

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN PARA EL PROCESO DE  
ADMINISTRACIÓN DE HERRAMIENTAS EN ECOPETROL S.A. REFINERÍA DE  
CARTAGENA**

**ALFONSO JAVIER OCHOA ANDRADE**

**CRISTIAN JAVIER SALCEDO CONTRERAS**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA MECÁNICA  
CARTAGENA DE INDIAS D. T. y C.**

**2011**

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN PARA EL PROCESO DE  
ADMINISTRACIÓN DE HERRAMIENTAS EN ECOPETROL S.A. REFINERÍA DE  
CARTAGENA**

**ALFONSO JAVIER OCHOA ANDRADE  
CRISTIAN JAVIER SALCEDO CONTRERAS**

**Monografía**

**Asesor  
Camilo Cardona Agudelo  
Profesional 1A  
Ecopetrol S.A.**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA MECÁNICA  
CARTAGENA DE INDIAS D. T. y C.  
2011**

**Nota de aceptación:**

---

---

---

---

---

---

---

Firma del presidente del jurado

---

Firma del jurado

---

Firma del jurado

Cartagena de Indias D. T. y C., Noviembre del 2011

Cartagena de Indias D.T. y C., Noviembre 28 de 2011

**Señores**

Comité Curricular Programa de Ingeniería Mecánica

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR

Ciudad

Respetados señores,

Con la presente se hace entrega para su estudio, consideración y aprobación de la monografía titulada: "DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN PARA EL PROCESO DE ADMINISTRACIÓN DE HERRAMIENTAS EN ECOPETROL S.A. REFINERÍA DE CARTAGENA", para optar al título de Ingeniero Mecánico.

Agradecemos de antemano la atención prestada

Atentamente,

---

Cristian Salcedo Contreras  
C.C 1.047.410.375 de Cartagena

---

Alfonso Ochoa Andrade  
C.C 1.128.047.847 de Cartagena

Cartagena de Indias D.T. y C., Noviembre 25 de 2011

**Señores**

Comité Curricular Programa de Ingeniería Mecánica

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR

Ciudad

Respetados señores,

Tengo el agrado de presentar a su consideración la monografía de la cual me desempeño como asesor, titulada: “DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN PARA EL PROCESO DE ADMINISTRACIÓN DE HERRAMIENTAS EN ECOPETROL S.A. REFINERÍA DE CARTAGENA”, desarrollada por los estudiantes Cristian Salcedo Contreras y Alfonso Ochoa Andrade como requisito para optar al título de Ingeniero Mecánico.

Agradeciendo la atención prestada

Atentamente,

---

Camilo Cardona Agudelo

Ingeniero Mecánico - Asesor

## **AGRADECIMIENTOS**

En las siguientes líneas se hará un breve reconocimiento a aquellas personas, que con sus valiosos y desinteresados aportes, hicieron posible que se llevara a cabo esta monografía.

Agradecimientos especiales al Ing. Camilo Cardona, cuya experiencia en el campo del mantenimiento y la confiabilidad, fue de mucha utilidad, toda vez que representó para los autores de este proyecto sugerencias y recomendaciones supremamente valiosas. Gracias por su constante acompañamiento durante el desarrollo de este trabajo.

Agradecimientos al personal de Ecopetrol S.A. Refinería de Cartagena, en especial al equipo de la central de herramientas, pues sus comentarios ofrecieron una óptica diferente y de suma importancia para culminar exitosamente este trabajo.

Agradecimientos al Ing. Adrian Alba, quien de forma generosa, colocó al servicio de los autores sus conocimientos en informática y programación.

## DEDICATORIA CRISTIAN SALCEDO

*A Dios por convertirse en el motor principal que impulsa mis sueños y metas, llenando mi vida de muchas bendiciones. Gracias Dios por tu inmenso amor.*

*A mi abuela y también madre, Nacira Carranza De Contreras, quien no me acompaña hoy, pero que desde el cielo esta guiando cada uno de mis pasos. Gracias abuela por hacer de mi la persona quien hoy en día soy.*

*A mis padres, Agripina Contreras Carranza y Walberto Salcedo Salcedo porque cada día dieron todo su amor y todo de sí para brindarme un futuro lleno de éxitos. Gracias padres por todo su esfuerzo y sacrificio.*

*A mis hermanos, Walberto Salcedo Contreras y Edgar salcedo contreras, demás familiares, Amigos y compañeros de estudio por su continuo apoyo y ayuda durante mi formación académica y, su presencia en momentos difíciles y felices de mi vida.*

**Cristian Javier Salcedo Contreras**

## DEDICATORIA ALFONSO OCHOA

*Este triunfo va dedicado a aquellas personas, que así como yo, anhelaron por tanto tiempo el cumplimiento de esta meta.*

*A Dios, por ser mi protector y mostrarme cada día su mano poderosa actuando en mi vida.*

*A mi madre y abuela, por cumplir a cabalidad con la ardua tarea encomendada por Dios de educarme e instruirme en sus caminos.*

*A nohe, quien me acompañó en este proceso. Gracias por llorar, sufrir y reír conmigo.*

*A mis amigos de estudio, Cristian e Iván, quienes son testigos del esfuerzo y sacrificio que demandó esta maravillosa carrera.*

*En especial dedico este logro a la memoria de mi abuelo Rafael, por una vida de constante sacrificio. Este triunfo demuestra que tu esfuerzo no fue en vano.*

**Alfonso Ochoa Andrade**



# CONTENIDO

	Pág.
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>13</b>
<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>14</b>
<b>1. SITUACIÓN ACTUAL DE LA CENTRAL DE HERRAMIENTAS EN ECOPETROL S.A. REFINERÍA DE CARTAGENA.....</b>	<b>16</b>
1.1 PRESENTACIÓN DE LA EMPRESA.....	16
1.2 PRESENTACIÓN REFINERÍA DE CARTAGENA .....	17
1.3 SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD REFINERÍA DE CARTAGENA.....	18
1.4 PROCESO DE ADMINISTRACIÓN DE HERRAMIENTAS .....	19
1.5 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA .....	20
<b>2. PROPUESTA DE MEJORA PARA EL PROCESO DE ADMINISTRACIÓN DE HERRAMIENTAS MEDIANTE UN SISTEMA DE GESTIÓN .....</b>	<b>22</b>
2.1 DEFINICIONES Y GENERALIDADES.....	22
2.1.1 SISTEMA DE GESTIÓN.....	22
2.1.2 ETAPAS Y ELEMENTOS DE UN SISTEMA DE GESTIÓN .....	23
2.1.3 BENEFICIOS DE UN SISTEMA DE GESTIÓN .....	24
2.2 SISTEMA DE GESTIÓN PARA EL PROCESO DE ADMINISTRACIÓN DE HERRAMIENTAS .....	24
2.2.1 OBJETIVOS Y POLÍTICAS .....	25
2.2.2 ORGANIZACIÓN.....	27
2.2.3 ESTÁNDARES .....	38
2.2.4 INDICADORES, INSUMOS Y PRODUCTOS .....	39
2.2.5 MEJORA CONTINUA Y AUDITORÍAS .....	40
2.2.5.1 Mejora continua.....	40
2.2.5.2 Auditorías.....	41

<b>3. ESTRATEGIAS Y HERRAMIENTAS DE SOPORTE PARA GARANTIZAR LA ADECUADA GESTIÓN DE ACTIVOS EN LA CENTRAL DE HERRAMIENTAS .....</b>	<b>43</b>
3.1 IDENTIFICACIÓN PARA LA LOCALIZACIÓN DE HERRAMIENTAS .....	43
3.2 SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA LA ADMINISTRACIÓN DE HERRAMIENTAS.....	46
3.2.1 ANTECEDENTES .....	46
3.2.2 NECESIDADES .....	47
3.2.3 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA LA ADMINISTRACIÓN DE HERRAMIENTAS (SIPAH). .....	48
3.2.3.1 Estructura y funcionamiento de SIPAH.....	48
3.2.3.2 Manejo de SIPAH .....	50
 <b>CONCLUSIONES .....</b>	 <b>55</b>
 <b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	 <b>58</b>

## LISTADO DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Mapa infraestructura petrolera Ecopetrol S.A. ....	17
<b>Figura 2.</b> Mapa de procesos del SGC Ecopetrol S.A. Refinería de Cartagena.....	18
<b>Figura 3.</b> Proceso de Administración de herramientas .....	19
<b>Figura 4.</b> Etapas de un sistema de gestión .....	23
<b>Figura 5.</b> Organización para el proceso de administración de herramientas.....	27
<b>Figura 6.</b> Sub-procesos y procedimientos del proceso de administración de herramientas .....	28
<b>Figura 7.</b> Distribución de los estantes en la central de herramientas .....	44
<b>Figura 8.</b> Ejemplo localización de herramientas.....	45
<b>Figura 9.</b> Diagrama modelo de flujo de datos Cliente - Servidor.....	49
<b>Figura 10.</b> Inicio de sesión SIPAH.....	50
<b>Figura 11.</b> Interfaz de inicio .....	50
<b>Figura 12.</b> Registro de solicitantes.....	51
<b>Figura 13.</b> Registro de herramientas .....	51
<b>Figura 14.</b> Préstamo de herramientas .....	52
<b>Figura 15.</b> Tiquete generado a partir de un préstamo .....	52
<b>Figura 16.</b> Entrada de material nuevo .....	53
<b>Figura 17.</b> Salida de herramientas que son de consumo.....	53
<b>Figura 18.</b> Para dar herramientas de bajas o enviar a reparación.....	54
<b>Figura 19.</b> Visualización de reportes.....	54

## RESUMEN

El presente trabajo cuyo título es “**Diseño de un sistema de gestión para el proceso de administración de herramientas en Ecopetrol S.A. Refinería de Cartagena**”, pretende diseñar y sugerir estrategias que garanticen el correcto funcionamiento de la Central de Herramientas en Ecopetrol S.A. Refinería de Cartagena, a partir de la puesta en marcha de un sistema de gestión, apoyado por herramientas computacionales, para la consecución de los objetivos propuestos.

Los aspectos tratados se desarrollaron así:

1. Situación actual de la central de herramientas en Ecopetrol S.A. Refinería de Cartagena.
2. Propuesta de mejora para el proceso de administración de herramientas mediante un sistema de gestión.
3. Estrategias y herramientas de soporte para garantizar la adecuada gestión de activos en la central de herramientas.

**PALABRAS CLAVES:** Sistema de gestión, indicadores de gestión, inventario, mejora continua, gestión de activos, HSEQ (Health – Safety – Environment – Quality), SIPAH.

## INTRODUCCIÓN

“Contamos con grandes profesionales en esta empresa, pero nos faltan recursos materiales”, es la excusa preferida por directores de planta o jefes de mantenimiento. Dicha expresión no siempre refleja la realidad de una compañía, pues son conocidos los casos en los que grandes inversiones de dinero vinieron acompañadas de rotundos fracasos, debido a fallas en la administración de los recursos suministrados.

A este hecho Ecopetrol S.A. Refinería de Cartagena no es inmune, razón por la cual surge la necesidad de adoptar estrategias de administración de recursos que impulsen la competitividad de la compañía, todo esto enmarcado en un panorama mundial en el que el auge de la industria petrolera y la entrada en vigencia de estándares internacionales demandan efectividad y control de procesos en el negocio de la extracción del petróleo.

Por las razones expuestas anteriormente, la siguiente monografía pretende estudiar de forma ordenada las oportunidades de mejora en el proceso de administración de herramientas en Ecopetrol S.A. Refinería de Cartagena y sugerir acciones para el aprovechamiento óptimo de dichas oportunidades, que de ponerse en práctica, se traducirán en mejoras al desempeño y por ende en beneficios económicos para la organización a un costo moderado, representados en el aumento de la productividad en la ejecución de mantenimiento, a partir de maximizar la gestión de la central de herramientas de la Refinería de Cartagena.

De igual forma, cabe resaltar que el modelo a implementar, estará apalancado tecnológicamente, con desarrollo de herramientas computacionales, haciendo posible de esta forma la consecución de los objetivos propuestos.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Diseñar un sistema de gestión para el proceso de administración de la central de herramientas en ECOPETROL S.A. Refinería de Cartagena, que se encuentre enmarcado dentro de los objetivos y la estructura de la organización, con el cual sea posible optimizar los procedimientos desarrollados en la central de herramientas, en función de maximizar la productividad del proceso de Mantenimiento de la refinería.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Validar las políticas y el objetivo del sistema de gestión.
- Concretar la estructura y organización del sistema de gestión.
- Identificar y definir una herramienta informática que apalanque tecnológicamente el sistema de gestión.
- Especificar los estándares por los que debe estar regido el sistema de gestión, así como los subprocesos.
- Hacer factible la medición de indicadores por medio de los cuales se evaluará la gestión.
- Identificar las posibles mejoras que se le pueden efectuar al proceso.

# CAPITULO I

## SITUACIÓN ACTUAL DE LA CENTRAL DE HERRAMIENTAS EN ECO PETROL S.A. REFINERÍA DE CARTAGENA



## **1. SITUACIÓN ACTUAL DE LA CENTRAL DE HERRAMIENTAS EN ECOPETROL S.A. REFINERÍA DE CARTAGENA**

Si se hace una analogía entre una empresa y un atleta, se observa que sus recursos materiales son representados por el esqueleto (estructura), y la coordinación o división del trabajo por los nervios (conexión). Su objetivo principal es obtener el triunfo (misión) y para esto debe ser veloz, pero si sufre una caída su esqueleto es susceptible a sufrir fracturas poniendo en peligro su carrera profesional (existencia de la empresa). Por otro lado, necesita una estrategia que es puesta en práctica cuando el sistema nervioso la entrega a los miembros del cuerpo, de manera que una falla en la coordinación de los movimientos inutiliza la mejor de las estrategias.

De acuerdo con la analogía expuesta, al intervenir los procesos en una empresa o compañía es indispensable que se inicie por estudiar el equilibrio que existe entre los mismos, y la forma como se encuentra estructurada dicha empresa.

### **1.1 PRESENTACIÓN DE LA EMPRESA**

ECOPETROL S.A. es una empresa dedicada a la exploración, producción, refinación y transporte de hidrocarburos en el territorio colombiano, ciento por ciento estatal y vinculada al Ministerio de Minas y Energía. Es la principal empresa petrolera en Colombia y se encuentra ubicada en el grupo de las 35 petroleras más grandes del mundo.

En Colombia, la demanda de combustibles es atendida por Ecopetrol S.A. mediante importación y producción directa; esta última promedia los 330.000 barriles/día y es posible gracias a las refinerías de Barrancabermeja y Cartagena las cuales procesan 250.000 y 80.000 barriles diarios, respectivamente.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Ecopetrol S.A. Refinería de Cartagena. En línea:  
<http://www.ecopetrol.com.co/contenido.aspx?catID=46&conID=37668>



Figura 1. Mapa infraestructura petrolera Ecopetrol S.A.



Fuente: <http://www.islatumaco.galeon.com/redesecop.html>

## 1.2 PRESENTACIÓN REFINERÍA DE CARTAGENA

La Refinería de Cartagena fue construida durante la década de los cincuenta por la International Petroleum Company Ltda., con el propósito de atender las necesidades del norte colombiano. Dicha elección fue reforzada por la existencia del terminal del oleoducto de la Andian National Corporation y por las facilidades portuarias de la Bahía.

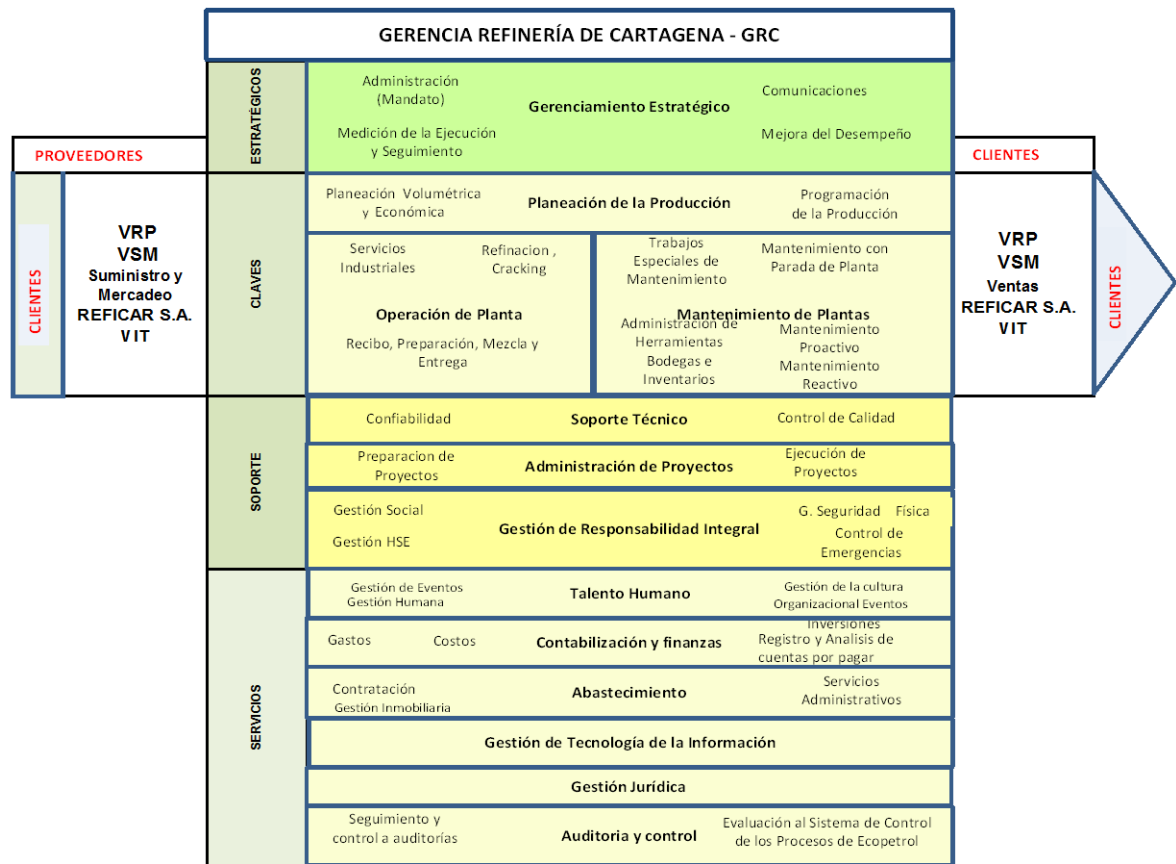
En 1974 Ecopetrol adquiere la refinería con una capacidad de 50.000 barriles diarios (en sus inicios sólo manejaba 26.300 barriles/día), y mediante proyectos de optimización en los años 1.983 y 1.996, se ha elevado su capacidad hasta los 80.000 barriles diarios actuales.<sup>2</sup>

<sup>2</sup> Ecopetrol S.A. Refinería de Cartagena. En línea: <http://www.ecopetrol.com.co/contenido.aspx?catID=46&conID=36080>

### 1.3 SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD REFINERÍA DE CARTAGENA

En la actualidad, el sistema de gestión de calidad de Ecopetrol S.A. Refinería de Cartagena cumple con los requisitos establecidos por la NTC ISO 9001:2008; esta Norma Internacional promueve la adopción de un enfoque basado en procesos cuando se desarrolla, implementa y mejora la eficacia de un sistema de gestión de la calidad, para aumentar la satisfacción del cliente mediante el cumplimiento de sus requisitos.<sup>3</sup>

**Figura 2.** Mapa de procesos del SGC Ecopetrol S.A. Refinería de Cartagena



**Fuente:** Registros de Ecopetrol S.A. Refinería de Cartagena

<sup>3</sup> INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Sistemas de gestión de la calidad. 3 ed. Bogotá : ICONTEC, 2008. P i. (NTC-ISO 9001)

## 1.4 PROCESO DE ADMINISTRACIÓN DE HERRAMIENTAS

El proceso de administración de herramientas se encuentra ubicado dentro del Macroproceso de Mantenimiento de Plantas, y este a su vez dentro del Megaproceso de Procesos Claves (ver Fig. 2 y Fig. 3). Su objetivo principal es proveer a los procesos de Mantenimiento de las herramientas que estos requieran y administrar las mismas garantizando su calidad y funcionalidad a un costo óptimo.

**Figura 3.** Proceso de Administración de herramientas



**Fuente:** Autores del proyecto. Mapa de procesos realizado a partir de información suministrada por Ecopetrol S.A. Refinería de Cartagena

Las tareas desarrolladas por la Central de Herramientas son las siguientes:

- Recibo
- Alistamiento
- Despacho o préstamo
- Manejo de Inventarios
- Balance de necesidades

## **1.5 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**

En la actualidad, la búsqueda de la optimización del costo de mantenimiento, genera un nuevo reto a la central como es identificar las posibles acciones que permitirán mejorar la gestión. Cabe resaltar que gran parte del presupuesto asignado a esta dependencia es utilizado para la adquisición de herramientas y equipos.

Por otra parte, uno de los factores que impacta el costo de mantenimiento, es el tiempo en alistamiento para realizar alguna actividad, que a su vez repercute en el número de horas/hombres, la disponibilidad de la herramienta y en la producción. Una fracción de este tiempo de alistamiento es gastado por la central de herramientas, que transcurre desde el momento en que el solicitante llega a la central hasta que se entrega la herramienta.

Finalmente, en la central de herramientas de la Refinería de Cartagena los procedimientos del proceso de administración de herramientas, son registrados de forma inapropiada; lo cual impide que se lleve a cabo una adecuada gestión de la información e imposibilita la implementación de indicadores que permitan establecer metas para alcanzar una mejora continua.

## CAPITULO II

### PROPUESTA DE MEJORA PARA EL PROCESO DE ADMINISTRACIÓN DE HERRAMIENTAS MEDIANTE UN SISTEMA DE GESTIÓN



## **2. PROPUESTA DE MEJORA PARA EL PROCESO DE ADMINISTRACIÓN DE HERRAMIENTAS MEDIANTE UN SISTEMA DE GESTIÓN**

En el capítulo anterior se realizó una presentación del proceso de administración de herramientas dentro del mapa de procesos de la Refinería de Cartagena, con el objeto de conocer sus funciones y relaciones con otros procesos, y de esta forma conocer el impacto que tiene en otras dependencias de la Refinería. Dicho capítulo concluyó con la descripción de la problemática a enfrentar que se puede resumir así:

- Herramientas para el manejo de información obsoletas
- Tiempo de alistamiento elevados
- Deficiente disponibilidad de los equipos
- Imposibilidad de medir indicadores de desempeño de la Central

En este capítulo se planteará una solución que traerá consigo una mejora en la organización, y modernización al utilizar tecnologías de información para los procedimientos que se realizan en la central, así como indicadores que permitan auditar esta gestión para trazar metas, mostrar resultados, y permanencia en un estado de mejora continua. Esta solución estará soportada en un sistema de gestión.

### **2.1 DEFINICIONES Y GENERALIDADES**

#### **2.1.1 SISTEMA DE GESTIÓN**

Un sistema de gestión es un conjunto de etapas unidas en un proceso continuo, que permite trabajar ordenadamente una idea hasta lograr mejoras y su continuidad.<sup>4</sup> Es necesario aclarar que ningún sistema de gestión puede asegurar

---

<sup>4</sup> Vergara, Gonzalo. ¿Qué es un Sistema de Gestión?. En línea:  
<http://mejoratugestion.com/mejora-tu-gestion/que-es-un-sistema-de-gestion/>

el éxito para determinada organización, pero por tratarse de una herramienta, si se utiliza de forma adecuada será de gran ayuda para conseguirlo.

### 2.1.2 ETAPAS Y ELEMENTOS DE UN SISTEMA DE GESTION

Todos los sistemas de gestión se encuentran conformados por cuatro etapas que al aplicarse de forma cíclica (ver Fig. 4), representan mejoras en el desempeño de la organización. Estas son:

- Etapa de ideación: En esta se debe definir con claridad el objetivo perseguido, esto es, se debe responder a la pregunta ¿Qué se quiere lograr?
- Etapa de planificación: En esta etapa se definen la estructura organizacional y el tipo de recursos a utilizar, entre otras. Es una etapa fundamental, pues responde a la pregunta ¿Qué se necesita para alcanzar los objetivos propuestos?
- Etapa de Implementación o gestión: Se refiere a la dirección que toman las decisiones y las acciones para alcanzar los objetivos trazados.
- Etapa de Control: En esta etapa se establecen los estándares e indicadores, útiles para determinar si se cumplieron o no los objetivos. Posteriormente se definen las acciones correctivas para dirigir los resultados al estándar acordado.

**Figura 4.** Etapas de un sistema de gestión



**Fuente:** <http://mejoratugestion.com/mejora-tu-gestion/que-es-un-sistema-de-gestion/>

De las cuatro etapas descritas anteriormente se desprenden cinco requisitos fundamentales, para instaurar un sistema de gestión:

- Objetivos y políticas
- Estructura de la organización
- Estándares
- Indicadores
- Auditorias y mejora continua

### **2.1.3 BENEFICIOS DE UN SISTEMA DE GESTIÓN**

La puesta en marcha de un sistema de gestión puede representar notables ventajas para una organización, una vez que esta adquiera un alto nivel de compromiso para llevarlo a cabo. Entre estos beneficios podemos mencionar:

- Aumento en la satisfacción de los clientes: Un sistema de gestión promueve la planificación de las actividades tomando como referencia las necesidades de los clientes y no solo los requisitos establecidos por la organización.
- Reducción de costos y desperdicios: Al enfocar los esfuerzos de la organización en la detección de oportunidades de mejora se obtiene un aumento del ahorro en recursos
- Rentabilidad: Una vez que la organización aumenta la satisfacción de sus clientes y disminuye costos y desperdicios, su rentabilidad se ve favorecida.

### **2.2 SISTEMA DE GESTIÓN PARA EL PROCESO DE ADMINISTRACIÓN DE HERRAMIENTAS**

Tal como se explicó en el inciso 2.1.2, existen cinco elementos indispensables para establecer un sistema de gestión; para que este falle, basta con que se ejerza una inadecuada gestión sobre uno de sus componentes.



Si se utiliza la analogía del cuerpo humano, en donde todo el cuerpo es un complejo sistema formado a su vez por varios elementos, tales como: Sistema Respiratorio, Sistema Digestivo, Sistema Circulatorio, etc. Cada uno de estos elementos que conforman al cuerpo humano están relacionados entre sí, y no es posible que el cuerpo humano pueda operar sin uno de ellos.<sup>5</sup>

Teniendo en cuenta lo anterior, se desarrolló este sistema de gestión definiendo e incluyendo objetivos, políticas, estructura de la organización, mejores prácticas, estándares, indicadores y auditorías. Vale la pena aclarar que las políticas, los objetivos y la estructura de la organización han sido previamente establecidas por la empresa.

### **2.2.1 OBJETIVOS Y POLÍTICAS**

#### **Objetivo**

Suministrar las Herramientas solicitadas por los procesos de Mantenimiento garantizando la calidad y funcionalidad de las mismas a un costo óptimo. Este suministro será a través de la reposición y mantenimiento de las herramientas, racionalizando los inventarios y manteniendo un control actualizado del préstamo a los usuarios.

#### **Alcance**

Comprende desde el balance de necesidades, el recibo, alistamiento, el despacho o préstamo y el manejo de inventario de las herramientas a utilizar en la ejecución de los trabajos de mantenimiento.

---

<sup>5</sup> Mateo, Rafael. Sistemas de Gestión de la Calidad: Un camino hacia la satisfacción del cliente. En línea: <http://www.gestiopolis.com/administracion-estrategia/sistemas-gestion-calidad-satisfaccion-cliente.htm>

## **Políticas organizacionales de ECOPETROL S.A. para la central de herramientas en Gerencia Refinería de Cartagena.**

Las políticas para el manejo de Herramientas en ECOPETROL S.A. Gerencia Refinería de Cartagena, son:

- El nivel del inventario de herramientas deberá focalizarse en la atención de los requerimientos de la producción (operación mantenimiento).
- La inclusión de herramientas en el inventario se hará con base en criterios de riesgo y valor / uso para el negocio al no tenerlos disponibles.
- La optimización del inventario se basará en técnicas de reposición, mantenimiento, bodegaje y control que permitan obtener un equilibrio entre el nivel de servicio y el nivel óptimo del inventario.
- La realización oportuna de la declaración de herramientas de la central, no requeridas para la operación o el mantenimiento (obsoletas, lento movimiento y en exceso) será estrategia importante en la racionalización de inventarios.
- La estandarización de herramientas, será política fundamental para mantener un nivel óptimo de inventarios en la medida en que no riña con otras políticas de mayor jerarquía.
- Los criterios para la calificación del inventario serán: el riesgo por su indisponibilidad en términos del valor / consumo (frecuencia de uso) y la criticidad o impacto en la operación.

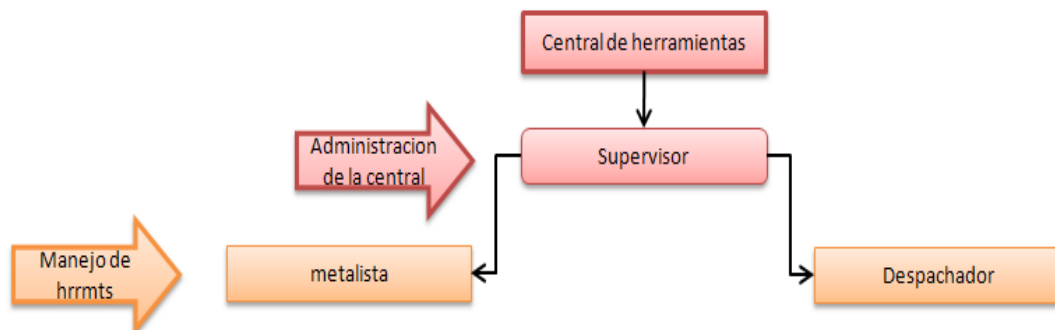
- Las necesidades de herramientas deberán provenir de un proceso de planeación de los usuarios y del análisis de reposición que se realice al interior del proceso.
- Se deberá evaluar periódicamente el comportamiento de las herramientas existentes, bajo los parámetros de condición física de la herramienta con el fin de recomendar las modificaciones necesarias.
- Los procedimientos deberán cumplir con todas las políticas de HSEQ establecidas por Ecopetrol S.A.

## 2.2.2 ORGANIZACIÓN

### Estructura organizacional

El proceso de administración de herramientas en la central de herramientas en ECOPETROL S.A. Refinería de Cartagena se lleva a cabo por: un supervisor, y dos técnicos metalistas. Ver Fig. 5.

**Figura 5.** Organización para el proceso de administración de herramientas



**Fuente:** Autores del proyecto. Organigrama realizado a partir de información suministrada por Ecopetrol S.A. Refinería de Cartagena

## Estructura del proceso

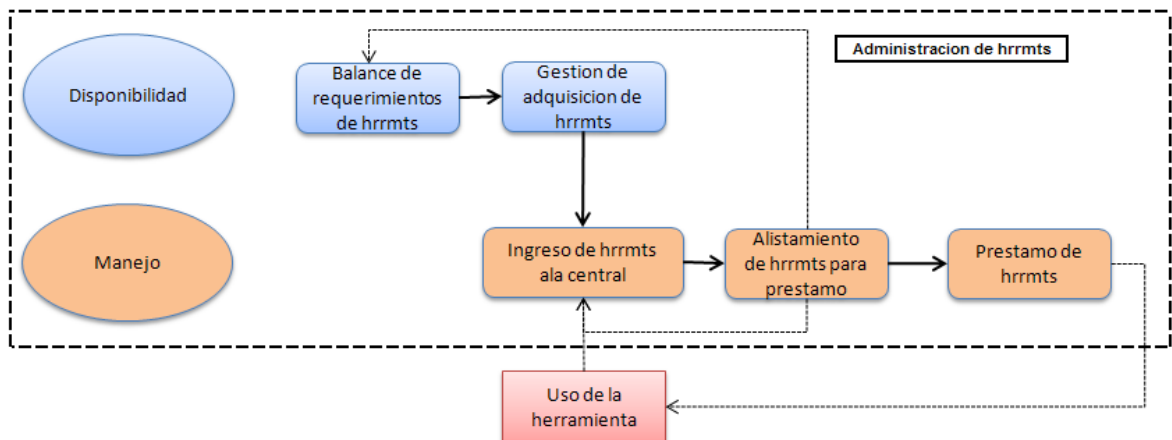
El proceso de Administración de Herramientas realiza las actividades y tareas necesarias para suministrar las herramientas en condiciones óptimas de uso y con oportunidad, a fin de evitar paralizaciones en las operaciones por falta de estas. Gran parte de las herramientas son manejadas y almacenadas en la Central de Herramientas.

## Descripción del proceso

El proceso de administración de herramientas está dividido en dos (2) Sub-procesos:

- Subproceso de Manejo de Herramientas.
- Subproceso de Disponibilidad de Herramientas.

**Figura 6.** Sub-procesos y procedimientos del proceso de administración de herramientas



**Fuente:** Autores del proyecto. Flujograma realizado a partir de información suministrada por Ecopetrol S.A. Refinería de Cartagena

Dentro de estos subprocesos se encuentran desplegados los siguientes cinco (5) procedimientos:

#### Disponibilidad de Herramientas

- Balance de requerimientos de herramientas
- Gestión de adquisición de herramientas

#### Manejo de Herramientas

- Ingreso de herramientas a la central
- Alistamiento de herramientas para préstamo.
- Préstamo de herramientas.

### **Disponibilidad de herramientas**

#### **Definición**

Secuencia de actividades que permite garantizar que las herramientas estén disponibles para los usuarios, en el tiempo y cantidad adecuada, definiendo las necesidades de alquiler, préstamo y/o compra para su oportuno suministro.

#### **Objetivos**

- Determinar las cantidades máximas y mínimas de herramientas necesarias próxima vigencia y/o período.
- Garantizar las herramientas solicitadas para la ejecución de los trabajos de manera oportuna.
- Elaborar el presupuesto para la compra, alquiler o préstamo de herramientas próxima vigencia.

**Alcance**

Comprende desde la recepción de los requerimientos de herramienta por los procesos ejecutores de mantenimiento, la determinación de las necesidades reales de la central hasta efectuar el trámite de solicitud para su consecución.

**Procedimiento de Balance de requerimientos de herramientas****Definición**

Actividades que permiten cuantificar las necesidades de herramientas teniendo en cuenta la disponibilidad en stock, las que se encuentran en mantenimiento, y las que están en préstamo contra las solicitadas por los procesos ejecutores.

**Objetivos**

- Determinar las necesidades de herramientas de la central para el próximo periodo de acuerdo a los requerimientos de los procesos ejecutores.
- Elaborar el presupuesto para la compra, alquiler o préstamo de herramientas ajustado para la próxima vigencia.

**Alcance**

Comprende desde el análisis de las necesidades de herramientas solicitadas por los procesos ejecutores, identificación del tipo de herramientas, cantidad (mayor o menor), tiempo de empleo, FRP, la consolidación de necesidades reales de herramientas del proceso ADH, hasta el diligenciamiento del trámite necesario para efectuar el préstamo de herramientas de otro distrito.

**Responsable**

Supervisor Central de Herramientas

## Responsabilidades

- Cuantificar las necesidades de herramientas disponibles y las solicitadas por los procesos ejecutores
- Determinar la clase de herramientas para préstamo por parte de la Central
- Determinar las necesidades de herramientas de asignación permanente
- Identificar el tipo de herramientas, cantidad, tiempo de empleo y disponibilidad para la próxima vigencia con base en la FRP (Fecha requerida para)
- Determinar las herramientas disponibles reales en la Central para la próxima vigencia y/o periodo
- Consolidar las necesidades reales de herramientas para la próxima vigencia
- Calcular la relación de herramientas disponibles VS: las herramientas solicitadas para la próxima vigencia
- Definir si las disponibilidades son mayores que las requeridas
- Garantizar el suministro de todas las herramientas solicitadas por los procesos ejecutores.
- Establecer listados de herramientas a comprar para la próxima vigencia y/o periodo
- Elaborar el presupuesto para la compra de herramientas para la próxima vigencia
- Diligenciar el trámite necesario para efectuar el préstamo de herramientas a otro distrito.

## **Procedimiento de Gestión de adquisición de herramientas**

### **Definición**

Actividades necesarias para garantizar el suministro de todas las herramientas solicitadas por los procesos ejecutores, mediante compra, alquiler o préstamo de las faltantes.

### **Objetivos**

Determinar la manera más rápida y óptima para la consecución de la herramienta. Garantizar la disponibilidad de herramientas para las labores de mantenimiento por medio de la interacción con compras y contratación para la consecución de las herramientas no disponibles y con mantenimiento para garantizar la condición de servicio de las existentes en inventario.

### **Alcance**

Comprende la ejecución de las actividades de gestión e interacción con el departamento de compras y contratación para la coordinación de la adquisición de herramientas.

### **Responsable**

Supervisor Central de Herramientas

### **Responsabilidades**

- Efectuar tramite de solicitud de consecución de herramientas
- Verificar la disponibilidad de presupuesto para la compra de herramientas
- Analizar y definir la posibilidad de compra
- Efectuar la requisición de las herramientas faltantes o necesarias para el mantenimiento



## **Subproceso de manejo de herramientas**

### **Definición**

Secuencia de actividades que permite el mantenimiento, alistamiento, almacenamiento, despacho y recibo oportuno de las herramientas a utilizar en los procesos de mantenimiento.

### **Objetivos**

- Garantizar la calidad y funcionalidad de las herramientas solicitadas para la ejecución de los trabajos.
- Atender las solicitudes de préstamos y/o devoluciones de herramientas en forma oportuna por ventanilla.
- Mantener actualizado el inventario general de herramientas.
- Mantener un control actualizado del préstamo de herramientas a los usuarios.

### **Alcance**

Comprende el mantenimiento, el alistamiento, el despacho y el recibo de todas las herramientas a utilizar en los procesos de mantenimiento, así como el control del inventario

## **Procedimiento de Alistamiento de herramientas para préstamo**

### **Definición**

Actividades necesarias para determinar el estado de las herramientas, generando las OT's correctivas y/o mejorativas necesarias para mantener en buen estado físico de las herramientas. Estas actividades permiten acordar y entregar la custodia al proceso ejecutor para el mantenimiento de las herramientas y almacenar adecuadamente las mismas.

## **Objetivos**

- Garantizar el buen estado y disponibilidad de las herramientas mediante la determinación de necesidades de mantenimiento y la posterior solicitud por medio de la generación de ordenes de trabajo de reparación y /o mejoramiento de las herramientas.
- Garantizar la reposición de las herramientas dadas de baja necesarias para la ejecución de las tareas de mantenimiento y demás actividades que requieran de su uso.
- Establecer con los distintos procesos ejecutores los compromisos de garantía oportuna.

## **Alcance**

Comprende desde la revisión del estado de la herramienta, la generación de las OT's de correctivas y/o mejorativas, hasta el almacenamiento e inventario de las mismas.

## **Responsable**

Supervisor Central de Herramientas

## **Responsabilidades**

- Confirmar la disponibilidad de las herramientas con cada uno de los procesos solicitantes.
- Clasificar las herramientas a reparar.
- Determinar la obsolescencia de las herramientas.
- Elaborar reporte de herramientas dadas de baja.
- Dar de baja herramientas.
- Actualizar el registro (Inventario) de la central de herramientas.

- Entregar la custodia de la herramienta para su mantenimiento
- Registrar en el Sistema la falta de disponibilidad de la herramienta por encontrarse en mantenimiento preventivo y/o correctivo.
- Actualizar la lista de inventarios en el Sistema.

## **Procedimiento de Préstamo de herramientas**

### **Definición**

Actividades necesarias para entregar las herramientas al usuario y efectuar los controles requeridos.

### **Objetivos**

Entregar físicamente las herramientas en condición de préstamo y/o asignación al usuario, verificando que se cumplan los requisitos establecidos para ello.

### **Alcance**

Comprende desde la recepción de solicitudes de préstamo de herramientas, el trámite de entrega física de la herramienta y su registro en el sistema de información hasta el seguimiento a la devolución de la herramienta a la central.

### **Responsable**

Manejador de Herramientas

### **Responsabilidades**

- Recibir las solicitudes de préstamo y/o devolución de herramientas.
- Programar el despacho de las herramientas solicitadas.
- Documentar la entrega de la herramienta en préstamo o en asignación permanente en el Sistema.
- Realizar el préstamo de herramientas a los usuarios.
- Entregar físicamente la herramienta al usuario.

- Atender la devolución de la herramienta en préstamo.
- Revisión periódica a la herramienta en asignación permanente.
- Verificar el recibo físico de la herramienta contra el documento de entrega de asignación permanente.
- Elaborar el listado de las herramientas perdidas.

## **Procedimiento de Ingreso de herramientas a la central**

### **Definición**

Actividades necesarias para la recepción de las Herramientas, verificando que estas cumplan con las condiciones pactadas y las especificaciones contractuales, creando o actualizando las listas de chequeo.

### **Objetivos**

- Recibir herramientas (nuevas, reparadas y/o mejoradas, alquiladas y/o prestadas) de acuerdo a procedimientos establecidos, condiciones técnicas o especificaciones contractuales, con el fin de determinar la condición de las herramientas.
- Mantener actualizados los listados de chequeo para ingreso de herramientas.

### **Alcance**

Comprende desde la recepción de las herramientas (nuevas, reparadas y/o mejoradas, alquiladas y/o prestadas), hasta la elaboración del informe de rechazo de la herramienta si es necesario.

### **Responsable**

Metalista Central de Herramientas

## **Responsabilidades**

- Verificar físicamente la herramienta.
- Efectuar las diferentes pruebas que garanticen la efectividad de la herramienta, al igual que su calidad.

## **Recursos**

Para implementar este sistema de gestión de activos en la central de herramientas, en la Refinería de Cartagena; se hace necesario contar con los siguientes recursos:

Recursos humanos:

- Dos técnicos metalistas, permanentes; cuya función principal será llevar a cabo los procesos de; localización, préstamo y devolución de herramientas.
- Un supervisor de mantenimiento permanente; que tendrá la responsabilidad de administrar la central de herramientas, así como asegurar el sistema de gestión.
- Un técnico mecánico y un técnico electricista, durante dos días a la semana, para el mantenimiento y reparación de las herramientas. Con el fin de mantener la Disponibilidad de las herramientas.

Infraestructura:

- Tres computadores; uno asignado al supervisor de la central, uno para consulta del personal y otro para llevar los procesos de las transacciones de las herramientas.
- Una impresora, para registrar en físico las transacciones que se realizan con las herramientas.

- Un software para la sistematización de los procesos en la central de herramientas.

### 2.2.3 ESTÁNDARES

El sistema de gestión para el proceso de administración de herramientas se encuentra enmarcado dentro de la norma ISO 9001, cuyos parámetros rigen los procesos desarrollados por ECOPETROL S.A. Refinería de Cartagena. Esta norma recomienda tener documentos que describan detalladamente los procesos, subprocesos, y procedimientos existentes en la empresa. Además de la creación de documentos, es necesario que sean aplicados y divulgados para que el proceso sea estandarizado. Los instructivos que se deben tener en cuenta para el proceso de administración de herramientas en Ecopetrol S.A. Refinería de Cartagena son:

**Tabla 1.** Documentos que aplican al proceso de administración de herramientas

NOMBRE DEL DOCUMENTO	CODIGO DEL DOCUMENTO
REGLAMENTO PARA EL MANEJO DE EXCEDENTES DE MATERIALES Y ACTIVOS FIJOS	GRC-CIH-R-0001
MANUAL DEL PROCESO DE ADMINISTRACION DE HERRAMIENTAS DE LA CENTRAL	GRC-CIH-M-0002
PROCEDIMIENTO DE INVENTARIO FÍSICO DE MATERIALES	GRC-CIH-P-0007
PROCEDIMIENTO DE OPTIMIZACIÓN DE INVENTARIO	GRC-CIH-P-0008
PROCEDIMIENTO DE ALISTAMIENTO DE HERRAMIENTAS PARA PRÉSTAMO	GRC-CIH-P-0013
PROCEDIMIENTO DE BALANCE DE REQUERMIENTOS DE HERRAMIENTAS	GRC-CIH-P-0014
PROCEDIMIENTO DE GESTIÓN DE ADQUISICIÓN DE HERRAMIENTAS	GRC-CIH-P-0015
PROCEDIMIENTO DE INGRESO DE HERRAMIENTAS A LA CENTRAL	GRC-CIH-P-0016
PROCEDIMIENTO DE PRESTAMO DE HERRAMIENTAS	GRC-CIH-P-0017
PROCEDIMIENTO PARA ASEGURAR EL PATRONAMIENTO DE LAS HERRAMIENTAS	GRC-CIH-P-0018

**Fuente:** Autores del proyecto. Tabla realizada a partir de información suministrada por Ecopetrol S.A. Refinería de Cartagena.

## 2.2.4 INDICADORES, INSUMOS Y PRODUCTOS

### Indicadores

Para medir los procesos en la central de herramientas se utilizarán cuatro indicadores claves:

- Nivel de devolución de herramientas: El metalista de la central semanalmente mide la cantidad de herramientas que se devuelven a la central versus las herramientas que son prestadas.
- Nivel de servicio de la central: El supervisor de la central de herramientas mide semanalmente la cantidad de herramientas prestadas versus la cantidad de herramientas que fueron solicitadas.
- Nivel de reposición de herramientas consumibles: El supervisor de la central de herramientas mensualmente mide la cantidad de herramientas que se consumen versus las que son repuestas.
- Valor de la central de herramientas: Mensualmente el supervisor mide el valor del inventario.

**Tabla 2.** Descripción de los indicadores para medir el proceso de administración de herramientas

INDICADORES PARA MEDIR EL PROCESO EN LA CENTRAL DE HERRAMIENTAS			
INDICADOR	VALOR	FRECUENCIA DE MEDICIÓN	RESPONSABLE
NIVEL DE DEVOLUCIÓN	$\frac{\#HRRMTS\ DEVUELTAS}{\#HRRMTS\ PRESTADAS} \times 100\%$	SEMANAL	SUPERVISOR
NIVEL DE SERVICIO	$\frac{\#HRRMTS\ PRESTADAS}{\#HRRMTS\ SOLICITADAS} \times 100\%$	SEMANAL	SUPERVISOR
NIVEL DE REPOSICIÓN DE HERRAMIENTAS CONSUMIBLES	$\frac{\#HRRMTS\ CONSUMIDAS}{\#HRRMTS\ REPUESTAS} \times 100\%$	MENSUAL	SUPERVISOR
VALOR DE LA CENTRAL DE HERRAMIENTAS	$\sum \#HRRMTS_i \times \$HRRMTS_i$	MENSUAL	SUPERVISOR

**Fuente:** Autores del proyecto. Tabla realizada a partir de información suministrada por Ecopetrol S.A. Refinería de Cartagena.

## Insumos

**Tabla 3.** Insumos para el proceso de administración de inventarios y herramientas

INSUMO	PROVEEDOR
necesidades de hrrmts. para la proxima vigencia	mantenimiento dia a dia/ mantenimiento con para de planta
catalogos de hrrmts.	admon. de inventarios y hrrmts.

**Fuente:** Autores del proyecto. Tabla realizada a partir de información suministrada por Ecopetrol S.A. Refinería de Cartagena.

## Productos

**Tabla 4.** Productos para el proceso de administración de inventarios y herramientas

PRODUCTO	CLIENTE
prestamo de hrrmts.	mantenimiento dia a dia/ mantenimiento con para de planta
actas de evaluo e inspeccion ocular de materiales retirados de servicio.	admon. de inventarios y hrrmts.

**Fuente:** Autores del proyecto. Tabla realizada a partir de información suministrada por Ecopetrol S.A. Refinería de Cartagena.

## 2.2.5 MEJORA CONTINUA Y AUDITORÍAS

### 2.2.5.1 Mejora continua

Para estar acorde con el enfoque de mejora continua en la que se encuentran los procesos de la GRC y para dar cumplimiento a los requerimientos del sistema de gestión integral de calidad, el proceso de Administración de Herramientas está comprometido con la identificación de oportunidades de mejora entre las que se resaltan los acuerdos y convenios que buscan optimizar el proceso, el establecimiento de indicadores de desempeño, la actualización de sus procedimientos, la detección de debilidades en el proceso a través de la investigación y control de los incidentes (ver procedimiento para manejo de



incidentes VRM-P-001). Estos puntos serán tratados en reuniones de seguimiento en compañía de los responsables de los procesos de compras y mantenimiento.

Además, se busca asegurar que se aplique apropiadamente esta metodología en un determinado incidente y/o mal actor que haya sido previamente valorado y caracterizado con la matriz de valoración de riesgos (RAM), así como la ejecución y seguimiento de las acciones correctivas y/o preventivas resultado de las auditorías tanto internas como externas.

Debe tenerse en cuenta que las actividades desarrolladas durante todo el proceso administración de inventarios tienen un encadenamiento lógico técnico y administrativo con otros procesos del negocio Gerencia de Refinería de Cartagena de Ecopetrol S.A. Por lo tanto, al momento de pretender realizar variaciones al proceso durante su ejecución debe manejarse con precaución ya que es muy probable que tenga repercusiones inesperadas para los otros procesos de la cadena de valor.

#### **2.2.5.2 Auditorías**

Actualmente la central de herramientas se encuentra enmarcada dentro de las auditorías del sistema de gestión de la refinería. También atiende a auditorías de cumplimiento del plan HSE.

1. Orden y aseo
2. Visitas de sostenibilidad
3. Permiso de trabajo
4. ATS (Análisis de Trabajo Seguro)
5. Manejo de residuos sólidos
6. Manejo de sustancias químicas
7. APR
8. Auditoria de inventarios

# CAPITULO III

## ESTRATEGIAS Y HERRAMIENTAS DE SOPORTE PARA GARANTIZAR LA ADECUADA GESTIÓN DE ACTIVOS EN LA CENTRAL DE HERRAMIENTAS



### **3. ESTRATEGIAS Y HERRAMIENTAS DE SOPORTE PARA GARANTIZAR LA ADECUADA GESTIÓN DE ACTIVOS EN LA CENTRAL DE HERRAMIENTAS**

Para hacer una adecuada gestión de activos, se hace necesario integrar varios elementos del sistema de gestión descrito anteriormente, como es el caso de los recursos, organización y la medición del proceso a través de indicadores. La aplicación de estos elementos al proceso de administración de herramientas, se hace posible a través de estrategias y herramientas.

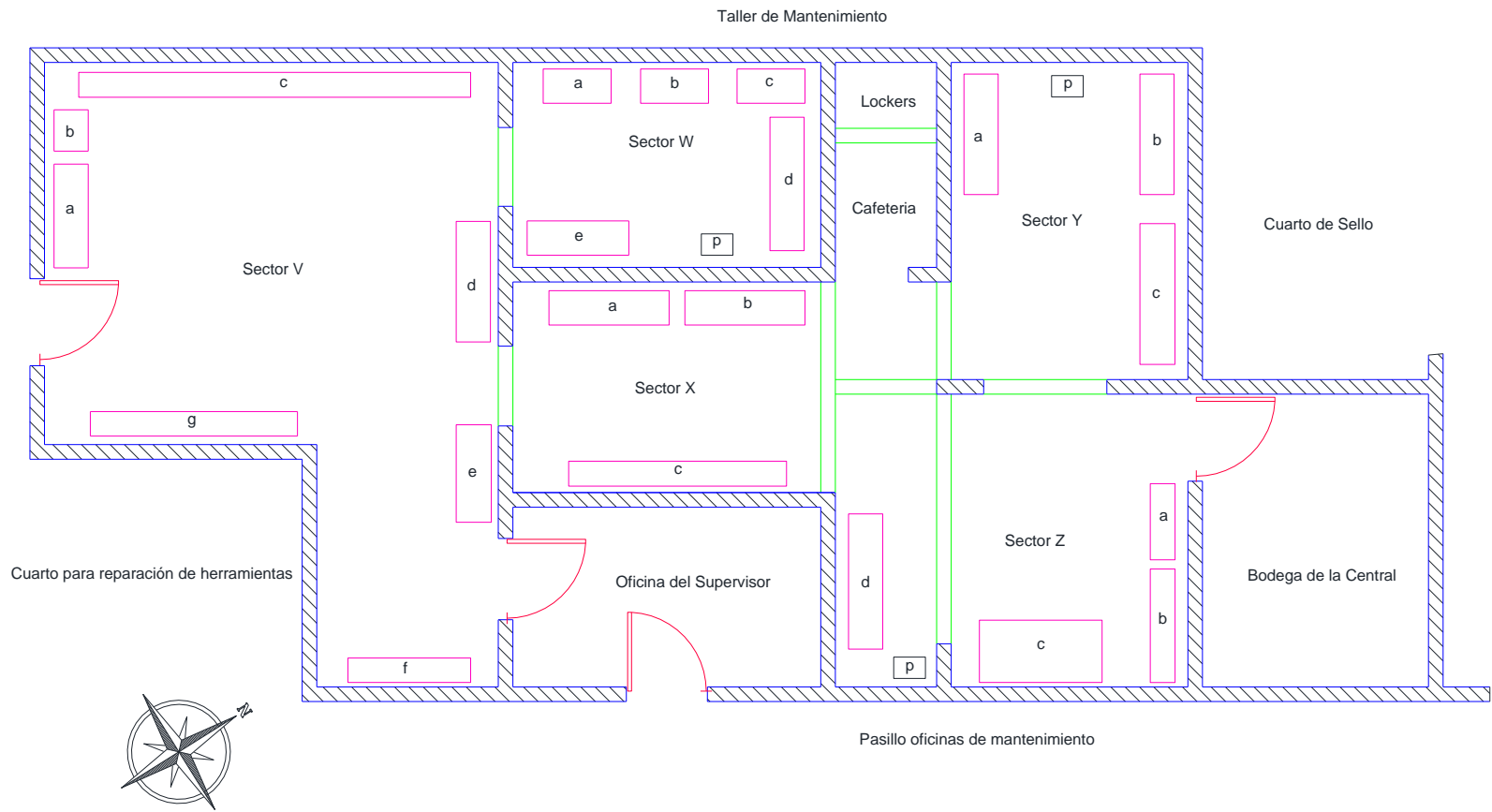
Como una estrategia para la adecuada organización de la central de herramientas en Ecopetrol S.A. refinería de Cartagena, se planteó una distribución para la localización y almacenaje de estas herramientas. Además se elaboró e instaló un software que será una herramienta por medio de la cual se registrarán los movimientos realizados a las herramientas, y se hará posible la medición del proceso a través de indicadores.

#### **3.1 IDENTIFICACIÓN PARA LA LOCALIZACIÓN DE HERRAMIENTAS**

La central de herramientas se encuentra ubicada dentro del taller de mantenimiento, el cual está al noroeste de la refinería, rodeada por el taller de mecánica, el taller eléctrico y las oficinas de mantenimiento. Esta cuenta con un área aproximada de 107.3 m<sup>2</sup>. Dentro de esta existen varias divisiones que dan lugar a una distribución por sectores (ver Fig. 7).

Las herramientas de la central están ubicadas por sectores en estantes que están divididos por pisos, y a su vez estos pisos por cajas. Entonces se identificaron los sectores por letras mayúsculas, los estantes por letras minúsculas, los pisos por números en orden ascendente desde abajo hacia arriba, y las posiciones de las cajas por números también en forma ascendente de izquierda a derecha (ver Fig. 7).

**Figura 7. Distribución de los estantes en la central de herramientas**



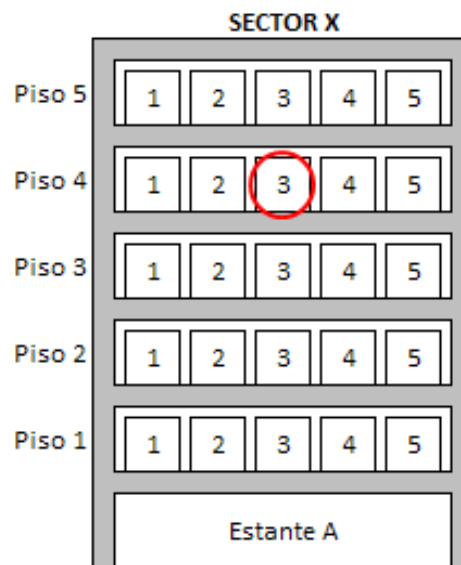
**Fuente:** Autores del proyecto

Los códigos para referenciar las ubicaciones de las herramientas, presentes en la central son formados de la siguiente manera:

- Primero la letra que identifica al sector en mayúscula.
- Segundo la letra minúscula que identifica al estante.
- Tercero número del piso.
- Cuarto el número de posición de la caja.

Por ejemplo la herramienta que se encuentra en la caja encerrada en la circunferencia roja de la Fig. 8, tiene un código de ubicación: XA0403; ya que el estante “A” encuentra en el sector “X”.

**Figura 8.** Ejemplo localización de herramientas



**Fuente:** Autores del proyecto

Las herramientas que se encuentran en la pared se identifican por que en la segunda letra del código de localización que hace referencia al estante, tienen la letra “P”. Además, las herramientas que se encuentran a nivel del suelo se identifican por que en el primer número del código de localización que hace referencia al piso, tienen el numero 0 (cero).

## **3.2 SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA LA ADMINISTRACIÓN DE HERRAMIENTAS**

Un sistema de información es una herramienta, la cual facilita, optimiza, y permite hacer, un seguimiento completo a cualquier proceso. Este seguimiento se realiza a través de varios elementos como son; gestión de la información y medición del proceso por indicadores, de los cuales la gestión de la información cuando se trata del manejo de muchos activos se hace muy complicada, al realizarla de una manera inapropiada. También sucede lo mismo a los indicadores ya que estos están basados en transacciones que se hacen con estos activos.

### **3.2.1 ANTECEDENTES**

El proceso de administración de herramientas en Ecopetrol S.A. Refinería de Cartagena, en la actualidad carece de un software el cual le permita sistematizar sus subprocesos y procedimientos. A esta situación suman los siguientes antecedentes:

La central de herramientas hasta el año 2005 contaba con un sistema de información llamado SIIM (sistema para la gestión de herramientas) el cual servía para llevar algunos de los procedimientos en la central de herramientas. Este software se dejó de usar, ya que el servidor al cual él se conectaba, dejó de funcionar y fue desechado.

La Refinería Cartagena cuenta con un sistema de información llamado ELIPSE (software especializado en gestión de activos empresariales y planificación de recursos empresariales), el cual es utilizado para el manejo del macroproceso de mantenimiento de plantas en la Refinería de Cartagena. ELIPSE contaba un módulo, el cual era una réplica de otro módulo que manejaba los procedimientos de la bodega de materiales de la Refinería de Cartagena, por ende los préstamos de herramientas eran reflejados en el sistema (ELIPSE) como salidas de material generando costos, además hacia lento el procedimiento de préstamos de

herramientas, ya que una solicitud de material demandaba muchas autorizaciones a través del sistema.

También se realizó una cotización de un nuevo módulo integrado al sistema de información ELIPSE, el cual serviría para sistematizar los procedimientos desarrollados en la central de herramientas. El valor del módulo cotizado, presentaba un valor alto en comparación con el software que se describirá en el ítem 3.2.3.

### **3.2.2 NECESIDADES**

Un sistema de información se diseña y construye basado en las necesidades que se desean suplir. Las necesidades básicas que deseamos suplir para el proceso de administración de herramientas en Ecopetrol S.A. refinería de Cartagena son:

- Registrar herramientas existentes en la central y solicitantes.
- Realizar movimientos de herramientas ya sean por; prestamos devoluciones, entradas de existencias nuevas, dar de baja a herramientas, hacer transferencias entre ubicaciones y sacar de las disponibles las que se encuentran en reparación, generando así tiquetes que queden como registro de estos movimientos.
- Generar reportes de todos los movimientos realizados descritos en el ítem anterior, además inventarios consolidados de las herramientas.

Estas necesidades fueron planteadas al observar el funcionamiento de los subprocesos del proceso de administración de herramientas, en la central de herramientas de Ecopetrol S.A. Refinería de Cartagena, en la cual los movimientos son registrados manualmente, de una forma inadecuada, imposibilitando una adecuada gestión de los activos, incumpliendo con algunos elementos del sistema de gestión, como lo son la medición del proceso a través de indicadores y el seguimiento de las herramientas.

### **3.2.3 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA LA ADMINISTRACIÓN DE HERRAMIENTAS (SIPAH).**

Basado en las necesidades descritas anteriormente en el apartado 3.2.2, se diseño y construyo un sistema de información para la administración de herramientas llamado SIPAH, el cual suplirá estas necesidades y sistematizara los subprocesos y procedimientos que se encuentran dentro del proceso de administración de herramientas en Ecopetrol S.A Refinería de Cartagena. Este sistema de información para la administración de herramientas (SIPAH) permitirá hacer una mejor gestión de activos.

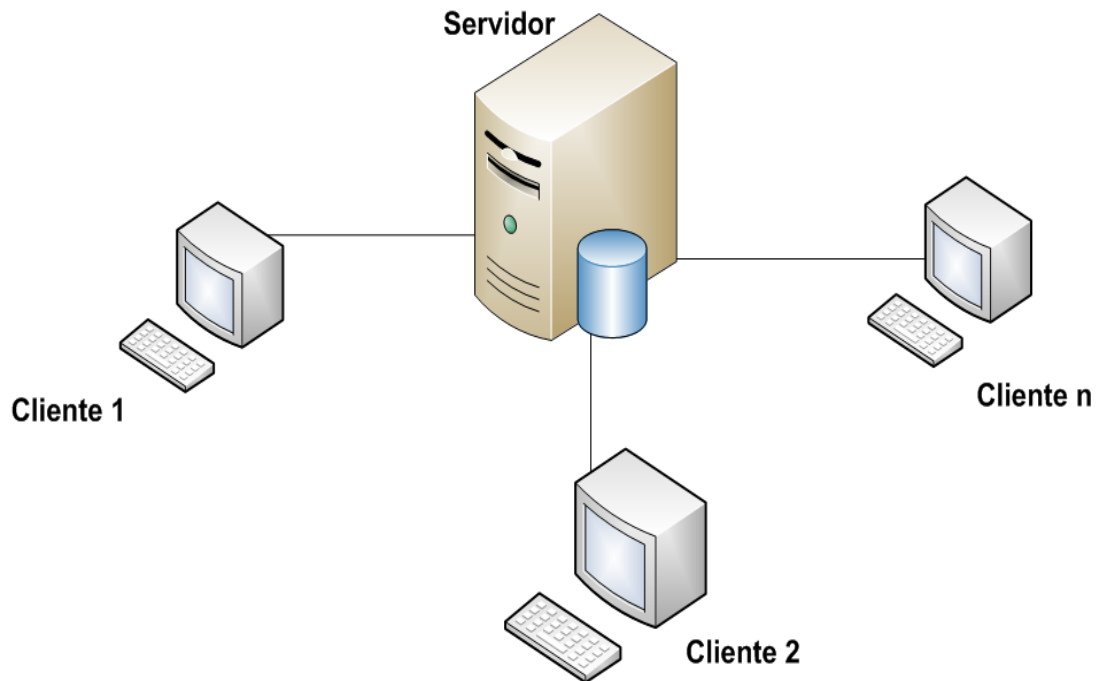
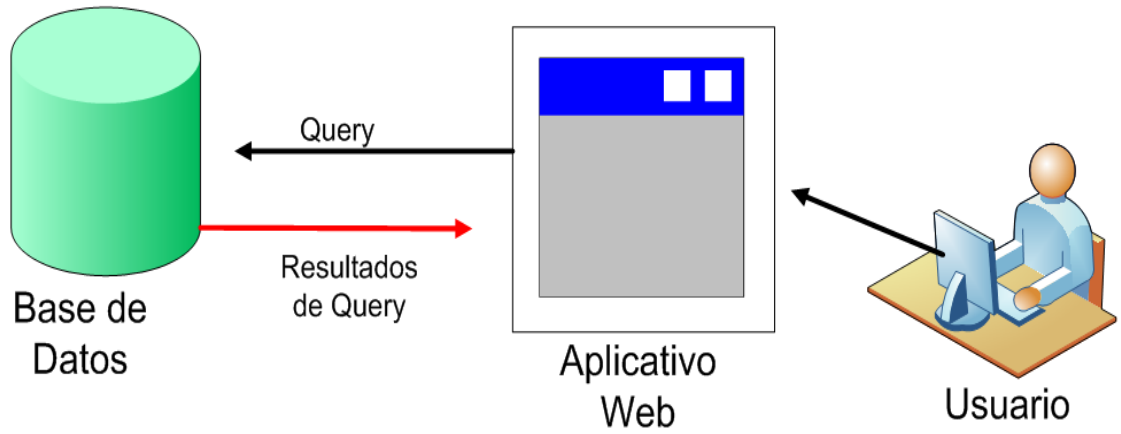
#### **3.2.3.1 Estructura y funcionamiento de SIPAH**

El sistema de información para la administración de herramientas SIPAH es un aplicativo web de uso específico, ya que fue elaborado basado en unas necesidades del cliente. Su construcción se llevó a cabo en un lenguaje de programación PHP (procesador de hipertextos, diseñado para la creación de páginas web dinámicas), con un motor de bases de datos SQL SERVER (sistema para la gestión de bases de datos basado en el modelo relacional) y una arquitectura de tipo cliente servidor, al cual se puede tener acceso a través de una red externa o una local.

SIPAH es un aplicativo web, el cual funciona a través del navegador Internet Explorer, y a este pueden tener acceso varios usuarios al mismo tiempo y desde ubicaciones remotas, en el que el usuario a través de una interfaz del aplicativo web realiza una consulta a la base de datos, y los resultados de esta consulta son interpretados por el aplicativo web y mostrados al usuario a través de la interfaz (ver Fig. 9).



**Figura 9.** Diagrama modelo de flujo de datos Cliente - Servidor

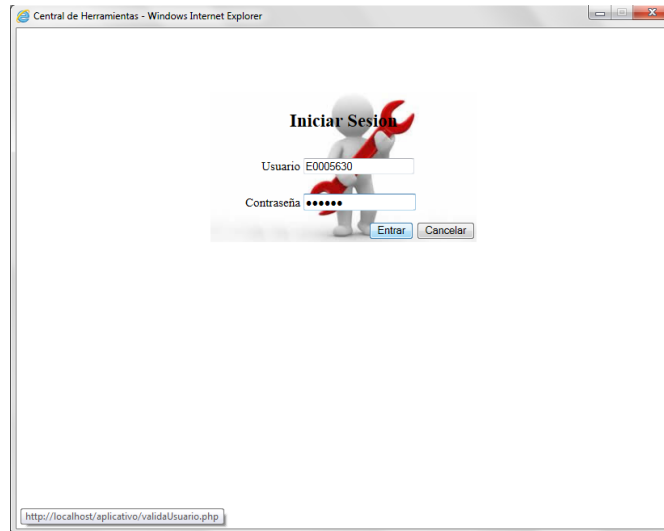


**Fuente:** Autores del proyecto

### 3.2.3.2 Manejo de SIPAH

Como se mencionó en el apartado 3.2.3.1 el SIPAH funciona mediante el navegador Internet Explorer, así que todas las interfaces serán a través de este navegador (ver Fig. 10 y 11).

**Figura 10.** Inicio de sesión SIPAH



**Fuente:** Autores del proyecto

**Figura 11.** Interfaz de inicio



**Fuente:** Autores del proyecto

Figura 12. Registro de solicitantes

The screenshot shows a web browser window titled 'Central de Herramientas - Windows Internet Explorer'. The user is logged in as 'CRISTIAN SALCEDO'. The page displays the 'Registro de Solicitantes' form. On the left, there is a navigation menu with options: Inicio, Registro (highlighted), Usuarios, Solicitantes, Herramientas, Movimientos, Bajas y Mtto, Reportes, and Cerrar sesion. The main form contains the following fields: 'Ficho / Código' (text input, required), 'Nombre Completo' (text input, required), 'Especialidad' (dropdown menu with 'Mecanico' selected), and 'Tipo de Contratación' (dropdown menu with 'Fijo' selected). Below the fields, there is a 'Campo obligatorio' indicator and two buttons: 'Guardar' and 'Restablecer'. At the bottom, there is a footer: 'Sistema de información para la administración de herramientas. Todos los derechos reservados A&S@2011.'

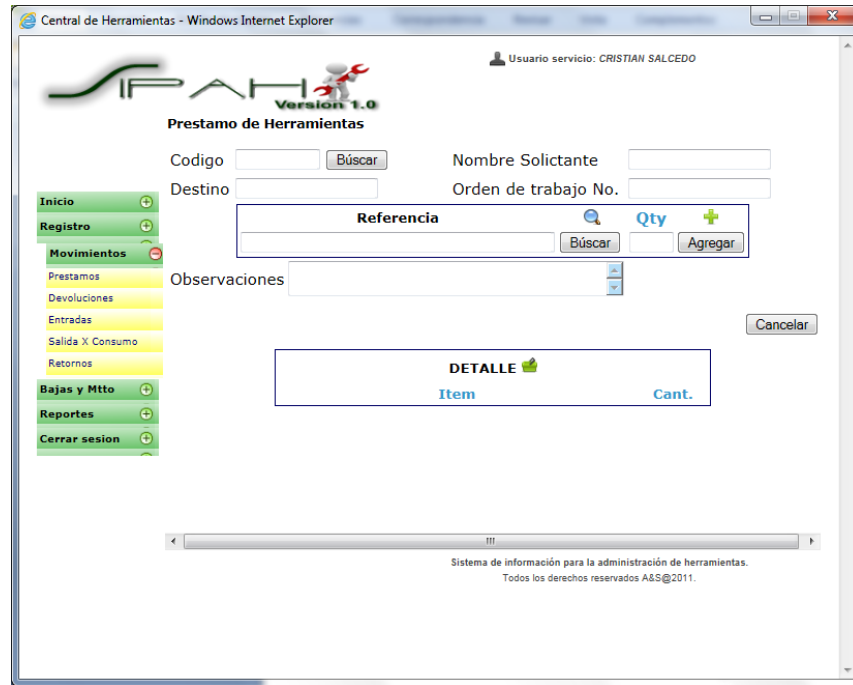
Fuente: Autores del proyecto

Figura 13. Registro de herramientas

The screenshot shows a web browser window titled 'Central de Herramientas - Windows Internet Explorer'. The user is logged in as 'CRISTIAN SALCEDO'. The page displays the 'Registro de Herramientas' form. On the left, there is a navigation menu with options: Inicio, Registro (highlighted), Usuarios, Solicitantes, Herramientas, Movimientos, Bajas y Mtto, Reportes, and Cerrar sesion. The main form contains the following fields: 'Código' (text input, required), 'Material de consumo' (dropdown menu with 'No' selected, required), 'Nombre Técnico' (text input), 'Nombre Coloquial' (text input, required), 'Presentación' (text input), 'Especificaciones Técnicas' (text area), and 'Precio Unitario' (text input, required). Below the fields, there are two buttons: 'Guardar' and 'Restablecer'. At the bottom, there is a footer: 'Sistema de información para la administración de herramientas. Todos los derechos reservados A&S@2011.'

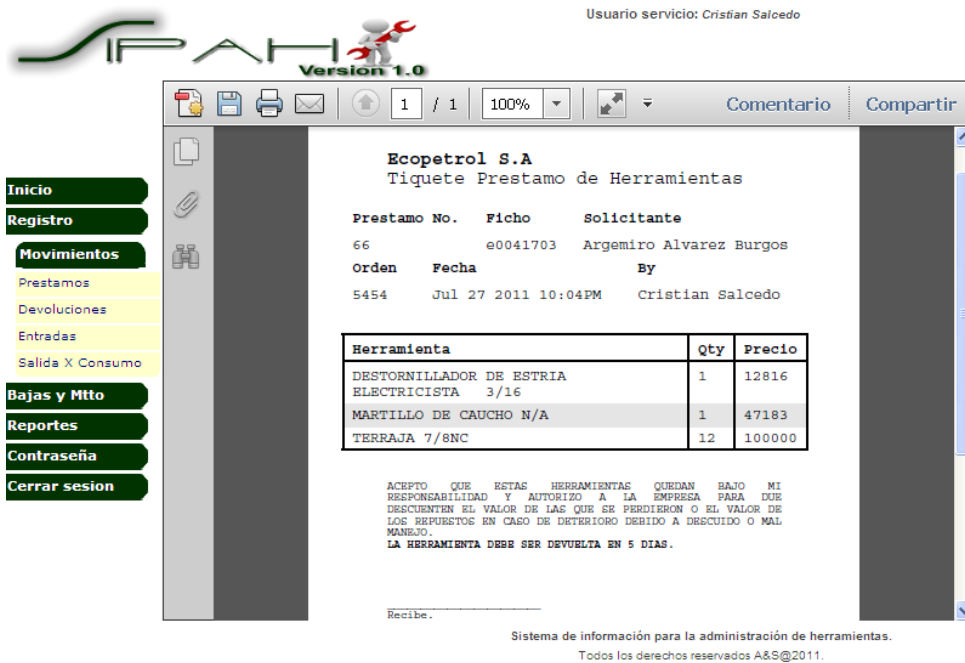
Fuente: Autores del proyecto

Figura 14. Préstamo de herramientas



Fuente: Autores del proyecto

Figura 15. Tiquete generado a partir de un préstamo



Fuente: Autores del proyecto

Figura 16. Entrada de material nuevo

The screenshot shows a web browser window titled 'Central de Herramientas - Windows Internet Explorer'. The user is logged in as 'CRISTIAN SALCEDO'. The page header includes the 'SFAH Versión 1.0' logo. The main content area is titled 'Entrada de Herramientas.' and features a table with three columns: 'Artículo', 'Ubicación', and 'Cantidad'. Each row in the table contains a 'Buscar' button. Below the table are three buttons: 'Adicionar', 'Restablecer', and 'Guardar'. On the left side, there is a vertical menu with options: 'Inicio', 'Registro', 'Movimientos', 'Prestamos', 'Devoluciones', 'Entradas', 'Salida X Consumo', 'Retornos', 'Bajas y Mtto', 'Reportes', and 'Cerrar sesion'. At the bottom, there is a footer with the text: 'Sistema de información para la administración de herramientas. Todos los derechos reservados A&S@2011.'

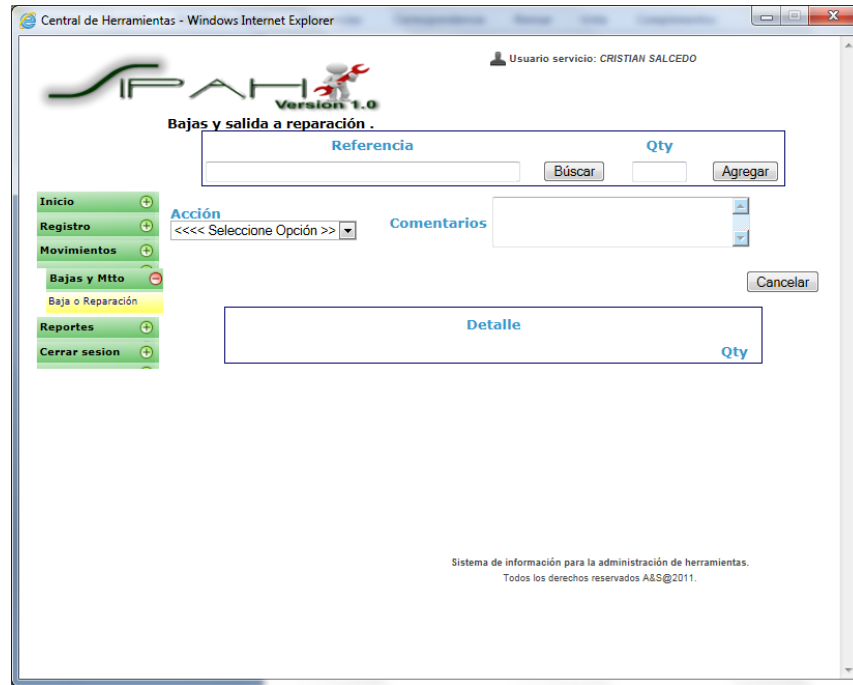
Fuente: Autores del proyecto

Figura 17. Salida de herramientas que son de consumo

The screenshot shows a web browser window titled 'Central de Herramientas - Windows Internet Explorer'. The user is logged in as 'CRISTIAN SALCEDO'. The page header includes the 'SFAH Versión 1.0' logo. The main content area is titled 'Salidas por Consumo Directo.' and contains several input fields: 'Codigo' with a 'Buscar' button, 'Nombre Solicitante', 'Destino', and 'Orden de trabajo No.'. Below these fields are two more input fields, one with a 'Qty' label and a 'Buscar' button, and another with an 'Agregar' button. There is also an 'Observaciones' field with a dropdown arrow. A 'Cancelar' button is located on the right side. A large blue box with the text 'Detalle' and 'Cant.' is positioned in the center. On the left side, there is a vertical menu with options: 'Inicio', 'Registro', 'Movimientos', 'Prestamos', 'Devoluciones', 'Entradas', 'Salida X Consumo', 'Retornos', 'Bajas y Mtto', 'Reportes', and 'Cerrar sesion'. At the bottom, there is a footer with the text: 'Sistema de información para la administración de herramientas. Todos los derechos reservados A&S@2011.'

Fuente: Autores del proyecto

Figura 18. Para dar herramientas de bajas o enviar a reparación



Fuente: Autores del proyecto

Figura 19. Visualización de reportes



Fuente: Autores del proyecto

## CONCLUSIONES

- Al implementar el sistema de gestión diseñado, se recomienda revisar que este dé solución a las situaciones expuestas en la definición del problema, como son:
  1. **Optimización del costo de mantenimiento.** En el desarrollo del trabajo se evidenció que una inadecuada gestión de los recursos demandados por la central de herramientas (tales como, adquisición desmedida de materiales) se traduce en sobrecostos al departamento de mantenimiento de plantas. Esto debido a que en la estructura organizacional de Ecopetrol S.A. Refinería de Cartagena, el subproceso de administración de herramientas se encuentra dentro del proceso de administración de inventarios y herramientas y este a su vez se ubica dentro del macroproceso de mantenimiento de plantas.
  2. **Aumentar la productividad del mantenimiento, mediante la reducción del tiempo de alistamiento para las actividades.** Al hacer un análisis detallado del procedimiento de préstamo de herramientas se encontró que es eficaz, puesto que posibilita el funcionamiento de la central, más no eficiente ya que no logra reducir los tiempos de entrega en la misma. Este tiempo de entrega comienza cuando se hace el pedido de la herramienta, se verifica su disponibilidad, se localiza, se registra el préstamo y se entrega.
- Uno de los objetivos específicos de este trabajo fue la identificación y descripción de un sistema de información que apalancara tecnológicamente el sistema de gestión diseñado, lo cual influyó en la creación de conciencia de inversión, para la adquisición de herramientas informáticas aplicables a los procedimientos desarrollados en los diferentes departamentos de la

refinería, que pudiesen estar afectando el desempeño de la misma. Muestra de esto, es la gestión que actualmente se está realizando para la compra de un nuevo módulo integrado al sistema de información ELIPSE, que posiblemente entrará en vigencia una vez culmine el proyecto de ampliación de la Refinería de Cartagena.

- Al implementar la distribución diseñada para la localización de las herramientas, se espera que esta contribuya al sistema de gestión mediante:
  1. La estandarización del procedimiento de localización de herramienta, haciendo posible que cualquier persona pueda conocer la ubicación de una determinada herramienta.
  2. Resultados positivos durante las auditorias de orden y aseo, mostrando una organización y almacenamiento adecuados para las herramientas.
  
- Al implementar el sistema de información para la administración de herramientas SIPAH, se espera que este apalanque el sistema de gestión, mediante:
  1. La sistematización y estandarización de los procedimientos de: préstamos de herramientas, ingreso de herramientas a la central, y el seguimiento de las mismas.
  2. La medición del proceso, posibilitando la gestión de indicadores, por medio de los reportes que genera el software SIPAH.



3. La optimización del inventario de herramientas, mediante un adecuado planteamiento de las necesidades de adquisición de herramientas para las próximas vigencias.
- Este sistema de gestión fue elaborado basado en políticas, objetivos y estándares previamente establecidos por la organización para el proceso de administración de herramientas. El trabajo de los autores consistió en reunir estos elementos, conjugarlos con mejoras al proceso (mediante gestión de activos), y validación de indicadores conformando así una propuesta efectiva, capaz de fomentar un ciclo de mejora continua.

## BIBLIOGRAFÍA

Categorías de Software libre y no libre. En línea:  
<http://www.gnu.org/philosophy/categories.es.html#Non-CopyleftedFreeSoftware>

DE UNA VISIÓN A LA REALIDAD. Cartagena: Javier Gutiérrez P., 2010. 98 diapositivas: col.

Ecopetrol S.A. Información de la empresa.  
<http://www.ecopetrol.com.co/default.aspx>

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN.  
Referencias bibliográficas para libros, folletos e informes. Bogotá: ICONTEC, 1996. 12 p. (NTC 1160)

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN.  
Sistemas de gestión de la calidad. Bogotá: ICONTEC, 2008. 35 p. (NTC- ISO 9001)

Introducción a SQL Server 2008. En línea:  
<http://www.microsoft.com/spain/sql/2008/overview.aspx>

Lefcovih, Mario. Estrategia y dirección estratégica. La importancia del análisis estratégico en el diagnóstico empresarial. En línea:  
<http://www.gestiopolis.com/canales8/ger/cuadro-de-diagnosticoestrategico-e-importancia-del-analisis-estrategico.htm>

Manual de procesos de la organización. (GRC-PPC-M-0001) - Versión 05.  
Ecopetrol S.A. Refinería de Cartagena

Manual del sistema de gestión de la Gerencia Refinería de Cartagena (GRC-GRC-M-001). Ecopetrol S.A. Refinería de Cartagena

Manual del Proceso de Administración de Herramientas de la Central (GRC-CIH-M-0002). Ecopetrol S.A. Refinería de Cartagena

Manual del Proceso de Administración de Inventarios y Bodegas (GRC-PMT-2-M-0001). Ecopetrol S.A. Refinería de Cartagena

Mateo, Rafael. Sistemas de Gestión de la Calidad: Un camino hacia la satisfacción del cliente. En línea: <http://www.gestiopolis.com/administracion-estrategia/sistemas-gestion-calidad-satisfaccion-cliente.htm>

Recomendaciones del Sistema de Gestión de Calidad (s.f.). En línea: [http://web.jet.es/amozarrain/sistema\\_gestion.htm](http://web.jet.es/amozarrain/sistema_gestion.htm)

Vergara, Gonzalo. ¿Qué es un Sistema de Gestión?. En línea: <http://mejoratugestion.com/mejora-tu-gestion/que-es-un-sistema-de-gestion/>

¿Qué es Software libre?. En línea: <http://www.gnu.org/philosophy/free-sw.es.html>