	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	<u>Documento</u>	<u>Código</u>	<u>Fecha</u>	<u>Revisión</u>
	FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO	F-AC-DBL-007	10-04-2012	A
	<u>Dependencia</u>	<u>Aprobado</u>		<u>Pág.</u>
DIVISIÓN DE BIBLIOTECA	SUBDIRECTOR ACADEMICO			1(69)

RESUMEN - TESIS DE GRADO

AUTORES	LUIS FERNANDO LATORRE NOGUERA
FACULTAD	DE INGENIERIAS
PLAN DE ESTUDIOS	INGENIERIA MECANICA
DIRECTOR	ING. MARIA ANGELICA ACOSTA
TÍTULO DE LA TESIS	CONTROL Y ANALISIS DE MANTENIMIENTO SOBRE LOS EQUIPOS DE GLP EN MONTACARGAS Y TRANSPORTES S.A.S.

RESUMEN (70 palabras aproximadamente)

En el presente trabajo se muestra todas las actividades desarrolladas durante la práctica profesional en la empresa Montacargas y transportes S.A.S, entre los principales objetivos propuestos están el diseño y documentación de un plan de mantenimiento de la empresa así como un sistema de alerta para cambios de aceite en las montacargas ya que es una parte critica en el funcionamiento de estos equipos, también documentar la mayor parte de conocimientos adquiridos acerca de los equipos usados en el trabajo y parte de investigación realizada en la empresa.

CARACTERÍSTICAS

PÁGINAS: 69	PLANOS:	ILUSTRACIONES: 41	CD-ROM: 1
--------------------	----------------	--------------------------	------------------



VÍA ACOLSURE, SEDE EL ALGODONAL. OCAÑA N. DE S.
Línea Gratuita Nacional 018000 121022 / PBX: 097-5690088
www.ufpso.edu.co



**CONTROL Y ANALISIS DE MANTENIMIENTO SOBRE LOS EQUIPOS DE GLP
EN MONTACARGAS Y TRANSPORTES S.A.S.**

LUIS FERNANDO LATORRE NOGUERA

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA
FACULTAD DE INGENIERIAS
INGENIERIA MECANICA
OCAÑA
2014**

**CONTROL Y ANALISIS DE MANTENIMIENTO SOBRE LOS EQUIPOS DE GLP
EN MONTACARGAS Y TRANSPORTES S.A.S.**

LUIS FERNANDO LATORRE NOGUERA

Trabajo final de pasantía para optar el título de Ingeniero Mecánico

**Director
ING. MARIA ANGELICA ACOSTA**

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA
FACULTAD DE INGENIERIAS
INGENIERIA MECANICA
OCAÑA
2014**

CONTENIDO

	Pág.
<u>INTRODUCCIÓN</u>	11
<u>1. CONTROL Y ANALISIS DE MANTENIMIENTO SOBRE LOS EQUIPOS DE GLP EN MONTACARGAS Y TRANSPORTES S.A.S</u>	12
1.1 <u>DESCRIPCION BREVE DE LA EMPRESA</u>	12
1.1.1 Misión	12
1.1.2 Visión	12
1.1.3 Objetivos de la empresa	13
1.1.4 Descripción de la estructura organizacional	13
1.1.5 Descripción de la dependencia a la que fue asignado	14
1.2 <u>DIAGNÓSTICO INICIAL DE LA DEPENDENCIA ASIGNADA</u>	14
1.3 <u>OBJETIVOS DE LAS PASANTÍAS</u>	14
1.3.1 Objetivo general	14
1.4 <u>DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES A DESARROLLAR EN LA MISMA</u>	14
2. <u>ENFOQUES REFERENCIALES</u>	16
2.1 <u>ENFOQUE CONCEPTUAL</u>	16
2.2 <u>ENFOQUE LEGAL</u>	17
3. <u>INFORME DE CUMPLIMIENTO DE TRABAJO</u>	18
3.1 <u>PRESENTACIÓN DE RESULTADOS</u>	18
4. <u>DIAGNOSTICO FINAL</u>	61
5. <u>CONCLUSIONES</u>	62
6. <u>RECOMENDACIONES</u>	63
<u>BIBLIOGRAFIA</u>	64
<u>REFERENCIAS DOCUMENTALES ELECTRÓNICAS</u>	65
<u>ANEXOS</u>	66

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Cuadro 1. Descripción de las actividades a desarrollar en la empresa	15
Cuadro 2. Características de GLP a nivel mundial	19
Cuadro 3. Comparación de composición de GLP en diferentes países	22
Cuadro 4. Fallas y frecuencias de falla en elementos de válvulas de pipetas	42
Cuadro 5. Fallas y frecuencia de fallas en electroválvula ³	44
Cuadro 6. Matriz de registro de fallas por código	51
Cuadro 7. Guía básica detección de fallas para operarios y mecánicos	57

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Estructura organizacional de la empresa	13
Figura 2. Estructuras moleculares del propano y butano	18
Figura 3. Productos y subproductos del proceso de destilación del petróleo	19
Figura 4. Evolución de producción de GLP en Colombia por fuente productora	20
Figura 5. Proceso del gas desde su extracción hasta su consumo fina	21
Figura 6. Camión cisterna de la empresa “Roscoegas S.A” en proceso de tanque	23
Figura 7. Operario de la empresa “Roscoegas S.A” enganchando el camión al tanque estacionario	23
Figura 8. Tanque estacionario de GLP	24
Figura 9. Cilindros de gas de montacargas de 40 Lb	25
Figura 10. Mangueras de tanqueo de pipetas de montacargas	25
Figura 11. Certificado de mantenimiento de los tanques estacionarios de GLP	26
Figura 12. Lista de chequeo para el mantenimiento	27
Figura 13. Lista general de mantenimiento de cilindros de gas	28
Figura 14. Proceso grafico de mantenimiento de cilindros de gas	29
Figura 15. Esquema del sistema de gas del carburador	31
Figura 16. Esquema del sistema de gas con inyección multipunto	33
Figura 17. Cilindro de GLP para montacargas	34
Figura 18. Electroválvula para equipo de GLP4	35
Figura 19. Imagen esquemática de reductor Gasificador	36
Figura 20. Mezclador para GLP	37
Figura 21. Agujeros roscados y válvula de cilindro de gas	41
Figura 22. Componentes válvula sistema de gas	41
Figura 23. Taponamiento de manguera por alquitrán y suciedad	43
Figura 24. Fuga de gas detectada por agua jabonosa	43
Figura 25. Fallas en electroválvula del sistema de gas	44
Figura 26. Estructura interna de un reductor Gasificador marca BRC	45
Figura 27. Detalle del deterioro de las tuberías de agua por oxidación	46
Figura 28. Empaquetadura de gas de un equipo marca AMAN5	46
Figura 29. Empaquetadura de equipo de gas con alto grado de suciedad	47
Figura 30. Válvula interna de paso de gas en un reductor marca IMPCO	47
Figura 31. Válvula de gas sucia	48
Figura 32. Equipos de gas sucios	48
Figura 33. Lixiviados en equipos de gas	49
Figura 34. Gasificador con sus conductos totalmente tapados por cenizas y carbón	50
Figura 35. Polvillo de carbón con diamante	50
Figura 36. Despiece regulador Gasificador	54
Figura 37. Disolvente y prueba de disolución de lixiviado de gas	55
Figura 38. Hoja de reporte de novedades	58
Figura 39. Sección de insumos requeridos en la hoja de novedades	58
Figura 40. Control cambios de filtros y aceite en montacargas	59
Figura 41. Control desechos sólidos Montacargas y transportes S.A.S	59

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Manual de mantenimiento	67
Anexo B. Programa de alertas	68
Anexo C. Programa ambiental	69

RESUMEN

En el presente trabajo se muestra todas las actividades desarrolladas durante la práctica profesional en la empresa Montacargas y transportes S.A.S, entre los principales objetivos propuestos están el diseño y documentación de un plan de mantenimiento de la empresa así como un sistema de alerta para cambios de aceite en las montacargas ya que es una parte crítica en el funcionamiento de estos equipos, también documentar la mayor parte de conocimientos adquiridos acerca de los equipos usados en el trabajo y parte de investigación realizada en la empresa. La metodología para su desarrollo fue establecer un estado inicial de la dependencia asignada, hacer un inventario de las máquinas y equipos a trabajar y realizar su estudio individual para llevar a cabo de esta forma según fabricante el plan de mantenimiento y su historial para generar el sistema de alerta de cambios de aceite, también se revisó las normas ambientales para la disposición de desechos y de esta forma poder realizar el programa de alerta y revisión de generación de desechos para saber cuándo no se está cumpliendo con esta norma e intervenir de ser necesario. De esta forma se dejó en la empresa su nuevo programa de mantenimiento mecánico, un sistema de alerta para cambios de aceite en montacargas y un sistema de verificación de generación de desechos peligrosos, permitiendo normalizar estos procesos para el correcto funcionamiento de la misma y cumplir con las normas establecidas.

INTRODUCCION

En el presente trabajo se encuentra una investigación de las principales problemáticas en los equipos de gas en la empresa, se dan a conocer sus elementos y características para mejorar los sistemas de mantenimiento trabajados para hacerlo más fácil y confiable. Con esto se pretende lograr un mayor conocimiento por parte del personal de la empresa acerca de los equipos con los que trabajan diariamente, que no sea solamente darles uso, sino también conocer su funcionamiento, sus fallas y posibles soluciones, que aunque no serán llevadas a cabo por todos los empleados de la empresa, si tendrán una idea de funcionamiento y falla en caso de ser necesario. Se presentan programas de alerta así como un programa de mantenimiento, esto con el fin de mejorar y facilitar las tareas de revisión de los equipos, tratando que la empresa maneje el mantenimiento preventivo y conocimiento de falla en tiempo real. Se muestra también un programa de chequeo al cumplimiento de las normas de disposición de desechos peligrosos y así tener un mayor control de los residuos y cumplir con las normas ambientales.

1. CONTROL Y ANALISIS DE MANTENIMIENTO SOBRE LOS EQUIPOS DE GLP EN MONTACARGAS Y TRANSPORTES S.A.S.

1.1 DESCRIPCION BREVE DE LA EMPRESA

Montacargas y Transportes Ltda., es una empresa que nace en 1998 en la ciudad de Medellín, y ofrece al mercado soluciones en alquiler de toda clase de equipos en soporte de cargas: montacargas, grúas telescópicas, estibadores, planchones, tracto mulas, y además, capacitación de operadores.

Hacia el año 1997, cuando aún no se consolidaba como una empresa de servicios de alquiler de montacargas y transporte pesado, sino como una industria metal mecánica administrada por Margarita Arenas, nace la necesidad de comprar montacargas para el abastecimiento de la misma compañía. Así pues, tras la adquisición de los primeros equipos, atendiendo a las nuevas y numerosas solicitudes de alquiler por parte de algunas empresas aledañas, y pasando el negocio a manos del esposo de la antigua administradora, surge la idea de cambiar la razón social de la empresa y dar paso a la creación de: Montacargas John Jairo Arias, nombre con el que inicia la entidad actual.

Para ese entonces se contaba solo con tres empleados y cinco montacargas, y el ahora nuevo gerente, era el encargado de contactar los nuevos clientes e incluso de hacer afectivos algunos de los servicios solicitados; fue en ese tiempo también, cuando se logró cerrar el primer acuerdo comercial con una compañía de reconocimiento nacional: Cerro Matoso.

Tiempo después Oscar Arias Loza, hermano de John Jairo Arias, decide unirse a la empresa como asociado y aporta una maquina más a la empresa. De allí en adelante se inician grandes negocios con industrias nacionales como Familia, Pintuco, Andercol y Flowtite, esto desencadena un crecimiento considerable e inesperado, de ahí que fuera necesario adquirir una bodega en el barrio San Diego (locación actual), y por supuesto más personal y más maquinas; luego, tras adquirir el contrato con Papelsa y Kimberly por outsourcing se cambia nuevamente la razón social por: “Montacargas y Transportes s.a.s”.

A estas instancias la empresa ya ha ganado muy buen terreno en el mercado departamental pues con un total de 80 empleados, casi 90 montacargas con capacidades de carga desde 1 tonelada hasta 25 toneladas, 4 grúas telescópicas, 4 tracto mulas, 2 cama-bajas, planchones y estibadores, es capaz de abarcar diversas áreas y competir en el sector como una empresa líder.

1.1.1 Misión. Prestar apoyo logístico en la manipulación de todo tipo de cargas, contando con un personal humano calificado, adaptándonos a las necesidades particulares de cada uno de nuestros clientes y brindando equipos con alta capacidad.

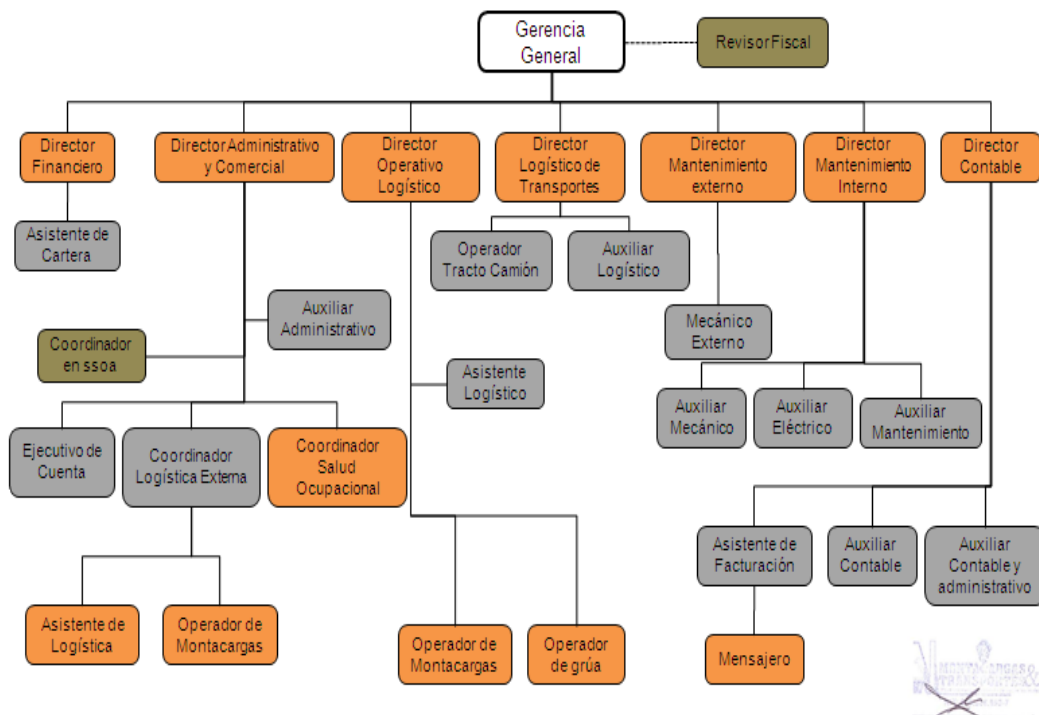
1.1.2 Visión. Ser en el año 2015 reconocidos como la mejor alternativa en montacargas de alta capacidad y grúas telescópicas, posicionándonos como una empresa líder en el

mercado, participando en los proyectos de crecimiento de la región; lo haremos posible siendo leales con los valores corporativos, mejorando constantemente en servicio, desarrollo humano e innovación en equipos.

1.1.3 Objetivos de la empresa. Mejorar y satisfacer continuamente las necesidades de los clientes, en un sistema de gestión integral, bajo los estándares y componentes básicos de calidad, salud ocupacional, seguridad industrial, medio ambiente y responsabilidad social empresarial, generar acciones económicas que garanticen el cumplimiento y viabilidad de los programas del sistema de gestión integral, cumplir los requisitos legales vigentes, generar una identidad corporativa sólida, partiendo del cuidado de la propiedad y el control del impacto socio ambiental, aplicar programas enfocados a la disminución de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales, apoyar organizaciones que velan por el bienestar de la población vulnerable, como un medio para dejar una huella positiva en la sociedad.

1.1.4 Descripción de la estructura organizacional

Figura 1. Estructura organizacional de la empresa.



Fuente. Registros Montacargas y Transportes S.A.S.

1.1.5 Descripción de la dependencia a la que fue asignado. El área de mantenimiento y de auxiliar de mantenimiento, debe velar por que los equipos estén en óptimas condiciones de operación, respondiendo por el estado de cada máquina. Para esta tarea se cuenta con todas las herramientas necesarias como computadores, manuales de fabricantes, herramientas y un gran equipo de trabajo entre técnicos mecánicos y auxiliares; esta dependencia también promueve y hace cumplir las políticas organizacionales en salud ocupacional, medio ambiente y calidad. Como tareas del auxiliar de mantenimiento está la de llevar un control diario de las máquinas que salen a prestar servicio mediante los pre-usos que son llenados por los operarios, para luego realizar un informe de mantenimiento semanal a los jefes de mantenimiento y gerencia, también es parte del trabajo del auxiliar de mantenimiento, controlar y recibir los repuestos de cada máquina, para no cometer errores en la referencia y montacargas que lo requiera.

1.2 DIAGNÓSTICO INICIAL DE LA DEPENDENCIA ASIGNADA.

En el área de mantenimiento se hace necesario llevar un control y registro de mantenimiento y gastos que cada una de las maquinas requiere, así como también un diseño de programa o guía de alerta para esta tarea, de tal forma que se pueda llevar un mantenimiento preventivo adecuado. Este trabajo era correctivo, haciendo que la empresa perdiera tiempo y dinero en demoras para los servicios de montacargas; no se había implementado la cultura del mantenimiento preventivo. Para su desarrollo se cuenta con los equipos y herramientas necesarias para llevar a cabo esta tarea como lo son computadores, herramientas, equipos y personal idóneo para las labores de mantenimiento entre los que se encuentran técnicos mecánicos.

1.3 OBJETIVOS DE LA PASANTIA

1.3.1 Objetivo general. Controlar el mantenimiento y manejo ambiental de las maquinas en montacargas y transportes s.a.s.

1.3.2 Objetivos específicos. Mostrar el funcionamiento de un sistema de alimentación de GLP como combustible para un motor de combustión interna.

Caracterizar los equipos de gas presentes en los montacargas de la empresa; marca, partes, capacidades, funcionamiento, entre otros.

Documentar el procedimiento para el mantenimiento de un equipo de GLP.

Desarrollar un sistema de control de disposición final de desechos y alerta para cambios de aceite y filtros en las máquinas de la empresa.

1.4 DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES A DESARROLLAR EN LA MISMA

Cuadro 1. Actividades a desarrollar

OBJETIVO GENERAL	OBJETIVO ESPECIFICO	ACTIVIDADES A DESARROLLAR EN LA EMPRESA PARA HACER POSIBLE LOS OBJETIVOS ESPECIFICOS
Controlar el mantenimiento y manejo ambiental de las maquinas en Montacargas y Transportes s.a.s.	Mostrar el funcionamiento de un sistema de alimentación de GLP como combustible para un motor de combustión interna.	Desarmar y armar los componentes del equipo de gas usado en los montacargas.
	Caracterizar los equipos de gas presentes en los montacargas de la empresa; marca, partes, etc.	Documentar por comerciantes los diferentes equipos de gas utilizados en la empresa.
	Documentar el Procedimiento para el mantenimiento de un equipo de GLP.	Redactar en un documento el procedimiento para mantenimiento de equipos de gas en la empresa.
	Desarrollar un sistema de control de disposición final de desechos y alerta para cambios de aceite y filtros en las máquinas de la empresa.	Programar en Excel un sistema de control de desechos peligrosos y alerta para cambios de aceite y filtros.

Fuente. Autor del proyecto

2. ENFOQUES REFERENCIALES

2.1 ENFOQUE CONCEPTUAL.

Montacargas. Es todo dispositivo mecánico empleado para el movimiento de suministros, materiales o productos terminados, el cual es accionado por un motor eléctrico o de combustión interna.¹

Estibadores. Herramienta mecánica compuesta de un “planchón” o mesa con ruedas que permite deslizar o mover cargas pesadas con el menor esfuerzo.²

Aceite de caja texamatic. Fluido viscoso compuesto de ciertos minerales que proveen a la caja de cambios de los vehículos la lubricación necesaria para su cuidado y protección durante las horas de trabajo.³

Aceite hidráulico. Fluido viscoso compuesto de ciertos minerales que proveen al sistema hidráulico de los vehículos la lubricación necesaria para su cuidado y protección durante las horas de trabajo.⁴

Hojas de Seguridad. Son hojas de datos destinadas a proporcionar información esencial sobre seguridad y salud en la utilización de productos químicos de una manera clara y concisa. El objetivo principal de las fichas es promover el uso seguro de los productos químicos en el lugar de trabajo y los destinatarios principales son por lo tanto los trabajadores y los responsables de la seguridad y la salud en el trabajo.⁵

Filtro de aceite. Se puede definir como una barrera contra las impurezas de los aceites, dejando pasar a este último con un mínimo de suciedad.⁶

Filtro de gas. Se puede definir como una barrera contra las impurezas de los aceites, dejando pasar a este último con un mínimo de suciedad.⁷

¹ ECOFORMAS. Montacargas. (s.l.) [on line] (s.f.) [citado el 22 de diciembre de 2013]. Disponible en internet en: <http://www.ecoformas.com/ES/tip/8>

² OFICIOSTRADICIONALES. Estibadores. (s.l.) [on line] (s.f.) [citado el 22 de diciembre de 2013]. Disponible en internet en: <http://www.oficiostradicionales.net/es/mar/estibadores/>

³ LUBRILANDIA. Aceite de caja texamatic. (s.l.) [on line] (s.f.) [citado el 22 de diciembre de 2013]. Disponible en internet en: http://www.lubrilandia.com.ar/Texaco/gama_de_productos/automotrices/caja_automatica_direccion_hidraulica/texamatic_fluid.htm

⁴ TORRES MANOTAS Erick Javier. Aceite hidráulico. (s.l.) [on line] (s.f.) [citado el 22 de diciembre de 2013]. Disponible en internet en: <http://es.scribd.com/doc/17883476/Aceites-Hidraulicos-Shell>

⁵ STATEFUNDCA. Hojas de Seguridad. (s.l.) [on line] (s.f.) [citado el 22 de diciembre de 2013]. Disponible en internet en: <http://www.statefundca.com/safety/safetymeeting/SafetyMeetingArticle.aspx?ArticleID=224>

⁶ SLIDESHARE. Filtro de aceite. (s.l.) [on line] (s.f.) [citado el 22 de diciembre de 2013]. Disponible en internet en: <http://www.slideshare.net/RO-DES/el-filtro-de-aceite-del-motor-qu-es-y-cul-es-su-funcin>

⁷ EHOWENESPANOL. Filtro de gas. (s.l.) [on line] (s.f.) [citado el 22 de diciembre de 2013]. Disponible en internet en: http://www.ehowenespanol.com/senales-fallas-filtro-gasolina-lista_109946/

GLP. Es la mezcla de gases licuados presentes en el gas natural o disueltos en el petróleo. Los componentes del GLP, aunque a temperatura y presión ambientales son gases, son fáciles de licuar, de ahí su nombre. En la práctica, se puede decir que los GLP son una mezcla de propano y butano.⁸

Horometro. Es un dispositivo que registra el número de horas en que un motor o un equipo, generalmente eléctrico o mecánico ha funcionado desde la última vez que se ha inicializado el dispositivo. Estos dispositivos son utilizados para controlar las intervenciones de mantenimiento preventivo de los equipos.⁹

RUC. Hace referencia al registro único de contratistas, que permite evaluar a cada empresa desde el punto de vista legal, ambiental, social, de trabajo y estructura otorgando una calificación para su evaluación.¹⁰

2.2 ENFOQUE LEGAL.

Ley 1252 de noviembre 27 de 2008

Norma técnica colombiana NTC 3853- Manejo y transporte de G.L.P.

⁸ MOTORPACIONFUTURO. GLP. (s.l.) [on line] (s.f.) [citado el 22 de diciembre de 2013]. Disponible en internet en: <http://www.motorpasionfuturo.com/glp-gnc/glp-que-es-y-para-que-sirve>

⁹ VELASQUEZ. Horometro. (s.l.) [on line] (s.f.) [citado el 22 de diciembre de 2013]. Disponible en internet en: http://www.velasquez.com.co/catalogo/horometro_digital.pdf

¹⁰ GUIATRIBUTARIA. RUC. (s.l.) [on line] (s.f.) [citado el 22 de diciembre de 2013]. Disponible en internet en: <http://www.guiatributaria.sunat.gob.pe/index.php/component/k2/item/94-%C2%BFqu%C3%A9-es-ruc>

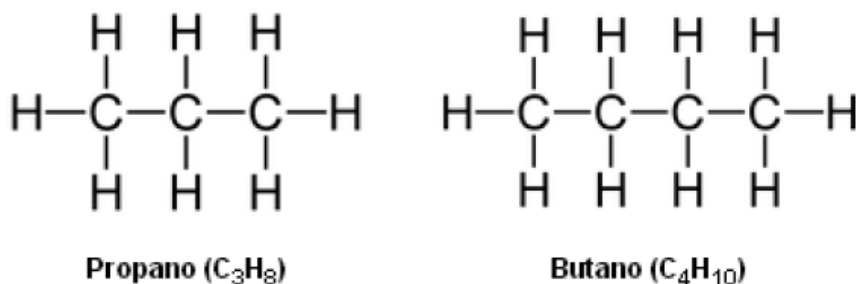
3. INFORME DE CUMPLIMIENTO DE TRABAJO

3.1 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Luego de evaluar cada uno de los objetivos planteados se presenta el trabajo de investigación realizado en la práctica laboral de la empresa Montacargas y Transportes s.a.s. el cual inicia con el estudio del combustible usado para las montacargas que es el GLP(Gas Licuado del Petróleo).

Los procesos de refinación del petróleo dan como resultado una serie de productos, entre ellos se encuentran: Gasolina, queroseno, diesel, nafta y por ultimo gas licuado de petróleo, este es la mezcla de dos hidrocarburos existentes en el aceite, el propano (C_3H_8) y el butano (C_4H_{10}), una de las principales características que diferencian al propano del butano, y que por lo tanto determinan su uso es la “tensión de vapor” que corresponde a la presión de la fase gaseosa en equilibrio con la fase líquida.

Figura 2. Estructuras moleculares del propano y butano



Fuente. www.ciete.es

El propano, butano y otros componentes del GLP son gases a temperatura ambiente y presión atmosférica. Cuando éstos se someten a presiones moderadamente bajas, o a refrigeración, se licuan; la razón por la que el Gas Licuado de Petróleo se licua es para hacer eficaz su transporte y almacenamiento. Una unidad de líquido tiene la misma energía contenida que 270 unidades de gas. En otras palabras, el gas licuado de petróleo se compacta para almacenamiento y transporte (como líquido) y brinda todos los beneficios de un combustible gaseoso (relacionados con la calidad de la combustión) cuando es usado en el proceso de combustión de un motor.

Aunque el Gas Licuado está asociado a la producción de gas natural y crudo de petróleo, es una de las energías con mayor potencial calorífico, pudiendo desempeñar prácticamente cualquiera de las funciones de los combustibles primarios de los que se deriva, además cuenta con amplias ventajas medioambientales y económicas respecto a la mayor parte de las energías tradicionales, el GLP es una fuente de energía respetuosa del medio ambiente, cuando GLP se quema se produce la más limpia de las emisiones de todos los productos a base de aceite, con una producción de dióxido de carbono bajo.

El GLP tiene una amplia gama de aplicaciones: doméstico (calefacción, cocina, producción de agua caliente), cocina industrial, agrícola y de carburantes para la automoción. GLP se utiliza en cientos de aplicaciones por millones de usuarios en todo el mundo.

Figura 3. Productos y subproductos del proceso de destilación del Petróleo



Fuente. www.ciete.es

Propiedades del GLP a nivel mundial. El GLP se caracteriza por tener un poder calorífico alto y una densidad mayor que la del aire, en la siguiente Cuadro podremos observar algunas de las propiedades más interesantes de los componentes del GLP a nivel general mundial.

Cuadro 2. Características del GLP a nivel mundial

Propiedad	Propano	Butano	GLP (**)
Tª de ebullición a 1 atm (°C)	-42,1	-0,5	(-42,1 -0,5)
Densidad (kg/l)	0,58 (**)	0,60 (**)	0,56
Poder calorífico (kcal/kg)	11.082	10.938	11.000
Índice de octano	112	94	105
Presión de vapor a 37,8°C (kg/cm ²)	12,44	2,67	10 - 14

(*) En el punto de ebullición

(**) Valores comerciales

Fuente. www.ciete.es

Aunque no sea tóxico, es altamente inflamable e incoloro. Su débil olor característico se refuerza con derivados sulfurados para facilitar la detección de escapes.

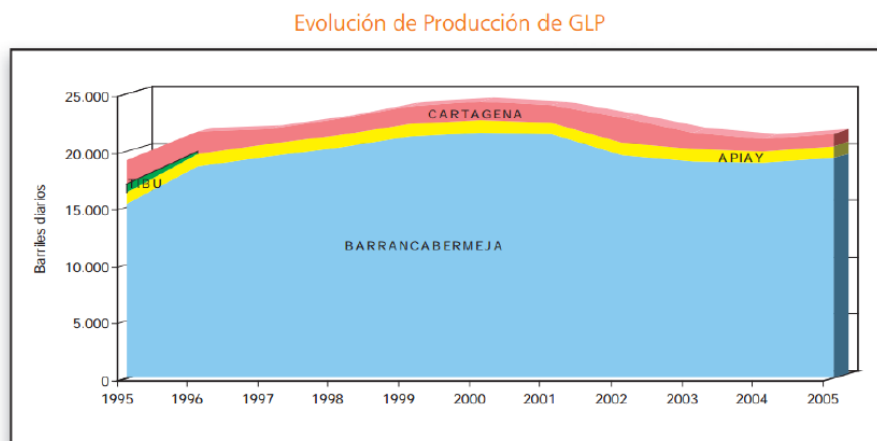
En ambientes fríos se tiende a emplear mezclas con mayor cantidad de propano a fin de evitar su licuefacción a temperatura ambiente. En ambientes más cálidos la mayor cantidad de butano permite presiones de almacenaje más bajas.

Propiedades del GLP Colombiano. El GLP en Colombia se obtiene principalmente de tres fuentes de producción: Las refinerías de Barrancabermeja y Cartagena, donde se produce en las plantas de ruptura catalítica, y la refinería de Apiay donde se obtiene a partir del procesamiento del gas natural, todas estas plantas, propiedad de Ecopetrol.

Eventualmente, cuando se presentan fuertes reducciones en la producción debido a la salida de las plantas de ruptura catalítica en alguna de las refinerías, la producción se lleva al tope en las demás instalaciones de producción a fin de cubrir los faltantes.

La Refinería de Barrancabermeja es la principal fuente de abastecimiento de GLP para el mercado nacional con participaciones que han variado entre el 80 y el 90% del GLP suministrado. A su vez la Refinería de Cartagena juega un papel primordial en el abastecimiento de este energético, debido a su ubicación estratégica que le permite manejar los volúmenes de importación y a su flexibilidad en el manejo de las variaciones de la producción dependiendo de las necesidades operativas. Esta flexibilidad se convierte en respaldo primario para la refinería de Barrancabermeja en momentos de restricción. La participación de Cartagena en el total ha variado entre el 9 y 5% durante los últimos 10 años y la Planta de Apiay lo ha hecho en promedio de un 4,5% durante el mismo periodo.

Figura 4. Evolución de producción de GLP en Colombia por fuente productora



Fuente. Autor del proyecto

Caracterización del GLP en Colombia. Anteriormente pudimos observar la caracterización general del GLP a nivel mundial, ahora, nos concierne analizar más a fondo la composición y propiedades del GLP en Colombia; Por qué puede cambiar su

composición a comparación de la composición que se maneja en otros países?, esto es debido a varios factores:

Colombia es un país del trópico, donde su temperatura es acorde a su ubicación, a temperaturas más altas, el GLP tiende a evaporarse más fácil debido a su bajo punto de evaporación, es necesario entonces aumentar el porcentaje de butano de la mezcla, esto permite almacenar el gas a presiones más bajas ya que el butano tiene un punto de evaporación más alto que el propano, entonces la concentración propano-butano tiene variación según la variación en la temperatura por el clima.

En Colombia, la infraestructura gasífera no ha permitido un tratamiento adecuado de este producto hasta el consumidor final. El GLP es extraído de los pozos, y es suministrado a carro tanques de gran capacidad que lo distribuyen a través del país, también existen algunos ductos de propano que suministran el gas, pero esto solo es para consumo a nivel residencial, luego de que son cargados los carros cisterna, estos llegan a su destino, y vacían el contenido en otros tanques estacionarios, pertenecientes a las empresas distribuidoras, (para el caso de Montacargas y transportes, estas empresas son “Roscoegas S.A.” ubicada en el Carmen de Viboral, y “Lidergas”, con sede en Manizales.

Luego de estar en estos tanques estacionarios, se distribuyen de nuevo, ya sea a pipetas de uso residencial, o a tanques estacionarios ubicados en las empresas que necesitan el producto. Esta larga cadena de distribución, y la manipulación del producto, lo pueden llevar a un alto grado de contaminación, esto sucede debido a que cuando el gas está en un contenedor, los sólidos (alquitranes propios del petróleo crudo que están presentes en todos sus subproductos), se decantan y van acumulando en el fondo formando una capa de suciedad y mugre. A continuación se observan las fases en orden del proceso del gas desde su extracción hasta su consumo final:

Figura 5. Procesos del gas desde su extracción hasta su consumo final.



Fuente. Autor del proyecto

Extracción en pozo de Barrancabermeja. De allí se surte a camiones cisterna y gasoductos.
Llegada del camión cisterna a la planta de re envasado.

Tanque estacionario de la planta de re envasado.

Proceso de re envasado en pipetas o en carro tanques de distribución.

Llenado de pipetas domésticas.

Carro de distribución en proceso de llenado de los tanques fijos de la empresa.

Llenado de los tanques fijos de la empresa.

Pipeta de montacargas.

Lo anteriormente dicho se puede evidenciar en un comparativo que muestra los componentes del gas, en distintos países del mundo, y la composición que tiene el gas colombiano:

Cuadro 3. Comparativos de composición del GLP en distintos países

NORTH AMERICA PROPANE	
➤ Commercial Propane	
• Vapor Pressure – 208 psig (max)	
• Predominantly Propane and/or Propylene	
➤ HD-5 Propane	
• Vapor Pressure – 208 psig (max)	
• Not Less Than 90 Liquid Volume Percent Propane, Not More Than 5 Liquid Volume Percent Propylene	

JAPAN LPG SPECIFICATIONS		
➤ Vapor Pressure	<u>Propane</u>	<u>Butane</u>
• (40 C, kgf/cm ²)	< 15.6	< 5.3
➤ Composition		
• Ethane + Ethylene	< 5.0	
• Propane + Propylene	> 92.0	
• Butane		> 95.0
• Butylene		< 2.0
• Butadiene	< 0.5	< 0.5
• Pentane		< 2.0

SAUDI ARAMCO LPG SPECIFICATIONS		
➤ Vapor Pressure	<u>Propane</u>	<u>Butane</u>
• (100 F, psig)	< 200	< 70
➤ Composition		
• Ethane + Ethylene	< 2.0	
• Propane	> 95.0	< 2.0
• n-Butane	< 4.0	> 68.0
• Total Olefins	< 0.1	< 0.1

UNITED KINGDOM PROPANE	
➤ Up to 1% Ethylene	
➤ Up to 10% Butane and Higher	
➤ Up to 2% Pentane and Higher	
➤ Gauge Pressure = 1550 Kpa (max)	

COMPOSICIÓN TÍPICA EN CHILE	
Nitrogeno, Metano	0%
Etano, Etileno	1,10%
Propano, Propileno	96,10%
Butanos, Butilenos	2,40%
C5 y más pesados	0,40%
Total	100,00%

COMPOSICIÓN TÍPICA EN COLOMBIA	
Nitrógeno, Metano	0,02%
Etano, Etileno	0,20%
Propano, Propileno	25,31%
Butanos, Butilenos	74,07%
C5 y más pesados	0,40%
Total	100,00%

Fuente. www.andesco.org.co

Proceso del GLP en Montacargas y transportes S.A.S. El proceso del GLP en montacargas y transportes está dividido en 3 fases:

Llenado de los tanques estacionarios por parte del camión cisterna.

Almacenamiento del gas en los tanques estacionarios.

Llenado de pipetas de montacargas, por medio de mangueras especiales para el tanqueo de las mismas.

Llenado de los tanques. Un camión cisterna de la empresa distribuidora “RoscoGas S.A.”, ubicada en el Carmen de Viboral, Antioquia, o de la empresa “Lider gas S.A” para el llenado del tanque estacionario que se tiene en el outsourcing que se tiene en la empresa “PAPELSA S.A.”. Estos camiones cisternas como el de la figura 6, realizan un procedimiento de tanqueo por medio de una manguera conectada a los tanques estacionarios. El gas fluye por diferencia de presiones entre ambos contenedores, El camión cisterna en su tanque maneja una presión de 500 psi, mientras que los tanques estacionarios manejan un máximo de presión de 250 psi, permitiendo así un efecto de bombeo natural sin necesidad de bombas o algún otro mecanismo.

Figura 6. Camión cisterna de la empresa “RoscoGas S.A.” en proceso de “taneo”.



Fuente. Autor del proyecto

Figura 7. Operario de la empresa “RoscoGas S.A.”, realizando el enganche de las mangueras del camión cisterna a los tanques estacionarios.



Fuente. Autor del proyecto

Almacenamiento del gas en los tanques estacionarios. Una vez descargado el gas en los tanques estacionarios, es almacenado allí hasta que los operarios lo necesiten para tanquear las pipetas de los montacargas. Estos tanques estacionarios (figura 8) tienen capacidad para 500 libras y manejan una presión de 250 psi. El llenado es responsabilidad de la empresa distribuidora, y el consumo se factura según la cantidad de GLP despachado. Para esto es necesario controlar dicho consumo en relación a la cantidad de servicios realizados, y así saber si hay maquinas consumiendo más gas del necesario para programar su revisión y mantenimiento, para esto, el auxiliar de despachos se encarga de llevar dicho registro y controlar el consumo de gas. En caso tal de encontrar anomalías en estos consumos, inmediatamente se informara al departamento de mantenimiento para revisar las máquinas que están desfasadas en gasto de combustible, y su relación servicios/consumo.

Figura 8. Tanques estacionarios de GLP.



Fuente. Autor del proyecto

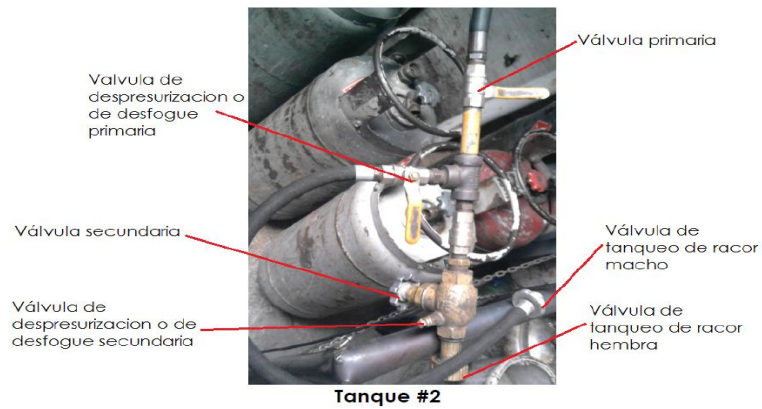
Llenado de pipetas de montacargas por medio de mangueras acondicionadas para el tanqueo de las mismas. El siguiente proceso que se lleva a cabo con el GLP en la empresa, es el llenado de las pipetas de montacargas (figura 9) por parte de los operarios. Esto se hace directamente de los tanques estacionarios, por medio de unas mangueras especialmente acondicionadas para esta labor (figura 10). Cada procedimiento que tenga que ver con manipulación del GLP tiene su normatividad en seguridad industrial, y todos los operarios están capacitados para estas labores y la atención de posibles emergencias que puedan presentarse en estos procedimientos. El llenado de estas pipetas se hace por diferencia de presiones, los tanques estacionarios manejan una presión máxima de 250 psi, mientras que las pipetas están a presión atmosférica para su llenado.

Figura 9. Cilindros de gas de montacargas de 40 lbs.



Fuente. Autor del proyecto

Figura 10. Mangueras de tanqueo de pipetas de montacargas



Fuente. Autor del proyecto

Mantenimiento general de las instalaciones de gas y las pipetas.

Mantenimiento de los tanques de gas. Los tanques de gas, de donde se surten las pipetas, requieren de un mantenimiento especial cada 5 años, debe ser realizado por una empresa experta en el tema, ya que tanques en mal estado implicarían un riesgo potencial para cualquier empresa.

Este mantenimiento incluye una limpieza profunda de todo material residual que pueda decantarse a través de los 5 años entre un mantenimiento y otro. Además le realizan pruebas a su sistema de válvulas, pruebas de retención de presión, pruebas de calibre de material etc. En la figura 11 podemos observar una copia escaneada y reducida de los certificados del último mantenimiento de los tanques estacionarios, y los resultados que estas pruebas arrojaron.

Figura 11. Certificados de mantenimiento de los tanques estacionarios de GLP.



CERTIFICADO DE MANTENIMIENTO No ANT-065				
LUGAR Y FECHA DE EMISIÓN	MEDELLIN, COLOMBIA 09-nov-11			
ALCANCE	MANTENIMIENTO TIPO A TANQUE ESTACIONARIO DE GLP			
ELEMENTO	TANQUE TIPO VERTICAL			
ALMACENAMIENTO	ALMACENAMIENTO SUPERFICIAL GLP			
SERIAL DEL TANQUE	2050	ID 1095		
CODIGO DEL TANQUE	TC-F3-059-15-16-35			
CAPACIDAD NOMINAL	120 Galones de agua	454	Libros de agua.	
CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DE GLP	227 Kilogramos de GLP.	489	Libros de GLP.	
PRESION MAXIMA DE SERVICIO	240 psi	1655	kPa	
DISTRIBUIDOR DE GLP	GASES DE ANTIOQUIA S.A. E.S.P.			
REFERENCIAL TÉCNICO - REQUISITOS	Resolución 180196/2006 Ministerio de Minas y Energía			
	Num. 4.6.4	Procedimiento de mantenimiento		
	Num. 4.6.4.a	Limpieza externa e interna del Tanque Estacionario		
	Num. 4.6.4.b	Prueba Hidrostática		
	Num. 4.6.4.c	Pintura del tanque		
Num. 4.6.4.d	Cambio de accesorios (opcional).			
Num. 4.6	Marcación única de Tanques			
Num. 5.4	Metodos de evaluación del mantenimiento			
REGISTRO DE LOS ENSAYOS	Registros F22 y F23, Registro fotográfico	Fecha:	9-10-11	
CARACTERÍSTICAS EVALUADAS	Prueba Hidrostática, Prueba hermeticidad, Estado del cuerpo, Pintura del tanque, Accesorios, Marcación			
RESULTADO				
	Prueba _actividad	Cumple	No Cumple	Observaciones
Limpieza externa e interna del Tanque Estacionario		✓		
Prueba Hidrostática		✓		
Pintura del tanque		✓		
Instalación de accesorios		✓		
Marcación única		✓		
Prueba Hermeticidad		✓		
CONCLUSIÓN				
De acuerdo con los resultados de las revisiones y/o pruebas efectuadas, se concluye que el tanque objeto del presente informe cumple con los requisitos de mantenimiento establecidos en el Reglamento Técnico Para Cilindros y Tanques Estacionarios utilizados en la prestación del servicio público domiciliario de Gas Licuado Del Petróleo GLP.				
OBSERVACIONES				
No se evaluaron otras características no detalladas en este informe				
Ing. Yaniffer Jaen Arango Mat. No. AN14051 Aprobado				
El mantenimiento efectuado según los procedimientos implementados en el sistema de gestión de la calidad que fue evaluado conforme a la norma ISO9001:2008 según consta en el certificado No 111041 expedido en 2011-03-23 por el ICONTEC.				



CERTIFICADO DE MANTENIMIENTO No ANT-061				
LUGAR Y FECHA DE EMISIÓN	MEDELLIN, COLOMBIA 31-oct-11			
ALCANCE	MANTENIMIENTO TIPO A TANQUE ESTACIONARIO DE GLP			
ELEMENTO	TANQUE TIPO VERTICAL			
ALMACENAMIENTO	ALMACENAMIENTO SUPERFICIAL GLP			
SERIAL DEL TANQUE	2124	ID 1044		
CODIGO DEL TANQUE	TC-F3-053-16-16-06			
CAPACIDAD NOMINAL	120 Galones de agua	454	Libros de agua.	
CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DE GLP	227 Kilogramos de GLP.	489	Libros de GLP.	
PRESION MAXIMA DE SERVICIO	240 psi	1655	kPa	
DISTRIBUIDOR DE GLP	GASES DE ANTIOQUIA S.A. E.S.P.			
REFERENCIAL TÉCNICO - REQUISITOS	Resolución 180196/2006 Ministerio de Minas y Energía			
	Num. 4.6.4	Procedimiento de mantenimiento		
	Num. 4.6.4.a	Limpieza externa e interna de Tanque Estacionario		
	Num. 4.6.4.b	Prueba Hidrostática		
	Num. 4.6.4.c	Pintura del tanque		
Num. 4.6.4.d	Cambio de accesorios (opcional).			
Num. 4.6	Marcación única de Tanques			
Num. 5.4	Metodos de evaluación del mantenimiento			
REGISTRO DE LOS ENSAYOS	Registros F22 y F23, Registro fotográfico	Fecha:	31-oct-11	
CARACTERÍSTICAS EVALUADAS	Prueba Hidrostática, Prueba hermeticidad, Estado del cuerpo, Pintura del tanque, Accesorios, Marcación			
RESULTADO				
	Prueba _actividad	Cumple	No Cumple	Observaciones
Limpieza externa e interna del Tanque Estacionario		✓		
Prueba Hidrostática		✓		
Pintura del tanque		✓		
Instalación de accesorios		✓		
Marcación única		✓		
Prueba Hermeticidad		✓		
CONCLUSIÓN				
De acuerdo con los resultados de las revisiones y/o pruebas efectuadas, se concluye que el tanque objeto del presente informe cumple con los requisitos de mantenimiento establecidos en el Reglamento Técnico Para Cilindros y Tanques Estacionarios utilizados en la prestación del servicio público domiciliario de Gas Licuado Del Petróleo GLP.				
OBSERVACIONES				
No se evaluaron otras características no detalladas en este informe				
Ing. Yaniffer Jaen Arango Mat. No. AN14051 Aprobado				
El mantenimiento efectuado según los procedimientos implementados en el sistema de gestión de la calidad que fue evaluado conforme a la norma ISO9001:2008 según consta en el certificado No 111041 expedido en 2011-03-23 por el ICONTEC.				

Fuente. Registro de montacargas y transportes S.A.S

Aparte de esta certificación que es brindada por empresas expertas en el tema de hidrostática de tanques y pruebas de presión con instrumentación especializada, en la empresa existe

una lista de chequeo para monitorear constantemente el estado de los tanques y las mangueras del tanqueo.

Esta lista es realizada por la persona encargada del área, se realiza mensualmente y su elaboración es bastante sencilla.

Cabe aclarar que esta lista de chequeo, está regida por la normatividad estipulada por el ministerio de minas y energía, según la resolución 8-0505 de 1997.

Figura 12. Lista de chequeo para el mantenimiento.

Código: FR-03
Fecha de creación: 10/07/2012
Versión: 02

**LISTA DE CHEQUEO PARA
INSTALACIONES DE GLP**

**MONTACARGAS &
TRANSPORTES**
NOVEDAD S.A.S. C.R. 111 811 111 DE SAN FERNANDO

NOMBRE: José A. Fernández R. Cargo: Abastecedor fecha: Día: 1 Mes: 3 Año: 2013

Planta: Medellín Empresa receptora: GLP T

		Conforme	No conforme	observaciones
1	Tener presente el uso de el equipo de protección personal adecuado para el manejo de GLP gases de protección y guantes de cuero o cañama.	✓		
2	Revise que las superficies no encuentren libros de lodo y sustancias contaminantes, o residuos que obstaculicen el manejo de los implementos.		✓	
3	Revise el tanque, tuberías y racores que no tengan golpes o rastros existentes de corrosión.	✓		
4	Revise el tanque en las soldaduras, en las tuberías y racores que no rayan signos de fuga de líquido, en caso de duda puede ayudarse con una solución de agua jabonosa.	✓		
6	Las zonas de cilindros y tanques estacionarios deben estar en lo posible alejados 3 mts de otros materiales, sustancias, conexiones eléctricas, trabajos en caliente, en fin cualquier otro elemento que produzca chispa.		✓	
6	Los recipientes no deben estar apilados unos sobre otros. El lugar de almacenamiento debe estar alejado del calor intenso, preferiblemente a la sombra.	✓		
7	Revise estado de boquillas y empaques en los cilindros y en las mangueras de abastecimiento.	✓		
8	Revise el estado de la conexión a tierra.	✓		
9	Revise el estado de los cilindros estos deben estar limpios, libres de superficies desluzadas, las bases deben estar en buen estado libres de golpes, revise los empates de soldaduras asegurándose que no hayan fugas.	✓		
10	Revise válvulas en tanque y pie de manguera deben estar limpias y sin rastros de otras sustancias además verifique la existencia de fugas con solución jabonosa.	✓		
11	Carga de las instalaciones de GLP debe estar un extintor de fuegos.	✓		

Solicitud de copia de datos de instalaciones inspección: -envíela con firma con la resolución 8-0505 del 1997 Ministerio de Minas y Energía.

Fuente. Registro de montacargas y transportes S.A.S

Mantenimiento de los cilindros de gas. Para el mantenimiento de las pipetas de gas, (de 40 y 60 lbs) se ha nombrado a un encargado de área, que procede a realizar mantenimientos básicos en las pipetas, regidos por un documento en forma de lista de chequeo (figura 12) creado en la compañía para este procedimiento, a la pipeta se le retiran las válvulas, se le hace un lavado interno del coque, y se drena. Luego se le vuelven a poner las válvulas, selladas con algún sellador especial o teflón líquido y se procede a la revisión. Los pasos básicos son los siguientes:

Probar válvula de seguridad. Inspeccionar mediante la apertura de la misma, hasta confirmar la salida de gas, de no ser así, existe inconvenientes con la misma.

Prueba de válvula de llenado. Verificar que no existan fugas de gas al momento de acoplar la manguera de llenado y durante el proceso y durante el proceso mismo de llenado.

Prueba de válvula del suministro del equipo. Verificar realizando la apertura de la válvula de suministro advirtiendo que exista salida continua de gas.

Prueba de revisión de fugas. Se verificara las válvulas del cilindro y conexiones aplicando sobre estas una solución de agua jabonosa de tal manera que si existen fugas se producirá un burbujeo constante. Este mismo procedimiento se aplicará para las revisiones de empates y pitorra de conexión.

Figura 13. Lista general de mantenimiento de cilindros de gas.

Código: FR - 55
Fecha de creación: 27/01/2011
Versión: 02

Mantenimiento Cilindros
GLP

MONTACARGAS & TRANSPORTES
Mantenimiento y transporte de gases en sus instalaciones

- Marcar con una X en C (conforme) si el paso se hizo sin problemas, o NC (no conforme) si el paso merece atención debido a daños en el sistema o falta de algún componente o pieza del cilindro.
- Si se marca un paso con NC (no conforme) describir la anomalía en la casilla de Observaciones y ajustar, reemplazar o reparar según sea el caso.

INSPECCION CADA 6 MESES				
Encargado: <i>Jorge Andres Zapata A.</i>	Código del cilindro: <i>PG-01</i>	FECHA INICIO DIA: <i>06</i> MES: <i>12</i> AÑO: <i>2012</i>	Hora inicio: <i>9:00 am</i>	
Caso: <i>Aux. Mantenimiento</i>	Ubicación del cilindro: <i>pa.pelsa.</i>	FECHA TERMINACION DIA: <i>07</i> MES: <i>12</i> AÑO: <i>2012</i>	Hora terminación: <i>5:00 Pm</i>	
ITEM	CHEQUEO	OBSERVACIONES		
Drenaje y lavado interno del coque	<input checked="" type="checkbox"/> NC			
Prueba de válvula de seguridad	<input checked="" type="checkbox"/> NC			
Prueba de válvula de llenado	<input checked="" type="checkbox"/> NC			
Prueba de válvula de suministro al equipo	<input checked="" type="checkbox"/> NC			
Prueba de revisión de fugas	<input checked="" type="checkbox"/> NC			
Prueba de revisión de empates	<input checked="" type="checkbox"/> NC			
Revisión de pitorra para conexión	<input checked="" type="checkbox"/> NC			
Revisión de nivel de llenado	<input checked="" type="checkbox"/> NC			
Estado general del cilindro	<input checked="" type="checkbox"/> NC	<i>Se le realiza mantenimiento completo y lavado. Se evidencia pipeta limpia y sin liviadas externas.</i>		

Procedimiento

Prueba de válvula de seguridad. Inspeccionar mediante la apertura de la misma hasta confirmar la salida de gas, de no ser así existe inconveniente con la misma.

Prueba de válvula de llenado. Verificar que no existan fugas de gas al momento de acoplar la manguera de llenado y durante el proceso mismo de llenado.

Prueba de válvula de suministro al equipo. Verificar realizando la apertura de la válvula de suministro advirtiendo que exista una salida continua de gas.

Prueba de revisión de fugas. Se verificará las válvulas del cilindro y conexiones aplicando sobre estas una solución de agua jabonosa de tal manera, que si existen fugas, se producirá un burbujeo constante, este mismo procedimiento se aplicará para las revisiones de empates y pitorra de conexión.

Fuente. Registro de montacargas y transportes S.A.S

En estas imágenes se evidencia la realización del mantenimiento de algunas pipetas realizadas durante la práctica:

Figura 14. Proceso detallado gráficamente del mantenimiento de los cilindros de gas.



Fase 1: Desarme de la pipeta.



Fase 2: Lavado en agua jabonosa de las partes



Fase 3: Ensamble de la pipeta.



Fase 4: Pruebas de presión.

Fuente. Autor del proyecto

Este, básicamente es el proceso del gas desde que llega hasta que es utilizado en la empresa “Montacargas y transportes S.A.S”. Es situación de analizar, que el gas recibe un tratamiento de envasado y re envasado cuando va a ser utilizado, proceso que puede generar contaminación y suciedad en el GLP que va directamente a los motores. En estas prácticas, se ha detectado, aparte de la contaminación del gas, un desperdicio bastante grande, ya que los procedimientos no están esquematizados para el ahorro de gas, y tampoco los operarios están bien capacitados para el manejo de estas prácticas.

Funcionamiento de un equipo de GLP en los montacargas.

Esquema general de un sistema GLP para vehículo montacargas. El sistema de combustión con GLP para montacargas es muy similar al equipo utilizado para la combustión con GNV (gas natural vehicular).

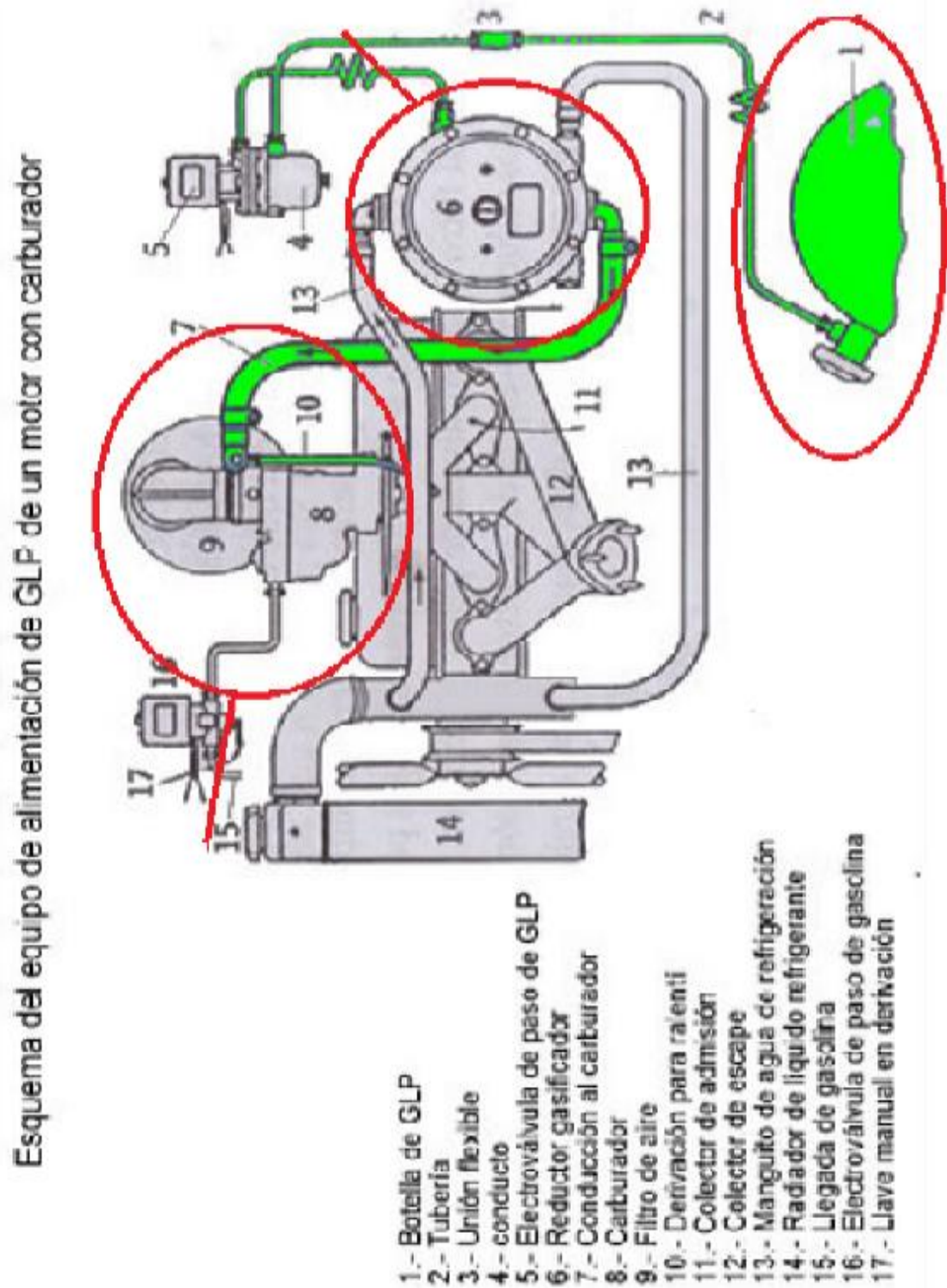
Varia en la disposición de los equipos debido a que el espacio en los montacargas es más reducido que en los vehículos automotores normales. En términos generales, esquemáticamente el GLP en estado líquido, recorriendo los tubos de alta presión y pasando a través de la electroválvula, llega al vaporizador reductor y pasa a estado gaseoso, esto gracias al agua derivada de la instalación de la refrigeración del vehículo. En este punto el GLP en estado gaseoso y baja presión, llega al mezclador, de allí pasa al carburador, o en su defecto, en los motores de inyección de combustible, el gas es inyectado directamente al riel de inyección y este a su vez pasa a la cámara de combustión para mezclarse con el aire y realizar el proceso de combustión.

Completan la instalación diversos tipos y componentes tanto mecánicos como electrónicos que pueden tener funciones opcionales o de seguridad y que se describirán seguidamente.

Sistema en montacargas con carburador. La transformación a GLP de un vehículo a carburador está identificada en la figura 15. El GLP en estado líquido, proveniente del tanque, por medio de las tuberías de alta presión y pasando por la electroválvula de GLP, llega al reductor vaporizador de tipo neumático. Aquí, gracias al agua derivada de la instalación de refrigeración del motor, GLP pasa al estado gaseoso a la presión atmosférica y está pronto para mezclarse con el aire. Naturalmente la electroválvula de gasolina bloqueará el paso del carburante original.

Asume entonces, particular importancia el mezclador de este equipo, que puede realizarse en diversas versiones, depende de la justa mezcla de aire-combustible. El mezclador para este tipo de vehículos puede realizarse usando el Venturi del carburador o creando un Venturi independiente.

Figura 15. Esquema del sistema de gas de carburador.



Fuente. Manual Hyster Forklift Company U.S.A

Instalación eléctrica del vehículo a carburador. Sobre este tipo de vehículos es posible instalar un conmutador de tipo estárter manual, sea con una “centralita” con estárter automático.

Las conexiones, en el arranque, usan el accionar manual de una tecla del conmutador, el cual, conectado a la electroválvula puesta sobre el reductor neumático, permite el paso de una cierta dosis de gas indispensable para el arranque.

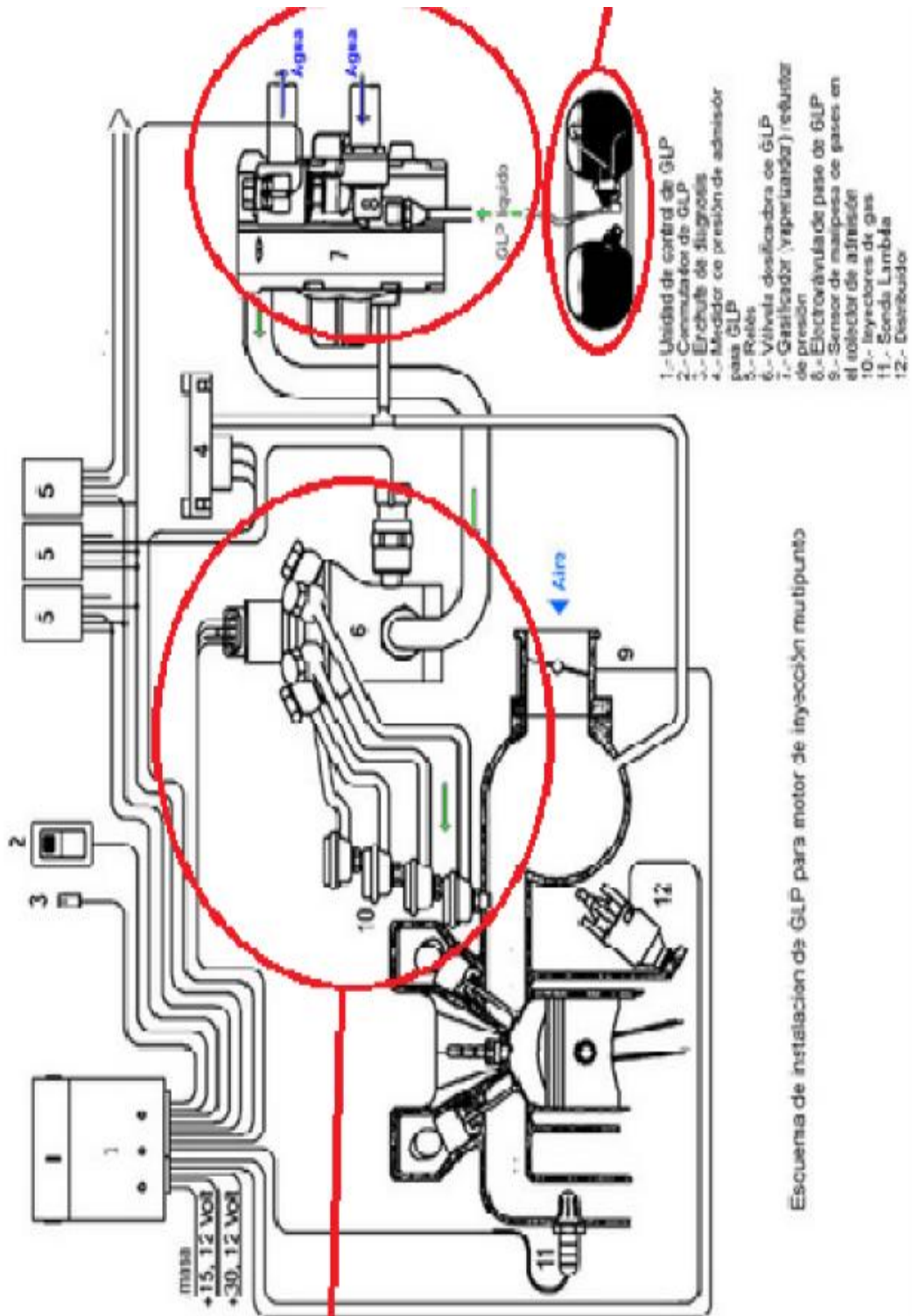
En las centralitas con “estárter” automático, el procedimiento se hace a través de un circuito electrónico. La primera solución es ciertamente la más económica.

Sistema en montacargas con inyección. La transformación de un vehículo a inyección, a diferencia de aquella a carburador, requiere la adopción de un reductor de tipo electro asistido, de una centralita que se conecta al sistema original del coche, de un mezclador específico y eventualmente de otros dispositivos eléctricos y mecánicos como se aprecia en la figura 16.

Diversos sistemas de inyección. La alimentación por inyección puede ser del tipo a flujo continuo o de tipo a flujo intermitente. Al primer grupo pertenecen los coches con sistema “K-jetronic”, al segundo punto pertenecen los vehículos con inyección “single point” (mono punto) y “multipoint” (multipunto). Estas últimas pueden ser del tipo “Full group” (grupo completo) que de secuencia de fases.

Instalación eléctrica en el coche de inyección. Sobre este tipo de vehículos es aconsejable instalar centralitas que permitan la partida de gasolina con conmutación automática a gas, con el fin de preservar el buen funcionamiento de los inyectores y de iniciar correctamente el funcionamiento de los circuitos electrónicos originales.

Figura 16. Esquema del sistema de gas con inyección multipunto.



Fuente. Manual Hyster Forklift Company U.S.A

Partes del sistema. Aplicación y breve definición:

Tanque o pipeta de gas. Es el elemento agregado de mayor dimensión y tiene que instalarse en la parte trasera del montacargas para aumentar su la capacidad de la contrapesa. Su forma tradicional es la cilíndrica dotada de extremos convexos. La chapa con la que está construida es de 3 o 4 mm, está hecha con acero de cualidad tratada térmicamente para garantizar un estiramiento y evitar por lo tanto una hendidura aun en el caso en el que el tanque debería deformarse por un accidente violento.

Figura 17. Cilindro de GLP para montacargas



Fuente. Autor del proyecto

Tubería de alta presión. Estos tubos están normalmente hechos de cobre. Es adaptado para una presión de 45 bares y puede ser curvado según la necesidad, usando los instrumentos idóneos. El tubo conecta el tanque a la electroválvula y por tanto al vaporizador-reductor. La tubería está conectada al equipo por medio de conexiones adecuadas.

La electroválvula GLP. Es el dispositivo que permite interrumpir automáticamente el flujo del GLP del tanque al espacio motor. Está constituida de un obturador accionado por el electro magneto (12 V), de una conexión de ingreso y de salida y de una pileta dotada de un filtro para retener eventuales suciedades.

La electroválvula de GLP está cerrada al estar en reposo. Al cerrarse el circuito eléctrico, la bobina empuja el núcleo magnético hacia el obturador permitiendo el paso de GLP.

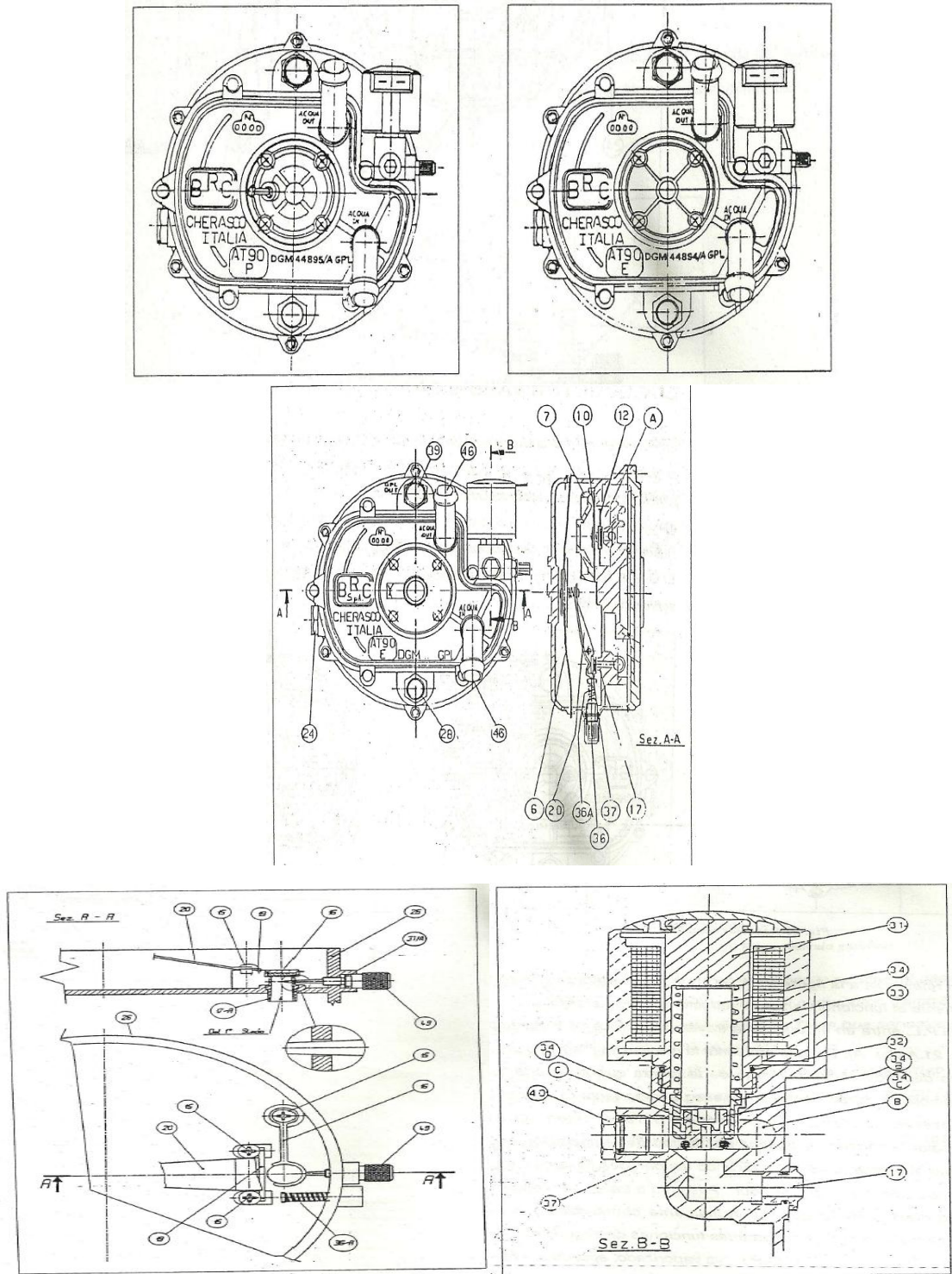
Figura 18. Electroválvula para equipo de GLP



Fuente. Autor del proyecto

El reductor vaporizador. Normalmente llamado solo reductor, tiene un roll de vital importancia en el sistema. Permite el cambio térmico necesario para la evaporación completa del GLP y reduce la presión a los valores próximos a la presión atmosférica, haciendo así que el carburante esté disponible para ser aspirado por el motor.

Figura 19. Imagen esquemática del reductor gasificador.



Fuente. Guía para el uso de GLP, BRC gas Equipments

Con referencia en la figura 19 y a la numeración de particulares, se puede describir brevemente el funcionamiento del reductor electro asistido.

El GLP entra en el reductor a través del enlace 24 y desemboca al interno del primer estadio (fig 19. A pos. A). En este ambiente la presión se mantiene constante de los dispositivos 7,10,12. Esto depende esencialmente de la fuerza que el resorte reacciona contra la membrana 10. El ambiente del primer estadio tiene un importante rol de cambio térmico, permitiéndole al GLP conservar la temperatura idónea para el buen funcionamiento de la instalación. El calor necesario se obtiene del líquido de refrigeración que permite, por medio de tuberías, llegar al enlace n. 46 “in” y tocando las paredes de la cámara creada entre el cuerpo principal y la tapa sale del enlace 46 “out”. Pasando a través del conducto (Figura22 B pos. B) el GLP llega a la electroválvula que oportunamente comanda, consiente o inhibe el flujo. La misma electroválvula realiza importantes funciones de seguridad.

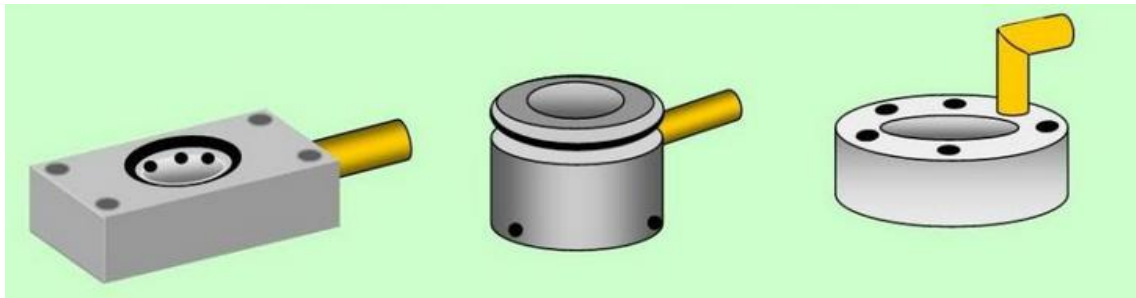
A través del orificio 7, el GLP, ya vaporizado, accede al segundo estadio

(Figura21C y 21D) donde hay una presión igual a aquella atmosférica. La mayor o menor apertura del orificio, depende la posición de la palanca 20 que oprima al obturador 16. La palanca, a su vez, está conectada con la membrana 6 y soporta la acción del resorte 36 A que, siendo regulable del extremo (Figura21C y 21D), crea la oposición necesaria entre las fuerzas agentes sobre la membrana. La salida del GLP del reductor se hace a través del enlace 39 que conecta la tubería directamente con el mezclador.

El reductor debe instalarse verticalmente y paralelamente a la dirección de marcha del vehículo. Debe ser colocado en una zona accesible para facilitar la regulación y el mantenimiento.

El mezclador. El mezclador tiene la función de suministrar al motor, en cada caso, una cantidad de gas directamente proporcional al aire aspirado por el mismo motor. Esto puede realizarse de diversas formas sea usando un efecto “Venturi” del carburador, o creando un “Venturi” en el mismo mezclador. La realización del mezclador está ligada al tipo de alimentación del motor.

Figura 20. En la imagen superior, algunos tipos de mezclador para GLP, en la imagen inferior, foto real a mezclador de una de las máquinas de la empresa.





Fuente. Guía para el uso de GLP, BRC gas Equipments

Instalación eléctrica. Tanto el mezclador como la instalación eléctrica están estrictamente ligados al tipo de alimentación del coche (inyección o carburador).

Además las exigencias de carácter económico y o técnico pueden condicionar la elección de diversos productos.

Caracterización de los equipos de gas en planta. Se realizó un inventario de los equipos de GLP presentes en los montacargas de la empresa, con el fin de controlar el flujo de repuestos para mantenimientos correctivos, y el stand by de partes en el almacén de la empresa. En el inventario se evaluarán básicamente las siguientes condiciones:

Marca del equipo

Modelo del equipo

Fotografía del equipo (real o del catálogo para su identificación)


Máquinas que poseen instalado el equipo.

Características especiales.

En las fotografías de identificación se puede observar que solo está el gasificador, esto debido a que es la parte más crítica del sistema, y es lo más representativo a la hora de medir el rendimiento de las marcas. Un sistema de gas siempre puede tener componentes de una u otra marca, pero el reductor gasificador es la pieza que siempre va a marcar el rendimiento del sistema.

Equipos IMPCO


Marca: IMPCO	
Modelos: RK – COBRA, RK – COBRA I	
Maquinas que poseen el equipo: 88, 48, 4.	
Observaciones especiales: Equipo con alto performance, alta calidad en sus piezas y su ingeniería, de carácter industrial, respaldo para repuestos excelente, pero son costosos sus repuestos.	


Marca: IMPCO	
Modelo: J - L	
Maquinas que poseen el equipo: 42, 43. 8k.	
Observaciones especiales: Equipos para motores con cilindrajes mayores a 4000 cm ³ , equipos de alta calidad para trabajo pesado, con muy buen respaldo de repuestos. Mantenimiento relativamente sencillo.	

Equipos BRC

Marca: BRC	
Modelo: AT 90P	
Maquinas que poseen el equipo: 15, 02, 19, 84,	
Observaciones especiales: Equipos italianos, buen respaldo en repuestos, soportan gases de mala calidad sin presentar mayores problemas. Trabajo industrial y funcionan con el vacío del motor.	

Equipos AMAN

Marca: AMAN	
Modelo: SC.	
Maquinas que poseen el equipo: 52, 75, 56.	
Observaciones especiales: Equipos de buena calidad, pero necesita mucha precisión en las electroválvulas de combustibles. Respaldo en repuestos buena.	

Marca: AMAN	
Modelo: C.	
Maquinas que poseen el equipo: 54, 47, 20, 82.	
Observaciones especiales: Original de la marca Toyota, mantenimiento relativamente sencillos, consecución de repuestos fácil. Equipo de trabajo industrial.	

Fallas frecuentes en equipos de gas

Fallas en las pipetas de gas. Una de las fallas que se pueden encontrar en los sistemas de gas, es el daño de las válvulas de las pipetas de gas. Estas válvulas, aparte de ser una de las piezas más críticas del sistema, están sometidas a grandes presiones y también sometidas a condiciones difíciles de operación: en ocasiones estas válvulas están sometidas a condiciones de intemperie, ambientes corrosivos y suciedad en general. Se debe tener mucho cuidado cuando hay una válvula dañada, ya que se pueden presentar fugas mínimas, que representan peligro de explosión y gasto innecesario de combustible. Las fallas en las pipetas son:

Falta de hermeticidad en las uniones con la pipeta. Sucede por el desgaste de la rosca del agujero de la pipeta y de la válvula, es una falla relativamente rara y no se presenta frecuentemente. El gas es una sustancia de fácil filtración, volátil y que no permite tolerancias entre estos elementos por que de inmediato se presentan fugas (figura 21).

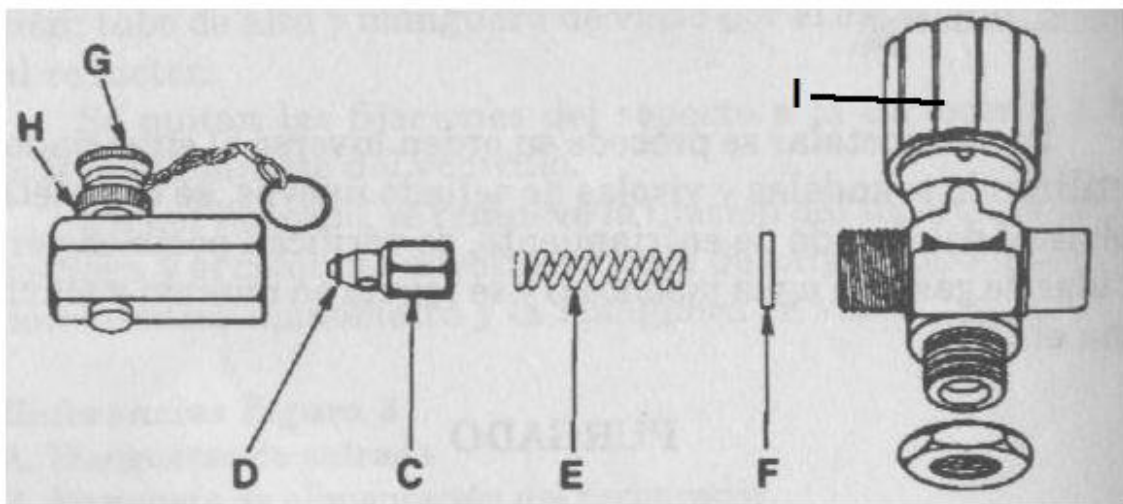
Figura 21. A la izquierda se observan los agujeros roscados de posición de las válvulas en la pipeta, a la derecha se observa válvula con desgaste en su elemento roscado, se descubrió por medio de la prueba de “agua jabonosa”.



Fuente. Autor del proyecto

Daño en alguno de los componentes de las válvulas. Las válvulas son un conjunto de piezas que por sus difíciles condiciones de funcionamiento tienden a sufrir desgaste. Este conjunto de piezas incluyen O’Rings, resortes, émbolos, perilla etc. Con uno de estos componentes que falle, la válvula quedara inutilizable, y se pueden presentar fugas cuando uno de estos elementos no cumple su función. En la tabla4, se observan los componentes de una válvula de carga de las pipetas, con sus respectivos componentes y los posibles daños que pueden sufrir durante el funcionamiento.

Figura 22. Componentes de la válvula de sistema de gas.



Fuente. Manual Nissan Forklift Corporation North America

Cuadro 4. Fallas y frecuencias de falla en elementos de válvulas de pipetas de gas registradas.

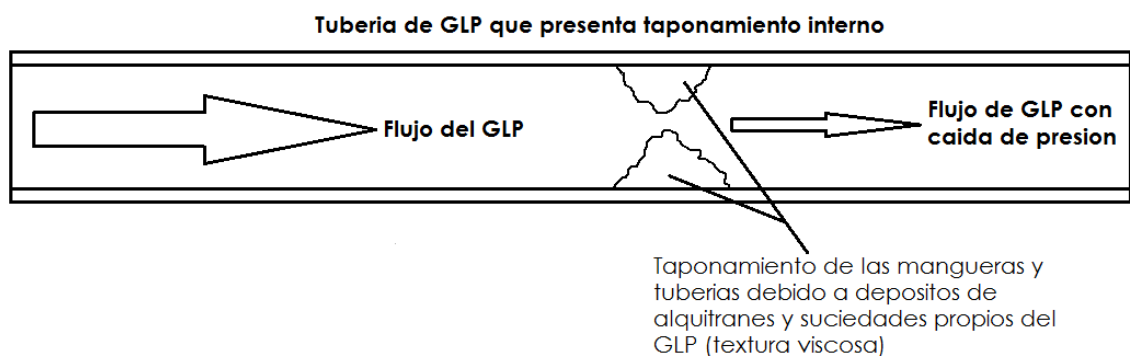
Identificación	Elemento	Fallas	Frecuencia de falla		
			Inusual	Leve	Frecuente
C	Embolo	Perdida de ajuste, pérdida de precisión, corrosión por humedad.	X		
D	O'Ring	Ruptura, pérdida de ajuste,		X	
		pérdida de hermeticidad, desgaste por fricción.			
E	Resorte	Perdida de la constante elástica, Ruptura por sobreesfuerzos.	X		
F	Arandela de sellado	Perdida de ajuste, desgaste por fricción o corrosión.	X		
G	Tapa	Perdida de ajuste por uso normal, corrosión.		X	
H	Tapón de seguridad	Desgaste normal por presión y uso (ninguna falla registrada)	X		
I	Perilla de paso	Ruptura por aprietes excesivos, fatiga del material, ruptura por caídas, en general los daños de las perillas de la pipetas son provocados por factores externos.		X	

Fuente. Autor del proyecto

Fallas en las tuberías de transporte y mangueras de GLP. Las tuberías de GLP están sometidas a presiones de 150 psi. Esto hace que sean susceptibles a fugas y desgaste, lo que hace que constantemente necesiten revisión en detalle. Los problemas más frecuentes que presenta son:

Taponamiento. Sucede porque el gas contiene alquitranes y suciedades que se quedan pegadas de las paredes de la tubería, disminuyendo la presión de tránsito del GLP por el sistema, y dificultando el proceso de combustión en el motor. Se puede observar el proceso de taponamiento en la figura 21.

Figura 23. Taponamiento de manguera de GLP por Alquitrán y suciedad.



Fuente. Autor del proyecto

Fugas de gas. El roce de las mangueras con partes móviles del vehículo y el tránsito del gas a alta presión en su interior, hacen que estas mangueras sufran desgaste. Cuando el desgaste es muy avanzado, se empiezan a formar poros minúsculos por donde se escapa el gas; esto genera riesgo de explosión y consumo excesivo de combustible. En la figura 22 se puede observar la detección de una fuga de gas por medio de la prueba de agua jabonosa, Mas adelante explicaremos cual es el procedimiento para llevar a cabo esta prueba.

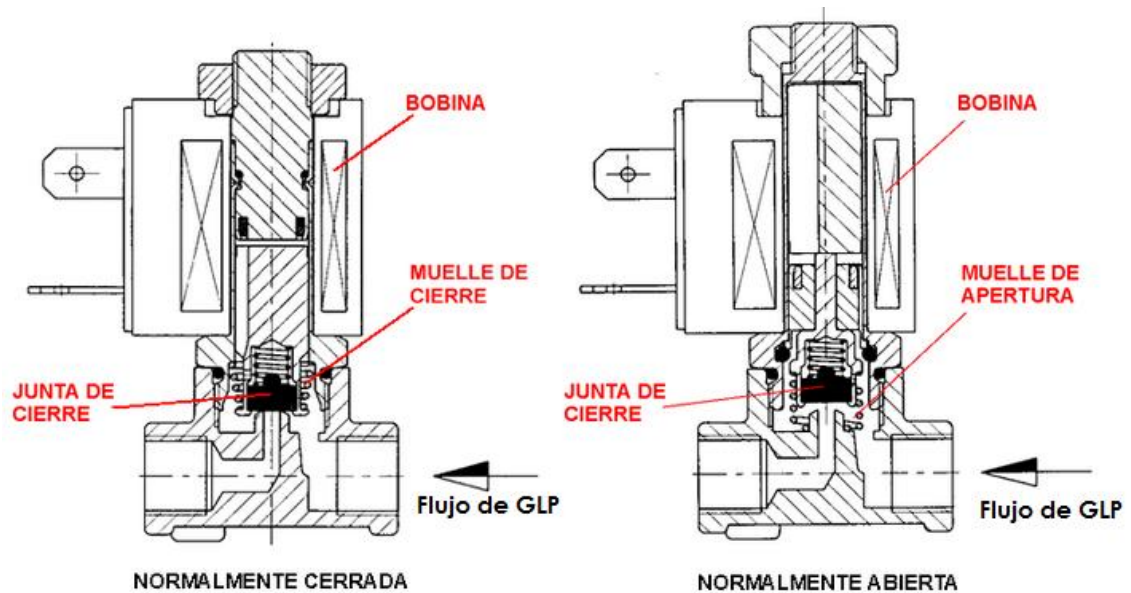
Figura 24. Fuga de gas en manguera detectada por medio de la prueba de agua jabonosa.



Fuente. Autor del proyecto

Fallas en la electroválvula. Como se explicó anteriormente, la electroválvula principal es un conjunto de piezas que actúan por medio de la señal eléctrica del encendido del vehículo para el paso de GLP hacia el motor, y permitir su ignición. Es una pieza compleja y puede tener varios daños que impidan su funcionamiento. Algunos de estos daños documentados durante la práctica se observan en la Cuadro 5:

Figura 25. Fallas en electroválvula del sistema de gas.



Fuente. Autor del proyecto

Cuadro 5. Fallas y frecuencias de falla en las electroválvulas.

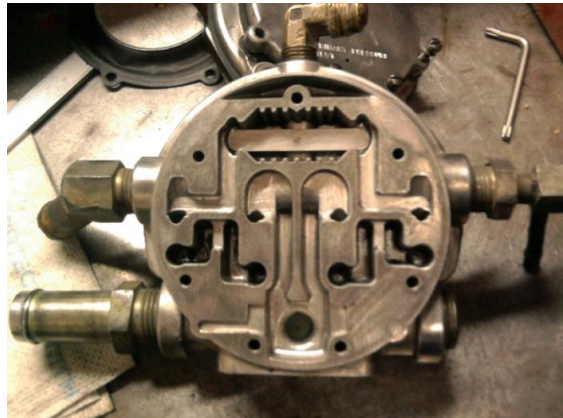
Componente	Falla	Frecuencia de falla		
		Inusual	Leve	Frecuente
Bobina	Interrupción o aislamiento de la señal electrónica de ignición para la activación de la bobina.			X
	Cortocircuito de la bobina.	X		
Muelle de apertura o de cierre	Perdida del coeficiente elástico.	X		
	Ruptura por fatiga del material.	X		
Junta de cierre	Perdida de la presión y hermeticidad.	X		

Fuente. Autor del proyecto

Fallas en el reductor gasificador. Este punto del sistema es uno de los más críticos y que presenta más fallas, ya que como lo explicábamos en anteriores definiciones, realiza un

triple trabajo. En principio, esta unidad es para vaporizar el gas que entra líquido desde la pipeta, y así pasarla a los inyectores o al carburador. Además de este trabajo, reduce la presión con la que entra el gas desde la pipeta, este proceso por medio de la estructura especial de los gasificadores.

Figura 26. Estructura interna de un reductor gasificador marca BRC.



Fuente. Autor del proyecto

Gracias a los serpentines que tiene su estructura interna, el gasificador reduce la presión de inyección del gas, permitiendo un proceso de mezcla y combustión adecuadas.

A parte de estas dos funciones, hay una tercera que también es crítica a la hora de las fallas en el gasificador. El gas es vaporizado por medio del paso de agua caliente proveniente del sistema de refrigeración del motor, en ese intercambio de calor es necesario analizar no solo las condiciones del conducto por donde pasa el gas, sino también los conductos por donde el agua circula. Ya sabiendo las funciones del reductor gasificador, listaremos entonces las fallas de estos equipos, que se pudieron documentar durante el tiempo de práctica.

Taponamiento de las tuberías de agua por óxido acumulado. El agua de refrigeración del motor es un agente oxidante en potencia, y las tuberías de circulación para esta agua, al cabo de cierto tiempo empiezan a acumular dicho óxido en sus paredes, impidiendo el paso adecuado del agua, disminuyendo su presión, y a su vez afectando las condiciones de intercambio de calor; en la figura 27 se pueden observar dos racores por donde circula el agua (entrada y salida) en el gasificador. Se puede detallar que el óxido ha deteriorado en gran medida estos racores, así mismo se ven afectados los interiores de las tuberías que no son de material resistente a la corrosión. También, con la disminución de los diámetros de las tuberías por el óxido, la bomba de agua trabaja con sobreesfuerzo y el vehículo empieza a aumentar su temperatura (se recalienta), debido a que el agua que llega al motor no es suficiente para su refrigeración.

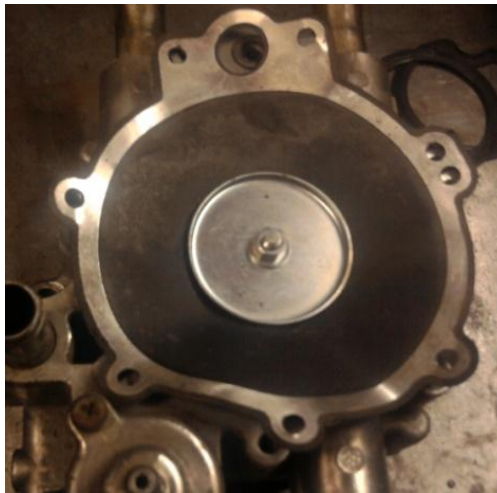
Figura 27. Detalle del deterioro de las tuberías de agua por oxidación en los reductores gasificadores.



Fuente. Autor del proyecto

Cristalización y/o ruptura de empaquetadura del equipo. La empaquetadura del equipo de gas (figura 26) es la encargada de convertir el vacío del motor, en la presión sobre la válvula de paso del gas. Su material es flexible para poder realizar este trabajo, pero debe ser muy resistente para soportar los componentes del GLP.

Figura 28. Empaquetadura de gas de un equipo de gas marca AMAN.

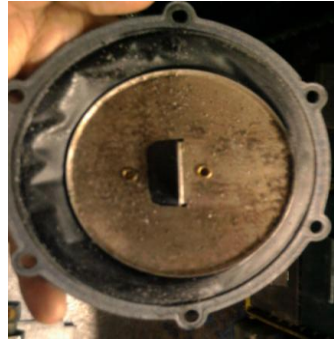


Fuente. Autor del proyecto

Con los ciclos del motor, las composiciones del GLP constantemente variables y los solventes que se utilizan para su mantenimiento, el empaque va perdiendo su elasticidad y empieza un proceso de cristalización que finaliza con la ruptura del empaque. Cuando esto sucede, el vacío pasa de una cámara a otra del gasificador, y la válvula de paso del gas no se activa, esto se manifiesta en la imposibilidad de encender la máquina como si no tuviera combustible. En la figura 29 se muestra una de las empaquetaduras completamente sucia

con los alquitranes y aceites depositados en el gasificador, lo que puede provocar su cristalización y posterior ruptura.

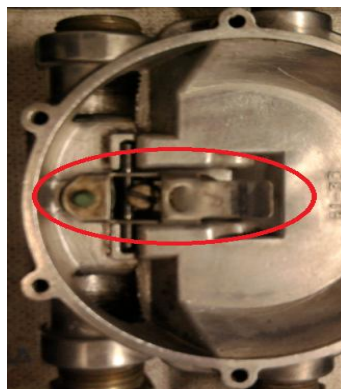
Figura 29. Empaquetadura de equipo de gas con alto grado de suciedad.



Fuente. Autor del proyecto

Perdida de calibre en las válvulas de paso al interior de gasificador. El gasificador tiene internamente unas pequeñas válvulas de paso del gas que son activadas por medio de los sellos flexibles anteriormente mencionados y gracias al vacío del motor. Estas válvulas deben tener un calibre para el correcto funcionamiento del sistema, si pierden el calibre, se genera mayor o menos paso de gas, en el primer caso, la maquina se satura de gas, que no se quema en la cámara de combustión, lo que en el argot popular se denomina “inundar”. En segundo caso (paso de poco gas), la mezcla de aire combustible en el motor queda pobre, lo que provoca que la maquina no encienda, o quede con problemas en la combustión. Es por esto muy importante garantizar el calibre y el funcionamiento libre de las válvulas internas de paso.

Figura 30. Válvula interna de paso de gas en un Reductor marca impco modelo j.



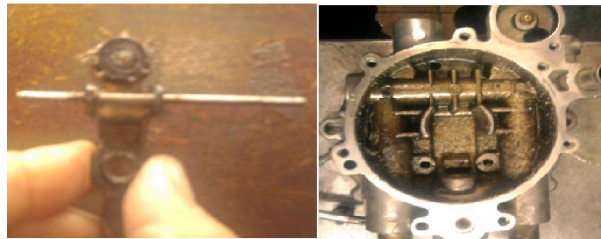
Fuente. Autor del proyecto

Las tolerancias y los calibres respecto al agujero de paso del gasificador, y en relación a la empaquetadura o el sello del gasificador deben ser muy precisas, y esta precisión se pierde

con el pasar de los días, es necesario corregir estas imprecisiones midiendo distancias y rectificando estas válvulas.

Además de la pérdida del calibre, estas válvulas se ven constantemente pegadas debido a aceites y deposiciones del GLP. Cuando estas válvulas se pegan, pierden la libertad de funcionamiento, retrasando su apertura o cierre; esto provoca que el proceso de inyección no sea sincronizado. En la figura 31 podemos observar una válvula de paso que debió ser retirada del equipo para su limpieza y la posterior recuperación de calibre, después de haber sido afectada por las suciedad y las deposiciones dentro del equipo.

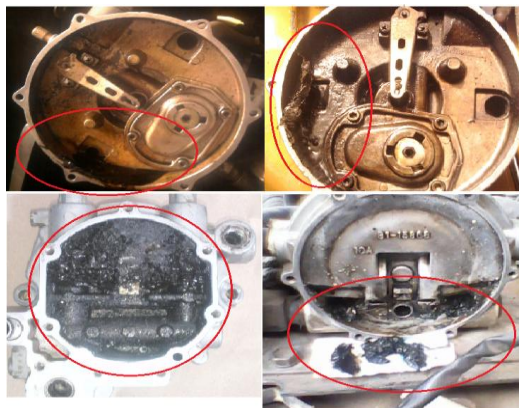
Figura 31. En la imagen izquierda se observa la válvula extraída del equipo con suciedad en su eje y en el tapón de cierre. A la derecha podemos ver el equipo de donde se extrajo la válvula y las condiciones de suciedad en las que se encontraba.



Fuente. Autor del proyecto

Taponamiento de los conductos internos del gasificador por decantación de lixiviados propios del GLP colombiano y por carbonilla o coque generado por las altas temperaturas. Este es el punto álgido y crítico de todo este informe. Es el problema de mayor frecuencia y complejidad que presentan estos sistemas de GLP. Un taponamiento de conductos significa una maquina inoperativa, requiere mantenimiento inmediato y significa un paro de la maquina por tiempo indefinido hasta que sea limpiado el gasificador y se verifique que ninguna de sus partes internas hayan sido afectadas.

Figura 32. Cuatro diferentes equipos afectados por taponamiento de conductos internos



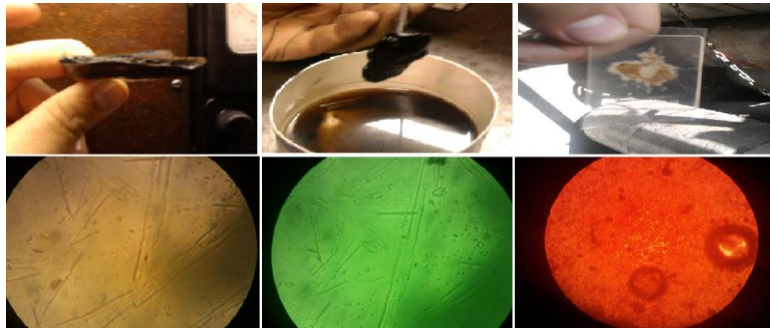
Fuente. Autor del proyecto

La causa de estos taponamientos es que en el gasificador se decantan algunos aceites, **butiilos** (butanos o butilenos) y ceras, producto de las diferentes composiciones del GLP, como así también de las temperaturas de vaporización de estos.

He aquí la breve y concisa explicación de la generación de estos lixiviados. Como lo exponíamos al principio de este documento, el butileno es un componente que se le agrega al GLP para evitar la vaporización de este a las temperaturas del trópico a las cuales estamos sometidos en Colombia. Este butileno no logra alcanzar la temperatura de vaporización en el gasificador y se decanta en forma de una cera pegajosa y con el olor característico del butano, el problema es que es muy difícil de disolver y taponan fácilmente los conductos de paso del GLP.

En la investigación realizada y en la búsqueda de descubrir las causas del problema se llegaron a sacar fotografías en microscopio de una muestra de este lixiviado. Lastimosamente no tuvimos una imagen de comparación para asegurarnos de la composición de esta sustancia. De igual forma la quiero mostrar para dar a conocer su particular estructura (figura 33).

Figura 33. En la parte superior, toma de muestras del lixiviado. En la parte inferior fotografías en el microscopio de las muestras obtenidas de distintos equipos.



Fuente. Autor del proyecto

A parte de existir en los equipos este tipo de taponamiento por lixiviados, también existe el taponamiento por coque o carbonilla.

Este es un taponamiento más común, ya que en el proceso de intercambio de calor y evaporación del GLP quedan residuos de carbón por las altas temperaturas (en los puntos de mayor intercambio se hace más notorio la deposición de carbonilla).

Estas deposiciones también taponan los conductos de paso del GLP, impidiendo la libre circulación de este y provocando las consecuencias anteriormente mencionadas. En la figura 34 podemos observar un equipo afectado por la deposición de carbonilla en sus conductos.

Figura 34. Gasificador con sus conductos totalmente taponados por deposición de cenizas y carbón.

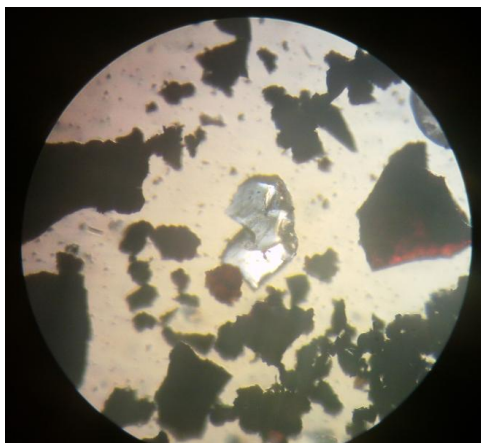


Fuente. Autor del proyecto

En el proceso de investigación de las causas del problema, también extrajimos muestras de esta ceniza y carbón.

Haciéndolas pasar por el microscopio pudimos obtener algunas imágenes como las siguientes:

Figura 35. Imagen de una muestra de polvillo de carbón observada bajo el microscopio donde se revela un pequeño diamante.



Fuente. Autor del proyecto

Pudimos observar un pequeño diamante que se destacaba en una de las muestras analizadas como la de la figura 35, estos diamantes se forman en la corteza terrestre donde tiene origen también la formación del petróleo crudo, materia prima para producir GLP, lo hace a este hallazgo especial, pero no raro.

Este hallazgo lleva a sacar una conclusión con respecto al desgaste del equipo. La pérdida de calibres y ajustes puede darse debido a la fricción que generan estos diamantes transitando por los conductos a gran velocidad debido a las altas presiones a las que trabaja el equipo. Todos sabemos que el diamante es el material más duro de la tierra, y en su paso por el gasificador puede generar un gran desgaste.

Es por esta serie de problemas que el reductor gasificador es la pieza del sistema de mayor cuidado y que requiere de un mantenimiento detallado. Es necesario establecer planes de mantenimiento preventivo y predictivo para estos equipos y así evitar paros de maquina extensos, daños en equipos críticos y altos costos en reparaciones correctivas.

Generación del plan de mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo para los equipos de GLP

Plan de mantenimiento predictivo. Se establece un plan de mantenimiento predictivo según las fallas documentadas durante las semanas de práctica. El inventario de fallas registradas se muestra en la Cuadro 7.

Hemos caracterizado y codificado 10 posibles fallas para los equipos que se encuentran en la Cuadro 6.

Cuadro 6. Matriz de registro de fallas por código.

Códigos de falla	Fallas en el equipo
1	Falta de hermeticidad en las uniones válvula – pipeta
2	Daño en alguno de los componentes de las válvulas
3	Taponamiento de las tuberías y/o mangueras
4	Fugas de gas en tuberías y/o mangueras
5	Falla de la electroválvula
6	Taponamiento de las tuberías de agua del gasificador
7	Cristalización y/o ruptura de la empaquetadura del equipo
8	Perdida del calibre de las válvulas interiores del gasificador
9	Taponamiento de los conductos internos del gasificador con butilenos
10	Taponamiento de los conductos internos del gasificador con coque, ceniza o carbón.

Tabla 6 Codificación de fallas para la matriz de registro.

Semana	# Maquina (marca del equipo)	Código(s) de falla	Observaciones
1	15 (BRC)	7-8-9-10	
2	52 (AMAN)	8	
3	24 (AMAN)	3	
5	75 (AMAN)	8-9-10	
6	42 (IMPCO)	7-8	
7	75 (AMAN)	8	
8	24 (AMAN)	8-9-10	
9	75 (AMAN)	9-10	
	71 (NIKKY)	8-9-10 (E)	Se realizan reparaciones especiales.
10	71 (BRC)	8-9-10	
	27 (IMPCO)	7-8-9-10 (E)	Se realizan reparaciones especiales.

11	84 (BRC)	7-8-9-10 (E)	Se realizan reparaciones especiales.
	8K (IMPCO)	8-9-10	
12	75 (AMAN)	8-9-10 (E)	Se realizan reparaciones especiales.
	38 (AMAN)	8-9-10	
13	70 (IMPCO)	7	
	48 (IMPCO)	8-9-10	
	4 (IMPCO)	7-8-9-10	
14	42 (IMPCO)	7-8-9-10	
	15 (BRC)	8	
15	84 (BRC)	8 (E)	Se realizan reparaciones especiales.
	52 (AMAN)	8	
	24 (AMAN)	3	
16	75 (AMAN)	8-9-10	
	42 (IMPCO)	7-8	
17	75 (AMAN)	8	
	27 (IMPCO)	8-9-10	
	56 (AMAN)	7	
18	32 (IMPCO)	8-9-10	
	56 (AMAN)	8-9-10	
19	52 (AMAN)	8-9-10	
	42 (IMPCO)	8-9-10	
20	15 (BRC)	7-8-9-10	
	32 (IMPCO)	9-10 (E)	Se realizan reparaciones especiales.
	81 (IMPCO)	8-9-10	
21	75 (AMAN)	8-9-10	
	56 (AMAN)	4-5 (E)	Se realizan reparaciones especiales.

Fuente. Autor del proyecto

Plan de mantenimiento preventivo. Luego de tener un plan de mantenimiento aproximado a las cifras presentadas en el punto anterior por los mantenimientos predictivos, se hace necesario generar un plan de mantenimiento preventivo para evitar daños delicados y severos en los equipos; Según el manual de mantenimiento de los equipos IMPCO y BRC, el mantenimiento preventivo se le debe realizar a estos equipos cuando se ajusten las 1000 horas de servicio o 6 meses de trabajo, pero por la calidad del GLP de nuestro país, se hace necesario disminuir esa cifra a unas 200 horas de servicio o 2 meses de trabajo según la intensidad. A continuación describimos detalladamente el mantenimiento a todo el equipo de gas y las precauciones que se deben tomar antes de empezar estas labores.

Mantenimiento de los tanques GLP. Cierre la válvula de sellado y desconecte los acoples, jale hasta abajo los seguros para airear el tanque.

Coloque el tanque en su lugar y apriete los acoples a mano.

Mantenga la válvula de cierre cerrada hasta que los acoples estén bien apretados.

Antes de apretar las abrazaderas del tanque, muévelo ligeramente y observe el indicador de nivel de la aguja, se debe mover con el movimiento del tanque, se puede sospechar que el indicador está defectuoso, si la aguja no se mueve.

Cuando la válvula se ha abierto, vigile que no existan fugas.

Precauciones para el mantenimiento de cilindros de GLP. Las precauciones prohíben soldar los tanques de GLP, si se ha dañado, se debe reemplazar. Los tanques averiados siguen siendo explosivos, aun estando vacíos.

No llene las pipetas cerca de fuentes de calor, llamas fuentes de chispa etc. Los tanques deben ser llenados únicamente por personal calificado, de acuerdo con los requerimientos locales.

No fume mientras esté cambiando los tanques, no cambie los tanques mientras el motor se encuentre trabajando, el GLP es altamente explosivo.

Mantenimiento a las líneas de gas (tuberías y mangueras). Todas las líneas del sistema de gas se deben inspeccionar periódicamente (generalmente cada 30 días) para ayudar a detectarlas fugas, se le agrega al GLP un olor, si este olor se detecta constantemente, apague el motor y arregle la fuga.

Limpie las conexiones y mangueras con un trapo húmedo de petróleo o algún solvente equivalentes.

Use una solución de agua jabonosa para detectar las fugas de las mangueras, conexiones y ensambles, mientras la presión del sistema no sea menor de 90 psi. Si se usan mangueras con conexiones reusables, se debe chequear también las uniones entre conexión y manguera.

Cuando sea necesario, reemplazar conexiones y mangueras:

Cierre la válvula de sellado y apriete a mano.

Trabaje el motor hasta que se apague y quite la llave del switch después, abra las conexiones.

Aplique un sellador a las conexiones de tubo (en las cuerdas macho únicamente). Se recomienda el uso de sellador del tipo de cinta.

Precauciones para el mantenimiento de las líneas de gas. Ponga la maquina en un lugar ventilado, no fume o efectúe este trabajo cerca de alguna fuente de calor o de ignición, no desconecte ninguna línea si el escape se encuentra caliente. El GLP es altamente inflamable.

No utilice sellador líquido, ya que puede entrar en las líneas durante el ensamble.

Mantenimiento de las líneas de agua y vacío. El sistema de GLP depende grandemente de que estén bien apretadas las conexiones de vacío. Si los extremos de la manguera están abocardados, rajados o sueltos, recorte el extremo y reconecte a la conexión.

Las mangueras de agua entre el motor y el regulador vaporizador pueden ser del tipo abrazadera o del tipo de empujón con conexiones reusables. Corte los extremos de la manguera dañada y vuélvala a enchufar a la conexión. Coloque firmemente las conexiones en suposición, no use cemento o abrazaderas en las conexiones del tipo empujón.

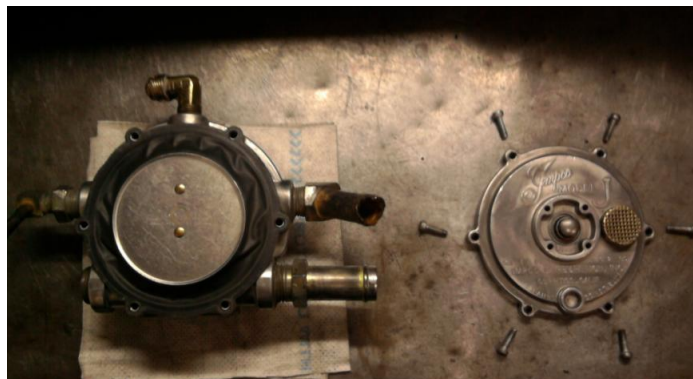
Mantenimiento del regulador vaporizador. Chequee si no tiene fugas de combustible, agua o vapor, en las diferentes conexiones, tales como oxidaciones, olor a gas o condensaciones; apriete los tornillos de la tapa o las conexiones, como sea necesario.

Quite la manguera de combustible vaporizado y verifique si no se encuentra dañada, en particular verifique si se encuentran apretadas las conexiones de salida de vapor.

Quite y revise el vaporizador regulador cada 250 horas de trabajo o 2 meses de operación.

Despiece por completo el regulador, y suméjalo en un solvente como el thinner o en gasolina. Con una brocha o cepillo retire el exceso de suciedad y lixiviados dispuestos en el equipo.

Figura 36. Despiece de un regulador gasificador en mantenimiento.



Fuente. Autor del proyecto

Precauciones para el mantenimiento del equipo regulado vaporizador. No apriete demasiado las abrazaderas de unión entre las mangueras y el equipo, ya que puede dañar la fundición.

Tenga cuidado con las piezas pequeñas como tornillos pasadores y empaques.

Revisar el solvente con el que se va a lavar el equipo, que no afecte las empaquetaduras del equipo y sea efectivo para disolver la suciedad del mismo.

Figura 37. A la izquierda, una prueba para disolver el lixiviado encontrado en uno de los gasificadores. A la derecha el solvente utilizado para dicha prueba, no dio resultado satisfactorio.



Fuente. Autor del proyecto

Mantenimiento del carburador alimentado con GLP. La correcta operación del sistema del GLP está basada en el vacío originado en el carburador. Para asegurar la disponibilidad de vacío a todos los componentes.

Chequee las mangueras de vacío, apriete las abrazaderas o reemplace las mangueras si se requiere.

Apriete los tornillos de montaje del carburador.

Apriete el cuerpo del ahogador y los tornillos a la tapa del carburador.

Verifique si el múltiple de admisión no se encuentra flojo.

Cada 1000 horas o seis meses de operación, quite el carburador y limpie el alojamiento de la válvula de aire gas.

Luego de ensamblar, se debe ajustar la Mezcla de aire combustible en bajas revoluciones. Esto se debe realizar cuando el motor y la transmisión estén en temperatura de trabajo. Metiendo el tornillo del ralenti se hará la mezcla más rica, sacándolo se hará más pobre.

Precaución para el mantenimiento del carburador alimentado con GLP. El tornillo para la mezcla de aire-combustible es muy sensitivo y se deberá mover únicamente si se tiene disponible un analizador de humos del escape.

Ajuste la mezcla de aire-combustible de 30 % a 70% de monóxido de carbono.

Plan de mantenimiento correctivo

Fase I, Precauciones para la detección de fallas. Estacione en un lugar bien ventilado.

Estacione lejos o elimine las fuentes de ignición de fuegos.

Posicione la máquina de tal manera de que no quede el tanque de gas en la dirección de radiadores de calor o forzadores de aire caliente.

Tenga a la mano un extinguidor multipropósito y que esté en buenas condiciones.

Use elementos de protección personal, en especial guantes que soporte las bajas temperaturas del gas y gafas de protección.

Fase II, detección de las fallas. La detección de las fallas es un acercamiento sistemático para aislar la causa de un problema. El 95% de los problemas de motores se encuentran en el sistema de encendido, el sistema del purificador de aire, el sistema de la ventilación positiva del carter o en el sistema de enfriamiento. Para aislar el sistema de combustible se debe chequear lo siguiente:

Chequee la bobina, los platinos, las bujías, los cables, el tiempo y el avance.

Chequee el nivel de agua, las mangueras y el termostato.

Verifique si el mofle o el filtro de aire no se encuentran tapados o dañados.

Chequee las RPM'S.

Chequee la carrera del acelerador. Con la carrera máxima del acelerador, debe quedar un claro de 1/32" entre el perno tope del acelerador y el tornillo tope.

Chequeo de sistema de gas. Si un motor no arranca, lo siguiente es una guía rápida para determinar si el problema se encuentra en el sistema de ignición o en el de combustible.

Abra la válvula de cierre del tanque.

Quite la línea de vacío y succione por esta manguera, si se tiene un filtro que opere eléctricamente, ponga la llave de encendido en la posición "on".

Empuje el botón de purga

Desconecte la línea de vapor y el gas debe escapar

Si el gas no escapa por esta línea, afloje la conexión de entrada del gas, si el gas escapa por esta conexión, el regulador esta defectuoso.

Si el gas no escapa por la conexión de entrada, afloje la conexión del filtro (si lo tiene), si el gas escapa por ahí entonces el filtro esta defectuoso.

Si el gas no escapa por la conexión del filtro, el tanque este vacío o la válvula de servicio está cerrada.

Cuadro 7. Guía básica de detección de fallas “sobre la marcha” para operarios y mecánicos.

Problema	Posible causa
El motor no arranca	1. Válvula del cierre del tanque cerrada. 2. Poco o nada de GLP en el tanque. 3. Línea de vacío floja, tapada o dañada. 4. Fuga por el diafragma de la válvula de cierre.
Arranque problemático	1. Pérdida de vacío en el sistema. 2. Válvula secundaria en el vaporizador pegada.
Cascabeleo en bajas RPM'S	1. Pérdida de vacío en el sistema. 2. Válvula primaria del vaporizador dañada. 3. Diafragma de la válvula de aire-gas del carburador cristalizada.
Perdida de potencia	1. La válvula de cierre del tanque no está completamente abierta. 2. Válvula de succión cerrada (10%). 3. Bajo nivel de gas, se está succionando únicamente vapor.

	4. Filtro de la válvula de cierre tapado. 5. Poco vacío en el sistema. 6. Carburador flojo en el múltiple.
Cascabeleo en altas RPM'S	1. El diafragma secundario del vaporizador está pegando o fugando. 2. La válvula secundaria del vaporizador se encuentra sucia o pegada.
Condensaciones, hielo o suciedad en la válvula de seguro	1. Válvula de seguro del filtro se encuentra tapada. 2. La válvula de succión se encuentra tapada al (10%)
Condensaciones, hielo o suciedad en el vaporizador regulador	1. Las conexiones del vaporizador están mal conectadas, o las mangueras están dañadas. 2. El asiento de la válvula primaria del regulador no asienta correctamente.

Fuente. Autor del proyecto

Fase III, Corrección de fallas. Se deben tramitar las reparaciones con una orden de servicio, para que el mecánico pueda empezar a trabajar en el equipo dañado. Este reporte de novedades funciona como una orden de servicio; es la guía de trabajos a realizar y repuestos necesarios. A continuación describimos más a fondo esta orden de servicio.

Reporte de novedades para reparaciones mecánicas. Consiste en hacer un reporte detallado de sucesos ocurridos a algún equipo durante alguna de sus jornadas de trabajo en los cuales se ha averiado alguna parte del mismo, o presenta alguna condición que impida su correcto funcionamiento y operatividad. Este reporte es realizado por los mecánicos y es aprobado por los jefes de mantenimiento y la gerencia:

Figura 38. Hoja de reporte de novedades.

Código: FR-61
 Fecha de creación: 30/01/2012
 Versión: 05

REPORTE DE NOVEDADES

Datos generales

MONTACARGAS & TRANSPORTES &
 Movemos cargas a la altura de sus necesidades

NOVEDADES O FALLAS		EQUIPO	
		00	XXXXXXXX
		Iniciación reporte	
		DIA	MES
		ANO	
Reporta:	Lugar de la novedad:	Hora:	
Programador:	Encargado:	Recorrido:	
		APROBADO POR GERENCIA	
		SI	NO

Personas encargadas de realizar el reporte y programar la revision

Lugar donde se averio la maquina y el encargado de la misma

Aprobacion de la gerencia

Fuente. Autor del proyecto

En la segunda parte se encuentra el espacio para hacer la lista de repuestos necesarios, se verifica su existencia en el taller, si no está disponible el repuesto en el taller, es necesario realizar una orden de compra. También hay un espacio para realizar comentarios acerca del procedimiento de la compra de los repuestos. Se anexan datos generales como la fecha de inicio de ejecución de la orden y la fecha de terminación.

Figura 39. Sección de Insumos requeridos en la hoja de novedades.

Espacio para proponer los insumos requeridos para la reparacion

INSUMOS REQUERIDOS

Disponibilidad del insumo y necesidad de la orden de compra

		Se dispone del insumo		SI	NO	Necesita orden de compra		SI	NO
Comentario:		Fecha de entrega		DIA	MES			ANO	
		Hora:							
Comentario:		Fecha de termino		DIA	MES			ANO	
		Hora:							
		Recorrido:							

Comentarios acerca de los repuestos

Datos generales

Fuente. Autor del proyecto

En la tercera parte del formato, se determina el tiempo invertido en la reparación de la máquina, que se traduce en el tiempo muerto de la máquina, la descripción detallada de las reparaciones realizadas al equipo y las posibles fallas que pudieran presentarse en el proceso (Demora en los repuestos, prioridad de reparación de otras máquinas, herramienta insuficiente o deficiente etc.).

Luego de diligenciar esta forma, El mecánico puede proceder a realizar el mantenimiento del equipo con los insumos requeridos y el cronograma detallado para maximizar la eficiencia en su trabajo.

Como mantenimiento preventivo en las montacargas, se diseñó un programa en Excel donde se consignaba en cada casilla el numero máquina, la marca, fecha de último cambio de aceite, horometro con ultimo cambio de aceite, horometro actual, y horometro de próximo cambio de aceite; este se programaba cada 450 horas de trabajo o cada 3 meses, lo que sucediera primero, y una de las casillas cambia de color a rojo si este ya ha caducado dando la alerta de cambio Fig. 40. (CD ANEXO)

Figura 40. Control cambios de filtro y aceite en montacargas.

MANTENIMIENTO MAQUINAS MONTACARGAS Y TRANSPORTES									
CODIGO	MARCA	ESTADO	LUGAR	ULTIMO CAMBIO DE ACEITE	HOROMETRO ULTIMO CAMBIO DE ACEITE	HOROMETRO OBSERVADO	HOROMETRO PROXIMO CAMBIO	CAMBIO DE ACEITE POR TIEMPO	CAMBIO DE ACEITE POR HOROMETRO
1	TOYOTA	NO OPERATIVA	MEDELLIN				450	CAMBIO	NORMAL
2	HYSTER						450	CAMBIO	NORMAL
2K-A	HYSTER						450	CAMBIO	NORMAL
3	DAEWOO			17/12/2012	21380,3		21830,3	CAMBIO	NORMAL
3K	TOYOTA						450	CAMBIO	NORMAL
4	TOYOYA			09/07/2012			450	CAMBIO	NORMAL
4K	NISSAN			29/03/11			450	CAMBIO	NORMAL
5	HYSTER			18/10/2011	4161,5		4611,5	CAMBIO	NORMAL
5K	NISSAN						450	CAMBIO	NORMAL
6	MITSUBISHI						450	CAMBIO	NORMAL
6K	NISSAN						450	CAMBIO	NORMAL
7							450	CAMBIO	NORMAL

Fuente. Autor del proyecto

Se desarrolló el programa de mantenimiento para toda la maquinaria en la empresa, haciendo una revisión preventiva cada 500, 1000 y 5000 mil horas de trabajo, y especificando el procedimiento a seguir en cada estado y lo mismo para herramientas importantes en la empresa. (CD ANEXO)

En el control ambiental se diseñó un programa en Excel, donde se consigna cada desecho peligroso generado mes a mes y como este afecta cada ítem ambiental entre los que se encuentran la tierra, el agua, el aire etc. A cada desecho y en cada ítem se le otorga una calificación de 1 a 10 y caracterizándola como positiva o negativa, si al sumar el puntaje de cada ítem en el mes para cada afectación se supera el límite permitido se debe entrar a modificar el manejo dado a esos desechos para mejorar y cumplir con las normas, así como la cantidad de desechos producidos para no ser grandes generadores. (CD ANEXO)

Figura 41. Control desechos sólidos Montacargas y transportes s.a.s.

COMPONENTE 1. MINIMIZACION Y PREVENCIÓN													
RESIDUOS SÓLIDOS GENERADOS (kg)													
RESIDUO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTALES ANUALES
LLANTAS USADAS	120	120											240
BATERIAS USADAS	15,8	31,6											47,4
SOLIDOS CON HC	20	8											28
ACEITE QUEMADO	275,68	104,44											380,12
PAPEL Y CARTON	90	0											90
PLASTICOS	-	-											0
ORDINARIOS	-	-											0
CHATARRA	-	-											0
TOTALES MENSUALES	521,48	264,04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	785,52
PROMEDIO ARITMETICO	130,92												
MEDIA MOVIL MES 7	44,00666667												
MEDIA MOVIL MES 8	0												
MEDIA MOVIL MES 9	0												
MEDIA MOVIL MES 10	0												
MEDIA MOVIL MES 11	0												
MEDIA MOVIL MES 12	0												
PROMEDIO DE GENERACION	7,334444444												
TIPO DE GENERADOR	NO ES GENERADOR												
	EQUIVALENCIAS												
	60 kg por cada llanta												
	7,9 kg por cada bateria												
	1 kg por cada filtro												
	207 kg por cada 55 galones												

Fuente. Autor del proyecto

4. DIAGNOSTICO FINAL

El aporte dejado en la empresa como profesional se puede determinar como el mantenimiento más organizado, y sistematizado, incluyendo procesos de revisión en máquinas y equipos a los cuales no se les hacia ese manejo, así mismo se incluyó el historial de cada máquina y equipo y de esa forma facilitar a la gerencia la toma de decisiones en cuanto a gastos de mantenimiento; se organizó la disposición final de residuos peligrosos y se presentaron mejoras estructurales para el mejoramiento del trabajo como el dique de contención de aceites y las mejoras en las redes eléctricas, así mismo se dispuso de la información en línea de cada departamento de la empresa para facilitar la labor y la comunicación entre las mismas, además del plan de mantenimiento y el programa de revisión de máquinas.

5. CONCLUSIONES

Se deja una buena investigación acerca de los equipos de trabajo, diferenciándolos y teniendo una idea de sus características, determinando fallas frecuentes y soluciones a estas fallas; que se puede consultar en cualquier momento en los archivos de la empresa y en la biblioteca de la UFPSO, es importante conocer en detalle todos los elementos con los que se va a trabajar para tener un mejor desempeño y más aun siendo este en el área de mantenimiento mecánico.

Se facilita el trabajo del área de mantenimiento con el programa de alertas, pues ya no es necesario el trabajo empírico para determinar revisiones sino que todo se encuentra digitalizado y consignado en los archivos de la empresa, permitiendo desde un computador organizar y llevar a cabo el mantenimiento de cada máquina con total seguridad.

Los planes de mantenimiento son una forma de regular varios factores críticos a la hora de evaluar los costos de posesión y operación de un montacargas, en estos planes de mantenimiento se incluye el del equipo de gas. Si estos planes no se siguen rigurosamente, los costos de operación podrían incrementarse debido a una disminución del rendimiento del combustible por fallas en el equipo. También podría verse afectado el presupuesto de mantenimiento, ya que si se pasa por alto el mantenimiento preventivo, es más probable que se presenten fallas en los equipos, y por ende se deban hacer reparaciones correctivas, que significan más costos para la empresa. Es por esto que se debe inculcar una cultura de realización de los mantenimientos predictivos y preventivos para evitar al máximo los mantenimientos correctivos, y gracias a los programas establecidos con sus respectivos procedimientos se hace más fácil y es más seguro para la empresa y los mismos empleados.

Es importante inculcar una cultura ambiental dentro de la empresa, y también involucrar a cada empleado para mejorar el trabajo en esta área, con los programas de control ambiental y normas establecidas se facilita el manejo y control de desechos peligrosos que genera la empresa, permitiendo cumplir con las normas ambientales establecidas.

6. RECOMENDACIONES

Debe inculcarse la cultura del mantenimiento a todos los empleados de la empresa, cada uno debe conocer un poco del trabajo del otro para que sea un trabajo más fácil e incluyente.

La gerencia de la empresa debe dar un mejor manejo a la compra de repuestos en los equipos, pues no deben llevarse al límite de su trabajo para evitar problemas o fallas en la realización del mismo.

Debe realizarse charlas semanales o quincenales a los operarios acerca del manejo de seguridad y manejo ambiental en la empresa.

La gerencia debe tener en cuenta los comentarios y consejos de los operarios y mecánicos para mejorar el ambiente de trabajo.

Implementar el programa de mantenimiento y los programas generados en esta práctica para mejorar las condiciones de trabajo de los empleados de mantenimiento.

BIBLIOGRAFIA

FORMULACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DEL MÉTODO KAIZEN EN UNA EMPRESA DE SERVICIO DE TRANSPORTE PESADO, Carlos Andrés Cadavid Sierra, Medellín 2011. Trabajo de grado (Ingeniero Mecánico). Universidad de Antioquia. Facultad de ingeniería. Departamento mecánica.

INFORME DE ACTIVIDADES REALIZADAS EN SEMESTRE DE PRÁCTICA EN EMPRESA DE SERVICIOS DE TRANSPORTE PESADO, Eduardo Adrián Rueda Pineda, Medellín 2012. Trabajo de grado (Ingeniero Mecánico). Universidad de Antioquia. Facultad de ingeniería. Departamento mecánica.

REFERENCIAS DOCUMENTALES ELECTRÓNICAS

ECOFORMAS. Montacargas. (s.l.) [on line] (s.f.) [citado el 22 de diciembre de 2013]. Dsponible en internet en: <http://www.ecoformas.com/ES/tip/8>

EHOWENESPANOL. Filtro de gas. (s.l.) [on line] (s.f.) [citado el 22 de diciembre de 2013]. Dsponible en internet en: http://www.ehowenespanol.com/senales-fallas-filtro-gasolina-lista_109946/

GUIATRIBUTARIA. RUC. (s.l.) [on line] (s.f.) [citado el 22 de diciembre de 2013]. Dsponible en internet en: <http://www.guiatributaria.sunat.gob.pe/index.php/component/k2/item/94-%C2%BFqu%C3%A9-es-ruc>

LUBRILANDIA. Aceite de caja texamatic. (s.l.) [on line] (s.f.) [citado el 22 de diciembre de 2013]. Dsponible en internet en: http://www.lubrilandia.com.ar/Texaco/gama_de_productos/automotrices/caja_automatica_direccion_hidraulica/texamatic_fluid.htm

MOTORPASIONFUTURO. GLP. (s.l.) [on line] (s.f.) [citado el 22 de diciembre de 2013]. Dsponible en internet en: <http://www.motorpasionfuturo.com/glp-gnc/glp-que-es-y-para-que-sirve>

OFICIOSTRADICIONALES. Estibadores. (s.l.) [on line] (s.f.) [citado el 22 de diciembre de 2013]. Dsponible en internet en: <http://www.oficiostradicionales.net/es/mar/estibadores/>

SLIDESHARE. Filtro de aceite. (s.l.) [on line] (s.f.) [citado el 22 de diciembre de 2013]. Dsponible en internet en: <http://www.slideshare.net/RO-DES/el-filtro-de-aceite-del-motor-qu-es-y-cul-es-su-funcin>

STATEFUNDCA. Hojas de Seguridad. (s.l.) [on line] (s.f.) [citado el 22 de diciembre de 2013]. Dsponible en internet en: <http://www.statefundca.com/safety/safetymeeting/SafetyMeetingArticle.aspx?ArticleID=224>

TORRES MANOTAS Erick Javier. Aceite hidráulico. (s.l.) [on line] (s.f.) [citado el 22 de diciembre de 2013]. Dsponible en internet en: <http://es.scribd.com/doc/17883476/Aceites-Hidraulicos-Shell>

VELASQUEZ. Horometro. (s.l.) [on line] (s.f.) [citado el 22 de diciembre de 2013]. Dsponible en internet en: http://www.velasquez.com.co/catalogo/horometro_digital.pdf

ANEXOS

Anexo A. Manual de mantenimiento

Ver archivo adjunto

Anexo B. Programa de alertas

Ver archivo adjunto

Anexo C. Programa ambiental

Ver archivo adjunto