de elevación y freno derecho), y se le explica de manera resumida lo que se requiere para poder poner en marcha el equipo, si es un sitio donde la obra permite hacer reparaciones se solicitan las refacciones o la recolección del equipo, según sea el caso, posteriormente el cliente anota adicional algún comentario o mensaje para respaldar el dictamen proporcionado por el técnico, para que así el líder determine el protocolo a seguir y asigne el estatus del equipo, para su pronta reparación.



Ocupación 129 / 174



Gráfica de Barras

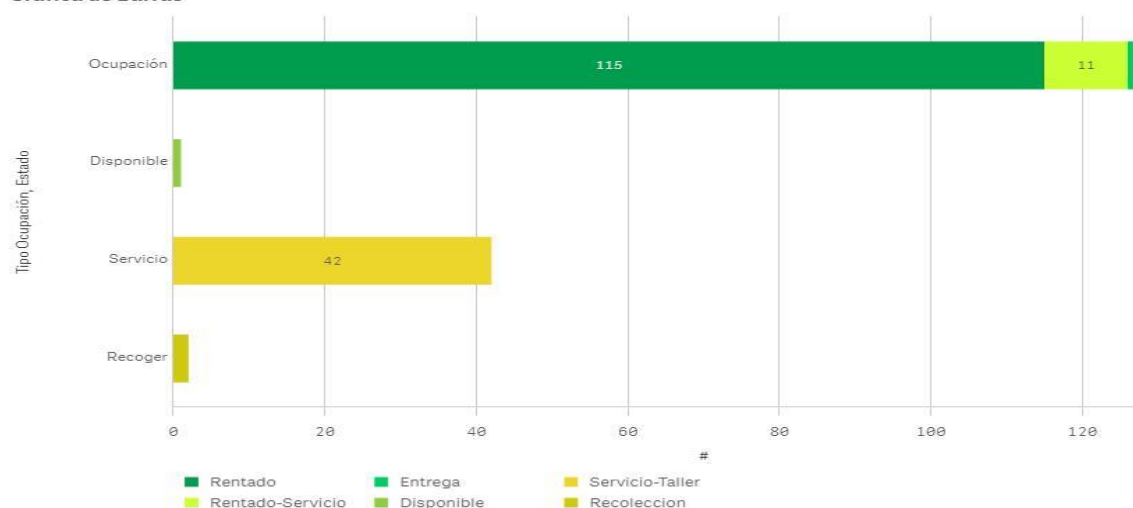


figura 1.3.1 grafica de rendimiento de la sucursal "Tepotzotlán".

En la siguiente grafica se muestrea el porcentaje de efectividad del taller de mantenimiento a nivel sucursal, en base a los resultados recabados en la semana, los cuales son: número de equipos en renta por el departamento de ventas, la cantidad de equipos detenidos en la sucursal por falta de refacciones especiales, y la cantidad de equipos que se ponen como disponibles para renta día, con día. Para esto se contempla el apoyo y trabajo en equipo que se tiene dentro de la sucursal.

En el apartado de ocupación es el indicador de equipos rentados por la sucursal de la cantidad de equipos asignados, es decir: 129 equipos se encuentran rentados de un total de una asignación de 174 equipos.

En la parte de disponible se muestra la cantidad de equipos puestos como disponibles en el día según la gráfica es de 1.

En el área de servicios, se refiere al departamento de mantenimiento, indicando la cantidad de equipos detenidos ya sean por mantenimiento programado o por falta de refaccionamiento el cual es de 42 equipos.

El último punto de recoger, son la cantidad de equipos que concluyeron su periodo de renta y tiene que ser recolectados. El cual es de 5 equipos los cuales deben arribar a la sucursal para ser revisados y asignarles un estatus.

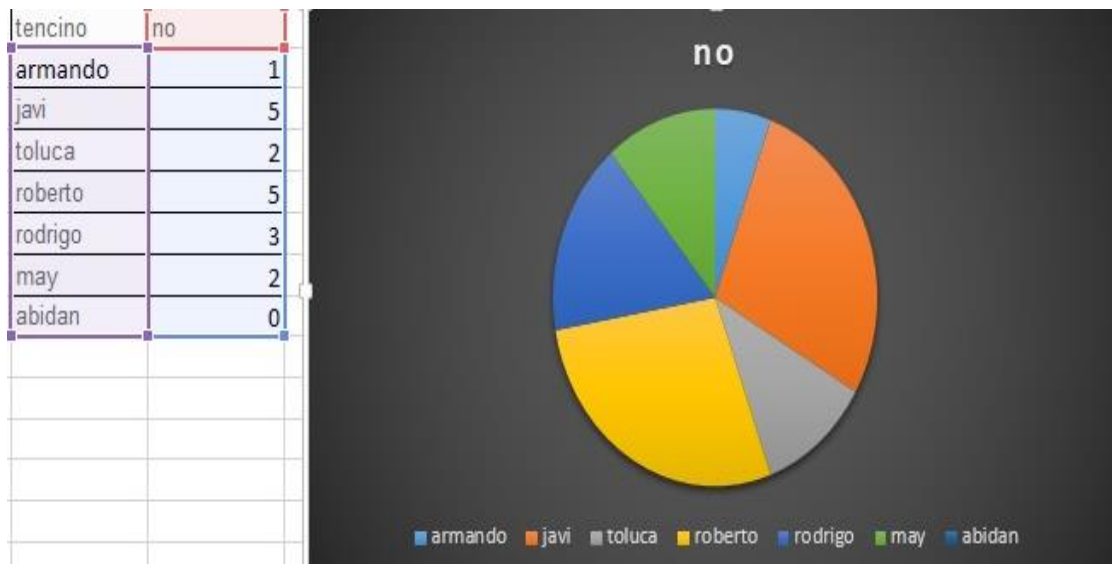


figura 1.3.2 grafica de pastel de equipos liberados y el grado de dificultad.

Como dato personal en la siguiente grafica se muestra mi contribución de liberación de equipos el cual es de un equipo, el cual es reparado en obra.

(8747) ARMANDO ORTIZ SALDAÑA (1)	285.91
OTTEP-8292 PLAT. TIJ. ELEC.32 PIES SJIII 4632 70036276	Tepotzotlán 285.91 [001] Mtto. Preventivo
(8749) JAVIER VARGAS JACINTO (5)	4,044.73
OTTEP-8322 PLAT. TIJ. ELEC.40 PIES SJ4740 A103001626	Tepotzotlán 168.21 [001] Mtto. Preventivo
OTTEP-8309 PLAT. TIJ. ELEC. 26 PIES GS-2646 GS4608-90016	Tepotzotlán 687.7 [002] Mtto. Correctivo
OTTEP-8299 PLAT. TIJ. ELEC.32 PIES GS-3246 GS4615A-136085	Tepotzotlán 587.7 [001] Mtto. Preventivo
OTTEP-8295 PLAT. TIJ. ELEC.32 PIES SJIII 4632 70036018	Tepotzotlán 2,571.01 [001] Mtto. Preventivo
OTTEP-8293 PLAT. TIJ. ELEC. 19 PIES SJ3219 A100015481	Tepotzotlán 30.11 [001] Mtto. Preventivo
(8136) JUAN CARLOS RAMIREZ ROJAS (2)	1,701.61
OTTEP-8315 PLAT. ART. ELEC. 60 PIES Z-60/37 DC Z6016N-140	Tepotzotlán 1,015.10 [004] Correctivo en Obra
OTTEP-8290 PLAT. TIJ. ELEC.32 PIES GS-3246 GS4614A-116533	Tepotzotlán 686.51 [002] Mtto. Correctivo
(8684) ROBERTO BRAVO RUIZ (5)	3,166.61
OTTEP-8304 PLAT. TIJ. ELEC. 40 PIES SJ4740 A103003204	Tepotzotlán 9.91 [001] Mtto. Preventivo
OTTEP-8297 PLAT. ART. ELEC.45 PIES Z-45/25 DC & Bi Z452513A-48830	Tepotzotlán 1,861.60 [001] Mtto. Preventivo
OTTEP-8279 PLAT. TIJ. ELEC. 40 PIES 4045R 0200267268	Tepotzotlán 253 [002] Mtto. Correctivo
OTTEP-8265 PLAT. TIJ. ELEC. 26 PIES GS-2632 GS3215A-137148	Tepotzotlán 693 [002] Mtto. Correctivo
OTTEP-8097 PLAT. TIJ. ELEC. 19 PIES 1932R M200023963	Tepotzotlán 349.1 [002] Mtto. Correctivo
(8641) SANTIAGO RODRIGO SÁNCHEZ GÓMEZ (3)	2,879.90
OTTEP-8298 PLAT. ART. ELEC.45 PIES Z-45/25J DC & Bi Z452514A-50524	Tepotzotlán 2,079.20 [001] Mtto. Preventivo
OTTEP-8294 PLAT. TIJ. ELEC.32 PIES GS-3246 GS4616P-138431	Tepotzotlán 521.1 [001] Mtto. Preventivo
OTTEP-8281 PLAT. TIJ. ELEC. 40 PIES 4045R 0200267766	Tepotzotlán 279.6 [001] Mtto. Preventivo
(8667) SARAI MAYTE ESQUIVEL PÉREZ (2)	2,071.20
OTTEP-8307 PLAT. ART. ELEC.33 PIES Z-33/18 Z331816M-667	Tepotzotlán 1,032.20 [002] Mtto. Correctivo
OTTEP-8303 PLAT. ART. ELEC. 45 PIES Z-45/25J DC & Bi Z452514A-50310	Tepotzotlán 1,039.00 [002] Mtto. Correctivo

figura 1.3.3 lista de integrantes, los equipos realizados y el estatus de cada uno de ellos.

sucursal	no de equipos en mantenimiento
Tizayuca (4)	4
Coatzacoalcos (8)	8
Veracruz (11)	11
Silao (12)	12
Puebla (12)	12
San Luis Potosí (14)	14
Mérida (16)	16
Cuernavaca (17)	17
Guadalajara (17)	17
Monterrey (21)	21
Querétaro (23)	23
Toluca (34)	34
Tepotzotlán (35)	35

figura 1.3.4 lista de equipos detenidos en mantenimiento en otras sucursales.

Como dato adicional se muestra esa tabla de equipos detenidos, haciendo referencia a la sucursal de Tepetzotlán que es donde desarrollo mi residencia profesional.



figura 1.3.5 imagen del equipo terminado.

En la siguiente imagen se aprecia el equipo una vez terminado, después de haber pasado por todas las áreas previamente mencionados, los cuales garantizan que el equipo se encuentra en óptimas condiciones para ser puesto en renta y es un equipo seguro para ser operado.

Al haber pasado por todas las áreas de revisión y haber realizado mantenimiento total, el cual garantiza la fiabilidad de la funcionalidad del equipo.

Se realizan pruebas de funcionamiento exhaustivas para así poder concluir en que los objetivos planteados se han alcanzado.



11. Conclusión.

Durante mi estancia en la escuela aprendí qué es importante tener buenos cimientos para poder comprender y afrontar los problemas que se presentan, ningún problema es lo suficientemente grande cuando se enfrenta con valor y decisión, en esta etapa de residencias profesionales tuve la oportunidad de desempeñar todo mi conocimiento adquirido en la escuela además de poner en práctica toda la teoría como lo es el trabajo en equipo, además de que la escuela te enseña que un trabajo honesto y hecho con pasión siempre se hará notar, de igual forma se puede destacar de manera inmediata teniendo un gran número de aciertos. En esta ocasión me siento muy contento de poder aprender todo lo relacionado a equipos de elevación como lo es plataformas, ya que estas cuentan con todos los sistemas que se relacionan con la ingeniería de mecatrónica, es decir sistemas mecánicos, eléctricos, sistemas electromecánicos, sistemas de control, comunicación de nueva generación y la oportunidad de realizar un proyecto desde cero con el apoyo de todos los compañeros y jefe de la sucursal, asimismo concluyó que todo ese trabajo y horas de dedicación académicas rinden fruto cuando llegas al mundo laboral ya que ahí es donde se demuestra la capacidad de uno para poder resolver problemas, para poder ofrecer soluciones y poder optimizar el sistema.

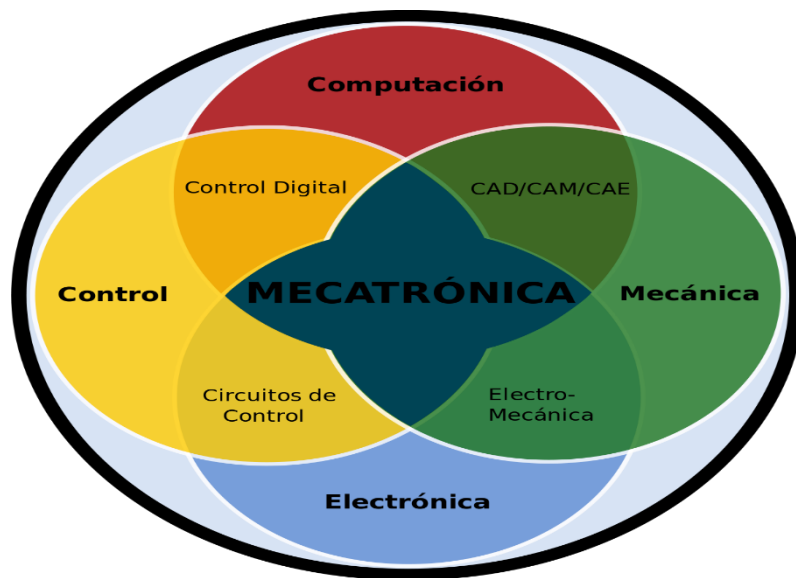
Gracias a que tuve la oportunidad de desarrollarme profesionalmente en la empresa PROSIC, puedo decir que obtuve una gran experiencia laboral y un gran sabor de boca al tener un gran equipo de trabajo donde siempre se apoya unos con otros para que juntos logremos la meta que propone el trabajo del día a día, poder poner en práctica lo aprendido y aprender cada día más es una de las etapas más satisfactorias como trabajador y egresado.

El poder trabajar en el proyecto me permitió poder lograr desempeñar mi conocimiento además de la oportunidad de hacerme destacar como un buen trabajador proponiendo ideas desarrollando métodos de trabajo además de poder desarrollar innovaciones dentro de la empresa que espero sean tomadas en cuenta y analizadas a detalle por los departamentos correspondientes y a su vez obtener ese reconocimiento y la distinción de ser un elemento valioso para la empresa el cual valga la pena cuidar.

Como resultado de mi estancia en la empresa puedo decir con orgullo que he aprendido demasiado me llevo todas esas experiencias gratas de haber convivido con un gran equipo de trabajo el cual me compartió todo el conocimiento que estuvo a su alcance de igual forma pude corresponder transmitiendo mi conocimiento para así poder crear un ambiente de trabajo complementado en el cual no existen pretextos, el cual es un equipo que sólo existe el sí se puede, creando un equipo que ofrece soluciones, un equipo eficiente el cual sabe trabajar en equipo.

El poder implementar cosas nuevas a un proceso de mantenimiento, como continuar con los lineamientos ya existentes permite comprobar que se pueden alcanzar objetivos que se fijan con claridad, lo cual nos dará resultados positivos.

12. Competencias desarrolladas



Se desarrolló y aplicó los conocimientos teóricos en la práctica.

Se realizan circuitos eléctricos, electrónicos.

Se implementan los elementos mecánicos.

Se Programan módulos de control.

Se conoce y valora uno mismo y aborda problemas, retos.

Se elige y practica estilos de vida saludables.

Se desarrolla innovaciones y propone soluciones a problemas a partir de métodos establecidos.



Se tiene una postura personal sobre temas de interés y relevancia general, considerando otros puntos de vista de manera crítica y reflexiva.

Se aprende por iniciativa e interés propio a lo largo de la vida.

Se participó y colaboró de manera efectiva en equipos diversos.

Se mantiene una actitud respetuosa hacia la interculturalidad y la diversidad de creencias, valores, ideas y prácticas sociales.

Se formuló y solucionó problemas matemáticos, aplicando diferentes enfoques.

Se explica e interpreta los resultados obtenidos mediante las situaciones reales.

Se realizan actividades para la concreción de objetivos y metas.

Se verifica el cumplimiento de los parámetros de calidad exigidos.

Se trabaja hasta alcanzar las metas o retos propuestos.

Se busca y analiza información útil para la solución de problemas de área.

Se identifica los comportamientos apropiados para cada situación.

Se registra y revisa información para asegurar que sea correcta.

Se actúa responsablemente de acuerdo a las normas y disposiciones definidas.

13. Recomendaciones y experiencias.

Durante mi estancia, en PROSIC, tuve la oportunidad de conocer a detalle los componentes de cada equipo, además de poder ensamblarlos a detalle con ayuda de los compañeros más experimentados, para así nutrir mi conocimiento teórico de conocimiento práctico, lo cual repercute en poder realizar reparaciones con mayor efectividad en menor tiempo posible.

Considero necesario y recomiendo contar con un par de manuales impresos ya que el principio de funcionamiento es el mismo, para poder reducir los tiempos en los que se realiza



un trabajo además de que se requiere de cierto número de herramientas especiales las cuales aún no se adquieren.

Gracias a que se cuenta con un periodo de experiencia adquirido en sitio los diagnósticos del técnico son más certeros y proponen una solución más efectiva, respaldados por una trayectoria de reparaciones previas y una baja reincidencia de fallas en el mismo equipo.

Como gran experiencia puedo agregar la oportunidad que tuve de entrar a diversas empresas gracias a prosic, conocerlas internamente además de conocer sus procesos de manera visual, además de la oportunidad de viajar por todo el estado de México, la ciudad de México y algunas locaciones del vecino, el estado de Hidalgo.

13 Bibliografías.

CAPITULO III EL MANTENIMIENTO 3.1 Conceptos Básicos de Mantenimiento. (n.d.).

http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lim/alarcon_g_jm/capitulo3.pdf.

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN. (n.d.). [http://academica-](http://academica-e.unavarra.es/bitstream/handle/2454/2049/577191.pdf)

[e.unavarra.es/bitstream/handle/2454/2049/577191.pdf](http://academica-e.unavarra.es/bitstream/handle/2454/2049/577191.pdf).

3 Tipos de Mantenimiento 3.0. Esquema conceptual de la unidad. (n.d.).

<http://www.mantenimientomundial.com/torres/Parte3.pdf>.

PDF Manuals. (2022). Jlg.com.

https://csapps.jlg.com/OnlineManuals/Browse.aspx?_gl=1*uc144s*_ga*MTczMjc4MDM0Ni4xNjc4NTIyNzQ0*_ga_ZC93P6XHXN*MTY3MTUyMjc0NC4xLjEuMTY3MTUyMzM3MC4wLjAuMA..

Cursos de capacitación: llenado de checklist, orden de trabajo e interpretación de manual de etiquetado por “yardman” Ing. Eduardo Gonzales Guido, empresa Prosic, en el periodo de la segunda semana de agosto.

Curso de interpretación de manual de partes para solicitar refaccionamiento impartido por Lic. Aldo Jair Gómez, empresa Prosic, en el periodo de la segunda semana de agosto.

Curso de correcta ejecución del mantenimiento preventivo, y detección de posibles fallas, impartido por el Ing. José Manuel Trejo, empresa Prosic, en el periodo de la segunda semana de agosto.

Manuales de operación y servicio JLG www.jlg.com.

Página oficial de la empresa prosic. www.Prosic.com

Curso de introducción al mantenimiento impartido por el Ing. José Manuel Trejo, empresa Prosic, en el periodo primera semana de septiembre.

Tablas complementarias para mantenimiento.

1.1 OPERATING SPECIFICATIONS

Table 1-1. Operating Specifications

Maximum Work Load (Capacity) Unrestricted:	500 lb. (230 kg)
Maximum Travel Grade (Gradeability)	30%
Maximum Travel Grade (Side Slope)	5°
Machine Weight (GVW)	
E400Anarrow	13100 lbs. (5942 kg)
M400Anarrow	13300 lbs. (6033 kg)
E400AJP	13700 lbs. (6214 kg)
M400AJP	13930 lbs. (6318 kg)
E400AJPnarrow	14900 lbs. (6759 kg)
M400AJPnarrow	15130 lbs. (6862 kg)
System Voltage	48 volts
Battery Life per Charge	7 hours continuous
Battery Recharge Time	
Charger	17 hours from full discharge
Generator	6.2 hours

Tabla1.1Especificaciones de funcionamiento.

1.3 BATTERY CHARGER

Table 1-3. Battery Charger

Input	110 VAC, 60 HZ
Output	48 VDC (25 Amps)
Batteries (8)	6 Volt, 370 Amp Hour (20 hour rate)

Tabla 1.3 Carga de batería

1.4 DRIVE SYSTEM

Table 1-4. Drive System

Drive Motor	48 VDC, 12.5 H.P. @ 3200 rpm. continuous, rotation - reversible
Drive Brake- spring-applied, hydraulically released	Drive Brake- spring-applied, hydraulically released

Tabla 1.4 Sistema de accionamiento.

1.5 HYDRAULIC PUMP/ELECTRIC MOTOR ASSEMBLY

Table 1-5. Hydraulic Pump/Electric Motor Assembly

Motor	48 VDC, 2.14 H.P. @ 2700 rpm.
Pump	0.098 in.[3]/rev. (1.6 cm[3]/rev.).
Pump Output	2.96 gpm (11.2 lpm) @ 3400 psi (234 Bar).

Tabla 1.5 Conjunto de bomba hidráulica / motor eléctrico

1.7 TIRES

Table 1-7. Tire Data

Size E/M400A, E/M400AJP	240/55 - 17.5 Pneu. non marking 240/55 - 17.5 Foam Filled 26 x 7 x 20 non marking 240/55 - 17.5 Pneu. 240/55 - Foam Filled
Size E/M400Anarrow, E/M400AJPnarrow	25 x 7 x 12 - non marking 22 x 6 x 17.5 - non marking
Tire Pressure (pneumatic)	90 psi. (6.2 Bar)
Max. Tire Load E/M 400Anarrow E/M400AJP E/M400AJPnarrow	5160 lbs. (2343 kg) 6300 lbs. (2860 kg) 7200 lbs. (3268 kg)
Ground Bearing Pressure E/M 400A E/M 400Anarrow E/M400AJP E/M400AJPnarrow	80 psi (5.6kg/cm ²) 95 psi (6.6 kg/cm ²) 80 psi (5.6 kg/cm ²) 185 psi (13.0 kg/cm ²)

Tabla 1.7 llantas

1.8 DIMENSIONAL DATA

Table 1-8. Dimensional Data

Machine Height (stowed) E/M400AJP E/M400AJPnarrow E/M 400A E/M 400Anarrow	6 ft. 7 in. (2.0 m) 6 ft. 5.75 in. (1.31 m) 6 ft. 7 in. (2.0 m) 6 ft. 5.75 in. (1.97 m)
Machine Width E/M 400A E/M 400Anarrow E/M400AJP E/M400AJPnarrow	5 ft. 9 in. (1.75 m) 4 ft. 11 in. (1.50 m) 5 ft. 9 in. (1.75 m.) 4 ft. 11 in. (1.49 m.)
Machine Length (stowed) E/M 400A E/M 400Anarrow E/M400AJP E/M400AJPnarrow	18 ft. 1 in. (5.50 m) 18 ft. 1 in. (5.50 m) 22.0 ft. (6.7 m) 22.0 ft. (6.7 m)
Wheel Base	6 ft. 7.0 in. (2.00 m)
Track Width E/M 400A, E/M400AJP E/M 400Anarrow, E/M400AJPnarrow	Track Width 5 ft. 0 in. (1.51 m) 4 ft. 3.75 in. (1.31 m)
Ground Clearance E/M 400A, E/M400AJP E/M 400Anarrow, E/M400AJPnarrow	8.5 in. (0.22 m) 5 in. (0.13 m)
Working Height	46 ft. 0 in. (14.02 m)
Platform Height	40 ft. 0 in. (12.19 m)
Up and Over Platform Height	21 ft. 5 in. (6.55 m)
Horizontal Reach @ Maximum Up and Over E/M 400A, E/M 400Anarrow E/M400AJP, E/M400AJPnarrow	21 ft. 2 in. (6.41 m) 22 ft. -5 in. (6.83 m)
Tail Swing (Any Position) E/M 400A, E/M400AJP, E/M400AJPnarrow - 0 in. E/M 400Anarrow - 4 in.	Tail Swing (Any Position) E/M 400A, E/M400AJP, E/ M400AJPnarrow - 0 in. E/M 400Anarrow - 4 in.
Turning Radius (Inside) E/M 400A E/M 400Anarrow E/M400AJP E/M400AJPnarrow	2 ft. 0 in. (0.61 m) 2 ft. 10 in. (0.86 m) 2 ft. - 0 in. (0.61 m) 2 ft. -10 in. (0.86 m)
Turning Radius (outside)	10 ft. - 4 in. (3.15 m)

1.9 FUNCTION SPEEDS

Table 1-9. Function Speeds

Function	Seconds
Main Lift Up	30-24
Main Lift Down	29-23
Turntable Swing Right & Left 360°	81-67**
Telescope Out - E400AJP, M400AJP, E400AJPn, M400AJPn	10-6
Telescope Out - E400An, M400An, E400A, M400A	18-14
Telescope In - E400AJP, M400AJP, E400AJPn, M400AJPn	15-10
Telescope In - E400An, M400An, E400A, M400A	28-23
Platform Rotate (4 ft.) - Right & Left 180° - E400AJP, M400AJP, E400AJPn, M400AJPn	20-24***
Platform Rotate (5 ft.) - Right & Left 180° - E400AJP, M400AJP	16-19**
Platform Rotate - Right & Left 180° - E400An, M400An, E400A, M400A	17-14**
Jib Up	25-26
Jib Down	24-25
Jib Swing	18-25
Lower Lift Up	33-27
Lower Lift Down	26-22
High Drive - Fwd. & Rev. E400AJP/M400AJP (200 ft.)	42-44*** 3.2 mph. (5.1 kph)
High Drive - Fwd. & Rev. E400AJPn/M400AJPn (200 ft.)	45-50*** 3.0 mph. (4.8 kph)
Drive above Horiz. (ANSI) - Fwd. & Rev. E400A, E400AJP/M400A, M400AJP (50 ft.)	50-53*** 0.64 mph (1 kph)
Drive above Horiz. (ANSI) - Fwd. & Rev. E400An/ E400AJPn/M400n, M400AJPn (50 ft.)	78-85*** 0.44 mph. (0.7 kph)
Drive above Horiz. (CE) - Fwd. & Rev. E400AJP/ M400AJP (50 ft.)	107-112*** 0.32 mph (0.5 kph)
Drive above Horiz. (CE) - Fwd. & Rev. E400An/ E400AJPn/M400An/ M400AJPn (50 ft.)	78-85*** 0.44 mph. (0.7 kph)
Drive above Horiz. (CE) - Fwd. & Rev. E400A/M400A (50 ft.)	67-71*** 0.48 mph. (0.8 kph)
* Swing Left to Swing Right should be within 10% of each other.	
** Swing Left to Swing Right should be within 15% of each other.	
*** Drive Forward to Drive Reverse should be within 10% of each other.	

Tabla 1.9 Velocidad de las funciones

1.10 TORQUE SPECIFICATIONS

Table 1-10. Torque Requirements

Description	Torque Value	Interval Hours
Wheel Lugs	170 ft. lbs. (230 Nm)	150
Swing Bearing (Loctite)	190 ft. lbs. (260Nm)	50/600*

Tabla 1.10 torques específicos.

1.14 PRESSURE SETTINGS

Table 1-14. Pressure Settings - Prior to S/N 0300062642

Circuit	PSI	Bar
Main Control Valve		
Lift Down Relief	550	38
Tower Lift Down Relief	1700	117
Telescope In Relief (A/AJ)	2150	148
Telescope In Relief (AJP)	3000	207
Platform Level Up Relief	2500	172
Platform Level Down Relief	1500	103
Brake/Steer Valve		
Steer Relief	2300	159
Steer Relief - AJPn	1100	76
Main Relief - E400A/M400A	3200	221
Main Relief - E400AJ/M400AJ	3400	234
Jib Valve		
Jib Relief (Up and Down)	1500	103
Jib Swing Relief	3000	207
Releveling Valve		
Releveling Relief	1200	83

Tabla 1.14ajustes de Presión

1.16 LUBRICATION

Table 1-16. Hydraulic Oil

Hydraulic System Operating Temperature Range	S.A.E. Viscosity Grade
+0° to +180° F (-18° to +83° C)	10W
+0° to +210° F (-18° to +99° C)	10W-20, 10W30
+50° to +210° F (+10° to +99° C)	20W-20

Tabla 1.16 lubricación y rango

1.17 OPERATOR MAINTENANCE & LUBRICATION

NOTE: The following numbers correspond to those in Figure 1-2., Operator Maintenance & Lubrication Diagram.

Table 1-19. Lubrication Specifications.

KEY	SPECIFICATIONS
MPG	Multipurpose Grease having a minimum dripping point of 350 degrees F. Excellent water resistance and adhesive qualities; and being of extreme pressure type (Timken OK 40 pounds minimum).
EPGL	Extreme Pressure Gear Lube (oil) meeting API Service Classification GL-5 or Mil-Spec Mil-L-2105.
HO	Hydraulic Oil. Mobil DTE-11M
OG*	Open Gear Lube - Tribol Molub-Alloy 936 Open Gear Compound. (JLG Part No. 3020027)
BG*	Bearing Grease (JLG Part No. 3020029) Mobilith SHA 460.
LL	Synthetic Lithium Lubricant, Gredag 741 Grease. (JLG Part No. 3020022)
EO	Engine (crankcase) Oil. Gas - API SF/SG class, MIL-L-2104. Diesel - API CC/CD class, MIL-L-2104B/MIL-L-2104C.
*MPG may be substituted for these lubricants, if necessary, but service intervals will be reduced.	

Tabla 1.17 operación mantenimiento y lubricación.

Table 2-1. Inspection and Maintenance

Type	Frequency	Primary Responsibility	Service Qualification	Reference
Pre-Start Inspection	Prior to use each day; or At each Operator change.	User or Operator	User or Operator	Operator and Safety Manual
Pre-Delivery Inspection	Prior to each sale, lease, or rental delivery.	Owner, Dealer, or User	Qualified JLG Mechanic	Service and Maintenance Manual and applicable JLG inspection form.
Frequent Inspection	In service for 3 months or 150 hours, which- ever comes first; or Out of service for a period of more than 3 months; or Purchased used.	Owner, Dealer, or User	Qualified JLG Mechanic	Service and Maintenance Manual and applicable JLG inspection form.
Annual Machine Inspection	Annually, no later than 13 months from the date of the prior inspection.	Owner, Dealer, or User	Factory-Certified Service Technician	Service and Maintenance Manual and applicable JLG inspection form.
Preventive Maintenance	At intervals as specified in the Service and Maintenance Manual.	Owner, Dealer, or User	Qualified JLG Mechanic	Service and Maintenance Manual

Tabla 2.1 inspección y mantenimiento.

Cylinder Drift

Table 2-2. Cylinder Drift

Cylinder Bore Diameter		Max. Acceptable Drift in 10 Minutes	
inches	mm	inches	mm
3	76.2	0.028	0.68
3.5	89	0.019	0.48
4	101.6	0.015	0.38
5	127	0.009	0.22
6	152.4	0.006	0.15
7	177.8	0.005	0.13
8	203.2	0.0038	0.10
9	228.6	0.0030	0.08

Drift is to be measured at the cylinder rod with a calibrated dial indicator. The cylinder oil must be at ambient temperature and temperature stabilized.

The cylinder must have the normal load, which is the normal platform load applied.

If the cylinder passes this test, it is acceptable.

NOTE: This information is based on 6 drops per minute cylinder leakage.

Tabla 2.2 datos del cilindro.



14. Anexos



Tepotzotlán estado de México a 07 de abril del 2025

Asunto: **carta de no inconveniencia**

Dra. Yesica Imelda Saavedra Benitez
Directora Instituto tecnológico de Apizaco.
PRESENTE

Por este conducto, informo a usted que la empresa **Promotora de Servicios Integrales para la Construcción S.A. de C.V._PROSIC** no tiene inconveniente alguno que el alumno, **C. Armando Ortiz Saldaña**, de la carrera de **Ingeniería en Mecatrónica** del **Tecnológico Nacional de México Campus Apizaco**, con numero de control: **13370701**, utilice la información presentada para su informe de titulación integral de residencia profesional. **Período del 10 de agosto del 2022 al 15 de diciembre del 2022**, desarrollando el proyecto: **Iron Man**.

Sin otro particular, le envié un cordial saludo.

Atentamente:



Ing. Eduardo Gonzales Guido
Jefe de Mantenimiento- jgonzalez@servicioprosic.com
tel. 55 5008 0351