

DISEÑO, REESTRUCTURACIÓN Y REVISIÓN DEL SISTEMA LOGÍSTICO EN  
LA COORDINACIÓN DE INVENTARIOS Y HERRAMIENTAS DE LA GERENCIA  
REFINERÍA BARRANCABERMEJA 2011



MONICA ROCIO BLANCO QUINTERO

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA  
ESCUELA DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
SECCIONAL BUCARAMANGA  
2012

DISEÑO, REESTRUCTURACIÓN Y REVISIÓN DEL SISTEMA LOGÍSTICO EN  
LA COORDINACIÓN DE INVENTARIOS Y HERRAMIENTAS DE LA GERENCIA  
REFINERÍA BARRANCABERMEJA 2011

Proyecto aplicado a la empresa ECOPETROL S.A

MONICA ROCIO BLANCO QUINTERO  
ID: 84027

Proyecto de grado para optar al título de  
INGENIERA INDUSTRIAL

DIRECTOR:  
ROLANDO ACOSTA AMADO, Ph.D.

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA  
ESCUELA DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
SECCIONAL BUCARAMANGA  
2012

## ***Dedicatoria***

*En primera instancia lo dedico a mi Dios por darme la vida y la salud para seguir mi camino, a mis padres por apoyarme en la realización de mis anhelos, a mis amigas (os) quienes estuvieron en los buenos y malos momentos y a todos aquellos que contribuyeron en la realización de mi primera etapa profesional*

*A todos ellos mil gracias.*

## **AGRADECIMIENTOS**

*Hoy, al observar el tiempo transcurrido en toda mi carrera, los obstáculos enfrentados y superados en mi vida profesional y personal; sé que debo agradecer a muchos que me apoyaron y que sin ellos este sueño no hubiese podido culminar. Espero poderlos nombrar.*

*A los trabajadores y directivos de ECOPETROL S.A. que me acogieron, me apoyaron y me dieron la oportunidad de compartir un poco de mi vida y de mi profesionalismo, a ellos mil gracias por la colaboración en el proceso de mi práctica en especial a mi tutor Alexander Granados, excelente persona.*

*A mis padres, por el sacrificio y esfuerzo de darme lo mejor para mi vida profesional; por su paciencia, dedicación, su confianza, sus consejos, su apoyo incondicional en mis decisiones y lo más importante su amor. A ustedes les debo lo que soy hoy, muchas gracias.*

*A mis verdaderas amigas Leidy Castro y Liliana Alarcón por su apoyo y consejos; gracias por no dejarme derrumbar, alegrar mis días y sé que este logro es de felicidad mutua.*

*A mi director de tesis, Rolando Acosta, por su dedicación, asesoría, paciencia y dirección en el proyecto de mi práctica.*

*A todas las directivas, profesores y colaboradores de la Universidad Pontificia Bolivariana, quienes me instruyeron, me enseñaron y apoyaron en todo mi proceso educativo.*

**GRACIAS.**

## CONTENIDO

	Pág.
1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....	1
1.1 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL.....	3
2. DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA .....	4
2.1 LOGÍSTICA DE LA COORDINACION DE INVENTARIOS Y HERRAMIENTAS.....	5
2.1.1 Áreas de Almacenamiento .....	10
2.1.2 Procesos .....	12
2.1.3 Productos .....	13
2.2 OPORTUNIDADES DE MEJORA.....	13
3. ANTECEDENTES .....	15
4. JUSTIFICACIÓN .....	17
5. OBJETIVOS.....	18
5.1 OBJETIVO GENERAL.....	18
5.2 OBJETIVOS ESPEÍFICOS.....	18
6. MARCO TEÓRICO.....	19
6.1 SISTEMA LOGÍSTICO .....	19
6.2 DIAGRAMA CAUSA – EFECTO.....	19
6.3 SIMULACIÓN .....	20
6.4 ESTUDIO DE TIEMPOS.....	21
6.5 PROCESOS .....	22
6.6 DISTRIBUCIÓN.....	23
6.6.1 Distribución de las instalaciones .....	23

7. DISEÑO METODOLÓGICO .....	26
7.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	26
7.2 POBLACIÓN.....	26
7.3 DESCRIPCIÓN.....	26
7.3.1 Análisis del SL.....	26
8. PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN .....	37
8.1 SIMULACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DEL SISTEMA LOGÍSTICO .....	37
8.1.1 Descripción del proceso para la Simulación en el software Arena .....	37
9. PLAN DE MEJORA .....	53
9.1 MANUAL DE PROCEDIMIENTOS E INSTRUCTIVOS .....	53
9.1.1 Procesos .....	56
9.1.2 Instructivos .....	67
9.2 DISTRIBUCIÓN DE PLANTA .....	68
9.3 OTRAS PROPUESTAS.....	70
9.3.1 Manejo de Base de Datos. ....	70
9.3.2 Actividades de liderazgo .....	70
CONCLUSIONES .....	72
RECOMENDACIONES.....	73
BIBLIOGRAFIA.....	74

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
<b>Tabla 1.</b> Definición Indicadores Manejados en la Coordinación de Inventario y Herramienta. ....	10
<b>Tabla 2.</b> Áreas de Almacenamiento de materiales pertenecientes a la GRB .....	12
<b>Tabla 3.</b> Análisis de Causa-Efecto.....	27
<b>Tabla 4.</b> Proporción de la muestra.....	41
<b>Tabla 5.</b> Diagrama de flujo de proceso de recibo y chequeo.....	42
<b>Tabla 6.</b> Diagrama de flujo de proceso de despacho .....	43
<b>Tabla 7.</b> Tiempo promedio del almacenamiento en el proceso de recibo, chequeo y almacenamiento.....	48
<b>Tabla 8.</b> Indicadores de control interno del SL .....	50
<b>Tabla 9.</b> Datos arrojados por la simulación del SL mejorado en el software Arena .....	52
<b>Tabla 10.</b> Tiempo promedio del proceso de almacenamiento con la mejora implementada .....	52

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
<b>Figura 1.</b> Organigrama de la Empresa .....	3
<b>Figura 2.</b> Jerarquización coordinación. ....	4
<b>Figura 3.</b> Logística de la Coordinación de Inventario y Herramienta.....	6
<b>Figura 4.</b> Esquema de roles de La Coordinación de Inventarios y Herramientas....	7
<b>Figura 5.</b> Cadena de suministro. ....	8
<b>Figura 6.</b> SL actual en las áreas de almacenamiento de la CI&H de la GRB.....	12
<b>Figura 7.</b> Elementos del diagrama causa-efecto o espina de pescado .....	20
<b>Figura 8.</b> Descripción desarrollada para el diagnóstico del SL .....	26
<b>Figura 9.</b> Pasos de la Lluvia de ideas .....	28
<b>Figura 10.</b> Diagrama Causa-Efecto sobre las actividades desarrolladas por el personal. ....	29
<b>Figura 11.</b> Diagrama Causa-Efecto sobre método - procesos. ....	30
<b>Figura 12.</b> Diagrama Causa-Efecto sobre las condiciones de la infraestructura. ...	31
<b>Figura 13.</b> Diagrama Causa-Efecto sobre las herramientas y equipos. ....	32
<b>Figura 14.</b> Cuestionamiento causas probables .....	33
<b>Figura 15.</b> Identificación de las Causas .....	33
<b>Figura 16.</b> Diagrama Causa-Efecto del problema: Falta de Confiabilidad del Inventario. ....	34
<b>Figura 17.</b> Descripción del proceso para la simulación en el Software Arena.....	38
<b>Figura 18.</b> Simulación del proceso recibo, chequeo y almacenamiento.....	46
<b>Figura 19.</b> Simulación del proceso de despacho.....	46
<b>Figura 20.</b> Simulación del proceso de almacenamiento - mejora.....	51



<b>Figura 21.</b> Diagrama fases de construcción y mejora de procedimientos e instructivos.....	53
<b>Figura 22.</b> Procedimiento del mejoramiento de los procesos en la CI&H .....	55
<b>Figura 23.</b> SL mejorado de la Bodega General de la CI&H de la GRB. ....	56
<b>Figura 24.</b> Diagrama del procedimiento de recibo y chequeo de la GRB.....	57
<b>Figura 25.</b> Proceso de Recibo y Chequeo .....	59
<b>Figura 26.</b> Diagrama del procedimiento de almacenamiento de la GRB.....	10
<b>Figura 27.</b> Proceso de Almacenamiento. ....	10
<b>Figura 28.</b> Diagrama del procedimiento de Despacho de materiales de la GRB .	11
<b>Figura 29.</b> Proceso de despacho de materiales. ....	63
<b>Figura 30.</b> Diagrama del procedimiento del préstamo de Equipos y Herramientas de la GRB .....	64
<b>Figura 31.</b> Proceso de Préstamo de Equipos y Herramientas .....	67
<b>Figura 32.</b> Distribución mejorada del Área de almacenamiento 3.....	69

## **LISTA DE ANEXO**

**ANEXO A.** Plano bodega general de materiales. Área de almacenamiento 3.

**ANEXO B.** Tipos de inventario con su respectivo grupo y clase.

**ANEXO C.** Fundamentos aplicados en la simulación en arena.

**ANEXO D.** Proporcionalidad de la muestra

**ANEXO E.** Plantillas estudio de tiempos de los procesos.

**ANEXO F.** Tiempos arrojados por el software Arena de los modelos realizados.

**ANEXO G.** Manual de procedimientos e instructivos de la CI&H.

**ANEXO H.** Retablos utilizados en la divulgación de procedimientos e instructivos.

**ANEXO I.** Listado demarcación interna del área de almacenamiento 3.

**ANEXO J.** Vale creado para materiales consumibles.

## GLOSARIO

Para una mejor comprensión del procedimiento se establecen las siguientes definiciones en orden alfabético.

**Almacenamiento:** Disposición que se le da a los materiales, repuestos e insumos en un almacén, mediante la aplicación de técnicas correctas de almacenamiento y preservación.

**ADIN:** Administrador de inventarios y herramientas.

**Bodega General:** Lugar donde se guardan o almacenan ordenadamente los materiales, se reciben y despachan. Incluyen patios de almacenamiento, zonas de cargue y descargue.

**CI&H:** Coordinación de Inventario y herramienta.

**Distribuir:** Entregar el material solicitado por el usuario.

**Entrega en sitio:** Modalidad de suministro a domicilio, en el cual el material es entregado al usuario en el sitio por él indicado. Los materiales que son entregados al usuario por el servicio puerta a puerta son Materiales que no requieren equipos especiales para su manejo, productos químicos, lubricantes, cloro y catalizadores.

**GRB:** Gerencia Refinería Barrancabermeja.

**Herramientas:** Elemento que facilita la elaboración de una tarea.

**Logística:** Conjunto de métodos para el control de flujo de material llevado a cabo en la organización de una empresa, o de un servicio.

**Material:** Todo objeto que se requiera para el mantenimiento de las plantas de la Gerencia Refinería Barrancabermeja

**Método:** Proceso sistematizado establecido para llevar a cabo una tarea con el fin de lograr obtener el objetivo determinado.

**Modelo:** Son representaciones de la realidad con el propósito de analizar y estudiar el sistema.

**Procedimiento:** Actividades que deben seguir los empleados a fin de cumplir un objetivo específico.

**Productividad:** Capacidad o grado de producción por unidad de trabajo.

**Sistema:** conjunto de elementos interrelacionados que, en una forma organizada, recibe entradas, las transforma y emite para obtener una salida u objetivo común.

**SL:** Sistema Logístico.

**Sistema MINCOM-ELLIPSE:** Software utilizado por Ecopetrol S.A. para la Administración de Mantenimiento y Gestión de los Inventarios de Materiales.

**Usuario:** Se denomina así al funcionario de Ecopetrol S.A que requiere algún material, equipo y/o herramienta para el mantenimiento en la Gerencia Refinería Barrancabermeja.

## RESUMEN

**TÍTULO:** DISEÑO, REESTRUCTURACIÓN Y REVISIÓN DEL SISTEMA LOGÍSTICO EN LA COORDINACION DE INVENTARIO Y HERRAMIENTAS DE LA GERENCIA REFINERÍA BARRANCABERMEJA 2011<sup>1</sup>.

**AUTOR:** BLANCO QUINTERO, Mónica Rocio<sup>2</sup>.

**PALABRAS CLAVES:** logística, productividad, confiabilidad operativa.

La Gerencia Refinería de Barrancabermeja, como toda empresa de talla mundial, busca la sostenibilidad y el reconocimiento por la excelencia, en cuanto a la ejecución de las operaciones y de los productos que ofrece a los clientes en general, efectuando ello, con el mejoramiento continuo de sus procesos.

El presente proyecto nace de esa misma necesidad, de reconocer las falencias percibidas en la ejecución de actividades de administración de sus recursos y bienes a cargo de la Coordinación de Inventarios y Herramientas.

Para dar solución a ello, se diseñó un sistema logístico, que permitiera el mejoramiento efectivo de las herramientas y materiales requeridos para el mantenimiento de las áreas, con ello, se logró aumentar la confiabilidad en el inventario. De igual forma, se diseñaron y distribuyeron las áreas de almacenamiento, lo cual fue plasmado y comprobado por medio de la simulación en el software ARENA, con el fin de evaluar el impacto de las propuestas, en el mejoramiento del sistema logístico de la coordinación.

Finalmente, se revisaron y rediseñaron los procedimientos e instructivos, implementados y utilizados en la Coordinación de Inventarios y Herramientas, con el fin de lograr la estandarización del proceso.

---

<sup>1</sup> Proyecto de Grado.

<sup>2</sup> Escuela de ingenierías. Facultad de ingeniería industrial. Director, Rolando Acosta Amado. Tutor, Rafael Gutiérrez de Piñerez.

## SUMMARY

**TITLE:** DESIGN, RESTRUCTURING AND LOGISTICS SYSTEM REVIEW IN THE COORDINATION OF INVENTORY AND MANAGEMENT TOOLS 2011, Barrancabermeja refinery<sup>3</sup>.

**AUTHOR:** BLANCO QUINTERO, Monica Rocio<sup>4</sup>.

**KEYWORDS:** Logistics, productivity, operational reliability.

Barrancabermeja refinery management, like any world-class company, seeks sustainability and recognition for its excellence in the execution of operations and products offered to customers in general, by the implementation of a continuous improvement process.

This project stems from the same need, to recognize the perceived shortcomings in the execution of activities of administration of its resources and assets over the coordination of inventory and tools.

To address this, a logistics system that would allow the effective improvement of tools and materials required for the maintenance of the areas was designed, thus increasing the reliability achieved in the inventory. Similarly, storage areas were designed and distributed, which was captured and verified through simulation in the software ARENA, in order to assess the impact of proposals on improving the logistics system of coordination.

Finally, the procedures and instructions were revised and redesigned, implemented and used in the coordination of inventory and tools in order to achieve standardization of the process.

---

<sup>3</sup> Degree Project.

<sup>4</sup> School of Engineering. Industry Faculty of Ingeniering. Director, Rolando Acosta Amado. Tutor, Rafael Gutiérrez de Piñerez.

## INTRODUCCIÓN

Ecopetrol, es una de las compañías más visionarias en la actualidad, dentro de sus objetivos a largo plazo, establece ser una de las 30 compañías más importantes a nivel mundial, reconocida por la producción de barriles limpios, lo cual influye en el ambiente, las personas y los bienes empresariales, es por ello, que se ha encaminado en la búsqueda del mejoramiento continuo de sus procesos, buscando efectividad y confiabilidad, en los mismos.

Durante la realización de la práctica se desarrollaron temáticas, encaminadas en el logro de los objetivos empresariales, se buscó el diseño y la implementación de propuestas que contribuyeran a ello, en la preservación de los bienes activos de la empresa, específicamente en la Coordinación de Inventarios y Herramientas.


Por estas razones, el propósito del presente proyecto, es contribuir con el mejoramiento del proceso de planeación y coordinación de los suministros demandados por las áreas operativas, ya que son parte fundamental, para el logro de un mantenimiento de calidad, oportuno y de bajos costos, es por ello, que se diseñó un sistema logístico para el movimiento efectivo de herramientas y materiales requeridos.

Inicialmente, se realiza un diagnóstico del sistema logístico implementado en la Coordinación de Inventarios y Herramientas, con el fin de evaluar la calidad del mismo y lograr la identificación de procesos críticos, susceptibles de mejora, ello se realiza con base en los proyectos anteriormente desarrollados, y con colaboración del talento humano de la Coordinación.

Posteriormente, se realizó diseño de la distribución efectiva de las áreas de almacenamiento, el cual fue evaluado por medio de una simulación realizada en el software arena. Asimismo se implementaron y evaluaron propuestas encaminadas con el mejoramiento del sistema logístico en la Coordinación de Inventarios y Herramientas.

Finalmente, se lleva a cabo una revisión de los procedimientos e instructivos, utilizados en dicho proceso, con el fin de lograr que la información entregada al personal sea especificada de manera concisa y completa, para ello se realizó rediseño, elaboración y divulgación de los mismos, de manera animada.

## 1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

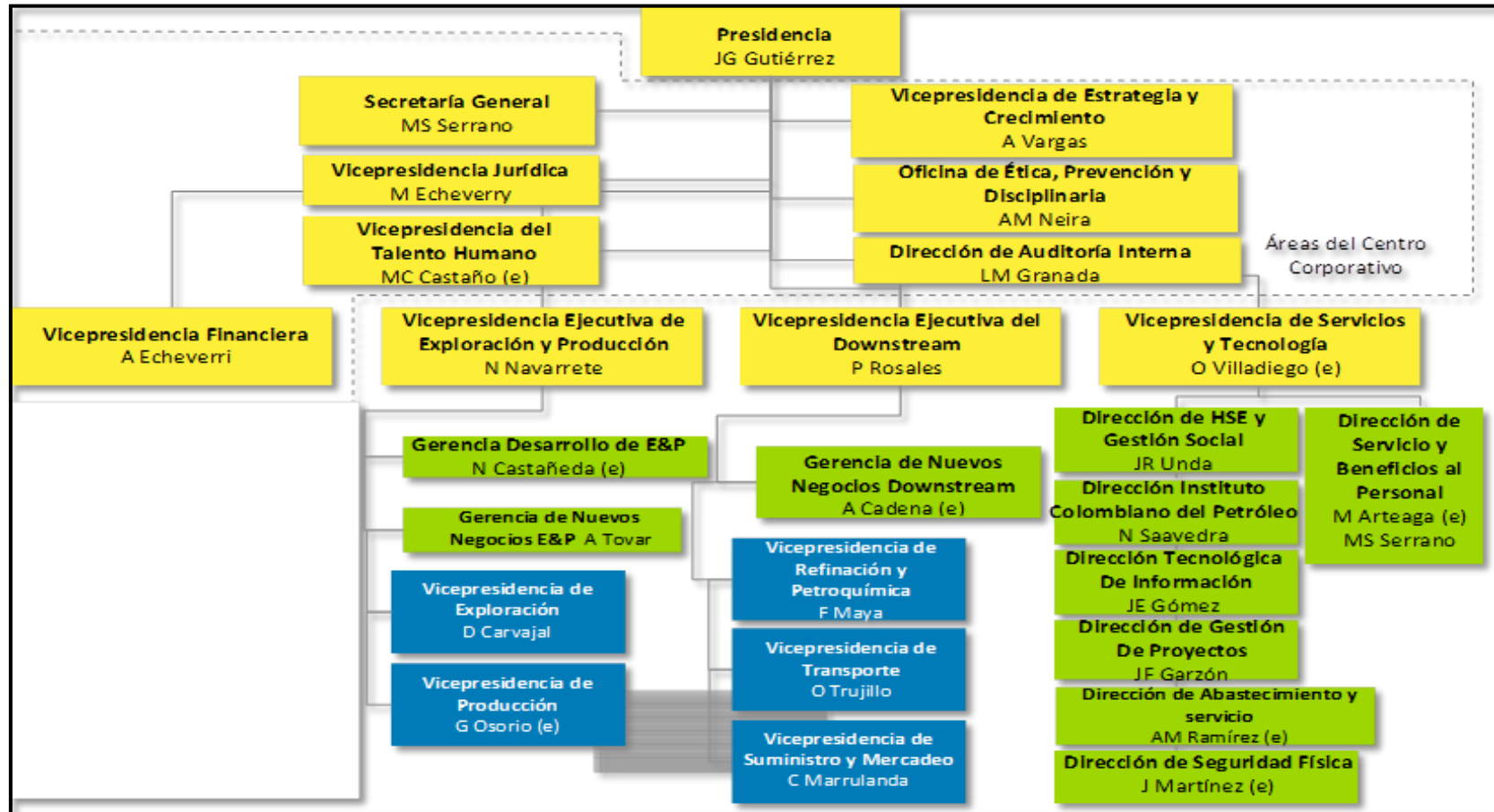
<b>NOMBRE DE LA EMPRESA</b>	<b>ECOPETROL S.A – GERENCIA REFINERÍA BARRANCABERMEJA</b> 	
<b>ACTIVIDAD ECONOMICA</b>	EXPLORACIÓN	<p>Ecopetrol S.A. realiza actividades de exploración de hidrocarburos en 23 bloques en onshore y offshore del territorio colombiano.</p> <p>En la actualidad Ecopetrol S.A participa en 42 bloques en exploración, que representa un 4.4% de la provincia sedimentaria del país.</p>
	PRODUCCIÓN	<p>Ecopetrol S.A. trabaja en el recobro de las reservas de hidrocarburo y la maximización de su valor. Esto incluye: extracción, recolección, tratamiento, almacenamiento y el bombeo o compresión de los hidrocarburos. La producción de Ecopetrol S.A. (directa y asociada) se concentra en las regiones de alto, medio y bajo Magdalena, Llanos Orientales y Caribe y los departamentos de Putumayo, Cesar y Norte de Santander.</p>
	TRANSPORTE	<p>Ecopetrol S.A. cuenta con una red de 8.445 kilómetros de poliductos y oleoductos, que van desde los centros de producción hasta las refinerías y puertos en los océanos Atlántico y Pacífico. Además de sus centros de almacenamiento, también tiene 38 estaciones desde las que se bombea crudo y productos por la inmensa geografía Colombiana.</p>
	REFINACIÓN Y PETROQUIMICA	<p>Ecopetrol S.A. cuenta con una infraestructura que integra todo el proceso de transformación de hidrocarburos, para garantizar la demanda y el consumo nacional de combustibles y petroquímicas de manera rentable con estándares de calidad cada vez más altos.</p> <p>Tiene una capacidad instalada de refinación de 300 mil barriles de carga de crudo diarios, en las Refinerías de Barrancabermeja (256.000bls/día) y Cartagena (165.000bls/día –proyectado). Estas dos refinerías suplen la producción nacional más grande de combustibles que permite atender la demanda del país y la salida de productos. Ecopetrol S.A cuenta en Colombia con otras 2 pequeñas refinerías en Orito y Apiay (7.000bls c/u), que producen combustible para uso local.</p>
<b>MISIÓN</b>	<p>Encontramos y convertimos fuentes de energía en valor para nuestros clientes y accionistas, asegurando la integridad de las personas, la seguridad de los procesos y el cuidado del medio ambiente, contribuyendo al bienestar de las áreas donde operamos, con personal comprometido que busca la excelencia, su desarrollo integral y la construcción de relaciones de largo plazo con nuestros grupos de interés</p>	
<b>VISIÓN</b>	<p>Ecopetrol, grupo empresarial enfocado en petróleo, gas, petroquímica y combustibles alternativos, será una de las 30 principales compañías de la industria petrolera, reconocida por su posicionamiento internacional, su innovación y compromiso con el desarrollo sostenible.</p>	
<b>VALORES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Responsabilidad:</b> obligación moral de hacer el mejor esfuerzo por alcanzar los objetivos empresariales con un manejo eficiente de los recursos, asegurando el desarrollo sostenible del entorno y el auto cuidado. En Ecopetrol S.A. y su Grupo Empresarial asumen y aceptan las consecuencias de los actos inherentes a las funciones, cuidando su impacto en los demás. La organización, la sociedad y el medio ambiente, y se preocupa por el aprendizaje continuo.</li> <li>• <b>Respeto:</b> aceptación de las diferencias que nace en la propia autoestima y el reconocimiento de la existencia del otro. Toda persona, toda comunidad y sus entornos ecológicos merecen de Ecopetrol S.A. la más alta consideración y cuidado, sin exclusiones ni discriminaciones.</li> <li>• <b>Integridad:</b> comportamiento visible que nos muestra como personas coherentes, porque se actúa como dice y piensa.</li> </ul>	



<p style="text-align: center;"><b>RESEÑA HISTORICA</b></p>	<p>La reversión al Estado Colombiano de la Concesión De Mares, el 25 de agosto de 1951, dio origen a la Empresa Colombiana de Petróleos, que había sido creada en 1948 mediante la Ley 165 de ese año. La naciente empresa asumió los activos revertidos de la Tropical Oil Company que en 1921 inició la actividad petrolera en Colombia con la puesta en producción del Campo La Cira-Infantas en el Valle Medio del Río Magdalena, localizado a unos 300 kilómetros al nororiente de Bogotá. Ecopetrol emprendió actividades en la cadena del petróleo como una Empresa Industrial y Comercial del Estado, encargada de administrar el recurso hidrocarburífero de la nación, y creció en la medida en que otras concesiones revirtieron e incorporó su operación. En 1961 asumió el manejo directo de la refinería de Barrancabermeja. Trece años después compró la Refinería de Cartagena, construida por Intercol en 1956. En 1970 adoptó su primer estatuto orgánico que ratificó su naturaleza de empresa industrial y comercial del Estado, vinculada al Ministerio de Minas y Energía, cuya vigilancia fiscal es ejercida por la Contraloría General de la República. La empresa funciona como sociedad de naturaleza mercantil, dedicada al ejercicio de las actividades propias de la industria y el comercio del petróleo y sus afines, conforme a las reglas del derecho privado y a las normas contenidas en sus estatutos, salvo excepciones consagradas en la ley (Decreto 1209 de 1994). En septiembre de 1983 se produjo la mejor noticia para la historia de Ecopetrol y una de las mejores para Colombia: el descubrimiento del Campo Caño Limón, en asocio con OXY, un yacimiento con reservas estimadas en 1.100 millones de millones de barriles. Gracias a este campo, la Empresa inició una nueva era y en el año de 1986 Colombia volvió a ser en un país exportador de petróleo. En los años noventa Colombia prolongó su autosuficiencia petrolera, con el descubrimiento de los gigantes Cusiana y Cupiagua, en el Piedemonte Llanero, en asocio con la British Petroleum Company. En 2003 el gobierno colombiano reestructuró la Empresa Colombiana de Petróleos, con el objetivo de internacionalizarla y hacerla más competitiva en el marco de la industria mundial de hidrocarburos. Con la expedición del Decreto 1760 del 26 de Junio de 2003 modificó la estructura orgánica de la Empresa Colombiana de Petróleos y la convirtió en Ecopetrol S.A., una sociedad pública por acciones, ciento por ciento estatal, vinculada al Ministerio de Minas y Energía y regida por sus estatutos protocolizados en la Escritura Pública número 2931 del 7 de julio de 2003, otorgada en la Notaría Segunda del Circuito Notarial de Bogotá. D.C. Con la transformación de la Empresa Colombiana de Petróleos en la nueva Ecopetrol S.A., la Compañía se liberó de las funciones de Estado como administrador del recurso petrolero y para realizar esta función fue creada La ANH (Agencia Nacional de Hidrocarburos). A partir de 2003, Ecopetrol S.A. inició una era en la que, con mayor autonomía, ha acelerado sus actividades de exploración, su capacidad de obtener resultados con visión empresarial y comercial y el interés por mejorar su competitividad en el mercado petrolero mundial.”<sup>5</sup></p>
<p style="text-align: center;"><b>IDENTIFICACIÓN DE LA GRB</b></p>	<p>La Gerencia Refinería Barrancabermeja (GRB) se extiende en un área de 254 hectáreas, en las que se distribuyen más de 50 modernas plantas y unidades de proceso, tratamiento, servicios y control ambiental. Entre ellas se cuenta con cinco unidades de topping, cuatro unidades de ruptura catalítica, dos plantas de polietileno y varias plantas de alquilación, ácido sulfúrico, parafinas, aromáticos y plantas para el procesamiento de residuos. Además, existen los procesos denominados facilidades auxiliares. Estos corresponden a aquellos equipos y procedimientos que no están directamente involucrados con la refinación pero adelantan funciones vitales para su operación. Tal es el caso de las calderas, la planta de hidrogeno, los sistemas de enfriamiento, los sistemas de recuperación de azufre y los sistemas de tratamiento de residuos o de control de la contaminación.</p>
<p style="text-align: center;"><b>NUMERO DE EMPLEADOS DIRECTOS E INDIRECTOS DE LA GRB</b></p>	<p><b>1780</b> empleados directos y 6000 empleados contratistas (difiere por diferentes contratos y proyectos).</p>
<p style="text-align: center;"><b>DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO</b></p>	<p>Coordinación de Inventarios y Herramientas perteneciente al Departamento de Mantenimiento de la Gerencia Refinería Barrancabermeja (GRB), de la Vicepresidencia de Refinación y Petroquímica (VRP) de ECOPETROL S.A.</p>

<sup>5</sup> Disponible en: <http://iris/contenido/contenido.aspx?catID=280&conID=38011>

## 1.1 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL



**Figura 1.** Organigrama de la Empresa  
Fuente: Información por la empresa

## 2. DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA



**Figura 2.** Jerarquización coordinación.

Fuente: Autor.

La Coordinación de Inventarios y Herramientas (CI&H) está encargada de proveer y preservar los bienes, materiales e insumos requeridos para la operación y el mantenimiento de la Gerencia Refinería Barrancabermeja (GRB). Para cumplir con tal fin, la CI&H cuenta con el recurso técnico suficiente para garantizar la operatividad de las áreas de almacenamiento y con el talento humano competente y altamente calificado para garantizar la confiabilidad en el inventario de materiales.

En el marco del sistema de gestión integral de Ecopetrol S.A. la CI&H ejecuta los procedimientos e instructivos listados a continuación:

- **Procedimientos**

- Procedimiento para el almacenamiento Temporal de Materiales en Bodega.
- Procedimiento para el Recibo; Chequeo; Almacenamiento y Despacho de Materiales.
- Procedimiento para el Suministro de Materiales para contratos de Mantenimiento.
- Procedimiento para la Devolución de Materiales sobrantes de proyectos a Bodega.
- Procedimiento para la Valorización de Recomendaciones de Compras.
- Procedimiento para Préstamo de Equipo y Herramienta en la GRB.
- Procedimiento para el Préstamo o alquiler de Herramientas Maquinarias.
- Procedimiento para el Cobro de Herramientas a trabajadores de Ecopetrol S.A.
- Procedimiento para el Préstamo de Herramientas y/o elementos auxiliares a personal.
- Procedimiento para el Préstamo de ropa para reparaciones en la GRB.
- Procedimiento para el Despacho de guantes en la Central de Herramientas.
- Procedimiento para la Recepción de la ropa prestada en la Central de Herramientas de la GRB.

- **Instructivo**

- Instructivo para el Almacenamiento de Materiales de Stock.
- Instructivo para el chequeo de Materiales de Stock.
- Instructivo para el chequeo y despacho de Materiales de cargo directo y no Stock.
- Instructivo para el despacho de materiales de Stock.
- Instructivo para el recibo de materiales.
- Instructivo Manejo Seguro de Montacargas.
- Instructivo para el Manejo seguro del Equipo OXI-CORTE.
- Instructivo para expandir Tubería en los Intercambiadores de Calor.
- Instructivo para el manejo seguro de Herramientas Manuales.
- Instructivo para el manejo seguro de Pulidoras Eléctricas.<sup>6</sup>

## **2.1 LOGÍSTICA DE LA COORDINACION DE INVENTARIOS Y HERRAMIENTAS**

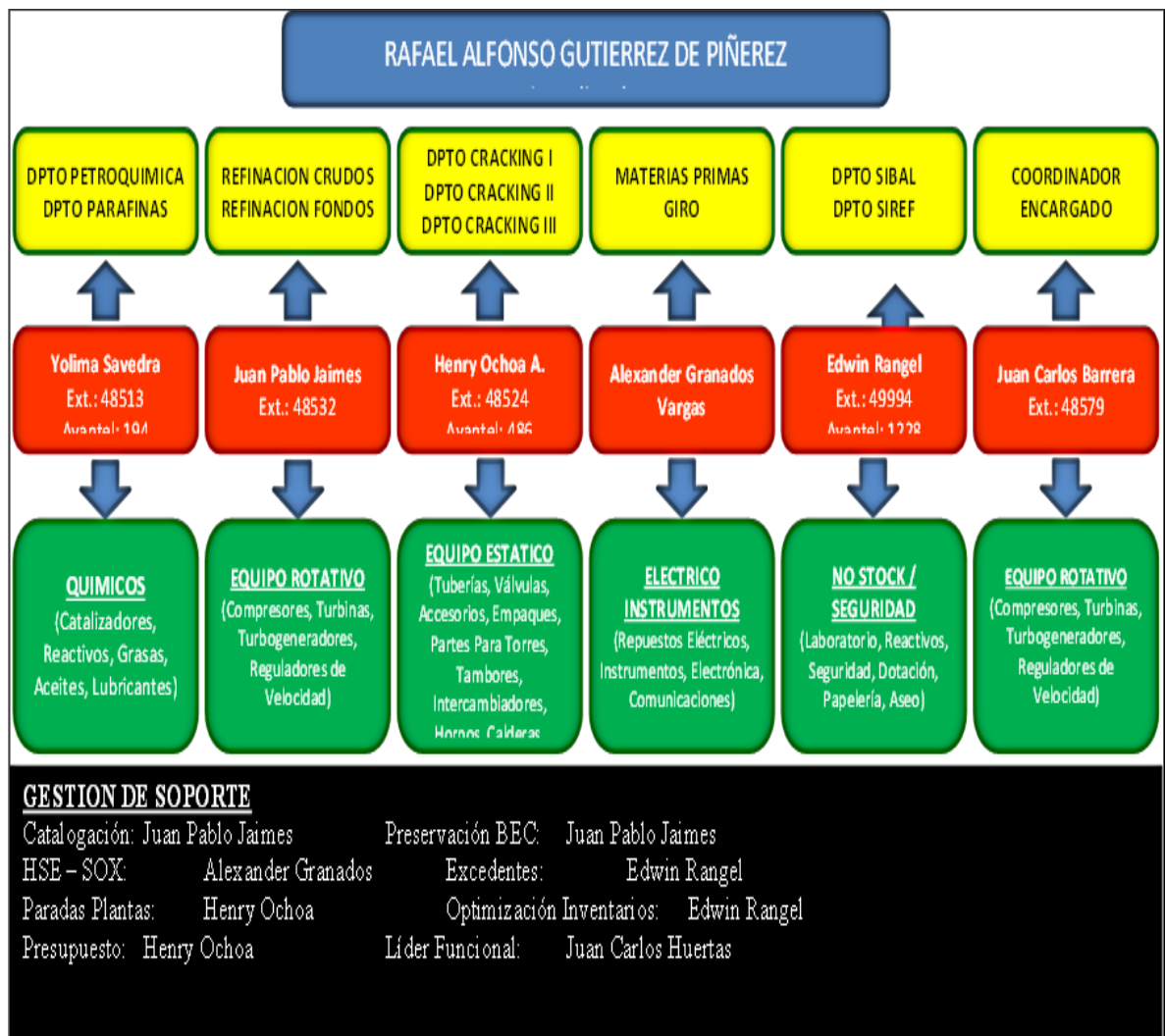
La CI&H como parte de la cadena de abastecimiento de la GRB, basa su gestión en la planeación y coordinación de los suministros demandados por las demás áreas operativas de la Refinería.

---

<sup>6</sup> Información suministrada por la Coordinación de Inventario y Herramientas de la Gerencia Refinería Barrancabermeja.



Funcionalmente la CI&H coordina sus actividades mediante la administración de los inventarios y la operación en el piso de las áreas de almacenamiento. Es aquí donde se define el rol del Administrador de Inventario (ADIN) el cual, para el caso de la GRB, ejecuta sus tareas bajo el marco de la especialidad por tipo de material y bajo el marco de atención al usuario mediante su participación en los equipos núcleo de las áreas operativas, asegurando la atención de la demanda generada. La Figura 4 describe, con nombre propio, los roles en que los ADINES interactúa con las demás áreas de negocio y con las gestiones propias que garantizan la operatividad de la CI&H.



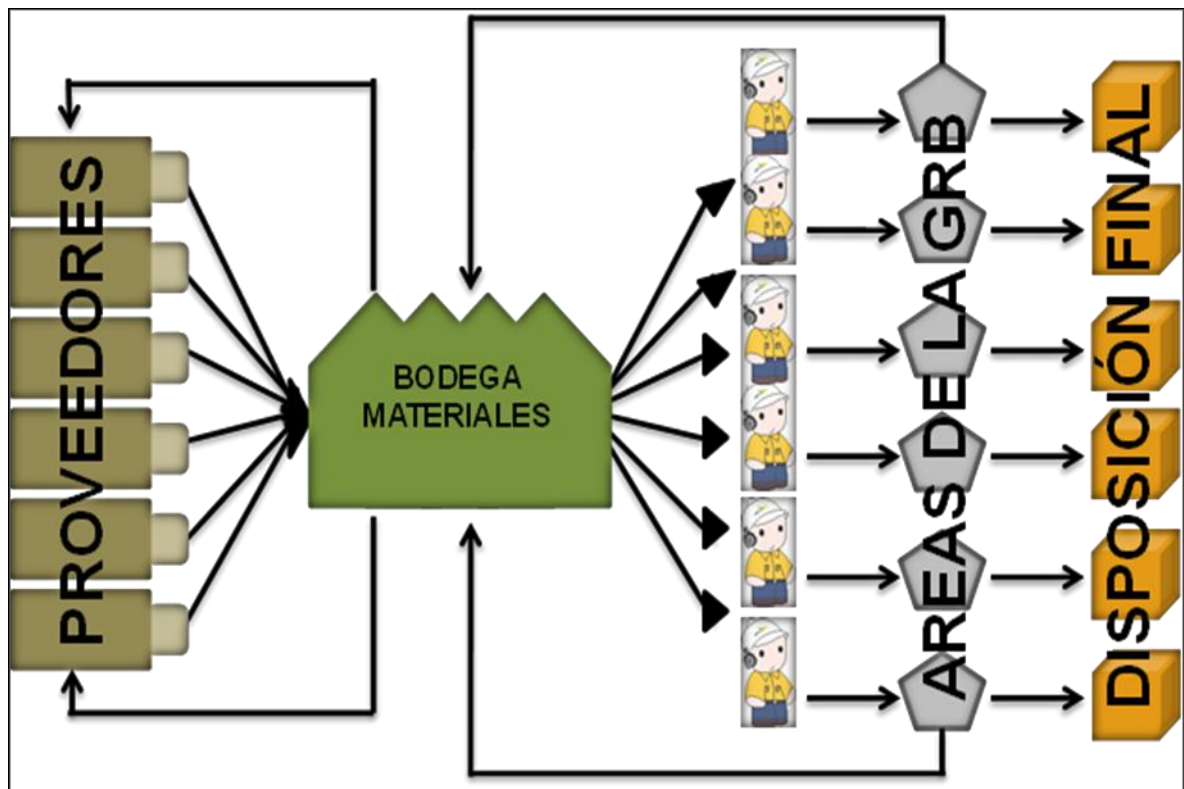
**Figura 4.** Esquema de roles de La Coordinación de Inventarios y Herramientas.

**Fuente:** Información suministrada por la Coordinación de Inventario y Herramientas.

Los ADINES tienen a su cargo aproximadamente 90 mil ítems o códigos de inventario, de los cuales, 66 mil códigos tienen actualmente existencia en las áreas de almacenamiento.

Es notable la gran diversidad de materiales de diferentes fabricantes y marcas que maneja la GRB, esto genera gran complejidad en la cadena de suministro, pues se cuenta con una gran cantidad de proveedores, con los cuales, se determinan estrategias de suministro particulares, según la disponibilidad del material, su ubicación geográfica, los tiempos de fabricación y transporte requeridos y la prioridad de requerimiento por parte del área usuaria.

Actualmente la GRB cuenta con 13 Departamentos Operativos que incluyen un total de 26 plantas distribuidas en un área de 266 hectáreas y que son las que fundamentan y justifican el mantener un inventario para mantenimiento de las dimensiones anteriormente mencionadas y representan igualmente una gran cantidad de usuarios para atender por parte de la CI&H. Ver Figura 5.



**Figura 5.** Cadena de suministro.

**Fuente:** Autor

Para hacer seguimiento al sistema en las áreas de almacenamiento y responder de forma eficiente la demanda, la CI&H cuenta con diferentes mecanismos de medición; pero se centra principalmente en 3 Indicadores, valorados por la CI&H como herramientas claves para el proceso. Sus resultados se socializan de manera sistemática semanalmente; en caso de que la meta del indicador no se esté cumpliendo se utiliza este espacio para tomar decisiones y generar planes de acción que permitan poner de nuevo en control el indicador.

<b>Objetivo Estratégico</b>	Alcanzar y sostener la excelencia en las operaciones con estándares HSE clase mundo		<b>Negocio</b>	Gerencia Refinería de Barrancabermeja		
<b>Nombre del Indicador</b>	<i>TIEMPO DE CHEQUEO DE RECIBO DE MATERIALES EN BODEGA</i>		<b>Unidad de Medida</b>	Días		
<b>Descripción e intención</b>	Es el tiempo que transcurre desde el recibo del material en bodega hasta el ingreso en el sistema de información (Tiempo de Reporte). Asegurar el tiempo de reporte de las Órdenes de Compra en la Bodega de Materiales.					
<b>Fórmula</b>	$TCHB = \frac{\sum \text{Promedio de Días transcurridos entre la Fecha Recibo en Bodega y Fecha Reporte}}{\text{Promedio } \sum(A)}$					
<b>Responsable(s) de seguimiento y reporte</b>	1	Coordinador de Administración de Inventarios y Herramientas	<b>Responsable de establecer la meta</b>	Coordinador de Administración de Inventarios y Herramientas	<b>Responsable de Aprobar resultados</b>	Jefe departamento de Mantenimiento
<b>Frecuencia de Medición</b>	Este indicador se calcula mensualmente.					

<b>Objetivo Estratégico</b>	Alcanzar y sostener la excelencia en las operaciones con estándares HSE clase mundo		<b>Negocio</b>	Gerencia Refinería de Barrancabermeja		
<b>Nombre del Indicador</b>	<i>NIVEL DE SERVICIO BODEGA DE MATERIALES</i>		<b>Unidad de Medida</b>	%		
<b>Descripción e intención</b>	Es el porcentaje de solicitudes atendidas por la Bodega de Materiales, teniendo en cuenta la clasificación del material, y la existencia en bodega. Asegurar el nivel de servicio de la bodega general de la GCB.					
<b>Fórmula</b>	$NSBM = \text{Promedio } \frac{\sum(\text{Cantidad de los Ítems positivos de las solicitudes despachadas} / \text{Cantidad total de ítems solicitados a la bodega}) * 100}{\text{Promedio } \sum(A(i)/B(i)) * 100}$					
<b>Responsable(s) de seguimiento y reporte</b>	1	Coordinador de Administración de Inventarios y Herramientas	<b>Responsable de establecer la meta</b>	Coordinador de Administración de Inventarios y Herramientas	<b>Responsable de Aprobar resultados</b>	Jefe departamento de Mantenimiento
<b>Frecuencia de Medición</b>	Este indicador se calcula mensualmente.					



<b>Objetivo Estratégico</b>	Alcanzar y sostener la excelencia en las operaciones con estándares HSE clase mundo		<b>Negocio</b>	Gerencia Refinería de Barrancabermeja		
<b>Nombre del Indicador</b>	OT's EN ESTADO X		<b>Unidad de Medida</b>	%		
<b>Descripción e intención</b>	Es la cantidad de ítems que existen en las solicitudes de las OT de MDD que se encuentran en estado de espera de material. El objetivo es asegurar el material solicitado en las OT de Mantenimiento día a día.					
<b>Fórmula</b>	$\text{OTEX} = (\text{OT MDD en estado X} / \text{Total OT's MDD abiertas}) * 100$ $\text{OTEX} = (A / B) * 100$					
<b>Responsable(s) de seguimiento y reporte</b>	1	Coordinador de Planificación del Mantenimiento	<b>Responsable de establecer la meta</b>	Coordinador de Administración de Inventarios y Herramientas	<b>Responsable de Aprobar resultados</b>	Líder de Confabilidad
	2	Coordinador de Administración de Inventarios y Herramientas				
<b>Frecuencia de Medición</b>	Este indicador se calcula mensualmente.					

**Tabla 1.** Definición Indicadores Manejados en la Coordinación de Inventario y Herramienta.

**Fuente:** Suministrados por Departamento de Programación a la Producción de la GRB. Hoja de Vida de los Indicadores.

### 2.1.1 Áreas de Almacenamiento

Las Áreas de almacenamiento están clasificadas según el material, su logística de distribución, permite realizar las diferentes actividades de cada uno de los procesos de forma efectiva. Poseen zonas amplias permitiendo la movilización de las herramientas y/o equipos en el interior de las bodegas, ver Anexo A. Plano Bodega General de Materiales. El área de almacenamiento 3 es la principal área en la cual el procedimiento implementado se traduce para las otras demás bodegas. En la Tabla 2, se explica cada una de las áreas de almacenamiento pertenecientes a la CI&H de la GRB.

ÁREA DE ALMACENAMIENTO	BODEGAS	UTILIZACIÓN
ÁREA DE ALMACENAMIENTO 1	Bodega de químicos	Almacenar: Aceites lubricantes, Cementos de construcción y de aislante térmico, sales, Triacina un secuestrante de H <sub>2</sub> S, Químicos de nalcos y Catalizadores.
	Bodega Policolsa	

	Bodega patio de contenedores	Almacenar Contenedores de catalizadores.
	Bodega Galán 2	Almacenan: Tubería para intercambiadores, tubería 4" o menor, tubería galvanizada para agua.
	Bodega de Válvulas	Almacenar Válvulas bridadas de 3" en adelante.
<b>AREA DE ALMACENAMIENTO 2</b>	01NS	Área para administrar el material de No Stock, se despacha directamente al usuario.
<b>AREA DE ALMACENAMIENTO 3</b>	Bodega de Recibo y Chequeo	Almacenar temporalmente todos los materiales del distrito GRB recibidos previo chequeo para disponer luego a almacenar.
	Bodega General (G1)	Almacenar en: Zona Modular de alta rotación y material de pequeño tamaño (Módulos 2, 3, 4, 5); Zona de ejes, manueras, llantas, baterías, etc. (Módulo 8); Zona de barras y material de mayor peso (Módulo 6, 7 y 9).
	Galán Especial (GE)	Almacenar material de mayor control (solo ingresa el supervisor por su costo): Conectores y accesorios en acero inoxidable para instrumentación, válvulas de calibre menores a 2" y conectores.
	Galán Frio (GF)	Almacenar material que necesita estar en baja presión para preservar la viscosidad de la grasa que posee, caso de rodamientos, algunos empaques, gauchos, material eléctrico e instrumento.
	Galán Caliente (GC)	Almacenar materiales que debe evitar el contacto con la humedad: soldadura precalentada para la eficiencia a la hora de trabajar, material eléctrico resistores o material bobinado (transformadores que elevan amperaje, balastros, etc.).
	Galán Mesanine (GM)	Almacenar: material eléctrico de iluminación (bombillos, fluorescente, lámparas, etc.), todos los empaques para intercambiadores y papelería.
	Bodega de Ropa	Almacenar dotación y todo elemento de protección personal (diferentes tipos de filtros tipo cartucho, máscaras respiratorias, botas y gafas)
<b>AREA DE ALMACENAMIENTO 4</b>	Bodega Custodia	Almacenar el material perteneciente al usuario que no se encuentra activo en el sistema, los cuales son utilizados como apoyo para otros equipos.
	Bodega de Proyectos	Almacenar material requerido para la realización de un proyecto en la GRB.

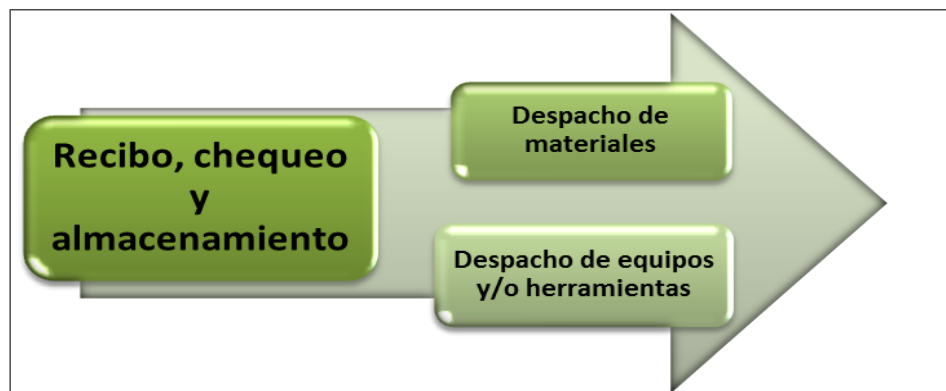
<b>AREA DE ALMACENAMIENTO 5</b>	Bodega Zona B	Almacenar: Aislante térmico, canecas de 55 galones, cloro, accesorios de gran tamaño, laminas, Tuberías, perfilería en acero estructurado y todo material voluminoso que permite estar al aire libre.
	Bodega Zona C	Almacenar: Tubería Line Pipe (tubería de línea), tubería mayores a 4", perfilería en acero estructurado.
<b>AREA DE ALMACENAMIENTO 6</b>	Bodega Central de Herramientas	Almacenar equipos y/o herramientas para el préstamo a los usuarios de la GRB.

**Tabla 2.** Áreas de Almacenamiento de materiales pertenecientes a la GRB

**Fuente:** Autor.

### 2.1.2 Procesos

Las diferentes áreas de almacenamiento pertenecientes a la CI&H poseen el mismo comportamiento en los procesos pertenecientes al SL, el cual se muestra en la Figura 6.



**Figura 6.** SL actual en las áreas de almacenamiento de la CI&H de la GRB.

**Fuente:** Autor.

La gestión de mantenimiento es soportada por el Sistema MINCOM-ELLIPSE y SAP, al igual, la gestión de materiales desde la operatividad de las bodegas pertenecientes a las áreas de almacenamiento. La operación de las bodegas está liderada por supervisores y varios auxiliares de bodegas; entre sus actividades está el apoyo en el proceso para el mejor funcionamiento de las actividades diarias, cumpliendo las normas de seguridad industrial, protección ambiental y calidad necesarias para prestar un buen servicio.

Con el objetivo de mejorar, la CI&H socializa semanalmente las novedades presentadas y de manera conjunta, analiza las posibles soluciones. Al igual, este espacio se aprovecha para divulgar los acontecimientos más relevantes generados en la GRB.

### **2.1.3 Productos**

Por la alta diversidad de áreas productivas, la GRB maneja diferentes tipos de materiales, los cuales están clasificados por tipo de inventario y a su vez se sub-clasifican en grupo y clase; los últimos, se identifican con 2 dígitos cada uno (Como código diferenciador). Actualmente se identifican 29 tipos de inventario, algunos de ellos se visualizan en el Anexo B.

## **2.2 OPORTUNIDADES DE MEJORA**

Se inició con una indagación y observación del SL en la CI&H, reconociendo los procedimientos y los procesos en cada uno, recolectando y obteniendo la siguiente información:

- Los procedimientos se encuentran en revisión desde hace más de 3 años y actualmente no se ha plasmado sus cambios, no se han actualizado. Utilizan formatos de procedimientos e instructivos que permiten al personal conocer detalladamente el proceso y las otras características implicadas en él, para obtener mejores resultados en menor tiempo.
- El personal tiene el conocimiento del procedimiento por experiencia mas no se ejecuta de acuerdo a la descripción e indicaciones del procedimiento, ya que no se ha realizado la respectiva divulgación de los mismos.
- No hay estandarización en los procesos, lo cual genera falta de sostenibilidad, al estar soportado el proceso en las personas y no en los procedimientos. Como consecuencia de esto se generan con cierta frecuencia inconsistencias en el inventario, en cuanto a cantidad física de existencias en bodega y a su localización en las áreas físicas de almacenamiento, repercutiendo al desmejoramiento en el servicio al usuario.
- No se tiene una dirección única para almacenamiento del material (el auxiliar que le corresponda lo hace a su manera), se ubica el material en nuevas localizaciones y en muchas ocasiones no se realiza la novedad en el Sistema MINCOM-ELLIPSE, ni en la hoja de chequeo, encontrando material del mismo código con varias localizaciones, retrasando el despacho del material y aumentando el tiempo al realizar inventario.

- Las actividades de los diferentes procesos deben ser coherentes entre sí, logrando una mayor eficiencia, por lo que al no seguir su cadena puede perjudicar la optimización de todo el procedimiento. La cual se vio reflejada en el proceso del Despacho de Materiales, con demoras en entrega de materiales y faltantes de materiales necesarios, resultando insatisfacción en el usuario. Los trabajadores que participan en el SL opinan que la demora de despacho se debe a inconvenientes con el almacenamiento del material por inconsistencias en la carga laboral en cada proceso.
- En la Sección Técnica Central de Herramientas carece de un soporte tecnológico de información para el manejo del préstamo e inventarios de equipos y/o herramientas, lo cual puede repercutir en pérdidas de herramientas. Al igual, posee 4 tipos de vales (dependiendo de la solicitud que se requiere), obteniendo gran cantidad de vales físicos sin documentar y riesgo de pérdida de los mismos.
- Se tienen indicadores de eficiencia que muestran el resultado del SL pero faltan herramientas de control (indicadores de eficacia) que permitan observar resultados en los procesos del SL.
- El horario de Ingreso de carga a la GRB es de 7:30 a 10:30 am y 12:00 a 3:00 pm. Inicia en la recepción de Puerta Norte la cual se encarga de informar por correo electrónico, si autoriza la entrada de la carga, según la orden de compra que tiene el transportista. En el Horario de 10:30 a.m. a 12:00 del mediodía (hora de almuerzo), no se recibe ninguna carga. El personal labora 8 horas diarias.

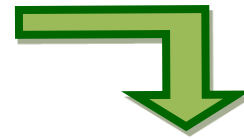
### 3. ANTECEDENTES

Con el fin de identificar las oportunidades de mejora en la CI&H de la GRB para avanzar hacia la optimización de sus procesos, se busca establecer los problemas más relevantes.

En el primer semestre del 2011, se realizó un diagnóstico de la situación actual de la bodega general de materiales y de las bodegas móviles de la refinería con el fin de realizar una propuesta de mejora, el cual incluyó rediseño, redistribución de los materiales y de los espacios de la bodega general, pendientes por implementar.

La metodología se basó en visita a campo, observación directa y documentación ya existente logrando identificar la capacidad de almacenamiento utilizada y disponible de cada uno de los módulos de la bodega general. Se elaboró un formato de acuerdo a las características de los módulos en donde se incluyeron los datos arrojados de cada uno, se procedió a tabular y a analizar los datos obteniendo los siguientes hallazgos<sup>7</sup>:

**Modulo 3,4 y 5**  
Capacidad Total utilizada= 78.4 %  
Capacidad Total Disponible= 21.6%  
Bloques disponible= 9.1



- Se identificaron localizaciones vacías, de donde se tomaron 4.277 códigos y luego de su análisis se concluye que existe un 36.7% de estos que nunca más se volverán a comprar porque han sido archivados, fusionados o porque su clasificación es X o N.
- De los 4.277 códigos también se identificó que un 14.6% de estos códigos que físicamente tienen una localización asignada en la bodega, en el sistema se encuentran en otra ubicación.

Con código= 18.9%  
sin código=2.7%

A,F,N,X, otra localizaciones = 9.8%  
U,E,P,R,K,S = 9.1%

**DISPONIBILIDAD TOTAL REAL= 12.5%**

<sup>7</sup> Basados en el Estudio de Capacidad. 2011.

- En la bodega general existen localizaciones físicamente vacías etiquetadas con un código, donde se considera que el stock está en cero y que el material está en proceso de llegada, por lo que el auxiliar a la hora de guardar materiales está respetando estas localizaciones.
- Se están realizando novedades en el catálogo archivando y fusionando códigos sin que se realice las novedades físicamente en la localización indicada.
- Se puede mejorar la capacidad de la bodega buscando áreas fuera de ella, pero primero se debe optimizar la capacidad interna.

**Modulo 6,7 y 9**  
 Capacidad Total utilizada= 97.2 %  
 Capacidad Total Disponible= 2.8%



- Las localizaciones encontradas disponibles en los módulos 7 y 9, no se encuentra etiquetadas con códigos, debido a que allí no se respetan los espacios de almacenamiento, por ello se dejan identificados las localizaciones.
- Mediante inspección visual se encontró que 33 localizaciones de estos módulos carecen de estibas para almacenamiento, con lo cual se recuperaría un espacio aproximado de 3 estantes.
- Se identificaron 25 materiales que por su tamaño ocupan 2 estibas completas de los módulos 6, 7 y 9 y se clasificaron así:

Rótulos de fila	CANT
<b>ARCHIVADO</b>	<b>3</b>
Arch	3
<b>DAR DE BAJA</b>	<b>8</b>
X	8
<b>LENTO MOV</b>	<b>12</b>
E	8
K	1
P	2
X	1
<b>OK</b>	<b>2</b>
E	2
<b>Total general</b>	<b>25</b>

## 4. JUSTIFICACIÓN

El desarrollo del SL permite el flujo de los materiales requeridos para el mantenimiento, involucra recursos físicos y humanos, los cuales constituyen un apoyo fundamental en la dinámica de la productividad de la organización; permitiendo generar valor agregado en el servicio y una mayor competitividad.

Dentro de sus estándares de servicio la CI&H gestiona el presupuesto de las compras, administrando los recursos de la compañía y suministrando los bienes a la GRB satisfaciendo las necesidades de los diferentes usuarios.

Este proyecto presenta una propuesta de solución para los problemas más críticos, los cuales se enlistan a continuación:

- Demora en el proceso de despacho de materiales y préstamo de equipos y/o herramientas, inconveniente que genera insatisfacción y tiempos perdidos al usuario por la espera. Se observará el diseño del SL y la distribución física logrando así, un mejor servicio al cliente al disminuir el tiempo de espera.
- Ubicación de materiales no especificada ni actualizada en el sistema, ya que no se cuenta con el proceso específico de almacenamiento; comprobando que con la mejora planteada en el diseño del SL, el material estará disponible en un menor tiempo por encontrarse en el lugar y en las condiciones que requiere el usuario.
- No se tiene una estandarización en las actividades realizadas en los procesos que conforman el SL por lo que se reestructuran los procedimientos e instructivos para mejorar la productividad del SL y así, aumentar los porcentajes de los indicadores y el servicio al usuario a los niveles deseados.
- No hay ningún tipo de control interno en el SL actual para observar su efectividad, por lo que repercute a la disminución de la confiabilidad del inventario y el servicio al usuario.

Mejorando la efectividad del SL y permitiendo una mayor confiabilidad en el inventario, el cual será un valor agregado que la CI&H dará a la GRB.



## **5. OBJETIVOS**

### **5.1 OBJETIVO GENERAL**

Diseñar un Sistema Logístico que permita el mejoramiento efectivo del movimiento de las Herramientas y Materiales requeridos para el mantenimiento dentro de las áreas de almacenamiento en las instalaciones de la Gerencia Refinería Barrancabermeja.

### **5.2 OBJETIVOS ESPEÍFICOS**

- Identificar procesos críticos, ineficiencias, oportunidades de mejora y de control que permitan aumentar la confiabilidad del inventario.
- Realizar proceso de implementación por medio de simulación para comprobar la alternativa tomada en el mejoramiento del Sistema Logístico: procesos, tiempos de chequeo, almacenamiento y despacho de Herramientas y Materiales.
- Documentar y verificar las acciones de mejora del SL para eliminar las causas con mayor incidencia en la falta de confiabilidad del inventario en la Coordinación de Inventario y Herramienta de la Gerencia Refinería Barrancabermeja.

## 6. MARCO TEÓRICO

### 6.1 SISTEMA LOGÍSTICO

Según el autor, Aníbal Mora<sup>8</sup>: “La logística es una actividad interdisciplinaria que vincula las diferentes áreas de la compañía, desde la programación de compras hasta el servicio postventa; pasando por el aprovisionamiento de materias primas; la planificación y gestión de la producción; el almacenamiento, manipuleo y gestión de stock, empaques, embalajes, transporte, distribución física y los flujos de información”.

De igual manera, según GSI Colombia (Instituto Colombiano de Automatización y Codificación Comercial), la logística “es el proceso de planear, controlar y administrar la cadena de abastecimiento y distribución, desde el proveedor hasta el cliente y con un enfoque en la red de valor y colaboración entre los actores de la red logística interna y externa”.

Se puede decir que la logística se define como un sistema integral de la cadena de abastecimiento, desde el ingreso de la materia prima, su transformación, hasta el punto donde el producto o servicio es entregado al cliente para su consumo final supliendo su necesidad; teniendo en cuenta el flujo de materiales-inventario, información-trazabilidad y capital de trabajo-costos. Al igual en ella está involucrada la distribución física (área de almacenamiento y transporte), localización de plantas, nivel de inventario, indicadores de gestión, entre otras.

### 6.2 DIAGRAMA CAUSA – EFECTO

Eduardo Arnoletto, en su libro de administración de la producción como ventaja competitiva<sup>9</sup>, dice: “Este diagrama se utiliza para representar la relación entre algún efecto (declaración del problema) y todas las causas posibles que lo pueden originar. Generalmente, se lo presenta con la forma del espinazo de un pez, de donde toma el nombre alternativo de Diagrama de espina de pescado.

Los diagramas de causa efecto se construyen para ilustrar con claridad cuáles son las posibles causas que producen el problema. Un eje central se dirige al efecto. Sobre el eje se disponen las posibles causas. A las causas conviene agruparlas por sub-causas”.

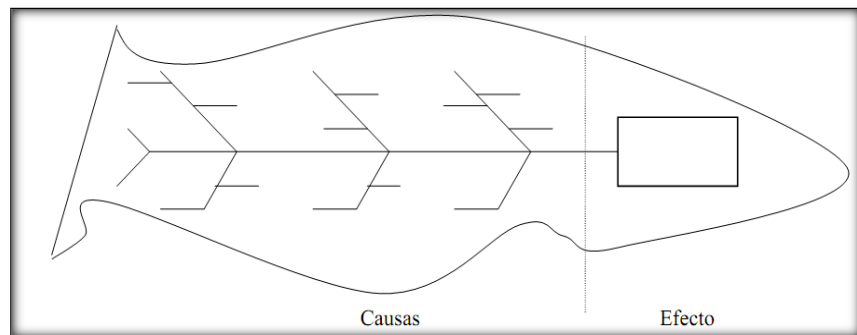
---

<sup>8</sup> **Mora García, Luis Aníbal.** *GERENCIA DE LA CADENA DE ABASTECIMIENTO: Gestión Logística Integral*, Las mejores prácticas en la cadena de abastecimiento. Bogotá: Ecoe Ediciones, 2008. Pág. 6-8.

<sup>9</sup> **ARNOLETTO, Eduardo,** *LIBRO DE ADMINISTRACIÓN DE LA PRODUCCIÓN COMO VENTAJA COMPETITIVA*. Colombia. Pág. 70-72. ISBN-13: 978-84-690-7904-1.

También es conocido por el Diagrama de Ishikawa nombre del autor que lo creo. Su construcción presenta un diagrama que permite realizar un análisis de las causas que repercuten al efecto que es objeto de estudio. El diagrama causa-efecto puede dividirse en tres etapas:

- Definición del efecto que se desea estudiar, pre análisis efectivo de la base de estudio.
- Construcción del diagrama causa-efecto. Al lado derecho se escribe el efecto y seguido a ello se prosigue a buscar todas las posibles causas que en el influyen (Flechas que indican a la línea central del pescado) y las sub-causas (ordenadas con líneas rectas horizontalmente apuntando a la causa principal)
- Análisis causa-efecto del diagrama construido.



**Figura 7.** Elementos del diagrama causa-efecto o espina de pescado

**Fuente:** Libro de administración de la producción como ventaja competitiva de Eduardo Arnoletto.

### 6.3 SIMULACIÓN

Es una herramienta que involucra el uso de una computadora para simular la operación de un sistema productivo o de una parte de ella. La computadora registra los eventos que impulsan al sistema como si estuviera actuando realmente y debido a su velocidad genera la simulación de la operación rápidamente; permitiendo evaluar y comparar las alternativas de mejora antes de elegir alguna.

Según Gerald Federick<sup>10</sup>, “el desempeño del sistema real se imita mediante distribuciones de probabilidad para generar aleatoriamente los distintos eventos

---

<sup>10</sup> Hillier Federick, Liebermand Gerald. *SIMULACIÓN*; Introducción a la Investigación de Operaciones. Mc Graw Hill. 9ª Edición. Capítulo 20, Pág. 871-874.

que ocurren en el sistema. Por todo esto, un modelo de simulación sintetiza el sistema con su construcción de cada componente y de cada evento. Después, el modelo corre el sistema simulado para obtener observaciones estadísticas del desempeño del sistema como resultado de los diferentes eventos generados de manera aleatoria. Debido a que las corridas de simulación, por lo general, requieren la generación y el procesado de una gran cantidad de datos, es inevitable que estos experimentos estadísticos simulados se lleven a cabo en una computadora”.

Se necesitan de ciertos elementos para llevar a cabo la simulación. Según David Rios, Sixto Insua y Martin Jacinto, estos son:

- *Sistema real*: Mundo real por el que mostramos intereses comunes.
- *Modelo*: Representación simplificada de un sistema (conjunto de instrucciones).
- *Ordenador*: Los responsables de un sistema (ejecutan).
- *Modelización*: La forma en que un modelo representa un sistema real (estudia su validez).
- *Simulación*: Proceso de imitación de aspectos importantes del comportamiento del sistema en tiempo real.<sup>11</sup>

## 6.4 ESTUDIO DE TIEMPOS

Freivalds Niebel<sup>12</sup>, lo define como: un método para determinar un día de trabajo justo. Un día de trabajo justo se define como la cantidad de trabajo que puede producir un empleado calificado (definido como: promedio representativo de aquellos empleados que están completamente capacitados y pueden realizar de manera satisfactoria cualquier o todas las etapas del trabajo involucradas) cuando trabaja a paso normal y usando de manera efectiva su tiempo si el trabajo no está restringido por limitaciones del proceso, es equitativo tanto para la compañía como para el empleado. Esto significa que el empleado debe aportar un día de trabajo justo por el salario que recibe, con suplementos razonables por retrasos personales, inevitables y por fatiga.

Para asegurar el éxito, el analista debe poder inspirar confianza, aplicar su juicio y desarrollar un enfoque de acercamiento personal con quienes tenga contacto. Además sus antecedentes y capacitación deben prepararlo para entender a fondo y realizar las distintas funciones relacionadas con el estudio.

---

<sup>11</sup> **RIOS Insua David, Rios Insua Sixto Y Martin Jacinto.** *SIMULACIÓN; Métodos y Aplicaciones.* Original. Madrid: Editorial ALFOMEGA S.A., 2000. Pág. 101-103.

<sup>12</sup> **Niebel Freivalds.** *ESTUDIO DE TIEMPO:* Ingeniería Industrial, métodos estándares y diseño del trabajo. 11ª Edición Alfaomega. Capítulo 9.

De igual manera Néstor Ortiz, en su libro *Análisis y mejoramiento de los procesos de la empresa*<sup>13</sup>, dice que: “El estudio de tiempos consiste en aplicar alguna técnica de registro, con el propósito de establecer la duración de una tarea específica”. Entre las técnicas más conocidas dentro del estudio de tiempos se tienen las siguientes:

- **Cronometraje.** Esta técnica permite establecer la duración de una tarea a partir del registro de datos de tiempos que han sido cronometrados. Estos datos son el resultado de la observación de algunos ciclos de trabajo.
- **Tiempos predeterminados.** Se hace referencia a datos de tiempo genéricos que pueden ser utilizados para establecer el tiempo de una tarea.
- **Muestro del trabajo.** Es una técnica de muestreo estadístico, que permite analizar el trabajo de una persona (o de un grupo) mediante la observación directa de todas las actividades que éste realiza en su puesto de trabajo durante un periodo de tiempo, sin la necesidad de que el analista haga acto de presencia permanente durante dicho periodo de tiempo.

## 6.5 PROCESOS

Según la NTC-ISO 9000:2000<sup>14</sup>, el proceso está definido como: “conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan entre sí, las cuales, transforman elementos de entradas en salidas y/o resultados”. Este tipo de actividades deben ocurrir de manera planificada y controlada dentro de las organizaciones, de tal forma que estas puedan generar valor al producto y/o servicio que se desea obtener.

Para obtener una definición puntual, un proceso es cualquier actividad que aproveche un objeto y/o material, le agregue valor para luego proveer al cliente (interno y/o externo) de un producto y/o servicio, utilizando los recursos de la empresa obteniendo resultados satisfactorios y definitivos.

Para ello se debe priorizar en:

- **Documentación:** según la NTC-ISO 9000:2000<sup>15</sup>, “Se refiere al conjunto de documentos que pretenden la transferencia o flujo de información, y que están soportados en algún medio”. Los medios de soporte pueden ser papelería, discos magnéticos, ópticos y/o electrónicos, o soportes fotográficos.

---

<sup>13</sup> Ortiz Néstor Raúl. *ESTUDIO DE TIEMPOS; Análisis y Mejoramiento de los Procesos de la Empresa*. Bucaramanga: Escuela de estudios industriales y empresariales, UIS 1999. Pág. 143-144. 160-161.

<sup>14</sup> NTC-ISO 9000:2000, Numeral 3.4.1

<sup>15</sup> NTC-ISO 9000:2000, Numeral 3.7.2

Es una herramienta que garantiza que los procesos se realicen siempre de la misma manera. Se obtiene una reducción de errores en las funciones operativas del Sistema logístico en la organización, asequibilidad en el conocimiento del proceso por la confiabilidad de la información contenida y procedimientos establecidos de rápida adaptación y aplicación, fundamental en la inducción y entrenamiento del nuevo personal que se relacione con el Sistema Logístico, pues de esta forma toda la información referente a las tareas y actividades a realizar se encuentran siempre disponibles.

- **Mejoramiento continuo:** según la NTC-ISO 9000:2000<sup>16</sup>, es un “proceso mediante el cual se establecen y se identifican oportunidades para aumentar la capacidad de agregar valor al cliente tanto en la calidad del producto o servicio que se requiera como en el cumplimiento de sus requisitos y especificaciones”. A través de él, se logra ser más productivos y competitivos logrando incursionar, crecer y liderar el mercado. Se es capaz de proponer soluciones con proyecciones y perspectivas futuras que integren la estrategia empresarial y permita seguir en el mercado.

Los procesos deben ser estudiados y evaluados permanentemente para adaptarlos a los cambios surgidos en el entorno y así, ofrecer una mayor productividad en las actividades relacionadas con el Sistema Logístico y que generan valor a la organización.

## 6.6 DISTRIBUCIÓN

### 6.6.1 Distribución de las instalaciones

Según: Richard B. Chase, F. Robert Jacobs, Nicholas J. Aquilano, en su libro Administración de la producción y operaciones para una ventaja competitiva<sup>17</sup>, dicen que: “las decisiones sobre la distribución implican determinar dónde irán los departamentos, los grupos de trabajo dentro de esos departamentos y los puntos de inventario de existencias dentro de una instalación de producción. El objetivo es arreglar esos elementos en forma tal que permita un flujo de trabajo ininterrumpido o un patrón determinado de tráfico”.

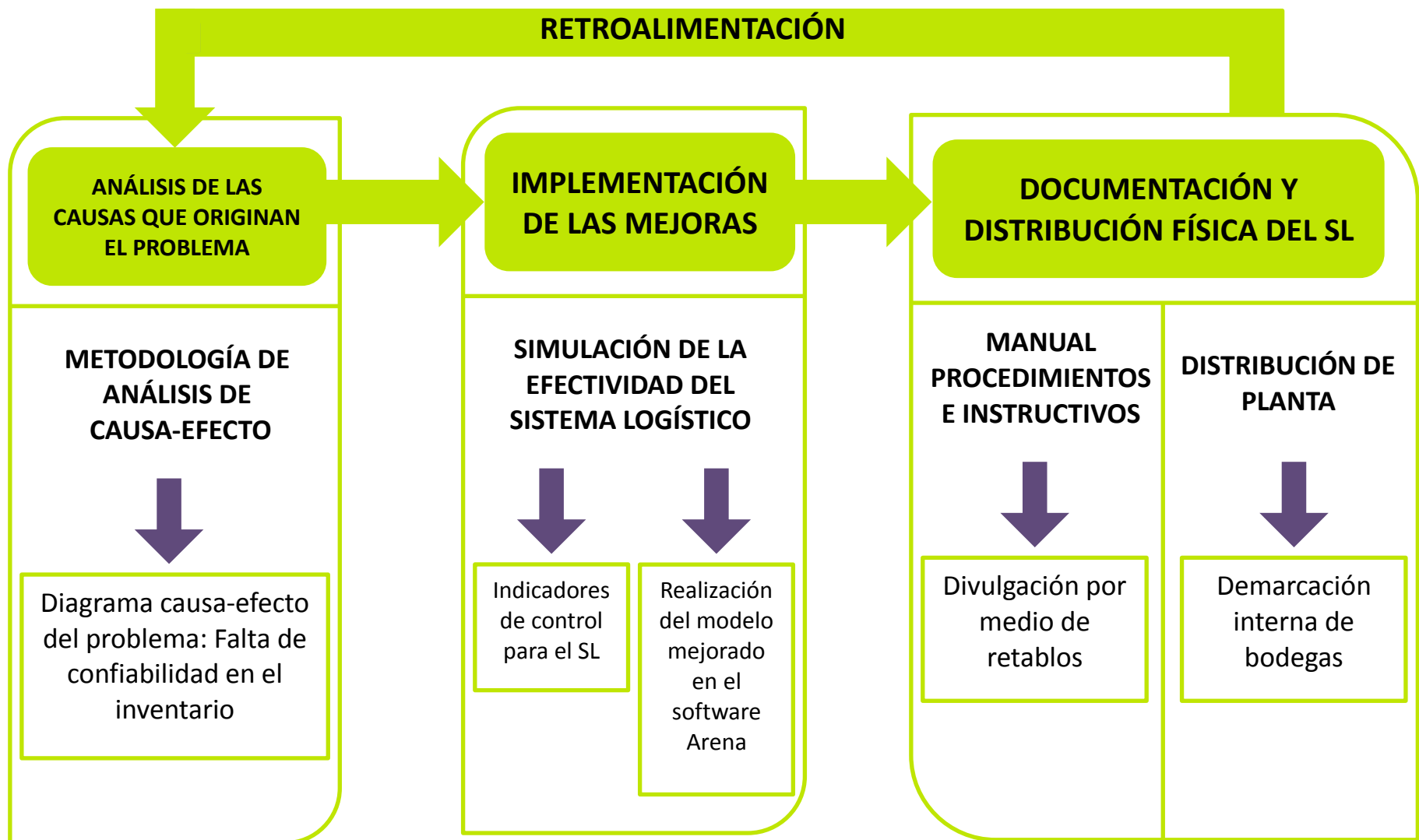
La forma mediante la cual se determina la distribución de las áreas en un almacén o instalación se define por el patrón del flujo de trabajo, dividida así:

---

<sup>16</sup> NTC-ISO 9000:2000, Numeral 3.2.13

<sup>17</sup> **Richard B. Chase, F. Robert Jacobs, Nicholas J. Aquilano.** Administración de la producción y operaciones para una ventaja competitiva. McGraw-Hill/Interamericana editores. México 2004. ISBN 970-10-4468-1.

- **Distribución por proceso**, en él se agrupan equipos o funciones similares. Después, la parte que se está trabajando es transportada al área en donde están ubicadas las máquinas apropiadas para cada operación, conforme a la secuencia de operaciones establecidas.
- **Distribución por producto**, es aquella en la que el equipo o los procesos de trabajo se arreglan de acuerdo con los pasos consecutivos que sigue la fabricación del producto. La trayectoria de cada parte es, en efecto, una línea recta.
- **Distribución por grupos de tecnologías**, agrupa máquinas diferentes para formar centros de trabajo que elaboran productos con formas y requerimientos de procesamiento similares.
- **Distribución por posición fija**, el producto permanece en una sola ubicación. El equipo de manufactura es el que se mueve hasta el producto.





## 7. DISEÑO METODOLÓGICO

### 7.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Se realizó un estudio de carácter cuantitativo por medio de la observación directa, entrevista y recolección de información de la CI&H, así como las causas principales que no permitían la integridad en el SL y la confiabilidad en el inventario repercutiendo a disminuir (en las diferentes etapas) el servicio al cliente.

### 7.2 POBLACIÓN

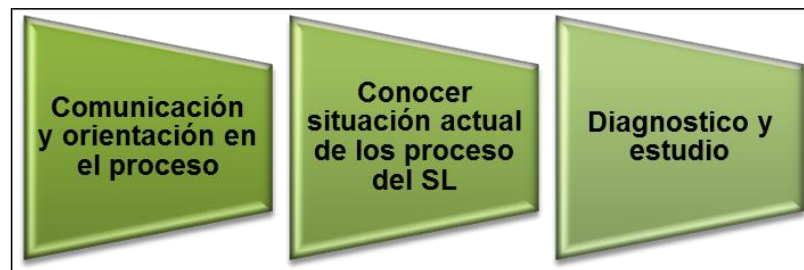
La población estudiada son todos los funcionarios pertenecientes a la CI&H de la GRB, los cuales participan directamente de los diferentes procesos que complementan el SL, al igual los funcionarios de la dependencia de mantenimiento quienes representan al usuario final.

### 7.3 DESCRIPCIÓN

#### 7.3.1 Análisis del SL

El diagnóstico del SL se basó en 2 etapas:

- La primera etapa permitió conocer al personal así como su trabajo y el desarrollo del mismo dentro de la CI&H; seguidamente, se realizó una orientación general de los procesos involucrados en el SL para el análisis macro, conociendo la situación actual e indagando a los funcionarios que participan en cada uno de ellos. La descripción desarrollada para la primera etapa del diagnóstico del SL se visualiza en la Figura 8.



**Figura 8.** Descripción desarrollada para el diagnóstico del SL

**Fuente:** Autor

- En la segunda etapa se analizaron los puntos críticos del SL y la problemática; se utilizó la metodología de Causa-Efecto para poder realizar un plan de acción de mejoramiento, lo cual, requirió llevar a cabo un estudio detallado para seleccionar las causas principales que disminuían la confiabilidad en el inventario y el servicio al cliente.

### 7.3.1.1 Análisis de Causa-Efecto

La metodología de Análisis de Causa-Efecto se desarrolló a través de cuatro Etapas, subdivididas en 10 pasos, las cuales se describen en la Tabla 3.

Etapa	Paso
I. Registro de Información	1. Recoger información 2. Clasificar las consecuencias
II. Análisis del Problema	3. Identificar los Problemas 4. Definir los Problemas
III. Análisis Causa-Efecto	5. Análisis de las causas 6. Validación de las causas 7. Verificación de la causa
IV. Desarrollo de la Solución	8. Alternativas de mejoras 9. Análisis del problema 10. Análisis y desarrollo de propuestas

**Tabla 3.** Análisis de Causa-Efecto

**Fuente:** Autor

#### **ETAPA I. Registro de información**

Se capturó la información relevante relacionada con el problema, estableciendo las consecuencias y a qué nivel se conduciría la investigación, según fuera el caso.

**PASO 1.** Se recogió información por parte de los funcionarios directamente involucrados en el SL.

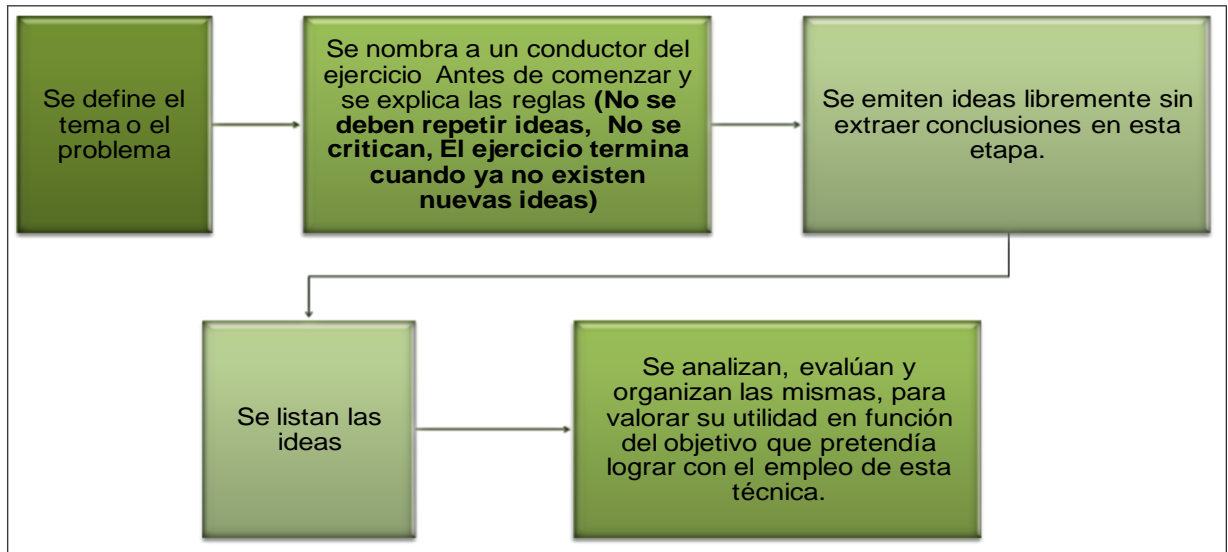
**PASO 2.** Se clasificaron las consecuencias, se hizo énfasis en las de primer orden o en las consecuencias que son efectos inmediatamente de los problemas, con el mayor grado de especificidad posible.

#### **ETAPA II. Análisis de Problemas**

Se dividieron las situaciones en porciones manejables, luego se prosiguió a identificar y definir los problemas más críticos.

**PASO 3.** Se identificaron los problemas a estudiar y se realizó su planteamiento para orientar el inicio del estudio, siguiendo los siguientes sub-pasos:

- Revisión de los antecedentes correspondientes y elaboración de una lista de problemas e inquietudes. Se realizó una lluvia de ideas para generar gran cantidad de opiniones aprovechando la experiencia y energía de los funcionarios. En la figura 9, se describe los pasos seguidos en la realización de esta herramienta.



**Figura 9.** Pasos de la Lluvia de ideas

**Fuente:** Autor

- Para cada inquietud se definió el problema.
- Se agruparon los problemas dentro de las áreas relacionadas.
- Se Identificaron los problemas más importantes.

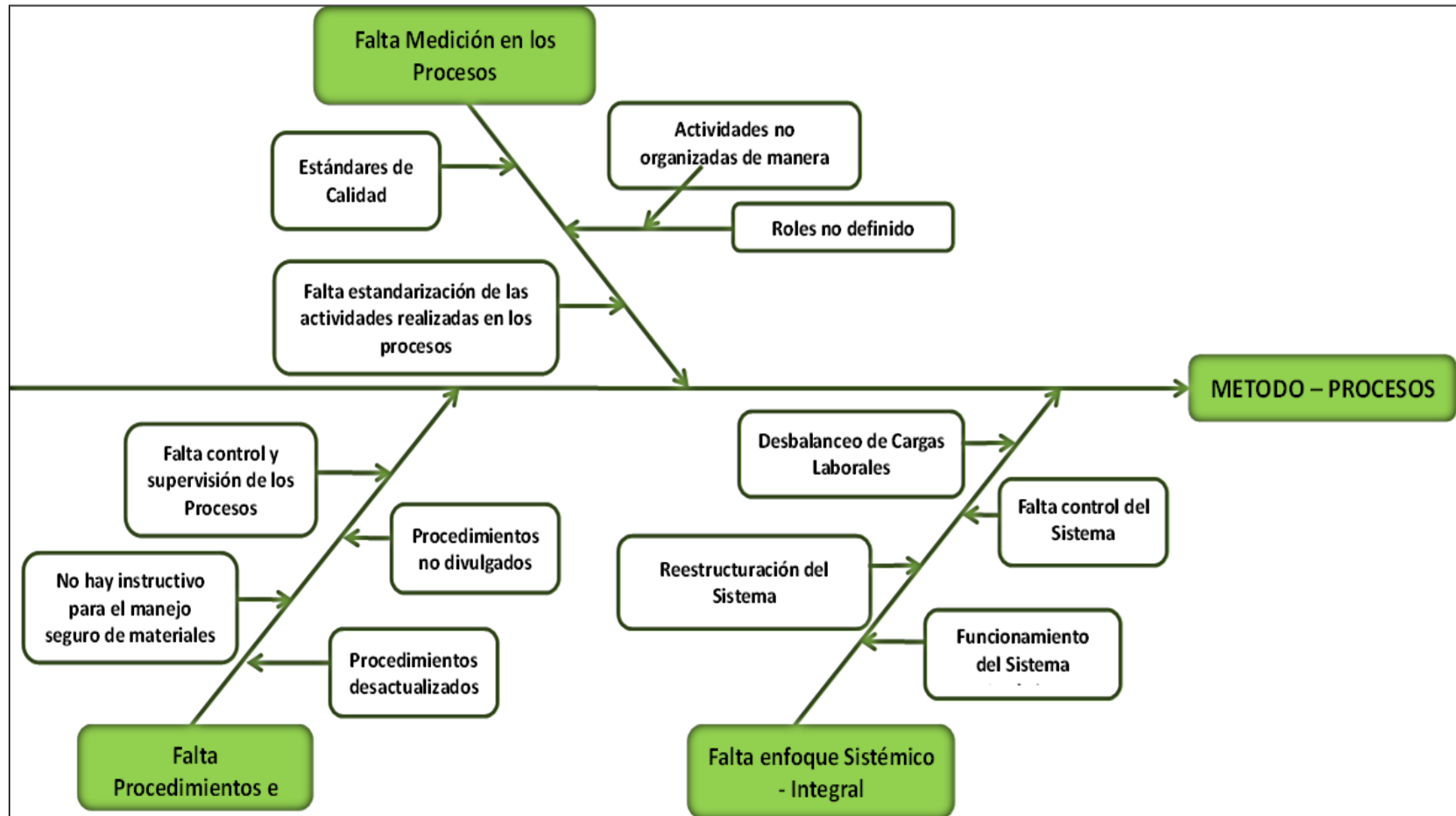
**PASO 4.** Se definieron los problemas recopilando nuevamente información observando su grado de incidencia en el SL.

### **ETAPA III Análisis de Causa-Efecto**

Se enfocó en determinar las causas de los problemas que afectaban a cada área para luego profundizar lo suficiente en la causa más crítica e influyente en el SL y así llegar al problema mayor.

**PASO 5.** Se determinó la mayor cantidad de causas posibles de los problemas, realizando las preguntas ¿Por qué ocurrió? y ¿Qué lo ocasionó? El producto final de este paso se visualiza en las Figuras 10, 11, 12 y 13 construcción de las espina de pescado para los 4 enfoques: personas, equipos, procesos e infraestructura.





**Figura 11.** Diagrama Causa-Efecto sobre método - procesos.  
**Fuente:** Autor

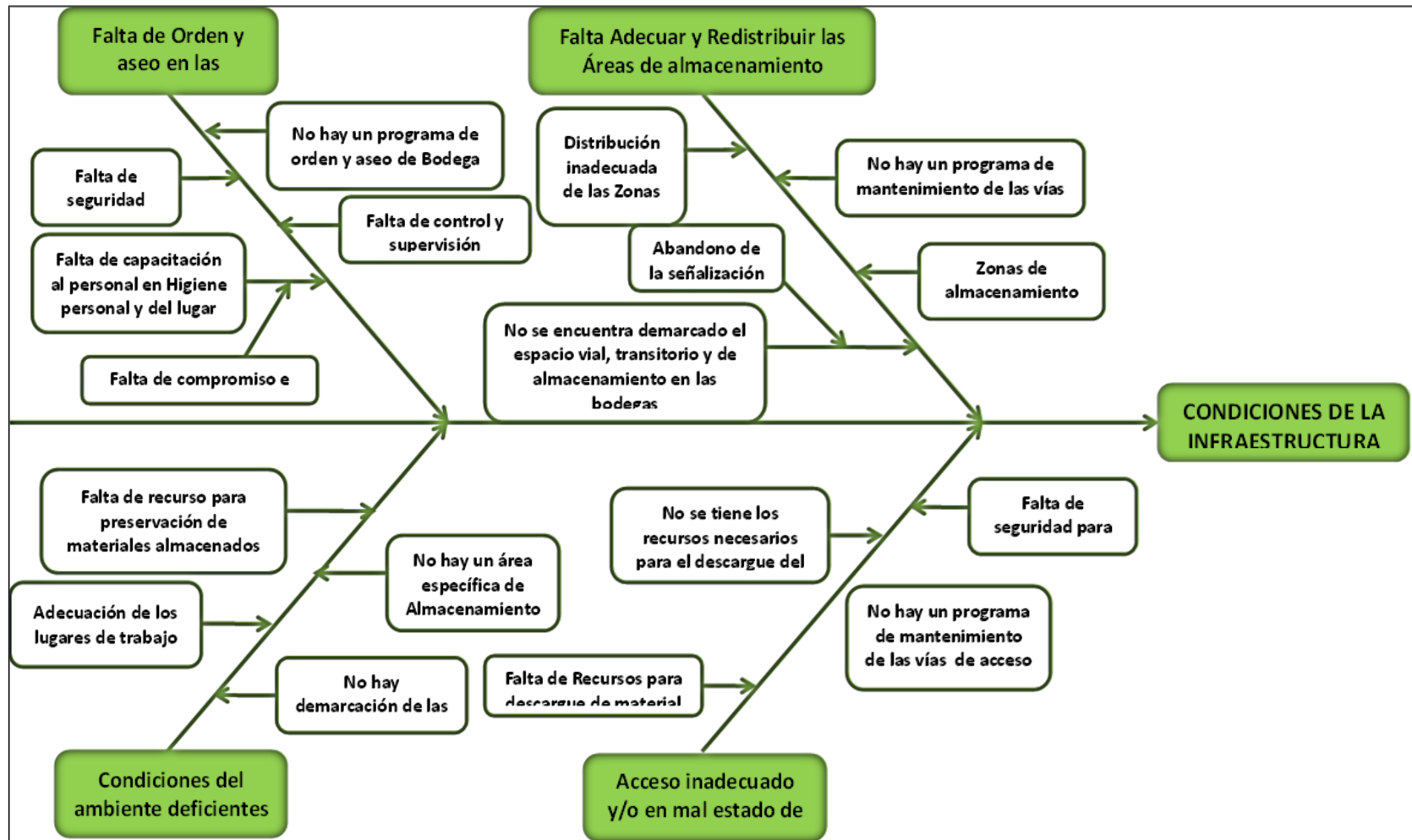
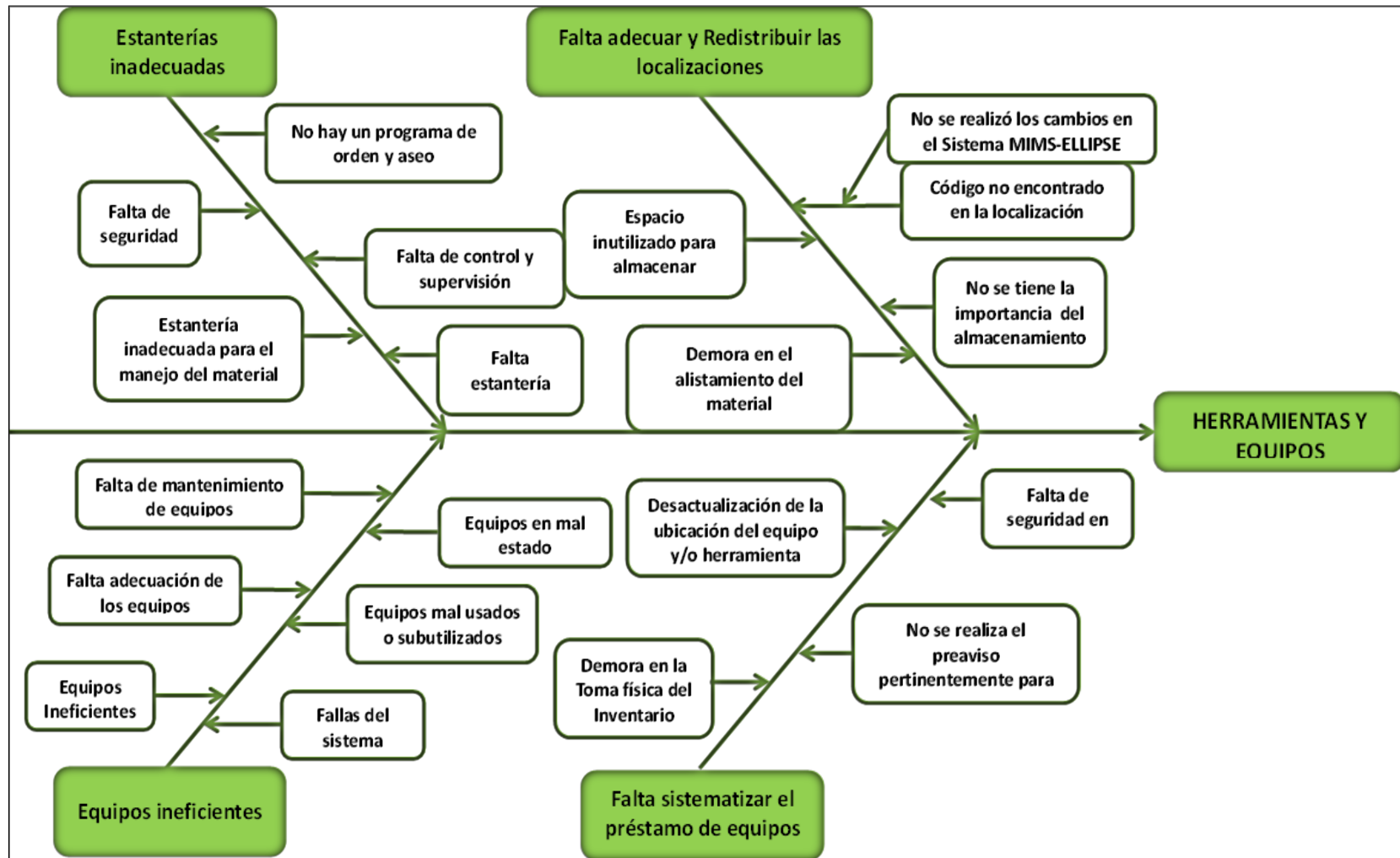


Figura 12. Diagrama Causa-Efecto sobre las condiciones de la infraestructura.

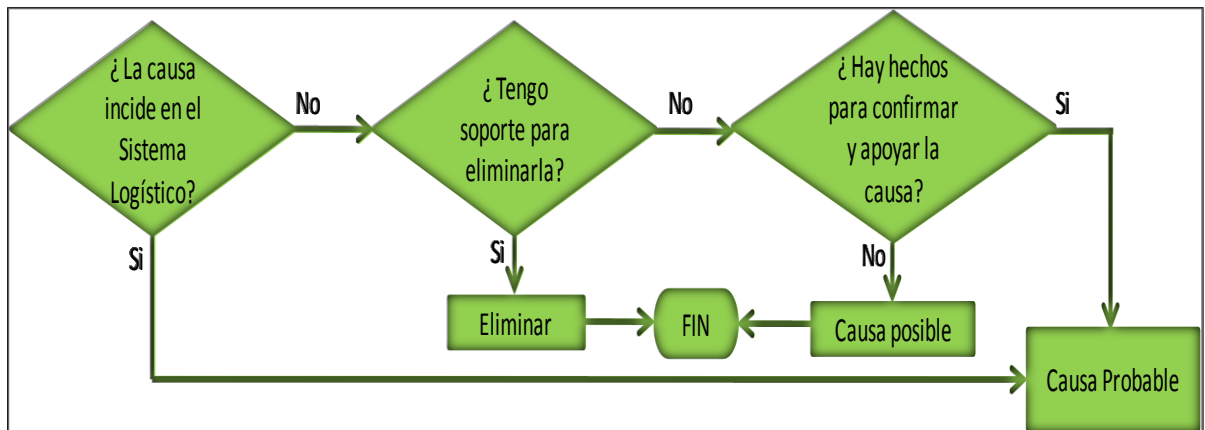
Fuente: Autor



**Figura 13.** Diagrama Causa-Efecto sobre las herramientas y equipos.

**Fuente:** Autor

**PASO 6.** Se determinó cuál de las causas posibles a los problemas identificados en las espinas de pescado del Paso 5 tiene hechos que lo soportan y repercuten en la eficiencia del SL, asegurando que el proceso de solución del problema permanezca basado en hechos para que las recomendaciones de mejoramiento puedan tratar las causas. Se realizaron cuestionamientos expuestos en la Figura 14.

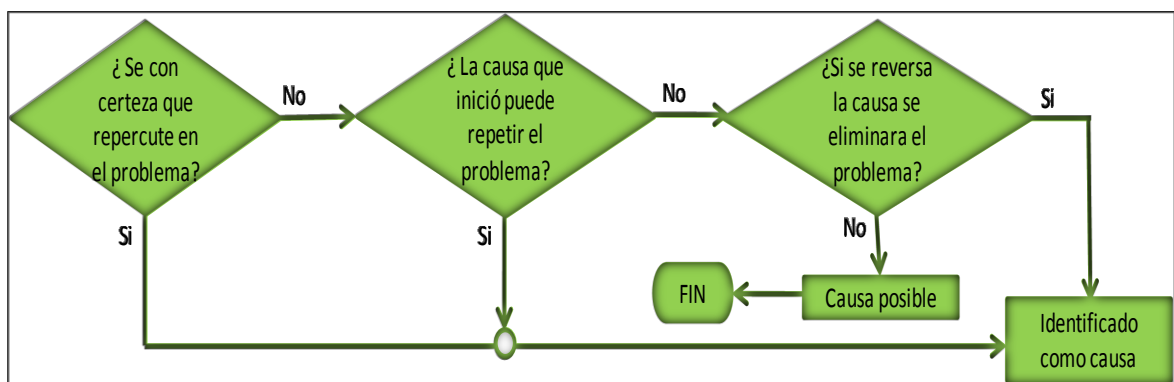


**Figura 14.** Cuestionamiento causas probables

**Fuente:** Autor

Se condensaron las causas generando la espina de pescado para el problema específico mostrado en la figura.

**PASO 7.** Se verificaron e identificaron las causas probables y las que incidían directamente con el problema. Se realizaron cuestionamientos a los supervisores expuestos en la siguiente Figura 15.

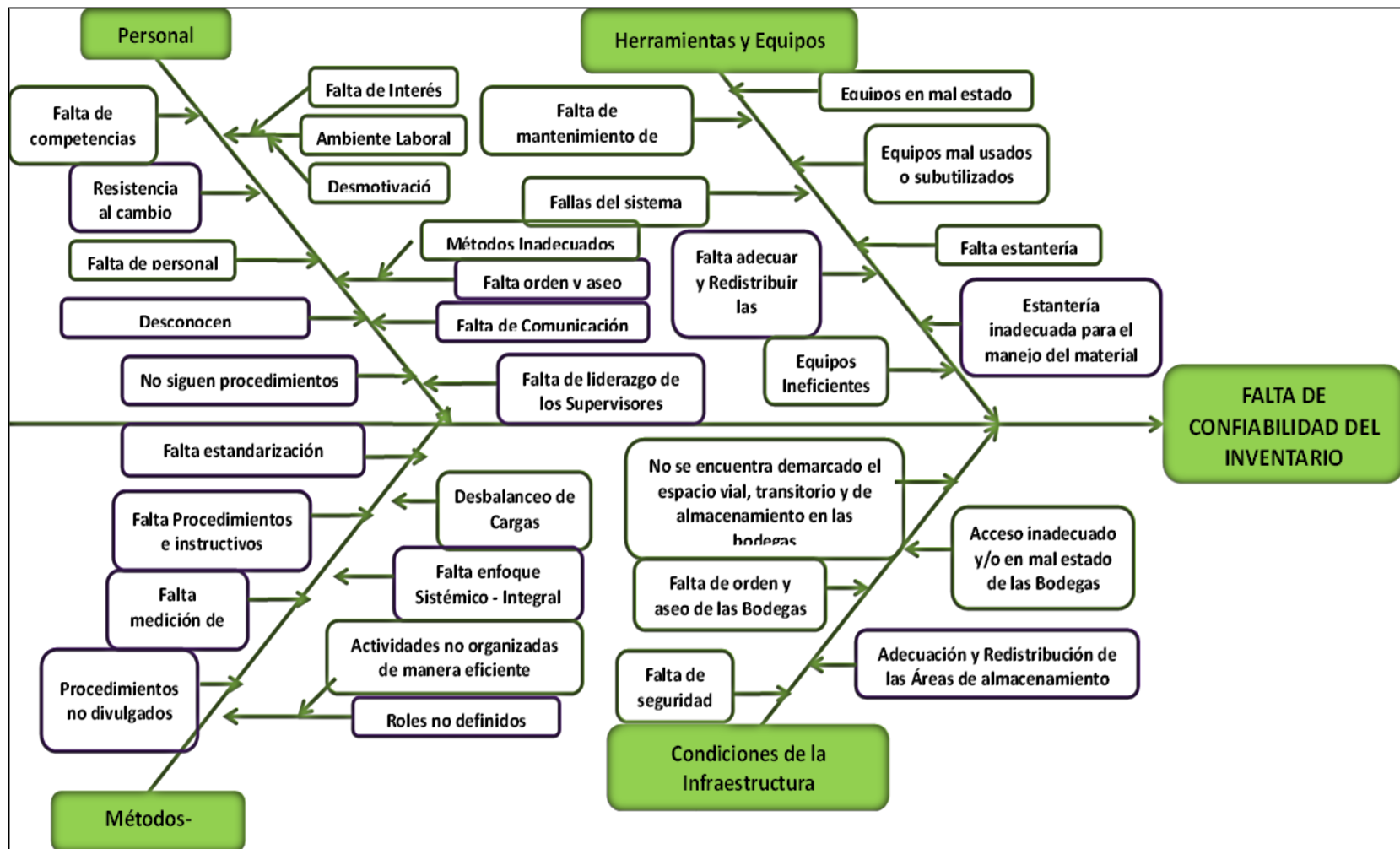


**Figura 15.** Identificación de las Causas

**Fuente:** Autor

Se demarcaron las causas que tienen mayor incidencia y con las que se realizarán planes de mejora. Ver la Figura 16.





**Figura 16.** Diagrama Causa-Efecto del problema: Falta de Confiabilidad del Inventario.

**Fuente:** Autor

#### **IV. Desarrollo de la Solución**

Seleccionar la alternativa más balanceada (una que elimine las causas sin crear nuevos / peores problemas).

**PASO 8.** Se generaron diferentes alternativas de mejora para tener una visión más amplia buscando soluciones innovadoras, las cuales se enumeran a continuación.

- Cambio en los Procedimientos.
- Diseñar e implementar procedimientos e instructivos.
- Divulgación de procedimientos por medio de retablos.
- Balanceo de carga laboral.
- Estudio de tiempos para medir los procesos.
- Estandarización de actividades.
- Definir roles en cada proceso.
- Capacitación a los funcionarios: Habilidades / Conocimiento.
- Entrenamiento y sensibilización al personal sobre el manejo seguro de los equipos y herramientas utilizados en las bodegas y su impacto en el desempeño del Sistema Logístico.
- Realizar indicadores para evaluar los procesos.
- Programa de Orden y Aseo.
- Actividad Lúdica Liderazgo - Mejoramiento continuo.
- Diseño de Software para el préstamo de equipos y herramientas.
- Cambio de estantería para la seguridad de los materiales, equipos, herramientas y personal.
- Demarcación interna de bodegas (zona de almacenamiento, zona vial, etc.)
- Redistribución de localizaciones de almacenamiento.
- Cambios en la cadena logística.
- Mejoramiento en la infraestructura de bodegas.
- Diseño del formato de vale para el préstamo de equipos y herramientas.
- Realizar un estudio de la capacidad de las bodegas al igual de las estanterías.
- Diseñar un modelo para la entrega en sitio de los materiales solicitados por el usuario de la GRB.
- Asignar recursos para la compra de herramientas y equipos para el adecuado desarrollo de la distribución de los materiales en la GRB.

**PASO 9.** Se revisó el problema para garantizar el entendimiento de lo que se quiere lograr.

La confiabilidad del inventario que fue el problema identificado se relaciona con la satisfacción al cliente y a su vez, se encuentra enmarcado en el SL por considerar:

- Localización del Material, que se encuentre en la localización estipulada en el Sistema MINCOM-ELLIPSE.
- El inventario físico corresponda al suministrado por el Sistema MINCOM-ELLIPSE.
- Material preservado, excelentes condiciones de almacenamiento.
- Cantidades y oportunidades, suplir las necesidades del cliente en el menor tiempo posible.

**PASO 10.** Se analizaron las diferentes alternativas que satisface la solución de las causas seleccionadas en el Paso 7, se evaluaron y se desarrollaron las alternativas obteniendo como resultado las siguientes propuestas:

### **Propuestas de mejoras**

- a) Simulación de la efectividad del Sistema Logístico.
- b) Manual de Procedimientos e Instructivos.
- c) Distribución de planta.

### **Otras propuestas**

- a) Divulgar procedimientos e instructivos por medio de retablos.
- b) Demarcación interna de bodegas (zona de almacenamiento, zona vial, etc.).
- c) Mejorar e Implementar la base de datos realizada en ACCESS para el préstamo de equipos y herramientas.
- d) Actividad Lúdica Liderazgo.

## **8. PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN**

Se realizaron reuniones con los supervisores de cada proceso y el personal, analizando las causas surgidas con la metodología Causa-Efecto que originaban inconformidad en el servicio al cliente y falta de confiabilidad en el inventario; se socializaron las mejoras a implementar en el SL y se justificó que para demostrar que las mejoras realizadas en los procesos lograran obtener un SL más confiable y un mejor nivel de servicio, es necesario realizar un modelo de simulación en el software Arena en el cual, se observarán y justificarán mejor los resultados.

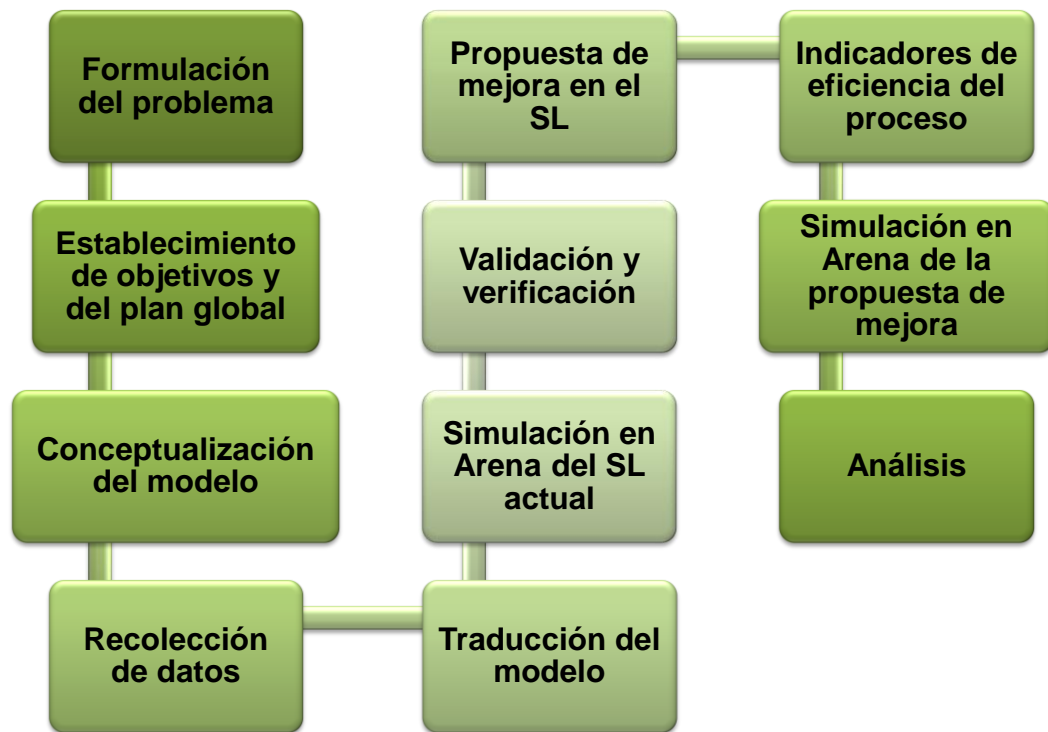
### **8.1 SIMULACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DEL SISTEMA LOGÍSTICO**

Con las causas identificadas en el análisis Causa-Efecto se evidenció la insatisfacción y reclamación del usuario por demora en el despacho del material consecuencia de localizaciones erróneas, material no localizado y/o nuevas localizaciones no identificadas, material no marcado y/o no embalado en su unidad de empaque, entre otras; el cual, genera incertidumbre en los usuarios acerca de la confiabilidad en el inventario.

Se realizaron simulaciones en el Software Arena con las condiciones actuales del SL. Luego, de acuerdo a los resultados arrojados, a los indicadores del SL y a las mejoras planteadas y propuestas como lo son: la inclusión del área de almacenamiento, distribución física de la bodega, personal ubicado estratégicamente, entre otras; se realizó simulaciones adicionales para observar, validar y evaluar la efectividad del SL mejorado y poder dar conclusiones según los resultados arrojados.

#### **8.1.1 Descripción del proceso para la Simulación en el software Arena**

La descripción del proceso desarrollada para la simulación en el software Arena se visualiza en la Figura 17.



**Figura 17.** Descripción del proceso para la simulación en el Software Arena.

**Fuente:** Autor

### 8.1.1.1 Descripción y desarrollo de la metodología de la Simulación

#### **PASO 1.** Formulación del problema

El SL que se implementa actualmente en la CI&H de la GRB, genera insatisfacción al usuario por la espera en el despacho del material que él solicita repercutiendo a cuestionar la confiabilidad del inventario.

Por tanto, requiere mejorar las actividades implícitas y crear el área de almacenamiento en el SL propuesta que permite integrar los procesos, mejorar la efectividad en cada uno de ellos aumentando el nivel de servicio de manera positiva y a su vez, lograr satisfacer y suplir las necesidades del usuario en un menor tiempo.

#### **PASO 2.** Formulación del plan global y objetivos

Con base en entrevistas realizadas a los supervisores que conforman todo el SL, observaciones realizadas en las sistemáticas (reuniones programadas) con los Adines y en la orientación de la objetividad del mejoramiento del SL, se planteó

el plan global de mejoramiento que tiene como objetivo mejorar el SL para lograr mayor confiabilidad del inventario satisfaciendo las necesidades del usuario en un menor tiempo en la bodega de materiales de la CI&H de la GRB.

### **Objetivos**

- Disminuir el tiempo en cola del almacenamiento total del material chequeado.
- Reducir el tiempo total del material en el sistema para un mejor servicio al cliente.
- Evaluar la efectividad del SL mejorado comparando los resultados con el SL actual de la CI&H en mejorar la confiabilidad del inventario.

### **PASO 3. Conceptualización del modelo**

Para realizar la Simulación se utilizó el software ARENA (Rockwell Software), software que es desconocido por los ingenieros de la CI&H y el cual, es una herramienta que permite tener una mayor visualización por medio de la construcción de modelos simulados con parámetros y formulas fácilmente identificados del SL real y las mejoras que se quieran implementar.

Por esto se explica los fundamentos aplicados en la construcción del modelo de simulación el cual se puede ver en el Anexo C. para los procesos de: recibo, chequeo y almacenamiento, Despacho y área de almacenamiento direccionada como mejora.

### **PASO 4. Recolección de datos**

Para la recolección de datos se realizaron en dos etapas: la primera por observación directa por un periodo de tiempo de 1 mes del funcionamiento detallado de cada uno de los procesos implicados en el SL; y la segunda, el estudio de tiempo en cada uno de los procesos que conforman el SL, ya que no se tenía ningún punto de referencia para partir de él.

Para la segunda etapa, se trabajó conjuntamente con los supervisores y funcionarios pertenecientes a cada uno de los proceso, se explicó el objetivo del estudio, el tiempo de elaboración y la metodología a realizar. En este sentido, se desarrolló la siguiente metodología:

- **Muestra**

El proceso de recolección de datos se realizó por medio de muestreo probabilístico estratificado que consiste en la división de la población de estudio en grupos o estratos más o menos homogéneos, en cuanto a su conformación interna, pero heterogénea si se comparan entre sí. Para así tomar la muestra representativa de cada grupo que le dará la credibilidad necesaria a la investigación.

Para determinar el tamaño de la muestra, primero se conoció el tamaño de la población en este caso son los 47.690<sup>18</sup> códigos que se han consumido en los últimos 8 años, tomando como criterio que: el aumento de la demanda (consumo) repercute a la mayor cantidad de chequeo, despacho y tiempo en bodega del material factores claves para el estudio y control de la gestión del SL, luego se prosiguió a clasificar por los grupos. Teniendo estos datos se determinó el tamaño de la muestra aplicando la siguiente fórmula:

- Grado de confianza del 95%, **Z=1,96**
- Grado de variabilidad, **P=0,5 y q=0,5**
- Error de muestreo, **e=0,05**
- Formula:

$$n_0 = \frac{(Z^2 \times P \times q)}{e^2} = \frac{((1,96^2) \times 0,5 \times 0,5)}{(0,05)^2} = 384.16$$

$$n = \frac{n_0}{1 + (n_0/N)} = \frac{384.16}{1 + (384.16/47690)} = 381.09$$

- Proporcionalidad

$$n_1 = \frac{47690}{1346} \times 1,0 = 381.09 \times 0,03$$

$$X=0.03$$

$$X= 11 \text{ Códigos Grupo A}$$

$$n_2 = \frac{47690}{2} \times 1,0 = 381.09 \times 0.000042$$

$$X=0.000042$$

$$X= 0.016 \text{ Códigos Grupo B}$$

$$n_3 = \frac{47690}{3190} \times 1,0 = 381.09 \times 0,07$$

$$X= 0,07$$

$$X= 25 \text{ Códigos Grupo C}$$

<sup>18</sup> Datos obtenidos por el Sistema MINCOM ELLIPSE

Para observar los resultados de las proporcionalidades de los otros grupos ver el Anexo D.

GRUPO	DESCRIPCIÓN	N	%	n
A	AUTOMOTOR	1346	0.03	12
B	SOLO BAJO REVISION	2	0.000042	0.016
C	TRASF DE CALOR(HORNO/CALDER/INTERC/TORRES)	3190	0.07	25
D	MEDICAMENTOS/INSTRUMENTA/EQUIPO MEDICO	1653	0.03	13
E	ELECTRICO	3302	0.07	26
F	FERRETERIA Y CONSTRUCCIÓN	2163	0.05	17
G	GRASAS/COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES	134	0.0028	1
H	HERRAMIENTAS	1324	0.03	11
I	INSTRUMENTACIÓN/ELECTRONICA/COMUNICACIONES	5886	0.12	47
J	UTILES DE ASEO	241	0.01	2
K	COMISARIATO	115	0.0024	1
L	PAPELERIA Y UTILES DE OFICINA	552	0.01	4
M	MECANICA	15878	0.33	127
N	EMPAQUES	1129	0.02	9
O	OBSOLETO	178	0.0037	1
P	PRODUCCIÓN	36	0.00075	0.29
Q	QUIMICOS	349	0.01	3
R	REACTIVOS	350	0.01	3
S	SEGURIAD Y CONTRAINCENDIOS	1295	0.03	10
T	TUBERIAS	990	0.02	8
U	ELEMENTOS DE LABORATORIO	1538	0.03	12
V	VALVULAS Y ACCESORIOS DE TUBERIA	5162	0.11	41
W	MATERIAL DE AUTOSERVICIO	30	0.0006	0.24
X	AGOTAR EXISTENCIA	47	0.0010	0.38
Y	LAMINAS/METALES/SOLDADURA	697	0.0146	6
Z	EXPLOSIVOS	-	-	-
1	sistemas, cómputo y accesorios	15	0.00031	0.12
2	Formatos	3	0.00031	0.12
3	ropa (dotación personal)	58	0.0001	0.02
<b>TOTAL CODIGOS</b>		<b>47690</b>	<b>1.0</b>	<b>1.0</b>

**Tabla 4.** Proporción de la muestra

**Fuente:** Autor



- **División del ciclo de trabajo**

Se identificó las actividades en cada proceso desde su inicio hasta su finalización. Para ello se obtuvo información con cada uno de los supervisores y se corroboró en reunión con los auxiliares, la descripción de las actividades de cada proceso.

Se identificaron las actividades estándares y se realizó el diagrama de flujo de proceso para cada uno de ellos, ver Tabla 5 y 6.

No	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	ACTIVIDAD				
		OPERA	TRANS	INSPE	DEMORA	ALMA
		○	➡	□	◐	▽
1	Autorización del ingreso a las instalaciones del transportador, previa verificación de la OC y de los ítems correspondientes a la GRB.	●				
2	Ingreso del material desde la puerta norte hasta bodega de recibo y chequeo.		●			
3	Recibo de la documentación de la carga. Verificación de documentos, estado y tamaño de la carga.			●		
4	Dirigirse a donde se encuentra el equipo de apoyo para tomar la carga, trasladar el equipo hacia donde esta remolcada la carga, tomar el material y disponerlo en la balanza.		●			
5	Peso del material, registro del peso de material, marcado de la carga y realización del registro fotográfico.	●				
6	Registro del material recibido en el sistema, impresión de documentos y hoja de chequeo, sello y firma del recibido de la carga.	●				
7	Dirigir el material a zona de recibo, descarga del material.					●
	Identificación preliminar del material, si requiere PMI, anexo del formato y asignación de chequeador.	●				
8	Traslado del material hacia la zona de chequeo		●			
9	Verificación de cantidades, estado del material y especificaciones técnicas. Confirmación de los ítems de la Orden de Compra (OC) pertenecientes a la GRB si no, realización de la devolución.			●		
10	Utilización del equipo XMET 5000- espectrógrafo de rayos x, si requiere PMI, diligenciar el formato, firmar y anexar a la hoja de chequeo.	●				
11	Diligenciamiento de la hoja de chequeo. Registro de inconsistencias, si las hay, realización del registro fotográfico y la respectiva devolución y/o discrepancia.	●				
12	Marcado los materiales					●
13	Firma en la hoja de chequeo y realizar embalaje en la unidad de empaque del material.	●				
14	Trasladar a zona de almacenamiento de material chequeado.		●			
15	Reportar el material en el sistema y disposición de las OC del día a guardar.	●				
16	Toma de las OC a guardar, disposición a guardar el material previa verificación		●			
17	Traslado del material a la respectiva localización y almacenar.					●
18	Diligenciamiento en la hoja de chequeo, entrega al supervisor y disposición para archivar.	●				
<b>TOTALES</b>		8	6	2	1	1

**Tabla 5.** Diagrama de flujo de proceso de recibo y chequeo

**Fuente:** Autora

No.	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	ACTIVIDAD				
		OPERA	TRANS	INSPE	DEMO	ALMA
		○	➡	□	◐	▽
1	Recibo en la ventanilla el número de la Salida de Materiales, ingreso al sistema para consultar el número de la salida, rectificación de la información y verificación de disponibilidad del material.	●				
2	Búsqueda de la orden de salida y Traslado de la Salida de Materiales hacia la zona de despacho.		●			
3	Recibir orden de salida visualización del tipo de material a manipular. Alistamiento de las herramientas para descargar el material.	●				
4	Traslado de zona de despacho hacia la localización del material a despachar.		●			
5	Ubicación del material, alistamiento del material, verificación del estado del material y disposición para trasladar	●				
6	Traslado de localización del material hacia zona de despacho		●			
7	Disposición del material, verificación de cantidades. Confirmación de o los ítems de la Orden de salida entrega del material y firma en la orden de solicitud. Traslado de la orden de salida a ventanilla de reporte.			●		
8	Reportar el material despachado en el sistema, firma y disposición en el archivo pre-reporte.	●				
9	Verificación del reporte del material en el sistema, firma y asignación en el archivo correspondiente.	●				
	<b>TOTALES</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

**Tabla 6.** Diagrama de flujo de proceso de despacho

**Fuente:** Autor

- **Diseño del formato de estudio de tiempos**

Este formato se realizó en el programa Microsoft Excel, realizado de manera personal por el practicante y ajustándolo a las necesidades de la empresa. Está diseñado para adaptarlo a los cambios y con facilidad de comprensión. Para el diseño se realizaron las siguientes etapas.

ETAPA 1: Estudiar y analizar qué información debería contener el formato según las necesidades de la CI&H; por tal motivo, se realizaron 3 plantillas para cada uno de los procesos y 1 plantilla de observaciones adicionales; en general se concluyó que la información a contener era:

- Identificación del proceso.
- Descripción de las actividades que se realizan en el proceso.
- Flujo de las actividades implicadas en el proceso.

- Hora de inicio y fin de la toma de tiempos.
- Tiempo promedio en cada actividad en minutos.
- Todos los elementos adicionales que los funcionarios realizan dentro de cada actividad en la plantilla de observaciones adicionales.
- Persona quien lo elaboró y quien lo aprobó.

En el Anexo E, se presenta las plantillas diseñadas e implementadas.

Diseñado el formato se dio inicio al proceso de toma de tiempos en cada proceso en un periodo de 3 meses (oct-dic), tomando las 381 muestras para cada uno de los procesos; el sistema de medición seleccionado fue el repetitivo. Se registró el tiempo de la primera actividad e inmediatamente volvió a cero para registrar el tiempo del segundo elemento y así sucesivamente para las otras actividades utilizando el cronómetro como herramienta.

En el momento de tomar los tiempos se consideró:

- En qué manera se recibía, almacenaba y despachaba el material (cajas, guacales, bolsas o con facilidad).
- El desarrollo de algunas actividades en las que necesitaba la manipulación de montacargas.
- El desarrollo del proceso de una orden de compra, se podría realizar para más de 1 código por contener esta variedad de ítems.
- Tiempo promedio de cada actividad.
- Las repeticiones o frecuencias con que desarrollaban una actividad del proceso.
- Los tiempos respectivos de holgura: descanso, necesidades, interrupciones y almuerzo.

Realizado lo descrito anteriormente, se proceden a completar la información en cada formato, se toma los tiempos y se realiza el respectivo análisis del estudio de tiempos de cada proceso.

Se prosiguió a utilizar la herramienta Input Analyzer del Software Arena para determinar la distribución de probabilidad más adecuada según el comportamiento de los datos para cada uno de los grupos de inventario, se observa la expresión y formula para cada una de las actividades que complementan los procesos, las cuales se utilizaran en la construcción del modelo.

#### **PASO 5. Traducción del problema**

Después de plantear los objetivos de la simulación, se inició la construcción del modelo el cual, consistió en establecer las fases del proceso, las actividades implícitas en cada una de ellas con los respectivos tiempos contextualizando el modelo lo más real posible.

La simulación se realizó con las actividades y particularidades actuales del proceso recibo, chequeo y almacenamiento y el proceso de despacho del Área de almacenamiento 3, tomando en consideración:

- Los horarios manejados en cada uno de los procesos se dividen parte en la mañana (7:00 a 11:00 am) y parte en la tarde (12:00 a 4:00 pm)
- Las bodegas laboran 30 días en el mes.
- Diferentes zonas de almacenamiento (3 en total)
- Para realizar la simulación se tuvieron en cuenta factores que repercuten en el tiempo de algunos procesos, por problemas viales, sindicales y/o ambientales.

Para cada uno de los procesos que complementan el SL, se realizó un modelo de simulación contemplando las actividades específicas de cada uno.

#### **PASO 6.** Simulación en Arena del Sistema Logístico actual

Para construir el modelo de simulación del SL actual se realizaron 2 segmentos:

- Proceso recibo, chequeo y almacenamiento, este segmento mantiene un registro de los códigos que ingresan a la bodega general, en esta parte del modelo se recibe la documentación, luego se descarga el material para registrarlo en el sistema, proseguir a chequearlo, reportarlo y por ultimo almacenarlo. Así, cuando una entidad (material) finaliza el proceso, el inventario se incrementa y su rotación puede tener una duración máxima a 3 años.

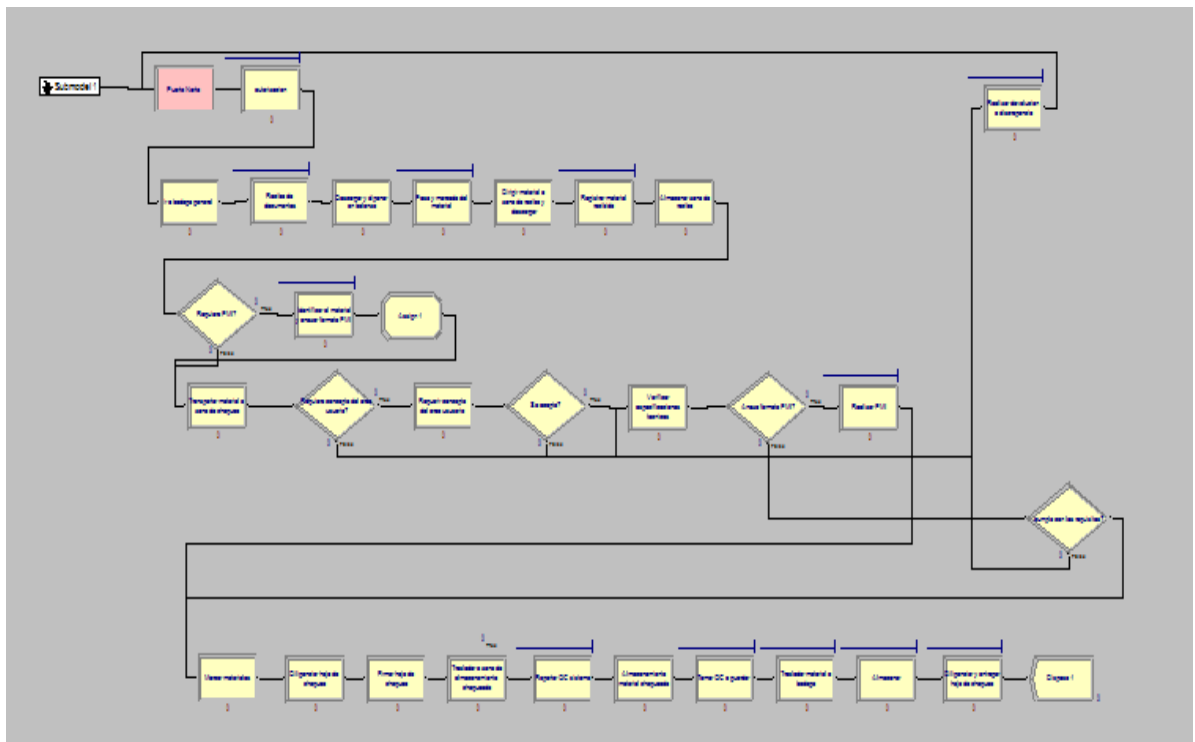
Se realizó un modelo detallando las actividades implícitas en el proceso por tanto se observa su desarrollo en gran extensión; se observa un sub-modelo el cual contiene las entradas de cada grupo de inventarios (según muestra) con su respectiva distribución por cada actividad.

En la figura 18, se visualiza el diseño del modelo que se construyó para simular el proceso.

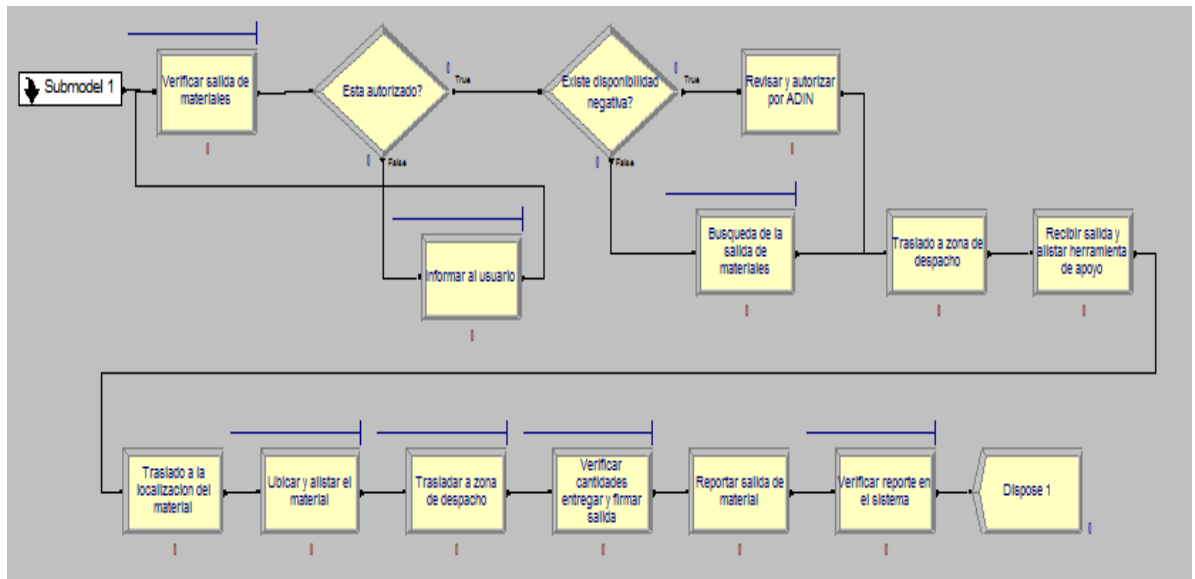
- Proceso de despacho, este segmento esta generado por la demanda de materiales que requieren los usuarios de las diferentes áreas de la GRB, se inicia con el recibo del número de la salida de material, se verifica, se ubica el material solicitado, se despacha, se le entrega al usuario autorizado y se reporta la salida despachada.

Se realizó un modelo para el proceso de despacho, en el cual, sus entradas son las solicitudes realizadas por el usuario, estas se encuentran en el sub-grupo generado por cada grupo de inventario, luego se determinaron y plasmaron las actividades principales del proceso.

En la Figura 19, se visualiza el diseño del modelo que se construyó para simular el proceso.



**Figura 18.** Simulación del proceso recibo, chequeo y almacenamiento  
**Fuente:** Autor del proyecto realizado en el software Arena



**Figura 19.** Simulación del proceso de despacho  
**Fuente:** Autor del proyecto realizado en el software Arena

## **PASO 7.** Verificación y validación

- Verificación, se realizó un recorrido por la estructura de todo el modelo, se revisó y crítico el modelo por más de una persona, para el cual, se observó que el recurso no se utilizaba de la forma más adecuada ya que se estaba multiplicando el tiempo del recurso en cada actividad; se modificó e incluyó el equipo de trabajo, se verifico las entidades del proceso con sus respectivos expresiones y que estas tuvieran la conexión correspondiente en el modelo, la secuencia y variables del SL, como estas se están transformando y comportando en el sistema, los tiempos entre cada arribo de llegada, las colas generadas en las actividades y que las formulas se encontraran bien definidas; logrando obtener un modelo de simulación correctamente traducido al sistema real.
- Validación, al ser el primer estudio de tiempos realizado al SL de la CI&H de la GRB y no encontrar datos históricos que se puedan tomar como referencia para realizar una validación con medidas estadísticas; se validó el modelo de simulación con la técnica *Validación de la salida del modelo de simulación general*<sup>19</sup>, en donde se probó que los datos de salida arrojados por el modelo se parecen mucho a los datos de salida del sistema real obteniendo una diferencia de 16 salidas ( $1016^{20} - 1000^{21} = 16$ ). Por tanto, al comparar los datos y tener un comportamiento cercano, el modelo del sistema actual se considera válido.

Esta técnica no permite darle confiabilidad a la validación del modelo, se requiere de otras medidas estadísticas como lo es el tamaño promedio de colas de las actividades, tiempo promedio entre arribos sucesivos, tiempo promedio de espera de cada una de las actividades, etc., las cuales son utilizadas en otras técnicas de validación; pero, por no contar con datos comparativos no pueden ser referenciados en la validación.

## **PASO 8.** Propuesta de mejora

Al visualizar el comportamiento de las diferentes actividades del modelo creado en el software arena se observó que el tiempo promedio de un material en el proceso de recibo, chequeo y almacenamiento es de 39,07 días y el tiempo promedio de espera es de 27,02 días, estos resultados se ven reflejados por el tiempo en cola del almacenamiento en zona de recibo (2 días), tiempo en cola del almacenamiento del material chequeado (11 días), tiempo en cola de devolución o discrepancia (20 días) y cuando se requiere concepto del área usuaria (5 días). Al

---

<sup>19</sup> Averill M. Law. Validation of the simulation. Building Valid, Credible, and Appropriately Detailed Simulation Model. Simulation Modeling and Analysis. Mc Graw Hill, 2004.

<sup>20</sup> Resultado obtenidos por el software Arena.

<sup>21</sup> Dato suministrado por la Coordinación de Inventarios y Herramientas con la ayuda de SAP

igual se identificó que los tiempos en cola del proceso de recibo, chequeo y almacenamiento incidían en la inefectividad del SL, en el proceso de despacho y a su vez, disminuyen la confiabilidad en el inventario, ya que, un material se encuentra en promedio en el proceso de recibo, chequeo y almacenamiento 39 días y en el proceso de despacho se tiene un tiempo promedio de espera de 31 días; lo que incide a que no se direcciona el almacenamiento del material adecuadamente o que el funcionario interrumpa el proceso de recibo, chequeo y almacenamiento para localizar el material por motivos de tiempo, creando localizaciones nuevas y no documentadas en el sistema, material mal localizado y no embalado en su unidad de empaque; obteniendo un tiempo en cola en el traslado a zona de despacho (1,7 día) y ubicar y alistar el material (3,8 días).

Por tanto, es necesario direccionar el proceso de almacenamiento para disminuir los factores más relevantes, por tal motivo, se plantea organizar los recursos disponibles del personal en la CI&H para respaldar la propuesta. En este caso el equipo de trabajo que realiza el inventario físico (1 supervisor y 3 funcionarios), tienen el conocimiento y la destreza para realizar dicha labor sin perjudicar las operaciones de la CI&H.

Ver Anexo F, Tiempos arrojados por el software Arena de los modelos de simulación realizados.

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>Tiempo de cola promedio</b>
Almacenar zona de recibo	2.7544
Almacenamiento material chequeado	11.098
<b>Almacenamiento total (suma de las actividades intervenidas)</b>	
Almacenamiento material chequeado	11.098
Tomar OC a guardar	0.8796
Trasladar material a bodega	0.6845
Almacenar	0.6903
Diligenciar y entregar hoja de chequeo	0.8842
<b>TOTAL DIAS</b>	<b>14.2366</b>

**Tabla 7.** Tiempo promedio del almacenamiento en el proceso de recibo, chequeo y almacenamiento.

**Fuente:** Autor del proyecto datos del software Arena

## PASO 9. Indicadores de control

Siguiendo los lineamientos, el análisis y control del SL, surge la necesidad de crear indicadores que informen y controlen los procesos internamente, que aporten real significancia para la toma de decisiones buscando la efectividad del SL y el valor agregado en el servicio al usuario.

Para la caracterización de los indicadores, fue necesario identificar los detalles del nivel de desempeño en cada proceso, se establecieron los parámetros a medir en conjunto con cada Jefe de las áreas funcionales existentes manejando una eficiente información que permita alcanzar los niveles de servicios deseados y la confiabilidad en el inventario.

**Tipo de indicador:** Corresponde a la naturaleza o el objetivo del indicador<sup>21</sup>. Para el control del SL, en primera instancia se realizará el seguimiento de la mejora planteada con 2 indicadores (eficiencia y eficacia) logrando visualizar la efectividad del SL.

- **Indicadores de eficiencia:** Es la relación entre los productos o servicios realizados y los recursos invertidos.
- **Indicadores de eficacia:** Determinan si un producto o servicio cumplió con los requisitos exigidos (tiempo, capacidad, etc.). Los indicadores de eficacia además son aquellos que permiten conocer si un objetivo planteado se logró o no, sin importar los recursos empleados.

Para plasmar los indicadores se utilizó la plantilla empleada en la CI&H. Ver tabla 8.

<b>Objetivo Estratégico</b>	Determinar el porcentaje de OC que se reportan para conocer la utilización en las operaciones con estándares HSE clase mundo.	<b>Negocio</b>	Gerencia Refinería de Barrancabermeja
<b>Nombre del Indicador</b>	<i>PORCENTAJE DE UTILIZACION DEL PROCESO DE RECIBO Y CHEQUE</i>	<b>Unidad de Medida</b>	%
<b>Descripción e intención</b>	Es el porcentaje de utilización del proceso recibo y chequeo, del número de OC recibidas para almacenar en la bodega general y las OC reportadas por día. Asegura recibir la misma cantidad evitando el tiempo en cola e inconsistencias en el inventario.		
<b>Fórmula</b>	<b>PUPRC = (# de OC recibidas para almacenar/# de OC reportadas) * 100</b>		

<sup>21</sup> BELTRAN JARAMILLO, Jesús Mauricio. Indicadores de gestión. Bogota: 3R Editores, 2004. p 44



<b>Responsable(s) de seguimiento y reporte</b>	1	Coordinador de Administración de Inventarios y Herramientas	<b>Responsable de establecer la meta</b>	Coordinador de Administración de Inventarios y Herramientas	<b>Responsable de Aprobar resultados</b>	Jefe departamento de Mantenimiento
<b>Frecuencia de Medición</b>	Este indicador se calcula semanalmente.					

<b>Objetivo Estratégico</b>	Medir en forma porcentual las OC con inconsistencias para tomar acciones que sostenga la excelencia en las operaciones.			<b>Negocio</b>	Gerencia Refinería de Barrancabermeja	
<b>Nombre del Indicador</b>	PORCENTAJE DE OC CON INCONSISTENCIAS			<b>Unidad de Medida</b>	%	
<b>Descripción e intención</b>	Es el porcentaje de OC con inconsistencia. Contribuye a la toma de acciones encaminadas al almacenamiento oportuno y unificado del material en la bodega.					
<b>Fórmula</b>	$PIOC = (\# \text{ de OC reportadas con inconsistencias en la localización} / \# \text{ de OC recibidas para almacenar}) * 100$					
<b>Responsable(s) de seguimiento y reporte</b>	1	Coordinador de Administración de Inventarios y Herramientas	<b>Responsable de establecer la meta</b>	Coordinador de Administración de Inventarios y Herramientas	<b>Responsable de Aprobar resultados</b>	Jefe departamento de Mantenimiento
<b>Frecuencia de Medición</b>	Este indicador se calcula semanalmente.					

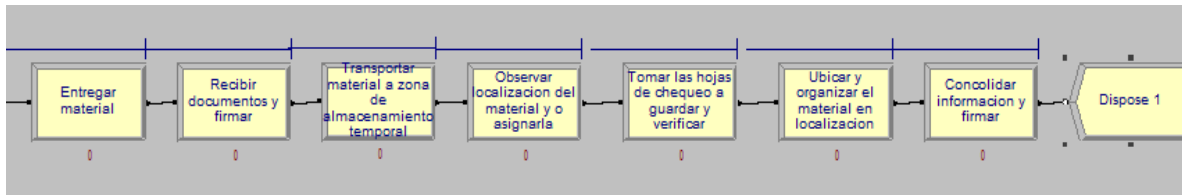
**Tabla 8.** Indicadores de control interno del SL

**Fuente:** Autor

La aplicación de los indicadores requiere de la aprobación por parte del departamento de mantenimiento de la GRB, para el cual, es necesario seguir el procedimiento establecido por la empresa; por tanto, se presentan como parte de mejora pero no son aplicados en el SL por motivos de tiempo.

#### **PASO 10.** Simulación en Arena de la propuesta de mejora

Se utilizó el mismo modelo del proceso de recibo, chequeo y almacenamiento pero se incluyó las mejoras planteadas anteriormente direccionando el proceso de almacenamiento, en este segmento se entrega el material ya chequeado, se guarda en zona de almacenamiento, se verifica la localización del material para que por último, sea guardado en la Bodega General todo direccionado por un equipo de trabajo diferente al proceso de recibo y chequeo. En la Figura 20, se visualiza el diseño del segmento de mejora que se construyó para simular el proceso mencionado anteriormente. Se tiene presente que su inicio es el mismo del proceso de recibo, chequeo y almacenamiento ya simulado.



**Figura 20.** Simulación del proceso de almacenamiento - mejora  
**Fuente:** Autor del proyecto realizado en el software Arena

### PASO 11. Análisis

Después de realizar la simulación con la propuesta de mejora se observó que:

- El número de salidas aumentó considerablemente en 2731 salidas con un número de entradas igual al proceso de recibo, chequeo y almacenamiento simulado anteriormente.
- El tiempo total en el sistema disminuye en 4 días; los cuales están reflejados por la mejora de los tiempos en las actividades direccionadas del proceso de almacenado.
- El almacenamiento del material chequeado con la mejora realizada arrojó una duración de 3,4 días obteniendo una disminución de 7,6 días, por consiguiente el proceso de almacenamiento logro disminuir 10 días de tiempo de cola del almacenamiento total del material chequeado; teniendo presente que el almacenamiento direccionado ubica con mayor facilidad el material, se encuentra listo en su unidad de empaque repercutiendo a aumentar la confiabilidad del inventario.

En la Tabla 9 y 10, se visualiza los resultados arrojados por el software arena del modelo con la mejora implementada.

GRUPO	Tiempo total en el Sistema (Días)	Tiempo espera en el sistema (Días)	Número de entradas	Número de salidas
GRUPOA	33.4838	27.9073	969	223
GRUPOC	36.3925	30.3485	1119	244
GRUPOD	34.7926	28.8365	976	214
GRUPOE	35.0507	29.0886	1021	230
GRUPOF	35.9621	29.8352	800	171
GRUPOH	36.3331	30.2094	947	210

<b>GRUPOI</b>	36.3427	30.2626	866	181
<b>GRUPOJ</b>	34.4639	28.4538	1227	251
<b>GRUPOL</b>	35.2081	29.0198	976	199
<b>GRUPOM</b>	38.9109	28.4036	955	178
<b>GRUPON</b>	34.5963	28.6911	1116	230
<b>GRUPOQ</b>	33.2892	27.3434	824	172
<b>GRUPOR</b>	35.5003	29.428	867	185
<b>GRUPOS</b>	35.2726	29.2075	1019	226
<b>GRUPOT</b>	35.5646	29.5698	1011	211
<b>GRUPOU</b>	35.7599	29.7847	1096	237
<b>GRUPOV</b>	35.3753	29.3044	886	187
<b>GRUPOY</b>	33.9879	27.8084	973	198
	<b>35.34925</b>	<b>29.08348</b>	<b>17648</b>	<b>3747</b>

**Tabla 9.** Datos arrojados por la simulación del SL mejorado en el software Arena

**Fuente:** Autor del proyecto datos del software Arena

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>Tiempo de cola promedio</b>
Almacén zona de recibo	2.8088
Almacenamiento material chequeado	3.4074
<b>Almacenamiento total (suma de las actividades intervenidas)</b>	
Almacenamiento material chequeado	3.4074
Entregar material	0.00321917
Recibir documentos y firmar	0.00160108
Transportar material a zona de almacenamiento temporal	0.00232609
Observar localización del material y/o asignarla	0.0051317
Tomar las hojas de chequeo a guardar y verificar	0.00798088
Ubicar y organizar el material en su localización	0.00384729
Consolidar información y firmar	0.00123671
<b>TOTAL HORAS</b>	<b>3.43274292</b>

**Tabla 10.** Tiempo promedio del proceso de almacenamiento con la mejora implementada

**Fuente:** Autor del proyecto datos del software Arena

## 9. PLAN DE MEJORA

### 9.1 MANUAL DE PROCEDIMIENTOS E INSTRUCTIVOS

Se visualizó la falta y desactualización de los procedimientos e instructivos, los cuales, no generaban valor al SL, por tanto, se realizó el análisis de la información suministrada y se corroboró según los resultados obtenidos por la simulación de las actividades propuestas que mejoran la efectividad del SL y agregaban valor en cada uno de los procesos. De igual forma, se observó que no se percataban los riesgos y peligros de las actividades implícitas en ella y no se valoraba la realización de las actividades en cada proceso.

Para la construcción del manual de procedimientos e instructivos se realizó en 2 fases ilustradas en la Figura 21.



**Figura 21.** Diagrama fases de construcción y mejora de procedimientos e instructivos

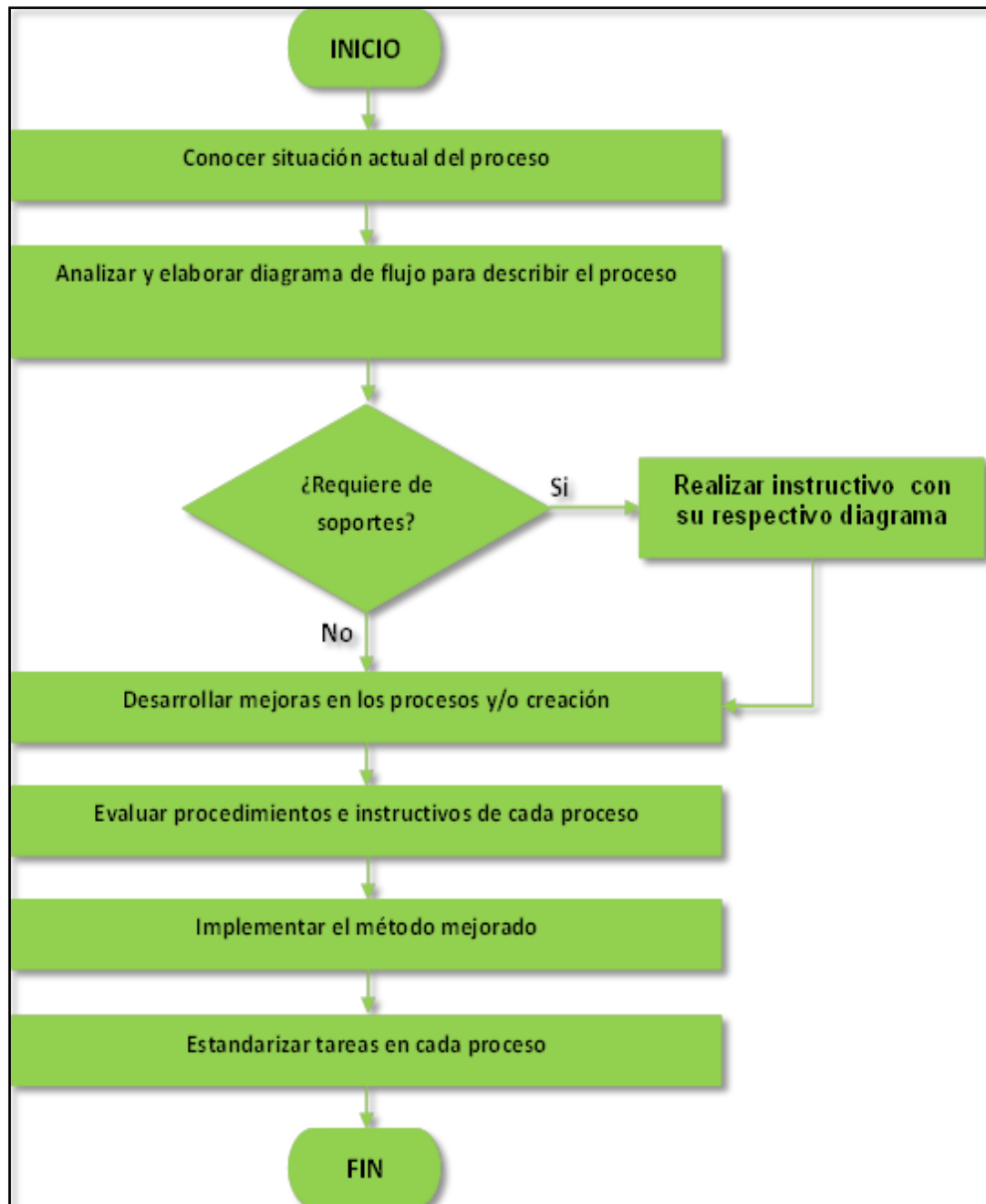
**Fuente:** Autor

Se dio inicio con la **FASE I**, se analizaron las causas de mayor incidencia en el problema de confiabilidad en el inventario realizado por medio del estudio causa-efecto; se socializó los resultados obtenidos de la simulación realizada por el software Arena y seguidamente se presentó los modelos del comportamiento del SL actual y del comportamiento del SL mejorado, se analizó e indago las características para aceptar las mejoras y el nuevo SL; dando inicio a la reestructuración y/o generación de los procedimientos e instructivos que estaban relacionados con el SL mejorado, analizando y entendiendo con claridad los ya documentados en la CI&H.

Para el seguimiento y medición de los diferentes procedimientos e instructivos se definió un formato que permite identificar de manera específica los siguientes ítems:

- Propósito
- Peligros
- Precauciones de Seguridad
- Precauciones Ambientales
- Referencias
- Equipo Personal de Protección
- Recurso de Materiales
- Recurso Humano
- Rangos de Aplicación
- Diagrama y planos
- Equipos o Sistemas Conectados
- Descripción Básica del Sistema
- Descripción del procedimiento
- Plan de Tareas con sus respectivos Requisitos o Precondiciones
- Figuras y tablas
- Anexos

Adicional, se construyó el diagrama de flujo de proceso para cada procedimiento e instructivo relacionando las actividades implicadas en cada uno de ellos con sus respectivas mejoras y formatos relacionados. En la Figura 22, se muestra el procedimiento realizado para el mejoramiento de los procesos en la CI&H.

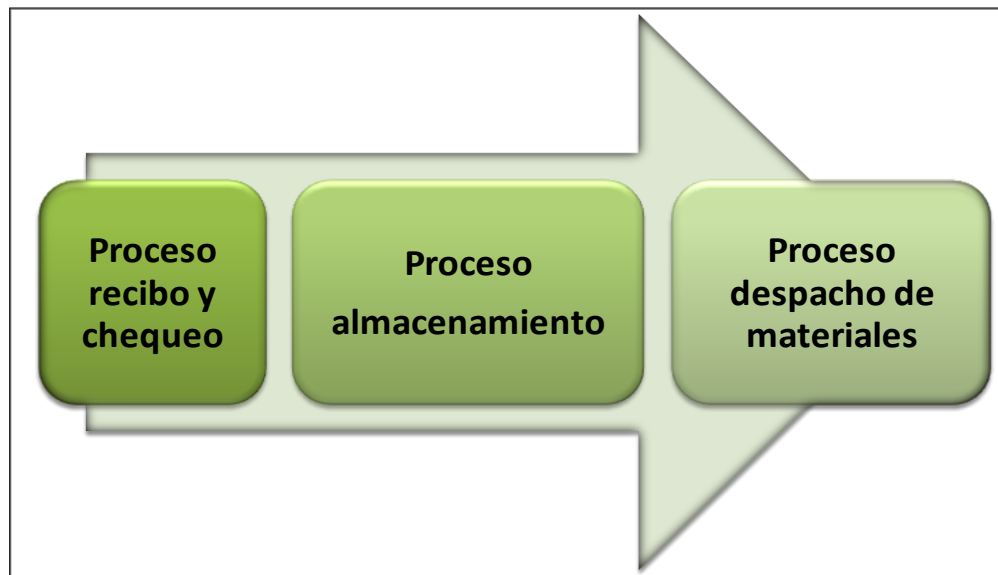


**Figura 22.** Procedimiento del mejoramiento de los procesos en la CI&H  
**Fuente:** Autor

A continuación, se explican los procesos e instructivos diseñados y reestructurados e involucrados en el SL, así como, las respectivas mejoras y la descripción de sus actividades.

### 9.1.1 Procesos

En el procedimiento del mejoramiento de los procesos que se realizó, se obtuvo en primera instancia la creación del proceso de Almacenamiento y mejoras en los procesos implementados actualmente, obteniendo el SL mejorado que se presenta en la Figura 23, los cuales están implicados en todo el proyecto.

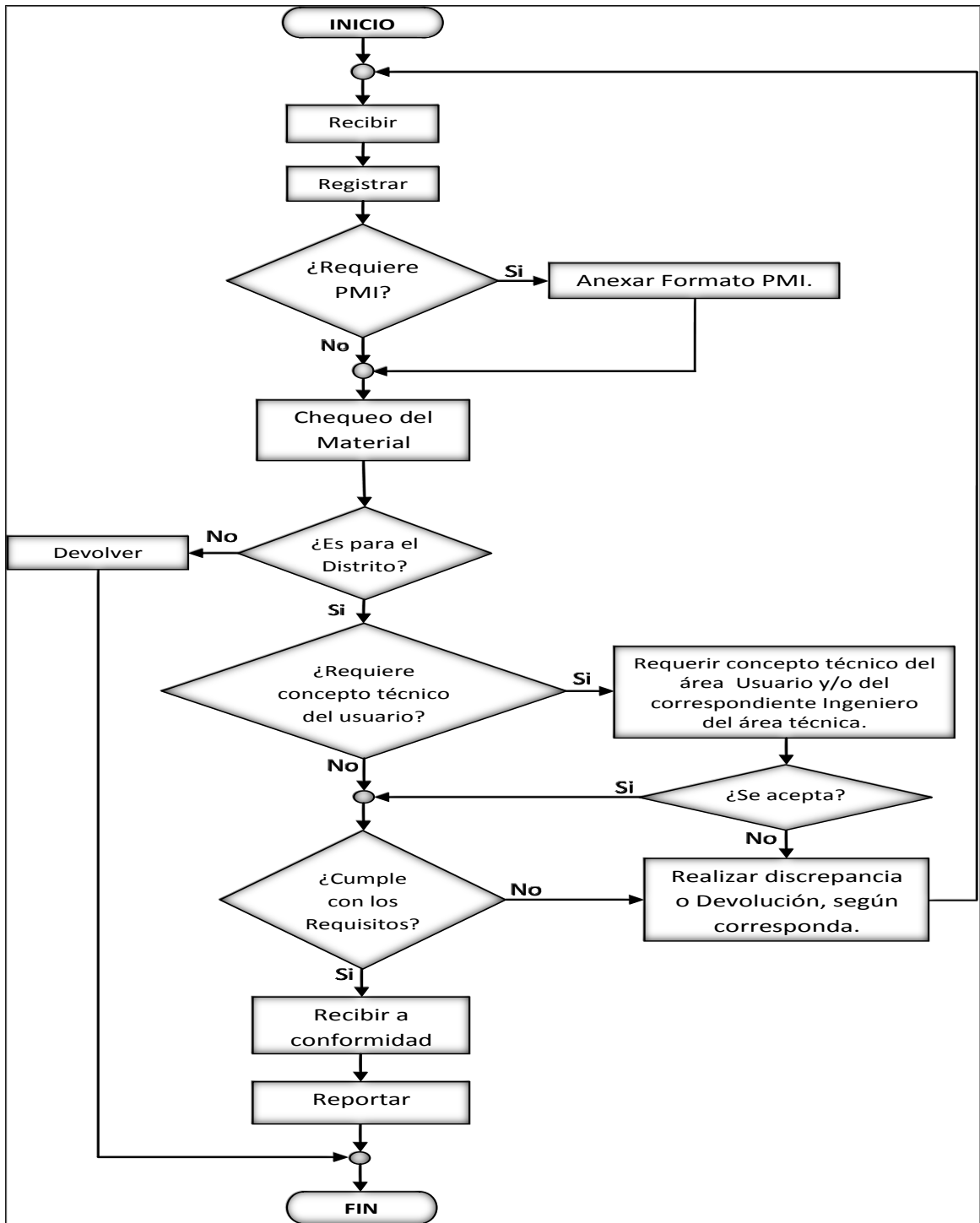


**Figura 23.** SL mejorado de la Bodega General de la CI&H de la GRB.

**Fuente:** Autor.

#### 9.1.1.1 Proceso de Recibo y Chequeo

Este proceso consiste en el Recibo y chequeo de materiales que requiere los usuarios para el mantenimiento de la GRB. Su procedimiento se visualiza en la Figura 24.



**Figura 24.** Diagrama del procedimiento de recibo y chequeo de la GRB  
**Fuente:** Autor



Para este proceso se realizaron las siguientes mejoras, las cuales se plasmaron en el Procedimiento de recibo y chequeo:

- Se tenía estructurada la información en 2 instructivos por lo que se realizó la unificación en 1 solo procedimientos llamado recibo y chequeo con código PMA-PMA-P-04.
- Las actividades se desarrollaron con la lógica que representaba el proceso real, con la estructura de verificación en cada actividad.
- Se incluyeron los peligros y precauciones de seguridad a nivel general del proceso y por cada actividad.
- Se incluyeron los recursos de materiales para la realización de las actividades.
- Se incluyó el plan de recibo en el cual se describió la verificación del peso, estado del empaque, marcado de la carga y soporte fotográfico.
- Se cambió el plan de “Consolida la información en la Relación de Carga Recibida” por el plan de registro y reporte del material.
- En el plan de chequeo se mejoró y se estipulo el uso del PMI para el material que lo requería, se incluyó el formato con su respectiva codificación.
- El material después de chequear se le incluyo marcarlo con: Cantidad de material por unidad de empaque y Localización (OE).
- Se realizó cambio para el material rechazado, ya no se elabora la Planilla de Despacho; se le informa al supervisor, se hace un registro fotográfico y se envía por correo la respectiva discrepancia o devolución con soporte a servicios compartidos.

Como referencia para el apoyo de las actividades del procedimiento se crearon:

- Instructivo para el manejo seguro del analizador de aleaciones X-MET 5000 (PMA-PMA-I-419)
- Instructivo cargue y descargue seguro de container (PMA-PMA-I-420)

Y se le realizaron modificaciones al siguiente instructivo:

- Instructivo Manejo seguro de Montacargas: Mejora en la lista de chequeo del montacargas, al igual que los peligros, riesgos y precauciones (PMA-PMA-I-418)

Obteniendo las principales tareas, las cuales se muestran en la Figura 25.

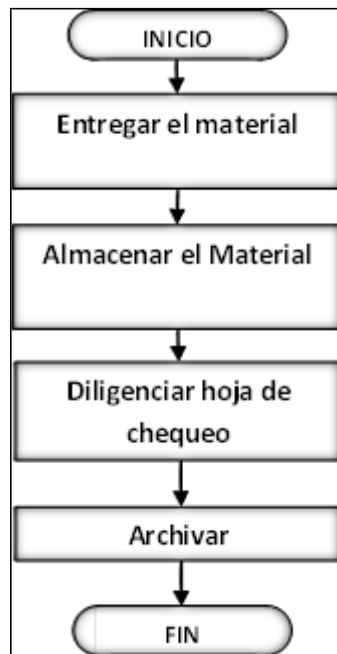


**Figura 25. Proceso de Recibo y Chequeo**

**Fuente:** Autor

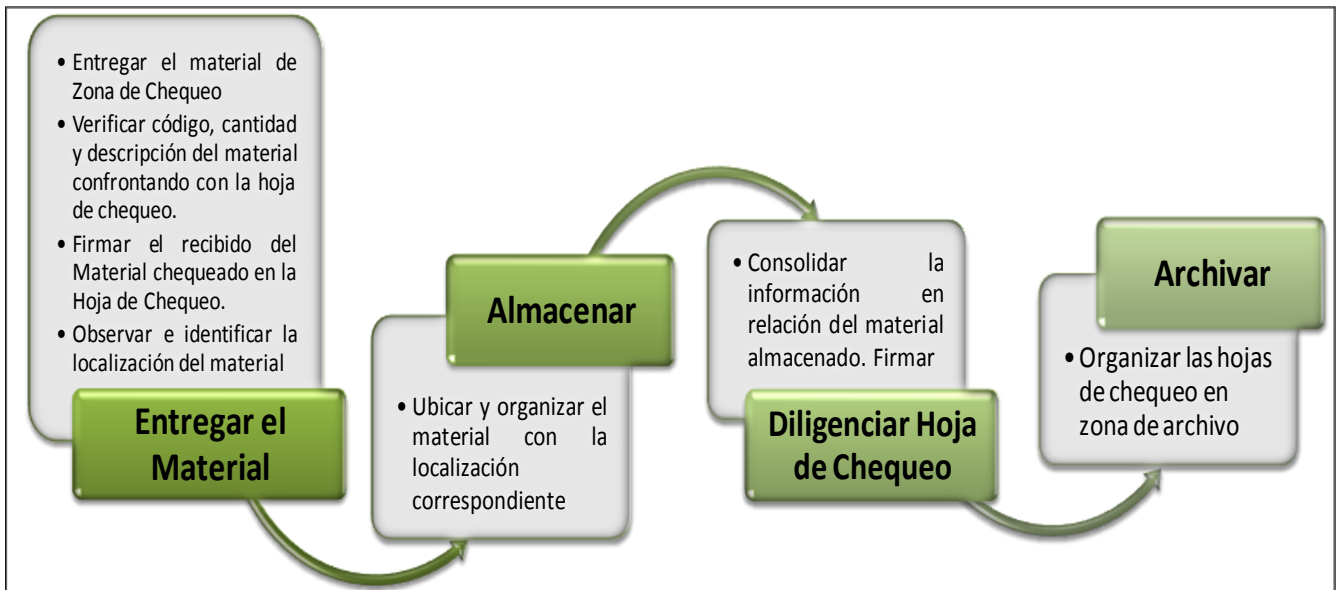
### 9.1.1.2 Proceso de Almacenamiento

Este proceso consiste en el almacenamiento y preservación de materiales en la Bodega General para tener a disposición cuando el usuario lo requiera. Como plan de mejora se creó el área y a su vez el procedimiento de almacenamiento (PMA-PMA-P-02) que se debe seguir para un efectivo resultado, el cual, anteriormente no tenía direccionamiento. Su procedimiento se puede visualizar en la Figura 26.



**Figura 26.** Diagrama del procedimiento de almacenamiento de la GRB  
**Fuente:** Autor

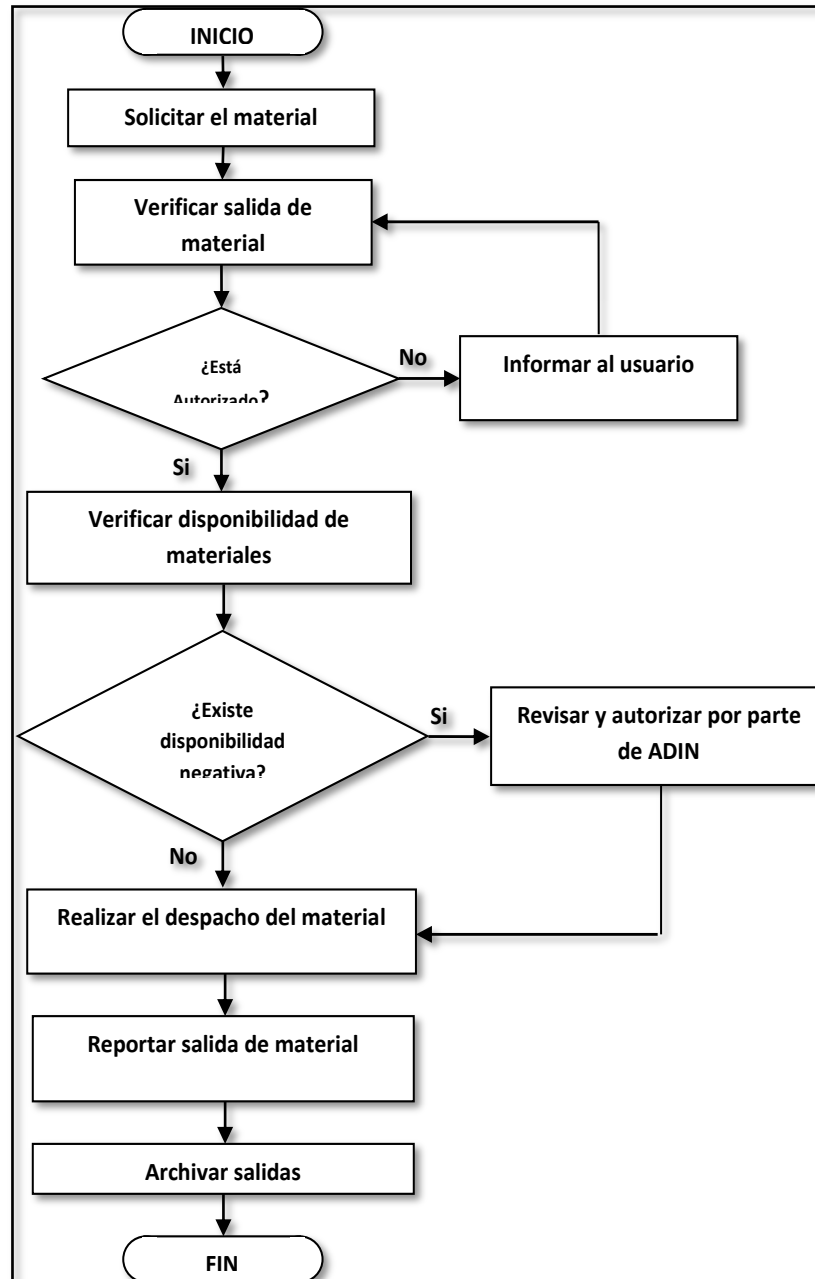
Sus principales tareas se muestran en la Figura 27.



**.Figura 27.** Proceso de Almacenamiento.  
**Fuente:** Autor.

### 9.1.1.3 Proceso de despacho de Materiales

Este proceso consiste en el despacho de materiales en la Bodega General al usuario que solicita el material. Su procedimiento se puede visualizar en la Figura 28.



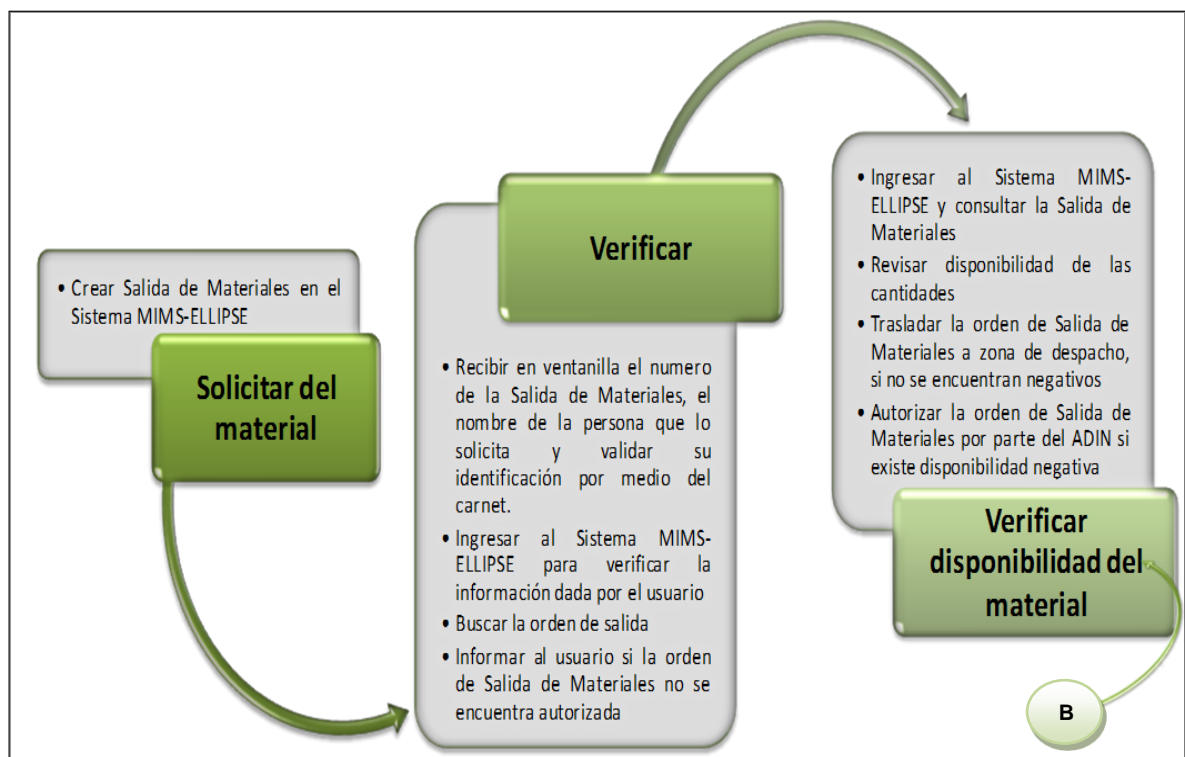
**Figura 28.** Diagrama del procedimiento de Despacho de materiales de la GRB

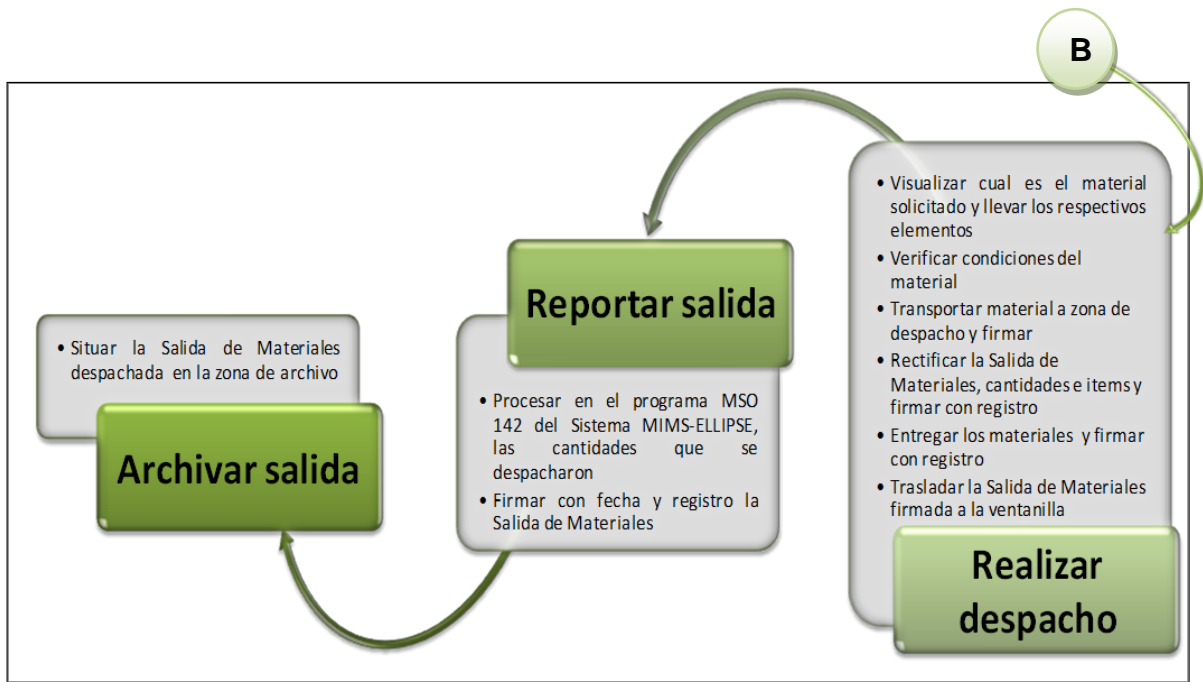
**Fuente:** Autor

Para este proceso se realizaron las siguientes mejoras, las cuales se plasmaron en el procedimiento de despacho de materiales:

- Se tenía estructurada la información como instructivos por lo que se plasmó como procedimiento llamado despacho de materiales con código PMA-PMA-P-03.
- Las actividades se desarrollaron con la lógica que representaba el proceso real, con la estructura de verificación en cada actividad.
- Se incluyeron los peligros y precauciones de seguridad a nivel general del proceso y por cada actividad.
- Se incluyeron los recursos de materiales para la realización de las actividades.
- Se modificó la actividad en la cual se consulta la cantidad disponible de materiales, solicitando la autorización por parte del ADIN si esta es negativa, se visualiza en el plan de verificación de disponibilidad de material.
- Se especificó que solo se despachara a funcionarios pertenecientes a la GRB ya no se realizara para contratistas y/o personal de otro distrito.
- Se modificó la forma de imprimir, reportar y archivar las órdenes de salida, realizándolo en conjunto sin pos- verificación e impresión.

Sus principales tareas se muestran en la Figura 29.

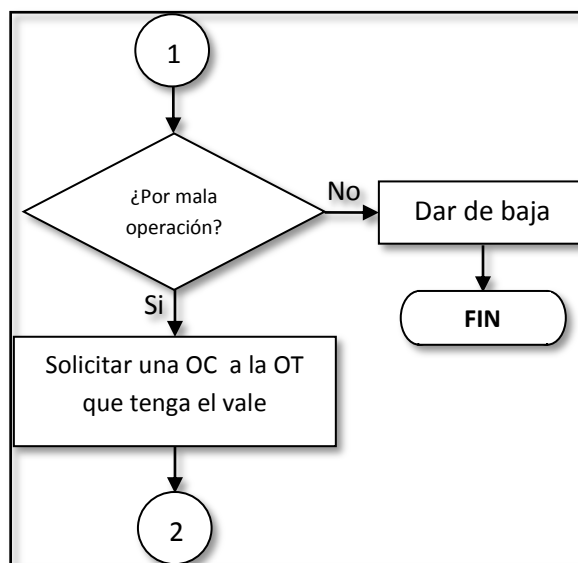


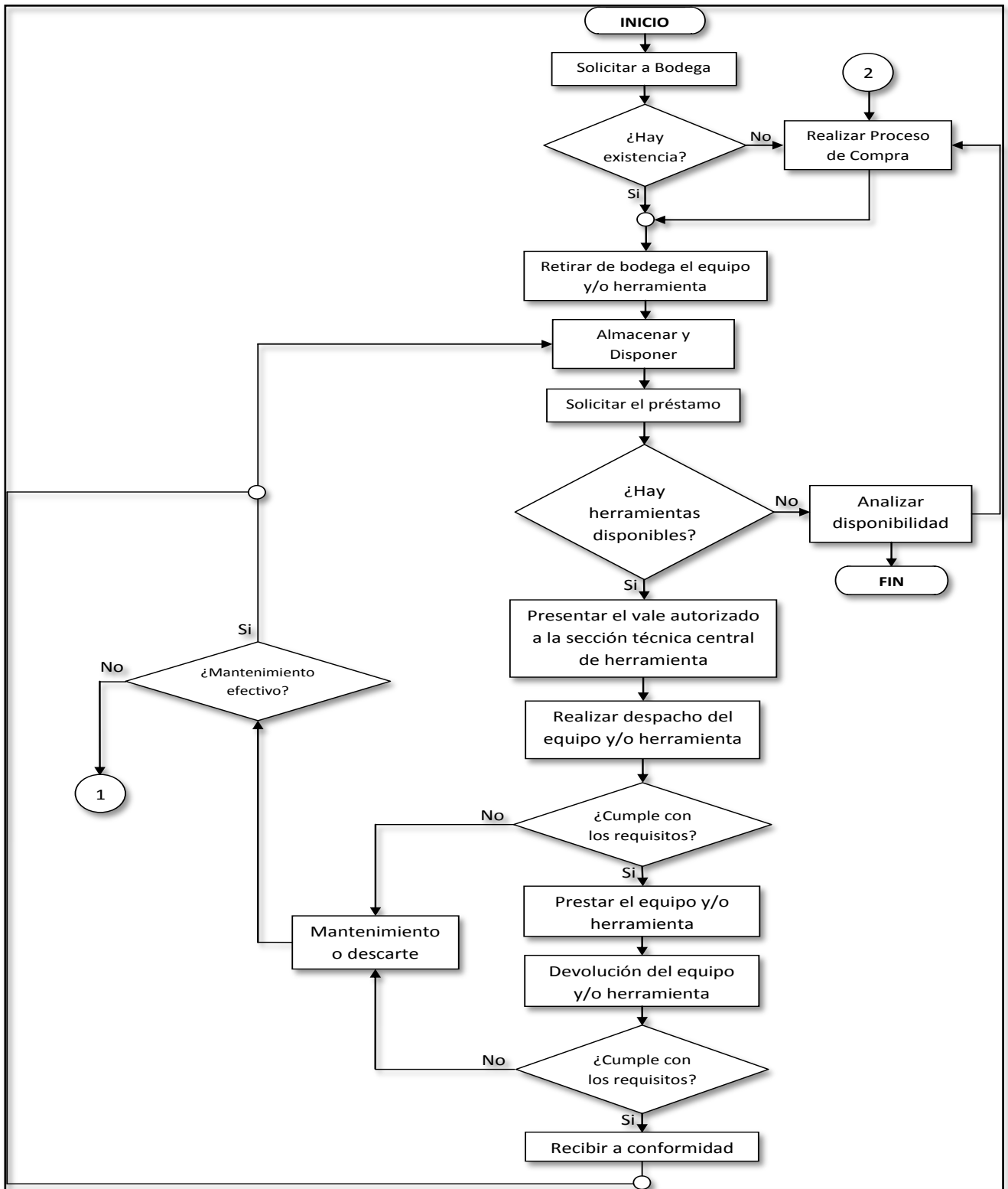


**Figura 29.** Proceso de despacho de materiales.  
**Fuente:** Autor

#### 9.1.1.4 Proceso de Préstamo de Equipos y Herramientas

Este proceso consiste en el préstamo de Equipos y Herramientas en la Central Técnica de Herramienta que el usuario solicita para el mantenimiento. Su procedimiento se visualiza en la Figura 30.





**Figura 30.** Diagrama del procedimiento del préstamo de Equipos y Herramientas de la GRB

**Fuente:** Autor

Para este proceso se realizó la mejora implementando la base de datos para el manejo del préstamo de herramienta y equipos de ACCESS por lo que se modificó todas las actividades a realizar en el proceso, desde el momento que llega el funcionario de la GRB a zona de mostrador hasta el despacho del préstamo del equipo y/o herramienta incluyendo el mejoramiento en la unificación del vale.

Como referencia para el apoyo de las actividades del procedimiento se crearon:

- Manual para manejo de base de datos.
- Instructivo para la fabricación de empaques es material durable (PMA-PMA-I-424).
- Instructivo manejo seguro de las llaves de torque hidráulicas de cuadrante serie S, ENERPAC.(PMA-PMA-I-423)

Ya que eran pertinentes para el mejoramiento en la integralidad del sistema y el servicio al cliente

Y se le realizaron modificaciones a los siguientes instructivos:

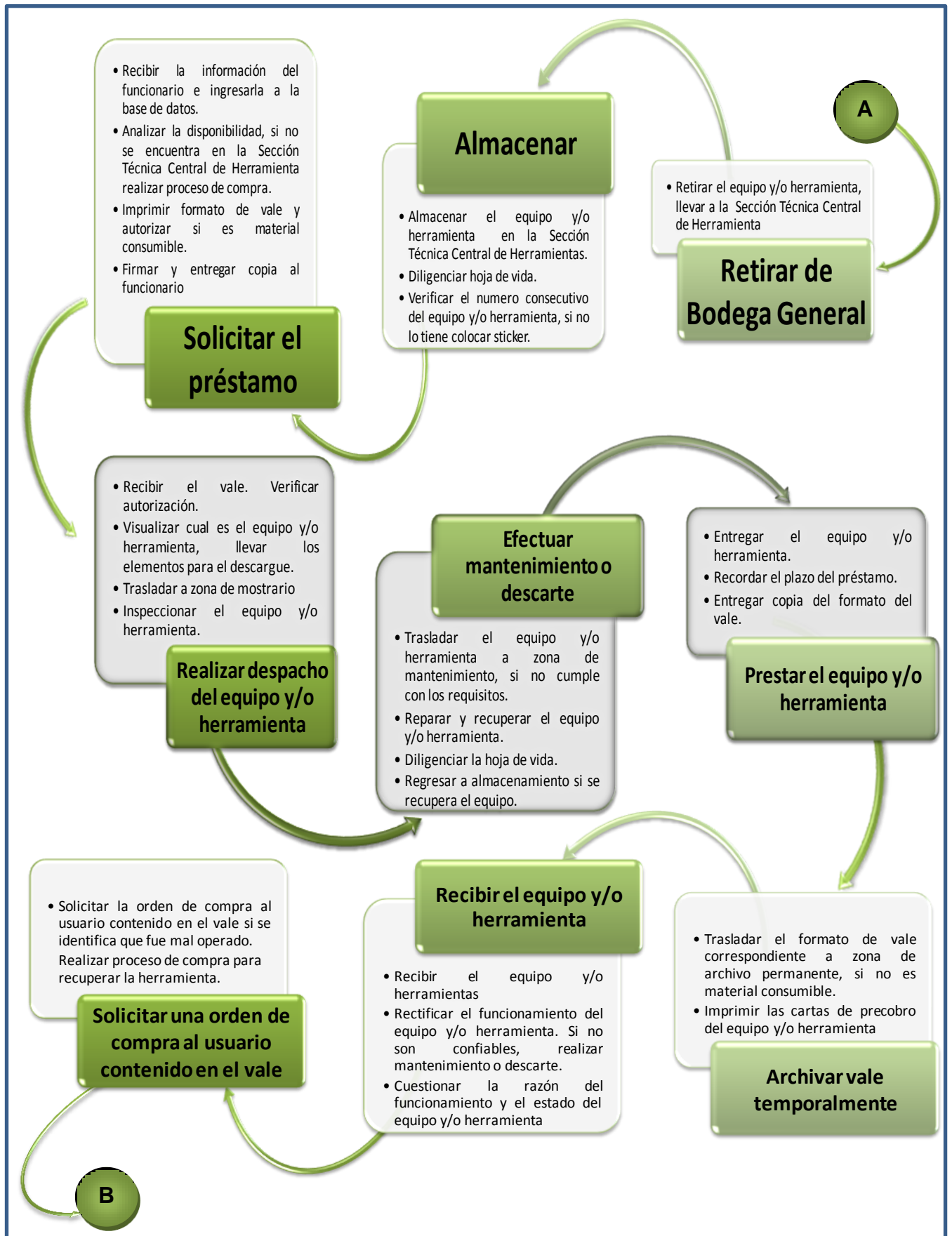
- Instructivo Manejo seguro de herramientas manuales (PMA-PMA-I-427)
- Instructivo manejo seguro de pulidoras eléctricas (PMA-PMA-I-422)
- Instructivo manejo seguro del equipo oxi-corte (PMA-PMA-I-421)

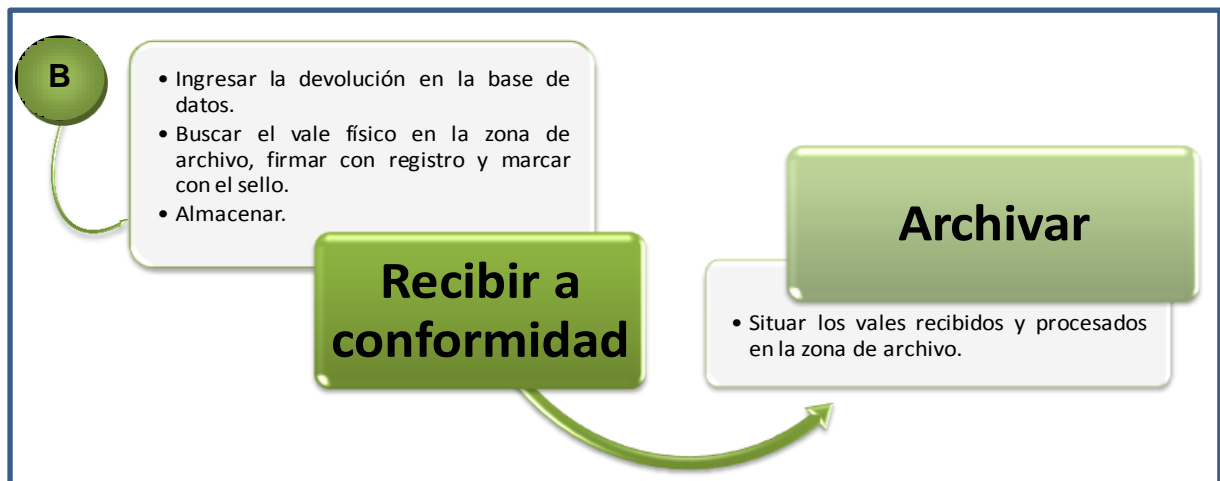
A todos se les realizaron mejoras enfatizando en los peligros y/o riesgos en cada actividad a realizar.

Sus principales tareas se muestran en la Figura 31.









**Figura 31.** Proceso de Préstamo de Equipos y Herramientas

**Fuente:** Autor

### 9.1.2 Instructivos

Se realizó el mejoramiento de instructivos de la CI&H y la creación de otros identificados como necesarios en cada proceso para el progreso del SL. Para cada uno se realizó su respectivo diagrama de flujo de proceso y descripción detallada de cada actividad. Adicionales a los ya mencionados, se crearon:

- Instructivo manipulación de cable (PMA-PMA-I-429)
- Instructivo manipulación de sustancias químicas (PMA-PMA-I-431)
- Instructivo manejo de dotación y EPPS básicos (PMA-PMA-I-428)
- Instructivo manejo de chatarra (PMA-PMA-I-425)

Para dar inicio a la **FASE II**, se requirió la revisión por parte del jefe de la CI&H y la aprobación del Jefe del departamento de mantenimiento, para así obtener como resultado final el Manual de Procedimientos e Instructivos de la Coordinación de Inventario y Herramientas de la GRB. Ver Anexo G.

Seguidamente, se realizó la divulgación socializando a los diferentes Supervisores de cada área y entregando en conjunto los retablos que le correspondía a cada una de las áreas. Ver Anexo H.

Para su control se dio apoyo en cada área, se entregó una cartilla la cual incluía el procedimiento con su respectiva lista de chequeo de las actividades implícitas y los demás documentos que se relacionaban en él; de igual forma se les entregó un manual de procedimientos e instructivos del SL mejorado de la CI&H para integrar todas las áreas.

## 9.2 DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

Una de las acciones para interrelacionar las actividades en los diferentes procesos y lograr obtener un mejor desempeño en el SL es asignar y organizar las diferentes zonas del área de almacenamiento.

Para organizar el Área de almacenamiento 3, se analizó la distribución actual de cada una de las zonas que complementa el área, su funcionalidad y rotación para poder interrelacionar las mejoras planteadas al SL.

Se determinó para el Área de almacenamiento 3:

- Realizar una reestructuración de la distribución en la bodega general que permita una integridad del SL, por lo que en primera instancia se analizaron las condiciones con las que debía contar el área de Almacenamiento y los factores (dimensión, estantería, ambientación, integridad del SL, ingreso, etc.) que influyen en su funcionamiento, por tanto, para darle continuidad al proceso físicamente se realizó el cambio de la bodega de motores por el área de Almacenamiento mostrado en la Figura 32, el cual permite disminuir el tiempo de desplazamiento, flexibilidad en la ordenación, integrar el SL, entre otras; analizando que la bodega de motores es una zona que se encuentra en consignación, por tanto, se inició un trabajo junto con el supervisor encargado y su equipo para lograr entregar o chatarrizar los motores despejando la bodega en un menor tiempo.
- Realizar demarcación de: zonas húmedas, zonas de alto grado de peligrosidad por sustancias químicas, zonas específicas de utilización de espacio en cada una de las bodegas para distinguir el proceso con mayor facilidad. Para ello se realizó un listado con la demarcación interna del área de almacenamiento 3 con la respectiva descripción, ubicación y medidas de cada uno de ellos. Ver Anexo I.

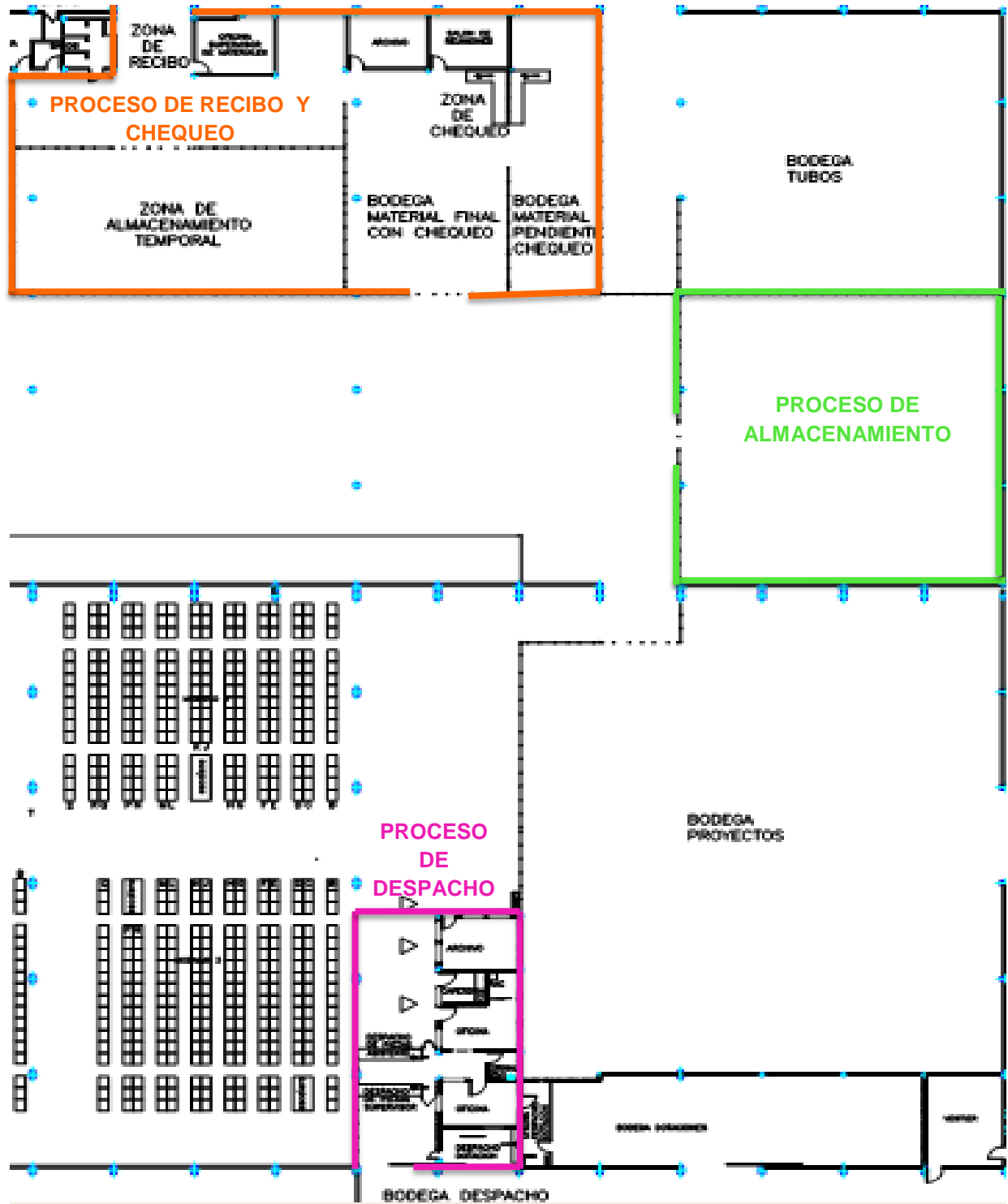


Figura 32. Distribución mejorada del Área de almacenamiento 3.

Fuente: Autor

### **9.3 OTRAS PROPUESTAS**

Asimismo, se contribuyó con el mejoramiento del proceso y el ambiente laboral en la coordinación, por eso se realizó:

#### **9.3.1 Manejo de Base de Datos.**

La Sección Técnica Central de Herramientas carece de un sistema de control de inventario lo cual dificulta la toma de inventarios y la efectividad del préstamo de equipos y/o herramientas, repercutiendo a la falta de confiabilidad en el inventario de la CI&H.

Se tiene construido un 85% de la base de datos para dicho problema en el programa Access; se trabajó junto con la aprendiz del SENA Yeni Mileidi Angarita la actualización del inventario en la Sección Técnica Central de Herramientas, durante un periodo de 2 meses actualizando la información de los préstamos y devoluciones realizados en periodos anteriores para completar la información más relevante de la base de datos.

En el transcurso de su manejo se analizó la conveniencia de las herramientas y se consideró:

- Realizar entrada de consumibles (recuadro en la base de datos), incluyendo el vale especial para material consumible, ya que este debe ser autorizado por el Jefe encargado. Ver Anexo J.
- Ingresar selección en la base de dato, si es turno o es proyecto; si es proyecto la duración del mismo para considerar el tiempo de su devolución y no reportar su cobro.
- Listado de inventario prestado, realizar recuadro u opción para realizar cartas de pre-cobro o por motivo de olvido por parte de usuario.
- En la observación del historial de actividades realizadas en la base de datos, se debe realizar la entrada (recuadro) y que este contenga seguridad (clave) para que solo sea vista por los supervisores del área.

#### **9.3.2 Actividades de liderazgo**

Según las causas identificadas en el análisis de causa-efecto realizado, se observó la importancia del liderazgo en los supervisores de cada área para poder

controlar las actividades implícitas en cada proceso y lograr interrelacionarlas para una mayor efectividad en el SL.

Se realizaron con el objetivo de fortalecer el rol de los líderes de la coordinación (supervisores), por medio de un ciclo de actividades, afianzando el trabajo en equipo y servicio al cliente, mediante la integración de todas las áreas que conforman la coordinación de inventarios y herramientas.

Se trataron temas como:

- Comunicación.
- Trabajo en equipo.
- Motivación.
- Visualización de la imagen del líder.
- Relación de confianza e igualdad.
- Calidad en el servicio al cliente

Se realizó ciclo de 3 actividades grupales, con una duración de 1 hora comprendido entre las 2:00 pm hasta las 3:00 pm; convocando a todos los líderes de la coordinación de inventarios y herramientas, incluyendo los ADINES. De la siguiente forma:

Semana uno	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Saludo encuadre, ejercicio de activación.</li> <li>• Actividad definición líder.</li> <li>• Ejercicio práctico grupal-dibujo guiado por el líder .</li> <li>• Reflexión: Un cuento sobre Liderazgo</li> <li>• Evaluación y cierre.</li> </ul>
Semana dos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Saludo encuadre, ejercicio de activación.</li> <li>• Actividad de sensibilización grupal, Objetivo común Juego los Usoles.</li> <li>• Reflexión: video-Empoderar al equipo de trabajo.</li> <li>• Retroalimentación, evaluación, cierre.</li> </ul>
Semana tres	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Saludo encuadre, ejercicio de activación.</li> <li>• Actividad grupal, juego de roles-creación del periódico de la Coordinación de Inventario y herramientas.</li> <li>• Reflexión, evaluación, cierre.</li> </ul>

Con ello se logró, fortalecer el liderazgo de los miembros de la coordinación, así como la concientización del trabajo en equipo, para el logro de excelencia en las operaciones y la integridad del SL.

## CONCLUSIONES

- Por medio de la metodología de análisis causa-efecto se permitió identificar y analizar las causas que originaban la problemática de la falta de confiabilidad en el inventario evidenciada en la ineffectividad del Sistema Logístico de la CI&H de la GRB.
- Por medio de la simulación del sistema real y de la mejora desarrollada, se descubrieron oportunidades de mejora en los tiempos de cola del SL logrando mejorar la efectividad y la confiabilidad en el inventario.
- La realización del Manual de procedimientos e instructivos plasmó las diferentes mejoras en las actividades de los procesos, rediseñando y reestructurando el Sistema Logístico; de igual forma, la divulgación por medio de retablos permitió tener un mejor desempeño en el aprendizaje y seguimiento del SL al ser animada.
- La propuesta de distribución de planta, presenta una mejora que logra el flujo efectivo e integración del SL mitigando el tiempo en cola de algunas actividades; de igual forma, la demarcación interna permite disminuir el riesgo de algún incidente y/o accidente y permite una mejor visualización del desarrollo del SL en la bodega.
- La elaboración de actividades lúdicas y capacitaciones, permite la integridad del SL y el mejoramiento del desempeño del SL en la CI&H de la GRB.

## RECOMENDACIONES

- Realizar la implementación de la propuesta de mejora elaboradas con el software ARENA al SL real, ya que mejoraría la confiabilidad en el inventario obteniendo beneficios en el nivel de servicio al cliente.
- Retroalimentar a los funcionarios de las diferentes áreas, las mejoras realizadas en los procesos para seguir las actividades establecidas y documentadas en el Manual de procedimientos e instructivos que caracteriza el proceso y que logra la efectividad en el SL de la CI&H.
- Realizar capacitaciones a los funcionarios para mejorar las habilidades y conocimiento para una mayor eficiencia en el SL.
- Entrenamiento y sensibilización al personal sobre el manejo seguro de los equipos y herramientas utilizados en las bodegas y su impacto en el desempeño del SL.
- Tener en cuenta las propuestas adicionales que mejoraría el SL en las otras áreas de almacenamiento pertenecientes a la CI&H de la GRB.

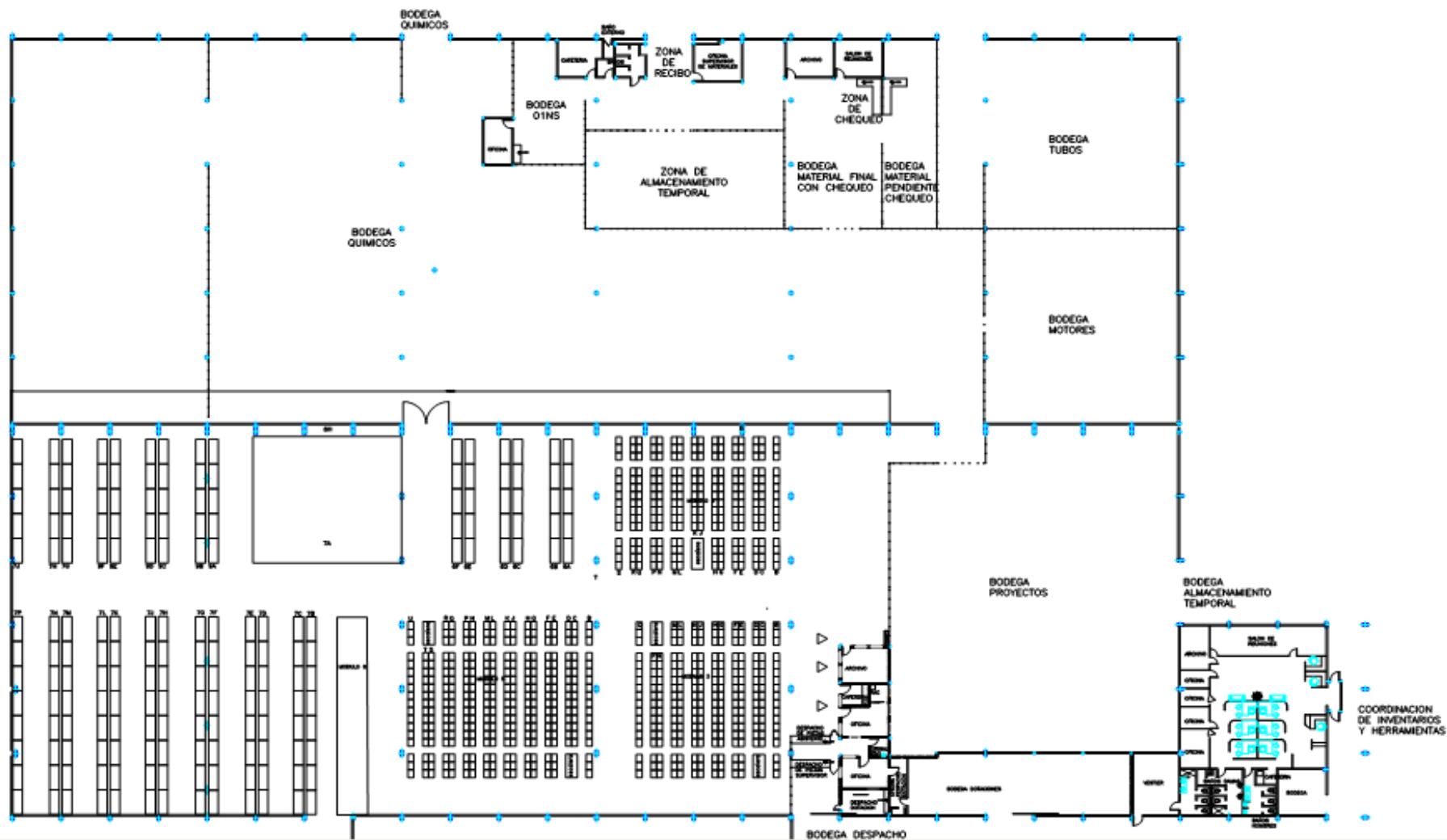


## BIBLIOGRAFIA

1. **GARCÍA Mora, ANÍBAL Luis.** *Gerencia de la cadena de abastecimiento: Gestión Logística Integral*, Las mejores prácticas en la cadena de abastecimiento. Bogotá: Ecoe Ediciones, 2008.
2. **CHASE Richard, JACOBS F. Robert y AQUILANO Nicholas.** *Administración de la Producción y Operaciones para una Ventaja Competitiva*. Decima Edición. México : McGraw-Hill, 2005. pág. 970-10-4468-1.
3. **FREIVALDS Niebel.** *Estudio de tiempo: Ingeniería Industrial, métodos estándares y diseño del trabajo*. 11<sup>a</sup> Edicion Alfaomega.
4. **Ortiz Néstor Raúl.** *Estudio de tiempos; Análisis y Mejoramiento de los Procesos de la Empresa*. Bucaramanga: Escuela de estudios industriales y empresariales, UIS 1999. Pág. 143-144. 160-161.
5. **RIOS Insua David, Rios Insua Sixto Y Martin Jacinto.** *Simulación; Métodos y Aplicaciones*. Original. Madrid : ALFOMEGA S.A., 2000. pág. 371. 970-15-0509-3.
6. **HILLIER Federick, LIEBERMAND Gerald.** *Introducción a la Investigación de Operaciones*. McGraw-Hill, 2007. 9<sup>a</sup> Edición. Capítulo 20, Pág. 970-871-874.
7. **RIOS Insua David, Rios Insua Sixto Y Martin Jacinto.** *Métodos y Aplicaciones*. Original. Madrid: Editorial ALFOMEGA S.A., 2000. Pág. 101-103.
8. **BANKS Jerro, CARSON Johns, BAURRY Nelson L., NICOL David M.** *Discrete – event system simulation*. 3<sup>rd</sup> edition. Prentice Hall International series in industrial and systems engineering, 2004.
9. **AVERILL M. Law, KELTO David W.** *Simulation modeling and Analysis*. 3<sup>rd</sup> edition. McGraw-Hill, 2004.

**ANEXOS**

**ANEXO A.** Plano Bodega General de Materiales. Área de almacenamiento 3.



## ANEXO B. Tipos de inventario con su respectivo grupo y clase

STOCK_T YPE	DESCRIPCION	GROUP _CODE	CLASS _CODE	DESCRIPCION	# ROTACION EN 2009 - 2010
S	SEGURIDAD Y CONTRAINCENDIO	72	05	ELEM/TOS PROTECC.PERSONALELEM/TOS PROTECC.PERSONAL. BOTAS, CASCO SROPA, OREJERAS, MANGAS, CHAQUETAS, ETC	14663
N	EMPAQUES	70	18	EMPAQUES ESPIROTALICOS EMPAQUES ESPIROTALICOS,CON ANILLO CENTRADOR.	6839
V	VALVULAS Y ACCESORIOS DE TUBERIA	54	20	ACC.ACERO CARB.FORJ.A- 105ACCESORIOS P/TUBERIA, ACERO AL CARBON FORJADO, ASTM A-105 GR.2	5436
S	SEGURIDAD Y CONTRAINCENDIO	72	08	ELEM/TOS PROTECC.RESPIRATELEM/TOS PROTECC.RESPIRAT. CARETAS,MASCARAS, FILTROS, RESPIR. ARTIFIC.Y TERAPIAS	5053
F	FERRETERIA Y CONSTRUCCION	69	15	ESPARRAGOS ASTM A193 G.B7ESPARRAGOS ASTM A193 B7. INCLUYE BARRAS ROSCADAS.	4103
V	VALVULAS Y ACCESORIOS DE TUBERIA	54	25	ACC.ACERO CARB.FRAG.A- 234ACCESORIOS P/TUBERIA, ACERO AL CARBON FRAGUADO, ASTM A-234 WPB,A-106 Y A-420	3260
L	PAPELERIA Y UTILES DE OFICINA	91	05	ELEMENTOS DE OFICINA ELEMENTOS DE OFICINA.FOLDERS,PASTAS,CIN- TAS,PORTAMINAS,LAPICEROS,MA RCADORES,ETC.	2965
M	MECANICA	40	18	SELLOS MECANICOS Y PARTESSELLOS MECANICOS Y SUS PARTES	2937
I	INSTRUMENTOS/E LECTRONICA/COM UNICACIONES	53	02	RACORES ACERO INOXIDABLE RACORES DE ACERO INOXIDABLE. CONECTORES,TEES, UNIONES, TUERCAS Y FERRULES.	2589
F	FERRETERIA Y CONSTRUCCION	69	37	TUERCAS ROSCA ORDINAR. CSTUERCAS ROSCA ORDINARIA, HEXAG. O CUADRADA, ACEROS AL CARBON Y ALEADOS	2411
V	VALVULAS Y ACCESORIOS DE TUBERIA	55	15	VALVULAS A.C.FORJA. A- 105VALVULAS DE ACERO AL CARBON, FORJADO, ASTM A-105 GR.2 , A-181 GR.1 Y 2	2208

## ANEXO G. Fundamentos aplicados en la simulación en Arena

FUNDAMENTO	DESCRIPCIÓN
ENTIDAD	Para el SL representa el objeto material que se mueve a través del SL
RECURSO	Es un elemento persona o incluso zonas que influyen en el flujo del SL, se emplearon para representar actividades claves que restringian el flujo del SL donde se requería ya que, varía y pueden ser ocupados por una entidad. Una vez que el recurso este desocupado y una entidad necesita de su servicio, esta se apodera del recurso (SEIZE), si no se encuentra disponible simplemente la entidad entra a fila de espera (QUEVE) hasta que se desocupe y vuelva a ingresar otro servicio (SEIZE); al igual, puede continuar efectuando los procesos que requiera hasta finalizar su ciclo en ese recurso e incluso en otros, y liberarlo (RELEASE). A lo largo de la simulación atraviesa por estados como: ocupado, inactivo, ocioso o dañado.
ATRIBUTO	Son características propias y únicas de cada entidad, las entidades pueden definir la cantidad de atributos que requieran para realizar el modelamiento del SL. Cada entidad tiene su propio valor de atributo, lo que implica que para determinar el valor, se debe examinar la entidad que lo tiene. Los atributos pueden definirse como color, peso, identificación numérica, entre otras., y a su vez debe tener un valor numérico que indique algo para el usuario, este valor no solo puede ser una constante, sino puede tener una distribución (Normal, Beta, Weibull, Lognormal, etc.).
VARIABLE	Representan las características propias del SL, de forma más global ya que, su valor es el mismo en cualquier lugar del modelo. Estas se pueden definir con un nombre específico o las puede determinar el software, con un valor numérico que simbolice un estado en el SL
EVENTO	Es la ocurrencia que cambia el estado del sistema. Se encuentran eventos internos y externos, conocidos como endógenos y exógenos.
ESTACIONES	Representan las diferentes zonas ubicadas con distancias amplias entre una y otra, en las cuales llega la carga.
SECUENCIA	Los diferentes elementos que se interrelacionan según el modelo que se requiera construir, operados cada uno sobre datos e información con el propósito de simular el sistema real o la implementación de mejoras al sistema.
MODELO	Es una representación de la realidad que se elabora con el propósito de analizarla. Según el análisis que se requiera se consideran los detalles (en ocasiones no se consideran todos) sustituyendo la realidad y simplificándola para visualizarla de manera más global. Los modelos se pueden calificar en: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelos icónicos</li> <li>• Modelos analógicos</li> <li>• Modelos simbólicos; estos, a su vez, incluyen:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>o Modelos determinísticos</li> <li>o Modelos estocásticos o probabilísticos</li> <li>o Modelos dinámicos</li> <li>o Modelos estáticos</li> <li>o Modelos continuos</li> <li>o Modelos discretos</li> </ul> </li> </ul> Los modelos tienen las siguientes características: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Confiabilidad</li> <li>• Sencillez</li> <li>• Bajo costo de desarrollo y operación</li> <li>• Manejabilidad</li> <li>• Fácil entendimiento del modelo y de los resultados</li> <li>• La relación costo-beneficio debe ser positiva</li> </ul>

**ANEXO D. Proporcionalidad de la muestra estratificada**

n4 = 47690 ----- 1,0 1653 ----- x	381.09-----1,0 x----- 0,03
X= 0,03	<b>X= 13 Códigos Grupo D</b>
n5 = 47690 ----- 1,0 3302 ----- x	381.09-----1,0 x----- 0,07
X= 0,07	<b>X= 26 Código Grupo E</b>
n6 = 47690 ----- 1,0 2163 ----- x	381.09-----1,0 x----- 0,05
X= 0,05	<b>X= 17 Código Grupo F</b>
n7 = 47690 ----- 1,0 134 ----- x	381.09-----1,0 x----- 0,0028
X=0,0028	<b>X= 1 Códigos Grupo G</b>
n8 = 47690 ----- 1,0 1324 ----- x	381.09-----1,0 x----- 0,03
X=0,03	<b>X= 11 Códigos Grupo H</b>
n9 = 47690 ----- 1,0 5886 ----- x	381.09-----1,0 x----- 0,12
X= 0,12	<b>X= 47 Códigos Grupo I</b>
n10 = 47690 ----- 1,0 241 ----- x	381.09-----1,0 x----- 0,01
X=0,01	<b>X= 2 Códigos Grupo J</b>
n11 = 47690 ----- 1,0 115 ----- x	381.09-----1,0 x----- 0,0024
X=0,0024	<b>X= 1 Código Grupo K</b>

n12 = 47690 ----- 1,0      381.09-----1,0  
552 ----- x      x----- 0,01

X=0,01

**X= 4 Código Grupo L**

n13 = 47690 ----- 1,0      381.09-----1,0  
15878 ----- x      x----- 0,33

X=0,33

**X=127 Código Grupo M**

n14 = 47690 ----- 1,0      381.09-----1,0  
1129 ----- x      x----- 0,02

X= 0,02

**X= 9 Código Grupo N**

n15 = 47690 ----- 1,0      381.09-----1,0  
178 ----- x      x----- 0,0037

X=0,0037

**X= 1 Códigos Grupo O**

n16 = 47690 ----- 1,0      381.09-----1,0  
36 ----- x      x----- 0,00075

X=0,00075

**X= 0.29 Códigos Grupo P**

n17 = 47690 ----- 1,0      381.09-----1,0  
349 ----- x      x----- 0,01

X= 0,01

**X= 3 Códigos Grupo Q**

n18 = 47690 ----- 1,0      381.09-----1,0  
350 ----- x      x----- 0,01

X=0,01

**X= 3 Códigos Grupo R**

n19 = 47690 ----- 1,0      381.09-----1,0  
1295 ----- x      x----- 0,03

X=0,03

**X= 10 Código Grupo S**

n20 = 47690 ----- 1,0      381.09-----1,0  
990 ----- x      x----- 0,02

X=0,02

**X= 8 Código Grupo T**

n21 = 47690 ----- 1,0      381.09-----1,0  
1538 ----- x      x----- 0,03

X= 0,03      **X= 12 Código Grupo U**

n22 = 47690 ----- 1,0      381.09-----1,0  
5162 ----- x      x----- 0,11

X=0,11      **X= 41 Código Grupo V**

n23 = 47690 ----- 1,0      381.09-----1,0  
30 ----- x      x----- 0,0006

X= 0,0006      **X= 0.24 Códigos Grupo W**

n24 = 47690 ----- 1,0      381.09-----1,0  
47 ----- x      x----- 0,0010

X=0,0010      **X= 0.38 Códigos Grupo X**

n25 = 47690 ----- 1,0      381.09-----1,0  
697 ----- x      x----- 0,0146

X=0,0146      **X= 6 Códigos Grupo Y**

n26 = 47690 ----- 1,0      381.09-----1,0  
15 ----- x      x----- 0,00031

X= 0,00031      **X= 0.12 Códigos Grupo 1**

n27 = 47690 ----- 1,0      381.09-----1,0  
3 ----- x      x----- 0,0003

X=0,0003      **X= 0.12 Códigos Grupo 2**

n28 = 47690 ----- 1,0      381.09-----1,0  
85 ----- x      x----- 0,0001

X=0,0001      **X= 0.02 Códigos Grupo 3**










**ANEXO F. Tiempos arrojados por el software Arena de los modelos realizados**




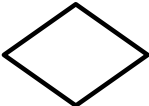







<b>PROCESO RECIBO, CHEQUEO Y ALMACENAMIENTO</b>				
<b>GRUPO</b>	<b>Tiempo total en el Sistema (Días)</b>	<b>Tiempo espera en el sistema (Días)</b>	<b>Número de entradas</b>	<b>Número de salida</b>
<b>GRUPOA</b>	46.7319	31.1288	968	54
<b>GRUPOC</b>	34.7681	22.9543	1144	81
<b>GRUPOD</b>	48.0248	35.7153	961	41
<b>GRUPOE</b>	33.7153	23.0337	1042	87
<b>GRUPOF</b>	41.084	27.6578	807	36
<b>GRUPOH</b>	49.0228	33.3488	948	35
<b>GRUPOI</b>	27.0005	16.6026	875	68
<b>GRUPOJ</b>	36.1912	24.8098	1224	67
<b>GRUPOL</b>	50.2174	33.5536	966	31
<b>GRUPOM</b>	33.1778	22.6812	970	63
<b>GRUPON</b>	50.1092	35.6172	1101	41
<b>GRUPOQ</b>	33.113	21.7274	823	43
<b>GRUPOR</b>	47.5104	33.2621	864	30
<b>GRUPOS</b>	49.025	37.0974	999	39
<b>GRUPOT</b>	18.7154	14.0114	1009	116
<b>GRUPOU</b>	35.6104	24.2438	1101	56
<b>GRUPOV</b>	26.2252	17.1977	894	69
<b>GRUPOY</b>	43.1653	31.7822	949	59
	<b>39.078206</b>	<b>27.023617</b>		<b>1016</b>

<b>PROCESO DE DESPACHO</b>				
<b>SALIDA DE MATERIALES</b>	<b>Tiempo total en el Sistema (Días)</b>	<b>Tiempo espera en el sistema (Días)</b>	<b>Número de entradas</b>	<b>Número de salidas</b>
<b>SALIDAA</b>	41.4192	31.2518	53107	3215
<b>SALIDAC</b>	40.3941	30.2036	4507	286
<b>SALIDAE</b>	39.5567	29.3218	2426	151
<b>SALIDAF</b>	41.214	31.1915	58319	3433
<b>SALIDAH</b>	43.3611	33.1861	2386	153
<b>SALIDAI</b>	40.6399	30.4775	2176	120
<b>SALIDAJ</b>	41.61	31.4337	4160	250

<b>SALIDAL</b>	40.9681	30.7738	2662	168
<b>SALIDAM</b>	42.6492	32.4653	2314	144
<b>SALIDAN</b>	41.0083	30.8274	2976	198
<b>SALIDAQ</b>	40.837	30.6942	1977	112
<b>SALIDAR</b>	36.3649	26.2033	1952	112
<b>SALIDAS</b>	41.835	31.6469	2746	173
<b>SALIDAT</b>	41.5683	31.3763	2776	164
<b>SALIDAU</b>	42.4433	32.2949	2692	160
<b>SALIDAV</b>	42.3953	32.2376	2233	136
<b>SALIDAY</b>	42.7516	32.5812	2106	124
	<b>41.236235</b>	<b>31.068641</b>		<b>9099</b>

## ANEXO G. Manual de procedimientos e instructivos de la CI&H

		<b>LISTADO DE DOCUMENTOS</b>		
		<b>COORDINACIÓN DE INVENTARIO Y HERRAMIENTA DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO</b>		
		<b>NOMBRE</b>	<b>CODIGO</b>	<b>DESCRIPCIÓN BÁSICA DEL SISTEMA</b>
<b>P R O C E D I M I E N T O S</b>		PROCEDIMIENTO RECIBO Y CHEQUEO	PMA-PMA-P-04	Este procedimiento aplica a todos los Materiales Recibidos en el Área de las Bodegas de la Coordinación de Inventarios y Herramientas de Ecopetrol S.A de la Gerencia Refinería Barrancabermeja hasta su entrega para almacenamiento.
		PROCEDIMIENTO ALMACENAMIENTO	PMA-PMA-P-02	Este procedimiento aplica desde la entrega del material y su respectiva documentación por parte del Supervisor de recibo y chequeo, hasta el almacenamiento en la localización designada en el Área de Bodegas.
		PROCEDIMIENTO DESPACHO DE MATERIALES	PMA-PMA-P-03	Este procedimiento aplica desde el almacenamiento del material en la Bodega hasta su entrega al usuario, bien sea en la zona de despacho ó por el servicio de entrega en sitio.
		PROCEDIMIENTO PRESTAMO DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS PARA FUNCIONARIOS DE ECOPETROL S.A.	PMA-PMA-P-05	Este procedimiento aplica para todos los equipos y/o herramientas solicitados en la Sección Técnica Central de Herramientas en calidad de préstamo por parte del personal de la GRB.
		PROCEDIMIENTO PARA EL MANEJO DE MATERIAL EN ALMACENAMIENTO TEMPORAL	PMA-PMA-P-06	Este procedimiento aplica a todos los Materiales recibidos en la Bodega de almacenamiento temporal de la Coordinación de Inventarios y Herramientas de Ecopetrol S.A de la Gerencia Refinería Barrancabermeja hasta su entrega al usuario o almacenamiento en bodega.
		<b>NOMBRE</b>	<b>CODIGO</b>	<b>DESCRIPCIÓN BÁSICA DEL SISTEMA</b>
<b>I N S T R U C T I V O S</b>		INSTRUCTIVO MANEJO SEGURO DE MONTACARGAS	PMA-PMA-I-418	Este instructivo aplica para todas las actividades realizadas en ECOPETROL S.A. donde se requiera el uso de Montacargas.
		INSTRUCTIVO MANEJO SEGURO DEL ANALIZADOR DE ALEACIONES X-MET 5000	PMA-PMA-I-419	Manipulación segura y adecuada del analizador de aleaciones X-MET 5000 en las operaciones que sea requerido.
		INSTRUCTIVO CARGUE Y DESCARGUE SEGURO DE CONTENEDORES	PMA-PMA-I-420	Actividades de cargue y descargue de contenedores vacios y con catalizador en patio de contenedores y plantas de la GRB.
		INSTRUCTIVO MANEJO SEGURO DEL EQUIPO OXI-CORTE	PMA-PMA-I-421	El instructivo Involucra todas las actividades comprendidas desde la instalación, operación, desmonte y almacenamiento del equipo oxi-corte.
		INSTRUCTIVO MANEJO SEGURO DE PULIDORAS ELECTRICAS	PMA-PMA-I-422	Este instructivo es utilizado para asegurar un manejo adecuado de la pulidora eléctrica evitando incidentes, deterioro y/o daño del equipo.
		INSTRUCTIVO PARA EL MANEJO SEGURO DE LLAVES DE TORQUE HIDRÁULICAS DE CUADRANTE SÉRIE S, ENERPAC.	PMA-PMA-I-423	Utilización adecuada de la llave de torque hidráulica de cuadrante serie S, ENERPAC.
		INSTRUCTIVO PARA LA FABRICACION DE EMPAQUES EN MATERIAL DURABLE.	PMA-PMA-I-424	Material de fibra, de caucho o de Teflón de masmelos usado para brindar un sello en las diferentes piezas de equipos, válvulas, cheques, platinas ciegas, en las líneas de fluido en proceso de las Plantas, teniendo en cuenta presión, temperatura y productos a manejar, cumpliendo las normas.
		INSTRUCTIVO MANEJO DE CHATARRA	PMA-PMA-I-425	En la Refinería de Barrancabermeja se genera una gran cantidad de chatarra en las plantas de proceso y talleres de mantenimiento. Por lo tanto se hace necesario realizar una correcta gestión de la misma. Esta actividad se encuentra subcontratada por Ecopetrol S.A.
		INSTRUCTIVO MANEJO SEGURO DE HERRAMIENTAS MANUALES	PMA-PMA-I-427	Las herramientas manuales se dividen en: herramientas de golpe (martillos, cinceles), herramientas de corte (tenazas, alicates, tijeras), herramientas de torsión (destornilladores, llaves mixtas).
		INSTRUCTIVO MANEJO DE DOTACION Y EPPS BÁSICOS	PMA-PMA-I-428	Despacho de dotación y EPPS básicos requeridos en los trabajos diarios en la GRB.
		INSTRUCTIVO MANTIPULACIÓN DE CABLE	PMA-PMA-I-429	Actividades a realizar para la manipulación segura de cables en el momento de su despacho.
		INSTRUCTIVO MANIPULACIÓN DE SUSTANCIAS QUIMICAS	PMA-PMA-I-431	Actividades a realizar para la manipulación segura de sustancia químicas desde el recibo y chequeo hasta su despacho al usuario y entrega en planta.
		<b>NOMBRE</b>	<b>CODIGO</b>	<b>DESCRIPCIÓN BÁSICA DEL SISTEMA</b>
<b>F O R M A T O S</b>		Lista de Chequeo de Montacargas	PMA-PMA-F-418	No Aplica.
		Formato Identificación positiva de materiales análisis PMI con equipo X-MET 5000 Bodega de Recibo y Chequeo	PMA-PMA-F-419	No Aplica.
		Formato de Calibración para equipo X-MET 5000	PMA-PMA-F-420	No Aplica.
		Formato salida de Materiales	PMA-PMA-F-421	No Aplica.
		Formato Hoja de vida para equipos y/o herramienta	GRB-PMA-F-004	No Aplica.
		Formato Lista de chequeo de chatarra	PMA-PMA-F-423	No Aplica.
		Formato permiso para el almacenamiento temporal de materiales	PMA-PMA-F-424	No Aplica.
		Formato del vale de la Sección Técnica Central de Herramientas	PMA-PMA-F-425	No Aplica.
		Formato para actualizar catalogo e Inventario de MIMS-ELLIPSE (FACI)	PMA-PMA-F-426	No Aplica.
		Formato Planilla salida de materiales	PMA-PMA-F-422	No Aplica.
		Formato registro de averias materiales de dotación GRB	PMA-PMA-F-531	No Aplica.
		Formato marcado de reclamación	PMA-PMA-F-532	No Aplica.
		Formato de devolución a seguimiento	PMA-PMA-F-533	No Aplica.
		Formato marcado remanente	PMA-PMA-F-534	No Aplica.
		Formato materiales de alto costo	PMA-PMA-F-535	No Aplica.

		DESCRIPCIÓN SIMBOLOGIA UTILIZADA EN LOS PROCEDIMIENTOS E INSTRUCTIVOS	
		COORDINACIÓN DE INVENTARIO Y HERRAMIENTA	
		DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO	
<b>PROCEDIMIENTOS</b>	SIMBOLO	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
		<b>OVALO: INICIO O FIN DEL PROGRAMA</b>	SE EMPLEA PARA INDICAR EL INICIO Y FIN DEL PROCEDIMIENTO.
		<b>RECTANGULO: PROCESO</b>	SE UTILIZA PARA DESCRIBIR CUALQUIER TIPO DE ACTIVIDAD.
		<b>DIAMANTE: DECISIÓN</b>	INDICA QUE EN ESE MOMENTO EL PROCEDIMIENTO A SEGUIR PUEDE VARIAR POR CONDICIONES PRESTABLECIDA. DEL SIMBOLO DEBEN SALIR DOS FLECHAS: UNA MARCADA CON SI, CUANDO SE CUMPLE LA CONDICIÓN ESTABLECIDA Y LA OTRA MARCADA CON NO, CUANDO NO SE CUMPLE CON LA CONDUCCIÓN.
		<b>CIRCULO: CONECTOR</b>	HACE LAS VECES DE CONECTOR. SE DENOTA CON LETRAS, SE EMPLEA CUANDO NO EXISTE SUFICIENTE ESPACIO PARA DIBUJAR LA TOTALIDAD DEL DIAGRAMA DE FLUJO EN EL PAPEL, CUANDO UNA FLECHA LLEGA AL CONECTOR INDICA QUE EL PROCEDIMIENTO CONTINUA EN OTRO PUNTO.
		<b>FLECHA: DIRECCION DEL FLUJO</b>	INDICA LAS SECUENCIAS DE LAS ACTIVIDADES Y PUEDE SER DESCENDENTE, ASCENDENTE O LATERAL.
<b>INSTRUCTIVOS</b>	SIMBOLO	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
		<b>CIRCULO: OPERACIÓN</b>	INDICA QUE SE PRODUCE O REALIZA ALGUNA ACTIVIDAD.
		<b>CUADRADO: INSPECCIÓN</b>	SE VERIFICA LA CANTIDAD O ESTADO DEL MATERIAL.
		<b>FLECHA: TRANSPORTE</b>	INDICA QUE SE CAMBIA DE LUGAR O SE MUEVE ALGUN OBJETO.
		<b>DEMORA</b>	INDICA QUE SE INTERFIERE O SE RETRASA EL SIGUIENTE PASO.
		<b>TRIANGULO: ALMACENAMIENTO</b>	INDICA QUE SE GUARDA Y/O PROTEGE LOS PRODUCTOS O MATERIALES.

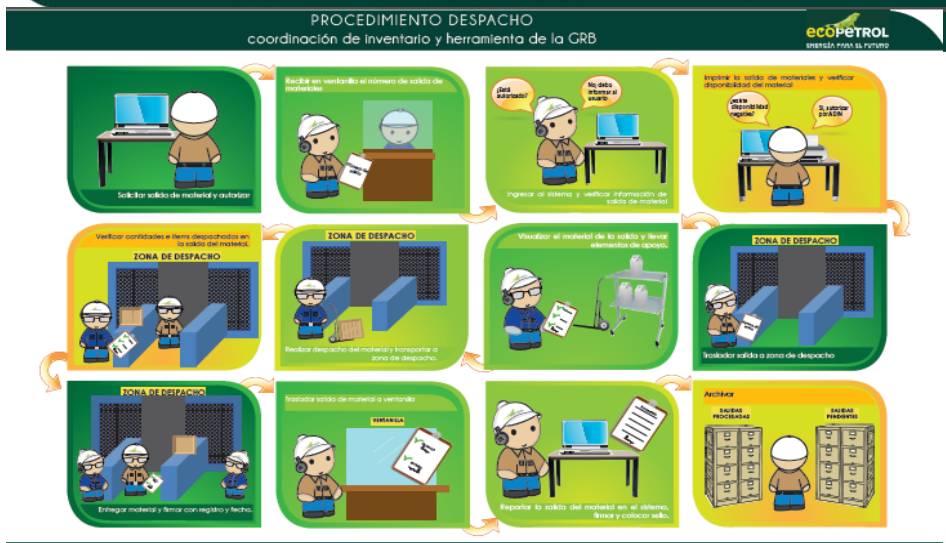
**NOTA:** Los archivos correspondientes a los procedimientos e instructivos no se anexan por confidencialidad de la información de la empresa.

# ANEXO H. Retablos utilizados en la divulgación



PARA MAYOR INFORMACIÓN REMITIRSE AL CÓDIGO PMA-PMA-P-04

PARA MAYOR INFORMACIÓN REMITIRSE AL CÓDIGO PMA-PMA-P-02



PARA MAYOR INFORMACIÓN REMITIRSE AL CÓDIGO PMA-PMA-P-03

PARA MAYOR INFORMACIÓN REMITIRSE AL CÓDIGO PMA-PMA-P-05



### INSTRUCTIVO MANEJO DE MONTACARGAS

Coordinación de inventarios y herramientas de la GRB

**ecopETROL**  
energía para el futuro

**1. Recibir instrucciones, seleccionar el montacargas, analizar el destino de la carga.**

**2. Inspeccionar el montacargas, y recibir instrucciones de la tray.**

**3. Verificar capacidad de carga.**

**4. Indicar montajes y verificar que la carga esté estibada.**

**5. Disponer a la hora la carga, indicar el destino final para estibar la carga y montarla.**

**6. Dar señales al montacargas cuando el sitio donde está la carga.**

**7. Verificar balance de freno y poner en funcionamiento el montacargas.**

**8. Usar elementos de protección.**

**9. Estibar el montacargas frente al lugar previsto.**

**10. Avanzar el montacargas y depositar la carga.**

**11. Retirar la carga y verificar que la carga esté bien acomodada y balanceada.**

**12. Estibar el montacargas.**

PARA MAYOR INFORMACIÓN REMITIRSE AL DOCUMENTO PMA-PMA-I-418

### INSTRUCTIVO MANEJO DE CHATARRA

Coordinación de inventarios y herramientas de la GRB

**ecopETROL**  
energía para el futuro

**1. Selección adecuada de la chatarra a disponer en el montículo de gestión integral de residuos.**

**2. Verificar chatarra en el punto de trabajo.**

**3. Recibir la chatarra e indicar lugar de descarga.**

**4. Autorizar el ingreso de vehículos al punto de trabajo, para verificación de la documentación de los vehículos.**

**5. Recibir autorización del vehículo que ingresa por control de la zona controlada.**

**6. Planear la zona de la chatarra a estibar en la zona controlada.**

**7. Verificar carga del vehículo.**

**8. Montar el vehículo en el punto de chatarra a indicar el lugar de carga de la chatarra.**

**9. Verificar documentación y recibir zona de ingreso del vehículo de la zona controlada.**

**10. Usar elementos de protección, y cargar el vehículo con la chatarra.**

**11. Retirar el fondo de inspección con balance y recibir zona de salida de chatarra autorizada por el coordinador de inventario y herramientas.**

**12. Autorizar y disponer a pasar el vehículo con la chatarra.**

PARA MAYOR INFORMACIÓN REMITIRSE AL DOCUMENTO PMA-PMA-I-425

### INSTRUCTIVO CARGUE Y DESCARGUE DE CONTENEDORES

Coordinación de inventarios y herramientas de la GRB

**ecopETROL**  
energía para el futuro

**RECIBIDO**

**1. Autorizar.**

**2. Recibir el contenedor y la documentación.**

**3. Autorizar descarga de contenedor con chatarra.**

**4. Reportar el estado de recibir en el punto de trabajo con el equipo de trabajo.**

**5. Cargar vehículo con el contenedor vacío.**

**6. Diferenciar zona de trabajo de materia y plástico.**

**7. Descargar el contenedor con chatarra y almacenar el contenedor.**

**8. Preparar el área del contenedor con chatarra.**

**9. Descargar chatarra vacía y almacenar en el patio de contenedores.**

**10. Preparar vehículo para recibir el contenedor vacío en el patio.**

**11. Activar documento.**

**12. Recibir zona de recepción de chatarra y freno.**

**ENTREGA EN SITIO**

**1. Recibir zona de recepción de chatarra y freno.**

**2. Descargar chatarra vacía y almacenar en el patio de contenedores.**

**3. Descargar chatarra vacía y almacenar en el patio de contenedores.**

**4. Almacenar contenedores según el planificado y recibir el cargue del contenedor con chatarra.**

PARA MAYOR INFORMACIÓN REMITIRSE AL DOCUMENTO PMA-PMA-I-420

### INSTRUCTIVO MANEJO SEGURO DE PULIDORAS ELECTRICAS

Coordinación de inventarios y herramientas de la GRB

**ecopETROL**  
energía para el futuro

**1. Debe utilizar el equipo de protección personal.**

**2. Inspeccionar el herramienta.**

**3. Usar elementos de protección.**

**4. Autorizar el ingreso de vehículos al punto de trabajo, para verificación de la documentación de los vehículos.**

**5. Preparar zona de trabajo y el funcionamiento de la zona controlada.**

**6. Recibir instrucciones.**

**7. Preparar el área de trabajo al producir chatarra.**

**8. Operar la herramienta.**

**9. Preparar la herramienta, seleccionar el disco según el tipo de material y preparar la velocidad de la máquina.**

**10. Recibir autorización del vehículo que ingresa por control de la zona controlada.**

**11. Apoyar la herramienta y demostrar los discos.**

**12. Preparar la herramienta, seleccionar el disco según el tipo de material y preparar la velocidad de la máquina.**

**13. Retirar el fondo de inspección con balance y recibir zona de salida de chatarra autorizada por el coordinador de inventario y herramientas.**

**14. Autorizar y disponer a pasar el vehículo con la chatarra.**

**15. Almacenar.**

PARA MAYOR INFORMACIÓN REMITIRSE AL DOCUMENTO PMA-PMA-I-422

# PROCEDIMIENTO PARA EL MANEJO DE MATERIAL DE ALMACENAMIENTO TEMPORAL

## Coordinación de inventarios y herramientas de la GRB



PARA MAYOR INFORMACIÓN REMITIRSE AL DOCUMENTO PMA-PMA-P-06

INSTRUCTIVO PARA LA FABRICACIÓN DE EMPAQUES EN MATERIAL DURABLES  
 Coordinación de inventarios y herramientas de la GRB



PARA MAYOR INFORMACIÓN REMITIRSE AL DOCUMENTO PMA-PMA-I-424

INSTRUCTIVO PARA EL MANEJO SEGURO DEL ANALIZADOR DE ALEACIONES X-MET 5000  
 Coordinación de inventarios y herramientas de la GRB



PARA MAYOR INFORMACIÓN REMITIRSE AL DOCUMENTO PMA-PMA-I-419

INSTRUCTIVO MANIPULACIÓN DE QUÍMICOS  
 Coordinación de inventarios y herramientas de la GRB




PARA MAYOR INFORMACIÓN REMITIRSE AL CÓDIGO PMA-PMA-I-431

INSTRUCTIVO MANIPULACIÓN DE CABLE  
 Coordinación de inventarios y herramientas de la GRB



PARA MAYOR INFORMACIÓN REMITIRSE AL DOCUMENTO PMA-PMA-I-429

## ANEXO I. Listado demarcación interna del Área de almacenamiento 3.

		<b>LISTADO DEMARCACIÓN INTERNA BODEGA GENERAL</b>		
		<b>COORDINACIÓN DE INVENTARIO Y HERRAMIENTA</b>		
		<b>DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO</b>		
		<b>NOMBRE</b>	<b>MEDIDA</b>	<b>UBICACIÓN</b>
<b>Z O N A  D E D E S P A C H O</b>		<b>SOLICITUD DE MATERIALES</b>	<b>1 m x 23 cm</b>	Encima de la ventana a donde llega el funcionario a pedir la solicitud.
		<b>DESPACHO DE DOTACIÓN Y EPPS DE SEGURIDAD</b>	<b>1 m x 23 cm</b>	Encima de la puerta de ingreso al despacho de dotación.
		<b>ZONA DE DESPACHO</b>	<b>1,20 cm X 23 cm</b>	En la mitad de la reja grande que se encuentra encima del mesón de despacho (en el centro de los tubos)
		<b>CAFETERIA</b>	<b>1 m x 23 cm</b>	Encima de la puerta de ingreso a cafeteria.
		<b>OFICINA DE SUPERVISORES</b>	<b>1 m x 23 cm</b>	Encima de la puerta de ingreso a las oficinas.
		<b>BAÑOS</b>	<b>1 m x 23 cm</b>	Encima de la puerta de ingreso al baño.
		<b>VENTANILLA</b>	<b>1 m x 23 cm</b>	Al lado de la ventana en donde dejan las salidas de materiales entregadas al usuario.
		<b>ZONA DE ARCHIVO</b>	<b>1 m x 23 cm</b>	Encima de la puerta de ingreso al salón de archivo.
		<b>ZONA HUMEDA</b>	<b>1 m x 23 cm</b>	Encima de la lavamanos.
		<b>INTERRUPTOR CUARTO FRIO</b>	<b>TAMAÑO DE UNA HOJA DE CARTA</b>	Encima el interruptor ubicado en el cuarto frío.
		<b>RESISTENCIA, APAGAR AL FINALIZAR EL TURNO</b>	<b>TAMAÑO DE UNA HOJA DE CARTA</b>	Cuarto frío.
		<b>DESCARGUE DE MATERIAL, MANTENER CERRADA SI NO ESTA EN OPERACIÓN</b>	<b>1,20 cm X 30 cm</b>	Encima de la zona de descargue ubicado en la zona de mezanini.
		<b>ZONA DESPACHO DE CABLE, AL TERMINAR DEJAR TODO EN SU LUGAR</b>	<b>1,20 cm X 30 cm</b>	Encima de la zona de Despacho de cable, donde esta ubicada la máquina contadora de cable.
	<b>ASEGURAR QUE EL BARRIL SE ENCUENTRE SUJETO A LA BASE ANTES DE MANIPULAR, MANTENER EL LUGAR LIMPIO</b>	<b>1,20 cm X 30 cm</b>	Encima de la zona de Despacho de glicerina, pared de la estantería.	
	<b>ZONA DESPACHO DE MANILA, MANTENER EL LUGAR ORDENADO</b>	<b>1 m X 30 cm</b>	Encima la zona de manila, donde se encuentra la máquina contadora de manila.	
		<b>NOMBRE</b>	<b>MEDIDA</b>	<b>UBICACIÓN</b>
<b>H C E R T A M E C C N A I L E N T A D E S</b>		<b>OFICINA DE SUPERVISORES</b>	<b>1 m x 23 cm</b>	Encima de la puerta de ingreso a la oficina.
		<b>CAFETERIA</b>	<b>1 m x 23 cm</b>	Encima de la puerta de ingreso a cafeteria.
		<b>ZONA DE MOSTRADOR</b>	<b>1 m x 30 cm</b>	Al lado del meson de recibo de equipos y herramientas
		<b>BAÑOS</b>	<b>1 m x 23 cm</b>	Encima de la puerta de ingreso al baño.
		<b>ZONA DE MANTENIMIENTO</b>	<b>1 m x 30 cm</b>	Encima de la Zona de mantenimiento, colgando del techo o pegado en la parte de atras.
		<b>HERRAMIENTAS DE TRABAJO</b>	<b>1 m x 23 cm</b>	Encima de la caja de herramientas.
		<b>ZONA DE DESPACHO</b>	<b>1 m x 10 cm</b>	Al frente de la mesa utilizada para poner los vales de prestamo de equipos y/o herramientas.
		<b>LUBRICANTES</b>	<b>60 Cm x 30 cm</b>	Zona de lubricantes
		<b>ARCHIVO TEMPORAL</b>	<b>50 Cm x 30 cm</b>	Zona de archivo de vales temporales.
		<b>ZONA DE ARCHIVO, GESTIÓN DOCUMENTAL</b>	<b>1 m x 23 cm</b>	Encima de la puerta de ingreso al salón de archivo o el lugar que tengan destinado para el archivo.

	NOMBRE	MEDIDA	UBICACIÓN
ALMACE- NAMIENTOS TEMPORA- LES DE PROYEC- TOS	OFICINA DE SUPERVISORES	1 m x 23 cm	Encima de la puerta de ingreso a las oficinas.
	ZONA DE ARCHIVO, GESTIÓN DOCUMENTAL	1 m x 23 cm	Encima de la puerta de ingreso al salón de archivo.
	CAFETERIA	1 m x 23 cm	Encima de la puerta de ingreso a cafeteria.
	ZONA DE CHEQUEO	1 m x 30 cm	Encima de la Zona de chequeo, iria colgando del techo.
	1X	70 cm x 80 cm	Diferenciar ubicación en estanterías.
	1Y	71 cm x 80 cm	Diferenciar ubicación en estanterías.
	1U	72 cm x 80 cm	Diferenciar ubicación en estanterías.
	1T	73 cm x 80 cm	Diferenciar ubicación en estanterías.
	1S	74 cm x 80 cm	Diferenciar ubicación en estanterías.
BODEGA DE ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE PROYECTOS	1, 50 cm x 1m	En la entrada a la Bodega, igual a los hechos por la Ing. Yolima Saavedra, se cambia y el que esta ahí queda para colocar en el área de almacenamiento (Bóveda de custodia).	
	NOMBRE	MEDIDA	UBICACIÓN
ZONA DE RECIBO Y CHEQUEO	OFICINA DE SUPERVISORES	1 m x 23 cm	Encima de la puerta de ingreso a las oficinas, 2 letreros (oficina 01NS y oficina de recibo y chequeo)
	ZONA DE RECIBO	1 m x 30 cm	Encima de la ventana en donde esta ubicada la bascula
	ZONA DE CHEQUEO	1 m x 30 cm	Encima de la reja de la zona de chequeo
	ZONA DE ARCHIVO, GESTIÓN DOCUMENTAL	1 m x 23 cm	Encima de la puerta de ingreso al salón de archivo.
	BAÑO MUJERES - BAÑO HOMBRES	TAMAÑO HOJA CARTA	2 letreros ubicado uno en cada puerta de ingreso al baño
	CAFETERIA	1 m x 23 cm	Encima de la puerta de ingreso a cafeteria.
	BODEGA 01NS	1 m x 30 cm	Encima de la reja de ingreso a la bodega
ALMACENAMIENTO TEMPORAL ZONA DE CHEQUEO	1 m x 30 cm	En la reja donde se encuentra la estanteria de los materiales lamacenados que ya se chequearon	
	NOMBRE	CODIGO	UBICACIÓN
BODEGA DE MATERIA- LES DE LUBRICA- CIÓN	OFICINA DE SUPERVISORES	1 m x 23 cm	Encima de la puerta de ingreso a la oficina.
	VESTIER	1 m x 23 cm	Encima de La puerta de ingreso al vestier (2 letreros, otro para ubicar en el vestier de despacho)
	ZONA DE RECIBO Y CHEQUEO	1 m x 30 cm	Encima de la Zona de recibo, colgando del techo.
	CAFETERIA	1 m x 23 cm	Encima de la puerta de ingreso a cafeteria.
	ZONA HUMEDA	1 m x 23 cm	Encima de la Zona humeda.
	ZONA DE PARQUEO	1 m x 23 cm	Encima de la Zona de parqueo de montacargas, colgando del techo.
	ZONA DE DESPACHO	1 m x 30 cm	Encima de la Zona de despacho, colgando del techo.
	LUBRICANTES	1 m x 30 cm	Zona de lubricantes
	QUIMICOS NALCO Y CLARIANT	1 m x 30 cm	Zona de Nalco y clariant
QUIMICOS EN GENERAL	1 m x 30 cm	Zona de quimicos.	

ANEXO J. Vale creado para materiales consumibles



FORMATO VALE DE LA SECCIÓN TÉCNICA  
CENTRAL DE HERRAMIENTAS DE LA GRB

O.T No.

Autorizado por: \_\_\_\_\_ Reg: \_\_\_\_\_

Firma: \_\_\_\_\_

FECHA

Entregar a: \_\_\_\_\_

Registro: \_\_\_\_\_

Sección: \_\_\_\_\_ Turno: \_\_\_\_\_

TIPO DE  
SOLICITUD

Herramienta.  Ropa de seguridad.  Guantes.

Equipo.  Empaque.  Filtros.

★

CANTIDAD

DESCRIPCIÓN

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN

★ Espacio solo para diligenciar por el personal de la Sección Técnica Central de Herramientas.

- Certificado de confiabilidad de la herramienta.
- Instrucciones del manejo seguro de la Herramienta y/o equipo.
- Se hace responsable por pérdida o deterioro no justificada de la Herramienta y/o equipo.

**Nota**

*Toda Herramienta y/o equipo prestado deberá devolverse después de haber terminado el turno de trabajo.*

Despachado por:

Recibido por:

Fecha devolución:

Recibido por:

Registro:

Registro:

Sello: