



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE 5 ESTRELLAS CATERPILLAR EN EL TALLER DE COMPONENTES DE LA EMPRESA CORPORACIÓN GENERAL DE TRACTORES S.A. (GENTRAC)

José Rodrigo Torres Cardona

Asesorado por la Msc. Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña

Guatemala, mayo de 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE 5 ESTRELLAS CATERPILLAR EN EL TALLER DE COMPONENTES DE LA EMPRESA CORPORACIÓN GENERAL DE TRACTORES S.A. (GENTRAC)

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

JOSÉ RODRIGO TORRES CARDONA

ASESORADO POR LA MSC. INGA. NORMA ILEANA SARMIENTO ZECEÑA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL

GUATEMALA, MAYO DE 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
EXAMINADORA	Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña
EXAMINADORA	Inga. Sigrid Alitza Calderón de León
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE 5 ESTRELLAS CATERPILLAR EN EL TALLER DE COMPONENTES DE LA EMPRESA CORPORACIÓN GENERAL DE TRACTORES S.A. (GENTRAC)

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 12 de abril de 2012.



José Rodrigo Torres Cardona



Guatemala, 15 de marzo de 2013.
REF.EPS.DOC.408.03.13.

Ingeniera
Sigrid Alitza Calderón de León De de León
Directora Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimada Inga. Calderón de León De de León.

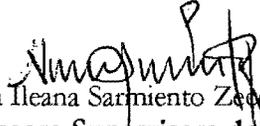
Por este medio atentamente le informo que como Asesora-Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería Mecánica Industrial, **José Rodrigo Torres Cardona**, Carné No. **200718865** procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE 5 ESTRELLAS CATERPILLAR EN EL TALLER DE COMPONENTES DE LA EMPRESA CORPORACIÓN GENERAL DE TRACTORES S.A. (GENTRAC)”**.

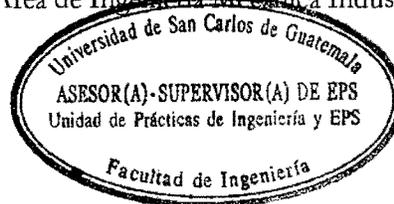
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”


Inga. Norma Ileana Sarmiento Zedeña de Serrano
Asesora-Supervisora de EPS
Área de Ingeniería Mecánica Industrial



NISZdS/ra



Guatemala, 15 de marzo de 2013.

REF.EPS.D.240.03.13

Ingeniero
César Ernesto Urquizú Rodas
Director
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Presente

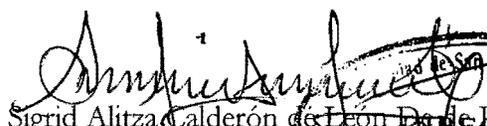
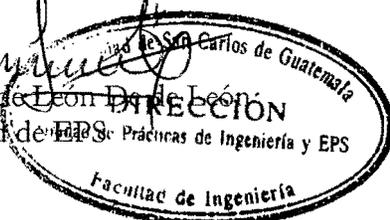
Estimado Ing. Urquizú Rodas.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **“PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE 5 ESTRELLAS CATERPILLAR EN EL TALLER DE COMPONENTES DE LA EMPRESA CORPORACIÓN GENERAL DE TRACTORES S.A. (GENTRAC)”** que fue desarrollado por el estudiante universitario, **José Rodrigo Torres Cardona** quien fue debidamente asesorado y supervisado por la Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte de la Asesora-Supervisora de EPS, en mi calidad de Directora, apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
“Id y Enseñad a Todos”


Inga. Sigrid Alitza Calderón de León
Directora Unidad de EPS de Prácticas de Ingeniería y EPS


SACdLDdL/ra

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA

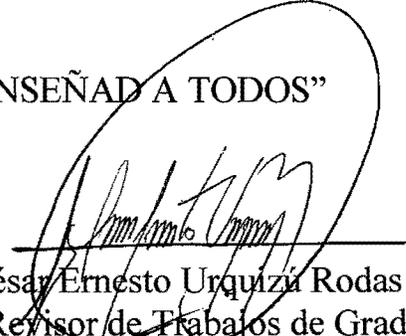


FACULTAD DE INGENIERIA

REF.REV.EMI.055.013

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE 5 ESTRELLAS CATERPILLAR EN EL TALLER DE COMPONENTES DE LA EMPRESA CORPORACIÓN GENERAL DE TRACTORES S.A. (GENTRAC)**, presentado por el estudiante universitario **José Rodrigo Torres Cardona**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. César Ernesto Urquiza Rodas
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, marzo de 2013.

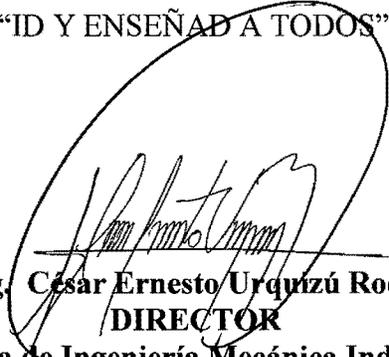
/mgp



REF.DIR.EMI.124.013

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de **PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE 5 ESTRELLAS CATERPILLAR EN EL TALLER DE COMPONENTES DE LA EMPRESA CORPORACIÓN GENERAL DE TRACTORES S.A. (GENTRAC)**, presentado por el estudiante universitario **José Rodrigo Torres Cardona**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
DIRECTOR

Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, mayo de 2013.

/mgp

Universidad de San Carlos
de Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG. 317 .2013

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE 5 ESTRELLAS CATERPILLAR EN EL TALLER DE COMPONENTES DE LA EMPRESA CORPORACIÓN GENERAL DE TRACTORES S.A. (GENTRAC)**, presentado por el estudiante universitario **José Rodrigo Torres Cardona**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano

Guatemala, 7 de mayo de 2013

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por darme la vida y sabiduría para seguir adelante en lo que me propongo.
Mis padres	Por darme siempre apoyo y poder contar con ellos siempre que los necesito.
Mis abuelos	Por sus sabios consejos.
Mi familia	Por su constante interés en mi superación.
Mis amigos	Por esos buenos momentos que hemos pasado, anécdotas compartidas y por la muy buena amistad que hemos tenido.

AGRADECIMIENTOS A:

GENTRAC	Por darme la oportunidad de realizar mis prácticas y Ejercicio Profesional Supervisado desarrollándome como profesional.
Ing. Sergio Rozzotto	Por compartir sus conocimientos.
Ing. Saúl López	Por su valiosa colaboración.
Inga. Norma Sarmiento	Por su acertada asesoría.
Inga. Yocasta Ortiz	Por su gran asesoría en ortografía y redacción.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XI
OBJETIVOS	XIII
INTRODUCCIÓN	XV
1. INFORMACIÓN GENERAL DE LA INSTITUCIÓN	1
1.1. Descripción de la institución	1
1.2. Historia	2
1.3. Valores institucionales	4
1.3.1. Visión	4
1.3.2. Misión	4
1.3.3. Valores	4
1.4. Estructura organizacional	4
1.5. Servicios	6
2. PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE 5 ESTRELLAS CATERPILLAR	7
2.1. Diagnóstico de la situación actual	7
2.1.1. Diagrama de Ishikawa	14
2.1.2. Descripción de equipo utilizado para el diagnóstico, reparación y mantenimiento de componentes	15
2.1.2.1. Dinamómetro	15

	2.1.2.2.	Banco de pruebas de inyección de combustible	17
	2.1.2.3.	Banco de pruebas de transmisiones	20
2.2.		Descripción y análisis de puestos del Departamento de Servicios	21
	2.2.1.	Gerente de servicios	21
	2.2.2.	Supervisor administrativo	22
	2.2.3.	Supervisor de contabilidad	23
	2.2.4.	Supervisor de seguridad industrial	23
	2.2.5.	Supervisor de talleres	24
	2.2.5.1.	Jefe de taller	24
	2.2.5.1.1.	Técnico de área	25
2.3.		Procedimiento para la reparación de componentes	26
2.4.		Propuesta de mejora	41
	2.4.1.	Mejora de procesos para la reparación de motores de combustión interna	46
	2.4.2.	Mejora de procesos para la reparación de cilindros hidráulicos	48
	2.4.3.	Normas para la certificación de 5 estrellas Caterpillar en el Taller de Componentes	50
	2.4.3.1.	Normas para cuarto del banco de pruebas de inyección de combustible	50
	2.4.3.2.	Normas para área de reconstrucción de cilindros hidráulicos	56
	2.4.3.3.	Normas para cuarto de banco de pruebas de la transmisión	62

2.4.3.4.	Normas para cuarto del dinamómetro de motores	64
3.	PROPUESTA DE AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA	69
3.1.	Situación actual	69
3.1.1.	Consumo de energía anual de la empresa en los últimos 3 años	69
3.1.2.	Variación del precio de la energía en los últimos 15 meses	71
3.1.3.	Croquis de bodega de repuestos	72
3.2.	Propuesta de mejora	74
3.2.1.	Propuesta para cambio de luminarias en bodega de repuestos	74
4.	FASE DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE	77
4.1.	Diagnóstico de capacitaciones	77
4.2.	Plan de capacitación	77
4.3.	Programación de capacitaciones	79
4.3.1.	Línea Caterpillar	79
4.3.2.	Seguridad e Higiene Industrial	84
4.3.3.	Control de contaminación	86
4.3.4.	Instructivos	89
4.4.	Evaluación	90
	CONCLUSIONES	91
	RECOMENDACIONES	93
	BIBLIOGRAFÍA	95
	APÉNDICE	97
	ANEXO	99

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Mapa de la ubicación de la empresa	3
2.	Organigrama general de la empresa	5
3.	Formato de auditoría interna	11
4.	Croquis actual de Taller de Componentes	13
5.	Diagrama Causa y Efecto	15
6.	Dinamómetro	17
7.	Banco de inyección de combustible	19
8.	Banco de pruebas de transmisiones	21
9.	Procedimiento de reparación de motores	28
10.	Diagrama de flujo del proceso actual de reparación de motores	32
11.	Procedimiento de reparación de cilindros	33
12.	Diagrama de flujo del proceso actual de reparación de cilindros	36
13.	Procedimiento de reparación de transmisiones	37
14.	Diagrama de flujo del proceso actual de reparación de transmisiones	40
15.	Croquis Taller de Componentes propuesta	43
16.	Barrera acústica	44
17.	Diagrama de flujo de procesos de motores propuesta	47
18.	Diagrama de flujo de procesos de cilindros hidráulicos propuesta	49
19.	Normas para el banco de inyección de combustible	50
20.	Normas para el banco de cilindros hidráulicos	57
21.	Normas para el banco de pruebas de transmisión	62
22.	Normas para el cuarto del dinamómetro de motores	64

23.	Gráfico de Consumo en kWh	70
24.	Croquis 1er nivel bodega de repuestos	72
25.	Croquis 2do nivel bodega de repuestos	73

TABLAS

I.	Calificación de auditoría	10
II.	Clasificación de adyacencias	41
III.	<i>Layout</i>	42
IV.	Consumo de Kwh	70
V.	Precio de Kwh	71
VI.	Cotización de lámparas	74
VII.	Tubos tradicionales vs tubos LED	75
VIII.	Cálculo de ahorro de energía	75
IX.	ROI	76
X.	Plan de capacitación	78

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
	Baños
dB	Decibeles
	Estantería de Repuestos
	Extintor
	Gradas
kWh	Kilo watt hora
	Lámpara
l/min	Litros por minuto
Mpa	Mega pascales
	Puerta
“	Pulgada
RPM	Revoluciones por minuto

GLOSARIO

ACERT	Advanced Combustion Emissions Reduction Technology.
Área de trabajo	Espacio delimitado para la evaluación, reparación y armado de componentes.
Banco de inyección	Dispositivo electrónico que determina el funcionamiento correcto o incorrecto de una bomba de inyección de combustible en este caso diesel.
Cilindro hidráulico	Consiste básicamente en dos piezas: un cilindro barril y un pistón o émbolo móvil conectado a un vástago.
Componentes	Partes de maquinaria, ejemplo: motores, cilindros hidráulicos, transmisiones.
Contaminación	Cualquier cosa en un fluido que no corresponde. Presencia de polvos y gérmenes microbianos provenientes de los desechos de la actividad del ser humano.

Control contaminación	Formas de poder mitigar o eliminar las posibles fuentes que contaminan un componente de una máquina.
Cuarto transmisiones	Cuarto para la evaluación de transmisiones de maquinaria y su respectiva reparación.
Diagrama de procesos	Es una representación gráfica de los pasos que se siguen en toda una secuencia de actividades, dentro de un proceso o un procedimiento, identificándolos mediante símbolos de acuerdo con su naturaleza.
Dinamómetro	Dispositivo utilizado para prueba de motores a diferentes revoluciones.
Estaciones de trabajo	Espacio físico que utilizan los técnicos para realizar reparaciones de componentes.
Estrellas Caterpillar	Clasificación que Caterpillar establece en los talleres de sus distribuidores en cuanto a control de contaminación.
Layout	Distribución física de instalaciones.
Taller	Espacio físico apropiado para las reparaciones mecánicas.

RESUMEN

La Corporación General de Tractores S.A. (GENTRAC) es una empresa de servicios. Es un distribuidor certificado por Caterpillar para comercializar todos sus productos de maquinaria pesada así como también los repuestos, mantenimientos, reconstrucciones y reparaciones. Caterpillar le exige a sus distribuidores en todo el mundo que cumplan con programas de control de contaminación para la reparación de todo los equipos Caterpillar, es por esto que la implementación de 5 estrellas Caterpillar se ha convertido en una necesidad para la organización.

Se propone que en el Taller de Componentes donde se realizan reparaciones de motores, cilindros hidráulicos y transmisiones de maquinaria pesada cuente con una certificación otorgada por Caterpillar que califican como 5 estrellas para comprobar que cuenta con muy buenas prácticas en cuanto al control de contaminación.

Se elaboraron diagramas de procedimientos para los componentes del taller, se detalló cada proceso y todas las áreas involucradas para llevar a cabo las reparaciones y así poder reestructurar las estaciones de trabajo para la ampliación del taller.

Se precisa la creación de un cuarto para el banco de inyección de combustible que es un requisito que hasta el momento no ha podido llevar a cabo en las auditorías.

OBJETIVOS

General

Diseñar la propuesta para la implementación de 5 estrellas Caterpillar en el Taller de Componentes.

Específicos

1. Diagnosticar problemática del Taller de Componentes por medio de auditoría interna y herramientas de ingeniería.
2. Diseñar una propuesta para readecuar estaciones de trabajo para la reparación de componentes utilizando una herramienta de ingeniería.
3. Diseñar una propuesta para la creación de un cuarto, para el banco de inyección según especificaciones.
4. Documentar las normas necesarias, para la implementación de 5 estrellas en el taller de componentes según sus necesidades.
5. Realizar una propuesta para reducir el ruido del lavador de componentes por medio barreras acústicas.
6. Diseñar una propuesta para remodelar el taller de componentes aplicando control de contaminación.

7. Realizar un plan de ahorro energético en el área de bodega de repuestos aplicando Producción más Limpia.
8. Capacitar a técnicos del taller de componentes, para concientizar la importancia que tiene esta certificación y el impacto en los talleres por medio de charlas informativas.

INTRODUCCIÓN

GENTRAC es una distribuidora de maquinaria pesada marca Caterpillar que se encarga de asesorar, vender, reparar, mantener y reconstruir todo tipo de maquinaria liviana, mediana y pesada en las ramas de la construcción, acarreo de tierra, minería y generación de potencia. Es la única empresa certificada en Guatemala para poder prestar estos servicios con la marca Caterpillar.

En el primer capítulo se presenta la información general de la empresa tal como su historia, descripción, política de valores, ubicación y su actividad principal. En el segundo capítulo contiene una propuesta para implementar una certificación llamada 5 estrellas Caterpillar realizando cambios en el taller, optimización de procesos, documentación de normas y flujogramas de procedimientos de cada una de las reparaciones que se efectúan en el taller.

El tercer capítulo está enfocado a la Producción más Limpia. Se realizó un plan de ahorro energético, se cambió de lámparas fluorescentes a tipo LED en el área de bodega de repuestos. En el cuarto capítulo se propone capacitar a técnicos y personal administrativo del taller con el propósito de poder cumplir con las especificaciones del proyecto.

1. INFORMACIÓN GENERAL DE LA INSTITUCIÓN

En esta fase del trabajo de investigación se detalla toda la información acerca de la empresa en la cual se elaboró el Ejercicio Profesional Supervisado desde su descripción como institución hasta los servicios que proporcionan.

1.1. Descripción de la institución

“GENTRAC es el distribuidor exclusivo de Caterpillar en Guatemala. Esta ubicado en la Ciudad de Guatemala, al final de la Calzada Aguilar Batres, zona 12. Cuenta además con una sucursal en la Ciudad de Quetzaltenango. Como distribuidores exclusivos de Caterpillar, son una empresa altamente calificada para satisfacer las necesidades de sus clientes y ayudarlos en el éxito de su negocio. Se dedican a la venta y arrendamiento de maquinaria pesada y liviana (para la construcción de carreteras, movimientos de tierra, desarrollos inmobiliarios, etc.) También venden la más completa línea de Plantas Eléctricas, Motores Marinos, Motores Industriales, Motores Vehiculares, Montacargas; así como todo el resto de productos Caterpillar.

En GENTRAC se ofrece un respaldo completo en repuestos y servicios para todos los productos Caterpillar que venden. Proveer los productos de la más alta calidad y brindar un excelente servicio al cliente se ha dado una historia llena de éxitos y crecimiento continuo.”¹

¹ www.gentrac.com.gt. Consulta: 14 de junio de 2012

1.2. Historia

GENTRAC, comenzó como una empresa familiar llamada Mayatrac en los años 60 que tomó la representación de la marca Caterpillar para poder comercializar maquinaria pesada para construcción y movimiento de tierra en Guatemala.

La Corporación General de Tractores S.A. (GENTRAC) es una compañía de servicios encargada de distribuir, rentar, reparar y dar mantenimiento a toda la maquinaria de movimiento de tierras, minería y generación de potencia de marca Caterpillar en todo el territorio nacional. En 1998 la Compañía General de Equipos S.A. que es el distribuidor exclusivo de Caterpillar en El Salvador adquirió la empresa Mayatrac y es así como se constituye GENTRAC que es dirigida por un dinámico grupo de hombres de negocio cuyo objetivo principal es el desarrollo de Guatemala

En el 2010 GENTRAC se convierte en subsidiaria de la compañía líder Ferreyros que es el distribuidor exclusivo de Caterpillar en Perú. Esto vino a dar un gran cambio para la institución ya que generó nuevos objetivos, más competitividad, deseo de recuperar el mercado y una alteración de mentalidad para todos sus empleados. De esta forma GENTRAC empieza a crecer y abre dos sucursales: Una en Quetzaltenango y otra en Teculután Zacapa así como también una bodega de repuestos en la ciudad de Guatemala como parte de una estrategia geográfica para expandirse generando nuevas oportunidades para la comercialización de maquinaria Caterpillar.

GENTRAC es la única en el territorio de Guatemala que distribuye maquinaria para extracción de materiales preciosos para todas las minerías en el país. La empresa Corporación General de Tractores, S.A. (GENTRAC), se

encuentra ubicada en Calzada Aguilar Batres 54-41 zona 12, Guatemala, Guatemala.

Figura 1. **Mapa de la ubicación de la empresa**



Fuente: <https://maps.google.com.gt/maps?hl=es&tab=wl>. Consulta: 17 de junio de 2012.

1.3. Valores institucionales

A continuación se presenta la visión, misión y valores que GENTRAC aplica para alcanzar sus objetivos organizacionales:

1.3.1. Visión

“Ser los mejores en proporcionar soluciones a nuestros clientes y satisfacción a nuestros empleados, con solidez financiera.”²

1.3.2. Misión

“Ser la mejor solución en equipos, respaldo al producto y opciones financieras, trabajando en conjunto con nuestros clientes.”³

1.3.3. Valores

“El cliente es primero, integridad y honradez, respeto por otros y el ambiente, profesionalismo, trabajo en equipo, innovación/creatividad.”⁴

1.4. Estructura organizacional

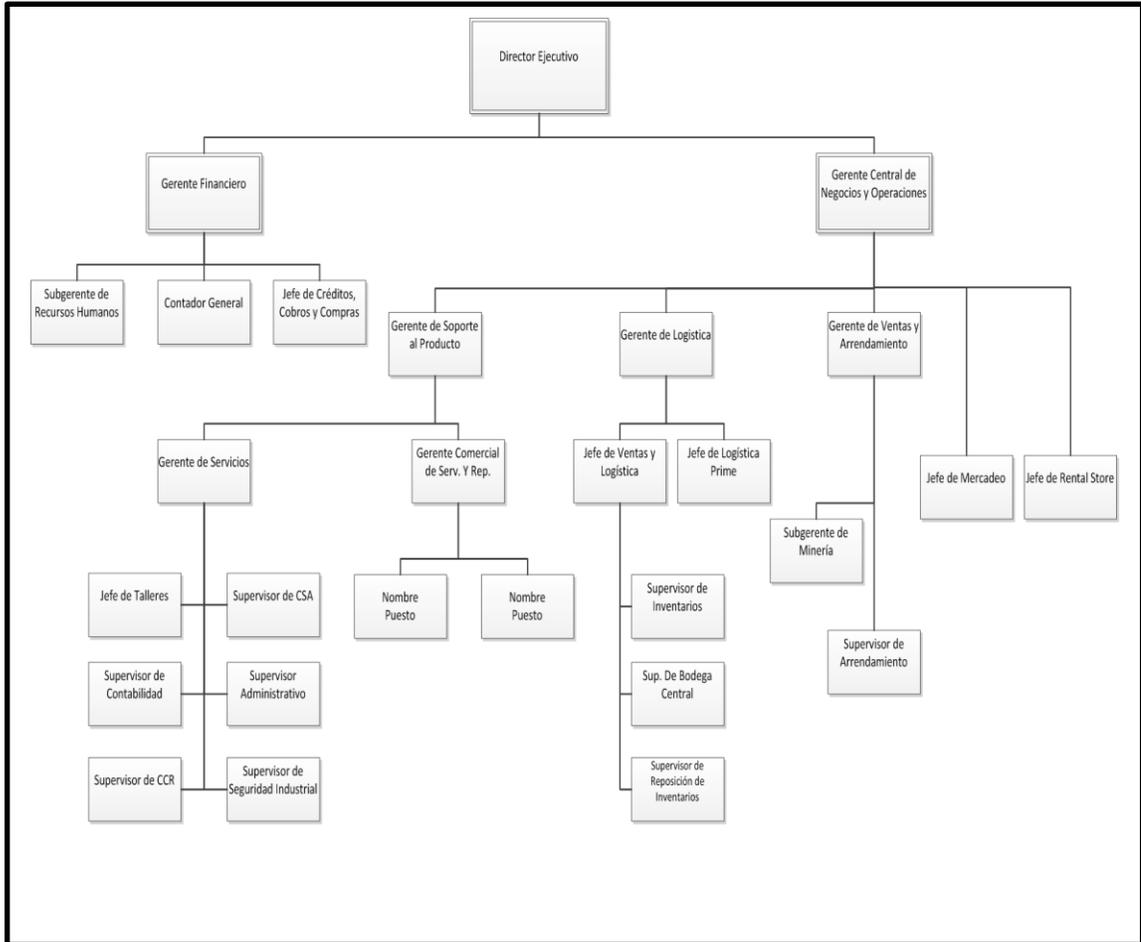
A continuación en la figura 2 se muestra el organigrama industrial de la compañía GENTRAC, donde se visualiza las relaciones jerárquicas y competenciales en vigor, esta estructura es de tipo funcional ya que está dividida en varias funciones.

² <http://www.gentrac.com.gt/quienes-somos/mision-vision-y-valores/>. Consulta: 17 de junio de 2012

³ <http://www.gentrac.com.gt/quienes-somos/mision-vision-y-valores/>. Consulta: 17 de junio de 2012

⁴ <http://www.gentrac.com.gt/quienes-somos/mision-vision-y-valores/>. Consulta: 17 de junio de 2012

Figura 2. Organigrama general de la empresa



Fuente: GENTRAC.

Está conformada por un director ejecutivo que es el que aprueba cambios, proyectos e implementaciones en la empresa. El director ejecutivo mantiene comunicación directa con la gerencia financiera y la de negocios y operaciones.

El Área Financiera tiene trato directo con el subgerente de recursos humanos que es el encargado de todas las contrataciones, eventos y actividades especiales con respecto al clima organizacional. El contador general

que es el encargado de llevar el control de todas las cuentas de la compañía y la Jefatura de créditos, cobros y compras, se encarga de aprobar o no el crédito de los clientes así como también de recaudar y certificar las compras necesarias.

El Área de Negocios y Operaciones es la que se encarga de todos los procedimientos logísticos, comerciales, servicios, y soporte al producto para toda la maquinaria. Prácticamente es el conjunto de departamentos que generan las utilidades para la empresa.

1.5. Servicios

GENTRAC se encarga de brindar servicios de asesoría en ventas, reparaciones, mantenimientos, arrendamiento de maquinaria de movimiento de tierras y generación de potencia en equipo Caterpillar. Entre las familias de maquinaria pesada que distribuye se puede mencionar:

- Excavadoras
- Cargadores frontales
- Motoniveladoras
- Mini cargadores
- Tractores de cadenas
- Camiones articulados
- Camiones de minera subterránea
- Telehandlers
- Equipo de generación de alta, mediana y baja potencia

2. PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE 5 ESTRELLAS CATERPILLAR

En esta fase se explica toda la situación actual, la problemática de no contar con una certificación de este tipo y la propuesta de mejora cumpliendo con las normas que Caterpillar establece.

2.1. Diagnóstico de la situación actual

Las 5 estrellas Caterpillar consisten en cumplir con un programa de control de contaminación siendo esta una iniciativa de información y permanente con el objetivo de suministrar un valor extra a los clientes de cada distribuidor. Esta necesidad de controlar la contaminación es impulsada por los clientes, quienes exigen más potencia, mayores fuerzas de desprendimiento y tiempos de ciclo más rápido; ya que es prioridad de cada distribuidor de maquinaria Caterpillar hacer que los equipos sean más productivos y lograr la satisfacción del cliente. El control de contaminación se inclina hacia los sistemas hidráulicos controlados electrónicamente, presiones del sistema más potentes y espacios libres entre metales más ajustados dentro de los componentes.

Hoy en día los clientes exigen máquinas más pequeñas pero más potentes lo que significa sacrificar los espacios libres, y esto los hace más pequeños. Sin embargo, esto ha hecho que los sistemas de fluidos sean más propensos a la contaminación. Las transmisiones, los mandos finales, los sistemas hidráulicos, los sistemas de combustible y los motores actuales no pueden tolerar la contaminación como lo hacían antes.

Certificar un taller con 5 estrellas Caterpillar es muy importante debido a que la contaminación provoca el desgaste abrasivo que causa una reacción en cadena, ya que las partículas duras que son desglosadas primeramente provocan que se segreguen trizas cada vez más grandes y en cantidades mayores. Por esto, la profanación en los sistemas de hoy en día es el principal enemigo para cualquier sistema de fluido ya sea de aceites o combustibles.

Las 5 estrellas Caterpillar equivale a que el orden y limpieza más aceite limpio, más componentes limpios y más procesos de armado limpio se obtenga: máquinas y motores limpios. El objetivo de esta certificación es mantener las áreas de trabajo, el taller y sus alrededores en total orden y limpieza para poder garantizar que todas las preparaciones para equipos, reparaciones, diagnósticos y evaluaciones se realicen libres de contaminantes para el ambiente y componente.

Los beneficios de la certificación 5 estrellas Caterpillar son:

- Crea un ambiente de organización, pulcritud, limpieza, estandarización y disciplina.
- Ayuda a los técnicos a adquirir autodisciplina
- Reduce el movimiento innecesario
- Hace visible los problemas de calidad
- Reduce los accidentes de trabajo
- Mejora la eficiencia en el trabajo
- Reduce los costos de operación de la maquinaria
- Corrige, controla y destierra el desorden generando un estado de eficiencia.

Actualmente en el taller de componentes se pudo observar por medio de visitas presenciales y entrevistas con los técnicos, que no existe un orden para efectuar las actividades de diagnóstico y reparación ya que ellos trabajan en cualquier lugar del taller por varias razones, entre ellas se puede mencionar:

- Demasiado ruido en el área de lavado de componentes, esto hace que los técnicos se alejen de esa área.
- No existe un flujo de entradas y salidas
- Demanda excesiva en otras estaciones de trabajo
- Comodidad

El área de lavado cuenta con una lavadora marca Karcher modelo HDS 10/20 Classic *KAP de 180 lb, caudal de agua 15 l/min y presión de 20 Mpa que produce una intensidad de ruido de aproximadamente 73 dB vrs tiempo de exposición que es un nivel aceptable según los niveles permisibles (Ver figura 3 en anexos) sin embargo, por ser el taller cerrado y además cuando se secan los componentes con aire comprimido se produce más ruido del que realiza la lavadora. Se puede calcular que la intensidad de ruido es mayor a los 85 dB cuando se está utilizando y es en esos momentos que para los técnicos es molesto desempeñar sus labores.

Para diagnosticar el estado actual del taller de componentes se realizó una auditoría interna para determinar sus deficiencias. Para la efectividad de esta auditoría, se llevó a cabo en conjunto con el supervisor de seguridad industrial del Departamento de Servicios, el cual tiene un perfil de puesto como una persona con conocimiento del control de contaminación, seguridad e higiene industrial, conocimiento de técnicas de evaluación, habilidad numérica y egresado de ingeniería industrial. La auditoría se hizo de una forma visual, inspeccionando dentro del taller de componentes utilizado una guía que

Caterpillar proporcionó a sus distribuidores para seguir sus normas. Los criterios de aceptación para una auditoría interna de este tipo es que, dependiendo del resultado total se tiene un punteo de 0 a 100 y se califica la cantidad de estrellas por medio de la siguiente tabla:

Tabla I. **Calificación de auditoría**

Punteo	Cantidad de Estrellas
0-30	1 Estrella
31-69	2 Estrellas
70-80	3 Estrellas
81-89	4 Estrellas
90-100	5 Estrellas

Fuente: elaboración propia.

El diagnóstico de la auditoría interna realizada se presenta a continuación:

Figura 3. Formato de auditoría interna

Guía de Control de Contaminación para Distribuidores					
AUDITORES		DEALER		Date: 22-may-12	
<u>Saúl López</u>		<u>GENTRAC</u>			
<u>Rodrigo Torres</u>					
		LOCALIZACIÓN			
		<u>GUATEMALA</u>			
	Resultados Posibles			Resultado	Observaciones
	Bueno	Aceptable	Malo	Actual	
Área de banco de inyección de combustible					
Banco de pruebas situado en cuarto a presión, clima controlado, limpio y cerrado.	10	5	0	0	No existe cuarto
Herramientas no generan residuos o actividades en la sala de inyección de combustible.	8		0	0	No existe cuarto
Las líneas de combustible del banco de Inyección están protegidas.	8		0	0	No existe cuarto
Uso adecuado y limpio de líquido de calibración y fluido de lubricación.	10		0	0	No existe cuarto
Piso sellado y no poroso.	4	2	0	0	No existe cuarto
Se utilizan toallas con porcentaje bajo de pelusa.	6		0	6	
Todos los puertos de entrada, de salida y la tapa están protegidos con tapones en las bombas de inyección de combustible.	10		0	0	Están destapados
Las bombas de inyección se drenan y se enjuagan antes de probarse.	10		0	10	
Orden y limpieza del banco.	10		0	10	
Área de Reconstrucción de Cilindros					
Los cilindros son lavados después de jonear.	10	5	0	10	
Recubrimiento de Cilindros.	6		0	6	
Almacenaje de cilindros en estanterías.	6		0	6	
Los orificios de los cilindros son protegidos con tapones adecuados.	10	5	0	5	No todos están cubiertos
Mantenimiento preventivo en equipo de prueba de cilindro.	6		0	6	
Cilindros son limpiados antes de armar.	10		0	10	
Orden y limpieza en el área.	6		0	6	

Continuación de la figura 3.

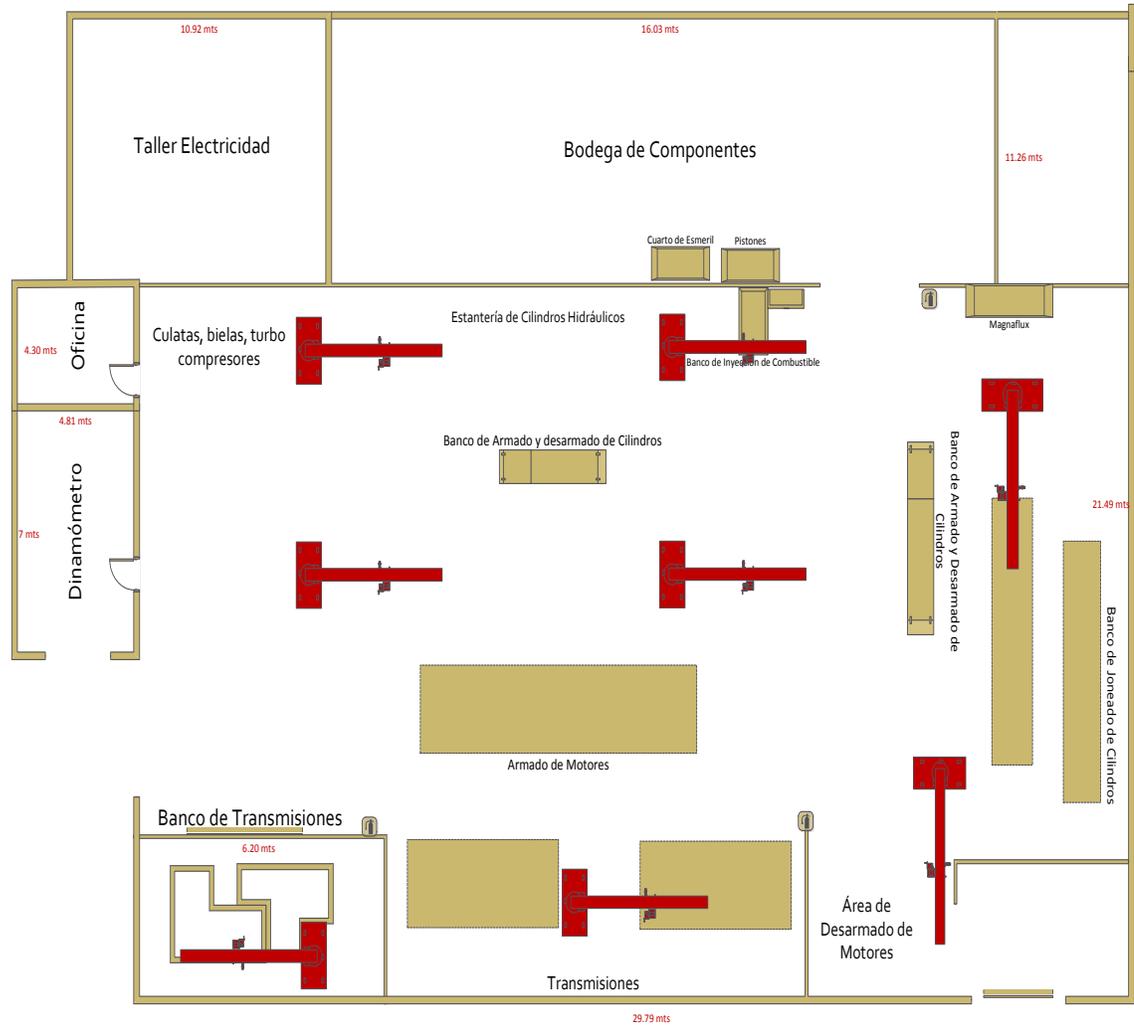
Banco de pruebas de Transmisiones					
Hay un programa de mantenimiento en el banco de pruebas	8	0	0	8	
Sistema de filtración instalado en banco.	10	0	0	10	
Mangueras y accesorios de tapado están protegidos adecuadamente.	6	3	0	3	No todos están protegidos
Cuarto de Dinamómetro de motores					
Suministro de combustible filtra los desechos y el agua.	10	5	0	10	
Aceite cumple con ISO -/16/13.	10	0	0	10	
Filtro de 4 micras filtra respiradores con capacidad para eliminar el agua de los tanques a granel de aceite y combustible.	8	4	0	0	Filtro no está bien colocado, se necesita una base nueva y cambiar filtro DC 3
Orden y limpieza en el área de Dinamómetro	6	0	0	6	

Fuente: GENTRAC.

En la auditoría interna se obtuvo de 188 puntos máximos 125 que representan un puntaje de 66.5% del total que significa una calificación baja obteniendo así dos estrellas en ese taller lo cual es inaceptable ya que el mínimo que pueden tener es de tres estrellas, esto demuestra que cuentan con el desempeño mínimo para cumplir con un nivel aceptable de control de contaminación.

A continuación se presenta un croquis del taller de componentes actualmente en él se especifica las áreas de trabajo, dimensiones y ubicaciones de las estaciones de trabajo:

Figura 4. Croquis actual de Taller de Componentes



Fuente: elaboración propia, con programa de Visio 2010.

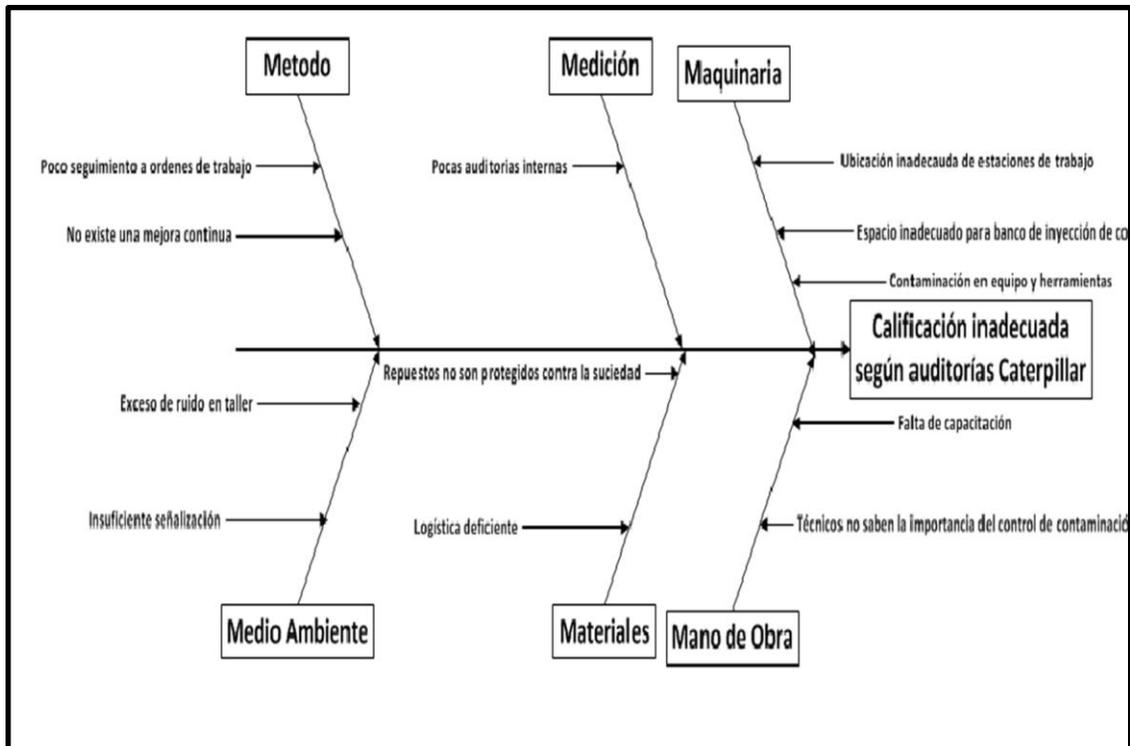
2.1.1. Diagrama de Ishikawa

Se procedió a realizar un Diagrama de Ishikawa en el Área del Taller de Componentes, obteniendo la información de los técnicos del taller y por medio de una auditoría interna realizada. El Diagrama de Ishikawa permitió organizar y representar las diferentes teorías propuestas sobre las causas del efecto central, en este caso calificación inadecuada en auditorías Caterpillar.

El problema es: la falta de esta certificación no garantiza que GENTRAC cuente con un buen programa de control de contaminación y Caterpillar solicita a todos sus distribuidores contar con este certificado en el 2013. Esta certificación da una garantía a los clientes asegurando que los talleres, técnicos, repuestos y maquinaria para la reparación, preparación de entrega de equipos nuevos, reconstrucciones etc. cumple con los requisitos que Caterpillar exige. Esto a la vez, da una ventaja para GENTRAC ya que contaría con una certificación que la competencia desconoce.

La causa raíz del problema está en la falta de un cuarto para el banco de inyección de combustible, ya que es por esta que cuando se realizan auditorías internas no se toma en cuenta por lo que afecta considerablemente la calificación dando resultados no válidos para el taller de componentes. Otras causas raíz que se propone mitigar son: las estaciones de trabajo, el ruido, capacitación a técnicos de taller y contaminación en equipo y herramienta. El resultado se muestra a continuación:

Figura 5. Diagrama Causa y Efecto



Fuente: elaboración propia, con programa de Visio 2010.

2.1.2. Descripción de equipo utilizado para el diagnóstico, reparación y mantenimiento de componentes

En el taller de componentes se utilizan tres equipos muy importantes para la reparación y diagnóstico de la maquinaria pesada. La descripción de estos equipos se presenta a continuación:

2.1.2.1. Dinamómetro

El dinamómetro es una herramienta de diagnóstico de motores de combustión interna, en este caso se utiliza para motores diésel, y su funcionamiento consiste en que los frenos dinamométricos son los encargados

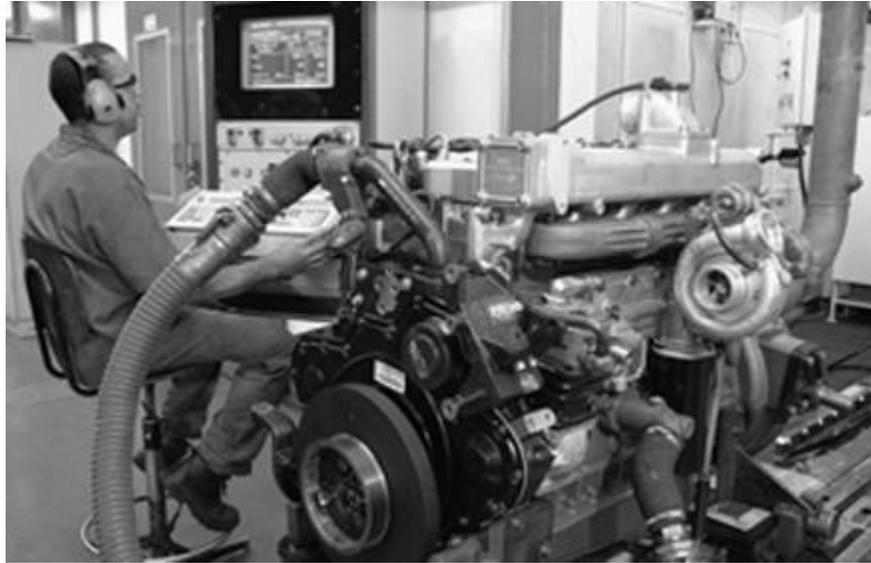
de crear un par resistente que es el que proporciona la carga al motor. Esta carga ha de ser variable para ensayar distintas condiciones operativas del motor, todo esto controlado por medio de una computadora gracias a un software especial utilizado para el banco de dinamómetro. Esta herramienta sirve para determinar:

- Par de motor
- Potencia de motor
- Consumo de combustible
- Rendimientos

Se compara estas variables con los estipulados por el fabricante para poder hacer los ajustes necesarios según el manual de operaciones de cada motor. Actualmente el dinamómetro que se utiliza en el taller de componentes se encuentra funcionando en condiciones óptimas gracias a los mantenimientos preventivos que se ha realizado.

La tecnología utilizada del dinamómetro es: freno hidráulico de 19" de alta resistencia, transductor de torque electrónico con viga S, control de carga manual de motor de alto flujo, computadora de adquisición de datos DYNO-mite, banco de prueba de motor con bastidor rígido, consola de control de piso o de pared, adaptador para montar el absorbedor al bloque de motor, eje de entrada de alta resistencia, brazo de calibrado, mangueras trenzadas inoxidable, y arnés de cableado de datos con todas las funciones.

Figura 6. **Dinamómetro**



Fuente: <http://www.clubedodiesel.com.br/?p=84>. Consulta: 25 de enero de 2013.

2.1.2.2. Banco de pruebas de inyección de combustible

Cuando una bomba de inyección es reparada ya sea lineal o rotativa debe ser sometida a una prueba en el banco para poder ajustar el suministro de combustible, en estos casos es diesel y verificar el funcionamiento del regulador de velocidad. Para poder realizar la prueba es necesario tomar los datos de la placa de la bomba, la hoja de pruebas para anotar los datos y emplear el aceite de prueba recomendado por el fabricante que en este caso siempre es un aceite Caterpillar previamente dializado y la temperatura debe ser la adecuada para poder realizar la prueba.

El banco está formado por 12 probetas para poder medir el suministro de combustible, indicadores en RPM y un volante acoplado para poder variar las revoluciones e inyectores de diesel. Una vez realizada la prueba se compara los

valores que el banco mide con los estipulados para Caterpillar según la bomba de combustible que se esté probando, si no concuerdan estos datos se procede a hacer una calibración de la bomba y si en dado caso no funciona es necesario comprar una bomba nueva.

Actualmente este banco de inyección de combustible diesel no es utilizado frecuentemente ya que la demanda de reparación de bombas mecánicas ha disminuido según información proporcionada por técnicos del taller. A continuación se menciona las características del banco de inyección JPS-12DBS:

- Eje principal con salida positiva y negativa a la velocidad que van desde 0-4000rpm.
- Par de salida superior, baja reducción de velocidad, capacidad de medición exacta.
- Siete canales preestablecidos
- Visualización digital de la velocidad, el recuento y la temperatura
- Este banco de prueba de la bomba de inyección de combustible puede mantener automáticamente el aceite combustible a una temperatura constante.
- Indicador mecánico de la presión positiva y negativa
- Voltios DC 12V/24V propios
- Este banco de prueba del motor diesel puede detectar el flujo de retorno de aceite de la bomba de VE.

Parámetros del banco de prueba de bomba de inyección de combustible:

- Potencia de salida: 7.5kw, 11kw, 15kw, 18.5kw
- Fuente de alimentación: 3-fases 380V/50HZ(o por encargo)

- Altura del centro: 125mm
- Graduados: 45ml, 150ml
- Volumen del tanque de combustible: 60L
- Presión de alimentación de combustible: Baja: 0-0.4Mpa Alta: 0-4Mpa
- Rango de velocidad: 0-4000RPM
- Presión de aire: 0~0.2Pa
- Control de temperatura del aceite combustible: 40±2
- Voltaje: DC, 12V/24V
- Bomba de cilindros comprobables: 12
- Dimensiones de embalaje (L*W*H): 2100*1200*1800mm

Figura 7. **Banco de inyección de combustible**



Fuente: <http://limacallao.olx.com.pe/banco-de-pruebas-para-bomba-de-inyeccion-iiid-5869419>.

Consulta: 16 de enero de 2013.

2.1.2.3. Banco de pruebas de transmisiones

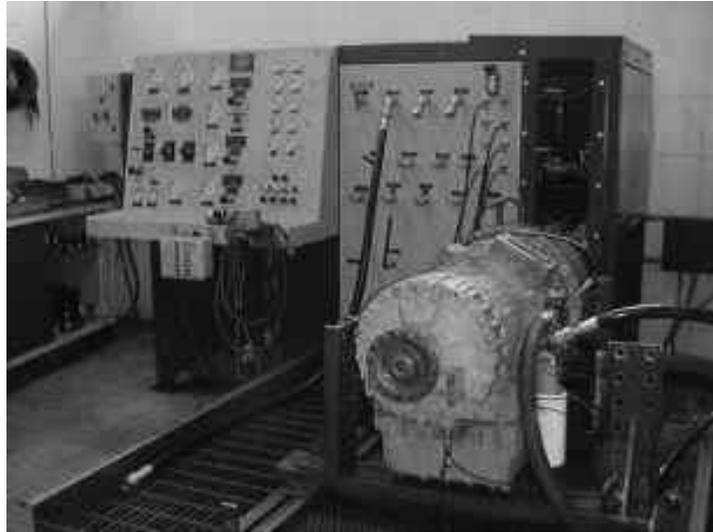
El banco de pruebas para transmisiones es una herramienta utilizada para la evaluación dinámica del desempeño, para garantizar la reparación, integridad y funcionamiento del mismo cuando se encuentre instalado en la maquinaria. Se controla todas las presiones para cada una de las marchas dependiendo de lo que estipula el fabricante.

El banco de pruebas tiene tres partes importantes que son:

- Soporte de la bomba y eje cardan
- Mando de control
- Depósito de fluido hidráulico

Su funcionamiento básicamente consiste en transformar la energía del fluido hidráulico en energía mecánica por medio de una bomba que succiona el fluido hidráulico y lo lleva al soporte del eje para convertirlo en energía mecánica y darle movimiento circular al eje cardan que va conectado a la transmisión para posteriormente revolucionarlo en cada velocidad delantera o trasera y compararlo con las especificaciones de Caterpillar. Actualmente este banco es uno de los más recientes en el taller de componentes, está en muy buenas condiciones y su funcionamiento cumple con los requerimientos para el diagnóstico de transmisiones.

Figura 8. Banco de pruebas de transmisiones



Fuente: http://www.talleres-semace.com/semace/bancos_de_prueba.htm.

Consulta: 18 de enero de 2013.

2.2. Descripción y análisis de puestos del Departamento de Servicios

Para tener una idea acerca del funcionamiento del taller de componentes, se describe a continuación lo que se espera que los ocupantes de estos puestos del Departamento de Servicios, así como también el perfil deseado para la persona que ocupe el puesto en términos de sus actividades y resultados. Para esto, se llevó a cabo entrevistas con cada uno de los ocupantes para poder documentarlos a continuación:

2.2.1. Gerente de servicios

Es el encargado de la administración de todo el Taller de Maquinaria Pesada. Así como las negociaciones con los clientes. En otras palabras es el que planifica, dirige, controla y evalúa todas las actividades de los talleres.

El gerente de servicios es el representante de este departamento y es el responsable de que todas las reparaciones, reconstrucciones y preparaciones para equipos de maquinaria pesada y generación de potencia sean de la mejor calidad posible. Su objetivo principal es velar por que en ese departamento se cumpla con la programación dada a los clientes de la empresa.

El perfil para el ocupante de esta gerencia tiene que contar con: ser profesional graduado de ingeniero mecánico o mecánico industrial, experiencia en reparación de maquinaria pesada marca Caterpillar, múltiples competencias gerenciales, liderazgo y trabajo en equipo.

2.2.2. Supervisor administrativo

Es el encargado de que se cumpla todos los procesos de apertura hasta la facturación de una orden de trabajo y, a la vez de actualizar los mismos para que satisfagan las expectativas del taller. También es el responsable del área de presupuestos y de la implementación de todos los nuevos programas del Taller de Maquinaria Pesada.

El supervisor administrativo tiene como función la elaboración de informes para la adquisición de repuestos, maquinaria, equipo de seguridad etc. Para todos los talleres. El objetivo principal es proporcionar a todos los talleres del Departamento de Servicios equipo y herramientas, así como la administración de las órdenes de trabajo.

El perfil para la persona ocupante de supervisor administrativo es: profesional graduado de ingeniera mecánica o industrial, conocimiento de equipo Caterpillar, experiencia mayor a tres años en puesto similar, género indistinto, capacidad numérica y solución de problemas así como liderazgo y

trabajo en equipo.

2.2.3. Supervisor de contabilidad

Es el responsable del Área Contable del Taller y de que todas las órdenes de trabajo tengan un documento contable de respaldo. En otras palabras es el que hace efectivo a través de su equipo de trabajo que todos los procesos de cargo y facturación se realicen de una manera correcta.

El objetivo principal del supervisor de contabilidad es la de facturar todas las ordenes de trabajo tanto para clientes internos como externos en todos los talleres del Departamento de Servicios. El perfil del ocupante de este puesto de supervisión es: profesional o pensum cerrado de auditoría, perito contador a nivel diversificado, experiencia en manejo de cuentas, inventario y facturación, género indistinto, liderazgo y trabajo en equipo.

2.2.4. Supervisor de seguridad industrial

Es el responsable de la seguridad e higiene ocupacional en el Área de Servicios, suministra todo el equipo de seguridad; es el encargado del control de contaminación en todos los talleres supervisando que todo cumpla con los procedimientos establecidos por Caterpillar.

El objetivo principal de supervisor de seguridad industrial es la de velar por la salud y seguridad de todos los técnicos y personal administrativo del Departamento de Servicios, así como también de dar seguimiento al programa de control de contaminación y en este caso de la implementación de cinco estrellas en el taller de componentes.

El perfil del ocupante del puesto de supervisor de seguridad industrial es: profesional graduado o pensum cerrado de ingeniería industrial o a fin, experiencia previa en elaboración de planes de seguridad, conocimiento de normas de seguridad industrial, control de contaminación, habilidad numérica, liderazgo y trabajo en equipo.

2.2.5. Supervisor de talleres

Es el responsable y encargado de coordinar cada Área del Taller. Él está encargado no solo de coordinar todas las actividades de los técnicos sino también les proporciona soporte técnico, por su amplia experiencia en las reparaciones de maquinaria pesada.

El objetivo principal del supervisor de talleres es dar seguimiento a los clientes externos e internos acerca de la reparación de sus equipos desde que ingresan a talleres hasta el cierre de la orden de trabajo para cada uno de ellos. El perfil del ocupante del puesto de supervisor de talleres es: profesional graduado o con pensum cerrado de ingeniería mecánica, industria o a fin, alto conocimiento de reparación de maquinaria pesada Caterpillar, experiencia en servicio al cliente, liderazgo y trabajo en equipo.

2.2.5.1. Jefe de taller

Es el encargado de la administración directa de los talleres. Él es responsable que se cumplan las fechas en que se han prometido entregar las reparaciones.

El jefe de taller tiene como función el diagnóstico y reparación de componentes de maquinaria según el taller al que corresponda, así como

también el encargado de asignar al personal técnico para la reparación de los equipos. Su objetivo es administrar las órdenes de trabajo de su respectivo taller.

El perfil del ocupante del puesto de supervisor de los diferentes talleres es: persona con título de perito en mecánica de motores diésel, experiencia previa en reparación de componentes de maquinaria pesada, don de mando, liderazgo y trabajo en equipo.

2.2.5.1.1. Técnico de área

Es la mano de obra directa dentro del taller. Es la persona que diagnostica, repara, mantiene cada una de las maquinaria que entra a los talleres ya sea equipo propio de GENTRAC o de los clientes.

El técnico de área es el que realiza toda la parte operativa para el diagnóstico, reparación y entrega de la maquinaria que ingresa a los talleres de la empresa. Su objetivo es resolver problemas mecánicos de toda la maquinaria pesada y generadores de potencia de marca Caterpillar.

El perfil del ocupante del puesto de técnico de talleres es: persona con título de perito en mecánica diésel, mayor de 18 años, proactivo, con buenas relaciones interpersonales y gusto por trabajar en equipo.

2.3. Procedimiento para la reparación de componentes

Actualmente no se tiene documentado los procedimientos de las reparaciones que se realizan en el taller de componentes y es muy importante, ya que de esta forma se estandarizan los procesos y también sean accesibles cuando un técnico nuevo ingrese a laborar en el taller, aprenda cómo es que se realizan las reparaciones y quienes están involucrados en ellas. Es importante aclarar que los procedimientos documentados generalmente describen actividades que competen a funciones diferentes, mientras las instrucciones de trabajo generalmente aplican a las tareas dentro de una función.

Para la descripción de los procedimientos se tiene en consideración las siguientes definiciones:

- **Práctica común:** para qué sirve o qué es lo que hace
- **Objetivo:** el objetivo a alcanzar en el procedimiento
- **Alcance:** en donde es que se lleva a cabo el proceso
- **Responsabilidad:** quién (es) son responsable (s) de llevar a cabo el procedimiento. Explicación de las personas que pueden reemplazar a los responsables.
- **Listado de maquinaria y equipo:** incluye la maquinaria y equipo a utilizarse en este proceso específico.
- **Procedimiento:** explica breve y concisamente el procedimiento, interacción entre operario y máquina, si lo hay. Incluir la revisión de la operación y su responsable o responsables.
- **Frecuencia de la operación:** se da una descripción de la frecuencia de la operación, o cada cuanto se lleva a cabo.
- **Método de verificación:** se indican los métodos para verificar el procedimiento, y en donde se pueda comprobar.

- Acción correctiva: explica al menos una acción correctiva a tomar, si existe una desviación no conforme tanto en los resultados esperados, así como, durante la ejecución del procedimiento.
- Ubicación: explica el área física en donde se lleva a cabo la operación
- Referencias: se refiere, si existe algún tipo de referencia bibliográfica o literatura citada, en caso que no exista explicar que no hay ninguna referencia.

En las siguientes figuras que se presentan a continuación se detalla los procedimientos y los diagramas de flujo de procesos para la reparación de motores, transmisiones y bombas de inyección de combustible y así permitan mostrar e instruir de mejor manera los procedimientos operativos estándar con los técnicos tanto del taller de componentes como de otros talleres. Los mismos se presentan a continuación en las figuras de la 9 a la 14.

Figura 9. **Procedimiento de reparación de motores**

 Taller Gentrac	PROCEDIMIENTO STANDARD DE OPERACION	TALLER: REMOSA
	Reparación de motores	Elaborado por: Rodrigo Torres Fecha: julio 2012
	Taller Calzada Aguilar Batres 54-41 Zona 12, Guatemala, Guatemala	Revisado por: Depto. De Servicios Fecha: julio 2012
		Aprobado por: Depto. De Servicios Fecha: agosto 2012
		Próxima revisión: enero 2013
		Página 1 de 4

Práctica Común:

- Reparación de motores de combustión interna

Objetivo:

- Establecer y mantener un procedimiento para la evaluación y reparación de los motores que ingresan al taller de componentes

Alcance:

- Taller Gentrac

Responsabilidad:

- Jefe de taller encargado de administrar las ordenes de trabajo.
- Técnico encargado de diagnosticar, evaluar y reparar el motor que se le ha asignando.

Listado de maquinaria y equipo:

- Máquina de lavado
- Herramientas de banco
- Grúas
- Dinamómetro
- Herramientas para evaluación

Procedimiento:

A. Ingresar
 Ingresa motor de combustión interna al taller de componentes para su reparación.

Continuación de la figura 9.

 Taller Gentrac	PROCEDIMIENTO STANDARD DE OPERACION	TALLER: REMOSA	
	Reparación de motores	Elaborado por: Rodrigo Torres Fecha: julio 2012	
	Taller Calzada Aguilar Batres 54-41 Zona 12, Guatemala, Guatemala	Revisado por: Depto. De Servicios Fecha: julio 2012	
		Aprobado por: Depto. De Servicios Fecha: agosto 2012 Próxima revisión: enero 2013	
			Página 2 de 4

B. Lavar

Siempre que ingresa un motor se lleva al área de lavado ya que es uno de los requerimientos que Caterpillar recomienda para el control de la contaminación, se lava a altas presiones.

C. Desarmar

El motor es desarmado completamente en el área de desarmado.

D. Lavar partes

Una vez desarmado el motor completamente se procede a realizar el lavado de las partes en la misma área de lavado completo.

E. Evaluar

Se evalúan los componentes dependiendo cual sea, se llevan al área de evaluación especial para cada componente, se dividen en:

- Culatas
- Bielas
- Turbo compresores
- Bomba de Inyección de combustible
- Cigüeñales
- Blocks
- Pistones

F. Almacenar

Evaluados los componentes del motor son llevados a bodega para almacenarlos hasta que el cliente apruebe el presupuesto.

Continuación de la figura 9.

 Taller Gentrac	PROCEDIMIENTO STANDARD DE OPERACION	TALLER: REMOSA	
	Reparación de motores	Elaborado por: Rodrigo Torres Fecha: julio 2012	
	Taller Calzada Aguilar Batres 54-41 Zona 12, Guatemala, Guatemala	Revisado por: Depto. De Servicios Fecha: julio 2012	
		Aprobado por: Depto. De Servicios Fecha: agosto 2012	
		Próxima revisión: enero 2013	
		Página 3 de 4	

G. Autorizar:

Cuando se evalúan los componentes y se detectan la fallas el supervisor de taller le informa al cliente del diagnostico del motor, por medio de un presupuesto el cual indica el monto de los repuestos y mano de obra.

H. Solicitar Repuestos

Autorizado el presupuesto por el cliente se procede a realizar el pedido de repuestos ya sea que se encuentre en *stock* o se haga la requisición para traerlos del extranjero.

I. Lavar

Se vuelve a lavar los componentes del Motor.

J. Reparar y armar

Se arma el motor con sus componentes con los repuestos nuevos.

K. Realizar Pruebas en Dinamómetro

Armado el motor, se pasa por el banco de pruebas del dinamómetro y se somete al motor a altas revoluciones para poder comparar los valores como potencia, torque, temperatura etc. comparándola con lo que Caterpillar recomienda según la familia y modelo de maquinaria. Si presenta diferentes parámetros se ajusta en el lugar y si aun así no se llega a las especificaciones se quita del banco y el motor es evaluado nuevamente para determinar la falla.

Continuación de la figura 9.

 Taller Gentrac	PROCEDIMIENTO STANDARD DE OPERACION	TALLER: REMOSA	
	Reparación de motores	Elaborado por: Rodrigo Torres Fecha: julio 2012	
	Taller Calzada Aguilar Batres 54-41 Zona 12, Guatemala, Guatemala	Revisado por: Depto. De Servicios Fecha: julio 2012	
		Aprobado por: Depto. De Servicios Fecha: agosto 2012 Próxima revisión: enero 2013	
			Página 4 de 4

L. Lavar y enviar a pintura

Cuando el motor funciona correctamente se lava de nuevo y sale del taller de componentes para el taller de pintura.

Frecuencia de Operación:

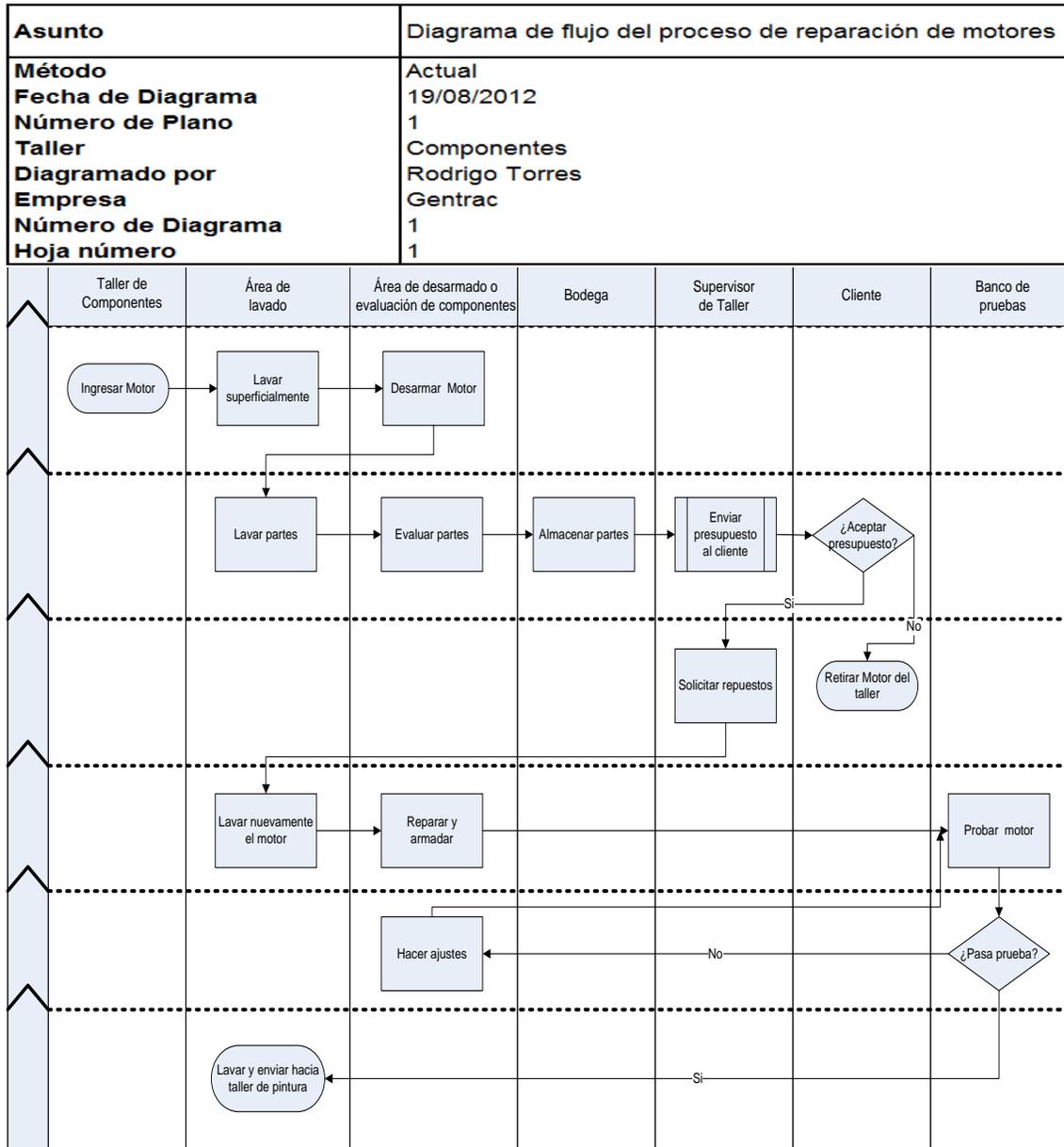
- Cada vez que se solicite la reparación de un motor de cualquier modelo Caterpillar.

Referencia:

N/A

Fuente: elaboración propia.

Figura 10. Diagrama de flujo del proceso actual de reparación de motores



Fuente: elaboración propia, con programa de Visio 2010.

Figura 11. Procedimiento de reparación de cilindros

 Taller Gentrac	PROCEDIMIENTO STANDARD DE OPERACION	TALLER: REMOSA	
	Reparación de Cilindros Hidráulicos	Elaborado por: Rodrigo Torres Fecha: julio 2012	
	Taller Calzada Aguilar Batres 54-41 Zona 12, Guatemala, Guatemala	Revisado por: Depto. De Servicios Fecha: julio 2012	
		Aprobado por: Depto. De Servicios Fecha: agosto 2012 Próxima revisión: enero 2013	
			Página 1 de 4

Práctica Común:

- Reparación de cilindros hidráulicos

Objetivo:

- Establecer y mantener un procedimiento para la evaluación y reparación de los cilindros que ingresan al taller de componentes

Alcance:

- Taller Gentrac

Responsabilidad:

- Jefe de taller encargado de administrar las ordenes de trabajo.
- Técnico encargado de diagnosticar, evaluar y reparar el cilindro que se le ha asignando.

Listado de maquinaria y equipo:

- Máquina de lavado
- Herramientas de banco
- Grúas
- Banco de pruebas de cilindros
- Herramientas para evaluación

Procedimiento:

A. Ingresar:

De Taller Central o cliente externo, ingresa el cilindro hidráulico al Taller de Componentes

Continuación de la figura 11.

 Taller Gentrac	PROCEDIMIENTO STANDARD DE OPERACION	TALLER: REMOSA	
	Reparación de Cilindros Hidráulicos	Elaborado por: Rodrigo Torres Fecha: julio 2012	
	Taller Calzada Aguilár Batres 54-41 Zona 12, Guatemala, Guatemala	Revisado por: Depto. De Servicios Fecha: julio 2012	
		Aprobado por: Depto. De Servicios Fecha: agosto 2012 Próxima revisión: enero 2013	
			Página 2 de 4

B. Lavar

Siempre que ingresa una transmisión se lleva al área de lavado ya que es uno de los requerimientos que Caterpillar recomienda para el control de la contaminación, se lava a altas presiones.

C. Desarmar

Los cilindros son desarmados completamente en los bancos especiales para la reparación de cilindros hidráulicos.

D. Lavar partes

Una vez desarmado el cilindro completamente se procede a realizar el lavado de las partes en la misma área de lavado completo.

E. Evaluar

Se regresa al banco de cilindros con las piezas limpias para efectuar la evaluación de componentes y determinar si existen fallas, así como también si es necesario realizar una rectificación al cilindro para después limpiarlo por dentro evitando contaminación.

F. Almacenar

Evaluados los cilindros son llevados a estanterías especiales para su almacenamiento.

G. Autorizar

Cuando se evalúan los componentes y se detectan la fallas se le informa al cliente del diagnostico del cilindro, por medio de un presupuesto el cual indica el monto de la reparación.

Continuación de la figura 11.

 Taller Gentrac	PROCEDIMIENTO STANDARD DE OPERACION	TALLER: REMOSA	
	Reparación de Cilindros Hidráulicos	Elaborado por: Rodrigo Torres Fecha: julio 2012	
	Taller Calzada Aguilar Batres 54-41 Zona 12, Guatemala, Guatemala	Revisado por: Depto. De Servicios Fecha: julio 2012	
		Aprobado por: Depto. De Servicios Fecha: agosto 2012 Próxima revisión: enero 2013	
			Página 3 de 3

H. Pedir repuestos
 Autorizado el presupuesto por el cliente se procede a realizar el pedido de repuestos ya sea que se encuentre en *stock* o se haga la requisición para traerlos del extranjero.

I. Lavar
 Se vuelve a lavar los componentes del cilindro.

J. Armar
 Se arma el cilindro con los repuestos nuevos.

K. Realizar pruebas
 Armado el cilindro se pasa por el banco de pruebas y se determina si existen o no fugas internas, si es así se evalúa de nuevo el cilindro.

L. Lavar y enviar a pintura
 Cuando el cilindro no presenta fugas el lavado nuevamente y llevado al taller de pinturas para posteriormente ensamblarlo en la máquina.

Frecuencia de Operación:

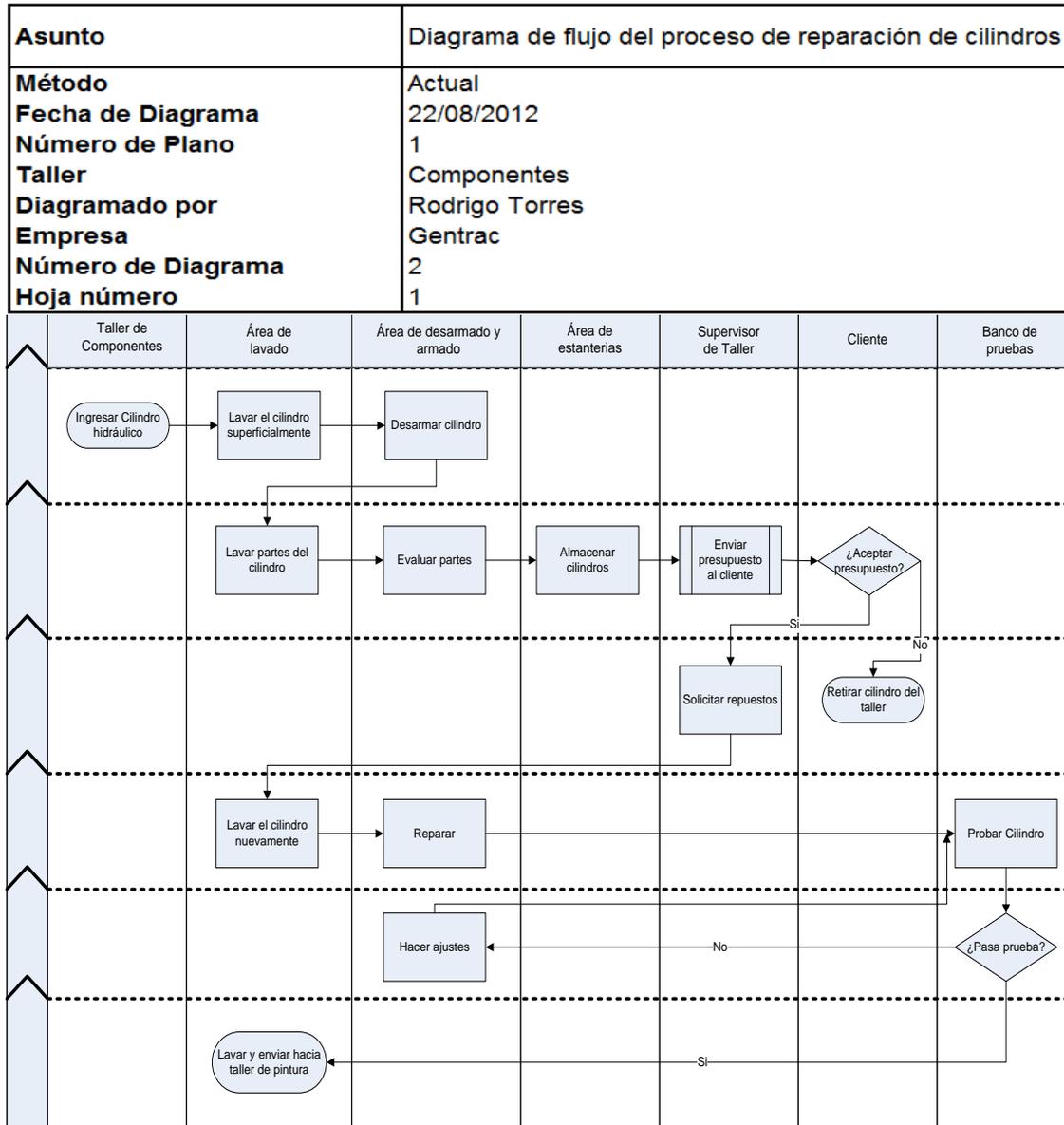
- Cada vez que se solicite la reparación de un cilindro de cualquier modelo Caterpillar

Referencia:

N/A

Fuente: elaboración propia.

Figura 12. Diagrama de flujo del proceso actual de reparación de cilindros



Fuente: elaboración propia, con programa de Visio 2010.

Figura 13. Procedimiento de reparación de transmisiones

 Taller Gentrac	PROCEDIMIENTO STANDARD DE OPERACION	TALLER: REMOSA	
	Reparación de Transmisiones	Elaborado por: Rodrigo Torres Fecha: julio 2012	
	Taller Calzada Aguilar Batres 54-41 Zona 12, Guatemala, Guatemala	Revisado por: Depto. De Servicios Fecha: julio 2012	
		Aprobado por: Depto. De Servicios Fecha: agosto 2012 Próxima revisión: enero 2013	
			Página 1 de 3

Práctica Común:

- Reparación de transmisiones

Objetivo:

- Establecer y mantener un procedimiento para la evaluación y reparación de transmisiones que ingresan al taller de componentes

Alcance:

- Taller Gentrac

Responsabilidad:

- Jefe de Taller encargado de administrar las ordenes de trabajo.
- Técnico encargado de diagnosticar, evaluar y reparar la transmisión que se le ha asignando.

Listado de maquinaria y equipo:

- Máquina de lavado
- Herramientas de banco
- Grúas
- Banco de pruebas de transmisiones
- Herramientas para evaluación

Procedimiento:

A. Lavar

Siempre que ingresa una transmisión se lleva al área de lavado ya que es uno de los requerimientos que Caterpillar recomienda para el control de la contaminación, se lava a altas presiones.

Continuación de la figura 13.

 <p>Taller Gentrac</p>	PROCEDIMIENTO STANDARD DE OPERACION	TALLER: REMOSA	
	Reparación de Transmisiones	Elaborado por: Rodrigo Torres Fecha: julio 2012	
		Revisado por: Depto. De Servicios Fecha: julio 2012	
		Aprobado por: Depto. De Servicios Fecha: agosto 2012	
		Próxima revisión: enero 2013	
			Página 2 de 3

B. Desarmar
 La transmisión es desarmada completamente en los bancos especiales.

C. Lavar componentes
 Una vez desarmada la transmisión completamente se procede a realizar el lavado de las partes en la misma área de lavado completo.

D. Evaluar
 Se regresa al área de transmisiones con las piezas limpias para efectuar la evaluación de componentes internos de la transmisión y determinar si existen fallas en las piezas y así poder hacer un listado de repuestos para presupuesto.

E. Trasladar a bodega
 Una vez efectuada la evaluación de los componentes y determinar las fallas se traslada a bodega ordenadamente identificada por su respectiva orden de trabajo para desocupar el área de transmisiones y poder efectuar otro componente que este en espera.

F. Autorizar
 Cuando se evalúan los componentes y se detectan la fallas se le informa al cliente del diagnostico de la transmisión por medio de un presupuesto el cual indica el monto de la reparación.

G. Reparar
 Autorizado el presupuesto por el cliente se procede a realizar el pedido de repuestos ya sea que se encuentre en stock o se haga la requisición para traerlos del extranjero.

Continuación de la figura 13.

 Taller Gentrac	PROCEDIMIENTO STANDARD DE OPERACION	TALLER: REMOSA	
	Reparación de Transmisiones	Elaborado por: Rodrigo Torres Fecha: julio 2012	
	Taller Calzada Aguilar Batres 54-41 Zona 12, Guatemala, Guatemala	Revisado por: Depto. De Servicios Fecha: julio 2012	
		Aprobado por: Depto. De Servicios Fecha: agosto 2012 Próxima revisión: enero 2013	
			Página 3 de 3

H. Salir de bodega
Ya autorizado el presupuesto y los repuestos en taller, retira la transmisión de bodega.

I. Lavar
Se vuelve a lavar los componentes de la transmisión.

J. Armar
Después de lavado de componentes se lleva al área de transmisiones y se colocan los repuestos para reparación.

K. Realizar pruebas
Se realizan pruebas en el banco y determinar si se necesitan ajustes.

L. Ajustar
Según manual del fabricante Caterpillar se realizan ajustes a la transmisión para su óptimo rendimiento.

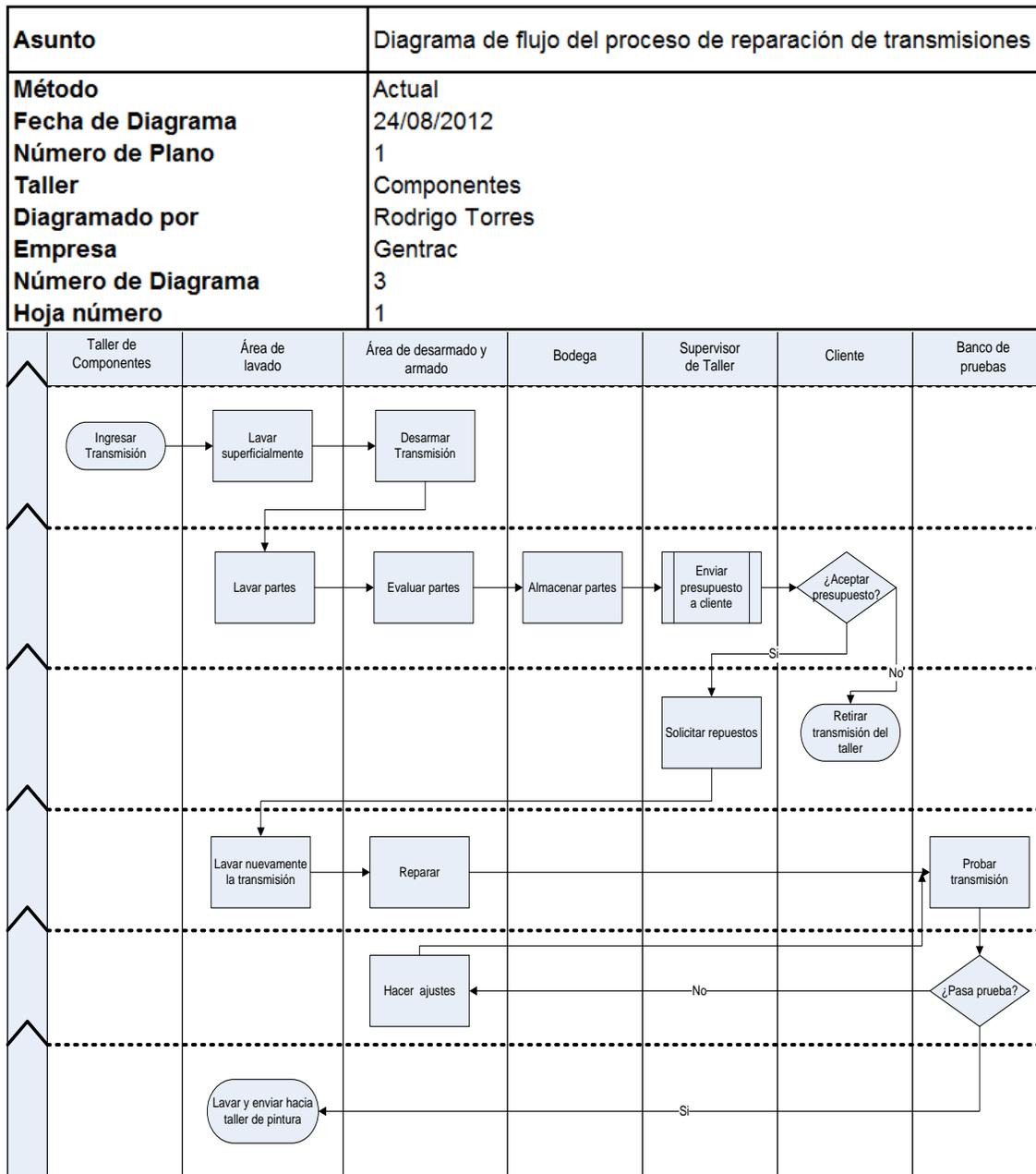
M. Lavar y enviar a Taller de Pintura
Una vez reparada, probada y ajustada la transmisión es llevada al taller de pintura para posteriormente instalarse a la máquina.

Frecuencia de Operación:

- Cada vez que se solicite la reparación de un cilindro de cualquier modelo Caterpillar

Fuente: elaboración propia.

Figura 14. Diagrama de flujo del proceso actual de reparación de transmisiones



Fuente: elaboración propia, con programa de Visio 2010.

2.4. Propuesta de mejora

El taller de componentes no cuenta con un cuarto para la instalación del banco de inyección de combustible. El área de lavado de componentes produce demasiado ruido cuando se limpia y secan componentes. Las estaciones de trabajo no están ordenadas y tienen un ambiente desordenado. La propuesta consiste en una ampliación del taller y reubicación de estaciones de trabajo por medio de una distribución de *layout* que se presenta a continuación:

El taller de componentes se dividió en ocho estaciones de trabajo y por medio de observaciones y entrevistas con los técnicos del taller se estableció que estaciones de trabajo son las que se necesitan más cerca unas de otras para optimizar el proceso de reparación por medio de las siguientes tablas:

Tabla II. Clasificación de adyacencias

Clasificación de adyacencias	
Calificación	Definición
A	Absolutamente necesario
E	Especialmente importante
I	Importante
O	Ordinaria cercanía
U	Indiferente
X	Indeseable

Fuente: elaboración propia.

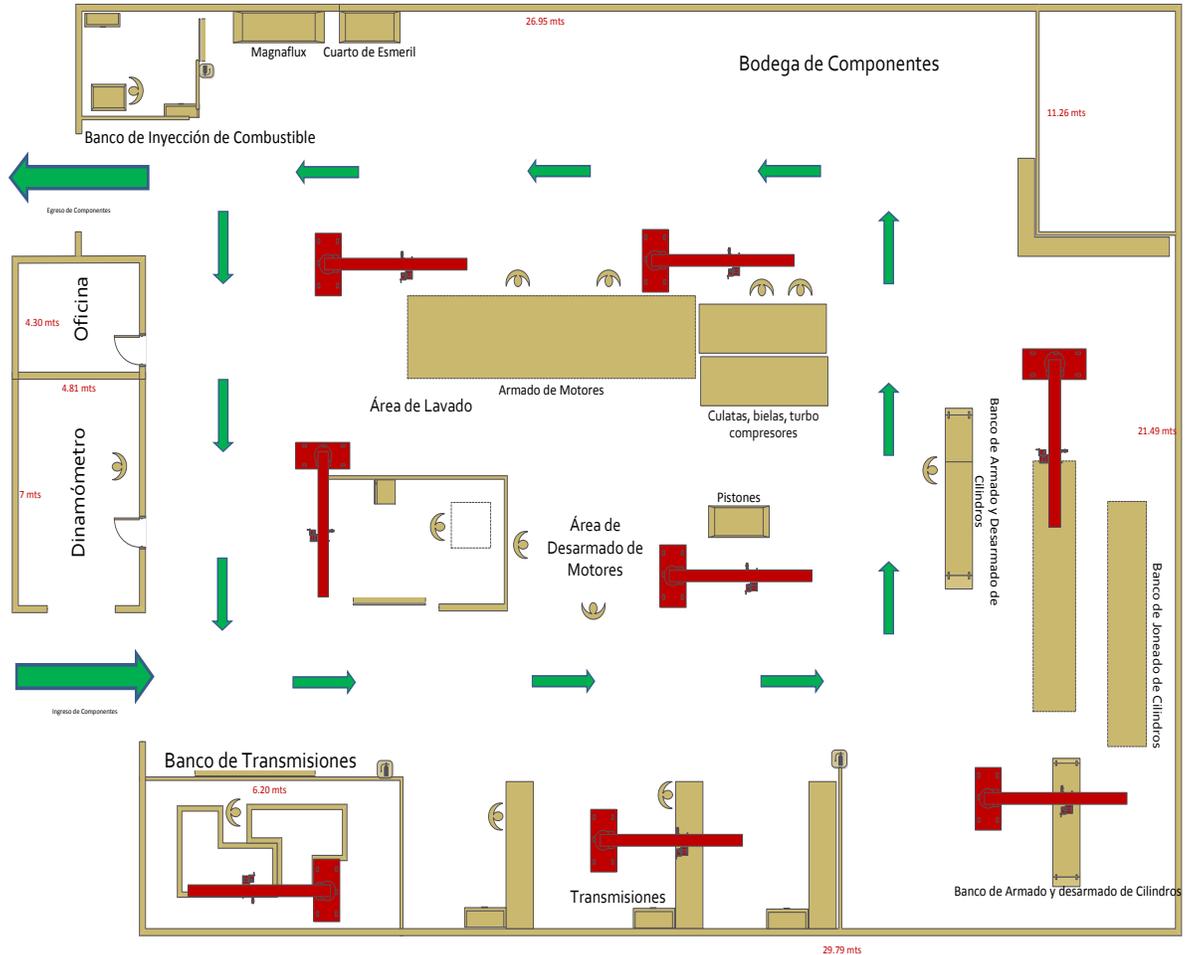
Tabla III. **Layout**

Área de Trabajo	Áreas de trabajo						
	2	3	4	5	6	7	8
1 Área de lavado	A	U	A	U	I	U	I
2 Área de transmisiones		A	U	U	O	U	X
3 Banco de transmisiones			U	U	U	U	U
4 Área de motores				A	E	E	U
5 Dinamómetro					U	U	U
6 Bodega						U	I
7 Banco de Inyección de Combustible							U
8 Área de cilindros							

Fuente: elaboración propia.

El tipo de *layout* que se utilizó es del tipo de procesos y evaluado por grado de cercanía por medio de la calificación de adyacencia. Las áreas de trabajo que tienen que estar más cerca una con otra es el área de lavado con el área de motores y transmisiones, el área de transmisiones con su respectivo banco. El área de motores con bodega, dinamómetro y el banco de inyección de combustible. Se parte de la premisa de que el banco de pruebas de transmisiones y el dinamómetro no pueden ser cambiados de posición por la complejidad de sus instalaciones. El Taller de Componentes propuesto se muestra en la siguiente figura:

Figura 15. Croquis Taller de Componentes propuesta



Fuente: elaboración propia, con programa de Visio 2010.

Se propone que exista un flujo de trabajo ordenado en el taller en donde esté solo una entrada y una salida para los componentes. Centralizar el área de reparación de todos los componentes de motores ya sea culatas, block, turbo compresores, cigüeñales, pistones, etc. Se tiene pensado mitigar el ruido del área de lavado por medio de barreras acústicas de fibra de vidrio de tela de polivinilo resistente a la humedad y a los rayos UV alrededor de la lavadora. La toma de aire comprimido y el área donde se colocan los componentes para

lavar reduciendo de 4 a 6 dB disminuyendo considerablemente la intensidad del ruido ya que tiene un comportamiento logarítmico. La barrera acústica de fibra de vidrio y se presenta a continuación:

Figura 16. **Barrera acústica**



Fuente: Cotización realizada por la empresa Comaudi.

Para el banco de inyección de combustible se propone construir un cuarto como parte de la ampliación del taller de componentes en la parte superior. El cuarto debe contar con las siguientes características:

- Generalidades
 - Para el diseño de sistema de aire acondicionado se deben aplicar las condiciones climatológicas que tenga presente en el medio ambiente del taller.

- Los equipos y accesorios de los sistemas de aire acondicionado y ventilación requieren de protección anticorrosiva.
- Se deben realizar cálculos de carga térmica, aire para presurización, ventilación, tuberías, distribución de aire.
- El sistema de control del cuarto debe diseñarse para mantener automáticamente la temperatura, humedad, presión, aire y calidad de aire.
- Presurización
 - Contar con una presión mayor a la atmosférica en el interior llamada presión positiva para que cuando el cuarto se abra, el aire del exterior que pueda contener contaminación, no ingrese al interior del cuarto ya que la cantidad de flujo de aire en el interior será mayor que en el exterior.
 - Para asegurar la hermeticidad dentro del cuarto se deben sellar todas las hendiduras, ranuras y huecos.
 - Para el monitoreo de la presión positiva dentro del cuarto se deben instalar alamas visuales que indiquen la reducción o pérdida de presión en el interior.
- Distribución de aire
 - La distribución de volumen de aire debe ser por medio de ductos
 - Los ductos se deben localizar en el espacio existente dentro del techo y el plafón sin interferir con otras instalaciones.
- Filtración
 - Los sistemas de aire acondicionado, presurización y ventilación deben tener medios de filtración que aseguren la calidad de aire, libre de contaminantes dentro del cuarto.

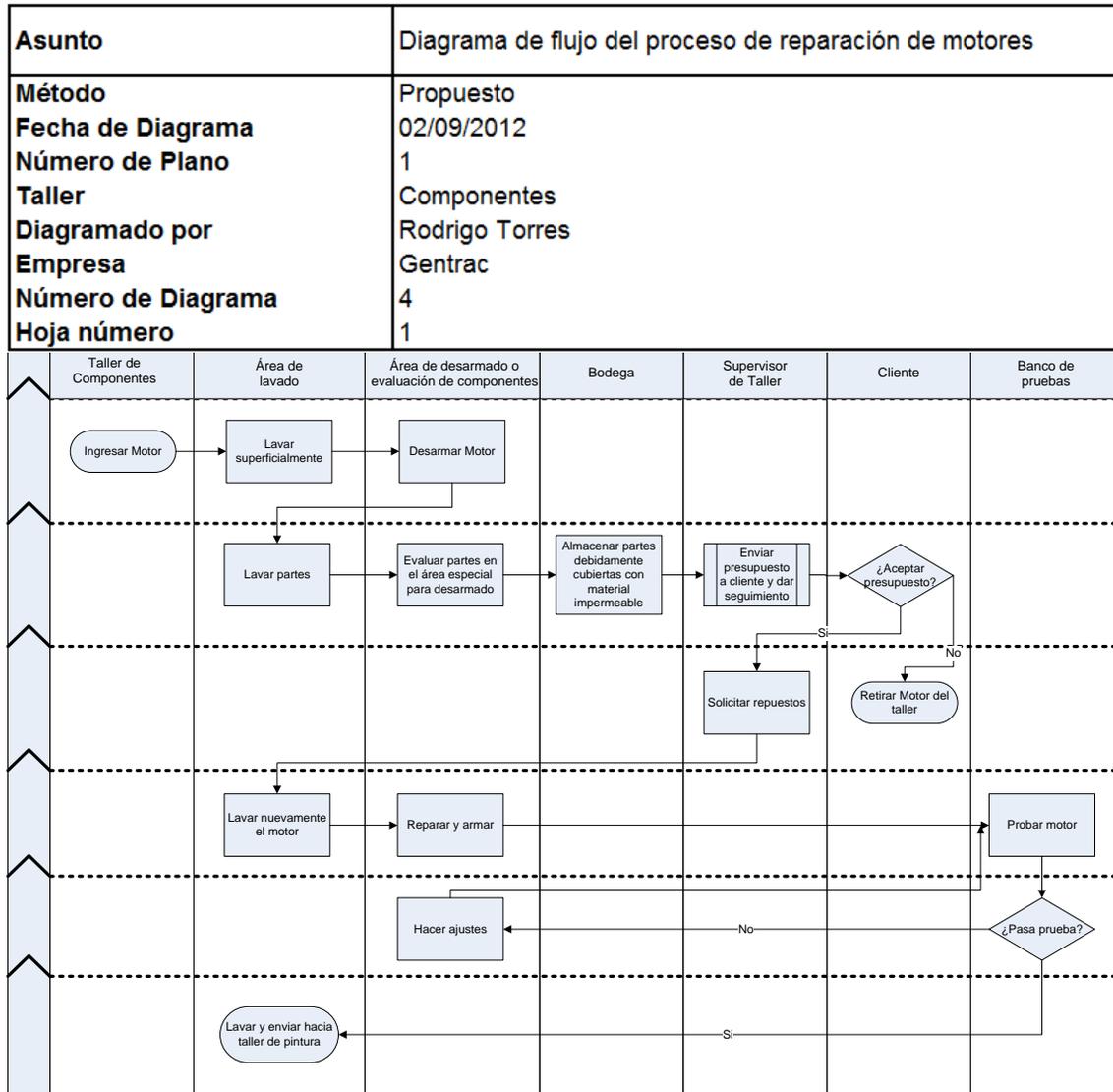
- **Materiales**
 - Material de tubos y serpentines dependiendo del material del cual quieran hacerlo.
 - Material aislante para ductos
 - Filtros para ductos de aire

2.4.1. Mejora de procesos para la reparación de motores de combustión interna

El proceso de reparación de motores se propone mejorarlo centralizando el área de trabajo en el interior del taller llevando en ese punto lo concerniente a la evaluación, reparación y armado de motores como componentes: culatas, bielas, pistones, turbo compresores y block. Cada vez que un motor sea evaluado y enviado a bodega a la espera de la apertura de la orden de trabajo, esta será envuelta de plástico permeable para evitar que se contamine a la intemperie.

También para mejorar el servicio al cliente, se propone que el jefe de taller se encargue de darle seguimiento al componente que el cliente necesita que se repare o se de mantenimiento ya que se pudo observar que se mantiene equipo pendiente de reparación en la bodega de taller.

Figura 17. Diagrama de flujo de procesos de motores propuesta



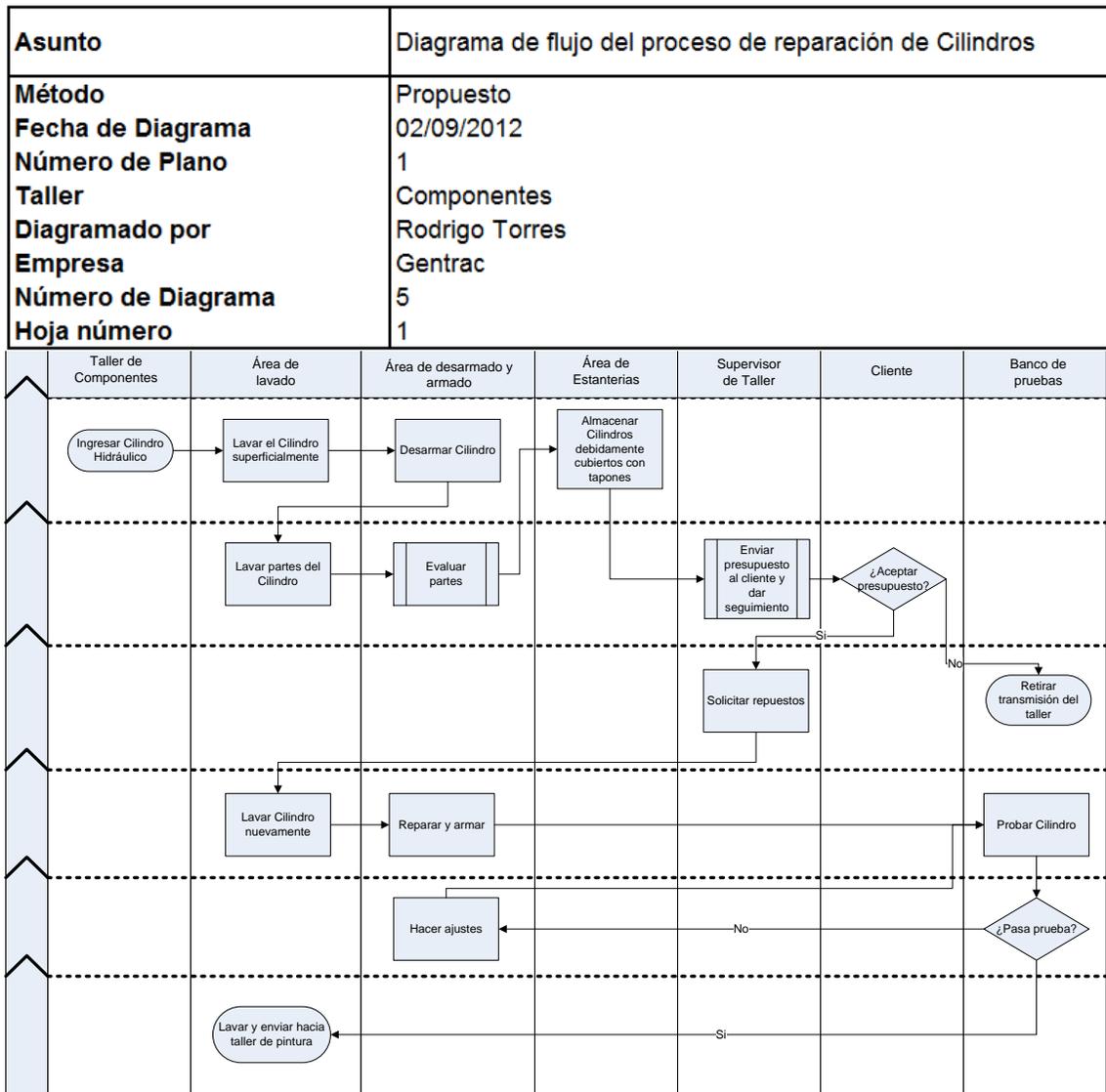
Fuente: elaboración propia, con programa de Visio 2010.

2.4.2. Mejora de procesos para la reparación de cilindros hidráulicos

El proceso de reparación de cilindros se propone mejorar el área de trabajo trasladándola a la parte derecha del taller llevando en ese punto lo concerniente a la evaluación, reparación y armado de cilindros y sus partes. Esto creará orden en el área de trabajo ya que no se mezclará con otros procesos de reparación y el flujo en el taller será en una sola dirección.

Cada vez que un cilindro sea evaluado y enviado a bodega a la espera de la apertura de la orden de reparación, esta será envuelta con plástico permeable y tapones que cubran los orificios del cilindro para evitar que se contamine a la intemperie.

Figura 18. Diagrama de flujo de procesos de cilindros hidráulicos propuesta



Fuente: elaboración propia, con programa de Visio 2010.

2.4.3. Normas para la certificación de 5 estrellas Caterpillar en el Taller de Componentes

A continuación se presentan las normas que se tienen que cumplir y las observaciones de cada una de ellas según la auditoría interna realizada. El cumplimiento de estas prácticas garantiza que en las auditorías que Caterpillar realice en el taller cuente con una puntuación mayor o igual a 95 puntos.

2.4.3.1. Normas para el cuarto del banco de pruebas de inyección de combustible

En la siguiente figura se especifican las normas de control de contaminación para el banco de inyección de combustible:

Figura 19. **Normas para el banco de inyección de combustible**

Norma 6.1 Banco de pruebas situado en cuarto a presión, clima controlado, limpio y cerrado



El banco de pruebas del combustible está ubicado en un cuarto limpio presurizado con clima regulado.

- El cuarto tiene presión positiva.
- Ingresa aire filtrado, limpio y seco al cuarto.

Observación: Actualmente no existe cuarto para el banco de inyección ya que este se encuentra dentro del taller pero expuesto como cualquier otro componente, anteriormente se una propuesta para la elaboración de este cuarto para el cumplimiento de esta norma.

Continuación de la figura 19.

Norma 6.2 Programa de mantenimiento del banco de inyección de combustible



Se realiza mantenimiento preventivo del equipo de pruebas y los registros están actualizados. Se comprueba y documenta la limpieza del fluido de calibración y del aceite de lubricación.

- Esto se refiere a todo el equipo que se utiliza para reconstruir y probar los componentes de la inyección de combustible.

Observación: El banco de inyección actualmente no presenta registro de su último mantenimiento preventivo.

Norma 6.3 Herramientas no generan residuos o actividades en la sala de inyección de combustible

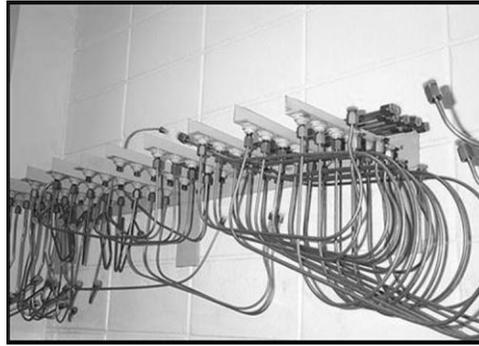


No hay herramientas o actividades que generen escombros en el cuarto de inyección de combustible.

Observación: Esta norma aplica cuando el cuarto presurizado para el banco de inyección exista.

Continuación de la figura 19.

Norma 6.4 Las líneas de combustible del banco de Inyección están protegidas

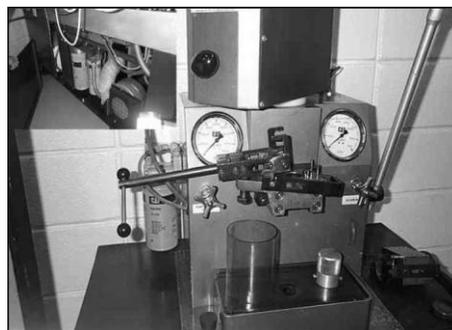


Las tuberías de combustible están tapadas con tapas o tapones apropiados para tuberías de combustible cuando no se están utilizando.

- Todas las tuberías de combustible se tapan con las tapas o los tapones adecuados.

Observación: Actualmente estas líneas solo están cubiertas por medio de sobre fundas pero sin tapones.

Norma 6.5 Uso adecuado y limpio de líquido de calibración y fluido de lubricación



Los fluidos de calibración y lubricación cumplen con las especificaciones de limpieza.

- El fluido de calibración cumple con el objetivo de ISO 16/15/13 o está más limpio.
- El aceite de lubricación cumple con el objetivo de ISO-16/13 o está más limpio.

Continuación de la figura 19.

Observación: Actualmente no se presenta registros donde haga constatar que el fluido de calibración y el aceite de lubricación cumple con la ISO 16/15/13.

Norma 6.6 Piso sellado y no poroso



El piso limpio del cuarto tiene mosaicos o está sellado y no contiene un revestimiento perforado o poroso.

- El piso tiene mosaicos o está sellado.
- El piso está limpio y sin degradación.
- Las alfombras del piso no son del tipo perforado o poroso.

Observación: No existe cuarto actualmente para el banco de inyección, esta norma aplica cuando ya se haya creado el cuarto.

Norma 6.7 Se utilizan toallas con porcentaje bajo de pelusa



Se utiliza toallas con bajo contenido de pelusa y están disponibles en grandes cantidades.

Continuación de la figura 19.

- Se utilizan toallas con bajo contenido de pelusa y resistentes a desgarros.
- Las toallas están disponibles en grandes cantidades.
- Las toallas se almacenan en un entorno limpio.
- Un ejemplo de toalla con bajo contenido de pelusa son las toallas para uso en taller Cat 162-5791 o 265-2256.

Observación: Aunque actualmente no se tenga el cuarto especial para el banco de inyección si se utiliza toallas con bajo porcentaje de pelusa para la limpieza del banco de inyección.

Norma 6.8 Todos los puertos de entrada, de salida y la tapa están protegidos con tapones en las bombas de inyección de combustible



Los orificios de admisión, salida y cubierta de la bomba de inyección están tapados con tapas y tapones correctos.

- Sellados con tapas o tapones de plástico limpios del tamaño y el tipo adecuados.

Observación: Las bombas de combustible actualmente sí se tapan sus orificios cuando se almacenan en bodega.

Continuación de la figura 19.

Norma 6.9 Lavado y enjuagado de las bombas de combustible antes de su reparación



Las bombas de inyección de combustible se drenan y se enjuagan antes de probarse.

- Las bombas de inyección de combustible usadas se drenan y se enjuagan completamente antes de probarse en el banco.

Observación: Antes de una reparación las bombas actualmente si son lavadas y enjuagadas con liquido especial quita grasa para su posterior reparación.

Norma 6.10 Orden y limpieza en el cuarto del banco de inyección



El cuarto de inyección de combustible está limpio y ordenado. Los pisos, las paredes, los cielosrasos y los equipos deben estar limpios y limpiarse regularmente.

Continuación de la figura 19.

- Los gabinetes y las áreas de almacenamiento están ordenados y libres de suciedad y derrames visibles.
- No existe acumulación de suciedad y escombros en los rincones y alrededor de las columnas y los bancos.
- El equipo de prueba y las herramientas utilizados se mantienen limpios.

Observación: No aplica actualmente esta norma puesto que no se ha creado el cuarto para el banco de inyección sin embargo es requisito importante la evaluación de esta y las demás normas para poder obtener la certificación.

Fuente: CATERPILLAR, Guía de control de contaminación.

2.4.3.2. Normas para área de reconstrucción de cilindros hidráulicos

En la siguiente figura se especifican las normas de control de contaminación para el banco de cilindros hidráulicos:

Figura 20. **Normas para el banco de cilindros hidráulicos**

Norma 7.1 Los cilindros son lavados y cepillados después del joneo



Los cilindros se lavan con escobilla y solución de limpieza. Proceso implementado para comprobar la limpieza del cañón del cilindro.

- Se utiliza una escobilla y solución de limpieza.
- Para verificar la presencia de contaminantes, se utiliza una toalla blanca limpia.

Observación: Esta norma actualmente se cumple ya que en el taller existe una escobilla especial para la limpieza de los cilindros hidráulicos después de mecanizar la parte interna de ellos.

Continuación de la figura 20.

Norma 7.2 Recubrimiento de cilindros



Los cañones de los cilindros se almacenan en estanterías especialmente diseñadas y los extremos de los cilindros se cubren o protegen después de la limpieza.

- Los cañones se almacenan en estanterías sin tocar el piso.
- Los cañones se almacenan de manera tal que no presenten un problema de seguridad.

Observación: Según la auditoría, esta norma si se cumple ya que después de diagnosticar un cilindro este es tapado por medio de papel aluminio especial o tapones de diferentes tamaños.

Norma 7.3 Almacenamiento de cilindros en estanterías



Las varillas para el armado están envueltas en plástico o cubiertas de alguna forma y colocadas en estanterías de almacenamiento.

Continuación de la figura 20.

- Las varillas se almacenan en estanterías sin tocar el piso.
- Las varillas se envuelven para evitar dados y contaminantes
- Hay espacio entre varillas almacenadas.
- Las varillas se almacenan de modo tal que no causen problemas de seguridad.

Observación: Según última auditoría, esta norma cumple ya que todos los cilindros son almacenados en estanterías especiales dependiendo del tamaño de cada uno de ellos.

Norma 7.4 Los orificios de los cilindros son protegidos con tapones adecuados



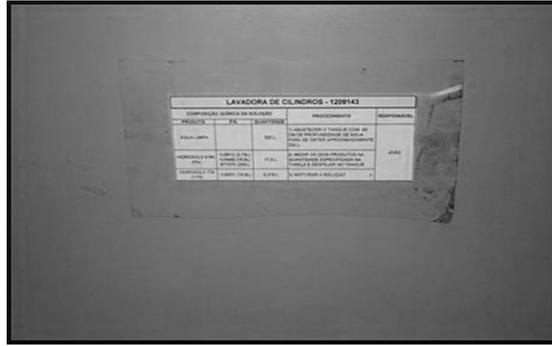
Los orificios están protegidos con tapas o tapones roscables del tamaño apropiado del metal o plástico.

- Si los orificios tienen ranuras, la tapa o el tapón debe ser roscado.
- En los casos apropiados, se utilizan bridas de dos piezas con cubiertas de sellos anulares o cubiertas de metal con juntas.

Observación: Actualmente no se cumplió con esta norma ya que por medio de observación se constató que no todos los cilindros estaban tapados.

Continuación de la figura 20.

Norma 7.5 Mantenimiento preventivo en equipo de prueba de cilindro



El mantenimiento preventivo del equipo de pruebas del cilindro se realiza con registros de mantenimiento actualizados.

- Procedimientos de mantenimiento documentado.
- Registros de MP completos, en papel o electrónicos.
- El aceite cumple con ISO -/16/13.

Observación: El equipo de prueba para cilindros actualmente si cuenta con registros que hacen constar que se han llevado mantenimientos preventivos.

Norma 7.6 Cilindros son limpiados antes de armar



Todas las mangueras y los tubos que se quitan durante el proceso de reparación deben limpiarse antes de reinstalarse.

Continuación de la figura 20.

- El procedimiento de limpieza de mangueras o tubos aprobado, SEBF8485, está publicado o está disponible con la herramienta y se sigue para limpiar las mangueras y los tubos.
- Todas las mangueras y los tubos se tapan después de la limpieza con la tapa o un tapón adecuado y limpio hasta la instalación.

Observación: Esta es una de las normas más importantes a cumplir ya que por las mangueras paso todo tipo de fluidos y son estos los más propensos a la contaminación. Según la auditoría, esta norma si se cumple ya que incluso cuando se solicitan mangueras a el departamento de repuestos estas pasan por un proceso de limpieza donde un proyectil de algodón para por el interior de la manguera por medio de una pistola que funciona a base de aire comprimido haciendo recorrer el proyectil por todo el interior de la manguera. Este proceso se repite cuando las mangueras han estado almacenadas en la bodega del taller de componentes cada vez que se utilicen para una reparación.

Norma 7.7 Orden y limpieza



El taller de componentes hidráulicos está limpio y ordenado. Los pisos, paredes, los cielos rasos y los equipos están limpios y se limpian regularmente.

- Los gabinetes y las áreas de almacenamiento están ordenados y libres de suciedad y derrames visibles.
- No existe acumulación de suciedad y escombros en los rincones y alrededor de las columnas y los bancos.
- El equipo de pruebas y herramientas se mantiene limpio.

Observación: El área de reparación de cilindros hidráulicos según última auditoría interna realizada como diagnóstico si presenta orden y limpieza en el lugar de trabajo.

Fuente: CATERPILLAR, Guía de control de contaminación.

2.4.3.3. Normas para cuarto de banco de pruebas de la transmisión

En la siguiente figura se especifican las normas de control de contaminación para el banco de pruebas de transmisiones:

Figura 21. Normas para el banco de pruebas de transmisión

Norma 8.1 Existe un programa de mantenimiento preventivo en el banco de pruebas de transmisiones



El MP (Mantenimiento Preventivo) se lleva a cabo en el banco. Los registros de MP y el aceite del banco cumplen con el objetivo de limpieza aplicable.

- Procedimiento de mantenimiento documentado.
- Registros de MP completos, en papel o electrónicos, del equipo de pruebas.
- El aceite cumpla con ISO -/16/13.

Observación: El banco de pruebas de transmisiones si cuenta con un programa de mantenimiento preventivo, incluso se llevan registros y se elaboran diálisis de aceite para determinar que si se está cumpliendo con la ISO 16/13.

Continuación de la figura 21.

Norma 8.2 Sistema de filtración instalado en el banco



Sistema de filtración correcto instalado en el banco de pruebas.

- Sistema de filtración instalado en el banco de pruebas para ayudar a lograr los objetivos de limpieza aplicables de ISO.

Observación: Actualmente se cumple con esta norma ya que el banco de pruebas de transmisiones cuenta con filtros en serie de diferentes tamaños de tamices para reducir la probabilidad de fluido contaminado.

Norma 8.3 Mangueras y accesorios de tapado están cubiertos con tapones



Las mangueras y los conectores se almacenan con los extremos tapados con tapas y tapones apropiados

Continuación de la figura 21.

- Todos los extremos de las mangueras se tapan con tapas y tapones adecuados.
- Se utilizan tapas y tapones de tamaño adecuado.
- Si el extremo del conector de la manguera es roscado, debe utilizarse una tapa o tapón roscado.

Observación: En la auditoría interna se observó que habían mangueras y accesorios para el banco que no contaban con su respectivo tapón o utilizaban un tapón de un tamaño incorrecto.

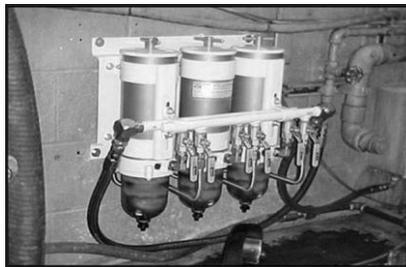
Fuente: CATERPILLAR, Guía de control de contaminación.

2.4.3.4. Normas para cuarto del dinamómetro de motores

En la siguiente figura se especifican las normas de control de contaminación para el banco de cilindros hidráulicos:

Figura 22. **Normas para el cuarto del dinamómetro de motores**

Norma 9.1 Suministro de combustible filtra los desechos y el agua



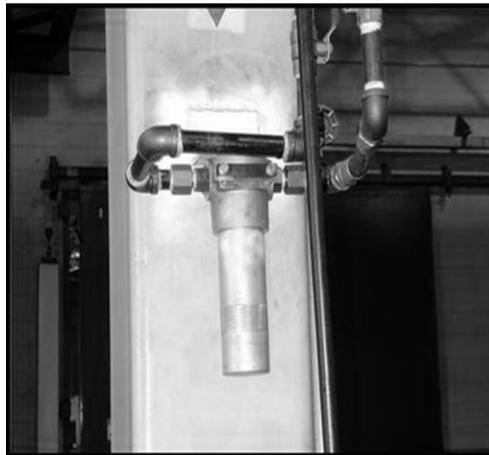
Filtros finales y separador de agua del combustible instalados en las tuberías de suministro; programa de mantenimiento implementado.

- El combustible cumple con la norma de limpieza ISO 18/16/13.
- Programa de MP implementado y documentado.

Continuación de la figura 22.

Observación: El cuarto de dinamómetro presenta registros de mantenimiento preventivo así como también el combustible utilizado para las pruebas de motores cumple con la norma ISO 18/16/13 según análisis de laboratorio de conteo de partículas.

Norma 9.2 Aceite cumple con ISO -/16/13



Las tuberías de suministro de aceite están equipadas con filtro final y el aceite suministrado cumple con el objetivo de limpieza de ISO-/16/13.

- Filtro en el punto de distribución.
- Limpieza que cumple con ISO -/16/13 en el punto de distribución.
- Documentación de conformidad y mantenimiento del cumplimiento ISO -/16/13.

Observación: Actualmente se está cumpliendo con esta norma ya que se presenta registros que muestra conformidad de los aceites utilizados según la norma 16/13 y cuenta con filtros de distribución.

Continuación de la figura 22.

Norma 9.3 Filtro de 4 micras filtra respiradores con capacidad para eliminar el agua de los tanques a granel de aceite y combustible



Filtro de respiradero apropiado de 4 micrones con capacidad de remoción de humedad en los tanques de almacenamiento a granel.

- Filtro de respiradero de 4 micrones que contiene material secante, o algo similar, que proporciona capacidad de remoción de humedad.
- Procedimientos de MP documentados

Observación: En la auditoría interna realizada, por medio de inspección visual se determinó que se cumple con esta norma ya que en el depósito de combustible el filtro de aire estaba en malas condiciones por lo que fue necesario hacer un pedido para la adquisición de uno nuevo.

Norma 9.4 Orden y limpieza en el área de dinamómetro



El área del dinamómetro está limpia y ordenada. Los pisos, las paredes y los equipos están limpios y se limpian regularmente.

Continuación de la figura 22.

- Los gabinetes y las áreas de almacenamiento están ordenados y libres de suciedad y derrames visibles.
- No existe acumulación de suciedad y escombros en los rincones y alrededor de las columnas y los bancos.
- El equipo de pruebas y herramientas está limpio.

Observación: Según auditoría interna, el cuarto de dinamómetro si presenta orden y limpieza en sus reparaciones, si se cumple esta norma.

Fuente: CATERPILLAR, Guía de control de contaminación.

3. PROPUESTA DE AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Esta fase es acerca de Producción más Limpia que es una iniciativa preventiva específica para empresas y pretende minimizar la contaminación y la reducción de materias primas.

3.1. Situación Actual

El departamento de logística de la empresa GENTRAC quiere hacer un cambio de luces de fluorescentes a LED y como parte del trabajo de investigación y la fase de Producción más Limpia se hace la propuesta de cambio de 144 lámparas en la bodega de repuestos de la compañía y poder determinar la factibilidad de realizar este cambio para poder presupuestarlo el siguiente año.

3.1.1. Consumo de energía anual de la empresa en los últimos 3 años

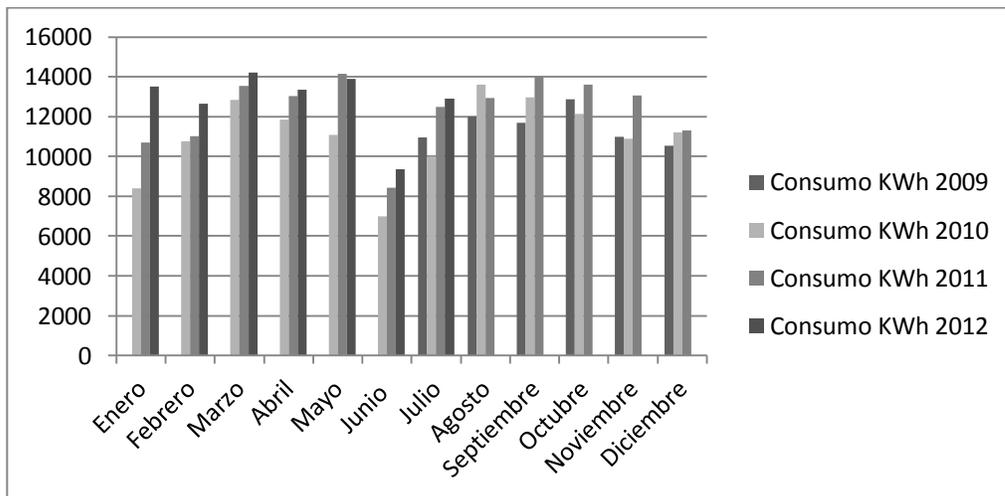
Por medio de los recibos de pago de energía eléctrica de los últimos tres años que el Departamento de Contabilidad General de la empresa proporcionó, se pudo determinar el consumo de energía eléctrica en kWh que se presenta en la tabla y gráfica a continuación:

Tabla IV. **Consumo de Kwh**

	Consumo kWh			
	2009	2010	2011	2012
Enero		8 404,00	10 700,00	13 502,00
Febrero		10 751,00	11 013,00	12 666,00
Marzo		12 832,00	13 533,00	14 204,00
Abril		11 840,00	13 050,00	13 355,00
Mayo		11 092,00	14 158,00	13 895,00
Junio		7 000,00	8 420,00	9 360,00
Julio	10 968,00	10 000,00	12 500,00	12 895,00
Agosto	12 000,00	13 603,00	12 945,00	
Septiembre	11 705,00	12 980,00	14 035,00	
Octubre	12 879,00	12 130,00	13 600,00	
Noviembre	11 000,00	10 900,00	13 078,00	
Diciembre	10 527,00	11 200,00	11 316,00	

Fuente: elaboración propia.

Figura 23. **Gráfico de Consumo en Kwh**



Fuente: elaboración propia.

3.1.2. Variación del precio de la energía en los últimos 15 meses

La variación del precio de la energía eléctrica de los últimos 15 meses en la bodega de repuestos de GENTRAC se presenta a continuación:

Tabla V. Precio de Kwh

Meses	Q/Kwh
1	1,100883
2	1,100883
3	1,402474
4	1,402474
5	1,402474
6	1,570706
7	1,377261
8	1,226784
9	1,201338
10	1,201338
11	1,352093
12	1,477938
13	1,477938
14	1,457095
15	1,457095

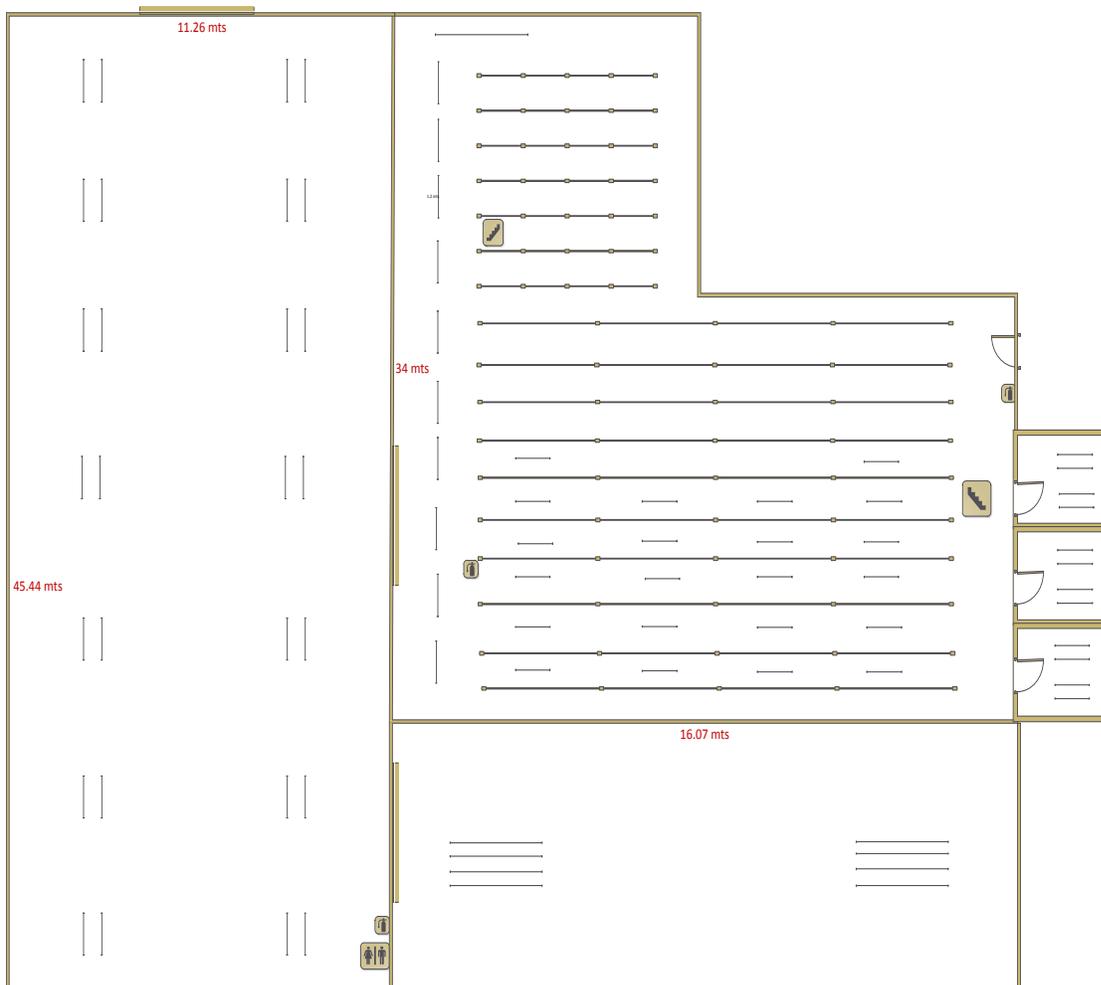
Fuente: elaboración propia.

El consumo promedio y desviación estándar de estos últimos 15 meses es Q/KWh1, 347252 y 0,145597881 respectivamente.

3.1.3. Croquis de bodega de repuestos

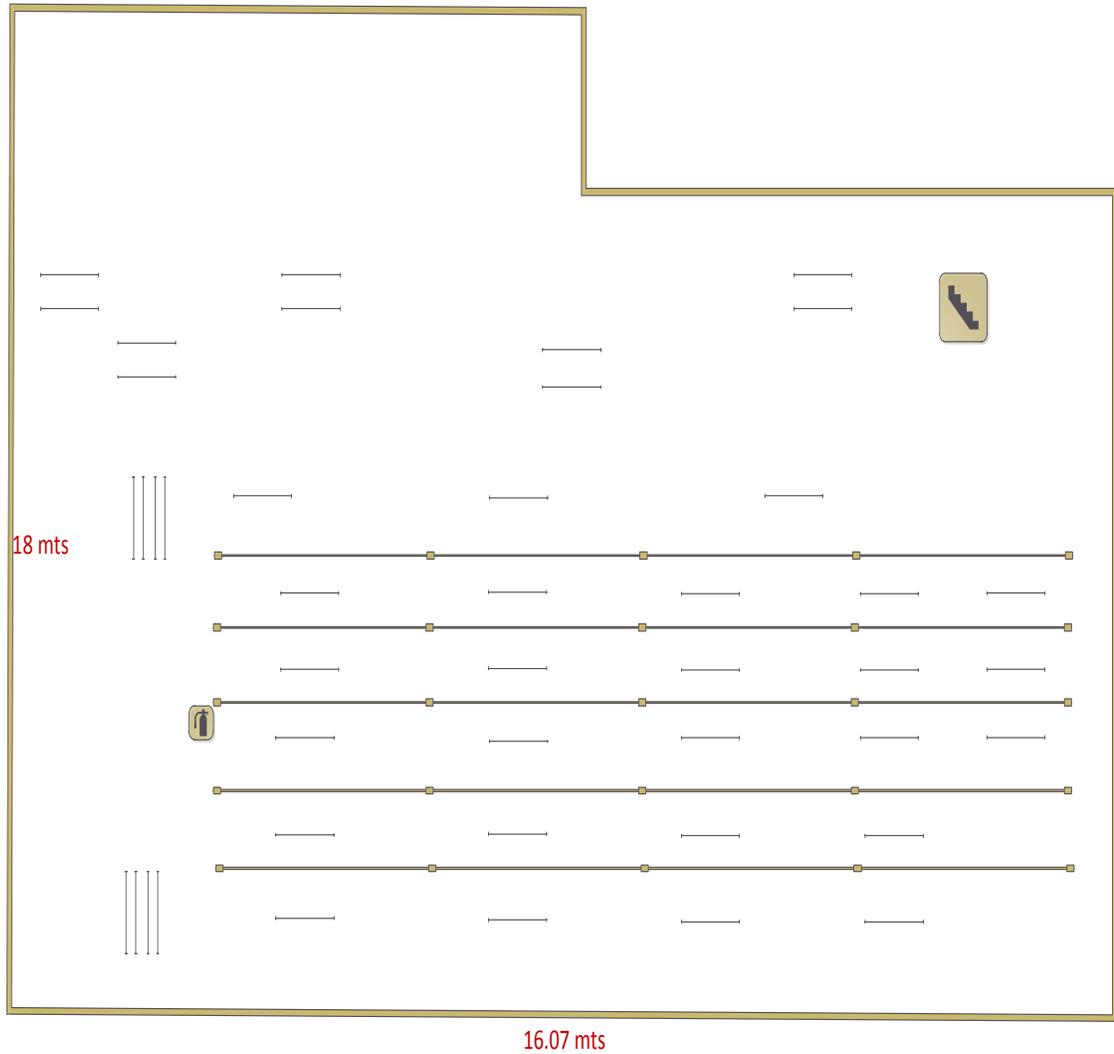
A continuación se presenta una representación gráfica tipo planta de la bodega de repuestos la cual representa la cantidad y ubicación de lámparas que se propone hacer cambio a luces de tipo LED.

Figura 24. Croquis 1er nivel bodega de repuestos



Fuente: elaboración propia, con programa de Visio 2010.

Figura 25. Croquis 2do nivel bodega de repuestos



Fuente: elaboración propia, con programa de Visio 2010.

3.2. Propuesta de mejora

Se elaboraron varias cotizaciones con empresas encargadas de suministro de fuentes de iluminación tipo LED y por medio de su evaluación y criterio se realizó la siguiente propuesta así como un retorno de inversión para el cambio de lámparas.

3.2.1. Propuesta para cambio de luminarias en bodega de repuestos

A continuación se presenta una cotización para el cambio de lámparas en el área de bodega de repuestos en función de la cantidad de luminarias:

Tabla VI. Cotización de lámparas

ITEM	CANTIDAD	U/M	IMAGEN	DESCRIPCIÓN	P.U. LISTA	P.U. ESPECIAL	P.T.
1	144	pza		TUBO LED T8, 1,20 m	Q413,60	Q376,00	Q54 144,00
2	1	General	Mano de Obra Instalación (Incluye uso de andamios en donde sea necesario, materiales misceláneos necesarios, como por ejemplo, cable, cinta de aislar, bases para tubos, etc.)			Q7 500,00	Q7 500,00
TOTAL							Q61 644,00

Fuente: elaboración propia.

Tabla VII. **Tubos tradicionales vs tubos LED**

Tubos tradicionales vs Tubos LED	Tubos tradicionales T-8 64 Watts	Tubos LED T8 16 watts
Vida útil (en horas)	5 000	35 000
Energía consumida (Watts)	64	16
Costo por tubo sin impuestos	Q14,29	Q327,32
KW h consumidos durante 35 mil horas de uso	2 240	560
Costo promedio de la energía consumida durante 35 mil horas	Q3 018	Q755
Tubos necesarios por cada 35 mil horas de uso	7	1
Costo aproximado por compra de tubos por cada 35 mil horas	Q100,00	Q327,32
Costo total/tubo, por cada 35,000 horas de uso	Q3 117,73	Q1 081,75

Fuente: elaboración propia.

Tabla VIII. **Cálculo de ahorro de energía**

Cálculo de Ahorro de Energía	Tubos tradicionales T-8 64 Watts	Tubos LED T8 16 watts
# de tubos	150	144
Horas estimados de uso diario	10	10
Días al mes	20	20
Ahorro en costos de operación durante 35,000 horas de uso		
Costo de operación	Q467 659,20	Q155 772,29
Ahorro luego de cambiar la iluminación actual x LED	Q0.00	Q311 886,91
Ahorro por costos por consumo de energía mensual		
KW h consumidos al mes	1 920	480
Costo promedio de la energía consumida mensualmente (Q. 2.20 por KW h)	Q2 586,62	Q646,66
Ahorro luego de cambiar la iluminación actual x LED	Q0.00	Q1 939.97
Ahorro anual por costos de consumo de energía		
KW h consumidos al año	23 040	5 760
Costo promedio de la energía consumida anualmente (Q. 1.34 por KW h)	Q31 039.49	Q7 759,87
Ahorro luego de cambiar la iluminación actual x LED	Q0.00	Q23 279,62

Fuente: elaboración propia.

Tabla IX. **ROI**

Cálculo del Retorno de la Inversión		
Costos por remplazo de iluminación actual	Tubos tradicionales T-8 64 Watts	Tubos LED T8 16 watts
Costo por tubo	Q0.00	Q327,32
# tubos a instalar	0	144
Costo total tubos a instalar	Q0.00	Q47 134,29
Ahorro mensual por consumo de energía	Q0.00	Q1 939,97
Retorno de la Inversión (ROI) en meses	0	24,3
Retorno de la Inversión (ROI) en años	0	2,02

Fuente: elaboración propia.

El costo promedio mensual de consumo de energía eléctrica para la bodega de repuestos es aproximadamente Q26 000, con esta propuesta se estaría reduciendo en aproximadamente Q2 000 mensuales recuperando la inversión en aproximadamente 2 años, también habría que agregar el costo de mantenimiento que se realizan cuando se hacen reparaciones o cambios en las lámparas que actualmente están funcionando.

4. FASE DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE

A continuación se presenta las necesidades de capacitación y los temas que deben ser tratados para que los técnicos de taller sepan de la importancia de esta certificación:

4.1. Diagnóstico de capacitaciones

Por medio de entrevista con los técnicos de taller acerca de las capacitaciones que ellos han recibido hasta el momento, se llegó a la conclusión de que varios de ellos no las habían recibido debido a que los capacitadores técnicos no tenían una planificación anticipada de los entrenamientos que los técnicos necesitaban. Con base a esto se realizó un plan de capacitación según sus necesidades.

4.2. Plan de capacitación

Con el supervisor de seguridad industrial se propuso este plan de capacitación que fue aprobado para que los técnicos del taller conozcan la importancia de tener implementado un sistema de 5 estrellas, la seguridad dentro del taller, los sistemas de información de servicios utilizado para la reparación de cualquier componente y así crear esa disciplina y conciencia cuando trabajan en sus respectivas áreas. A continuación se presenta una tabla con el plan de capacitación:

Tabla X. Plan de capacitación

PLAN DE CAPACITACIÓN PARA LA IMPLMETACIÓN DE 5 ESTRELLAS CATERPILLAR									
Capacitación	Objetivos	Metas	Actividades	Temas	Metodología	Tiempo	Responsables	Recursos	Personal Implicado
Linea Caterpillar	Capacitar a personal de taller acerca de la línea de productos Caterpillar	Conocer las distintas familias y modelos de maquinaria que se presta servicio, conocer la historia de Caterpillar	Presentación de diapositivas explicando la función de cada maquinaria	Línea e historia Cat	Participativa -Observación -Preguntas -Demostración	8 horas	Cesar Muñoz	Cañonera, computadora y material de apoyo	Técnicos de taller y personal administrativo
Seguridad Industrial	Capacitar a los técnicos acerca de la seguridad en el taller	Crear conciencia de las consecuencias que pueden causar los accidentes dentro del taller sin no se toman las medidas de seguridad correspondientes	Presentación de diapositivas explicando riesgos, accidentes y equipo de protección personal	Seguridad e higiene industrial	Participativa -Observación -Preguntas -Demostración	4 horas	Saúl López y Rodrigo Torres	Cañonera, computadora y material de apoyo	Técnicos de taller y personal administrativo
Control de Contaminación	Capacitar a los técnicos acerca de Control de contaminación	Dar a conocer la importancia que tiene los buenos procedimientos para el control de contaminación en lo que es equipo y herramientas	Presentación de diapositivas y videos	Control de Contaminación	Participativa -Observación -Preguntas -Demostración	4 horas	Saúl López y Rodrigo Torres	Cañonera, computadora y material de apoyo	Técnicos de taller
Sistemas de Información	Capacitar a los técnicos acerca de los sistemas de información de servicios	Aprender a poder hacer búsquedas de información de partes y reparaciones de equipos Caterpillar en los sistemas de información de manuales y pagina Web	Presentación de diapositivas, estudiar documentos y hacer ejercicios	Sistemas de información de servicios	Participativa -Observación -Preguntas -Demostración	4 horas	Josué Barahona	Cañonera, computadora y material de apoyo	Técnicos de taller

Fuente: elaboración propia.

4.3. Programación de capacitaciones

El programa de capacitaciones permitió calendarizar las actividades a lo largo del período de implementación el cual está orientado a satisfacer las necesidades de los talleres del Departamento de Servicios tiene de incorporar conocimientos, habilidades y actitudes en sus miembros, como parte de su natural proceso de cambio, crecimiento y adaptación a nuevas circunstancias internas y externas como el control de contaminación, programando cuatro capacitaciones de manera trimestral para el recurso humano de la empresa, el programa se muestra en el apéndice figuras 4 y 5.

4.3.1. Línea Caterpillar

La línea de productos Caterpillar, que consta de más de 300 máquinas, establece la norma de la industria, una industria que cada vez se concentra más en los clientes. Piensan seguir siendo el líder y continuar ayudando a satisfacer sus necesidades con sus equipos, con el mejor sistema de distribución y apoyo a los productos de cualquier industria de bienes de capital, así como con una continua introducción y actualización de productos.

Tractor de Cadena

Su función es de corte de materiales y acarreo de tierras, abrir brechas para caminos.

Motores

Para aplicación vehicular, estacionarios y marinos.

Motoniveladoras

Elaboración de carreteras, para esparcir materiales como base para construir carreteras, fabricación de taludes y peraltes. Número uno en fabricación de carreteras pero muy compleja de utilizar. La serie "M" cuenta con un nuevo tipo de controles que se basa en dos joysticks y series de botones.

Excavadoras Hidráulicas

Es utilizado para acarreo de materiales, cortes de materiales y la posibilidad de realizar giros a 360 grados por medio del Swing. Las partes principales son: Stick, Boom, Cucharon, Swing, Zapata. Tipo de ancho de zapata puede haber:

- **LGP: *Low Ground Pressure***, son más anchas que las zapatas normales, para regiones más fangosas, mayor flotación de la máquina y menor presión.
- **Estándar**: Para la mayoría de terrenos y trabajos
- **XL**: La cadena es más larga, mayor superficie de contacto, mayor potencia, mayor cantidad de rodillos, mejor capacidad de acabado.

Productos de Pavimentación

Para la compactación de la carpeta asfáltica, recuperación de carreteras, reciclaje de asfalto, asfaltadoras de pavimento y perfiladoras que cortan el material asfáltico para transportarlo.

Motores ACERT

La tecnología ACERT representa una serie de mejoras evolutivas e incrementales desarrolladas por Caterpillar. Por ejemplo:

- El sistema del combustible permite varias inyecciones en cada ciclo de combustión. Se inyectan pequeñas cantidades de combustible a intervalos precisos para conseguir tanto ahorrar combustible como disminuir las emisiones.
- Un avanzado sistema de aire lleva aire más frío a la cámara de combustión. Un turboalimentador con válvula de derivación de gases de escape proporciona una excelente respuesta del motor en la gama de aceleración baja. Asimismo, los cilindros llevan unas culatas de flujo transversal que permiten que el aire entre directamente al motor.

Historia Caterpillar

A finales de 1890 y a principios de 1900, los rivales Daniel Best y Benjamín Holt experimentaron individualmente con fórmulas para la tracción de los tractores de vapor usados para la agricultura de la zona central del Valle de California.

- 1890. Benjamin Holt y Daniel Best experimentan con varias formas de tractores de vapor para su uso en granjas. Lo hacen separadamente, en compañías independientes.
- 1904. Primer tractor de cadenas de vapor de Holt
- 1906. Primer tractor de cadenas de gas de Holt

- 1915. Los tractores de cadenas Caterpillar de Holt son usados por los Aliados en la Primera Guerra Mundial.
- 1925. Holt Manufacturing Company y C. L. Best Tractor Co. se unen para formar Caterpillar Tractor Co.
- 1931. Sale de la línea de producción el primer Tractor Sixty diésel en East Peoria (Illinois) con una nueva y eficaz fuente de propulsión para tractores de cadenas.
- 1940. La línea de productos Caterpillar incluye ahora motoniveladoras, hojas de nivelación, niveladores de elevación, levantadores de terrazas y grupos electrógenos para la generación de energía eléctrica.
- 1942. Los tractores de cadenas, motoniveladoras, grupos generadores y motores especiales de Caterpillar se utilizan en la aportación militar de Estados Unidos a la guerra para fabricar el tanque M4.
- 1950. Se establece Caterpillar Tractor Company Limited en Gran Bretaña, primera compañía de operaciones internacionales creada para administrar la falta de cambio de moneda extranjera, tarifas, controlar la importación y servir mejor a clientes de todo el mundo.
- 1953. En 1931, la compañía crea un grupo de venta de motores independiente para vender motores diésel a otros fabricantes de equipo. Este grupo fue reemplazado en 1953 por una división independiente de ventas y mercadotecnia para servir mejor a una amplia variedad de clientes de motores. Las ventas de motores suponen aproximadamente una tercera parte de las ventas e ingresos totales de la compañía.
- 1963. Caterpillar y Mitsubishi Heavy Industries Limited forman una de las primeras empresas conjuntas de Japón para incluir propiedad parcial de Estados Unidos. Caterpillar Mitsubishi Ltd. comienza la producción en 1965, cambia su nombre a Shin Caterpillar Mitsubishi Ltd., y pasa a ser el fabricante número 2 de equipo para construcción y minería en Japón.

- 1981-83. La recesión mundial afecta a Caterpillar, costándole a la compañía el equivalente a \$1 millón al día y forzándole a reducir dramáticamente el número de empleados.
- 1983. Caterpillar Leasing Company se expande para ofrecer opciones de financiación de equipo a sus clientes de todo el mundo y cambia su nombre a Caterpillar Financial Services Corporation.
- 1985-presente. La línea de productos sigue diversificándose para satisfacer las necesidades de los clientes. Ahora se ofrecen más de 300 productos, más del doble de los que se ofrecían en 1981.
- 1986. Caterpillar Tractor Co. cambia su nombre a Caterpillar Inc., un reflejo más exacto de la creciente diversidad de la empresa.
- 1987. Se inicia un plan de modernización de fábricas de \$1.800 millones para mejorar el proceso de fabricación.
- 1990. La compañía descentraliza su estructura, reorganizándose en unidades comerciales para ofrecer mayor rendimiento de activos y satisfacción a los clientes.
- 1997. La compañía sigue expandiéndose, adquiriendo la empresa Perkins Engines, con sede en el Reino Unido. Con la incorporación de la alemana MaK Motoren el año anterior, Caterpillar se convierte en el líder mundial de fabricación de motores diésel.
- 1998. Aparece el camión de obras más grande del mundo -el 797- en los terrenos de pruebas de Cat en Arizona.
- 1999. Caterpillar desvela una nueva línea de equipo compacto para la construcción en la CONEXPO, la feria de construcción más grande del mundo, como respuesta a la cambiante necesidad de los clientes de equipo de construcción más pequeño y versátil.
- 2000. Caterpillar celebra su 75 aniversario

- 2001. Caterpillar es la primera compañía en incorporar globalmente 6 Sigma y conseguir beneficios el primer año que exceden los costos de implementación.
- 2003. Caterpillar se convierte en el primer fabricante de motores del mundo ofreciendo una completa línea de motores diésel limpios para el año 2004 que cumplen todos los requisitos y certificaciones de la Environmental Protection Agency (EPA) de Estados Unidos. Se desarrolla la innovadora tecnología de control de emisiones de Caterpillar, conocida como Tecnología Avanzada de Reducción de Emisiones de Combustión (Advanced Combustion Emissions Reduction Technology - ACERT), para cumplir los requisitos de la EPA sin sacrificar rendimiento, fiabilidad o economía de consumo.
- 2011. Caterpillar se fusiona con Bucyrus international inc

4.3.2. Seguridad e Higiene Industrial

Trabajo con seguridad

GENTRAC es una empresa profundamente comprometida a proteger la salud y seguridad de sus trabajadores, clientes y contratistas. Por lo que se trabaja arduamente en la implementación y mejora continua del programa de Seguridad e Higiene Industrial.

Normas de seguridad

Como parte de la mejora continua que se lleva a cabo se inicia con las siguientes normas de seguridad:

- Análisis de riesgos

- Uso de equipo de protección
- Equipo de protección personal
- Herramienta adecuada
- Almacenamiento equipo y herramientas
- Señalización

En caso de emergencia

En caso de que se lleve a cabo un percance en taller ante una lesión o accidente debemos recordar:

- Avisar al jefe de área o supervisor de seguridad
- No mover a la víctima
- Prestar ayuda si es solicitada
- Llamar a los bomberos

En caso de incendio tomar en cuenta:

- Dar la voz de alarma
- Si puede usar extintor combata el incendio, si no puede, retírese del área
- Avise a los empleados capacitados para este tipo de emergencia

En caso de terremoto tomar en cuenta:

- Mantener la calma
- Si está dentro del edificio quédese adentro, siga de forma ordenada y calmada las rutas de evacuación; si está afuera permanezca afuera.
- Busque un lugar seguro como: dinteles de puertas, columnas o esquinas de paredes.

- No encienda llamas o aparatos eléctricos
- No intente regresar a un área cerrada
- Preste ayuda si es solicitada; sino retírese y busque ayuda

4.3.3. Control de contaminación

¿Por qué el control de contaminación?

Actualmente los trabajos exigen mayor potencia, mayores fuerzas de desprendimiento, tiempos de ciclos más rápidos; por lo tanto han hecho que las tendencias de la industria hacia los sistemas hidráulicos controlados electrónicamente, presiones del sistema más potentes y espacios libres de metal con metal estén más ajustados dentro de los componentes. Esto ha hecho que los sistemas de fluidos sean más propensos a la contaminación. Los sistemas hidráulicos, las transmisiones, los mandos finales, los sistemas de combustible y los motores actuales no pueden tolerar la contaminación como antes.

Desde el punto de vista del propietario de la máquina/motor, todos los efectos de la contaminación son dañinos. Los contaminantes reducen la eficiencia del sistema y de los tiempos de ciclo. Por ejemplo en los sistemas hidráulicos la eficiencia puede llegar a reducirse 20% antes de que el operador detecte algún problema. Esto se traduce a una pérdida considerable de productividad.

Los contaminantes también aceleran el desgaste de los componentes y de la vida útil de los fluidos, y si no se atienden a tiempo pueden conducir a una falla catastrófica, reparaciones costosas y a un tiempo improductivo no programado. Y, si alguna vez ha participado en la limpieza de un sistema

hidráulico defectuoso, sabrá que puede demorar un par de semanas o más. Los expertos de la industria informan que entre 75% y 85% de las fallas del sistema hidráulico son causadas por contaminación del sistema.

Si no se aplica un extenso programa de control de contaminación se puede esperar lo siguiente: que aumenten los costos de garantías, las reparaciones y la repetición de fallas, que disminuya la satisfacción del cliente.

¿Qué es contaminación?

Es realmente todo lo que esté dentro del sistema que no debería estar. Estos son algunos de los contaminantes más comunes:

- Suciedad
- Salpicadura de soldadura
- Pintura
- Fibras de tela
- Partículas de desgaste de metales
- Cenizas de cigarrillo
- Grasa
- Calor
- Agua
- Aire
- Productos de la oxidación del aceite

Los sistemas actuales no toleran mucha contaminación. El tanque de una excavadora hidráulica de tamaño mediano tiene la capacidad de 55 galones de aceite. Solo media cucharada de polvo es suficiente para dañar considerablemente el sistema.

Fuentes de contaminación

De cuatro formas. Primero, pueden penetrar durante la fabricación y el armado. Las fábricas tienen partículas en el aire y otros residuos que pueden ser dañinos si se acumulan en el sistema; el aceite nuevo acabado de sacar del envase puede contener miles de partículas contaminantes, el aceite nuevo está limpio al salir de la refinería, pero con frecuencia se contamina durante el traslado, la transportación y el almacenaje; las máquinas de movimiento de tierras trabajan en el polvo y la obra es otra fuente importante de la contaminación. Por último, los contaminantes pueden entrar a un sistema cuando las personas y los clientes realizan trabajos de mantenimiento y reparación.

Funciones y responsabilidades

- Caterpillar
 - Fabricar y embarcar productos y componentes limpios
 - Diseñar las máquinas para mantenerlas siempre limpias
 - Proporcionar los medios
 - Educar a los empleados, distribuidores y clientes

- Distribuidor
 - Adquirir medios de control de la contaminación
 - Desarrollar y poner en práctica procedimientos del control de la contaminación.

- Clientes
 - Educar a los operadores y al personal de servicio
 - Poner en práctica medidas de control de la contaminación

Procedimientos del control de Contaminación

- Orden y limpieza
- Almacenaje y transferencia de los aceites
- Manejo y almacenaje de piezas
- Armado y almacenaje de manqueras
- Reparación y armado de componentes
- Servicio en el terreno
- Conteo de partículas

4.3.4. Instructivos

En las capacitaciones que se realizaron en el Departamento de Servicios, específicamente la instrucción acerca de la línea Caterpillar, se entregaron instructivos que contienen todos los diferentes tipos de maquinaria que GENTRAC como distribuidor oficial de productos Caterpillar puede comercializar y prestar servicio de reparación, venta de repuestos, reconstrucciones etc.

Estos instructivos son de gran utilidad especialmente para los técnicos de talleres ya que en estos se detalla cada familia de maquinaria Caterpillar y sus respectivos modelos para poder identificar cada uno de mejor manera. Estos instructivos también contienen especificaciones técnicas para cada equipo en

función a su modelo. Entre las especificaciones técnicas que presentan se puede mencionar:

- Potencia
- Peso en orden de trabajo en lbs y kgs
- Capacidad de carga
- Capacidad de arrastre
- Presión sobre el suelo
- Potencia neta

4.4. Evaluación

Para poder medir el conocimiento adquirido por los técnicos de taller se realizó junto con el supervisor de seguridad industrial y los capacitadores técnicos una prueba de conocimientos acerca de los temas tratados en cada una de las capacitaciones impartidas (ver evaluación en apéndice figura 1).

CONCLUSIONES

1. El Taller de Componentes presenta una mala organización de las estaciones de trabajo por lo tanto se llevará a cabo una reubicación de áreas de trabajo por componentes para que se realicen las reparaciones en el área a la que corresponda.
2. La falta de un cuarto especial para la ubicación del banco de inyección de combustible es uno de los requisitos que la empresa no ha podido cumplir en las auditorías realizadas por lo tanto se propone un diseño con las características necesarias para la creación de un cuarto adecuado donde se pueda ubicar el banco y cumplir con el control de contaminación.
3. Utilizando la guía de control de contaminación que Caterpillar proporciona a sus distribuidores, se detallan las normas que actualmente se están aplicando y otras que no, haciendo en cada una de ellas observaciones para su cumplimiento y poder implementar la certificación de 5 estrellas.
4. La constante molestia que presentan los técnicos en el taller por el ruido ocasionado en el área de lavado se propone mitigarlo rodeando el área con un material acústico de fibra de vidrio con ambas caras de tela de polivinilo resistente a rayos UV y humedad con un espesor de 2" reduciendo el ruido en aproximadamente 4 a 6 dB.

5. Por la creciente demanda de reparaciones el espacio reducido que presenta el taller actualmente se propone una ampliación y readecuación para un mejor orden llevando a cabo un flujo de trabajo unidireccional para que solo exista una entrada y una salida para los componentes que ingresen al taller.

6. Debido a la creciente alza del precio de la energía eléctrica al Departamento de Logística se realizó una propuesta para el cambio de 144 lámparas fluorescentes por LED optimizando el consumo de energía eléctrica y cumpliendo con Producción más Limpia.

7. Debido a la falta de conocimiento sobre la importancia del control de contaminación y la certificación por Caterpillar, se realizaron capacitaciones en el Departamento de Servicios a personal técnico y administrativo de la empresa tanto en control de contaminación como en seguridad industrial y línea de productos Caterpillar creando así una disciplina de orden y limpieza.

RECOMENDACIONES

1. Es importante que se realicen estos cambios en el taller y que pueda certificarse por parte de Caterpillar, ya que esto le da una garantía a sus clientes de que se llevan cabo reparaciones con excelencia en los talleres.
2. Dar más seguimiento a las órdenes de trabajo de los componentes ya que presentan gran cantidad de componentes pendientes de reparación.
3. Construir el banco de inyección de combustible lo antes posible ya que esa es una de las causas más importantes por la cual no se cumple con la mejora de 5 estrellas.
4. Realizar inspecciones más frecuentes para diagnosticar problemas y cumplir con cada una de las normas que exige Caterpillar para mantener el taller en óptimas condiciones.
5. Revisar la misión, visión y valores de la empresa para verificar que se cumpla con la teoría de plan estratégico.

BIBLIOGRAFÍA

1. CATERPILLAR. *Guía de cumplimiento de normas de control de contaminación*. 2a ed. Estados Unidos: Caterpillar, 2010. 540 p.
2. *Control de contaminación*. [en línea]
<http://www.matra.co.cr/controlContaminacion.aspx>. [Consulta: 14 de septiembre de 2012].
3. *Control de ruido*. [en línea]
http://training.itcilo.it/actrav_cdrom2/es/osh/noise/noiseat.htm.
[Consulta: 14 de septiembre de 2012].
4. *Diagrama de causa y efecto*. [en línea]
<http://www.slideshare.net/papena/causa-efecto-presentation>.
[Consulta: 11 de septiembre de 2012].
5. *Diagrama Layout*. [en línea] <http://www.slideshare.net/papena/causa-efecto-presentation>. [Consulta: 23 de agosto de 2012].
6. *Estructuras organizacionales*. [en línea]
<http://www.slideshare.net/papena/causa-efecto-presentation>.
[Consulta: 25 de agosto de 2012].
7. ROZZOTTO CHÁVEZ, Sergio Edilberto. *Implementación de índices de productividad en un Taller de Maquinaria pesada en la Ciudad de Guatemala*. Trabajo de graduación de Ing. Mecánica Industrial.

Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería.
2005. 167 p.

APÉNDICE

Figura 1. Examen evaluación


Examen de Evaluación
INSTRUCCIONES: Responda correctamente las siguientes preguntas relacionadas con las capacitaciones impartidas
<ol style="list-style-type: none">1. ¿Cuáles son los diferentes tipos de Excavadoras Hidráulicas?2. ¿Para qué se utilizan los Tractores de Cadenas?3. ¿Cuál es el significado de la palabra ACERT?4. ¿Quiénes son los pioneros de Caterpillar?5. ¿En qué año se forma la empresa Caterpillar Tractor Company?6. ¿Cuál es el camión de obra más grande del mundo?7. ¿Mencione tres normas de seguridad que se llevan a cabo en la empresa?8. ¿Cuáles son las principales fuentes de contaminación?9. ¿Mencione buenos procedimientos para el control de la contaminación?10. ¿Cuánto polvo es necesario para poder contaminar un taque de aceite de 55 galones?

Fuente: elaboración propia.

Figura 2. Programación de Capacitaciones 1

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	4º trimestre	1er trimestre	2º trimestre	3er trimestre	4º trimestre
Linea Caterpillar	2 días	lun 21/01/13					
Seguridad Industrial	1 día	mié 23/01/13					
Control de Contaminación	1 día	jue 24/01/13					
Sistemas de Información de Servicios	1 día	vie 25/01/13					
Linea Caterpillar	2 días	lun 22/04/13					
Seguridad Industrial	1 día	mié 24/04/13					
Control de Contaminación	1 día	jue 25/04/13					
Sistemas de Información de Servicios	1 día	vie 26/04/13					
Linea Caterpillar	2 días	lun 22/07/13					
Seguridad Industrial	1 día	mié 24/07/13					
Control de Contaminación	1 día	jue 25/07/13					
Sistemas de Información de Servicios	1 día	vie 26/07/13					

Fuente: elaboración propia.

Figura 3. Programación de Capacitaciones 2

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	3er trimestre	4º trimestre	1er trimestre	2º trimestre
Linea Caterpillar	2 días	lun 22/07/13				
Seguridad Industrial	1 día	mié 24/07/13				
Control de Contaminación	1 día	jue 25/07/13				
Sistemas de Información de Servicios	1 día	vie 26/07/13				
Linea Caterpillar	2 días	lun 21/10/13				
Seguridad Industrial	1 día	mié 23/10/13				
Control de Contaminación	1 día	jue 24/10/13				
Sistemas de Información de Servicios	1 día	vie 25/10/13				

Fuente: elaboración propia.

ANEXO

Figura 1. Taller de componentes, área de lavado



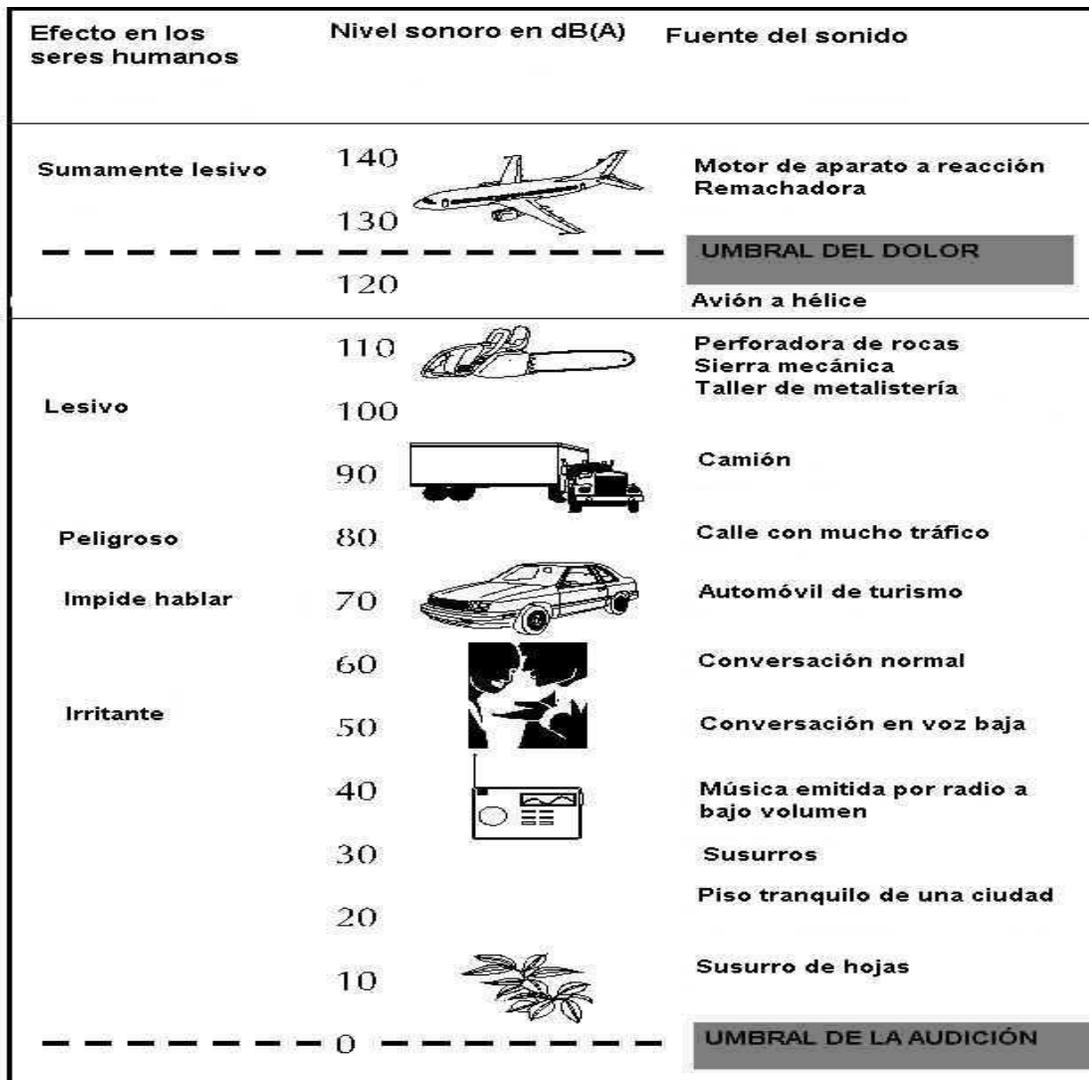
Fuente: Taller de Componentes GENTRAC.

Figura 2. **Taller de componentes, aislamiento de ruido en área de lavado**



Fuente: Taller de Componentes GENTRAC.

Figura 3. Niveles de ruido



Fuente: http://training.itcilo.it/actrav_cdrom2/es/osh/noise/noiseat.htm.

Consulta: 24 de enero de 2013.

