

DISEÑO DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA
BASE DT&R SCHLUMBERGER-GUAFILLA

GABRIEL ADOLFO MERCADO ORDÓÑEZ

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO-MECANICAS
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA
ESPECIALIZACION EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA

2015

DISEÑO DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA
BASE DT&R SCHLUMBERGER-GUAFILLA

GABRIEL ADOLFO MERCADO ORDÓÑEZ

Monografía de grado para optar el título de
ESPECIALISTA EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO

Director: Dania Elizabeth Cubides Chivatá
Esp. Salud Ocupacional

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO-MECANICAS
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA
ESPECIALIZACION EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA

2015

CONTENIDO

INTRODUCCION	10
1. MARCO CONTEXTUAL	11
2. OBJETIVOS	13
2.1 OBJETIVO GENERAL	13
2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	13
3. MARCO TEORICO	14
3.1 HISTORIA DEL MANTENIMIENTO	14
3.2 EVOLUCION DEL MANTENIMIENTO	18
4. ANTECEDENTES	21
5. METODOLOGIA	22
5.1 RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	22
6. ANALISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL	22
7. PROPUESTA	27
8. INVENTARIO DE EQUIPOS	28
9. TAXONOMIA DE EQUIPOS	32
9.1 CATEGORÍAS	32
9.2 CODIFICACIÓN	32
9.3 JERARQUIZACIÓN	36
10. CRITICIDAD DE EQUIPOS	60
11. BANCO DE MANUALES	64
12. EJEMPLO DE LA METODOLOGÍA DE CONSECUCCIÓN DE MANUALES.	65
13. RUTINAS PREOPERACIONALES	67
14. INSPECCIÓN PREOPERACIONAL	69
15. CONTROL PREOPERACIONAL	72
16. HOJA DE VIDA DE EQUIPOS	73
17. PROGRAMACIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	78
18. ORDENES DE MANTENIMIENTO	80
19. REPORTE DE MANTENIMIENTO	81
20. CONCLUSIONES	82
BIBLIOGRAFIA	83

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Inventario de equipos DT&R	28
Tabla 2. Categorización y codificación.	33
Tabla 3. Jerarquización de equipos de Izaje.	37
Tabla 4. Jerarquización de equipos rotativos	42
Tabla 5. Jerarquización de equipos hidráulicos	47
Tabla 6. Jerarquización de equipos de arco eléctrico	52
Tabla 7. Jerarquización de equipos neumáticos	55
Tabla 8. Jerarquización de equipos térmicos	56
Tabla 9. Jerarquización de equipos dinámicos	58
Tabla 10. Criterios de evaluación de criticidad	60
Tabla 11. CLASIFICACION DE CRITICIDAD DE EQUIPOS BASE DT&R SCHLUMBERGER	62
Tabla 12. Especificaciones técnicas	73

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica	11
Figura 2. Base DT&R.	12
Figura 3. Herramientas prehistóricas de labranza	14
Figura 4. Lubricación preventiva	15
Figura 5. Técnicas predictivas en Curva P-F	16
Figura 6. Evolución histórica del mantenimiento	18
Figura 7. ACIEM Estado del arte Mantenimiento en Colombia	20
Figura 8. Estructura del proceso de auditoría de mantenimiento.	22
Figura 9. Fundamentos de la auditoria interna del mantenimiento	23
Figura 10. Grafico radial implementación del mantenimiento en DT&R	26
Figura 11. Esquema de codificación de equipos.	32
Figura 12. Ejemplo de codificación	33
Figura 13. Modelo de jerarquización de equipos.	36
Figura 14. Selección del subsistema en el equipo.	65
Figura 15. Selección del componente.	65
Figura 16. Toma de referencias	65
Figura 17. Despiece	65
Figura 18. Consecución de la información para archivo.	66
Figura 19. Actividades preoperacionales	67
Figura 20. Señalización de puntos a inspeccionar	68
Figura 21. Registro de Inspección preoperacional	69
Figura 22. Pantallazo reporte de un SQ	71
Figura 23. Registro de control preoperacional	72
Figura 24. Registro de hoja de vida de equipos	77
Figura 25. Frecuencias de intervención preventiva	78
Figura 26. Pantallazo de la programación de mes	79
Figura 27. Pantallazo de diagrama de Gantt para programación de mantenimiento del mes	79
Figura 28. Pantallazo ordenes de mantenimiento	80
Figura 29. Pantallazo registro de reporte de mantenimiento	81

RESUMEN

TITULO: DISEÑO DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA BASE DT&R SCHLUMBERGER-GUAFILLA

AUTOR: GABRIEL ADOLFO MERCADO ORDOÑEZ**

PALABRAS CLAVES: Mantenimiento Preventivo, CTR, ventanas operacionales.

DESCRIPCION

El proyecto tiene por objeto la elaboración de un programa de mantenimiento preventivo para los equipos de la base DT&R de SCHLUMBERGER-GUAFILLA, el cual se enfoca en el desarrollo del conocimiento por parte del operador hacia los equipos con el fin de reducir las fallas potenciales asociadas al desconocimiento de las restricciones de sus ventanas operacionales.

Se realiza un análisis de la situación actual basado en un modelo de identificación de falencias con el fin de visualizar las oportunidades de mejora en los temas de auditoría.

Realizando un desglose de los sistemas, subsistemas y elementos de cada equipo con la información obtenida en campo, se plantea la metodología de la consecución de la información de toda la estructura funcional, con la finalidad de crear la base de datos de información técnica que contiene las especificaciones de los fabricantes.

Se reúne toda la evidencia y archivos necesarios para una evaluación del impacto potencial de las fallas en la operación durante el año anterior, se procede a definir criterios de intervención de cada equipo basado en el modelo de criticidad total por riesgos CTR.

El modelo propuesto en esta monografía, se aplica una metodología esencial para mantener un proceso de operaciones disponible.

* Monografía

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas, Especialización en Gerencia

Director: Dania Elizabeth Cubides Ch, Esp. Salud Ocupacional.

SUMMARY

TITULO: DESIGN PREVENTIVE MAINTENANCE PROGRAM FOR DT&R SCHLUMBERGER-GUAFILLA MACHINE SHOP.

AUTOR: GABRIEL ADOLFO MERCADO ORDOÑEZ**

KEYWORDS: Maintenance Preventive, CTR, operational boundaries.

DESCRIPTION

The project aims at developing a preventive maintenance program for DT & R SCHLUMBERGER-GUAFILLA machine shop focused on development of knowledge by equipment in order to reduce potential failures associated with the lack of restrictions on their operational boundaries.

A current status analysis based on a model of identifying weaknesses in order to look at improvement opportunities in the audited subjects.

Making a breakdown in the equipment about systems, subsystems and components of each with the information obtained in the field, the methodology of achieving all the functional information structure arises, in order to create the database that contain technical information specifications.

All the evidence and files needed for an assessment of the potential impact of operation falls during the previous year together, we proceed to define each criteria intervention based on total criticality risks model CTR.

The approach proposed in this projects, model applies a process essential to maintaining operations available methodology.

* Monografía

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas, Especialización en Gerencia

Director: Dania Elizabeth Cubides Ch, Esp. Salud Ocupacional.

INTRODUCCIÓN.

SMITH INTERNATIONAL SOUTH AMÉRICA. INC, es una compañía multinacional con sede en Houston, Texas (EE.UU.), dedicada al suministro de productos y servicios en todo el mundo a compañías que se dedican a la producción y exploración de yacimientos de petróleo y gas.

En Colombia con las bases de Yopal y Neiva, cumple con funciones de prestación de servicios relacionadas con la extracción de petróleo y gas, excepto las actividades de prospección.

En el año 2012 la mayor firma de servicios petroleros SCHLUMERGER LTD, acordó la compra SMITH con el fin de expandir su portafolio de servicios y presencia en el territorio colombiano, especialmente en las zonas productoras.

Debido al cumplimiento de la meta de ECOPETROL de extraer 1 millón de barriles limpios, la actividad petrolera en las zonas productoras del Casanare, incrementó gradualmente las concesiones de extracción en los pozos petrolíferos.

El propósito de este documento es desarrollar un programa de mantenimiento para los equipos de la base DT&R Guafilla de SCHLUMBERGER enfocado en fortalecer el conocimiento del operador en el comportamiento de los equipos, basándose en el reporte de condiciones encontradas producto de la utilización diaria. También hace énfasis en tareas básicas de limpieza, inspección y lubricación como medida de prevención fallas, todo esto con la finalidad de poder sostener la capacidad productora de la base ante el requerimiento de los clientes.

El empoderamiento dado al operador, es el principio del pilar de mantenimiento autónomo, el cual permitirá aumentar la disponibilidad de los equipos, así como su ciclo de vida útil.

1. MARCO CONTEXTUAL

Cerca al pie de monte al costado norte, kilómetro 7 de la vía marginal de la selva, que de Yopal conduce al Municipio de Aguazul y Tauramena, distante a 385 Km al noroeste de la ciudad de Bogotá, se encuentra la base DT&R de SCHLUMBERGER.

Figura 1: Ubicación geográfica.



Fuente: http://www.yopal-casanare.gov.co/mapas_municipio.shtml?apc=bcxx-1-&x=2596442

La base DT&R por sus siglas *Drilling Tools & Remedials* ofrece diferentes servicios de pesca y perforación para todos clientes de las regiones del piedemonte, nacionales e internacionales. Existen 3 tipos de líneas que solicitan herramientas y servicios producto de la negociación con los clientes.

La línea DPS¹, es la encargada de ofrecer los productos planificados para el completamiento, ensanchamiento y perforación de pozos, estos productos son ensamblados en el área por el personal calificado utilizando en su mayoría los equipos hidráulicos que permiten torquear y destorquear herramientas.

1. línea de servicios de perforación del segmento DT&R en Schlumberger.

La línea Tubulares (*Tubulars*), presta servicios de mecanizados e inspección NDT (*Non Destructive Test*) su fuerte es la fabricación y reparación de conexiones rotarias para el empalme de la tubería en la sarta de perforación de los pozos petrolíferos. Sus principales equipos son los tornos y maquinas herramientas.

La línea de Pesca (*Fishing & Remedials*) se enfoca en las medidas de contingencia presentadas durante las operaciones petroleras, la cual consiste en recuperar los elementos fracturados del fondo del pozo petrolífero con el fin de que se reactive su producción.

Las actividades de pesca (*fishing*) en la mayoría de las veces surgen de imprevisto y no tienen asociado un patrón de falla, es por esto que, cada urgencia demanda una fabricación de herramienta especial, por lo tanto la disponibilidad de los equipos de la base toma un carácter esencial en el cumplimiento de los requerimientos al cliente.

Figura 2: Base DT&R.



Para las actividades de perforación, las cuales son planeadas, la disponibilidad de los equipos asegura su perfecta continuidad.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar un programa de mantenimiento preventivo para la base DT&R Guafilla de SCHLUMBERGER

2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Analizar la situación actual de la gestión de mantenimiento con el fin de destacar sus fortalezas y debilidades.
- Establecer el alcance del mantenimiento mediante un inventario de equipo.
- Jerarquizar todos los elementos, sistemas y subsistemas que conforman cada equipo.
- Determinar la criticidad de los equipos acorde al nivel de riesgo.
- Recopilar información de datos técnicos para la consecución de manuales.
- Crear base de información de las especificaciones técnicas de los equipos
- Diseñar sistema de medición de indicadores de desempeño en los equipos.
- Realizar programa de mantenimiento preventivo

3. MARCO TEORICO

3.1 HISTORIA DEL MANTENIMIENTO

Desde el principio de los tiempos la necesidad de mantener las herramientas rudimentarias para el trabajo de la tierra, caza y pesca ha sido el punto el inicio de una actividad establecida por intuición con el fin de usarla cuando sea necesaria. Tensionar un arco, afilar un cuchillo o lanza, ajustar el cabo de un mazo, son tareas para la preservación del activo (herramienta o arma) a través del tiempo, se lograba a medida que esta era de gran utilidad para su supervivencia.

Figura 3. Herramientas prehistóricas de labranza



Fuente:<http://sociedadtecnologiadg12.wordpress.com/inventos-prehistoricos/>

Este actuar por intuición sobre las herramientas se realizaba basado en experiencias propias del humano o conocimientos compartidos por otras tribus, en especial por los líderes más antiguos.

La limpieza como inspección es uno de los principios fundamentales del mantenimiento autónomo, pilar esencial del TPM hoy en día².

La historia del mantenimiento, como parte estructural de las empresas, data desde la aparición de las máquinas para la producción de bienes y servicios, inclusive desde cuando el hombre forma parte de la energía de dichos equipos.

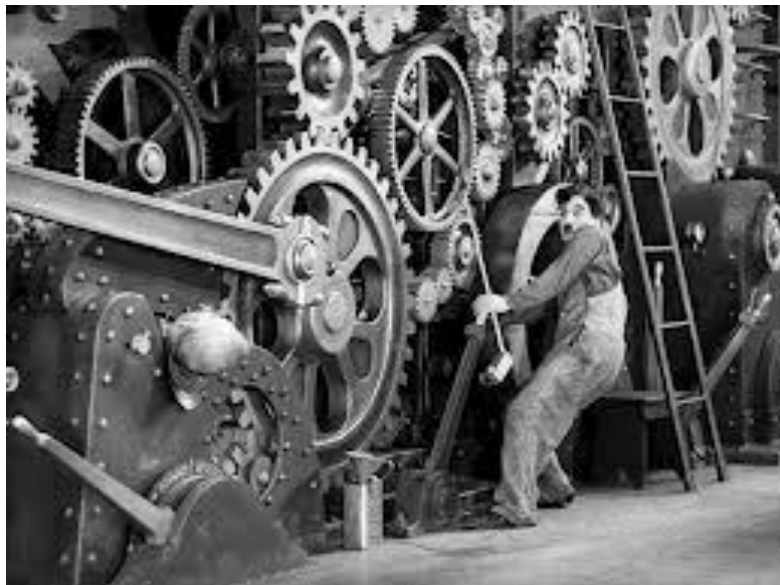
2. Citado por Sebastián Giraldo, tutor TPM. UIS 2014

En mediados del siglo XVIII en la era de la industrialización los propios operarios se encargaban de las reparaciones de los equipos, sin pericia alguna, ellos obtenían una profesionalización de las actividades desarrolladas empíricamente. Hasta que llegó un punto en el 1910, que la cantidad de maquinaria industrial se había incrementado de forma exponencial, cosa que empezó a provocar que el trabajador invirtiera cada vez más de su tiempo laboral hacer trabajos de mantenimiento, perjudicando directamente a la producción.

Con el aumento de la complejidad de los elementos y sistemas de las máquinas se crearon los primeros departamentos de Mantenimiento con el propósito de retornar la funcionalidad de las líneas de producción.

“La principal función del mantenimiento es sostener la funcionalidad de los equipos y el buen estado de las máquinas a través del tiempo”. (Mora, 2009)

Figura 4. Lubricación preventiva



Fuente: escena de la película “tiempos modernos”, Charles Chaplin

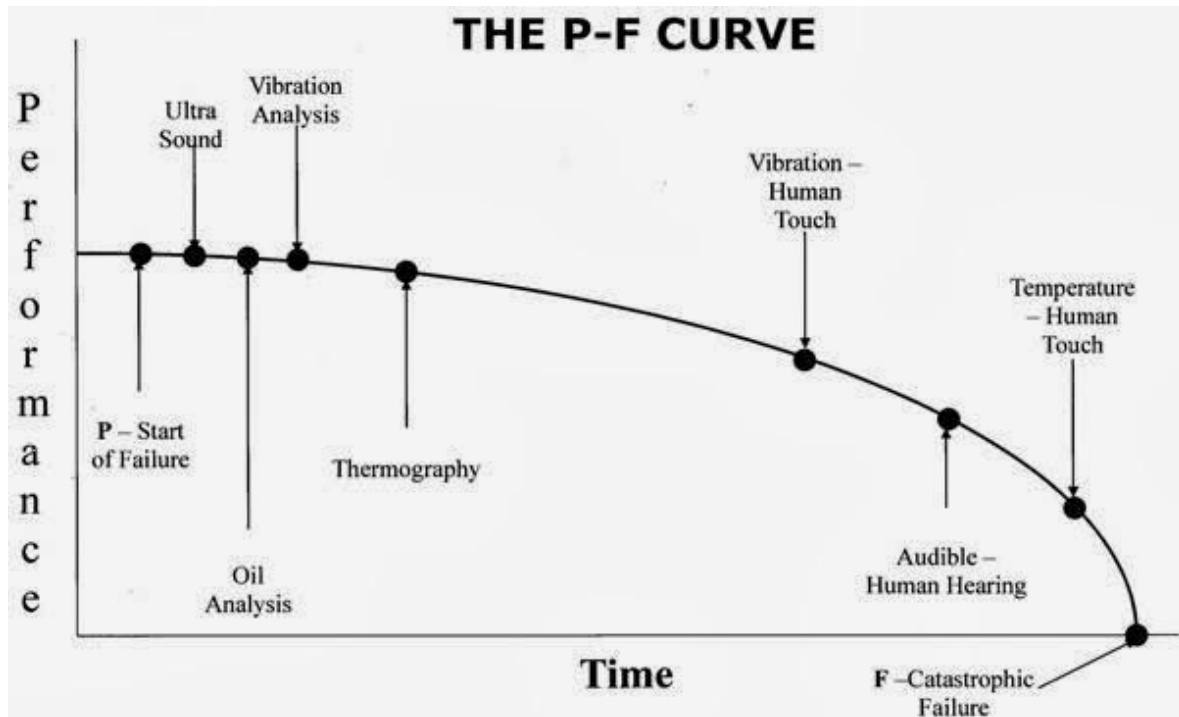
Las necesidades de disminuir los costos asociados a las bajas disponibilidades y paradas de las líneas de producción, llevaron a los técnicos y operarios a programar revisiones periódicas con el objeto de mantener las máquinas en el mejor estado posible y reducir su probabilidad de fallo. Esta orientación al producto permitió los primeros indicios de las programaciones preventivas, los análisis de causas y efectos de las averías.

El mantenimiento preventivo puede variar de simples rutas de lubricación o inspección hasta el más complejo sistema de monitoreo en tiempo real de las condiciones de operación de los equipos.

Durante los años 60 se inician técnicas de verificación mecánica a través del análisis de vibraciones y ruidos utilizando equipos analizadores de espectro de vibraciones mediante la FFT (Transformada rápida de Fourier)³.

La introducción de esta técnica en el mantenimiento preventivo consiste en establecer una perspectiva histórica de la relación entre la variable seleccionada y la vida del componente mediante la toma de lecturas en intervalos periódicos hasta que el componente se rompa o se averíe, realizando análisis de síntomas y tomas de estadísticas acorde a la criticidad del equipo dentro del proceso.

Figura 5. Técnicas predictivas en Curva P-F.



Fuente: <http://alterevoingenieros.blogspot.com/2013/10/cloud-monitoring-mantenimiento-en-la.html>

Posterior a la finalización de la II Guerra Mundial, el Dr. William Edwards Deming impartió charlas sobre Calidad y Control Estadístico de Procesos (SPC), en el JUSE⁴ mostrando a los japoneses cómo podían controlar, mediante análisis estadísticos, la calidad de sus productos durante la fabricación.

Estos análisis permitían “*entender lo que las máquinas dicen*”, ya que la calidad exigida fluctúa en función de variaciones en el proceso de producción.

3. Herramienta fundamental en el procesado digital de señales

4. *Union of Japanese Scientist and Engineers.*

Una nueva forma de trabajo enfocada en la productividad, producto de la combinación de los procesos estadísticos, permite el desarrollo del *Total Quality Management*, el cual evolucionaría a lo que hoy en día se conoce como TPM gracias a la definición de los conceptos de Seiichi Nakajima un empleado del JIPM⁵.

El concepto **OEE**: *Overall Equipment Efficiency*, fue introducido como parte de esta filosofía para la medición de 3 factores; disponibilidad, rendimiento y calidad. Es un indicador de capacidad establecido durante un periodo de tiempo, el cual debe ser medido constantemente hasta su ajuste *World Class* mayor a 95%.

Acorde a estos conceptos, la producción se centró en la explotación y combinación de sus factores productivos, permitiendo el mantenimiento como una unidad independiente de soporte y apoyo logístico a manufactura y operaciones, pero dependiente en el nivel jerárquico.

En los últimos años del siglo XX, toma fuerza el concepto RCM (*Reliability Centered Maintenance*), que rediseña todas las consistencias y periodicidades del mantenimiento con base en un análisis riguroso y detallado de los tipos de fallos y los modos en que estos se producen (Fernández, 2004).

El mantenimiento y la reparación, *tareas de mantenimiento que se realizan antes de que ocurran la falla (Moubray, 2004)* son partes esenciales del objeto de estudio de la especialización, entendiéndose la función de mantenimiento dependiente del ciclo de vida de las maquinas en sus tres etapas: mantenimiento, reparación o sustitución⁶.

5. *Japan Institute Plant Maintenance.*

3.2 EVOLUCION DEL MANTENIMIENTO

Para Mora (2009):

El progreso de mantenimiento como área de estudio permite distinguir varias generaciones evolutivas, en relación con los diferentes objetivos que se observan en las áreas productivas o de manufactura (y en mantenimiento) a través del tiempo. A continuación lo describe en la siguiente figura.

Figura 6. Evolución histórica del mantenimiento.

Etapa	Sucede aproximadamente	Producción-Manufactura		Mantenimiento e ingenierías de fábricas	
		Orientación hacia...	Necesidad específica	Orientación hacia...	Objetivo que pretende
I	antes de 1950	el producto	generar el producto	hacer acciones correctivas	reparar fallos imprevistos
II	entre 1950 y 1959	la producción	estructurar un sistema productivo	aplicar acciones planeadas	prevenir, predecir y reparar fallos
III	entre 1960 y 1980	la productividad	optimizar la producción	establecer tácticas de mantenimiento	gestar y operar bajo un sistema organizado
IV	entre 1981 y 1995	la competitividad	mejorar índices mundiales	implementar una estrategia	medir costos, CMD, compararse, predecir, índices, etc.
V	entre 1996 y 2003	la innovación tecnológica			
VI	desde 2004	Gestión y operación integral de activos en forma coordinada entre ambas dependencias anticiparse a las necesidades de los equipos y de los clientes de mantenimiento-predicciones-Gestión de activos			

Fuente: Mora (2009).

En nuestro país, el grado de evolución o implementación de las etapas anteriormente descritas está pendiente por realizarse debido a la complejidad de la muestra poblacional, la cual puede o no representar una medición veraz, teniendo en cuenta diversos factores como inversión, cultura, clasificación industrial del país, etc. Se puede establecer que estamos en un 90% en la etapa I y el restante o menos en la etapa II.

Para la certificación en la norma ISO 9000, el mantenimiento está incluido como uno de los procesos auditables, esto ayuda al dar mejor posicionamiento dentro de la organización al mismo nivel de operaciones.

En el numeral 6.3 de la NORMA TECNICA COLOMBIANA NTC ISO 9001, establece lo siguiente para la infraestructura:

“La organización debe determinar, proporcionar y mantener la infraestructura necesaria para lograr la conformidad con los requisitos del producto”.

La infraestructura está establecida como

- a) edificios, espacio de trabajo y servicios asociados,
- b) equipo para los procesos (tanto hardware como software), y
- c) servicios de apoyo (tales como transporte, comunicación o sistemas de información).

En Colombia existen un gran número de empresas certificadas, con base en esto, podemos establecer una aproximación del porcentaje de empresas que tienen parte de la filosofía del mantenimiento preventivo sobre el total de empresas registradas en el país, es probable que esta cifra de una idea de la evolución de mantenimiento, pero cabe aclarar que el grado de implementación de los SGC⁷ en la práctica es menos de los esperado.

7. Sistema de gestión de la calidad

Un análisis del estado del arte del mantenimiento en Colombia en 2008, fue realizado por la Asociación Colombiana de Ingenieros ACIEM en su revista N° 129 y se muestra a continuación en la figura algunas conclusiones.

Figura 7. ACIEM Estado del arte Mantenimiento en Colombia.

ACIEM presenta Encuesta del Estado del Arte del Mantenimiento en Colombia 2008

MIÉRCOLES, 08 JUNIO 2011 14:21 VISITAS: 2676  

La Comisión de Mantenimiento & Mecánica de **ACIEM** sesionó durante varias reuniones para analizar los principales aspectos de los resultados de la Encuesta del Estado del Arte del mantenimiento en Colombia 2008, en los áreas de: Gestión, Costos y Formación, los cuales se presentaron en el XI Congreso Internacional de Mantenimiento en el mes de marzo.

La Encuesta del Estado del Arte del Mantenimiento **ACIEM**, destacó algunas conclusiones importantes para los Ingenieros y empresas colombianas:

- * Hay una evolución sobre el liderazgo del mantenimiento dentro de las empresas, avanzando hacia niveles jerárquicos directivos.
- * La gestión del mantenimiento, en Colombia, está marcada por una tendencia creciente al desarrollo tecnológico y la automatización de sus procesos. Actualmente las empresas se inclinan hacia el uso de software para mantenimiento, desarrollado por especialistas externos.
- * La forma de contratación se está transformando, de tal manera que la contratación por labor específica, tiende a disminuir para reemplazar por acuerdos por precio global fijo.
- * La tendencia a la tercerización de servicios de mantenimiento es cada vez más fuerte, con empresas y profesionales especialistas en el área gracias a la importante oferta confiable que se encuentra en el mercado local.
- * El control de costos de mantenimiento es cada día más generalizado en los distintos niveles de las organizaciones.

Fuente: <http://aciem.org/home/index.php/aciem/comisiones/19-aciem/comisiones/articulos-tecnicos/129-aciem-presenta-encuesta-del-estado-del-arte-del-mantenimiento-en-colombia-2008>

4. ANTECEDENTES

La administración del mantenimiento utilizada a principios del año 2010 en la organización como un soporte a operaciones por estar clasificada en un proceso táctico-administrativo, establecía un sinnúmero de formatos que delegaban funciones al operador del equipo, las cuales conformaban el programa de mantenimiento.

Durante el desarrollo del resto del año, se evidenciaron fallas reincidentes por mala operación, pérdidas de tolerancia en productos terminados, aumento de horas extras del personal de mantenimiento, paradas de equipos críticos por falta de insumos, alquiler de equipos como medios de contingencia, aumento de compras locales o emergencias, insatisfacción por parte de cliente, no conformidades durante auditorías externas e internas, incapacidades por accidentalidad, tercerización de trabajos principales ante la competencia, entre otros.

Estas falencias en la administración, da la oportunidad de diseñar una metodología más amigable y acorde al proceso, que permite mantener la identidad y autonomía de las áreas “operaciones a operar, mantenimiento a mantener”.

“Sí en algo se diferencia un país desarrollado de uno en vías de desarrollo es en la importancia que se le asigna al concepto de mantenimiento....Porque, cuando no hay mantenimiento, lo único que queda es el desgreño”⁸.

5. METODOLOGIA

5.1 RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Las fuentes de información utilizadas para este proyecto son:

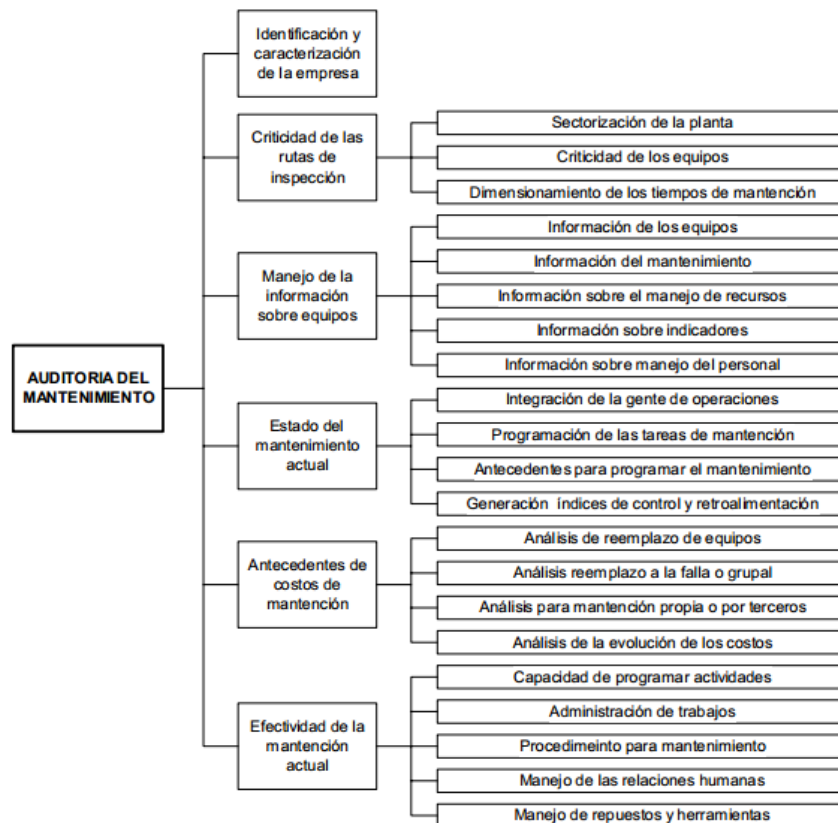
- ✓ Manuales de fabricantes
- ✓ Historial de mantenimientos de los equipos
- ✓ Entrevistas al personal operador del equipo

La investigación se realizará a nivel descriptivo, evaluando toda la información obtenida de las experiencias del personal operador del equipo, toma de muestras in situ en equipos.

6. ANALISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

El análisis del proceso de mantenimiento del segmento DT&R, se basó en la metodología utilizada por Espinosa⁹ en “Auditoría para la efectividad del mantenimiento”, donde se estructura el proceso de la auditoría de la siguiente forma.

Figura 8. Estructura del proceso de auditoría de mantenimiento.

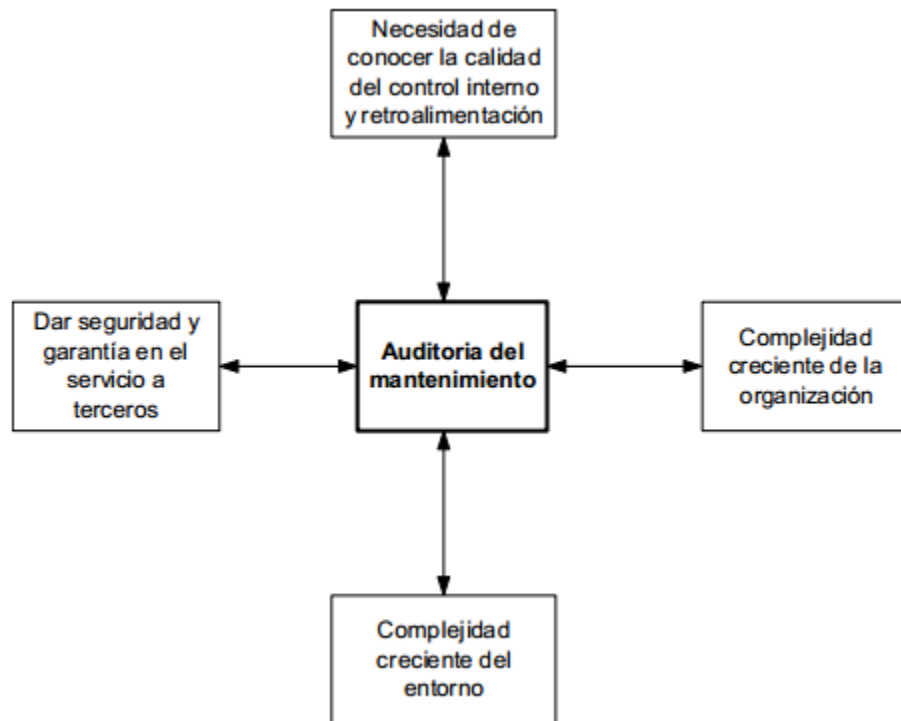


Fuente: Espinosa 2008

9. Espinosa, Fernando. Auditoria para la efectividad del mantenimiento, Universidad de Talca. 2008.

La auditoría interna del mantenimiento evalúa si el sistema implementado está operando efectiva e eficientemente.

Figura 9. Fundamentos de la auditoria interna del mantenimiento



Fuente: Espinosa 2008.

Su objetivo primordial es dar recomendaciones a la alta administración tanto para fortalecer los controles internos existentes o para sugerir nuevos controles, como para promover la eficiencia de los procedimientos existentes, después de evaluarlos¹⁰.

Cabe destacar que este instrumento no es algo estático en el tiempo, debe seguir la dinámica de la mejora continua.

Después del desarrollo de la auditoría de los 6 aspectos anteriormente mostrados en la estructura, nuestro estudio está enfocado en el **manejo de la información sobre equipos**, esto con el fin de consolidar un sistema trazable que refleje el comportamiento de los equipos sobre nuestro cliente interno: producción.

De los demás aspectos escogimos diferentes elementos que nos ayudaran a fortalecer la estructura del programa de mantenimiento preventivo a proponer.

10. Op. cit.

A continuación se muestran los resultados obtenidos de las preguntas mas representativas de la auditoría, en cada pregunta se realizara la retroalimentación correspondiente y su valor acorde, **1=NO/NINGUNO** , **3=PARCIALMENTE**, **5=SI/TODOS**.

✓ **CRITICIDAD DE RUTAS DE INSPECCION**

B2. ¿Tiene identificado por algun codigo sus equipos? (1) No.

B3.¿Tiene clasificados sus equipos según su criticidad ante una falla? (1) No, se asume que todos son criticos.

✓ **MANEJO DE LA INFORMACION SOBRE EQUIPOS**

C1. ¿Posee manuales, catalogos e información tecnica de los equipos? (3) Si, existen catalogos de equipos, pocos manuales con informacion precisa del fabricante.

C2.¿Posee Hojas de vida para cada equipo? (5) si, para todos existe una hoja de vida con la descripción de las funciones del equipo, lugar, fotografia, datos tecnicos de voltaje, amperaje, entre otros.

C3.¿Tiene procedimientos de trabajo de mantenimiento establecido? (1), No existe.

C4.¿Posee cada equipo un programa de trabajos de mantenimiento? (5), Si, todos los equipos poseen la misma frecuencia de mantenimiento (mensual-trimestral-anual).

C5.¿Posee registros de mantenimiento para cada equipo? (3), los registros de mantenimiento son diligenciados por el operario

C6.¿Tiene registros de tiempo de cada mantenimiento realizado? (1), No se lleva.

C7.¿Tiene un registro de la disponibilidad de tiempos en bodega? (1), No se lleva.

C8.¿Tiene clasificado un stock de repuestos por algun criterio? (1), No se maneja stock

C9.¿Tiene un registro de las herramientas e insumos utilizados para cada mantenimiento? (3), existen registro que citan los insumos utilizados

C10.¿Sabe cual es la tasa de fallas de cada equipo? (1), No.

- C11. ¿Puede determinar la confiabilidad de cada equipo? (1), No
- C12. ¿Tiene clasificado a los proveedores de repuestos e insumos? (1), No, las compras se hacen localmente con el mismo proveedor.
- C13. ¿Tiene registros de los operarios que trabajan en los equipos? (1), No.
- C14. ¿Tiene un programa de capacitación completo implementado? (1), No
- C15. ¿Tiene información precisa para llevar indicadores? (3), existe un planilla de manejo de mantenimientos correctivos

✓ **ESTADO DEL MANTENIMIENTO ACTUAL**

- D1. ¿Se revisan todos los equipos cada vez que comienza un turno? (3), existe un formato establecido para revisión semanal del equipo.
- D2. ¿Los operadores de los equipos realizan tareas simples de mantenimiento? (3), en ocasiones realizan tareas de aseo en el equipo semanalmente
- D3. ¿Se tiene una rutina preestablecida de intervenciones diarias? (1), No
- D4. ¿Se mantiene una bitacora de intervenciones diarias? (1), No
- D5. ¿Se sabe cuanto tiempo se requiere para diagnosticar una falla? (1), No
- D10. ¿La información capturada en terreno es legible, útil y oportuna? (3), en ocasiones la información es consignada con el fin de llenar el registro
- D11. ¿Tiene un registro de trabajos de emergencia y programados? (3), No existen registros de trabajos programados

✓ **ANTECEDENTES DE COSTOS DE MANTENIMIENTO**

- E1. ¿Sabe en que año adquirió cada uno de sus equipos? (1), No
- E4. ¿Sabe con exactitud el costo de los repuestos de cada equipo? (1), No

✓ **EFFECTIVIDAD DEL MANTENIMIENTO ACTUAL**

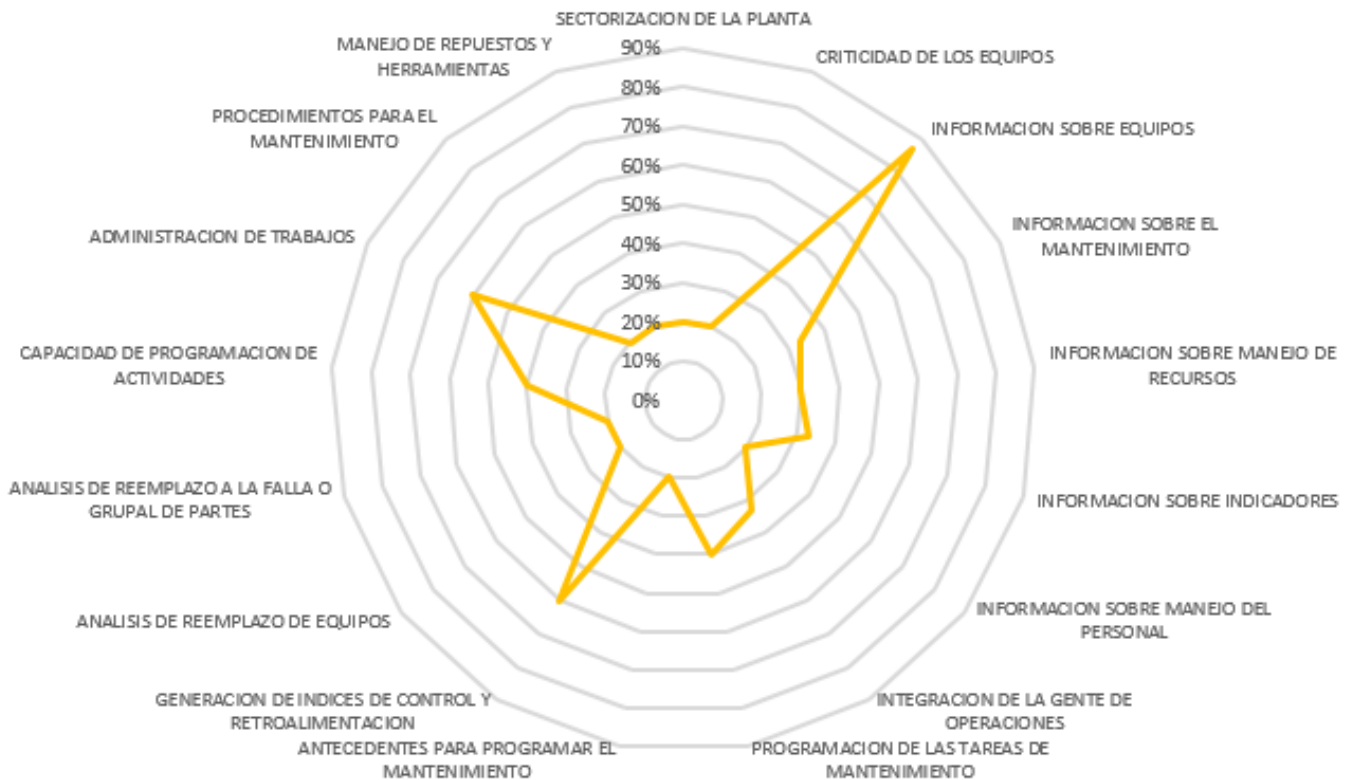
- F1. ¿Sabe cual es la relación entre lo programado y lo imprevisto? (1), No
- F2. ¿Se cumple el programa de trabajo programados de mantenimiento? (3), en ocasiones
- F5. ¿Conoce el tiempo medio de aprobación de una orden de trabajo? (3), Si
- F6. ¿Tiene definido los procedimientos para realizar un mantenimiento preventivo? (1), No

F7.¿Tiene definido los procedimientos para realizar un mantenimiento correctivo?
(1), No

F15.¿Son suficientes las herramientas y equipos de trabajo para realizar el mantenimiento? (1), No.

FLASH AUDIT

Figura 10. Grafico radial implementación del mantenimiento en DT&R.



Realizando una análisis del grafico radial de la implementación del mantenimiento en el segmento DT&R de SCHLUMBERGER, concluimos que es necesario diseñar un programa de mantenimiento preventivo que permita reforzar las relaciones entre los componentes del sistema kantiano de producción, esto con el fin de maximizar la disponibilidad de los equipos.

7. PROPUESTA

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO BASE DT&R GUAFILLA

El plan de implementación de este programa de mantenimiento preventivo está diseñado de la siguiente forma:

- ✓ **Inventario de equipos:** cantidad total de los equipos y herramientas para definir el alcance del programa, también incluye sistemas adyacentes.
- ✓ **taxonomía de equipos:** codificación de los equipos, desglose de sus sistemas, subsistemas y elementos para facilitar su estudio.
- ✓ **Criticidad de equipos:** clasificación de la importancia del equipo en la operación basado en la metodología CTR¹¹.
- ✓ **Banco de manuales:** base de datos que contiene la información técnica de todos los componentes y elementos de los equipos anteriormente desglosados en la taxonomía de equipos, es la parte fundamental en el diseño de las rutinas de inspección.
- ✓ **Rutinas preoperacionales:** conjunto de indicaciones a revisar en un equipo.
- ✓ **Inspección preoperacional:** registro obtenido de la realización de la rutina preoperacional.
- ✓ **Control preoperacional:** registro frecuencial de las acciones reportadas en la inspección preoperacional
- ✓ **Hoja de vida de equipos:** registro de la información técnica del equipo.
- ✓ **Programación de mantenimiento preventivo:** cronograma de actividades programadas semestralmente.
- ✓ **Ordenes de mantenimiento:** acciones de mantenimiento correctivo u optimizaciones.
- ✓ **Reportes de mantenimiento:** información consignada después de realizar una actividad preventiva o correctiva.

11. CTR: Análisis de criticidad basada en riesgo.

8. INVENTARIO DE EQUIPOS

Como primera medida de se establece el alcance del programa de mantenimiento se realizó el inventario de equipos de la base basado en el siguiente formato. En él se realizaron una breve descripción de la funcionalidad de los equipos.

Tabla 1. Inventario de equipos DT&R

EQUIPOS	UBICACIÓN	¿PARA QUE SIRVE?	¿DEPENDE DE?
TORNO I	maquinado	maquinar conexiones	linea neumatica/ voltaje de red
TORNO II	maquinado	maquinar conexiones	linea neumatica/ voltaje de red
TORNO III (GRAZIANO)	maquinado	trabajos menores	Voltaje de red
LOAD STATION I	maquinado	Soportar tubería para maquinarla	Voltaje de red/es un subsistema del Torno I
LOAD STATION II	maquinado	Soportar tubería para maquinarla	Voltaje/es un subsistema del Torno I
RECTIFICADORA	soldadura	acondicionar OD'S	linea neumatica/ voltaje de red
POLIPASTO FISHING	fishing	izar herramientas	voltaje de red
POLIPASTO SOLD.	soldadura	izar herramientas	voltaje de red
POLIPASTO HB	hard band	fuera de servicio	fuera de servicio
PUENTE GRUA	taller	izar herramientas	voltaje de red
B.O.U	HE	torquear/destorquear herramientas	voltaje de red
PRUEBA HIDROSTATICA	HE	llenar martillos	linea neumatica/ voltaje de red
JAR TESTER I	HE	prueba de impacto en martillos	voltaje de red
BANDEJA	HE	drenar aceite en martillos	voltaje de red
BOU T.T.	TRU TUBING	torquear/destorquear herramientas de TRU TUBING	voltaje de red

JAR TESTER II (T.T)	TRU TUBING	prueba de impacto en martillos de TRU TUBING	voltaje de red
VAPORELA HD895S	lavado	despercutir herramientas a inspeccionar	linea hidraulica/voltaje de red
VAPORELA HD1020	lavado	despercutir herramientas a inspeccionar	linea hidraulica/voltaje de red
MONTACARGAS	taller	trasladar herramientas, cargue y descargue	combustible ACPM
M. SOLDADURA I	soldadura	construir herramientas	voltaje/ gas de proteccion
M. SOLDADURA II	soldadura	construir herramientas	voltaje/ gas de proteccion
MAQUINA DE PIASMA	soldadura	cortar perfiles	linea neumatica/ voltaje de red
HARD BAND	hard band	reconstruir tuberias	voltaje/ gas de proteccion
HARD BAND PORTATIL	taller	reconstruir tuberias	voltaje/ gas de proteccion
HORNO SOLDADURA I	soldadura	almacenar electrodos	voltaje
HORNO SOLDADURA II	hard band	almacenar insumos MIG / ARMACOR	voltaje de red
HORNO HB	hard band	calentar tuberia	voltaje/ gas de combustión
BAÑO QUIMICO	BQ	proteger conexiones	voltaje de red
FRESADORA	maquinado	ajustar piezas de herramientas	voltaje de red
TALADRO RADIAL	maquinado	trabajos menores	voltaje de red
SIERRA ELECTRICA	maquinado	cortar material	
COMPRESOR SRP2015	taller	alimentar aire comprimido	voltaje de red/red neumatica
BOMBA DE GRASA I	HE	lubricar martillos	linea nematica
BOMBA DE GRASA I	HE	lubricar martillos	linea nematica
PALANCAS FISHING	fishing	ensamblar herramientas	N/A
PALANCAS TORNOS	tornos	correr tuberia del rack	N/A
PALANCAS T.T	TRU TUBING	ensamblar herramientas	N/A

PALANCAS H.E	HE	ensamblar herramientas	N/A
PALANCAS SOLD/HB	soldadura	rotar herramienta en calentamiento	N/A
PALANCAS PINTURA	pintura	rotar herramientas y alistamiento	N/A
PALANCAS INSPECCIÓN	inspección	rotar herramientas a inspeccionar	N/A
HTA ELECTRICA FISHING	fishing	pulir superficies de ensambles	voltaje de red
HTA ELECTRICA TORNOS	maquinado	remover etiquetas y marcas	voltaje de red
HTA ELECTRICA T.T	TRU TUBING	pulir superficies de ensambles	voltaje de red
HTA ELECTRICA H.E	HE	pulir superficies de ensambles	voltaje de red
HTA ELECTRICA SOLD/HB	soldadura	acondicionar ID's	voltaje de red
HTA ELECTRICA INSPECCION	inspección	alistamiento para inspeccionar	voltaje de red
HTA ELECTRICA PINTURA	pintura	alistamiento de herramientas	voltaje de red
RED ELECTRICA TALLER	taller	alimentar voltaje a los equipos del taller	acometida Exterior
RED ELECTRICA OFICINAS	taller	alimentar voltaje a los equipos de computo	acometida Exterior
RED ELECTRICA HB	hard band	alimentar voltaje a los equipos de hard band	acometida Exterior
RED ELECTRICA SOLDADURA	soldadura	alimentar voltaje a los equipos de soldadura, inspección y pintura	acometida Exterior
RED OXIACETILENICA SOLD	soldadura	alimentar gas a calentadores y equipos oxiacetilenicos	gas de combustión
RED OXIACETILENICA HB	hard band	alimentar calentadores de tuberia y horno HB	gas de combustión
RED NEUMATICA TALLER	taller	transportar aire comprimido	compresor SRP 3015
LUMINARIAS OFICINAS	oficinas	mantener iluminado la zona de trabajo	voltaje de red
LUMINARIAS TALLER	taller	mantener iluminado la zona de trabajo	voltaje de red

LUMINARIAS BODEGA	almacén	mantener iluminado la zona de trabajo	voltaje de red
ALARMAS	taller	alertar al personal	voltaje de red
LUCES DE EMERGENCIA	taller	guiar al personal	voltaje de red

Todos los equipos anteriormente relacionados harán parte del programa de mantenimiento, con las siguientes condiciones establecidas en conjunto con la gerencia de operaciones.

Los elementos anteriormente resaltados en **amarillo**, no hacen parte del alcance de la gestión de mantenimiento, ya que son insumos y consumibles que dependen de la gestión del operador del equipo, por lo tanto una pérdida de funcionalidad relacionada a estos no afecta directamente el proceso de mantenimiento.

Para los resaltados en **naranja**, la funcionalidad de los equipos depende totalmente del suministro de la acometida exterior, es decir de la empresa de energía del Casanare, ya que no se cuenta con un medio de contingencia.

Para los equipos con dependencia resaltada en **verde**, la acometida hidráulica depende de los administradores de la base, ya que no es propia ni se tiene una medida de abastecimiento.

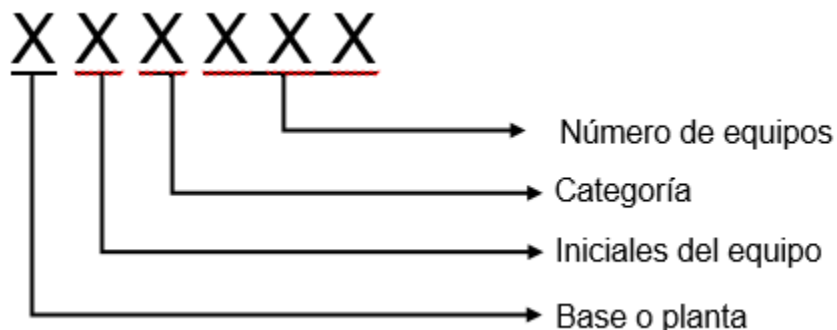
9. TAXONOMIA DE EQUIPOS

9.1 CATEGORIAS: Con un alcance claramente definido y la información obtenida en campo, se realizó la categorización de los equipos de acuerdo a los criterios de funcionalidad de los cuales se obtuvieron:

- **Rotativos:** Equipos de mecanizado y rectificado.
- **Izaje:** Equipos estructurales de levantamiento de cargas
- **Hidráulicos:** Equipos de transmisión de potencia fluida a alta y baja presión
- **Arco eléctrico:** equipos utilizados para fundiciones y soldaduras
- **Térmicos:** Equipos utilizados para generar calor
- **Dinámicos:** equipos cuyo movimiento es circular o continuos o en los 3 ejes.
- **Neumáticos:** equipos que generan o requieren gas comprimido para funcionar.
- **Herramienta menor:** clasificación al grupo de herramientas eléctricas manuales, herramientas de mano y palancas de torque.
- **Redes:** acometidas eléctricas y neumáticas del taller.
- **Luminarias:** sistema de iluminación en puestos de trabajo
- **Sistemas de emergencia:** dispositivos activos de señalización sonora o luminosa.

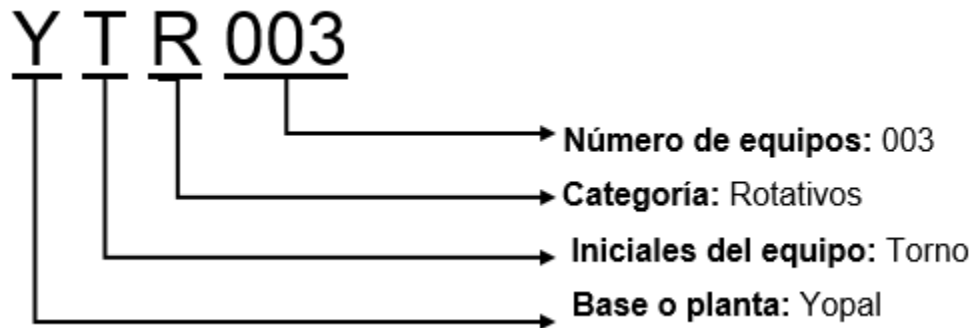
9.2. CODIFICACION: siguiendo el esquema a continuación se estableció la codificación de los equipos del taller.

Figura 11. Esquema de codificación de equipos.



Fuente: el autor.

Figura 12. Ejemplo de codificación.



La sencillez del código permite una identificación inmediata del activo al leerlo: *“torno rotativo base Yopal número 3”*.

A continuación se presentan los equipos categorizados y codificados sobre los cuales vamos a trabajar en la jerarquización.

Tabla 2. Categorización y codificación.

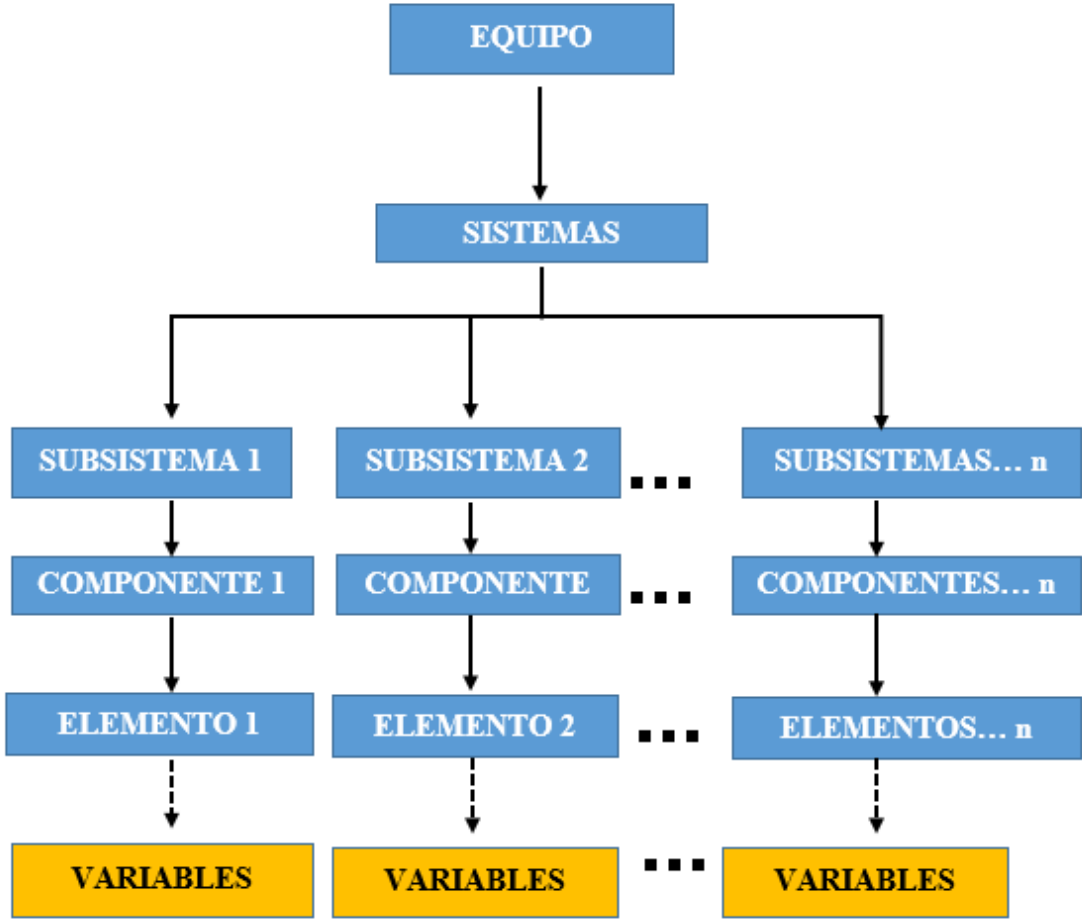
CATEGORIA	EQUIPO	CODIGO
ROTATIVOS	TORNO I	YTR001
	TORNO II	YTR002
	TORNO III (GRAZIANO)	YTR003
	RECTIFICADORA	YRR001
IZAJE	POLIPASTO FISHING	YFI001
	POLIPASTO SOLD.	YSI001
	POLIPASTO HB	YHBI001
	PUENTE GRUA	YPGI001
HIDRAULICOS	B.O.U	YBKH001
	PRUEBA HIDROSTATICA	YPHH001
	JAR TESTER I	YJTH 001
	BANDEJA	YBGH001
	BOU T.T.	YMSH 001

	JAR TESTER II (T.T)	YJTH002
	VAPORELA HD1020	YVH001
	VAPORELA HD895S	YVH002
	MONTACARGAS	YMCH001
ARCO ELECTRICO	M. SOLDADURA I	YMSA001
	M. SOLDADURA II	YMSA002
	MAQUINA DE PLASMA	YMPA001
	HARD BAND	YHBA001
	HARD BAND PORTATIL	YHBA002
TERMICOS	HORNO SOLDADURA I	YHTE001
	HORNO SOLDADURA II	YHTE002
	HORNO HB	YHTE003
	BAÑO QUIMICO	YBQTE001
DINAMICOS	FRESADORA	YFD001
	TALADRO RADIAL	YTRD001
	SIERRA ELECTRICA	YSCD001
NEUMATICOS	COMPRESOR SRP2015	YCN001
	BOMBA DE GRASA I	YBGN001
	BOMBA DE GRASA II	YBGN002
HTA MENOR	HTA MANO FISHING	YF-XXX
	HTA MANO TORNOS	YT-XXX
	HTA MANO INSPECCIÓN	YI-XXX
	HTA MANO SOLD/HB	YS-XXX
	HTA MANO T.T	YTT-XXX
	HTA MANO HE	YHE-XXX
	HTA MANO PINTURA	YP-XXX
	HTA MANO ALMACEN	YA-XXX
	PALANCAS FISHING	
	PALANCAS TORNO	
	PALANCAS T.T	
	PALANCAS H.E	
	PALANCAS SOLD/HB	
	PALANCAS PINTURA	
	PALANCAS INSPECCIÓN	
	HTA ELECTRICA FISHING	
	HTA ELECTRICA TORNOS	
	HTA ELECTRICA T.T	

	HTA ELECTRICA H.E	
	HTA ELECTRICA SOLD/HB	
	HTA ELECTRICA INSPECCION	
	HTA ELECTRICA PINTURA	
REDES	RED ELECTRICA TALLER	YTER001
	RED ELECTRICA OFICINAS	YTER002
	RED ELECTRICA HB	YTER003
	RED ELECTRICA SOLDADURA	YTER004
	RED OXIACETILENICA SOLD	YROR001
	RED OXIACETILENICA HB	YROR002
	RED NEUMATICA TALLER	YRNR001
LUMINARIAS	LUMINARIAS OFICINAS	LO
	LUMINARIAS TALLER	LT
	LUMINARIAS BODEGA	LB
SISTEMAS DE EMERGENCIA	ALARMAS	AE
	LUCES DE EMERGENCIA	LE

9.3 JERARQUIZACIÓN: El desglose de los componentes y elementos de los equipos para obtener una correcta identificación de los activos siguiendo el siguiente esquema:

Figura 13. Modelo de jerarquización de equipos.



Durante la realización de la taxonomía de equipos, se tomaron muestra de las nomenclaturas de cada componente, esto con el fin de ir consolidando el banco de manuales de los equipos. También se identificó que variables representativas¹² se podría medir para diagnosticar su estado.

12: Variables utilizadas para analizar el *performance* del activo.

A continuación se muestran el resultado final del desglose de sus elementos.

Tabla 3. Jerarquización de equipos de Izaje.

CODIGO	EQUIPO	SUBSISTEMAS	COMPONENTES	ELEMENTOS	VARIABLES
YPI001	POLIPASTO FISHING	ELECTRICO	SIST.CONTROL/ SIST.POTENCIA	CONTACTOR 1 (Subir)	VOLTAJE V(n)
					AMPERAJE(A n)
					BOBINA(Ω n)
				CONTACTOR 2 (Bajar)	VOLTAJE V(n)
					AMPERAJE(A n)
					BOBINA(Ω n)
				TRANSFORMA DOR	VOLTAJE Ve(n)
					VOLTAJE Vs(n)
					BOBINA(Ω n)
				MOTOR ELECTRICO	VOLTAJE V(n)
		AMPERAJE(A n)			
		BOBINA(Ω n)			
		FRENO	BOBINA(Ω n)		
		MECANICO	SIST. IZAJE	GANCHO	ELONGACIO N (K)
ALTURA GARG.(U)					
ANCHO GARG.(t)					
TORSION (R°)					
CADENA	DEFORMACI ON (B)				
	REDUCC .AREA (A)				
ESTRUCTURA	BRAZO			LONGITUD.(L)	
				ALTURA (h)	
YPI002	POLIPASTO SOLDADURA	ELECTRICO	SIST.CONTROL/ SIST.POTENCIA	CONTACTOR 1 (Subir)	VOLTAJE V(n)
					AMPERAJE(A n)
					BOBINA(Ω n)
				CONTACTOR 2 (Bajar)	VOLTAJE V(n)
					AMPERAJE(A n)

						BOBINA(Ω n)			
						TRANSFORMADOR	VOLTAJE $V_e(n)$		
							VOLTAJE $V_s(n)$		
							BOBINA(Ω n)		
						MOTOR ELECTRICO	VOLTAJE $V(n)$		
							AMPERAJE(A n)		
							BOBINA(Ω n)		
						FRENO	BOBINA(Ω n)		
						MECANICO	SIST. IZAJE	GANCHO	ELONGACION (K)
									ALTURA GARG.(U)
									ANCHO GARG.(t)
									TORSION (R°)
								CADENA	DEFORMACION (B)
									REDUCCION AREA (A)
ESTRUCTURA	BRAZO	LONGITUD.(L)							
		ALTURA (h)							
YPI003	POLIPASTO HARD BAND	ELECTRICO	SIST.CONTROL/ SIST.POTENCIA	CONTACTOR 1 (Subir)	VOLTAJE $V(n)$				
					AMPERAJE(A n)				
					BOBINA(Ω n)				
				CONTACTOR 2 (Bajar)	VOLTAJE $V(n)$				
					AMPERAJE(A n)				
					BOBINA(Ω n)				
				TRANSFORMADOR	VOLTAJE $V_e(n)$				
					VOLTAJE $V_s(n)$				
					BOBINA(Ω n)				
				MOTOR ELECTRICO	VOLTAJE $V(n)$				
					AMPERAJE(A n)				
					BOBINA(Ω n)				
				FRENO	BOBINA(Ω n)				
				MECANICO	SIST. IZAJE	GANCHO	ELONGACION (K)		
ALTURA GARG.(U)									
ANCHO GARG.(t)									
TORSION (R°)									

				CADENA	DEFORMACION (B)
					REDUCC AREA (A)
			ESTRUCTURA	BRAZO	LONGITUD.(L)
					ALTURA (h)
YPGI001	PUENTE GRÚA	ELECTRICO	SIST.CONTROL/ SIST.POTENCIA POLIPASTO	CONTACTOR 1 (Subir)	VOLTAJE V(n)
					AMPERAJE(A n)
					BOBINA(Ω n)
				CONTACTOR 2 (Bajar)	VOLTAJE V(n)
					AMPERAJE(A n)
					BOBINA(Ω n)
				TRANSFORMA DOR	VOLTAJE Ve(n)
					VOLTAJE Vs(n)
					BOBINA(Ω n)
			MOTOR ELECTRICO	VOLTAJE V(n)	
				AMPERAJE(A n)	
				BOBINA(Ω n)	
			FRENO	BOBINA(Ω n)	
			SIST.CONTROL/ SIST.POTENCIA TROLLEY	CONTACTOR 3 (Der)	VOLTAJE V(n)
					AMPERAJE(A n)
					BOBINA(Ω n)
				CONTACTOR 4 (Izq)	VOLTAJE V(n)
					AMPERAJE(A n)
BOBINA(Ω n)					
MOTOR ELECTRICO	VOLTAJE V(n)				
	AMPERAJE(A n)				
	BOBINA(Ω n)				
SIST.CONTROL/ SIST.POTENCIA VIGA VIAJERA	CONTACTOR 5 (PRINC)	VOLTAJE V(n)			
		AMPERAJE(A n)			
		BOBINA(Ω n)			
	CONTACTOR 6 (AVANZAR)	VOLTAJE V(n)			
		AMPERAJE(A n)			
		BOBINA(Ω n)			
	CONTACTOR 7 (RETROCEDER	VOLTAJE V(n)			
AMPERAJE(A					

)	n)	
							BOBINA(Ω n)	
						MOTOR ELECTRICO TESTERO 1	VOLTAJE V(n) AMPERAJE(A n) BOBINA(Ω n)	
						MOTOR ELECTRICO TESTERO 2	VOLTAJE V(n) AMPERAJE(A n) BOBINA(Ω n)	
MECANICO				SIST. IZAJE	GANCHO	ELONGACION (K)	ALTURA GARG.(U)	
						ANCHO GARG.(t)	TORSION (R°)	
						CABLE ESLINGA	DEFORMACION (B)	REDUCC AREA (A)
						ESTRUCTURA	COLUMNAS	LONGITUD.(L)
					COLUMNA 2			COLUMNA 3
					COLUMNA 4			COLUMNA 5
					COLUMNA 6			COLUMNA 7
					COLUMNA 8			COLUMNA 9
					COLUMNA 10			COLUMNA 11
					COLUMNA 12	COLUMNA 13		
COLUMNA 14	COLUMNA 15							
COLUMNA 16	COLUMNA 17							
COLUMNA 18	COLUMNA 19							
COLUMNA 20	ESPACIAMIENTO (X)							

									COL 1/
									COL 2/
									COL 3/
									COL 4/
									COL5/
									COL 6/
									COL 7/
									COL 8/
									COL 9/
									COL 10/

Tabla 4. Jerarquización de equipos rotativos.

CODIGO	EQUIPO	SUBSISTEMAS	COMPONENTES	ELEMENTOS	VARIABLES
YTR001	TORNO I	ELECTRICO	SIST.CONTROL/S IST.POTENCIA	CONTACTOR 1 (FWD)	VOLTAJE
					AMPERAJE
					CONTINUID AD
				CONTACTOR 2 (RWD)	VOLTAJE
					AMPERAJE
					CONTINUID AD
				TRANSF. POTENCIA PRINCIPAL	VOLTAJE Ve(n)
					VOLTAJE Vs(n)
					CONT.(Ωn)
				TRANSF. POTENCIA SECUNDARI O	VOLTAJE Ve(n)
					VOLTAJE Vs(n)
					CONT.(Ωn)
				MOTOR ELECTRICO PRINCIPAL	VOLTAJE V(n)
					AMPERAJE(An)
					CONT.(Ωn)
				CONTACTOR 3 (RAPID TRAV DER)	VOLTAJE V(n)
					AMPERAJE(An)
					CONT.(Ωn)
				CONTACTOR 4 (RAPID TRAV IZQ)	VOLTAJE V(n)
					AMPERAJE(An)
					CONT.(Ωn)
				MOTOR ELECTRICO RAPID TRAVERSE	VOLTAJE Ve(n)
					VOLTAJE Vs(n)
					CONT.(Ωn)
CONTACTOR 5 (BOMBA LUB)	VOLTAJE V(n)				
	AMPERAJE(An)				
	CONT.(Ωn)				

				MOTOR ELECTRICO BOMBA LUBRICACION	VOLTAJE $V_e(n)$
					VOLTAJE $V_s(n)$
					CONT. (Ω_n)
				CONTACTOR 6 (BOMBA LUB)	VOLTAJE $V(n)$
					AMPERAJE (A_n)
					CONT. (Ω_n)
		MOTOR ELECT. BOMBA REFRIGERACION	VOLTAJE $V_e(n)$		
			VOLTAJE $V_s(n)$		
			CONT. (Ω_n)		
		NEUMATICO	GATO ROSCADO	BOBINA ABRIR	CONT. (Ω_n)
BOBINA CERRAR	CONT. (Ω_n)				
YTR002	TORNO II	ELECTRICO	SIST.CONTROL/S IST.POTENCIA	CONTACTOR 1 (FWD)	VOLTAJE $V(n)$
					AMPERAJE (A_n)
					CONT. (Ω_n)
				CONTACTOR 2 (RWD)	VOLTAJE $V(n)$
					AMPERAJE (A_n)
					CONT. (Ω_n)
				TRANSF. POTENCIA PRINCIPAL	VOLTAJE $V_e(n)$
					VOLTAJE $V_s(n)$
					CONT. (Ω_n)
				TRANSF. POTENCIA SECUNDARIO	VOLTAJE $V_e(n)$
					VOLTAJE $V_s(n)$
					CONT. (Ω_n)
				MOTOR ELECTRICO PRINCIPAL	VOLTAJE $V(n)$
					AMPERAJE (A_n)
					CONT. (Ω_n)
CONTACTOR 3 (RAPID TRAV DER)	VOLTAJE $V(n)$				
	AMPERAJE (A_n)				
	CONT. (Ω_n)				
CONTACTOR 4 (RAPID TRAV IZQ)	VOLTAJE $V(n)$				
	AMPERAJE (A_n)				

					An)
					CONT.(Ωn)
				MOTOR ELECTRICO RAPID TRAVERSE	VOLTAJE Ve(n)
					VOLTAJE Vs(n)
					CONT.(Ωn)
				CONTACTOR 5 (BOMBA LUB)	VOLTAJE V(n)
					AMPERAJE(An)
					CONT.(Ωn)
				MOTOR ELECTRICO BOMBA LUBRICACION	VOLTAJE Ve(n)
					VOLTAJE Vs(n)
					CONT.(Ωn)
				CONTACTOR 6 (BOMBA LUB)	VOLTAJE V(n)
					AMPERAJE(An)
					CONT.(Ωn)
				MOTOR ELECT. BOMBA REFRIGERACION	VOLTAJE Ve(n)
					VOLTAJE Vs(n)
					CONT.(Ωn)
		NEUMATICO	GATO ROSCADO	BOBINA ABRIR	CONT.(Ωn)
				BOBINA CERRAR	CONT.(Ωn)
YTR003	TORNO III	ELECTRICO	SIST.CONTROL/S IST.POTENCIA	CONTACTOR 1 (FWD)	VOLTAJE V(n)
					AMPERAJE(An)
					CONT.(Ωn)
				MOTOR ELECTRICO PRINCIPAL	VOLTAJE V(n)
					AMPERAJE(An)
					CONT.(Ωn)
YTR004	RECTIFICADORA	ELECTRICO	SIST.CONTROL/S IST.POTENCIA	CONTACTOR 1 (HUSILLO)	VOLTAJE V(n)
					AMPERAJE(An)
					CONT.(Ωn)
				MOTOR ELECTRICO HUSILLO	VOLTAJE V(n)
					AMPERAJE(An)
					CONT.(Ωn)

				CONTACTOR 2 (PIEDRA)	VOLTAJE V(n)
					AMPERAJE(An)
					CONT.(Ωn)
				MOTOR ELECTRICO PIEDRA	VOLTAJE V(n)
					AMPERAJE(An)
					CONT.(Ωn)
			CONTACTOR 3 (RETROCES O)	VOLTAJE V(n)	
				AMPERAJE(An)	
				CONT.(Ωn)	
			MOTOR ELECTRICO RETROCESO	VOLTAJE V(n)	
				AMPERAJE(An)	
				CONT.(Ωn)	
			TRANSF. POTENCIA SECUNDARI O	VOLTAJE Ve(n)	
				VOLTAJE Vs(n)	
				CONT.(Ωn)	
HIDRAULICO	BOMBA HIDRAULICA	CONTACTOR 4 (B.HIDRAULICA)	VOLTAJE V(n)		
			AMPERAJE(An)		
			CONT.(Ωn)		
		MOTOR ELECTRICO BOMBA HIDRAULICA	VOLTAJE V(n)		
			AMPERAJE(An)		
			RESISTENC IA		
	VALVULA HIDRAULICA 3/2 CARRO TRANSVERAL	MANOMETRO	PRESION AVANCE		
			PRESION RETRO		
		BOBINA AVANZAR	VOLTAJE		
			RESISTENC IA		
	BOBINA RETROCEDE R	VOLTAJE			
		RESISTENC IA			
	GATO HIDRAULICO	CILINDRO ACTUADOR	PRESION AVANCE		
			PRESION RETRO		
CIRCUITO REFRIGERACION	BOMBA REF 1	VOLTAJE V(n)			

					AMPERAJE (An)
					RESISTENCIA
				BOMBA REF 2	VOLTAJE V(n)
					AMPERAJE (An)
		NEUMATICO	LUBRICADOR PULSOS	BOBINA DE CONTROL	RESISTENCIA
					VOLTAJE CONTINUIDAD

Tabla 5. Jerarquización de equipos hidráulicos.

CODIGO	EQUIPO	SUBSISTEMAS	COMPONENTES	ELEMENTOS	VARIABLES
YBKH00 1	TORQUEADORA (B.O.U)	ELECTRICO	SIST.CONTROL/SIST .POTENCIA	CONTACTO R 1 (PRINCIPAL)	VOLTAJE V(n)
					AMPERAJE(An)
					CONT.(Ωn)
				MOTOR ELECTRICO PRINCIPAL	VOLTAJE V(n)
					AMPERAJE(An)
					CONT.(Ωn)
				TRANSF. POTENCIA PRINCIPAL	VOLTAJE Ve(n)
					VOLTAJE Vs(n)
					CONT.(Ωn)
				TRANSF. POTENCIA SECUNDARI O	VOLTAJE Ve(n)
					VOLTAJE Vs(n)
					CONT.(Ωn)
		HIDRAULICOS	JAWS (CILINDROS. TORQUEADORES)	CILINDRO ACTUADOR 1	PRESION AVANCE (PSI)
					PRESION RETRO (PSI)
				CILINDRO ACTUADOR 2	PRESION AVANCE
					PRESION RETRO
CILINDRO ACTUADOR 1	PRESION AVANCE				
	PRESION RETRO				
CILINDRO ACTUADOR 2	PRESION AVANCE				
	PRESION RETRO				
CILINDRO ACTUADOR 3	PRESION AVANCE				
	PRESION RETRO				
CILINDRO ACTUADOR 4	PRESION AVANCE				
	PRESION RETRO				
HIDRAULICOS	CHUKS (CILINDROS PRESION)	CILINDRO ACTUADOR 1	PRESION AVANCE		
			PRESION RETRO		
		CILINDRO ACTUADOR 2	PRESION AVANCE		
			PRESION RETRO		
		CILINDRO ACTUADOR 3	PRESION AVANCE		
			PRESION RETRO		
		CILINDRO ACTUADOR 4	PRESION AVANCE		
			PRESION RETRO		

				CILINDRO ACTUADOR 5	PRESION AVANCE
					PRESION RETRO
				CILINDRO ACTUADOR 6	PRESION AVANCE
					PRESION RETRO
				CILINDRO ACTUADOR 7	PRESION AVANCE
					PRESION RETRO
				CILINDRO ACTUADOR 8	PRESION AVANCE
					PRESION RETRO
				CILINDRO ACTUADOR 9	PRESION AVANCE
					PRESION RETRO
				CILINDRO ACTUADOR 10	PRESION AVANCE
					PRESION RETRO
CILINDRO ACTUADOR 11	PRESION AVANCE				
	PRESION RETRO				
CILINDRO ACTUADOR 12	PRESION AVANCE				
	PRESION RETRO				
PUSH PULL	CILINDRO ACTUADOR	PRESION AVANCE			
		PRESION RETRO			
SPINNER	CILINDRO ACT. SPINNER	PRESION AVANCE			
		PRESION RETRO			
ELEVADORES	CILINDRO ELEVADOR 1	PRESION AVANCE			
		PRESION RETRO			
	CILINDRO ELEVADOR 2	PRESION AVANCE			
		PRESION RETRO			
YJTH001	(PROBADOR DE MARTILLOS) JAR TESTER I	ELECTRICO	SIST.CONTROL/SIST .POTENCIA	CONTACTO R 1 (PRINCIPAL)	VOLTAJE V(n)
					AMPERAJE(An)
					CONT.(Ωn)
				MOTOR ELECTRICO	VOLTAJE V(n)

				BOMBA HIDR.	AMPERAJE(An)
					CONT.(Ωn)
				TRANSF. POTENCIA PRINCIPAL	VOLTAJE Ve(n)
					VOLTAJE Vs(n)
					CONT.(Ωn)
		HIDRAULICO	CIRCUITO HIDRAULICO	CILINDRO ACTUADOR	PRESION AVANCE
					PRESION RETRO
				IMPULSADOR HIDRAULICO	PRESION AVANCE
					PRESION RETRO
YBGH001	BANDEJA (OIL DRIP TRAY)	ELECTRICO	SIST.CONTROL/SIST.POTENCIA	CONTACTOR 1 (PRINCIPAL)	VOLTAJE V(n)
					AMPERAJE(An)
					CONT.(Ωn)
				MOTOR ELECTRICO BOMBA HIDR.	VOLTAJE V(n)
					AMPERAJE(An)
					CONT.(Ωn)
		TRANSF. POTENCIA PRINCIPAL	VOLTAJE Ve(n)		
			VOLTAJE Vs(n)		
			CONT.(Ωn)		
		HIDRAULICO	CIRCUITO HIDRAULICO	IMPULSADOR HIDRAULICO	PRESION AVANCE
PRESION RETRO					
YPHH001	PRUEBA HIDROSTATICA	ELECTRICO	SIST. CONTROL/ SIST. POTENCIA	CONTACTOR 1 (PRINCIPAL)	VOLTAJE V(n)
					AMPERAJE(An)
					CONT.(Ωn)
				MOTOR ELECTRICO BOMBA HIDR.	VOLTAJE V(n)
					AMPERAJE(An)
					CONT.(Ωn)
		TRANSF. POTENCIA PRINCIPAL	VOLTAJE Ve(n)		
			VOLTAJE Vs(n)		
			CONT.(Ωn)		
		HIDRAULICO	CIRCUITO HIDRAULICO	IMPULSADOR	PRESION AVANCE

				HIDRAULICO	PRESION RETRO
				CILINDRO ACTUADOR	PRESION AVANCE
					PRESION RETRO
YJTH 002	PROBADOR DE MARTILLOS T.T (JAR TESTER II)	ELECTRICO	SIST. CONTROL/ SIST. POTENCIA	CONTACTO R 1 (PRINCIPAL)	VOLTAJE V(n)
					AMPERAJE(An)
					CONT.(Ωn)
				MOTOR ELECTRICO BOMBA HIDR.	VOLTAJE V(n)
					AMPERAJE(An)
					CONT.(Ωn)
		TRANSF. POTENCIA PRINCIPAL	VOLTAJE Ve(n)		
			VOLTAJE Vs(n)		
			CONT.(Ωn)		
		HIDRAULICO	CIRCUITO HIDRAULICO	IMPULSADO R HIDRAULICO	PRESION AVANCE
PRESION RETRO					
CILINDRO ACTUADOR	PRESION AVANCE				
					PRESION RETRO
YVH 002	VAPORELA HDS 1020/895 S	ELECTRICO	SIST. CONTROL/ SIST. POTENCIA	CONTACTO R 1 (PRINCIPAL)	VOLTAJE V(n)
					AMPERAJE(An)
					CONT.(Ωn)
				MOTOR ELECTRICO BOMBA HIDR.	VOLTAJE V(n)
					AMPERAJE(An)
					CONT.(Ωn)
		TRANSF. POTENCIA PRINCIPAL	VOLTAJE Ve(n)		
			VOLTAJE Vs(n)		
			CONT.(Ωn)		
		HIDRAULICO	CIRCUITO HIDRAULICO	IMPULSADO R HIDRAULICO	P. TRABAJO
P. ESTACIONARIA					
YMH 001	MONTACARGAS	HIDRAULICO	SISTEMA DE ELEVACION	CILINDRO TRANSVERSAL	PRESION RETRO
					PRESION AVANCE

				CILINDRO MASTIL 1	PRESION RETRO		
					PRESION AVANCE		
				CILINDRO MASTIL 2	PRESION RETRO		
					PRESION AVANCE		
				CILINDRO HORQUILLA S 1	PRESION RETRO		
					PRESION AVANCE		
				CILINDRO HORQUILLA S 2	PRESION RETRO		
					PRESION AVANCE		
				CIL. ICLINAR MASTIL 1	PRESION RETRO		
					PRESION AVANCE		
				CIL. ICLINAR MASTIL 2	PRESION RETRO		
					PRESION AVANCE		
				MECANICO	SIST. POTENCIA	MOTOR DIESEL	HORAS TRABAJO

Tabla 6. Jerarquización de equipos de arco eléctrico.

CODIGO	EQUIPO	SUBSISTEMAS	COMPONENTES	ELEMENTOS	VARIABLES
YMSA00 1	MAQUINA DE SOLDADURA 1	ELECTRICO	SIST.CONTROL/ SIST.POTENCIA	CONTACTOR 1 (PRINCIPAL)	VOLTAJE
					AMPERAJE
					CONTINUIDAD
				TRANSF. CONTACTOR	VOLTAJE
					AMPERAJE
					CONTINUIDAD
				TRANSFORMA DOR POTENCIA PRINCIPAL	VOLTAJE
					AMPERAJE
					CONTINUIDAD
				MOTOR ELECTRICO VENTILADOR	VOLTAJE
					AMPERAJE
					CONTINUIDAD
YMSA00 2	MAQUINA DE SOLDADURA 2	ELECTRICO	SIST.CONTROL/ SIST.POTENCIA	CONTACTOR 1 (PRINCIPAL)	VOLTAJE
					AMPERAJE
					CONTINUIDAD
				TRANSF. CONTACTOR	VOLTAJE
					AMPERAJE
					CONTINUIDAD
				TRANSFORMA DOR POTENCIA PRINCIPAL	VOLTAJE
					AMPERAJE
					CONTINUIDAD
				MOTOR ELECTRICO VENTILADOR	VOLTAJE
					AMPERAJE
					CONTINUIDAD
YMPA00 1	MAQUINA DE PLASMA	ELECTRICO	SIST.CONTROL/ SIST.POTENCIA	CONTACTOR 1 (PRINCIPAL)	VOLTAJE V(n)
					CONT.(Ω n)
				MOTOR ELECTRICO DISIPADOR.	VOLTAJE V(n)
					AMPERAJE(An)
					CONT.(Ω n)
				TRANSF. ALTA POTENCIA PRINCIPAL	VOLTAJE Ve(n)
					VOLTAJE Vs(n)

					CONT.(Ωn)
		NEUMATICO	FILTRO/REG	MANOMETRO	PRESION TRABAJO
YHBA001	HARD BAND (HB)	ELECTRICO	SIST.MAQUINA DE SOLDADURA 003	CONTACTOR 1 (PRINCIPAL)	VOLTAJE
					AMPERAJE
					CONTINUID AD
				TRANSF. CONTACTOR	VOLTAJE
					AMPERAJE
					CONTINUID AD
				TRANSFORMADOR POTENCIA PRINCIPAL	VOLTAJE
					AMPERAJE
					CONTINUID AD
				MOTOR ELECTRICO VENTILADOR	VOLTAJE
					AMPERAJE
					CONTINUID AD
			SISTEMA AUTOMATICO DE SOLDADURA	MOTOR ALIMENTADOR DE ALAMBRE	VOLTAJE
					AMPERAJE
					CONTINUID AD
				UNIDAD DE CONTROL	VOLTAJE
					AMPERAJE
					CONTINUID AD
			SIST.CONTROL/ SIST.POTENCIA	CONTACTOR 1 (PRINCIPAL)	VOLTAJE
					AMPERAJE
					CONTINUID AD
				MOTOR ELECTRICO ROTACION	VOLTAJE
					AMPERAJE
					CONTINUID AD
MOTOR DESP. HORIZONTAL	VOLTAJE				
	AMPERAJE				
	CONTINUID AD				
MOTOR DESP. VERTICAL	VOLTAJE				
	AMPERAJE				
	CONTINUID AD				
MOTOR OSCILADOR	VOLTAJE				
	AMPERAJE				
	CONTINUID AD				

		HIDRAULICO	BOMBA REFRIGERACION ANTORCHA	MOTOR ELECTRICO	VOLTAJE		
					AMPERAJE		
					CONTINUIDAD		
		LOAD STATION HB			SIST. CONTROL/SIST. POTENCIA	CONTACTOR (BOMBA HIDR.)	VOLTAJE
							AMPERAJE
							CONTINUIDAD
						MOTOR BOMBA HIDR.	VOLTAJE
							AMPERAJE
							CONTINUIDAD
							VOLTAJE
						CONTACTOR (AVANCE)	AMPERAJE
							CONTINUIDAD
							VOLTAJE
						CONTACTOR (RETROCESO.)	AMPERAJE
							CONTINUIDAD
							VOLTAJE
HIDRAULICO	CILINDRO HID. 1	PRESION AVANCE					
		PRESION RETRO					
	CILINDRO HID. 2	PRESION AVANCE					
		PRESION RETRO					
	CILINDRO HID. 3	PRESION AVANCE					
		PRESION RETRO					
	CILINDRO HID. 4	PRESION AVANCE					
		PRESION RETRO					

Tabla 7. Jerarquización de equipos neumáticos.

CODIGO	EQUIPO	SUBSISTEMAS	COMPONENTES	ELEMENTOS	VARIABLES	
YCN001	COMPRESOR NEUMATICO 1	ELECTRICO	SIST.CONTROL/SIST.POTENCIA	MOTOR ELECTRICO	VOLTAJE	
					AMPERAJE CONTINUIDAD	
			BLOQUE COMP.	MANOMETRO	PRESION TRABAJO	
			MECANICO	CILINDRO ALM.	MANOMETRO	PRESION TRABAJO
						AMPERAJE CONTINUIDAD
						BLOQUE COMP.
		MECANICO	CILINDRO ALM.	MANOMETRO	PRESION TRABAJO	

Tabla 8. Jerarquización de equipos térmicos.

CODIGO	EQUIPO	SUBSISTEMAS	COMPONENTES	ELEMENTOS	VARIABLES
YHT001	HORNO SOLDADURA 1	ELECTRICO	SIST.TERMICO	RESISTENCIAS	VOLTAJE
					AMPERAJE CONTINUIDA D
					TERMOSTATO
				TERMOMETRO	TEMPERATURA
YHT002	HORNO SOLDADURA 2	ELECTRICO	SIST.TERMICO	RESISTENCIAS	VOLTAJE
					AMPERAJE CONTINUIDA D
					TERMOSTATO
				TERMOMETRO	TEMPERATURA
YHT003	HORNO HB	ELECTRICO	SIST.CONTROL/ SIST.POTENCIA	MOTOR ELECTRICO	VOLTAJE
					AMPERAJE CONTINUIDA D
					CONTACTOR PRINCIPAL
				AMPERAJE CONTINUIDA D	
				TEMPORIZADOR	CONTINUIDA D
				SOLENOIDE 1	CONTINUIDA D
		SOLENOIDE 2	CONTINUIDA D		
NEUMATICO	LINEA GAS	MANOMETRO	PRESION TRABAJO		
YBQT001	BAÑO QUIMICO	ELECTRICO	SIST.CONTROL/ SIST.POTENCIA	CONTACTOR CALEFACCION	VOLTAJE
					AMPERAJE CONTINUIDA D
					TRANSF. PRINCIPAL
				VOLT. SALIDA	
				CONTINUIDA D	
				MOTOR ELECTRICO BOMBA HIDRAULICA	VOLTAJE
					AMPERAJE
CONTINUIDA					

				CONTACTOR RESISTENCIA 1	D
					VOLTAJE
					AMPERAJE CONTINUIDA D
				CONTACTOR RESISTENCIA 2	VOLTAJE
					AMPERAJE CONTINUIDA D
					AMPERAJE CONTINUIDA D
			SISTEMA TERMICO	RESISTENCIA 1	AMPERAJE CONTINUIDA D
				RESISTENCIA 2	AMPERAJE CONTINUIDA D

Tabla 9. Jerarquización de equipos dinámicos.

CODIGO	EQUIPO	SUBSISTEMAS	COMPONENTES	ELEMENTOS	VARIABLES
YFD001	FRESADORA	ELECTRICO	SIST.CONTROL/ SIST. POTENCIA	CONTACTOR MOTOR HUSILLO (RWD)	VOLTAJE
					AMPERAJE
					CONTINUIDAD
				CONTACTOR MOTOR HUSILLO (FWD)	VOLTAJE
					AMPERAJE
					CONTINUIDAD
				TRANSFORM ADOR DE CONTROL	VOLTAJE SALIDA
					VOLTAJE ENTRADA
					CONTINUIDAD
				MOTOR ELECTRICO HUSILLO	VOLTAJE
					AMPERAJE
					CONTINUIDAD
				CONTACTOR MOTOR AUTOMATIC O	VOLTAJE
					AMPERAJE
					CONTINUIDAD
MOTOR AUTOMATIC O DE LOS EJES	VOLTAJE				
	AMPERAJE				
	CONTINUIDAD				
CONTACTOR BOMBA REFRIGERA CION	VOLTAJE				
	AMPERAJE				
	CONTINUIDAD				
MOTOR ELECT. BOMBA REFRIGERA CION	VOLTAJE				
	AMPERAJE				
	CONTINUIDAD				
TRANSFORM ADOR DE ALTA TENSION	VOLTAJE				
	AMPERAJE				
	CONTINUIDAD				
YTRD001	TALADR O RADIAL	ELECTRICO	SIST.CONTROL/ SIST. POTENCIA	CONTACTOR MOTOR HUSILLO (FWD)	VOLTAJE
					AMPERAJE
					CONTINUIDAD
				CONTACTOR MOTOR HUSILLO (RWD)	VOLTAJE
					AMPERAJE
					CONTINUIDAD
				TRANSFORM ADOR DE CONTROL	VOLTAJE SALIDA
					VOLTAJE ENTRADA
					CONTINUIDAD

				MOTOR ELECTRICO HUSILLO	VOLTAJE
					AMPERAJE
					CONTINUIDAD
				CONTACTOR SUBIR BRAZO AUTOMATICO	VOLTAJE
					AMPERAJE
					CONTINUIDAD
				CONTACTOR BAJAR BRAZO AUTOMATICO	VOLTAJE
					AMPERAJE
					CONTINUIDAD
				MOTOR BLOQUEO DEL BRAZO	VOLTAJE
					AMPERAJE
					CONTINUIDAD
YSCD001	SIERRA ELECTRICA	ELECTRICO	SIST.CONTROL/ SIST. POTENCIA	CONTACTOR MOTOR DE CORTE	VOLTAJE
					AMPERAJE
					CONTINUIDAD
				TRANSF. DE CONTROL	VOLTAJE SALIDA
					VOLTAJE ENTRADA
					CONTINUIDAD
				MOTOR POTENCIA 1 DE CORTE	VOLTAJE
					AMPERAJE
					CONTINUIDAD
				MOTOR POTENCIA 2 DE CORTE	VOLTAJE
					AMPERAJE
					CONTINUIDAD
CONTACTOR BAJAR SIERRA	VOLTAJE				
	AMPERAJE				
	CONTINUIDAD				
MOTOR HIDRAULICO BAJAR/SUBIR SIERRA	VOLTAJE				
	AMPERAJE				
	CONTINUIDAD				
BOMBA REFRIGERACION	VOLTAJE				
	AMPERAJE				
	CONTINUIDAD				

10. CRITICIDAD DE EQUIPOS

El modelo de Criticidad de métodos de factores ponderados (CTR) presentado a continuación, es un proceso de análisis semicuantitativo, bastante sencillo y práctico, soportado en el concepto del riesgo, entendido como la consecuencia de multiplicar la frecuencia de un fallo por la severidad del mismo.

$$CTR = FF \times C$$

Donde:

CTR: Criticidad total por Riesgo

FF: Frecuencia de fallos (rango de fallos en un tiempo determinado (fallos/año))

C: Consecuencias de los eventos de fallos

Para nuestro programa de mantenimiento, en las consecuencias tenemos los siguientes criterios:

Tabla 10. Criterios de evaluación de criticidad

TABLA DE DATOS	
Frecuencia de Fallas	Valor
Alta: mayor a 6 fallas/año	4
Promedio: 4 -6 fallas/año	3
Buena 2 -3 fallas/año	2
baja, 0 - 1 fallas/año	1

Impacto Operacional	Valor
Perdida de la producción	4
parada o repercusión en otras áreas	3
Reprocesos en la fabricación del producto	2
No genera ningún efecto significativo sobre operaciones y producción	1

Flexibilidad Operacional	Valor
No permite desarrollo de producción	4
Permite desarrollo de producción limitado	3

Permite contingencia	2
no afecta el proceso	1

Costos de Mantenimiento	Valor
Mayor o igual a US 5000	4
entre US 3000 y 5000	3
entre US 3000 y 1000	2
menor a US 1000	1

Maximo TTR (<i>time to repair</i>)	Valor
Mayor a 30 días	4
entre 30 a 10 días	3
Menor a 10	2
Menor de 1 día	1

Impacto Ambiental/Seguridad	Valor
Afecta severamente el Ambiente y Personas	4
Genera gran volumen de residuos	3
Provoca daños menores (ambiente-seguridad)	2
No causa daños a personas, instalaciones o ambiente	1

Criticidad	Valor de Criticidad	Frecuencia
ALTA	Mayor o igual 55	60-80 días
MEDIA	Entre 20 y 54	100-120 días
BAJA	Menor a 20	130-150 días

*** Para los motores de combustión interna la frecuencia de Mantenimiento es de 250 horas¹³**

La fórmula quedaría establecida de la siguiente forma:

CRITICIDAD = FRECUENCIA DE FALLAS X ((IMPACTO OPERACIONAL X FLEXIBILIDAD OPERACIONAL) + COSTOS DE MANTENIMIENTO + MAXIMO TTR + IMPACTO AMBIENTAL/SEGURIDAD)

13. frecuencia de intervención establecida por el fabricante

El dato de La frecuencia de fallas lo obtenemos de la revisión del historial de las actividades de mantenimiento del último año basándonos en las ordenes de compras realizadas a proveedores terceros por concepto de repuestos y servicios de mantenimiento, con esta información evaluamos en conjunto con las

informaciones tomadas en campo las repercusiones que pudo tener la pérdida de funcionalidad en cada equipo.

Tabla 11. CLASIFICACION DE CRITICIDAD DE EQUIPOS BASE DT&R SCHLUMBERGER

Código	Clasifique según tabla de datos los valores de cada criterio						Valor criticidad
	Frecuencia de fallas	Impacto operacional	Flexibilidad operacional	Costos de mantenimiento	Máximo TTR	Impacto Ambiental/Seguridad	
YJTH001	3	4	4	3	3	3	75
YBGH001	2	3	2	2	3	2	26
YBKH001	4	4	4	4	3	3	104
YPHH001	3	4	3	2	2	3	57
YVH001	2	3	3	3	3	3	36
YVH002	3	3	3	3	3	3	54
YMCH001	4	4	3	2	2	3	76
YMSH001	2	2	4	2	3	3	32
YJTH002	2	4	4	4	2	3	50
YMSA001	2	4	3	3	3	3	42
YMSA002	2	4	3	3	3	3	42
YMPA001	2	3	4	3	4	3	44
YHBA002	2	4	4	3	3	3	50
YFD001	3	3	2	3	3	3	45
YTRD001	2	3	3	2	3	2	32
YSCD001	2	3	3	2	3	2	32
YTER001	1	4	4	2	3	3	24
YTER002	1	4	4	2	3	3	24
YTER003	1	4	4	2	3	3	24
YTER004	1	4	4	2	3	2	23
YROR002	1	2	4	2	3	2	15
YRNR001	3	3	4	1	2	2	51
LTL-XXX	4	2	2	1	2	3	40
LTO-XXX	3	2	2	1	2	3	30
AE-XX	1	4	2	1	2	2	13
LE-XX	2	2	2	1	2	2	18
F-XXX	2	2	2	1	3	2	20
I-XXX	2	2	2	2	2	2	20
S-XXX	2	2	2	2	2	2	20
T-XXX	2	2	2	1	3	2	20
P-XXX	2	2	2	1	3	2	20
HE-XXX	2	2	2	1	3	2	20

TT-XXX	2	2	2	1	3	2	20
BQ-XXX	2	2	2	1	3	2	20
YPGI001	4	3	3	3	3	2	68
YPI001	3	3	3	2	3	2	48
YPI002	4	3	2	2	3	2	52
YHT001	2	2	2	1	3	2	20
YHT002	2	2	4	4	3	2	34
YHT003	2	3	3	2	3	2	32
YBQT001	4	3	4	2	3	4	84
YTR001	4	4	3	4	3	3	88
YTR002	4	4	3	4	3	3	88
YTR003	2	2	2	2	2	2	20
YRR001	4	4	3	4	3	4	92
YCN001	2	4	4	3	3	3	50
YBGN001	2	3	2	2	4	2	28
YBGN002	2	2	2	2	4	2	24

11. BANCO DE MANUALES

Con la finalidad de mejorar la calificación acorde al manejo de la información de equipos realizada anteriormente en la auditoria para la efectividad del mantenimiento, el equipo de trabajo establece como objetivo obtener toda la información necesaria de los activos, esto comprende manuales, catálogos, fichas técnicas, hojas de datos, etc.

El desglose del equipo en sus componentes es el eje fundamental de la consecución de los manuales, debido que en cada jerarquización de los elementos en campo se tomaban muestras de nomenclaturas, placas o marcaciones, así como levantamiento de planos eléctricos de los sistemas de control y potencia, y levantamiento de planos de circuitos hidráulicos y neumáticos cuando se daba la oportunidad de realizar una intervención correctiva en el equipo.

Con la información obtenida de primera mano y la ayuda de las herramientas tecnológicas del internet, se logró el objetivo propuesto de ampliar la información técnica de cada equipo.

12. EJEMPLO DE LA METODOLOGÍA DE CONSECUCIÓN DE MANUALES.

Figura 14. Selección del subsistema en el equipo.



Figura 15. Selección del componente.

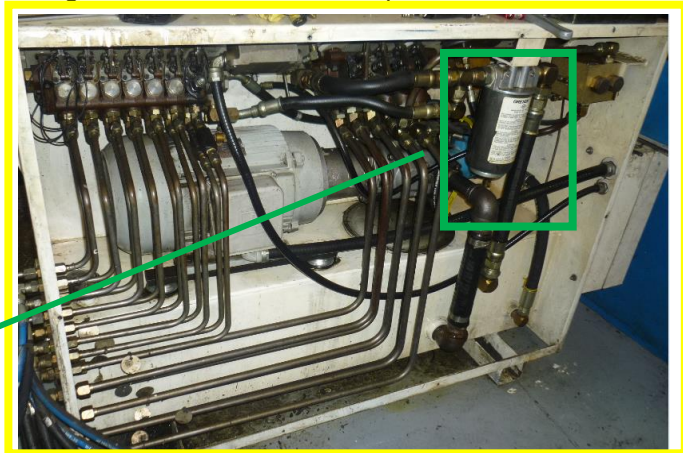


Figura 16. Toma de referencias

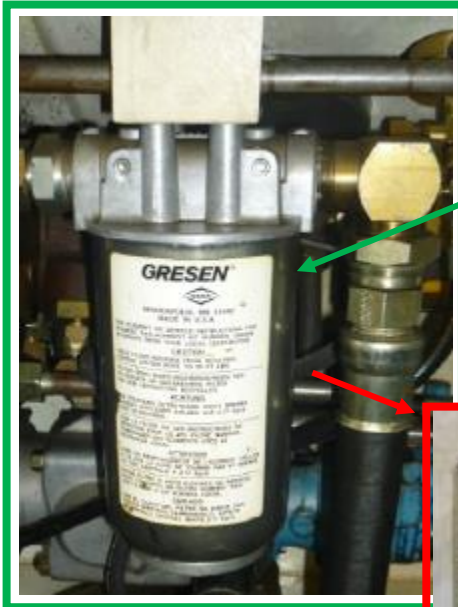


Figura 17. Despiece




Figura 18. Consecución de la información para archivo.

FLR2 Series

Hydraulic and Lube Filters

Low Pressure Cartridge Type

- Heavy duty cast aluminum head for economical long lasting durability.
- NPT, SAE, BSPP and flange available for plumbing versatility.
- Seven element choices for application variations.
- Three field installable, built in by-pass options.
- Five filter condition indicators to aid in circuit troubleshooting and system preventive maintenance plan



Specifications:

Nominal Flow Rating:
50 GPM (189 litres/min)

Operating Pressure (Max.):
200PSI (14 bar)

Operating Temperature:
-65°F (-54°C) to 250°F (121°C)

Materials:
Head: Cast Aluminum
Bowl: Zinc Plated Steel
Seals: Buna-N

Fluid Compatability:
All petroleum base fluids

Approximate Shipping Weight:
9 lbs. (4.1 kg)

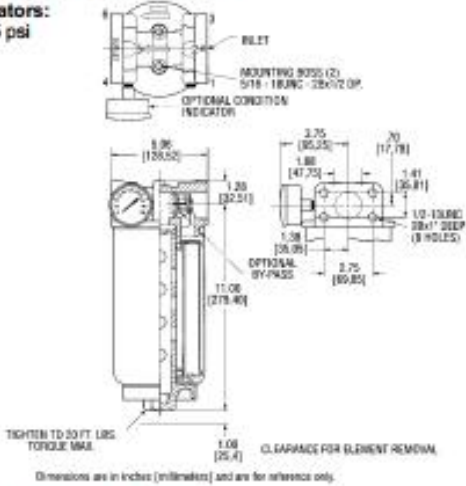
Element Condition Indicators:

Gauge: Color coded 15/25 psi


Pressure Switch:
Normally open
20 +/- 2 psi
5 Amps @ 24 VDC

Vacuum Switch:
Normally open
5" +/- 1" Hg
1.0 Amp @ 120 VAC


Dimensions



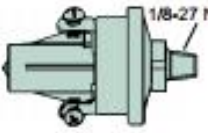
Dimensions are in inches (millimeters) and are for reference only.



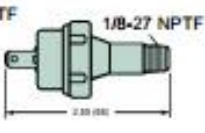
Indicator Gauge (15 PSI)



Indicator Gauge (25 PSI)

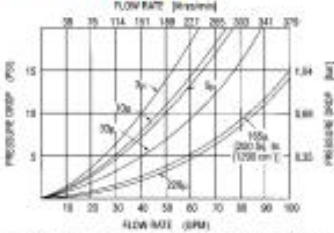


VACUUM SWITCH




PRESSURE SWITCH

Pressure Curves



Typical pressure drop through clean filter assembly with oil viscosity of 158 cSt.



14

Parker Hannifin Corporation
Hydraulic Filter Division
Metamora, OH

Fuente: <http://www.fluidpowersolutions.ca/pdf/Gresen%20Filter%20Hydraulic%20and%20Lube%20Filter%20Series.pdf>

13. RUTINAS PREOPERACIONALES

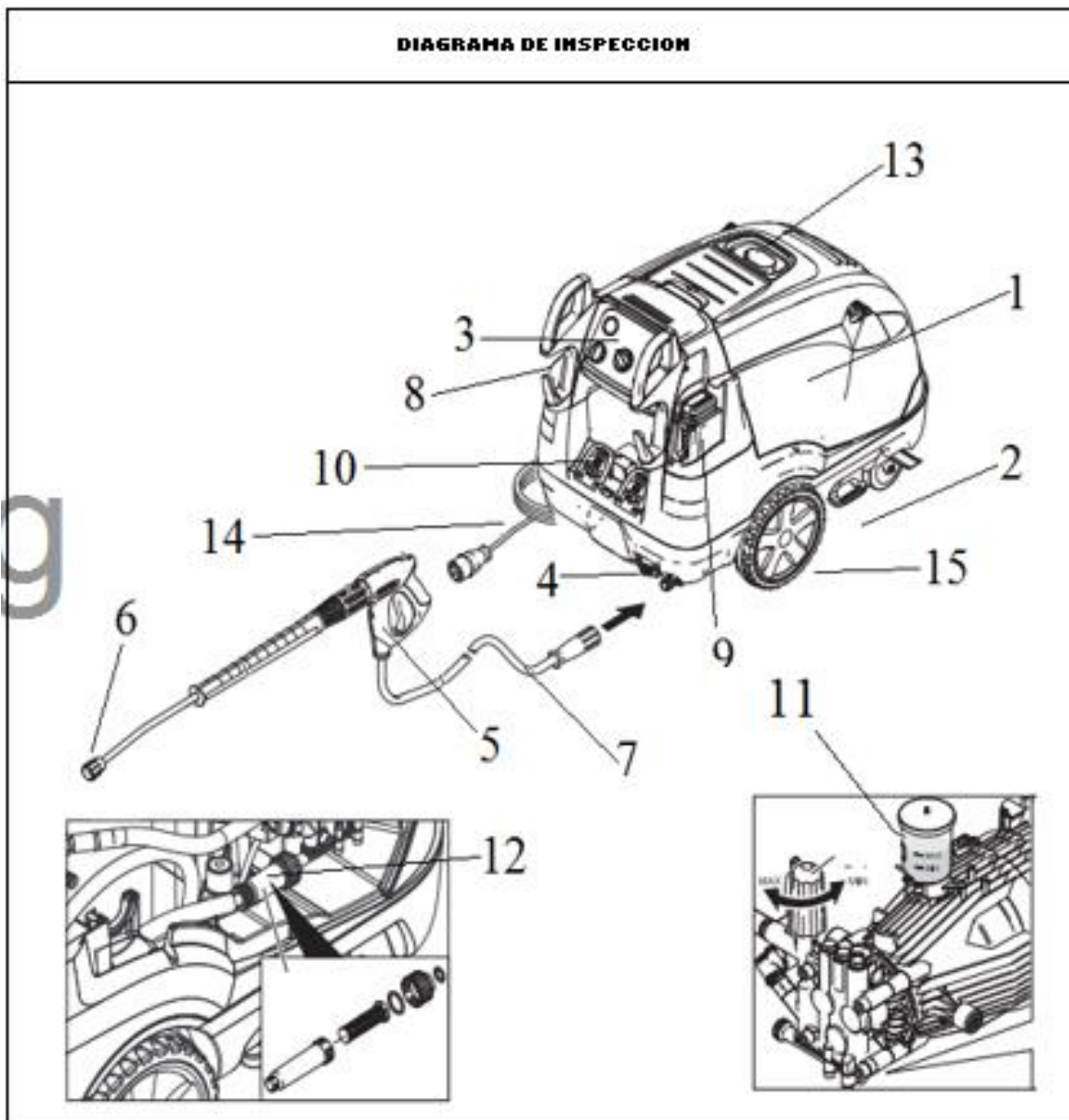
Con la mayor parte de la información de las especificaciones del fabricante, se establece una serie de puntos objetivos y subjetivos a revisar en cada equipo en consenso con el operador y la gerencia, antes, durante y después de turno de trabajo.

El objetivo fundamental es empoderar al operador en la práctica del mantenimiento autónomo, basándose en los principios fundamentales que son: Ajuste, limpieza y lubricación.

Figura 19. Actividades preoperacionales

Realice las siguientes actividades señaladas en el diagrama de inspección y registre en el formato de Inspección Preoperacional de Equipos cualquier falla o condición subestandar.	
N°	ACTIVIDADES
1	VERIFICAR QUE EL EQUIPO ESTE COMPLETAMENTE LIMPIO
2	VERIFICAR QUE EL PISO ESTE LIBRE DE DERRAMES DE ACEITE O AGUA
3	VERIFICAR FUNCIONALIDAD DE CONTROLES E INDICADORES
4	VERIFICAR FUGAS EN MANGUERA Y CONEXION DE ENTRADA DE AGUA
5	VERIFICAR FUGAS EN PISTOLA DE ALTA PRESION
6	VERIFICAR QUE LA BOQUILLA NO ESTE FISURADA
7	VERIFICAR QUE LA MANGUERA DE ALTA PRESION NO ESTE RASGADA O FISURADA
8	VERIFICAR QUE EL NIVEL DE COMBUSTIBLE (ACPM) NO ESTE BAJO
9	VERIFICAR QUE EL NIVEL DEL LIQUIDO ANTIINCRUSTANTE (RM 110) NO ESTE BAJO
10	VERIFICAR QUE EL NIVEL DETERGENTE NO ESTE BAJO
11	VERIFICAR QUE EL NIVEL DE ACEITE ESTE DENTRO DE LOS LIMITES PERMISIBLES (PARTE INTERNA)
12	VERIFICAR QUE EL FILTRO DE AGUA NO ESTE SATURADO (PARTE INTERNA)
13	VERIFICAR QUE LAS EMISIONES (HUMO) NO SEA MUY DENSO
14	VERIFICAR QUE EL CABLEADO ELECTRICO Y CLAVIJA NO ESTE CORTADOS O FRACTURADOS
15	VERIFICAR FUNCIONALIDAD DE RUEDAS
16	
17	

Figura 20. Señalización de puntos a inspeccionar.



14. INSPECCIÓN PREOPERACIONAL

Es el registro obtenido de realizar las rutinas preoperacionales, en el cual se describe el estado del equipo o sus componentes. El formato está diseñado con la finalidad que las condiciones subestandar percibidas por el operador sean transmitidas lo más sencillo posible, con sus propias palabras, sin realizar un diagnóstico a priori. Con la realización de las intervenciones y retroalimentaciones por la condición reportada, se evidencio un gran avance en la percepción técnica de las anomalías y un gran compromiso en la búsqueda de su solución propia.

Figura 21. Registro de Inspección preoperacional.

Schlumberger		INSPECCIÓN PREOPERACIONAL DE EQUIPOS		012H-001-0M-001	
Revisado por: Field Quality Champion		Aprobado por: Operators Manager		Fecha de Actualización: 01/03/2014	
Equipo Torno I Arba Mecanizados Marzo		Base/Planta Guafilla		Año 2014	
Observaciones		Operador	Ortodoxo	Estado	Comentarios
Realice las actividades de la Rutina Preoperacional del Equipo y registre en el campo de observaciones cualquier falla o condición subestandar, cuando aplique realice el entreno por Supervisor y entreno por Mito		Revisado	Supervisor		
1	presente daño en un piñón (operativos velocidades bajas)	WS	JR		Estación de carga observada
2	presente daño en un piñón (operativos velocidades WS)	WS	JR		
3	presente daño en un piñón (operativos velocidades WS)	WS	JR		
4	presente daño - piñón (operativos velocidades WS)	WS	JR		
5	presente daño - piñón (operativos velocidades WS)	WS	JR		Estación de carga observada
6	presente daño piñón (operativos velocidades WS)	WS	JR		
7	Operativo	WS	JR		
8	presente daño piñón (operativos velocidades bajas)	WS	JR		Estación de carga observada
9	Operativo (operativos velocidades bajas)	JR	JR		PN
10	Operativo (operativos velocidades bajas)	JR	JR		Estación de carga observada
11	operativo (operativos velocidades bajas)	JR	JR		Fuga de aire en el cono longitudinal
12	operativo (operativos velocidades bajas)	JR	JR		
13	operativo (operativos velocidades bajas)	JR	JR		
14	operativo (operativos para trabajo velocidades bajas)	JR	JR		
15	operativo	JR	JR		Revisión Remota
16	Operativo	WS	JR		
17	Operativo con daños Anteriores	JR	JR		
18	Operativo	JR	JR		
19	Operativo	WS	JR		- Arreglo L57 (man)
20	Operativo	WS	JR		- Arreglo fuga Aire
21	Operativo	WS	JR		Phil-Goto/Car
22	operativo	JR	JR		
23	operativo Continúan daños Anteriores	JR	JR		
24	operativo	JR	JR		
25	operativo continúan los daños	JR	JR		Phil-Goto/Car
26	presente daño en piñón fuga de aire	WS	JR		Revisión en Orden de Compra
27	operativo Continúan daños	WS	JR		
28	operativo Continúan daños	WS	JR		
29	Daño en piñón	WS	JR		
30	Daño en piñón	WS	JR		
31	Daño en piñón	WS	JR		

Revisado Mantenimiento

En el anterior registro podemos evidenciar que hay 3 operadores utilizando un mismo equipo en diferentes turnos, la percepción cambia con el tiempo e incluso se reportan días “operativo” y otros días se reportan con anomalías encontradas, de igual forma un mismo operador reporta dos condiciones diferentes en el equipo después de haber transcurrido cierto tiempo sin la posibilidad de haber revertido el desgaste de sus componentes.

De esta conclusión podemos obtener lo siguiente:

- Que el operador aprendió a convivir con la falla.
- Que la rotación del personal daba una falsa percepción de falla.
- Que el operador perdió el interés en reportar.
- Que simplemente la falla no existía.

Para estos hallazgos se integró dentro del procedimiento de mantenimiento el reporte de eventos RIR (Risk Identification report) cuando ocurre una condición subestandar en equipos ya que esto pueden generar un evento de calidad (SQ: Service Quality) o HSE, estas condiciones se reportan en la plataforma QUEST¹⁴, que es muy completa para la administración y cierre de oportunidades de mejora. Permite direccionar la condición a un directo responsable y evaluar su seguimiento, así como su cierre.

Esta medida ayuda en gran parte al principio de la gestión de plantas productivas, ya que este sistema es abierto a todo el personal de la compañía, permitiendo un empoderamiento en la búsqueda de la mejora continua.

14. QUEST: Plataforma SLB intranet, utilizada para el mejoramiento continuo del SGC.

Figura 22. Pantallazo reporte de un SQ

Service Quality Hazardous Situation Report

Report Date: Nov 07, 2013 (UTC)		Report Number: 20131107222324	
Created By: Mercado Ordonez Gabriel		Acknowledged: No Closed: No	
Updated On: 11/8/2013 1:35:10 AM (UTC) by Araque Jorge		Service Quality: Yes HSE: No	
Source: Direct Entry - Web		Classification: Hazardous Situation	
Business Segment: Drilling Tools and Remedial	IPM Project/SPM Asset Involved: No	Remedial Actions 0 - Pending 1 - Closed	
Sub-Segment: DTR - Drilling Products and Services	Reporter: Mercado Ordonez Gabriel		
Sub Sub-Segment: DTR - Drilling Products and Services	CRM Client: NONE		
Department: NONE			
QUEST Location: DT&R - Drilling Products & Services Yopal			
Country: Colombia			
Geo Market: LAM - Colombia - Peru			
Location Function: Base			
Event Date: Nov 05, 2013	Event Time: 09:30	Risk Classification	
Site: SLB Facility	CRM Rig Name: NONE	Potential: Medium	
Site Name: Base Guafilla DT&R		Residual: Medium	
Description and Details of Actual or Potential Loss			
Summary:	Registor Prueba Hidrostatica herramientas HE		
Details:	Durante una prueba hidrostatica de herramientas de Impacto se evidencia que los datos son tomados del manometro del equipo, permitiendo ambigüedad en esta actividad.		
Remedial Action # 1			
Create On:	Nov 07, 2013	Target:	Nov 14, 2013
Create By:	Mercado Ordonez Gabriel	Updated By:	Araque Jorge
Responsibility:	Araque Jorge	Priority:	High
Summary:	Asegurar confiabilidad en Prueba hidrostatica de htas de Impacto		
Action Item:	Asegurar la confiabilidad de los datos de la prueba hidrostatica en herramientas de impacto mediante el uso de una carta barometrica.		

15. CONTROL PREOPERACIONAL

La retroalimentación de cada condición reportada es importante para la mejora continua del programa de mantenimiento.

Se diseñó una plantilla donde se realiza la consignación de lo reportado diariamente en el formato de inspección preoperacional con el fin de realizar su cierre lo más pronto posible, esta información se almacena en la base de datos relacionada con las ordenes de mantenimiento.

Figura 23. Registro de control preoperacional

Schlumberger		CONTROL INSPECCIÓN PREOPERACIONAL DE EQUIPOS		DT&R-COL-GM-F004	
		Revisado por: Field Quality Champion	Revisado por: Field Quality Champion	Fecha de Actualización: 01/marzo/2014	
FECHA	7 de marzo de 2014	HORA	08:30	Realizado por	Oscar Perez
Rev.C		Pág.	1	de 1	
Area	Equipos	al día?		Observaciones/ Requerimientos	
T.T.	MINI SERVICES	/		Operativo	
	JAK TESTER II	/		Operativo	
	HTA ELECTRICA	N/A			
TORNIOS	FRESADORA I	/		Operativo (presenta ruido en cabezal)	
	TALADRO RADIAL	/		No se uso	
	SIERRA DE CORTE	/		No se uso	
	TORNO I	/		Operativo	
	TORNO II	/		Presenta vibración en punta y en regilla taper.	
	TORNO III	/		No se uso	
	HTA ELECTRICA	N/A			
BAÑO QUIMICO	BAÑO QUIMICO	/		Operativo	
	HTA ELECTRICA	N/A			
H.E.	BOU	/		Operativa / Habilitar parte de levante / Cabina.	
	PRUEBA HIDROSTATICA	/		Operativo	
	JAK TESTER I	/		OK	
	BARDEJA	/		Operativo	
	BOMBA DE GRASA	/		OK	
INSPECCION	HTA ELECTRICA	N/A			
	VAPORERA	/		Operativa	
SOLDADURA	HTA ELECTRICA	/		Equipo Operativo	
	RECTIFICADORA	/		Operativo	
	MAQ SOLDAR I	/		Operativo / Cambiar pinza y masa, se encuentran en mal estado.	
	MAQ SOLDAR II	/		Operativo	
	PLASMA	/		No se uso	
	HB II	/		Fuga correctora TRIPPOD #3 / Cambio BOMBA CABINA DE TRABAJO.	
	HORNO I	/		Operativo	
FISHING	HTA ELECTRICA	N/A			
	MONTACARGAS	/		Operativo	
TALLER	PUETE GUIA	/			
	COMPRESOR	/		Operativo	

16. HOJA DE VIDA DE EQUIPOS

A continuación se presentan las especificaciones técnicas de los equipos obtenidas en campo.

Tabla 12. Especificaciones técnicas.

CODIGO	EQUIPO	ESPECIFICACIONES TECNICAS
YTR001	TORNO I	Motor 3f, 460 VAC, 18 A, 30 HP, 1800 RPM; Bomba hidraulica@175PSI; Presión de red @ 80 PSI; volteo=24", 297 RPM. Marca: LEHMANN 2516
YTR002	TORNO II	Motor 3f, 460 VAC, 18 A, 30 HP 1800 RPM; Bomba hidraulica@175PSI; Presión de red @ 80 PSI; volteo=24", 297 RPM. Marca: LEHMANN 2516
YTR003	TORNO III (GRAZIANO)	Motor 3f, 460 VAC, 8 A, 1800 RPM; volteo=10". Marca: GRAZIANO
YRR001	RECTIFICADORA	Motor 3f, 460 VAC, 17A, 30 HP, 1750 RPM, Volteo=30"; Motor 3f, 460 VAC, 10 HP, 1750 RPM, motorreductor 20:1. Presión hidráulica@ 1000 PSI; Marca= SERVCO GRNDER
YFI001	POLIPASTO FISHING	Motor 3f, 460 VAC, 2HP, 5 A, 1800 RPM, 8 FT/min, capacidad= 2T
YSI001	POLIPASTO SOLD.	Motor 3f, 460 VAC, 2HP, 5 A, 1800 RPM, 8 FT/min, capacidad= 2T
YPGI001	PUENTE GRUA	Motor 3f, 460 VAC, 5 HP, 23 A, 1750 RPM, 12 FT/min, 40 Ft/min, capacidad= 5T, Marca= SHAWBOX 700
YBKH001	B.O.U	Motor 3f, 460 VAC, 50 HP, 21A, 1800 RPM; presión de trabajo=5000 PSI, Max Torque= 175000 Lb/Ft, Marca=GRIFFITH TORQUEMASTER
YPHH001	PRUEBA HIDROSTATICA	Motor 3f, 460 VAC, 1 HP, 0.8 A, 1750 RPM; presión de trabajo= 5000 PSI. Marca HOUSTON ENGINEER
YJTH 001	JAR TESTER I	Motor 3f, 460 VAC, 15 HP, 21 A, 1800 RPM; presión de trabajo= 3000 PSI. Marca: SMITH
YBGH001	BANDEJA	Motor 3f, 460 VAC, 1 HP, 0.8 A, 1750 RPM. Marca: SMITH
YMSH 001	BOU T.T.	Motor 3f, 220 VAC, 10 HP, 7 A, 3600 RPM. Marca: NOV GRIFFITH
YJTH002	JAR TESTER II (T.T)	Motor 3f, 220 VAC, 2 HP, 5 A, 3600 RPM. Marca: SMITH
YVH001	VAPORELA HD1020	Motor 3f, 220 VAC, 10 HP, 40 A, 1800 RPM. Marca: KARCHER
YVH002	VAPORELA HD895S	Motor 3f, 220 VAC, 10 HP, 40 A, 1800 RPM. Marca: KARCHER

YMCH001	MONTACARGAS	Motor Diésel DEUTZ 92 HP, Par 223 Lb/FT@ 1600 RPM, presión de trabajo hidráulica= 3000 PSI, elevación: 197 pulg. Marca: HELI
YMSA001	M. SOLDADURA I	Generador 3f, 460 VAC, 46A, 60 HZ, ciclo de trabajo: 600A@80%. Marca: LINCOLN
YMSA002	M. SOLDADURA II	Generador 3f, 460 VAC, 46A, 60 HZ, ciclo de trabajo: 600A@80%. Marca: LINCOLN
YMPA001	MAQUINA DE PLASMA	Generador 3f, 220/460 VAC, 50A, 60 HZ, ciclo de trabajo: 100A@60%. Marca: HYPER THERM
YHBA001	HARD BAND	Generador 3f, 460 VAC, 50A, 60 HZ, ciclo de trabajo: 100A@60%, 29 VDC. Marca: SMITH MFG
YHBA002	HARD BAND PORTATIL	Generador 3f, 460 VAC, 50A, 60 HZ, ciclo de trabajo: 100A@60%, 29 VDC. Marca: SMITH MFG
YHTE001	HORNO SOLDADURA I	110 VAC, 1f, 5A, 65°C. Marca: OVEN PHOENIX
YHTE002	HORNO SOLDADURA II	220 VAC, 2f, 3A, 65°C. Marca: SMITH MFG
YHTE003	HORNO HB	110 VAC, 1f, 1A, 600°C. Marca: SMITH MFG
YBQTE001	BAÑO QUIMICO	220 VAC, 2f, 18 A, 90°C, 28000 W, Marca: SMITH MFG
YFD001	FRESADORA	220 VAC, 3f, 9 A, 3 HP, 60 HZ. Marca: DRILLING MACHINE
YTRD001	TALADRO RADIAL	460 VAC, 3f, 5 A, 2 HP, 60 HZ. Marca: IRONWORKS
YSCD001	SIERRA ELECTRICA	461 VAC, 3f, 12 A, 60 HZ. Marca: KASTO RACINE
YCN001	COMPRESOR SRP2015	Motor 220 VAC, 3f, 34 A, 15 HP, 60 HZ. Marca: SCHULZ
YBGN001	BOMBA DE GRASA I	Presión de red: 80 PSI, presión de salida 5400 PSI
YBGN002	BOMBA DE GRASA II	Presión de red: 80 PSI, presión de salida 5400 PSI
YTER001	RED ELECTRICA TALLER	3f, 460 VAC, Full Load=400 A
YTER002	RED ELECTRICA OFICINAS	2f, 220/110 VAC, Full Load=50 A
YTER003	RED ELECTRICA HB	3f, 460 VAC, Full Load=100 A
YTER004	RED ELECTRICA SOLDADURA	3f, 460 VAC, Full Load=200 A
YROR001	RED OXIACETILENICA SOLD	Max presión= 6000 PSI
YROR002	RED	Max presión= 6000 PSI

	OXIACETILENICA HB	
YRNR003	RED NEUMATICA TALLER	Max presión= 120 PSI

La información obtenida se consigna en la interfaz interactiva diseñada para las hojas de vidas de equipos, la cual contiene los datos más representativos:

- **Equipo:** Nombre del equipo
- **Categoría:** categoría asignada al equipo
- **Marca:** marca del equipo
- **Modelo:** modelo del equipo
- **Código:** código asignado por mantenimiento
- **Serial:** serial asignado por el fabricante
- **Criticidad:** valor obtenido de la tabla de criticidades
- **Área:** localización dentro del taller
- **Manual:** número de manual asignado
- **Subsistemas:** componentes establecidos acorde a la taxonomía
- **Variables:** magnitudes características
- **Foto del perfil:** fotografía del activo
- **Rutinas de mantenimiento:** actividades asignadas acorde a los subsistemas
- **Frecuencia:** tiempo de ejecución de las actividades
- **Actividades:** tareas a realizar sobre los elementos
- **Condición operacional del equipo:** conjunto de información que detalla las horas de disponibilidad del equipo, frecuencia de uso diaria y número de eventos fuera de servicio, muestra la gráfica del comportamiento operacional en un tiempo determinado.
- **Historial de mantenimientos:** registro de actividades realizadas en un determinado tiempo.
- **Intervenciones:** relación existente entre los mantenimientos preventivos y los mantenimientos correctivos, muestra el número de intervenciones por subsistemas.
- **Monitoreo de variables:** registro de datos de las variables que establecen el comportamiento del equipo, obtenidas de la realización de las actividades preventivas.
- **Graficas:** representación gráfica de las variables monitoreadas.

17. PROGRAMACIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Acorde a la frecuencia calculada para cada equipo en la clasificación de criticidad, estas se programan al año en una plantilla interactiva creada por el personal del mantenimiento.

Figura 25. Frecuencias de intervención preventiva

Criticidad	Valor de Criticidad	Frecuencia
ALTA	Mayor o igual 55	60-80 días
MEDIA	Entre 20 y 54	100-120 días
BAJA	Menor a 20	130-150 días

*** Para los motores de combustión interna la frecuencia de Mantenimiento es de 250 horas**

La plantilla permite ingresar fechas con un intervalo asociado a la reparación, en nuestro caso lo establecimos de 1 a 20 días desde la fecha inicial del mantenimiento hasta la fecha límite.

Este intervalo permite realizar una consecución de repuestos y dar previo aviso al personal de operaciones para el préstamo del equipo, este modelo ha permitido obtener ganancias reflejadas en la disponibilidad de los equipos, la cual es un gran resultado para los dos departamentos, mantenimiento y producción.

La relación GANAR-GANAR planteada por Covey¹⁵, en su libro “los 7 hábitos de la gente altamente efectiva”, establece que: “Es una estructura que constantemente busca el beneficio mutuo en todas las interacciones humanas, es ver la vida como un escenario cooperativo, no competitivo. Esta forma se basa en el supuesto de la abundancia, de que hay mucho para todos”

15. Dr. Stephen R. Covey (1932-2012), gurú del liderazgo y eficacia personal.

Un ejemplo del cronograma de actividades de mantenimiento se presenta a continuación:

Figura 26. Pantallazo de la programación de mes.

16/07/2014				Indicador de Cumplimiento		83%		# Mto al 25%		3		Insp. Electrica		4		Overhaulin		6		Mtto. Oportunos		10	
2do SEMESTRE 2014				M. Programados		12		# Mto al 50%		0		Insp. Mecanica		5		Max TTR		2		Mtto. Extremopranos		0	
16/07/2014				M. Ejecutados		10		# Mto al 100%		10		Insp. Hidraulica		1		Min TTR		0		Min Desviacion		-10	
16/07/2014												Insp. Neumatica		1		Media TTR		1		Max Desviacion		5	
CATEGORIA	EQUIPO	CODIGO	CRITICIDAD	RUTINAS	FECHA INICIAI	FECHA LIMITE	DIAS PRG	FECHA LIMITE	INTERV	FECHA EJECUCION	DES	FECHA PUESTA A PUNTO	CLASIFICACION DEL MTTO	TTR	REPORTE	ESTADO							
HIDRAULICOS	JAR TESTER I	YJTH001	75	OVERHAULIN	15/06/2014	18/06/2014	3	05/07/2014	20	17/06/2014	-8	18/06/2014	OPORTUNO	1	RMP 199	100							
	PRUEBA HIDROSTÁTICA	YCRH001	57	INSP. HIDRAULICA	18/06/2014	19/06/2014	1	08/07/2014	20	19/06/2014	-9	19/06/2014	OPORTUNO	0	RMP 201	100							
	BOU I	YBKH001	104	INSP. MECANICA	18/06/2014	18/06/2014	0	08/07/2014	20							25							
ROTATIVOS	RECTIFICADORA	YRR001	92	INSP. ELECTRICA	15/06/2014	21/06/2014	6	05/07/2014	20	15/06/2014	-10	16/06/2014	OPORTUNO	1	RMP 200	100							
				INSP. MECANICA	21/06/2014	21/06/2014	0	11/07/2014	20	22/06/2014	-9	23/06/2014	OPORTUNO	1	RMP 202	100							
NEUMATICOS	RED NEUMATICA	YRNR001	51	INSP. ELECTRICA	21/06/2014	21/06/2014	0	11/07/2014	20	22/06/2014	-9	24/06/2014	OPORTUNO	2	RMP 203	100							
	COMPRESOR SRP 3015	YCN002	50	INSP. NEUMATICA	25/06/2014	25/06/2014	0	05/07/2014	10							25							
TERMICOS	HORNO I	YHT001	20	OVERHAULIN	25/06/2014	25/06/2014	0	05/07/2014	10	26/06/2014	-4	27/06/2014	OPORTUNO	1	RMP 205	100							
	BAÑO QUIMICO	YBQT001	84	INSP. ELECTRICA	18/06/2014	18/06/2014	0	08/07/2014	20							25							
HERRAMIENTAS MENORES	HTAS HE	###	20	OVERHAULIN	25/06/2014	25/06/2014	0	05/07/2014	10	25/06/2014	-5	26/06/2014	OPORTUNO	1	RMP 204	100							
	HTAS TT	###	20	INSP. MECANICA												0							
	HTAS INSPECCION	###	20	INSP. ELECTRICA												0							
	PALANCAS FISHING	###	28	INSP. MECANICA												0							

La programación permite ver el cumplimiento a la fecha de las actividades asignadas así como su reporte asociado de mantenimiento, también establece un indicador de mantenimientos oportunos y mantenimiento fuera del intervalo o backlogs, los cuales son extemporáneos.

Figura 27. Pantallazo de diagrama de Gantt para programación de mantenimiento del mes.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO							2do SEMESTRE 2014		Cumplimiento															
MPRG 1		JULIO		16/07/2014		83%																		
Equipo	Rutinas	Fecha Inicio	Fecha Limite	Intervalo	Fecha Ejecución	Puesta a Punto	TTR	06/01	06/08	06/15	06/22	06/29	07/06	07/13	07/20	07/27	08/03	08/10	08/17	08/24	08/31	09/07		
JAR TESTER I	OVERHAULIN	15/06/2014	05/07/2014	20	17/06/2014	18/06/2014	1																	
PRUEBA HIDROSTÁTICA	INSP. HIDRAULICA	18/06/2014	08/07/2014	20	19/06/2014	19/06/2014	0																	
BOU I	INSP. MECANICA	18/06/2014	08/07/2014	20																				
	INSP. ELECTRICA	15/06/2014	05/07/2014	20	15/06/2014	16/06/2014	1																	
RECTIFICADORA	INSP. MECANICA	21/06/2014	11/07/2014	20	22/06/2014	23/06/2014	1																	
	INSP. ELECTRICA	25/06/2014	05/07/2014	10																				
RED NEUMATICA	INSP. NEUMATICA	25/06/2014	05/07/2014	10	26/06/2014	27/06/2014	1																	
HORNO I	INSP. ELECTRICA	18/06/2014	08/07/2014	20																				
BAÑO QUIMICO	OVERHAULIN	25/06/2014	05/07/2014	10	25/06/2014	26/06/2014	1																	
HTAS HE	INSP. MECANICA																							
HTAS TT	INSP. MECANICA																							
HTAS INSPECCION	INSP. MECANICA																							
PALANCAS FISHING	INSP. MECANICA																							

La representación gráfica de la programación de mantenimiento en un diagrama de Gantt, nos permite tener un mayor control en el seguimiento de los pendientes para llevar a cabo la actividad planeada ya que es una de las mejores herramientas de control visual que transmite inmediatamente el estado del entorno al usuario.

La representación del intervalo de mantenimiento esta detallado en color azul, la intervención programada al equipo está en color naranja y su extensión va acorde a los días de puesta a punto.

El *deadline* o línea roja que indica el día actual, permite alertar al usuario sobre la ubicación o días restantes. El indicador de cumplimiento asocia el cierre de las actividades planeadas para esa programación.

18. ORDENES DE MANTENIMIENTO

De la condiciones reportadas por el operador en el día a día de la operación con su equipo, se crea una base de datos que nos permite analizar la reincidencia de las fallas y los equipos o sistemas malos actores cada trimestre.

Figura 28. Pantallazo ordenes de mantenimiento

Nº	CATEGORIAS	EQUIPOS	SUBSISTEMA	DESCRIPCION DE LA FALLA	CAUSA ASOCIADA	FECHA REPORTE FALLA	DIAS ACTUALES	FECHA DE CIERRE	DIAS DE CIERRE	SOLUCION	ESTADO
1	HIDRAULICOS	HD385	ELECTRICO	cableado de alimentacion electrica suelto	MALA OPERACION	02/01/2013		02/01/2013	0	Ajuste de Cableado RMC 203	CERRADO
2	ROTATIVOS	RECTIFICADORA	NEUMATICO	fuga en llave de aire comprimido	SIN INTERVENCIÓN	03/01/2013		03/01/2013	0	Cambio de llave RMC 204	CERRADO
3	HTAS ELECTRICAS	EXTENSIONES	ELECTRICO	Cableado en mal estado	SIN INTERVENCIÓN	03/01/2013		03/01/2013	0	Fabricacion y entrega de elementos RMC 205	CERRADO
4	HTAS ELECTRICAS	MP3 002	ELECTRICO	Ruidos anormales	SIN INTERVENCIÓN	05/01/2013		08/01/2013	3	Limpieza general RMC 206	CERRADO
5	ARCO ELECTRICO	HB I	HIDRAULICO	Perdida de presion en elevadores	INAPROPIADO PARA OPERACION	08/01/2013		10/01/2013	2	Intervencion hidraulica RMC 207	CERRADO
6	HTAS ELECTRICAS	MP3 001	ELECTRICO	Ruidos anormales	SIN INTERVENCIÓN	08/01/2013		11/01/2013	3	Limpieza general RMC 208	CERRADO
7	TERMICOS	BQ	ELECTRICO	Equipo no calienta lo suficiente	LMITE VIDA UTIL	12/01/2013		02/03/2013	49	Overhaul RMC 207	CERRADO
8	HTAS ELECTRICAS	PI 002	ELECTRICO	Overhaul para puesta a punto	SIN INTERVENCIÓN	05/01/2013		14/01/2013	9	Overhaul RMC 209	CERRADO
9	HTAS ELECTRICAS	PI001	ELECTRICO	Overhaul para puesta a punto	SIN INTERVENCIÓN	14/01/2013		05/03/2013	50	Puesta a Punto RMC 238	CERRADO
10	LUMINARIAS	LUMINARIAS HE	ELECTRICO	Luminaria Fundida	SOBREVOLTAJE	09/01/2013		14/01/2013	5	Cambio de luminaria fundidad RMC 210	CERRADO
11	HTAS ELECTRICAS	PI003	ELECTRICO	Overhaul para puesta a punto	SIN INTERVENCIÓN	09/01/2013		14/01/2013	5	Overhaul RMC 211	CERRADO
12	HTAS ELECTRICAS	PI004	ELECTRICO	Overhaul para puesta a punto	SIN INTERVENCIÓN	11/01/2013		14/01/2013	3	Overhaul RMC 212	CERRADO
13	TERMICOS	YAT-015	ELECTRICO	Equipo no enfria	CORTO CIRCUITO	15/01/2013		15/01/2013	0	Cambio de equipo por otro RMC 213	CERRADO
14	DINAMICOS	FRESADORA	ELECTRICO	Equipo no opera	CORTO CIRCUITO	16/01/2013		19/01/2013	3	Ruteo de conexiones electricas RMC 215	CERRADO
15	TERMICOS	YAT-005	ELECTRICO	Equipo no enfria	SORRESPUERZO	16/01/2013		18/01/2013	2	Cambio por Backup RMC 214	CERRADO
16	REDES	RED NEUMATICA	NEUMATICO	Acople con fugas	LMITE VIDA UTIL	21/01/2013		21/01/2013	0	Cambio de Acople RMC 216	CERRADO
17	HIDRAULICOS	MC	HIDRAULICO	Fuga en Cilindro Basculante	LMITE VIDA UTIL	15/01/2013		22/01/2013	7	Cambio de Empaquetadura RMC 217	CERRADO
18	LUMINARIAS	LUMINARIAS OFICINAS	ELECTRICO	Luminarias Fundidas oficinas	SOBREVOLTAJE	29/01/2013		08/02/2013	10	Cambio de lamparas RMC 220	CERRADO
19	ARCO ELECTRICO	HB I	ELECTRICO	Alambre se fundo en la antorcha	CORTO CIRCUITO	29/01/2013		29/01/2013	0	Ajuste de sistemas RMC 218	CERRADO
20	ROTATIVOS	TORNIO I	MECANICO	Sistema de Sujecion Deficiente	LMITE VIDA UTIL	08/01/2011		05/02/2013	759	Instalacion de repuesto RMC 219	CERRADO
21	HTAS ELECTRICAS	MTT 002	ELECTRICO	Cable Fracturado y clavija Rota	MALA OPERACION	06/02/2013		06/02/2013	0	Cambio de Clavija y Cable RMC 221	CERRADO
22	REDES	RED NEUMATICA	NEUMATICO	Acoples con fugas PNHE 3	LMITE VIDA UTIL	06/02/2013		06/02/2013	0	Cambio de Acoples RMC 222	CERRADO
23	HTAS ELECTRICAS	AS 001	ELECTRICO	Ruidos anormales en htas al accionar	SIN INTERVENCIÓN	06/02/2013		06/02/2013	0	Limpieza general RMC 223	CERRADO
24	TERMICOS	YAT-008	ELECTRICO	Equipo con ruidos anormales	SIN INTERVENCIÓN	08/02/2013		08/02/2013	0	Limpieza general RMC 224	CERRADO
25	HTAS ELECTRICAS	MPHE 001	ELECTRICO	Hta no funciona	CORTO CIRCUITO	09/02/2013		09/02/2013	0	Cambio de cable RMC 235	CERRADO
26	IZAJE	POLIPASTO SOLD	ELECTRICO	Protector de Cable desprendido	MALA OPERACION	09/02/2013		09/02/2013	0	Instalacion de Guaya RMC 228	CERRADO
27	TERMICOS	YAT-004	ELECTRICO	Equipo con ruidos anormales	SORRESPUERZO	11/02/2013		11/02/2013	0	Mto General RMC 227	CERRADO
28	IZAJE	PG	MECANICO	Guia de Polea Fracturada	MALA OPERACION	11/02/2013		11/02/2013	0	Cambio de Guia RMC 228	CERRADO
29	ROTATIVOS	TORNIO I	MECANICO	Overhaul para puesta a punto	SIN INTERVENCIÓN	13/02/2013		13/02/2013	0	Cambio de Tornillo RMC 229	CERRADO
30	HIDRAULICOS	BOU	MECANICO	Rozamiento del carro movil	LMITE VIDA UTIL	18/02/2013		06/03/2013	16	Instalacion de Rodachines RMC 239	CERRADO
31	TERMICOS	YAT-005	ELECTRICO	Ruido al encender	LMITE VIDA UTIL	19/02/2013		19/02/2013	0	Revison de sistemas de refrigeracion RMC 230	CERRADO
32	HTAS ELECTRICAS	MTT 001	ELECTRICO	Ruidos anormales	SORRESPUERZO	19/02/2013		19/02/2013	0	Cambio de escobillas y Clavijas RMC 231	CERRADO
33	HIDRAULICOS	JAR TESTER I	MECANICO	Cilindro sin apoyos	SORRESPUERZO	21/02/2013		21/02/2013	0	Instalacion de soportes RMC 232	CERRADO
34	HIDRAULICOS	PH	HIDRAULICO	Acoples hidraulicos desgastados	LMITE VIDA UTIL	11/02/2013		21/02/2013	10	Cambio de Acoples HP RMC 233	CERRADO
35	ROTATIVOS	TORNIO I	MECANICO	Ruidos anormales al accionar QC	SORRESPUERZO	27/02/2013		27/02/2013	0	Limpieza Interna RMC 234	CERRADO
36	IZAJE	POLIPASTO SOLD	ELECTRICO	Cable Fracturado al rotar brazo	MALA OPERACION	27/02/2013		27/02/2013	0	Cambio de Cable Fracturado RMC 235	CERRADO
37	ROTATIVOS	RECTIFICADORA	NEUMATICO	Sistema FRL Fracturado por htas	MALA OPERACION	27/02/2013		28/02/2013	1	Cambio de adaptador RMC 236	CERRADO
38	ROTATIVOS	TORNIO II	MECANICO	Bujes internos de QC desgaste progresivo	INAPROPIADO PARA OPERACION	27/02/2013		07/03/2013	8	Cambio de bujes RMC 240	CERRADO
39	TERMICOS	BQ	MECANICO	Temperatura de Calentamiento no es suficiente	MALA OPERACION	13/03/2013		15/03/2013	2	Tanque con sedimentos solidos RMC 241	CERRADO

20. CONCLUSIONES

La disponibilidad de los equipos de la base DT&R aumentó significativamente en un 93% en el año 2013-2014, con la aplicación de los conocimientos adquiridos en la especialización gerencia de mantenimiento.

La incentivación de la filosofía de preservación de los operarios en sus equipos, ayudó a disminuir las tasas de fallas y permitió la identificación de malos actores.

El sistema de mejora continua QUEST, reafirmo el proceso de identificación y valoración de riesgos de las fallas en la gestión de mantenimiento.

La participación activa de los operadores en el saber-hacer de las tareas de mantenimiento permitió el rompimiento de paradigmas entre operaciones y mantenimiento.

La información de los equipos fue complementada en un 80% con la metodología de la consecución de la información y permitió eliminar el pensamiento de obsolescencia a nivel gerencial.

BIBLIOGRAFIA

BORRAS PINILLA, Carlos. Principios de Mantenimiento. Universidad Industrial de Santander. 2011.

ESPINOSA FUENTES, Fernando (2008). Auditoria para la efectividad del mantenimiento, Universidad de Talca. 2008.

GIRALDO, Sebastián. Mantenimiento productivo total. Universidad Industrial de Santander. 2013

GONZÁLEZ BOHÓRQUEZ, Carlos Ramón. Mantenimiento Preventivo. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. 2006

GONZALES JAIMES, Isnardo. Seminario II Monografía de Especialización. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 2011.

GONZALES FERNANDEZ, Francisco Javier (2004). Auditoria del mantenimiento e indicadores de gestión. Ed Artegraf S.A. Madrid Primera Ed. 2004

MORA GUTIERREZ, Alberto. Mantenimiento industrial efectivo. 2da edición. Medellín Coldi 2012.

MORA GUTIERREZ, Alberto (2009). Mantenimiento. Planeación, ejecución y control. Primera edición. Alfaomega 2009

MOUBRAY, John Mitchell (2004). RCM, *Reliability Centered Maintenance*. RCM II. Ed en español. Carolina del Norte: Aladon LLC. 433 pág.