



**UNIVERSIDAD DE CARABOBO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



**PROPUESTAS DE MEJORAS EN LOS TALLERES DE: BOMBAS,  
CARPINTERÍA Y SOLDADURA DEL DEPARTAMENTO DE TALLER  
ESPECIALIZADO.**

**Caso: PAPELES VENEZOLANOS C.A (PAVECA)**

**Tutor Académico:**

Ing. Ruth Illada

**Tutor Empresarial:**

Ing. Reneiro Peñaloza

Ing. Román Prato

**Autora:**

Br. Francis Castillo C.I 19.322.508

Valencia, Mayo 2012



**UNIVERSIDAD DE CARABOBO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



**PROPUESTAS DE MEJORAS EN LOS TALLERES DE: BOMBAS,  
CARPINTERÍA Y SOLDADURA DEL DEPARTAMENTO DE TALLER  
ESPECIALIZADO.**

**Caso: PAPELES VENEZOLANOS C.A (PAVECA)**

Trabajo Especial de Grado presentado ante la Ilustre Universidad de Carabobo, para optar al  
Título de Ingeniero Industrial

Línea de investigación: Ingeniería de la Productividad e Innovación  
Tecnológica

**Tutor Académico:**

Ing. Ruth Illada

**Tutores Empresariales:**

Ing. Reneiro Peñaloza

Ing. Román Prato

**Autora:**

Br. Francis Castillo C.I 19.322.508

Valencia, Mayo 2012



**UNIVERSIDAD DE CARABOBO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



**CERTIFICADO DE APROBACIÓN**

Quienes suscriben, Miembros del Jurado designado por el Consejo de Escuela de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo, para examinar el Trabajo Especial de Grado titulado “PROPUESTAS DE MEJORAS EN LOS TALLERES DE: BOMBAS, CARPINTERÍA Y SOLDADURA DEL DEPARTAMENTO DE TALLER ESPECIALIZADO. Caso: PAPELES VENEZOLANOS C.A (PAVECA)”, el cual está adscrito a la Línea de Investigación “Ingeniería de la Productividad e Innovación Tecnológica” del Departamento de Ingeniería de Métodos, presentado por la Bachiller Francis Castillo, C.I. 19.322.508 , a los fines de cumplir con el requisito académico exigido para optar al Título de Ingeniero Industrial, dejan constancia de lo siguiente:

1. Leído como fue dicho Trabajo Especial de Grado, por cada uno de los Miembros del Jurado, éste fijó el día martes 29 de mayo de 2012, a las 10:00 am, para que la autora lo defendiera en forma pública, lo que ésta hizo, en la Sala de Reuniones, mediante un resumen oral de su contenido, luego de lo cual respondió satisfactoriamente a las preguntas que le fueron formuladas por el Jurado, todo ello conforme a lo dispuesto en el Reglamento del Trabajo Especial de Grado de la Universidad de Carabobo y a las Normas de elaboración de Trabajo Especial de Grado de la Facultad de Ingeniería de la misma Universidad.
2. Finalizada la defensa pública del Trabajo Especial de Grado, el Jurado decidió aprobarlo por considerar que se ajusta a lo dispuesto y exigido por el Reglamento de Estudios de Pregrado.

En fe de lo cual se levanta la presente acta, a los 29 días del mes de mayo del año 2012, dejándose también constancia de que actuó como Coordinador del Jurado la Tutora, Prof. Ruth Illada.

Firma del Jurado Examinador

Prof. Ruth Illada  
Presidente del Jurado

Prof. Jorge Piña  
Miembro del Jurado

Prof. Jadlyn González  
Miembro del Jurado

## *Agradecimientos*

*DIOS, quien me ha dado la oportunidad de culminar de manera exitosa mis estudios profesionales, porque sé que su presencia nunca me abandono y pude ver sus obras.*

*A mis padres GLADYS VITRAGO y FRANCISCO CASTILLO, a mi hermana CAROLINA, quienes con su esfuerzo hicieron posible esta meta; mi mamá, que ha hecho hasta lo imposible para lograrlo. TE AMO.*

*A todo el personal que labora en la Escuela de Ingeniería Industrial y en especial a mi tutora, la profesora RUTH ILLADA, por aportarme sus conocimientos y por todo el apoyo en la realización de este trabajo.*

*Al personal del Departamento del Taller Especializado de la empresa PAPELES VENEZOLANOS C.A, por el gran aporte y apoyo durante la realización de mi proyecto y en especial al Ing. RENEIRO PEÑALOZA, por su apoyo y aprecio.*

## *Dedicatoria*

*A la Santísima Trinidad, quien habita en lo más profundo de mi corazón y me guía para actuar según voluntad.*

*A mis padres y mi hermana quienes me apoyan y me impulsan cada día a ser mejor a pesar de las dificultades.*

## TABLA DE CONTENIDO

	PÁG.
<b>Resumen</b> .....	<b>XIV</b>
<b>Introducción</b> .....	<b>15</b>
<b>Capítulo I: El Problema</b>	
I.1 Generalidades de la Empresa	
I.1.1 Reseña Histórica de la Empresa.....	17
I.2 Planteamiento del Problema.....	18
I.3 Objetivos de la Investigación	
I.3.1 Objetivo General.....	22
I.3.2 Objetivos Específicos.....	22
I.4 Justificación de la Investigación.....	22
I.5 Alcance.....	23
<b>Capítulo II: Marco Teórico Conceptual</b>	
II.1 Antecedentes de la Investigación.....	24
II.2 Bases Teóricas	
II.2.1 Mantenimiento.....	25
II.2.2 Eliminación Sistémica del Desperdicio (ESIDE).....	26
II.2.3 Técnica de 5 “S”.....	27
II.2.4 Muestreo de Trabajo.....	28
II.2.5 Técnica de los 5 ¿Por qué?.....	29
II.3 Definición de términos básicos.....	30
<b>Capítulo III: Marco Metodológico</b>	
III.1 Tipo y Diseño de la Investigación.....	32
III.2 Unidad de Análisis.....	33
III.3 Técnicas de Recolección y Análisis de la Información.....	33
III.4 Fases de la Investigación	
III.4.1 Fase I. Diagnostico de la situación actual.....	33
III.4.2 Fase II. Análisis de las causas detectadas en el diagnostico.....	33
III.4.3 Fase III. Diseño de las propuestas de mejoras.....	34

III.4.4 Fase IV. Determinar el Impacto Económico.....	34
<b>Capítulo IV: Recolección y Análisis de Datos</b>	
IV.1 Descripción de la Situación Actual.....	35
IV.2 Descripción del Subsistema 1: Taller de Bombas.....	38
IV.2.1 Productos.....	39
IV.2.1.1 Bombas Centrífugas.....	39
IV.2.1.2 Bombas de Vacío.....	39
IV.2.1.3 Reductores.....	40
IV.2.2 Insumos.....	41
IV.2.3 Equipos y Herramientas.....	41
IV.2.4 Proceso.....	42
IV.2.5 Espacio.....	44
IV.3 Descripción del Subsistema 3: Taller de Carpintería.....	45
IV.3.1 Productos.....	46
IV.3.2 Equipos y Herramientas.....	46
IV.3.3 Espacio.....	47
IV.4 Descripción del Subsistema 2: Taller de Soldadura.....	48
IV.4.1 Productos.....	49
IV.4.2 Insumos.....	49
IV.4.3 Equipos y Herramientas.....	49
IV.4.4 Espacio.....	51
IV.5 Análisis de la Situación Actual.....	52
<b>Capítulo V: Presentación de Resultados</b>	
V.1 Mejoras en el Taller de Bombas	
V.1.1 Actividades	
V.1.1.1 Propuesta #01: Normalización del Proceso.....	63
V.1.1.2 Planificación y Control de las Actividades.....	66
V.1.1.3 Plan de Adiestramiento.....	76
V.1.1.4 Inversión del Plan de Adiestramiento.....	76
V.1.1.5 Evaluación de la Mejora.....	77

V.1.2 Insumos	
V.1.2.1 Propuesta #02: Dotación de Repuestos del Almacén Satélite.....	78
V.1.2.2 Inversión de la Propuesta.....	81
V.1.2.3 Evaluación de la Mejora.....	84
V.1.3 Producto	
V.1.3.1 Propuesta #03: Auditorías y Formación.....	85
V.1.3.2 Evaluación de la Mejora.....	87
V.2 Mejoras en el Taller de Carpintería	
V.2.1 Propuesta #04: Aplicación de las 5 “S” de la Limpieza.....	88
V.2.2 Inversión de la Propuesta.....	101
V.2.3 Evaluación de la Mejora.....	102
V.3 Mejoras en el Taller de Soldadura	
V.3.1 Propuesta #05: Ampliación de mesa de trabajo y adaptación para nivel.....	103
V.3.2 Inversión de la Propuesta.....	103
V.3.3 Evaluación de la Mejora.....	104
V.4 Evaluación Económica	
V.4.1 Resumen de la inversión de las propuestas de mejoras en los Talleres de: Bombas, Carpintería y Soldadura.....	106
V.4.2 Beneficios Económicos.....	107
V.5 Plan de Acción.....	107
<b>Conclusiones.....</b>	<b>108</b>
<b>Recomendaciones.....</b>	<b>110</b>
<b>Referencias Bibliográficas.....</b>	<b>111</b>
<b>Anexos.....</b>	<b>112</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

	PÁG.
Tabla I.1 Duración del Mantenimiento de los Equipos.....	19
Tabla I.2 Causas de las Fallas de los Equipos.....	22
Tabla IV.1 Identificación de Prioridades de Estudio.....	37
Tabla IV.2 Descripción del Subsistema 1: Taller de Bombas.....	38
Tabla IV.3 Descripción de Insumos – Taller de Bombas.....	41
Tabla IV.4 Descripción de Equipos y Herramientas – Taller de Bombas.....	42
Tabla IV.5 Descripción del Subsistema 3: Taller de Carpintería.....	45
Tabla IV.6 Equipos y Herramientas – Taller de Carpintería.....	46
Tabla IV.7 Descripción del Subsistema 2: Taller de Soldadura.....	48
Tabla IV.8 Descripción de Insumos – Taller de Soldadura.....	49
Tabla IV.9 Equipos y Herramientas – Taller de Soldadura.....	50
Tabla IV.10 Impacto de Elementos en Indicadores.....	52
Tabla IV.11 Identificación de Desperdicios Presentes en los Subsistemas. .53	
Tabla IV.12 Cuantificación de los Desperdicios Presentes.....	55
Tabla IV.13 Análisis de Causas de Desperdicios.....	61
Tabla V.1 Actividades a realizar por día - Reacondicionamiento de una Bomba.....	65
Tabla V.2 Actividades a realizar por día – Reacondicionamiento de un Reductor.....	66
Tabla V.3 Clase de Paro.....	67
Tabla V.4 Áreas de la Planta.....	68
Tabla V.5 Etapas del Reacondicionamiento.....	70
Tabla V.6 Planificación Semanal – Reacondicionamiento de Equipos.....	72
Tabla V.7 Días Laborados.....	71
Tabla V.8 Avances del Reacondicionamiento de una Bomba.....	74
Tabla V.9 Avances del Reacondicionamiento de un Reductor.....	74
Tabla V.10 Plan de Adiestramiento.....	76
Tabla V.11 Inversión del Plan de Adiestramiento.....	76

Tabla V.12 Evaluación de la Propuesta #01.....	77
Tabla V.13 Inventario Warren Rotor 1A.....	80
Tabla V.14 Inversión para reacondicionar estructura del Almacén Satélite.....	81
Tabla V.15 Inversión para la dotación de Repuestos-Bomba Warren Rotor 1A.....	82
Tabla V.16 Total de la Inversión de la Propuesta #02.....	83
Tabla V.17 Evaluación de la Propuesta #02.....	84
Tabla V.18 Evaluación de la Propuesta #03.....	87
Tabla V.19 Formato para aplicar clasificación de los elementos innecesarios- Almacén de Madera.....	89
Tabla V.20 Formato para aplicar clasificación de los elementos innecesarios- Almacén de Pinturas.....	90
Tabla V.21 Formato para aplicar clasificación de los elementos innecesarios- Mesa de Prensa.....	91
Tabla V.22 Inversión del Mueble para Materia Prima.....	93
Tabla V.23 Inversión de la Mesa de Trabajo Plegable.....	97
Tabla V.24 Inversión de la propuesta # 04.....	101
Tabla V.25 Evaluación de la Propuesta #04.....	102
Tabla V.26 Inversión de la propuesta # 05.....	104
Tabla V.27 Evaluación de la Propuesta #05.....	104
Tabla V.28 Resumen de Inversión.....	106
Tabla V.29 Plan de Acción.....	107
Tabla A.1 Cantidad de Ordenes Ejecutadas por Trabajador.....	112
Tabla A.2 Órdenes en Espera – Taller de Bombas.....	113
Tabla A.3 Órdenes en Espera – Taller de Soldadura.....	114
Tabla A.4 Órdenes en Espera – Taller de Carpintería.....	114
Tabla A.5 Cantidad de Órdenes por Retrabajo de cada taller.....	115
Tabla A.6 Eficiencia de cada Taller.....	115
Tabla A.7 Estudio Piloto.....	116

Tabla A.8 Avance del Muestreo de trabajo.....	116
Tabla A.9 Muestreo de Trabajo.....	117
Tabla A.10 Límites de Control.....	118
Tabla A.11 Nuevos límites de Control.....	119
Tabla A.12 Demoras en el proceso.....	119
Tabla A.13 Taller de Soldadura.....	120
Tabla A.14 Taller de Carpintería.....	120
Tabla A.15 Resultados del Muestreo.....	120

## ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁG.
Figura I.1 Demoras en el Proceso.....	20
Figura I.2 Órdenes de Trabajo Ejecutadas por Trabajador.....	21
Figura IV.1 Sistema: Taller Especializado.....	35
Figura IV.2 Distribución en Planta del Taller de Bombas.....	44
Figura IV.3 Taller de Bombas.....	45
Figura IV.4 Distribución en Planta del Taller de Carpintería.....	47
Figura IV.5 Taller de Carpintería.....	48
Figura IV.6 Distribución en Planta del Taller de Soldadura.....	51
Figura IV.7 Taller de Soldadura.....	51
Figura IV.8 Eficiencia de los Talleres.....	56
Figura IV.9 Ordenes Procesadas vs. Ordenes Ejecutadas.....	56
Figura IV.10 Cambio de Lijas.....	57
Figura IV.11 Actividades del Carpintero.....	57
Figura IV.12 Falta de Iluminación.....	58
Figura IV.13 Ventilación Inadecuada.....	58
Figura IV.14 Almacén de Pinturas.....	59
Figura IV.15 Materia Prima.....	59
Figura IV.16 Actividades del Soldador.....	60
Figura V.1 Reacondicionamiento de Equipos en el Taller de Bombas.....	64
Figura V.2 Equipos en Espera.....	69
Figura V.3 Equipos no Ejecutados en el mes de Febrero de 2012.....	70
Figura V.4 Programa Diario Propuesto.....	75
Figura V.5 Almacén Satélite del Taller de Bombas.....	78
Figura V.6 Laterales del Almacén Satélite.....	78
Figura V.7 Formato de Control de Salida de Repuestos.....	81
Figura V.8 Control de Reparación de Bombas.....	86
Figura V.9 Almacén de Madera.....	88
Figura V.10 Almacén de Pinturas.....	88

Figura V.11 Mesa de Prensa.....	88
Figura V.12 Organización de la Materia Prima.....	92
Figura V.13 Mueble para Materia Prima.....	94
Figura V.14 Organización de los Rollos de Lijas.....	95
Figura V.15 Organización Propuesta para el Almacén de Pinturas.....	95
Figura V.16 Base para la Prensa de Banco.....	96
Figura V.17 Organización del Segundo Nivel de la Mesa.....	96
Figura V.18 Ubicación de la Mesa de Trabajo.....	97
Figura V.19 Distribución en Planta Propuesta.....	98
Figura V.20 Mesa de Trabajo Plegable.....	99
Figura V.21 Cartelera del Taller.....	100
Figura V.22 Cartel.....	100
Figura V.23 Distribución Propuesta en Planta del Taller de Soldadura.....	103
Figura V.24 Ampliación de Mesa de Trabajo y Adaptación de Nivel.....	105



**UNIVERSIDAD DE CARABOBO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



**PROPUESTAS DE MEJORAS EN LOS TALLERES DE: BOMBAS,  
CARPINTERÍA Y SOLDADURA DEL DEPARTAMENTO DE TALLER  
ESPECIALIZADO.**

**Caso: PAPELES VENEZOLANOS C.A (PAVECA)**

**Tutor Académico:**

Ing. Ruth Illada

**Autora:**

Francis Castillo

**RESUMEN**

La finalidad de este Trabajo Especial de Grado es proponer una serie de mejoras en los talleres de: Bombas, Carpintería y Soldadura del departamento de Taller Especializado, en la empresa Papeles Venezolanos C.A, para aumentar la eficiencia. La investigación se desarrolló en la modalidad de proyecto factible ya que proporciona repuestas a la problemática existente en la empresa. Se inicia con un diagnóstico de la situación actual, mediante un muestreo de trabajo realizado durante diecinueve (19) días, dando como resultado alto nivel de ocio y demoras debido a: espera por asignación de actividades y entrega de repuestos, lo cual representa el 39,7% del tiempo total del proceso; por tanto se aplicó los primeros (9) nueve pasos de la herramienta Eliminación Sistemática de Desperdicios (ESIDE) para generar las diferentes propuestas de mejoras como: la normalización del proceso, creación de formatos para el control y planificación de las actividades, dotación de repuestos del almacén satélite, auditorías y formación, aplicación de las 5 "S" para abordar los inconvenientes de distribución en planta, condiciones que provocan fatiga y condiciones ambientales inadecuadas. Estas propuestas fueron evaluadas económicamente por lo que se califican rentables ya que que generan un ahorro de 12.960 Bs/mes en costo de mano de obra; para la implementación de estas mejoras se requiere una inversión de Bs 76.703, monto que se recuperará en un lapso de 6 meses.

**Palabras Clave:** Eficiencia, Mantenimiento, ESIDE, Taller, Mejora Continua.

## INTRODUCCIÓN

Actualmente es necesario que toda empresa, para garantizar un producto de calidad, aplique herramientas de mejora continua no solo en su proceso de producción sino en todo los factores que influyen en su buen funcionamiento, uno de ellos es el mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos, por ello es importante evaluar sus actividades y así eliminar toda clase de desperdicio que no permita realizar un mantenimiento eficaz y oportuno.

PAPELES VENEZOLANOS C.A PAVECA, dedicada a la producción de papel tissue, cuenta con el departamento de Taller Especializado, el cual se encarga de reacondicionar y almacenar equipos para mantener operativo el proceso. Sin embargo, los talleres de: Bombas, Carpintería y Soldadura presentan una serie de deficiencias.

Esta investigación desarrolla por medio de la mejora continua la reducción o eliminación de desperdicios presentes en el proceso y mejoras en el ambiente de trabajo para garantizar la calidad del servicio. Para ello, en el capítulo I, se plantea el problema de la empresa, los objetivos, justificación y alcance de la investigación.

El capítulo II contempla un resumen de los principales argumentos teóricos que sustentan la investigación, la definición de términos básicos y el Capítulo III, el marco metodológico; en éste se señala el tipo de investigación empleada, las técnicas de recolección y análisis de la información y por último las fases en las cuales se dividió el estudio.

En el capítulo IV está la descripción de la situación actual del sistema aplicando el paso 1 de la metodología ESIDE, que son los indicadores de gestión para evaluar el desempeño de los talleres en estudio en cuanto a sus actividades y eficiencia; se aplica el paso 2 de ESIDE donde se

describen los elementos de cada subsistema para detectar los desperdicios presentes.

Una vez descrito el sistema, se evalúa el impacto de los indicadores del sistema en cada uno de sus elementos, para ello se aplicó el paso 3 de la metodología utilizada, luego se aplicaron los pasos 4 y 5 para la identificación y cuantificación de los desperdicios, lo que permitió hallar las causas raíces de estos, donde se aplica la técnica de los 5 ¿Por qué? y así diseñar las soluciones.

En el capítulo V, se describen cada una de las propuestas las cuales reducen o eliminan los desperdicios encontrados, para evaluar su impacto se aplicó el paso 8 de la metodología donde se muestra las ventajas, los desperdicios que impacta y la inversión que requiere para su implementación. Además se realiza una evaluación económica para verificar el impacto económico; finalmente se aplicó el paso 9 de ESIDE para diseñar un plan de acción a la empresa para la implementación de las propuestas.

# **CAPÍTULO I**

## **EL PROBLEMA**

### **I.1 GENERALIDADES DE LA EMPRESA**

#### **I.1.1 Reseña Histórica de la Empresa**

PAPELES VENEZOLANOS C.A (PAVECA) es una empresa productora de papel tissue, fundada en Guacara, Edo. Carabobo, en el año 1953. Con la marca SUAVE, PAVECA marcó en 1957 el inicio de la producción de papel higiénico de lujo en Venezuela.

En 1990 DESARROLLOS FORESTALES SAN CARLOS S.A (DEFORSA), ubicado en San Carlos, Estado Cojedes, inauguró en las instalaciones de PAVECA, la Planta de Pulpa con una capacidad de 35.000 toneladas anuales de pulpa BCTMP (Bleached Chemical and Thermo-Mechanic Pulp), con tecnología avanzada. Su objetivo es desarrollar bosques de Eucaliptos Sp para producción de pulpa para papel. Las especies utilizadas son: Eucalyptus Urophylla y Clones de Eucalyptus Sp. Estas instalaciones se mantienen operativas las 24 horas del día cuya producción es consumida en un 100% por los 5 molinos papeleros de la planta. Con DEFORSA, PAVECA reemplaza la pulpa importada, generando un significativo ahorro de divisas para el país.

A mediados del mes de Junio del 2000 comienza sus operaciones la Planta de Destintado, con la finalidad de producir pasta blanqueada y semi-blanqueada, contando con un centro de control computarizado, donde se realizarán todos los ajustes y controles del proceso.

Actualmente cuenta con 7 molinos capaces de producir 96.000 toneladas métricas de papel por año, 30 líneas convertidoras (7 de

Higiénicos, 3 de Toallas, 18 de Servilletas, 1 de envoltura, 1 Institucional), capaces de producir más de 9.5 millones de cajas por año.

Por información de la gerencia están establecidas su misión y visión como organización, las cuales se muestran a continuación:

### **Misión**

Mantener su liderazgo como empresa estratégicamente integrada, haciendo el mejor papel del mercado para cuidado personal y del hogar, que satisfaga las necesidades de los consumidores, clientes, accionistas y nuestro talento humano, creando conciencia ambiental y con responsabilidad social.

### **Visión**

Consolidar su liderazgo a través del Talento humano, capacidades productivas y de comercialización, incursionando en nuevos mercados nacionales e internacionales, mediante la diversificación de productos.

## **I.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La finalidad de toda industria manufacturera es garantizar al cliente un producto o servicio de calidad, que satisfaga sus necesidades y a su vez ser una empresa competitiva. Para ello, requiere de maquinaria, procesos avanzados, talento humano y de igual forma, depende de otros factores que no están directamente involucrados con el proceso pero que son indispensables para su continuo funcionamiento, uno de ellos es el mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos utilizados en el proceso de producción.

Por tanto, la mayoría de las industrias solicitan el servicio técnico para sus equipos en talleres ajenos a la planta, sin embargo la empresa en estudio PAPELES VENEZOLANOS C.A PAVECA, dedicada a la producción de papel tissue, cuenta con el departamento de Taller Especializado, el cual

se encarga de reacondicionar y almacenar equipos para mantener operativo el proceso; está conformado por ocho talleres: motores, prensas, rodillos, carpintería, soldadura, máquinas y herramientas, paradas preventivas y bombas.

El proceso de mantenimiento en el taller de bombas consta básicamente de tres tareas: desarme, diagnóstico y montaje del equipo que deben garantizar que una vez realizado el servicio, el equipo estará en condiciones adecuadas para ser incorporados nuevamente al proceso en el tiempo requerido. Igualmente, dentro del Taller se reparan reductores con un procedimiento similar al de las bombas.

De acuerdo a la información suministrada, el tiempo para realizar el mantenimiento de los equipos de acuerdo a su prioridad puede ser de 1 a 3 días, es decir, 24 horas (8 horas/jornada), como se muestra en la tabla I.1.

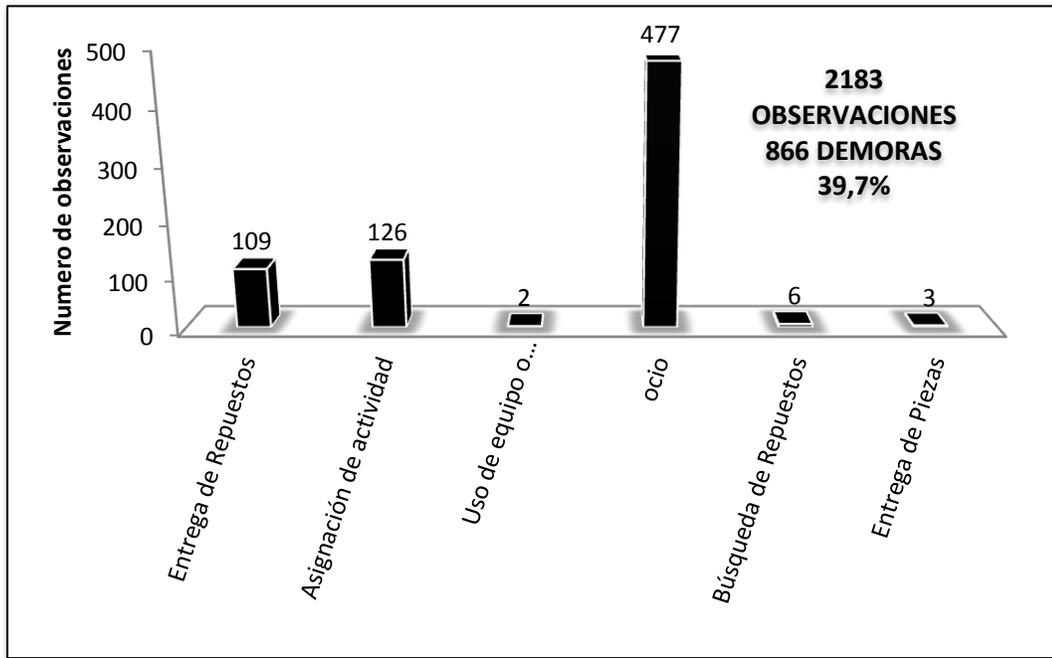
**Tabla I.1. Duración del Mantenimiento de los equipos**

PRIORIDAD	VALOR	DURACIÓN (días)
Alta	1	1
Media	2	2
Baja	3	≥ 3

Sin embargo, en el reporte de seguimiento emitido por el sistema computarizado y el control diario de tareas realizadas por mecánico, llevado por el supervisor, se presentan equipos con prioridad 1 y 2, que han permanecido en el taller en un lapso mayor a 3 días, esto es causado por factores como:

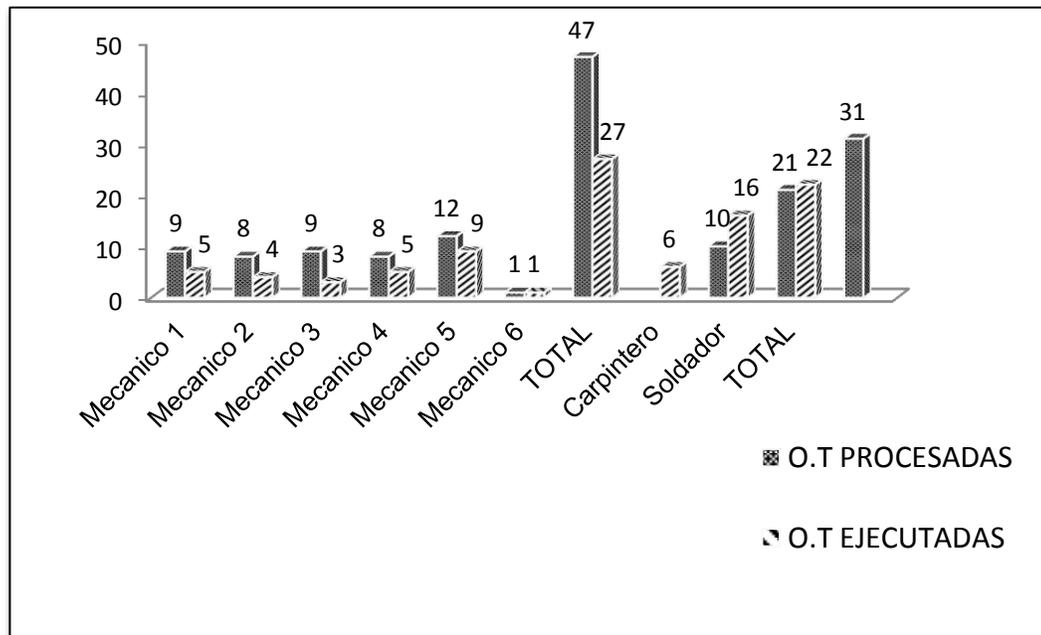
En la realización de las tareas surgen demoras que generan la acumulación de equipos en espera; son provocadas por: espera de entrega de repuestos, asignación y aprobación de tareas, trabajos externos de los equipos, trabajos en otros talleres del departamento, usar una herramienta o equipo. Estas demoras generan tiempos elevados en actividades que no

están relacionadas con las tareas requeridas y representan el 39,7% del tiempo total del proceso, en la figura I.1 muestra el número de observaciones por cada demora.



**Figura I.1. Demoras del proceso**

El alto nivel de tiempo de ocio disminuye la posibilidad de dar resultados satisfactorios en el tiempo requerido; el no contar con la normalización y control de las actividades le permite al mecánico tener holguras elevadas en la realización de las tareas sobre todo cuando la prioridad del equipo es baja (3). La figura I.2 muestra la cantidad de órdenes ejecutadas al mes por trabajador; este tipo de información es registrada por el supervisor; el cual podría incrementarse al reducir las demoras, por tanto, es conveniente aplicar herramientas para la mejora continua, que permitan establecer rutinas de trabajo, disminuir desperdicio de tiempo y los costos de mantenimientos, y aumentar la cantidad de equipos reparados.



Fuente: Oficina de Taller de Bombas (2012)

### Figura I.2. Órdenes de trabajo ejecutadas por trabajador

El supervisor de taller de bombas, también tiene a su cargo el taller de soldadura y carpintería, el cual se refleja en la figura I.2. Estos talleres prestan el servicio a toda la planta, por el tipo de servicio no se llevan un registro de las órdenes de trabajo ejecutadas, y se dificulta el control de las actividades. De igual manera, estos talleres presentan ciertas deficiencias en su distribución en planta, lo cual genera desorden y dificultad al realizar las tareas.

Hay diversas causas por las que los equipos son llevados al taller de Bombas, la Tabla I.2 muestra como son identificadas en el taller, una de ellas es el retrabajo taller de bombas (RET), éste ocurre cuando se produce una falla en el equipo causado por un mantenimiento correctivo o preventivo mal ejecutado, esto es debido a ciertos errores del mecánico al realizar las tareas, omiten procedimientos, confiados en su experiencia. Según información suministrada por el departamento; este tipo de retrabajo representa el 25% de las causas de fallas.

**Tabla I.2 Causas de fallas de los Equipos**

REA	Reacondicionamiento General del Equipo
REM	Retrabajo Mantenimiento
REO	Retrabajo Operacionales
REV	Retrabajo Varios
RET	Retrabajo Taller de Bombas

### **I.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **I.3.1 Objetivo General**

Presentar propuestas de mejoras en los talleres de: Bombas, Carpintería y Soldadura del departamento de Taller Especializado de la empresa PAPELES VENEZOLANOS C.A, para aumentar la eficiencia.

#### **I.3.2 Objetivos Específicos**

- Diagnosticar la situación actual mediante la observación directa y entrevista a los trabajadores y supervisores.
- Analizar las causas detectadas en el Diagnóstico por medio de la técnica de los 5 ¿Por qué?, para diseñar las propuestas de mejoras para los problemas presentes en los talleres de: Bombas, Carpintería y Soldadura.
- Evaluar el impacto económico de las propuestas, para justificar su inversión y cuantificar los beneficios.

### **I.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

Papeles venezolanos C.A es una de las pocas industrias que tiene la ventaja de contar con un taller especializado que le brinda un mantenimiento preventivo y correctivo, oportuno y eficaz de sus equipos para así garantizar la continuidad del proceso. Por ser el mantenimiento un servicio indirecto y costoso, muchas veces es tomado como solo un egreso para la empresa, sin darse cuenta que es un gasto que se convierte en un beneficio, ya que al realizarse de manera oportuna permite mantener operativo el proceso y ofrecer un producto de excelente calidad.

Sin embargo, el Taller de Bombas que forma parte del departamento del Taller Especializado presenta una serie de deficiencias, entre ellas la falta de normalización y control de las actividades que impiden la planeación interna dando origen a elevados tiempos de ocio producto de las diversas demoras dentro del proceso y de esta manera no cumplir con los tiempos de entrega de equipos establecidos.

La investigación desarrolló por medio de la mejora continua la reducción o eliminación de desperdicios presentes en el proceso y mejoras en el ambiente de trabajo lo que permitirá al taller aumentar su eficiencia, disminuir costos de mantenimiento y garantizar la calidad de servicio.

De igual manera, para la autora esta investigación representa el último requisito académico exigido para la obtención del título de Ingeniero Industrial, lo cual permitió aplicar los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera universitaria relacionados al diseño, mejora y evaluación de procesos. Además de continuar consolidando el vínculo entre la Universidad de Carabobo y la empresa privada.

## **I.5 ALCANCE**

El trabajo de investigación se desarrolla en los talleres de: Bombas, Carpintería y Soldadura del Departamento de Taller Especializado, con la finalidad de estudiar y analizar la situación actual y proponer una serie de mejoras al departamento para su posterior implementación.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL**

#### **II.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN**

A continuación, se analizarán los aportes que se obtuvieron a través de trabajos de investigación, vinculados con el presente proyecto de investigación. De esta forma se obtendrán los respaldos necesarios para dar estructura firme al estudio planteado.

Garay y Guedez (2009) realizaron una investigación cuyo objetivo fue presentar propuestas de mejoras para aumentar la producción mediante la aplicación de la metodología ESIDE. Sus principales resultados fueron: la disminución de: un 7% de desperdicio, 16% de tiempo improductivo en la empaquetadora y los movimientos disergonómicos que representa 63% dentro de la línea.

En cuanto a los aportes que dio esta investigación principalmente fue la aplicación de la metodología ESIDE, se utilizó nueve (9) de los diez pasos de esta herramienta, la cual sirvió de guía para la identificación, cuantificación y análisis de los desperdicios presentes y para generar propuestas de mejoras.

Mújica (2005) desarrolló una investigación cuyo objetivo fue proponer mejoras en el sistema de fabricación de cocinas empotradas mediante la aplicación de la metodología ESIDE y otras herramientas como el muestreo de trabajo. Sus principales resultados fueron: la reducción de: 8% del desperdicio MDF, 94% el tiempo de secado y mejoras en las condiciones de trabajo.

De esta investigación se toma el uso del muestreo de trabajo para determinar el porcentaje de demoras en el proceso, el cual es uno de desperdicios más relevante.

Ruiz (2003), realizó una investigación cuyo objetivo fue desarrollar un Manual Técnico de Reparación de Bombas. Su principal resultado fue un Manual Técnico de Reparación para el Taller de Bombas de la Empresa Papeles Venezolanos C.A PAVECA.

En cuanto a los aportes de esta investigación, principalmente es adquirir el conocimiento sobre el proceso de reparación de bombas que consta básicamente de tres tareas: arme, desarme y diagnóstico del equipo.

## **II.2 BASES TEÓRICAS**

### **II.2.1 Mantenimiento**

El mantenimiento consiste en la planeación de ciertas medidas tendientes a conservar una máquina en buenas condiciones de operación. Brewer (1986).

Es una tarea de economía; por otra parte, el mantenimiento puede convertirse en una tarea muy costosa si se opera en condiciones extremadamente rudas y provocan la avería de las máquinas, equipos y herramientas. Generalmente, resulta imposible evitar estas condiciones, sin embargo, con un programa sistemático de arme, desarme, diagnóstico y corrección, el mantenimiento se logra de manera eficiente.

Tomando como base el funcionamiento de una empresa se observa la interrelación existente en el área de mantenimiento con todos los sectores que conforman la industria. Por lo tanto, se deduce que la función principal del mantenimiento consiste en proporcionar los servicios técnicos requeridos para la operación eficaz, y sobretodo, seguridad de la planta evitando el detenimiento de las operaciones. (Ruiz, 2003).

Debido al aporte que genera el departamento de Taller Especializado para mantener operativo el proceso, se pretende por medio de la mejora continua que en el proceso de reacondicionamiento de Bombas, se elimine o

se disminuya toda clase de desperdicio, para ser cada vez más eficiente y realizar un servicio oportuno y eficaz.

## **II.2.2 Eliminación Sistemática del Desperdicio (ESIDE)**

ESIDE, es una herramienta de aplicación sistemática que busca la identificación y eliminación de todo tipo de desperdicio, el cual puede estar presente en cualquier actividad. Surge después de estudiar cuidadosamente las técnicas modernas para la mejora de los procesos. (Ortiz e Illada, 2007)

### **Descripción de la Metodología ESIDE**

ESIDE, consta de diez pasos:

- 1.- Seleccionar el sistema a ser analizado
- 2.- Recolectar y organizar la información
- 3.- Decidir el alcance de estudio
- 4.- Identificar los desperdicios presentes
- 5.- Cuantificar los desperdicios
- 6.- Analizar los desperdicios
- 7.- Diseñar y seleccionar las soluciones
- 8.- Evaluar el impacto de las soluciones en el sistema
- 9.- Planificar para la acción-control
- 10.- Implementar y controlar las soluciones

De esta metodología se aplicó nueve (9) pasos para identificar, cuantificar y analizar los desperdicios presentes en el proceso de reacondicionamiento en los talleres de: Bombas, Carpintería y Soldadura, a

su vez generar e implementar mejoras que permitan aumentar la eficiencia y garantizar la calidad del servicio.

### **II.2.3 Técnica de 5 “S”**

Este concepto se refiere a la creación y mantenimiento de áreas de trabajo más limpias, más organizadas y más seguras, es decir, se trata de imprimirle mayor calidad de vida al trabajo. Esta metodología proviene de términos japoneses pero no son parte exclusiva de su cultura, sino que todos los seres humanos tienen la tendencia a practicar o han practicado la 5 “S” aunque no se perciba (Corporación Autónoma Regional de Santander, 2004).

Las 5 “S” son:

- SEIRI (Clasificar, organizar o arreglar apropiadamente): Consiste en identificar y separar los materiales necesarios de los innecesarios y desprenderse de estos últimos.
- SEITON (Ordenar): Consiste en establecer el modo en que deben ubicarse e identificarse los materiales necesarios de manera que sea fácil y rápido encontrarlos, utilizarlos y reponerlos.
- SEISO (Limpieza): Consiste en identificar y eliminar las fuentes de suciedad asegurando que todos los medios se encuentran siempre en perfecto estado de salud.
- SEIKETSU (Estandarización): Consiste en distinguir fácilmente una situación normal de otra anormal, mediante normas sencillas y visibles para todos.
- SHITSUKE (Disciplina): Consiste en trabajar permanentemente de acuerdo con las normas establecidas.

El objetivo central de las 5 “S” es lograr el funcionamiento más eficiente y uniforme de las personas en los centros de trabajo. La implantación de esta estrategia es importante en diferentes áreas, por ejemplo, permite eliminar despilfarros y por otro lado permite mejorar las

condiciones de seguridad. Los beneficios que se obtiene con la aplicación de la estrategia son:

- Mayores niveles de seguridad que redundan en una mayor motivación de los empleados.
- Mayor calidad.
- Tiempo de respuestas más cortos.
- Aumenta la vida útil de los equipos.
- Genera cultura organizacional.

La herramienta 5 “S” se utiliza para el logro de unas condiciones más beneficiosas tanto para el empleado como para la empresa, ya que se crea un ámbito en donde se mantiene el orden tanto en el área como en los procesos. Con esta técnica se planea abordar los desperdicios presentes en áreas del Taller de Carpintería.

#### **II.2.4 Muestreo de Trabajo:**

Es una técnica en la cual se realiza un gran número de observaciones a un grupo de máquinas, procesos u operarios durante un periodo de tiempo. Cada observación registra lo que está ocurriendo en ese instante, y el porcentaje de observaciones registradas para una actividad particular o demora es una medida del tiempo durante el cual esa actividad o demora ocurren. El porcentaje de tiempo dedicado a una actividad particular se establece a partir de un número de observaciones realizadas al azar. (Burgos, 2005).

Pasos a seguir para realizar un muestreo de trabajo:

- 1.- Definir el problema.
- 2.- Obtener la aprobación del supervisor del departamento donde se va a realizar el estudio.

- 3.- Establecer el nivel de confianza deseado y la precisión que debe tener los resultados finales.
- 4.- Hacer una estimación preliminar del porcentaje de ocurrencia del evento que se va a medir (p).
- 5.- Diseñar el estudio.
- 6.- Hacer las observaciones de acuerdo con el plan y el programa, resumir los datos.
- 7.- Comprobar la precisión de los resultados finales de estudio.

En el proceso de reacondicionamiento de las bombas se realizó un muestreo de trabajo que permitió determinar el porcentaje de demora del operario y de esta manera cuantificar la demora, ya que es uno de los desperdicios con mayor incidencia, debido a la falta de normalización de las actividades.

### **II.2.5 Técnica de los 5 ¿Por qué?**

Es una técnica sistemática de preguntas utilizada durante la etapa de análisis de problemas para encontrar las causas posibles de un problema, a través de preguntarse al menos cinco veces: “por qué”. **(Calidad. Universidad Autónoma de Yucatán, 2006)**

Se considera que al no encontrar una nueva respuesta, después de varias veces, es lo que permite identificar la verdadera causa-raíz del problema. Es útil para definir el verdadero problema, permite analizarlo y tomar las decisiones más adecuadas al problema real.

### **¿Cómo se utiliza?**

- 1.- Se enuncia el problema en forma clara y objetiva.

- 2.- Una vez que las causas probables han sido identificadas, iniciar el proceso preguntándose ¿Por qué?
- 3.- Continuar preguntando “por qué” al menos cinco veces. Este ejercicio reta a buscar a fondo y no conformarse con causas ya probadas y ciertas. Una vez que sea difícil responder al “por qué”, la causa probable ha sido identificada.
- 4.- Existirán casos donde se podrá ir más allá de las cinco veces preguntando por qué para encontrar las causas principales.
- 5.- Durante el proceso de debe tener mucho cuidado de NO empezar a preguntar “quien”. Recordar que se debe estar interesado en el proceso y no en las personas involucradas.
- 6.- Se anotan las causas principales.
- 7.- Se establecen las acciones correctivas.

Esta técnica permitió en el paso 6 de la metodología ESIDE, determinar las causas-raíz de cada desperdicio presente en los elementos del sistema, y así generar las propuestas de mejoras para eliminar o reducir los desperdicios.

### **II.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS**

**Mantenimiento Correctivo:** comprende las actividades de todo tipo encaminada a tratar de eliminar la necesidad de mantenimiento, corrigiendo las fallas de manera integral a mediano plazo.

**Mantenimiento preventivo:** consiste en el estudio de fallas de un sistema productivo deriva dos tipos de averías, aquellas que generan resultados que obliguen a la atención de los sistemas productivos mediante mantenimiento

correctivo y las que se presentan con cierta regularidad y que amerita su prevención.

**Desperdicio:** Todo aquello que no es la mínima cantidad recursos (equipo, materiales, mano de obra, energía, etc.), absolutamente esencial para agregar valor al producto o servicio, con el fin de lograr la máxima satisfacción del cliente

**Eficiencia:** Es una medida de la utilización de los recursos en un sistema, estableciendo la relación entre los recursos que debieron emplearse y los recursos realmente empleados para obtener los productos

**Movimientos de Quinto orden:** Son todos aquellos movimientos que el hombre realiza con el tronco. También se denomina movimientos de orden superior

**Distribución en planta:** se entiende como la disposición de materiales y equipos en las instalaciones de la empresa.

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO METODOLÓGICO**

#### **III.1 TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

La investigación de campo es un método directo para obtener información confiable que permita conocer la situación real del problema e imaginarse las propuestas para solucionarlo, para la UPEL (1998), la investigación de campo es:

El análisis sistemático de problemas en la realidad, con el propósito bien sea de describirlos, interpretarlos, entender su naturaleza y factores constituyentes, explicar sus causas y efectos o predecir su ocurrencia, haciendo uso de métodos característicos de cualquiera de los paradigmas o enfoques de investigación conocidos o en desarrollo. La fuente principal de datos es el sitio donde se presenta el problema, los datos de interés son recogidos en forma directa de la realidad, en este sentido se trata de investigaciones a partir de datos originarios o primarios (p.8).

La primera fase de la investigación será de tipo descriptiva, ya que se debe describir la situación actual del proceso para así determinar las causas de las deficiencias presentes en los talleres.

De igual modo, este estudio comprende una investigación del tipo factible, (UPEL, 1998); toda investigación de tipo factible consiste; "... En la investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de organizaciones o grupos sociales, puede referirse a la formulación de políticas, programas, tecnologías, métodos o procesos. El proyecto debe tener apoyo en una investigación de tipo documental, de campo o un diseño que incluya ambas modalidades".

## **III.2 UNIDAD DE ANÁLISIS**

Esta investigación tiene como unidad de análisis los talleres de: Bombas, Carpintería y Soldadura.

## **III.3 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN**

La información fue recolectada mediante bibliografías, observación directa y entrevistas a los trabajadores. Las técnicas de investigación que se utilizaron para el análisis de los datos sirven como orientación en la búsqueda de mejoras para los talleres. Entre otras herramientas se utiliza la Metodología ESIDE, en cada uno de los capítulos de la investigación, según el análisis que corresponda en el momento de la implementación y el muestreo de trabajo para determinar las demoras.

## **III.4 FASES DE LA INVESTIGACIÓN**

### **III.4.1 Fase I. Diagnóstico de la Situación Actual**

En esta fase se recopila el material bibliográfico necesario para iniciar la investigación. Conocer los métodos usados actualmente, mediante la observación directa, entrevista a los trabajadores y supervisor del taller. Se describe la situación actual de los talleres de: Bombas, Carpintería y Soldadura a través de herramientas de recolección y análisis de información.

### **III.4.2 Fase II. Análisis de las causas detectadas en el Diagnóstico**

En esta fase se analiza detalladamente las actividades como críticas que afectan el desempeño del proceso, identificando de forma clara y objetiva, las causas que lo originan así como las consecuencias, utilizando herramientas de la metodología ESIDE, el impacto de los elementos sobre los indicadores, la cuantificación y análisis de los desperdicios y la aplicación de los 5 por qué.

### **III.4.3 Fase III. Diseño de las propuestas de mejoras**

En esta fase se diseñan las propuestas de mejoras orientadas a incrementar la eficiencia, disminuir los costos de producción aplicando métodos de Ingeniería Industrial.

### **III.4.4 Fase IV. Determinar el impacto económico**

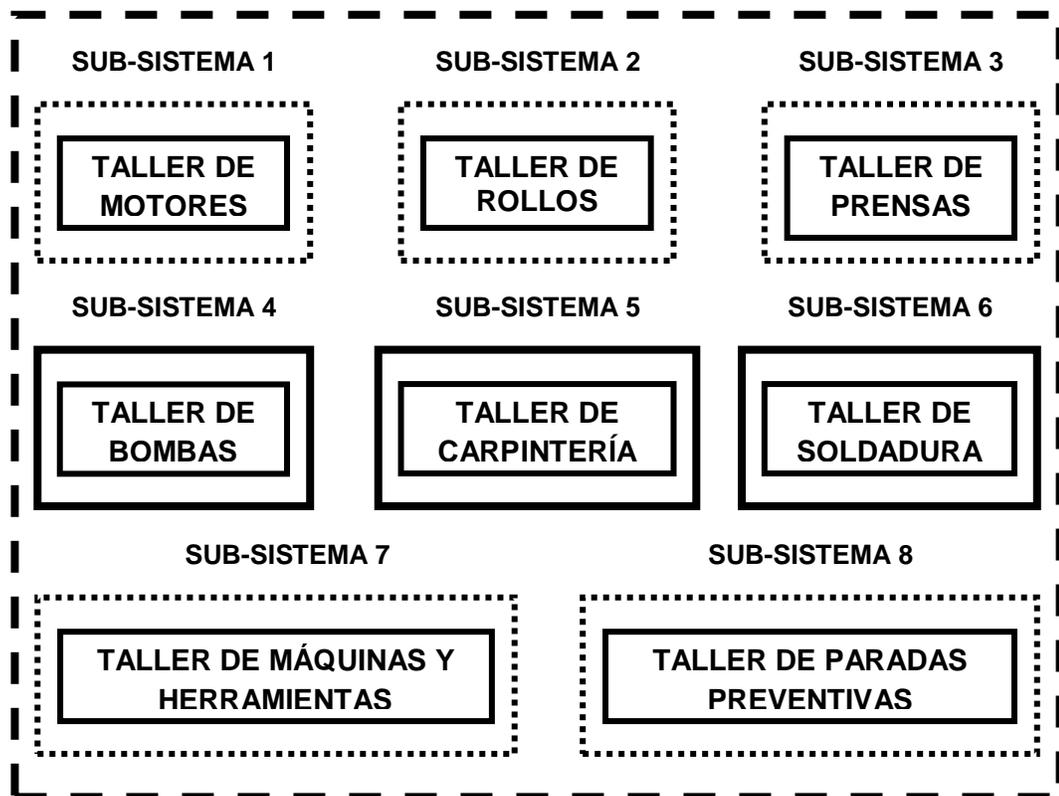
En esta fase se determina la factibilidad económica de las propuestas diseñadas, haciendo una comparación entre los beneficios esperados con la implementación de las propuestas, inversión de la aplicación de las mismas y tiempo de recuperación de la inversión.

## CAPÍTULO IV

### RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE LOS DATOS

#### IV.1 DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Papeles Venezolanos C.A, posee un departamento de gran importancia en cuanto a mantenimiento se refiere, como es el Taller Especializado, en la figura IV.1 se muestra gráficamente el sistema en estudio; allí se ejecutan labores de mantenimiento correctivo de los equipos que trabajan en la planta; cuenta con una serie de talleres para los equipos más críticos, ellos son: Motores, Rollos, Prensas, Bombas, Carpintería, Soldadura; Paradas Preventivas, Máquinas y Herramientas.



**Figura IV.1 Sistema: Taller Especializado**

Este proceso inicia cuando el planificador recibe una Requisición de Trabajo (R/T), de los Planificadores de las diferentes áreas de Planta

solicitando la ejecución del Trabajo; el Planificador de Taller Especializado le entrega al supervisor de Taller la O/T, para realizar el diagnóstico; si se necesitan repuestos esta O/T pasa a almacén general; allí el almacenista provee los repuestos; teniendo todos los recursos, se procede a ejecutar el trabajo en manos del especialista.

De acuerdo a los requerimientos de la empresa, la investigación debe abarcar los talleres de: Bombas, Soldadura y Carpintería, los cuales están a cargo de un mismo supervisor, por lo tanto, se debe establecer un orden de prioridades de estudio en los diferentes subsistemas, para ello se aplicó la tabla de identificación de Prioridades de Estudio de la metodología ESIDE según Ortiz e Illada (2007).

Los indicadores que permitieron realizar esta identificación son:

- Órdenes de trabajo ejecutadas por trabajador en el mes en cada taller.
- Órdenes de trabajo en espera en el mes de cada taller.
- Órdenes de trabajo por retrabajo en el mes de cada taller.
- Eficiencia de cada taller, se refleja en porcentaje de órdenes ejecutadas con respecto a las órdenes solicitadas.
- Demoras presentes en el proceso de cada taller, se refleja en porcentaje del tiempo que el trabajador está parado con respecto al tiempo total de actividad.

Para los valores actuales de los indicadores, algunos fueron suministrados a través de los reportes diarios llevados por el supervisor, y otros creados por medio de aplicación de herramientas de recolección de información.

Los valores metas así como la importancia de abordaje de cada indicador (representada en el peso relativo), fueron establecidos por el supervisor de los talleres y la autora de esta investigación. En la tabla IV.1, se muestra uno de los pasos de la Metodología ESIDE referida a la

investigación de prioridades de estudio el cual fue dividido de la siguiente forma:

- Subsistema 1: Taller de Bombas
- Subsistema 2: Taller de Carpintería
- Subsistema 3: Taller de Soldadura

**Tabla IV.1 Identificación de prioridades de estudio**

<b>Organización:</b> Papeles Venezolanos C.A
<b>Sistema en estudio:</b> Departamento de Taller Especializado
<b>Realizado por:</b> Francis Castillo
<b>Fecha:</b> Enero (2012)

INDICADORES DE GESTIÓN DEL SISTEMA					TALLER DE BOMBAS			TALLER DE SOLDADURA			TALLER DE CARPINTERÍA					
NOMBRE	UM	VA	VM	PR	VA	ST	PTS	VA	ST	PTS	VA	ST	PTS			
Órdenes de trabajo ejecutadas por trabajador	O.T/ mes* trabajador	5	10	8	5	3	24	16	1	8	6	2	16			
Órdenes de trabajo en espera	u/mes	59	10	7	38	3	21	8	1	7	13	2	14			
Órdenes de trabajo por retrabajo (RET)	u/mes	7	0	4	7	3	12	0	1	4	0	1	4			
O.T ejecutadas/O.T solicitadas	%	34,3	80	9	34,3	3	27	72,7	1	9	44,4	2	18			
Demoras	%	39,7	10	10	39,7	3	30	5,1	1	10	12,5	2	20			
							<b>TOTAL</b>	<b>114</b>			<b>TOTAL</b>	<b>38</b>			<b>TOTAL</b>	<b>72</b>

**UM:** Unidad de medida del indicador **VA:** Valor actual del indicador

**VM:** Valor meta del indicador **PR:** Peso relativo, valor asignado al indicador según su importancia en el desempeño global del sistema. Escala asignada: 10 al más importante descendiendo hasta 1 al menos importante. **ST:** Status, prioridad de atención en comparación con el resto de los subsistemas de acuerdo al valor del indicador considerado. El mayor valor asignado al subsistema corresponde al más crítico

**PTS:** Puntaje obtenido multiplicando el status de cada subsistema (ST) por el peso relativo del indicador (PR)

De acuerdo a los valores obtenidos (ver anexo #01) de la tabla IV.1, el subsistema más crítico es el Taller de Bombas, luego Taller de Carpintería y finalmente el Taller de Soldadura.

A continuación se describen los subsistemas desde el más crítico al menos crítico.

## IV.2 DESCRIPCIÓN DEL SUBSISTEMA 1: TALLER DE BOMBAS

Para el análisis de los elementos que conforman el sistema Taller de Bombas se utilizó la *Descripción del Sistema* de la metodología ESIDE según Ortiz e Illada (2007). Como se muestra en la tabla IV.2

**Tabla IV.2 Descripción del subsistema 1: Taller de Bombas**

PRODUCTO(S)		INSUMOS		
Equipo reparado según especificaciones del cliente		Equipo a reparar Orden de Trabajo equipo a reparar Ayudante Mecánico Papel Absorbente Hoja de Diagnóstico/Repuestos Corrector Repuestos Empacaduras Empaque Silicón Aceite Teflón Thiner Alcohol Absoluto Fondo Cromato de zinc Pintura <b>Ver tabla IV.3</b>		
BOMBAS	REDUCTORES			
GOULDS GORMAN RUPP WARREN NASH KSB ANDRITZ VOITH ROBUSCHI ALLIS CHALMERT SULZER AZMEC AHLSTROM VIKING SUNFLO WEMCO	BENZLERS FALK BONFIGLIOLI HOLDROY AGITADOR SUMITOMO PARAMAX			
CLIENTE(S)		PROVEEDOR(ES)		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Servicios Industriales Molino</li> <li>• Servicios Industriales Planta de Pulpa y Destintado</li> <li>• Servicios Industriales Conversión</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Superintendencia taller especializado</li> <li>• Superintendencia de Almacén</li> <li>• Superintendencia de Compras</li> <li>• Planificador</li> <li>• Gerencia de Mantenimiento preventivo-correctivo</li> </ul>		
ACTIVIDADES				
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspección del equipo y análisis de la Orden de trabajo</li> <li>• Programación de trabajo y asignación de mecánico</li> <li>• Realizar desarme de equipo</li> <li>• Limpieza del equipo</li> <li>• Realizar Diagnóstico de equipo</li> <li>• Lavado del equipo</li> <li>• Evaluación del Diagnóstico</li> <li>• Asignación de repuestos</li> <li>• Armado de equipo</li> <li>• Pintura de equipo</li> <li>• Lubricar equipo</li> <li>• Evaluación de condiciones finales de la reparación</li> <li>• Identificación formato control de calidad</li> <li>• Almacenamiento del equipo</li> <li>• Registrar mantenimiento en BPCS</li> <li>• Registrar transferencia de equipo BPCS</li> <li>• Cierre de Orden de Trabajo</li> </ul>				
RECURSOS				
MANO DE OBRA	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	ESPACIO	TIEMPO	OTROS
1 supervisor 6 mecánicos primera	Ver tabla IV.4	Ver figura IV.2 y IV.3	De acuerdo a la prioridad 1(Inmediata) 2(= 2 días) 3(> 3 días)	

## **IV.2.1 Productos**

En el Taller de Bombas los equipos reparados son:

Bombas Centrífugas

Bombas de Vacío

Reductores

### **IV.2.1.1 Bombas Centrífugas:**

Básicamente el funcionamiento de una bomba es forzar el líquido a entrar por presión atmosférica u otra presión, a un conjunto de aspas o alabes rotatorias que constituyen un impulsor, la energía de velocidad aplicada al fluido por el impulsor se convierte en presión cuando el líquido sale del impulsor y avanza a lo largo de una voluta o carcasa de difusor estacionarias.

Las fallas de la bomba las ocasionan con frecuencia los ingenieros y operadores de la planta que no reconocen las limitaciones de capacidad en las bombas centrífugas. Cuando se opera una bomba en un punto que no sea el de flujo de máxima eficiencia, se producen anomalías, y éstas a su vez ocasionan asperezas hidráulica, impulsos de vibración, flexiones del eje y menor duración de cojinetes y sellos mecánicos, así como mayor desgaste. En otros casos, la causa de mal funcionamiento puede ser dimensiones incorrectas de las piezas internas, que son mucho más difíciles de identificar, por lo que hay que desarmar la bomba para hacer un cuidadoso análisis dimensional de los componentes mayores.

### **IV.2.1.2 Bombas de Vacío:**

Estas bombas son utilizadas en todos aquellos procesos que requieran secado, evaporación, pulverización o impregnación bajo vacío. Papeles Venezolanos cuenta con Bombas de Vacío de Rotor Excéntrico, las

cuales tienen solo una pieza en movimiento, un rotor equilibrado que gira sin necesidad de lubricación y sin ningún contacto metal contra metal.

Los principales daños presentes en una bomba de vacío son al igual que en las bombas centrífugas la presencia de fugas de fluido y vibraciones a causa del deterioro de los rodamientos y sellos de empaques, desgastes en el impulsor y el eje los cuales se pueden corregir haciendo un desarme de la bomba para reparar y reemplazar las partes.

#### **IV.2.1.3 Reductores**

Son elementos de máquinas que interactúan entre sí para reducir la transmisión de velocidad de todo tipo de máquinas y aparatos de uso industrial de una forma eficiente, constante y segura.

Las ventajas de usar Reductores y/o Motores reductores son:

- Alta eficiencia de la transmisión de potencia del motor.
- Alta regularidad en cuanto a potencia y par transmitidos.
- Poco espacio para el mecanismo.
- Poco tiempo de instalación y mantenimiento.

## IV.2.2 Insumos

En la tabla IV.3, se detallan los insumos utilizados para llevar a cabo el proceso de reacondicionamiento de equipos

**Tabla IV.3 Descripción de insumos – Taller de Bombas**

MATERIALES	CARACTERISTICAS
Equipo reparado drenado	Bombas y reductores de diferentes modelos que llegan a recepción de equipos para ser reparados
Orden de Trabajo equipo a reparar	Registra la información sobre el tipo y causa de fallas; materiales, repuestos y horas hombre utilizados en la ejecución de acciones y el estado en que quedo el objeto después de su intervención
Ayudante Mecánico	Formula mecánica penetrante en aerosol; que evita y limpia el oxido, moviliza cualquier parte oxidada, protege contra la corrosión. Puede ser utilizado en engranajes, molineras, tornillos, resortes, tuercas y ejes.
Papel Absorbente	Toallas de papel 280 * 203 mm absorbente, se utiliza con el ayudante mecánico para absorber grasas y secar cualquier superficie.
Hoja de Diagnóstico/Repuestos	En la hoja de diagnóstico de acuerdo al modelo del equipo, se registra las condiciones iniciales del equipo, las medidas de las partes antes y después de desarmar, las fallas observadas y las posibles causas. La solicitud describe los repuestos de acuerdo al modelo del equipo, y se selecciona los necesarios para realizar el reacondicionamiento.
Corrector	Corrector líquido blanco en forma de lapicero para corregir errores en el diagnóstico, anotar las medidas sobre las partes.
Repuestos	Partes del equipo que deben ser remplazadas entre ellos: rodamientos, estoperas, sellos.
Empaquetaduras	Es un sello que impide la entrada y salida de un fluido dentro del equipo; el material y el espesor varía de acuerdo al fluido.
Empaque	Es una lámina de papel velumoido de espesores de 1/16", 1/32" y 1/64", que son recortadas de acuerdo al tamaño de la tapa del equipo e impiden el paso de aceite.
Silicón	Es una pasta que se utiliza para sellar las tapas de los equipos. Es de color rojo para equipos que trabajan en alta temperatura y transparente para temperatura normal
Aceite	Nº 100, se utiliza para lubricar partes para el armado del equipo
Teflón	Es una cinta de color blanco para sellar los tapones de las entradas y salidas de aceite de los equipos
Alcohol Absoluto	Se utiliza para limpiar la cara de los sellos de toda impureza
Thiner	Diseñado para diluir fondos nitrocelulósicos
Fondo Cromato de zinc	Es un fondo para ser aplicado en superficies metálicas para evitar la corrosión
Pintura	Es un esmalte alquídico diseñado para proteger estructuras metálicas, domésticas, industriales y marinas. Los equipos se pintan de color verde claro

## IV.2.3 Equipos y Herramientas

En la tabla IV.4, se muestra la descripción de los equipos y herramientas utilizados en el proceso de reacondicionamiento.

**Tabla IV.4 Descripción de equipos y herramientas – Taller de Bombas**

EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	DESCRIPCIÓN
Puente Grúa Carro Elevador de Horquilla Carrucha	Se utilizan para el traslado de equipos dentro y fuera del taller
Prensa Hidráulica Manual Prensa de Mordaza Prensa de Cadena Sargento	Se utilizan para sostener piezas al desarmar y armar el equipo
Micrómetro de Exterior 1" a 6" Micrómetro de Interior 1" a 12" Calibrador o Vernier 8PLG-200MM Calibrador line (25 line) ,0015'-0,40' Cinta métrica de 5 m graduada en cm.	Se utilizan para medir parte de los equipos interna y externamente para realizar el diagnóstico
Máquina de Inducción	Se utiliza para expandir los rodamientos por medio del calentamiento
Oxicorte	Se utiliza para cortar piezas y calentar rodamientos, bocina
Reloj Comparador	Es utilizado para la alineación, medir la excentricidad del eje, juego axiales y verificar planitud de pieza
Juego de llaves combinadas 15 piezas (5/16-1 ¼ pulg.) Juego destornilladores Martillo bola 24 onz; martillo 24lb, 4 onz Pata de cabra Long. 16' Juego de botadores Reach cuadrante 1/2' Long 10' Reach cuadrante Llave ajustable 18" Llave ajustable 12" Llave tubo 12" Llave tubo 18" Juego de llave Allen en pulg Juego de llave Allen en mm Juego de dados Alicate mecánico Juego llaves combinadas milimétricas 18pzas (7-24mm) Juego de dados Alicate mecánico	Son utilizadas para desarme de acuerdo al modelo del equipo
JUEGO EXTRACTORES Conformado por: Juego flexible (2pzas) 9plg, Juego flexible (2pzas) 6plg., 3pzas herramientas fijas, 6pzas picos intercambiables, 1pza caja de herramientas	Para acoplar rodamientos y bocina

#### IV.2.4 Proceso

El planificador recibe una Requisición de Trabajo (R/T), de los Planificadores de las diferentes áreas de Planta solicitando la ejecución del Trabajo; el Planificador de Taller Especializado le entrega al supervisor de Taller la O/T, quien selecciona la prioridad del reacondicionamiento, es decir, si debe ser reacondicionada inmediatamente (1), dos (2) días (2), tres días o más (3) y selecciona al mecánico que realizará el trabajo.

El mecánico recibe del supervisor del Taller de Bombas la orden de trabajo (O/T), procede a trasladar el equipo desde el área de recepción hasta el Taller de Bombas, inicia el desarme, luego hace una limpieza con toallas de papel, para facilitar la manipulación de las partes al realizar el diagnóstico; el desarme puede tardar de 2-8hrs de acuerdo al modelo y las condiciones en que se encuentra. El mecánico, retira en la Oficina del Supervisor, la Hoja de diagnóstico y la solicitud de repuestos, los cuales varían de acuerdo al equipo a reparar.

En el diagnóstico se toman medidas de las partes con los instrumentos de medición: vernier, micrómetro de partes internas y micrómetro de partes externas; simultáneamente se va anotando todas las medidas en la Hoja del diagnóstico, se evalúan las posibles causas de las fallas y los daños ocasionados en las partes. Igualmente se llena la Hoja de selección de repuestos. El mecánico tarda, aproximadamente 1-4hrs en realizar el diagnóstico. Se traslada el equipo al cuarto de lavado.

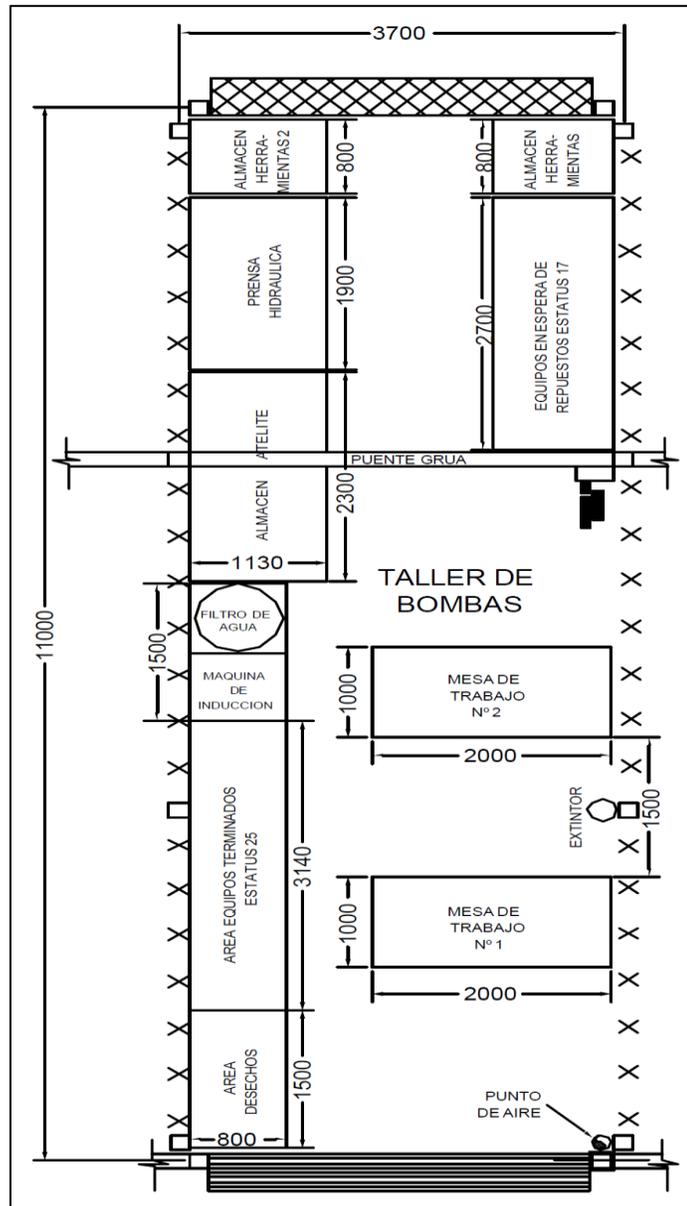
Luego el mecánico, procede a escarear el equipo para retirar la pintura, le entrega al Supervisor el Diagnóstico realizado y la solicitud de repuestos, para que apruebe los trabajos a realizar. Si el equipo necesita un servicio externo, va al área de equipos para servicio externo; éste puede tardar entre 2 semanas hasta dos (2) meses en regresar; si requiere un servicio interno se traslada al taller correspondiente.

El supervisor verifica si los repuestos solicitados se encuentran en el Almacén Satélite, autoriza al mecánico a retirarlos, a su vez, entrega la solicitud de repuestos al Planificador para que procese la orden en almacén general, manteniendo el inventario en el Almacén Satélite, el planificador dura 8hrs en procesar la orden. El almacén general tarda 2 días en preparar la orden; una vez que es aprobada la solicitud de repuestos, el mecánico verifica y realiza el retiro. Realiza el armado y pinta el equipo, tardando de 1-2 días.

El Supervisor realiza una revisión final y certifica el trabajo realizado. Finalmente es lubricado el equipo. Este proceso dura aproximadamente 5-6 días.

#### IV.2.5 Espacio

En las figuras IV.2 y IV.3 se muestran el área del Taller de Bombas



Nota: Todas las medidas están dadas en Milímetros.

Fuente: Departamento de Taller Especializado (2012)

**Figura IV.2 Distribución en planta del Taller de Bombas**



**Figura IV.3 Taller de Bombas**

### IV.3 DESCRIPCIÓN DEL SUBSISTEMA 3: TALLER DE CARPINTERÍA

En la tabla IV.5 se muestra el paso N° 2 de la metodología ESIDE al subsistema: Taller de Carpintería

**Tabla IV.5 Descripción del subsistema 3: Taller de Carpintería**

PRODUCTO(S)		INSUMOS		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Piezas Fabricadas</li> <li>• Piezas Cortadas</li> <li>• Piezas Reparadas</li> <li>• Piezas Instaladas</li> <li>• Cambio de lijas</li> </ul> Según especificaciones del cliente		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Madera</li> <li>• Lijas</li> <li>• Clavos</li> <li>• Pega</li> <li>• Orden de Trabajo actividad a realizar</li> </ul>		
CLIENTE(S)		PROVEEDOR(ES)		
Todas las áreas de la Planta		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Superintendencia de Almacén</li> <li>• Superintendencia de Compras</li> <li>• Planificador</li> </ul>		
ACTIVIDADES				
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis de la Orden de trabajo</li> <li>• Asignación de actividad</li> <li>• Cortar</li> <li>• Reparar</li> <li>• Fabricar</li> <li>• Instalar</li> <li>• Cambiar</li> <li>• Evaluación de condiciones finales de la actividad</li> <li>• Registrar actividad en BPCS</li> <li>• Cierre de Orden de Trabajo</li> </ul>				
RECURSOS				
MANO DE OBRA	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	ESPACIO	TIEMPO	OTROS
1 Supervisor 1 Carpintero	Ver tabla IV.6	Ver figura IV.4 y IV.5	De acuerdo a la actividad	

### IV.3.1 Productos

En el Taller se realizan los siguientes servicios:

- Fabricación de cajas de madera y acrílico
- Cambio de cerradura de puertas de madera
- Cambio de lijas

### IV.3.2 Equipos y Herramientas

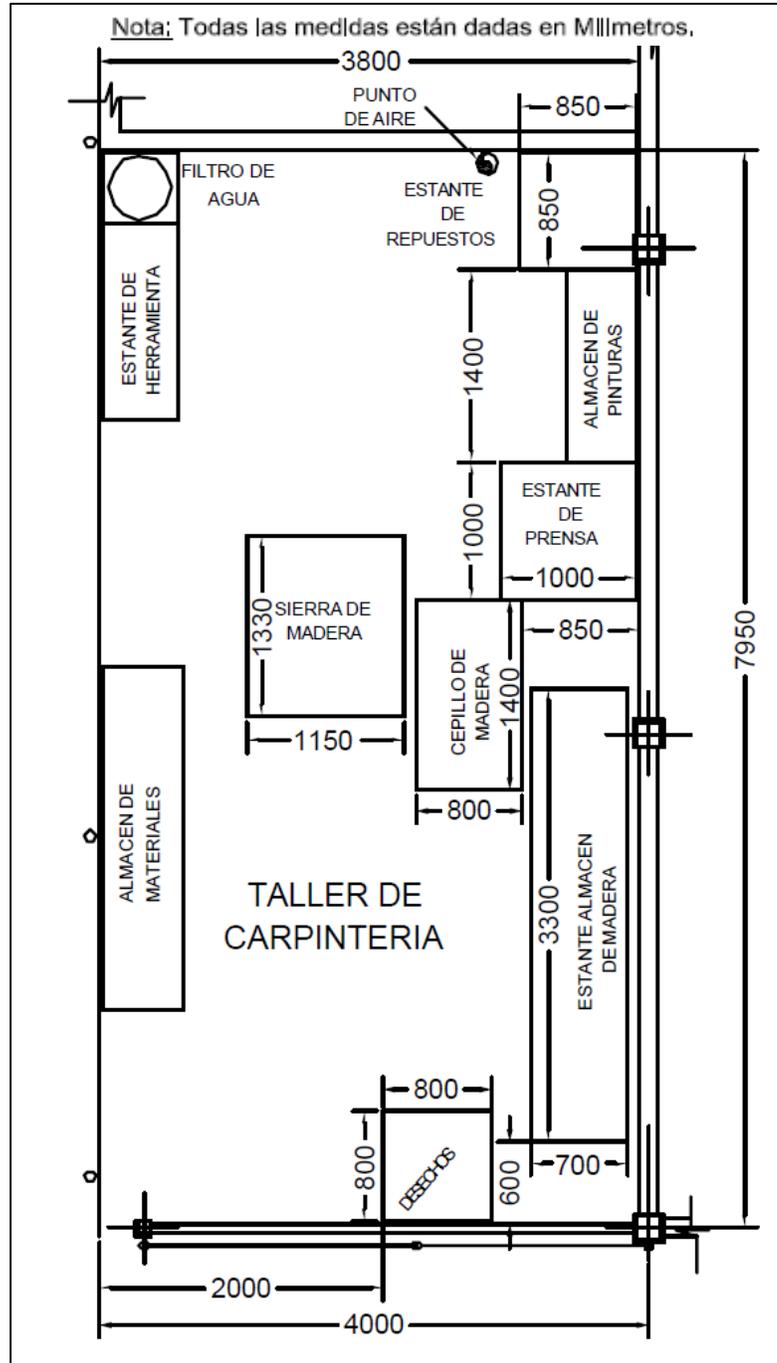
En la tabla IV.6 se describe los equipos y herramientas utilizados para las actividades del Taller de Carpintería.

**Tabla IV.6 Descripción de Equipos y Herramientas - Taller de Carpintería**

NOMBRE DEL EQUIPO	DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICAS
Cepilladora		Sierras alavesas Mesa: 400 mm
Taladro		- Potencia absorbida: 350 W. - Potencia útil: 190 W. - Peso: 1,10 kg. - Rosca de conexión del husillo de taladrar: 3/8" – 24 UNF.
Esmeril		- Velocidad de giro en vacío: 11.000 1/min. - Potencia absorbida: 670 W. - Potencia útil: 400 W. - Peso: 1,40 kg.

### IV.3.3 Espacio

En las figuras IV.4 y IV.5 se muestra el área del Taller de Carpintería.



Fuente: Departamento de Taller Especializado (2012)

**Figura IV.4 Distribución en planta del Taller de Carpintería**



**Figura IV.5 Taller de Carpintería**

#### **IV.4 DESCRIPCIÓN DEL SUBSISTEMA 2: TALLER DE SOLDADURA**

En la tabla IV.7 se muestra el paso N° 2 de la metodología ESIDE al subsistema: Taller de Soldadura.

**Tabla IV.7 Descripción del subsistema 2: Taller de Soldadura**

<b>PRODUCTO(S)</b>		<b>INSUMOS</b>		
Piezas/Partes Fabricadas Piezas/Partes Cortadas Piezas/Partes Soldadas Piezas/Partes Reparadas Piezas/Partes Rellenas Piezas/Partes Instaladas Según especificaciones del cliente		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planchas</li> <li>• Electrodo</li> <li>• Discos para esmeril</li> <li>• Orden de Trabajo actividad a realizar</li> </ul> (Ver Tabla IV.8)		
<b>CLIENTE(S)</b>		<b>PROVEEDOR(ES)</b>		
Departamento de Taller Especializado Servicios Industriales Molino Servicios Industriales Planta de Pulpa Servicios Industriales Conversión		Superintendencia de Almacén Superintendencia de Compras Planificador		
<b>ACTIVIDADES</b>				
Análisis de la Orden de trabajo Asignación de actividad Cortar Soldar Reparar Rellenar Fabricar Instalar Evaluación de condiciones finales de la actividad Registrar actividad en BPCS Cierre de Orden de Trabajo				
<b>RECURSOS</b>				
<b>MANO DE OBRA</b>	<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>	<b>ESPACIO</b>	<b>TIEMPO</b>	<b>OTROS</b>
1 supervisor 1 Soldador Primera	Ver tabla IV.9	Ver figura IV.6 y IV.7	De acuerdo a la actividad	

#### IV.4.1 Productos

Las piezas/partes a las que se les realiza el servicio en el taller son:

- Partes de los equipos de los talleres del departamentos: bombas, motores, rodillos, prensas y reductores.
- Protectores para motores
- Alcantarillas
- Reparar y soldar Rejas de Protección
- Corte de piezas
- Corte de Flanges
- Soldar cilindros de elevación

#### IV.4.2 Insumos

En la tabla IV.8 se detallan los insumos utilizados para llevar a cabo las actividades en el taller de soldadura

**Tabla IV.8 Descripción de Insumos - Taller de Soldadura**

MATERIALES	CARACTERISTICAS
Electrodos	Varilla metálica, generalmente acero, recubierta de un revestimiento concéntrico de flux extruido y seco. Los utilizados en el taller son: Cobre, aluminio, níquel, hierro (6013),6010, 68-68, acero inoxidable (680), Plata al 40%, 5%, Electrodo para uso de la máquina plasma
Discos para Esmeril	Son discos que utiliza el esmeril para cortar piezas. Varían de tamaño y espesor de acuerdo al material a cortar.
Planchas	Son láminas de acero utilizados para la fabricación o reparación de partes

#### IV.4.3 Equipos y Herramientas

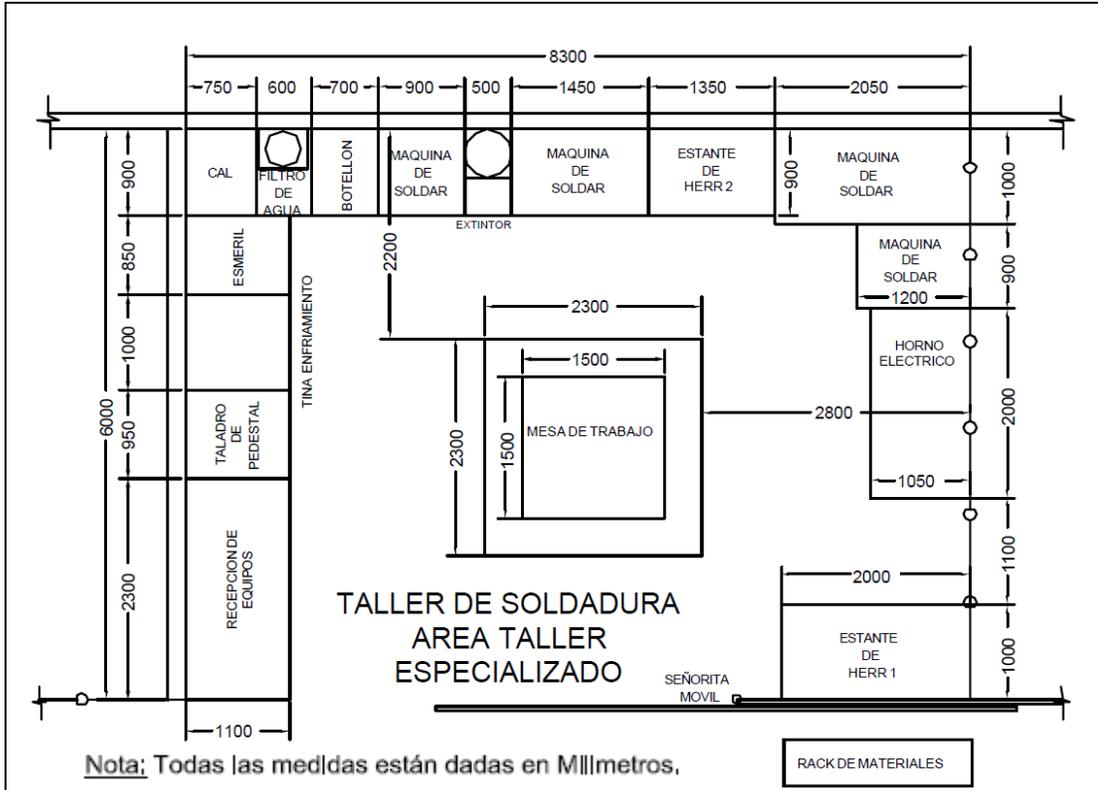
En la tabla IV.9 se describe los equipos y herramientas utilizados para las actividades del Taller de Soldadura.

**Tabla IV.9 Equipos y herramientas del Taller de Soldadura**

NOMBRE DEL EQUIPO	IMAGEN	CARACTERÍSTICAS
Taladro de Columna		Taladradora múltiple de cabezal único
Esmeril de Banco		6 1/2 Hp C/discos
Equipo Oxicorte		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Manómetro de oxígeno</li> <li>- Manómetro de acetileno</li> <li>- Mangueras</li> <li>- Bombona de oxígeno</li> <li>- Bombona de acetileno</li> </ul>
Máquina de Soldar		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tensión de Entrada: 400 V, 3 Fases.</li> <li>- Rango de Regulación: 100-1250 A en CC/ 10- 60 V en CV.</li> <li>- Salida Nominal: 1250 A al 60% de Factor de Marcha.</li> <li>- Dimensiones (en mm.): 692 x 565 x 914.</li> <li>- Peso Neto: 292 Kg.</li> <li>- Salida de Soldadura: DC.</li> </ul>
Máquina de Corte Plasma		<ul style="list-style-type: none"> <li>- PA-S 25 W</li> <li>- La corriente de corte de 25 A /45 A / 70.</li> <li>- Espesor del material de 3 a 25 mm.</li> <li>- Max. Espesor de perforación 12 mm</li> </ul>

#### IV.4.4 Espacio

En las figuras IV.6 y IV.7 se muestra gráficamente el área del taller de Soldadura



Fuente: Departamento de Taller Especializado (2012)

**Figura IV.6 Distribución en planta del Taller de Soldadura**



**Figura IV.7 Taller de Soldadura**

## IV.5 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Una vez descrito los subsistemas en estudio, se procedió al análisis de la situación actual para así generar las posibles propuestas de solución, pero antes se limita el estudio de acuerdo al impacto de los elementos del sistema en los indicadores de desempeño. Para ello se aplicó la tabla *Impacto de elementos en indicadores* de la metodología ESIDE según Ortiz e Illada (2007), la cual se muestra en la tabla IV.10

**Tabla IV.10 Impacto de elementos en indicadores**

ELEMENTOS DEL SISTEMA	INDICADORES DE DESEMPEÑO					TOTAL
	Ordenes de trabajo ejecutadas por trabajador	Ordenes de trabajo en espera	Ordenes de trabajo por retrabajo (RET)	O.T ejecutadas/O.T solicitadas	Demoras	
PRODUCTO	0	0	3	0	0	3
INSUMOS	3	2	0	2	3	10
ACTIVIDADES	3	3	3	3	2	14
MANO DE OBRA	2	3	3	2	3	13
EQUIPOS	0	0	0	0	1	1
ESPACIO	3	1	0	2	0	6

IMPACTO 3 = ALTO 2 = REGULAR 1= BAJO 0 = NULO

De acuerdo a los resultados se centra la atención en el estudio crítico a los elementos de mayor impacto como son: Actividades, Mano de obra, Insumos, Espacio y Producto; y con la *lista de los desperdicios comunes* de la metodología ESIDE según Ortiz e Illada (2007) se identifica a través de los diversos elementos de sistema seleccionados, aquellos desperdicios presentes en los 3 subsistemas bajo estudio, como se muestra en la tabla IV.11.

**Tabla IV.11 Identificación de desperdicio presentes en los subsistemas**

<b>Organización:</b> Papeles Venezolanos C.A
<b>Sistema en estudio:</b> Departamento de Taller Especializado
<b>Realizado por:</b> Francis Castillo
<b>Fecha:</b> Febrero (2012)

<b>ELEMENTO</b>	<b>DESPERDICIO</b>
<b>Producto</b>	Producto Defectuoso
<b>Insumos</b>	Fallas en la disponibilidad Dificultad en el procesamiento
<b>Mano de Obra</b>	Distracciones (falta de concentración) Condiciones que provocan fatiga Espera de instrucciones
<b>Espacio</b>	Condiciones ambientales inadecuadas Inadecuada distribución de equipos, herramientas y materiales
<b>Actividades</b>	Procedimientos no estandarizados Desbalance de trabajo en la línea Demoras en el proceso

- **Producto Defectuoso:** Los equipos reparados en el Taller de Bombas presentan fallas debido a reacondicionamiento mal ejecutado (RET), y los que no cumplen con su tiempo de vida útil.
- **Fallas en la disponibilidad:** Los repuestos o materiales necesarios no se encuentran disponibles en almacén general ni en el almacén satélite.
- **Dificultad en el procesamiento:** Para adquirir la hoja de Diagnóstico/repuestos deben esperar al supervisor y para que procese la solicitud de repuestos.
- **Distracciones (Falta de Concentración):** En el Taller de Bombas, el trabajador dedica parte de su jornada laboral a realizar actividades improductivas para el proceso, es decir, conversar, caminar, y uso del celular.

- **Condiciones que provocan fatiga:** El Taller de Carpintería y Soldadura no cuentan con una mesa de trabajo adecuada lo que genera que el trabajador adopte posiciones inadecuadas.
- **Espera de Instrucciones:** El trabajador debe esperar al supervisor para la asignación de actividades o tomar una decisión.
- **Condiciones Ambientales Inadecuadas:** El Taller de carpintería, a ciertas horas del día traspasa los rayos del sol, carece de una adecuada iluminación y ventilación.
- **Inadecuada distribución de equipos, herramientas y materiales:** El taller de carpintería es un espacio reducido, los insumos ocupan la mayoría del espacio, dificultando la realización de las tareas.
- **Procedimientos no estandarizados:** Las actividades no están normalizadas, el tiempo del proceso varía por las diversas demoras.
- **Desbalance de trabajo en la línea:** Cada trabajador no repara la misma cantidad de equipos, debido a la falta normalización de las actividades.
- **Demoras en el proceso:** La espera de repuestos, por asignación de actividad, tiempo improductivo generan ciertas demoras que no permiten el flujo del proceso.

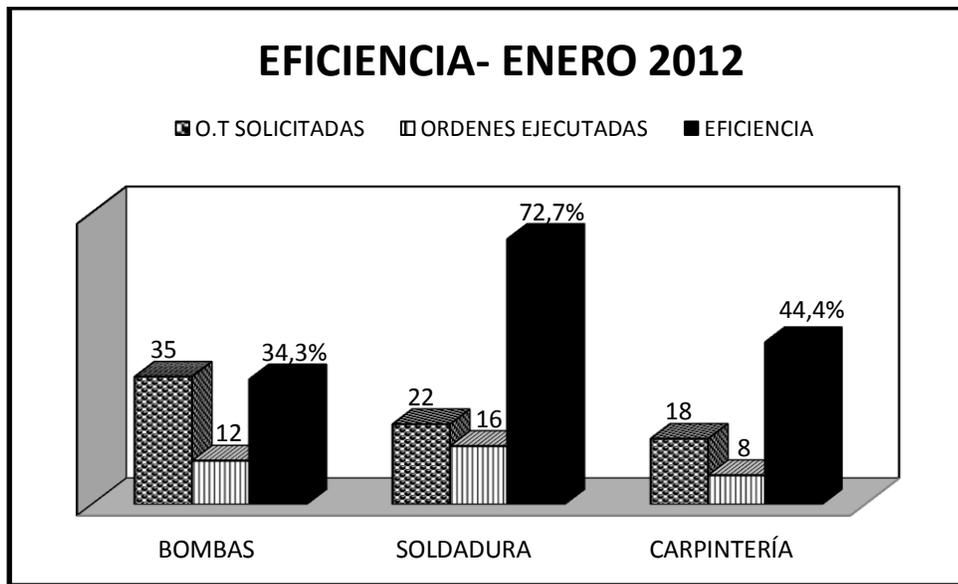
Una vez identificados los desperdicios presentes en los subsistemas se cuantifica cada uno de ellos de acuerdo al paso 5 de la *metodología ESIDE*, como se muestra en la tabla IV.12; lo cual permite medir el impacto de cada desperdicio, establecer las prioridades para el tratamiento de cada uno de ellos y justificar la inversión que requiere las mejoras que se diseñen.

**Tabla IV.12 Cuantificación de los desperdicios presentes**

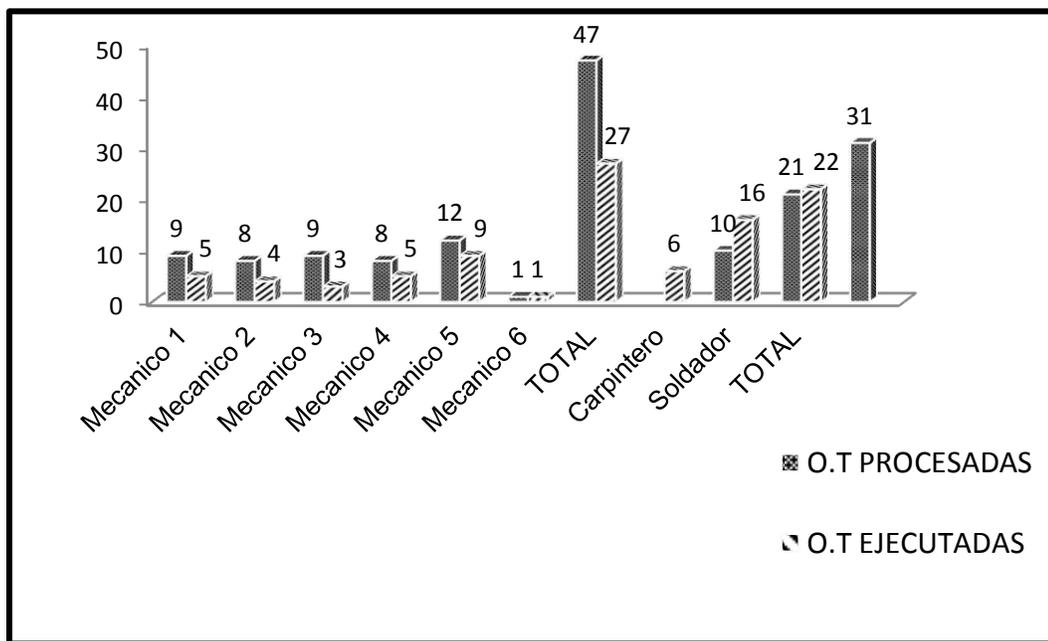
<b>Organización:</b> Papeles Venezolanos C.A
<b>Sistema en estudio:</b> Departamento de Taller Especializado
<b>Realizado por:</b> Francis Castillo
<b>Fecha:</b> Febrero (2012)

<b>DESPERDICIO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>
Producto Defectuoso	unidades/mes	7
Fallas en la disponibilidad	cualitativo	media
Dificultad en el procesamiento	días	3
Distracciones (falta de concentración)	porcentaje	55
Condiciones que provocan fatiga	cualitativo	alta
Espera de instrucciones	porcentaje	14,5
Condiciones ambientales inadecuadas	cualitativo	alta
Inadecuada distribución de equipos, herramientas y materiales	cualitativo	alta
Procedimientos no estandarizados	cualitativo	alta
Desbalance de trabajo en la línea	o.t ejecutadas/trabajador* mes	varía entre 3-9 equipos por trabajador
Demoras en el proceso	porcentaje	39,7

El principal problema en el taller de bombas es el alto nivel de demora, debido a la falta de normalización del proceso, se genera una variabilidad elevada de tiempo en la realización de las tareas, lo que produce una eficiencia de 34,3%, 38 órdenes de trabajo en espera; en la figura IV.8 se muestra la eficiencia del taller, con respecto a los otros talleres. La figura IV.9 la cantidad de órdenes ejecutadas con respecto a las procesadas; de las 27 órdenes ejecutadas, 12 son las órdenes solicitadas en el mes de Enero, el resto fueron solicitadas meses anteriores, es decir, órdenes de trabajo en espera.



**Figura IV.8 Eficiencia de los talleres**



**Figura IV.9 Órdenes Procesadas vs. Órdenes Ejecutadas**

El Taller de carpintería posee un área reducida lo cual genera una distribución inadecuada de los equipos y herramientas; hay desorden provocando incomodidad al realizar las tareas. La figura IV.10 muestra al carpintero realizando un cambio de lija apoyándose del recipiente de la

basura. El Carpintero realiza movimientos de quinto orden debido a que no posee una mesa de trabajo adecuada, por lo que debe trabajar agachado en el piso para realizar algunas de sus actividades, como se muestra en la figura IV.11.



**Figura IV.10 Cambio de Lijas**



**Figura IV.11 Actividades del Carpintero**

Presenta condiciones ambientales inadecuadas por la falla en la iluminación, se muestra en la figura IV.12, los rayos solares traspasan al taller, la ventilación no tiene la posición adecuada, como la muestra la figura IV.13.



**Figura IV.12 Falta de iluminación**



**Figura IV.13 Ventilación inadecuada**

En la figura IV.14, muestra el almacén de pinturas donde hay objetos que no son necesarios, ocasionando mayor desorden y poco espacio.



**Figura IV.14 Almacén de pinturas**

La figura IV.15 muestra la materia prima, que ocupa la mayor parte del taller debido a que no se dispone de un lugar fijo para su almacenamiento.



**Figura IV.15 Materia Prima**

De igual manera, el Taller de Soldadura no posee una mesa de trabajo adecuada para la realización de las actividades, como se muestra en la figura IV.16, esto le genera adoptar posiciones inadecuadas generando movimientos disergonómicos.



**Figura IV.16 Actividades del Soldador**

Para determinar las causas raíces que originan los desperdicios presentes en los subsistemas y las oportunidades de mejora, se utiliza la herramienta de los cinco ¿Por qué?, según el paso 6 de la metodología ESIDE, como se muestra en tabla IV.13.

**Tabla IV.13. Análisis de causas de desperdicio**

DESPERDICIO	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
Producto Defectuoso	El reacondicionamiento fue mal ejecutado por el mecánico	Por omisiones en el Diagnóstico	Falta de supervisión de las actividades en el taller	
	El equipo no dura su tiempo de vida útil	Fallas en el armado del equipo		
Fallas en la disponibilidad	No hay control en las entradas y salidas del almacén satélite			
Dificultad en el procesamiento	Los mecánicos deben esperar un día para que se procese la solicitud de repuestos, y dos días para la entrega	No existen un control y planificación de las actividades		
Distracciones (Falta de concentración)	El mecánico dedica parte de su tiempo a realizar actividades no productivas	Debido a la falta de normalización de las actividades		
Condiciones que provocan fatiga	El trabajador debe realizar movimientos de quinto orden	El carpintero debe cambiar lijas de 3 a 5 m de largo agachado en el piso	No posee una mesa de trabajo	El área del taller de carpintería es reducida
		El Soldador debe inclinarse para realizar la actividad cuando son piezas de menor tamaño	Posee una mesa de trabajo con altura de 76 cm	Es la altura adecuada para la reparación de partes de los equipos; pero no para el resto de las actividades
Espera de Instrucciones	El trabajador debe esperar al supervisor para el inicio de una actividad	El supervisor indica cada vez que finaliza un proceso cual es el siguiente equipo a reparar	No existen un control y planificación de las actividades	

DESPERDICIO	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
Condiciones ambientales inadecuadas	Fallas en la iluminación y ventilación	El Taller de Carpintería solo posee una lámpara	
		El Taller de Carpintería presenta fallas en la ventilación	La ubicación de la ventilación no es adecuada
		La luz solar traspasa al taller de carpintería ocasionando molestias al realizar las actividades	
Inadecuada distribución de equipos, herramientas y materiales	El taller de Carpintería se encuentra en un espacio reducido, generando desorden, incomodidad al realizar actividades		
Procedimientos no estandarizados	En el Taller de Bombas el tiempo de reacondicionamiento es variable	Debido a la falta de normalización de las actividades	
Desbalance de trabajo en la línea	Los mecánicos no ejecutan la misma cantidad de equipos en el mes	No existen un control y planificación de las actividades	
Demoras en el proceso	El mecánico debe detener el proceso por diversas demoras tales como: espera de repuestos, de instrucciones, entrega de trabajos externos	Debido a la falta de normalización de las actividades	

## CAPÍTULO V

### PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

De acuerdo a la Metodología ESIDE, el paso 7 consiste en diseñar las soluciones que permitan mejorar el sistema en estudio, a continuación se describen cada una de ellas.

#### V.1 MEJORAS EN EL TALLER DE BOMBAS

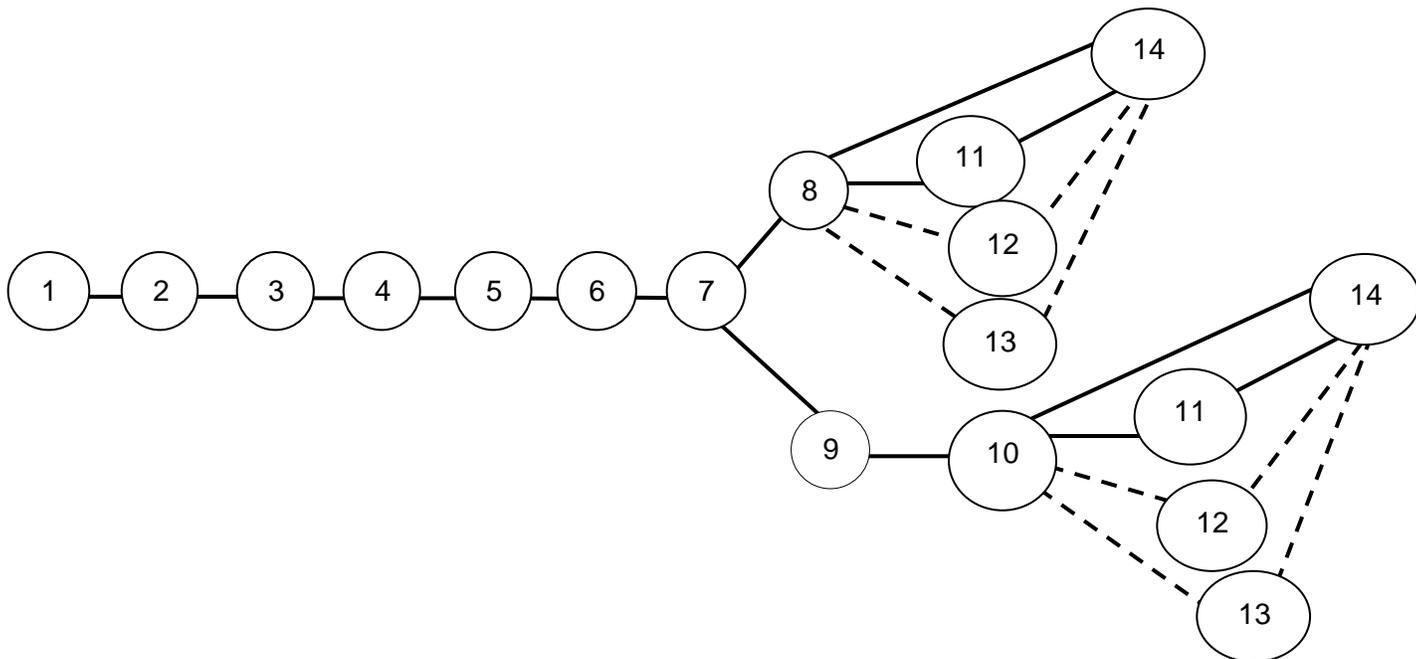
##### V.1.1 Actividades

##### V.1.1.1 Propuesta # 01: Normalización del proceso

La demora es uno de los desperdicios de mayor incidencia en el proceso. El tiempo de ejecución es mayor al establecido, lo que incrementa los costos del reacondicionamiento, entre ellos el costo de mano de obra. Para ello se recomienda la normalización, establecer las actividades y tiempo de duración. A continuación se muestra un registro normalizado

- **Descripción del producto:** Ver capítulo IV, en el punto IV.2.1
- **Descripción del Área de trabajo**
  - 1.- Insumos: ver tabla IV.3
  - 2.- Equipos y Herramientas: ver tabla IV.4
  - 3.- Espacio: Ver figura IV.2 y IV.3
- **Descripción de la operación:**

En la figura V.1 se muestra a través de un diagrama de precedencia las actividades; actualmente el proceso tarda 5-6 días/bomba y 8 días/reductor; esta propuesta plantea ejecutar el reacondicionamiento en 3 días/bomba y 5 días/reductor; la tabla V.1 muestra las actividades a realizar para el reacondicionamiento de una bomba, presenta un ciclo de 10 días en los cuales se puede ejecutar 5 bombas y la tabla V.2 el reacondicionamiento de un reductor, presenta un ciclo de 6 días donde se puede ejecutar 1 bomba y 1 reductor.



**Figura V.1 Reacondicionamiento de equipos en el taller de bombas**

LEYENDA	
1	CREACIÓN DE O.T
2	RECEPCIÓN DE EQUIPO
3	DESARME DE EQUIPO
4	LIMPIEZA Y LAVADO
5	DIAGNÓSTICO
6	ENTREGA DE DIAGNÓSTICO Y SOLICITUD DE REPUESTOS
7	CHEQUEO DE ALMACÉN SATÉLITE
8	ENTREGA DE REPUESTOS ALMACÉN SATÉLITE
9	SOLICITAR REPUESTOS ALMACÉN GENERAL
10	ENTREGA DE REPUESTOS ALMACÉN GENERAL
11	SERVICIO A OTROS TALLERES SOLDADURA Y MÁQUINAS Y HERRAMIENTAS
12	SERVICIO EXTERNO
13	AMBOS SERVICIOS
14	ARMADO

**Tabla V.1 Actividades a realizar por día – reacondicionamiento de bombas**

<b>DÍA 1</b>	<b>DÍA 2</b>	<b>DÍA 3</b>	<b>DÍA 4</b>	<b>DÍA 5</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desarme del equipo 1</li> <li>- Lavado</li> <li>- Diagnóstico</li> <li>- Entrega de Hoja de Diagnóstico y solicitud de repuestos</li> <li>- Procesar Orden (Supervisor)</li> <li>- Solicitar servicio otros talleres (si lo requiere)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desarme del equipo 2</li> <li>- Lavado</li> <li>- Diagnóstico</li> <li>- Entrega de Hoja de Diagnóstico y solicitud de repuestos</li> <li>- Procesar Orden (Supervisor)</li> <li>- Solicitar servicio otros talleres (si lo requiere)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Entrega de Repuestos</li> <li>- Armado del equipo 1</li> <li>- Lubricación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Entrega de Repuestos</li> <li>- Armado del equipo 2</li> <li>- Lubricación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desarme del equipo 3</li> <li>- Lavado</li> <li>- Diagnóstico</li> <li>- Entrega de Hoja de Diagnóstico y solicitud de repuestos</li> <li>- Procesar Orden (Supervisor)</li> <li>- Solicitar servicio otros talleres (si lo requiere)</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Retirar partes de otros talleres (si lo requiere)</li> <li>- Armado del equipo 1</li> <li>- Lubricación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Retirar partes de otros talleres (si lo requiere)</li> <li>- Armado del equipo 2</li> <li>- Lubricación</li> </ul>	

<b>DIA 6</b>	<b>DIA 7</b>	<b>DIA 8</b>	<b>DIA 9</b>	<b>DIA 10</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Entrega de Repuestos</li> <li>- Armado del equipo 3</li> <li>- Lubricación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desarme del equipo 4</li> <li>- Lavado</li> <li>- Diagnóstico</li> <li>- Entrega de Hoja de Diagnóstico y solicitud de repuestos</li> <li>- Procesar Orden (Supervisor)</li> <li>- Solicitar servicio otros talleres (si lo requiere)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desarme del equipo 5</li> <li>- Lavado</li> <li>- Diagnóstico</li> <li>- Entrega de Hoja de Diagnóstico y solicitud de repuestos</li> <li>- Procesar Orden (Supervisor)</li> <li>- Solicitar servicio otros talleres (si lo requiere)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Entrega de Repuestos</li> <li>- Armado del equipo 4</li> <li>- Lubricación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Entrega de Repuestos</li> <li>- Armado del equipo 5</li> <li>- Lubricación</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Retirar partes de otros talleres (si lo requiere)</li> <li>- Armado del equipo 3</li> <li>- Lubricación</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Retirar partes de otros talleres (si lo requiere)</li> <li>- Armado del equipo 4</li> <li>- Lubricación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Retirar partes de otros talleres (si lo requiere)</li> <li>- Armado del equipo 5</li> <li>- Lubricación</li> </ul>

**Tabla V.2 Actividades a realizar por día-reacondicionamiento de reductores**

DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 6
- Desarme de las partes externas del equipo 1 - Lavado de las partes	-Desarme de las partes internas del equipo 1 -Lavado de las partes	- Diagnóstico - Entrega de Hoja de Diagnóstico y solicitud de repuestos - Procesar Orden (Supervisor) - Solicitar servicio otros talleres (si lo requiere)	- Desarme del equipo 2 - Lavado - Diagnóstico - Entrega de Hoja de Diagnóstico y solicitud de repuestos - Procesar Orden (Supervisor) - Solicitar servicio otros talleres (si lo requiere)	- Entrega de Repuestos - Armado del equipo 1 - Lubricación  - Retirar partes de otros talleres (si lo requiere) - Armado del equipo 1 - Lubricación	- Entrega de Repuestos - Armado del equipo 2 - Lubricación  - Retirar partes de otros talleres (si lo requiere) - Armado del equipo 2 - Lubricación

### V.1.1.2 Planificación y Control de las actividades

El supervisor actualmente lleva el control de las órdenes en un programa diario, registrando la información y el avance del proceso; pero, de acuerdo a la normalización de la propuesta anterior, se hace necesario una planificación y control más detallado de las actividades. Se describe a continuación la propuesta:

1.-El supervisor debe verificar diariamente la entrada de equipos, comparando los existentes en el área de recepción con lo que muestra el sistema Bpcs y luego registrarlas en el formato de equipos en espera.

La figura V.2 muestra el formato, el cual contiene las órdenes de trabajo que esperan ser atendidas en el mes de marzo de 2012 y las que no fueron atendidas en meses anteriores de los talleres de bombas, carpintería y soldadura.

Se registra la información de cada orden de trabajo de la siguiente manera:

**Trabajador:** nombre y ficha del trabajador.

**Orden de trabajo:** es el número que identifica la orden.

**Código:** es el número que identifica el equipo

**Clase de Paro:** indica motivo del envío del equipo, se muestra a continuación.

**Tabla V.3 Clase de Paro**

REA	Reacondicionamiento General del Equipo
REM	Retrabajo Mantenimiento
REO	Retrabajo Operacionales
REV	Retrabajo Varios
RET	Retrabajo Taller de Bombas
COR	Mantenimiento Correctivo

**Descripción de Tarea:** breve descripción de la tarea a realizar por el carpintero o soldador o el nombre del equipo a reparar.

**Área:** Indica el área que solicitó la orden de trabajo (Ver Tabla V.4)

**Fecha de Solicitud:** Indica la fecha de solicitud de la orden de trabajo, registrada en el sistema.

**Fecha de Inicio:** Indica la fecha de inicio del reacondicionamiento.

**Ejecutadas:** Indica con el símbolo “X” y en color naranja que la orden ha sido ejecutada

**Tabla V.4 Áreas de la planta**

PP	Planta de Pulpa
DEST	Planta de Destintado
MOL	Molino
CONV	Conversión
AMB	Ambiente
ALMBOM	Almacén de Bombas

En el formato se registra cierta información en colores que se describen a continuación:

-  Equipos que no fueron reacondicionados en meses del año pasado
-  Equipos que no fueron reacondicionados en el mes de enero
-  Equipos que no fueron reacondicionados en el mes de febrero
-  Equipos que no se encuentran en el área de recepción pero están registrados en el sistema
-  Equipos que llegan en condición RET (Retrabajo Taller de Bombas)



EQUIPOS EN ESPERA TALLER DE BOMBAS, CARPINTERÍA Y SOLDADURA

MARZO 2012

TRABAJADOR	ORDEN DE TRABAJO	PRIORIDAD	CODIGO	CLASE DE PARO	DESCRIPCION DE TAREA	AREA	FECHA SOLICITUD BPPS	FECHA DE INICIO	EJECUTADAS
	15193	2	815-020	COR	DEPURADOR PRIMARIO	MOL	08/11/2011	NE	
	16548	2	856-017	REA	BOMBA FOSA EFLUENTE	MOL	23/11/2011	NE	
	20070	1	017-084	RET	GOULDS 3196MTX	MOL	05/01/2012	NE	
	20840	1	854-222	COR	BOMBA EFLUENTE SOTANO	MOL	10/01/2012	NE	
(F30666)	20728	1	012-174	REA	Fabricar tapa a Reductor	Mol	11/01/2012	23/03/2012	X
(F30793)	21515	1	012-407	RET	REDUCTOR BENZLERS	PP	17/01/2012	13/03/2012	X
(F30666)	21515	1	012-407	REA	Soldar Eje a Reductor	PP	17/01/2012	14/03/2012	X
(F30666)	22015	2	OFIC 175	REA	SANTAMARIA TALLER DE BOMBAS Y REJA	TE	28/01/2012	23/01/2012	
(F30675)	22247	3	OFIC 079	REA	REPARAR TRES CERRADURAS	MP	29/01/2012	08/02/2012	X
(F30675)	22792	3	OFIC 165	REA	REPARAR BISAGRA GABINETE EN LABORATORIO CENTRA	LC	29/01/2012	08/02/2012	X
	22828	1	017-495	REA	WARREN ROTOR 3	ALMBOM	30/01/2012	NE	
(F30675)	23884	1	Ofic-082	REA	Reparar cerradura	Pt	04/02/2012	16/03/2012	X
(F30793)	24289	2	855-157	REA	BOMBA SISTEMA HIDRAULICO	CONV	05/02/2012	10/03/2012	X
(F30675)	24388	1	Ofic-286	REA	Cambio de Cerradura	RHH	07/02/2012	22/03/2012	
(F30666)	25150	1	851-144	99	fabricar Base de Rolo	MOL	09/02/2012	09/02/2012	X
(F30675)	25849	2	Ofic-530	REA	Reacondicionar Escritorio	Prev	09/02/2012	12/02/2012	X
(F30675)	25281	1	Ofic-232	REA	Reparar Cerradura	AreaG	09/02/2012	15/03/2012	X
(F30675)	26560	1	Ofic-330	REA	Reparar Cerradura	Flam	10/02/2012	15/03/2012	X
(F30675)	26696	1	OFIC-200	REA	Reparar Puerta y Gaveta en Enfermería	SM	10/02/2012	12/02/2012	X
	24826	2	138-006	AMB	BOMBA ACHIQUE	AMB	22/02/2012	*	
(F30666)	24977	1	521XV602	REA	Cortar 10 Laminas		22/02/2012	07/03/2012	X
(F30666)	24883	2	017-487	REA	Reacondicionar Bomba (Soldar Orejas)	MOL	23/02/2012	13/03/2012	X
(F30791)	24883	1	017-487	RET	GORMAN RUPP 6X6	DEST	23/02/2012	13/03/2012	X
	25045	1	815-001	MOL	DESINTEGRADOR	MOL	24/02/2012	NE	
(F30793)	25155	2	017-635	REA	BOMBA NASH AHF 75	PP	25/02/2012	10/03/2012	X
(F30793)	25157	2	017-621	REA	BOMBA NASH AHF 75	PP	25/02/2012	25/02/2012	X
(F30793)	25714	2	017-621	REA	BOMBA NASH AHF 75	PP	25/02/2012	10/03/2012	
(F30796)	23318	3	017-826	REA	GOULDS 3196STX	AMB	25/02/2012	01/03/2012	X
(F30868)	25224	1	017-440	REA	GOULDS 3196MTX	MOL	27/02/2012	03/03/2012	X
(F30868)	25238	1	017-254	REA	GOULDS 3196MT	MOL	27/02/2012	21/03/2012	X
	25463	1	017-166	REA	GOULDS 3175S	813	29/02/2012		
	25486	1	855-274	REA	TANQUE AGUA CLARA	MOL	29/02/2012	NE	
(3i176)	25538	1	856-092	REA	ROBUSCHI	MOL	29/02/2012	03/03/2012	X
	25626	2	860-001	REA	DESINTEGRADOR	CONV	01/03/2012	01/03/2012	
(F30791)	25666	1	017-494	REA	GORMAN RUPP 8X8	AMB	01/03/2012	01/03/2012	X
(F30666)	25829	1	OFIC-252	REA	FABRICAR BASES	OC	01/03/2012	01/03/2012	
	25804	2	017-649	REA	GOULDS 3316L	MOL	02/03/2012	07/03/2012	
	25851	3	017-465	RET	GORMAN RUPP 10x10	AMB	02/03/2012	*	
(F30675)	23884	1	Ofic-382	REA	CaMBIO DE CERRADURA A PUERTA DE LA CASETA DE	CONV	04/03/2012	06/03/2012	X
(F30868)	26014	1	017-052	REA	GORMAN RUPP 8x8	REA	05/03/2012	13/03/2012	X
(F30666)	21747	2	017-294	REA	Reparar Carcaza	TE	05/03/2012	07/03/2012	X
(F30666)	22253	1	OFIC 175	REA	Cortar Flanges	TE	05/03/2012	07/03/2012	X
(F30675)	25848	1	OFIC-242	REA	Reparacion de Brazo Hidraulico	Almacen	05/03/2012	06/03/2012	X
(F30791)	26112	1	512-016	REA	BOMBA TANQUE EXTRACTIVO	REA	06/03/2012	06/03/2012	X
(F30666)	26016	3	854-052	REA	Soldar Niples a Flanges de Visor de Nivel	Lubric	06/03/2012	07/03/2011	X
(F30666)	26328	2	010-1927	99	Reacondicionar Motor	TE	06/03/2012	08/03/2012	X
(F30796)	26260	2	017-447	RET	WARREN ROTOR 1A	MOL	07/03/2012	09/03/2012	X
	26371	2	017-489	REA	GOULDS 3196ST	MOL	07/03/2012	NE	
(3i176)	26383	1	856-073	REA	GORMAN RUPP 2X2	MOL	08/03/2012	08/03/2012	X
(F30793)	26399	2	856-068A	REA	BOMBA SISTEMA HIDRAULICO	MOL	08/03/2012	08/03/2012	X
(F30796)	26480	2	131-036	COR	BOMBA ALTA PRESION	MOL	08/03/2012	15/03/2012	
(F30791)	26528	1	017-126	REA	ALLIS C. F8B1-391	PP	09/03/2012	09/03/2012	X

Figura V.2 Equipos en espera

Existen órdenes que son procesadas pero no llegan a ejecutarse en el mes, éstas son registradas en el formato equipos no ejecutados. La figura V.3 muestra los equipos no ejecutados en febrero de 2012.

**Avance:** Indica en porcentaje el avance del reacondicionamiento al culminarse el mes. (Ver tabla V.5).

**Estatus:** Indica las órdenes es estatus 17, es decir, órdenes que se encuentran en servicio externo y no regresaron en este mes. El resto de la información de cada orden de trabajo fue descrita anteriormente.

**Tabla V.5 Etapas del reacondicionamiento**

%	Actividad
20	Desarmado
25	Diagnóstico
30	Solicitud de repuestos al planificador
35	En espera de repuestos
40	Repuestos entregados al mecánico
75	Armado
80	Pintura
90	Lubricado y verificado
100	Terminado

EQUIPOS NO EJECUTADOS TALLER DE BOMBAS											
FEBRERO 2012											
TRABAJADOR	ORDEN DE TRABAJO	PRIORIDAD	CODIGO	CLASE DE PARO	DESCRIPCION DE TAREA	AREA	FECHA SOLICITUD BPPS	% AVANCE	FECHA DE INICIO	FECHA DE FIN	STATUS
	23037	3	017-734	REA	BOMBA SULZER	PP	06/02/2012		06/02/2012		17
(F30796)	23492	3	017-220	RET	GOULDS 3196MTX	PP	14/02/2012	40	14/02/2012	03/03/2012	
(3i176)	23802	3	017-291	RET	WENCO	PP	14/02/2012		14/02/2012	10/03/2012	
	23803	3	017-163	REA	GOULDS 3175S	PP	10/02/2012		10/02/2012		17
	24414	3	541-070	REA	ROSCA TRANSFERENCIA	PP	23/02/2012		23/02/2012		17
(F30868)	24423	3	017-097	REA	GORMAN RUPP 10X10	AMB	29/02/2012	25	29/02/2012	23/03/2012	
	24530	3	012-287	REA	REDUCTOR 10:1	PP	29/02/2012		29/02/2012		17
(F30791)	24672	1	017-269	RET	GOULDS 3175S	MOL	25/02/2012	25	25/02/2012	08/03/2012	
(F30793)	24699	1	012-695	REA	REDUCTOR ROSSI	MOL	22/02/2012	0	22/02/2012	17/03/2012	
(3i176)	24787	3	017-491	RET	GORMAN RUPP 6X6	AMB	25/02/2012	25	25/02/2012		
	24925	2	521-604	REA	LIMPIADOR CENTRIFUGO	DEST	25/02/2012		25/02/2012		17
(3i176)	25003	1	017-159	REA	WARREN ROTOR 1A	MOL	28/02/2012	25	28/02/2012	06/03/2012	
(F30796)	23082	3	512-069	REA	GOULDS 3196MTX	PP	29/02/2012		29/02/2012	07/03/2012	

**Figura V.3 Equipos no ejecutados en el mes de febrero 2012**

2.- Con las Órdenes registradas en los formatos descritos anteriormente, el supervisor realiza una planificación semanal de acuerdo a la fecha de solicitud del sistema, y le asigna los equipos a cada mecánico. Esta planificación se muestra en la tabla V.6, basada en la normalización planteada en la mejora anterior.

La planificación consiste en una tabla que contiene:

- Actividades a realizar por día dependiendo el equipo, se describen a continuación:

$D_i$  = Desarme y Diagnóstico del equipo  $i$  ( $i= 1, 2, 3, 4,5$ )

$R_i$  = Entrega de repuestos y armado del equipo  $i$  ( $i= 1, 2, 3, 4,5$ )

$DI_i$  = Diagnóstico del reductor  $i$  ( $i= 1, 2$ ).

- Cantidad de equipos ejecutados en la semana por mecánico (EQUIPOS/SEM\*MEC), de acuerdo a los días trabajados (Ver tabla V.7)

**Tabla V.7 Días Laborados**

Sin horas extras
1, 2, 3, 4 (Sábado)
1, 2, 3, 4 (Domingo)
1, 2, 3, 4 (Sábado y Domingo)

 Indica el día libre por cada domingo que se trabaje

 Indica los días sin actividad

**Tabla V.6 Planificación semanal-reacondicionamiento de equipos**

BOMBAS								REDUCTORES							
Sin horas extras								Sin horas extras							
L	M	M	J	V	S	D	EQUIPOS/ SEM*MEC	L	M	M	J	V	S	D	EQUIPOS/ SEM*MEC
D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	■	■	2	D <sub>1</sub>	D <sub>1</sub>	DI <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	R <sub>1</sub>	■	■	1
R <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>	D <sub>5</sub>	R <sub>4</sub>	R <sub>5</sub>	■	■	3	R <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	DI <sub>1</sub>	DI <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	■	■	1
D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	■	■	2	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>1</sub>	DI <sub>1</sub>	■	■	2
R <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>	D <sub>5</sub>	R <sub>4</sub>	R <sub>5</sub>	■	■	3	D <sub>2</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>1</sub>	■	■	2
<b>1 Sábado</b>								<b>1 Sábado</b>							
D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	R <sub>3</sub>	■	3	D <sub>1</sub>	D <sub>1</sub>	DI <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	■	2
D <sub>4</sub>	D <sub>5</sub>	R <sub>4</sub>	R <sub>5</sub>	D <sub>1</sub>	■	■	2	D <sub>1</sub>	D <sub>1</sub>	DI <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	R <sub>1</sub>	■	■	1
D <sub>2</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	R <sub>3</sub>	■	■	3	R <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>1</sub>	DI <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	■	■	1
D <sub>4</sub>	D <sub>5</sub>	R <sub>4</sub>	R <sub>5</sub>	D <sub>1</sub>	■	■	2	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>1</sub>	DI <sub>1</sub>	■	■	2
<b>2 Sábado</b>								<b>2 Sábado</b>							
D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	R <sub>3</sub>	■	3	D <sub>1</sub>	D <sub>1</sub>	DI <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	■	2
D <sub>4</sub>	D <sub>5</sub>	R <sub>4</sub>	R <sub>5</sub>	D <sub>1</sub>	■	■	2	D <sub>1</sub>	D <sub>1</sub>	DI <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	■	2
D <sub>2</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	R <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>	■	3	D <sub>1</sub>	D <sub>1</sub>	DI <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	R <sub>1</sub>	■	■	1
D <sub>5</sub>	R <sub>4</sub>	R <sub>5</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	■	■	2	R <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>1</sub>	DI <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	■	■	1
<b>3 Sábado</b>								<b>3 Sábado</b>							
D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	R <sub>3</sub>	■	3	D <sub>1</sub>	D <sub>1</sub>	DI <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	■	2
D <sub>4</sub>	D <sub>5</sub>	R <sub>4</sub>	R <sub>5</sub>	D <sub>1</sub>	R <sub>1</sub>	■	3	D <sub>1</sub>	D <sub>1</sub>	DI <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	■	2
D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>	R <sub>4</sub>	■	3	D <sub>1</sub>	D <sub>1</sub>	DI <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	■	2
D <sub>5</sub>	D <sub>1</sub>	R <sub>5</sub>	R <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	■	■	2	D <sub>1</sub>	D <sub>1</sub>	DI <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	R <sub>1</sub>	■	■	1
<b>4 Sábado</b>								<b>4 Sábado</b>							
D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	R <sub>3</sub>	■	3	D <sub>1</sub>	D <sub>1</sub>	DI <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	■	2
D <sub>4</sub>	D <sub>5</sub>	R <sub>4</sub>	R <sub>5</sub>	D <sub>1</sub>	R <sub>1</sub>	■	3	D <sub>1</sub>	D <sub>1</sub>	DI <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	■	2
D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>	R <sub>4</sub>	■	3	D <sub>1</sub>	D <sub>1</sub>	DI <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	■	2
D <sub>5</sub>	D <sub>1</sub>	R <sub>5</sub>	R <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	R <sub>2</sub>	■	3	D <sub>1</sub>	D <sub>1</sub>	DI <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	■	2
<b>1 Domingo</b>								<b>1 Domingo</b>							
D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	■	R <sub>3</sub>	3	D <sub>1</sub>	D <sub>1</sub>	DI <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	R <sub>1</sub>	■	R <sub>2</sub>	2
D <sub>4</sub>	D <sub>5</sub>		R <sub>4</sub>	R <sub>5</sub>	■	■	2	D <sub>1</sub>	D <sub>1</sub>		DI <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	■	■	0
D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	■	■	2	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>1</sub>	DI <sub>1</sub>	■	■	2
R <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>	D <sub>5</sub>	R <sub>4</sub>	R <sub>5</sub>	■	■	3	D <sub>2</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>1</sub>	■	■	2
<b>2 Domingo</b>								<b>2 Domingo</b>							
D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	■	R <sub>3</sub>	3	D <sub>1</sub>	D <sub>1</sub>	DI <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	R <sub>1</sub>	■	R <sub>2</sub>	2
D <sub>4</sub>	D <sub>5</sub>		R <sub>4</sub>	R <sub>5</sub>	■	D <sub>1</sub>	2	D <sub>1</sub>	D <sub>1</sub>		DI <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	■	R <sub>1</sub>	1
D <sub>2</sub>		R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	■	■	2	R <sub>2</sub>		D <sub>1</sub>	D <sub>1</sub>	DI <sub>1</sub>	■	■	1
R <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>	D <sub>5</sub>	R <sub>4</sub>	R <sub>5</sub>	■	■	3	D <sub>2</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>1</sub>	■	■	2
<b>3 Domingo</b>								<b>3 Domingo</b>							
D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	■	R <sub>3</sub>	3	D <sub>1</sub>	D <sub>1</sub>	DI <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	R <sub>1</sub>	■	R <sub>2</sub>	2

	D <sub>4</sub>	D <sub>5</sub>	R <sub>4</sub>	R <sub>5</sub>		D <sub>1</sub>	2		D <sub>1</sub>	D <sub>1</sub>	DI <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>		R <sub>1</sub>	1
D <sub>2</sub>		R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>		R <sub>3</sub>	3	R <sub>2</sub>		D <sub>1</sub>	D <sub>1</sub>	DI <sub>1</sub>		D <sub>2</sub>	1
D <sub>4</sub>	D <sub>5</sub>		R <sub>4</sub>	R <sub>5</sub>			2	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>		D <sub>1</sub>	D <sub>1</sub>			2

<b>4 Domingo</b>								<b>4 Domingo</b>							
D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>		R <sub>3</sub>	3	D <sub>1</sub>	D <sub>1</sub>	DI <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	R <sub>1</sub>		R <sub>2</sub>	2
	D <sub>4</sub>	D <sub>5</sub>	R <sub>4</sub>	R <sub>5</sub>		D <sub>1</sub>	2		D <sub>1</sub>	D <sub>1</sub>	DI <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>		R <sub>1</sub>	1
D <sub>2</sub>		R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>		R <sub>3</sub>	3	R <sub>2</sub>		D <sub>1</sub>	D <sub>1</sub>	DI <sub>1</sub>		D <sub>2</sub>	1
D <sub>4</sub>	D <sub>5</sub>		R <sub>4</sub>	R <sub>5</sub>		D <sub>1</sub>	2	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>		D <sub>1</sub>	D <sub>1</sub>		DI <sub>1</sub>	2
<b>1 (Sábado y Domingo)</b>								<b>1 (Sábado y Domingo)</b>							
D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	R <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>	3	D <sub>1</sub>	D <sub>1</sub>	DI <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	2
D <sub>5</sub>	R <sub>4</sub>		R <sub>5</sub>	D <sub>1</sub>			2	D <sub>1</sub>	DI <sub>1</sub>		D <sub>2</sub>	R <sub>1</sub>			1
D <sub>2</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	R <sub>3</sub>			3	R <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>1</sub>	DI <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>			1
D <sub>4</sub>	D <sub>5</sub>	R <sub>4</sub>	R <sub>5</sub>	D <sub>1</sub>			2	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>1</sub>	DI <sub>1</sub>			2
<b>2 (Sábado y Domingo)</b>								<b>2 (Sábado y Domingo)</b>							
D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	R <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>	3	D <sub>1</sub>	D <sub>1</sub>	DI <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	2
D <sub>5</sub>		R <sub>4</sub>	R <sub>5</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	R <sub>1</sub>	3	D <sub>1</sub>		DI <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	2
R <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>		R <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>			2	D <sub>1</sub>	DI <sub>1</sub>		D <sub>2</sub>	R <sub>1</sub>			1
D <sub>5</sub>	R <sub>4</sub>	R <sub>5</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>			2	R <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>1</sub>	DI <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>			1
<b>3 (Sábado y Domingo)</b>								<b>3 (Sábado y Domingo)</b>							
D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	R <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>	3	D <sub>1</sub>	D <sub>1</sub>	DI <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	2
D <sub>5</sub>		R <sub>4</sub>	R <sub>5</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	R <sub>1</sub>	3	D <sub>1</sub>		DI <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	2
R <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>		R <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>	D <sub>5</sub>	R <sub>4</sub>	3	D <sub>1</sub>	DI <sub>1</sub>		D <sub>2</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	2
R <sub>5</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>		R <sub>1</sub>			2	D <sub>1</sub>	DI <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>		R <sub>1</sub>			1
<b>4 (Sábado y Domingo)</b>								<b>4 (Sábado y Domingo)</b>							
D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	R <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>	3	D <sub>1</sub>	D <sub>1</sub>	DI <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	2
D <sub>5</sub>		R <sub>4</sub>	R <sub>5</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	R <sub>1</sub>	3	D <sub>1</sub>		DI <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	2
R <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>		R <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>	D <sub>5</sub>	R <sub>4</sub>	3	D <sub>1</sub>	DI <sub>1</sub>		D <sub>2</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	2
R <sub>5</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>		R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	3	D <sub>1</sub>	DI <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>		R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	2

3.- Registra en el programa diario los equipos a ejecutar en la semana; se considera realizar modificaciones al programa diario actual para adecuarlo a las mejoras planteadas, en la figura V.4 se muestra el propuesto.

Este programa registra diariamente el avance del reacondicionamiento, contiene la siguiente información:

- **Trabajador:** Se registra el nombre y la ficha de cada trabajador
- **Tiempo Estimado:** Tiempo en horas que debe durar el reacondicionamiento de acuerdo a la planificación.
- **Total HN:** Total de horas normales trabajadas
- **Total HE:** Total de extras trabajadas.
- En la parte superior del cuadro se describe el significado de los porcentajes de avance.
- Cuando el reacondicionamiento es una bomba se utiliza las siguientes columnas:

**Tabla V.8 Avances del reacondicionamiento de una bomba**

Día 1 (20-30%)
Día 2 (35%)
Día 3 (40-100%)

- **Tiempo total de Reparación:** Es tiempo de duración real del reacondicionamiento.
- **Observación:** Se registra cuando el equipo requiere un servicio externo, o justificar cuando no se cumple con el tiempo estimado.
- Cuando el reacondicionamiento es un reductor se utiliza las siguientes columnas:

**Tabla V.9 Avances del reacondicionamiento de un reductor**

Día 1 (20%)
Día 2 (25%)
Día 3 (25-30%)
Día 4 (35%)
Día 5 (40-100%)

01 DE ABRIL DE 2012

TRABAJADOR	ORDEN DE TRABAJO	PRIORIDAD	CODIGO	CLASE DE PARO	DESCRIPCION DE TAREA	AREA	TIEMPO ESTIMADO	FECHA SOLICITUD BPPS	FECHA INICIO	FECHA FIN	TOTAL HN	TOTAL HE	TERMINADO	CONTINUA	DIA 1 (20-30%)	DIA 2 (35%)	DIA 3 (40-100%)	TIEMPO TOTAL REPARACION	OBSERVACION	
															98% LUBRICADO Y VERIFICADO	100% TERMINADO				
(F3171)	2851	3	017-465	RET	GORMAN RUPP 10X10	AMB	18	02/03/2012	09/04/2012	11/04/2012	18									
(F3171)	28543	3	017-235	REA	GOULDS 3196MTX	PP	18	08/03/2012	10/04/2012	12/04/2012	18									
(F3171)	28604	3	017-721	REA	GOULDS 3196STX	DEST	18	14/03/2012	12/04/2012	13/04/2012	9	9								
(F30868)	27676	3	017-390	RET	WARREN ROTOR 3A	MOL	18	22/03/2012	09/04/2012	11/04/2012	18									
(F30868)	28291	3	017-721	RET	GORMAN RUPP 10X10	AMB	18	28/03/2012	10/04/2012	12/04/2012	18									
(F30868)	28343	3	017-478	RET	GOULDS 3196MTX	MOL	18	28/03/2012	13/04/2012	14/04/2012	9	9								
(F30796)	27050		012-074	REA	REDUCTOR	MOL	36	15/03/2012	09/04/2012	13/04/2012	36									
(F30796)	28503		017-772	REA	GORMAN RUPP 4X4	PP	18	30/03/2012	12/04/2012	14/04/2012	9	9								
(F30793)	27429	3	521-1418	REA	GYROCLEAN	DEST	18	08/03/2012	09/04/2012	11/04/2012	18									
(F30793)	28488	3	853-016	REA	BOMBA CIRCULACION	MOL	18	30/03/2012	10/04/2012	12/04/2012	18									
(F30793)	28501	3	017-689	REA	BOMBA FMC	PP	18	30/03/2012	13/04/2012	14/04/2012	9	9								
(F30791)	28019	3	521-1004	REA	LIMPIADOR CENTRIFUGO	DEST	36	28/03/2012	09/04/2012	13/04/2012	36									
(F30791)	28489	3	521-419	REA	BOMBA TORRE BLANQUEO	DEST	18	30/03/2012	12/04/2012	14/04/2012	9	9								
(31176)	27720	3	017-722	REA	ALLIS C F8B1-319	PP	18	22/03/2012	09/04/2012	11/04/2012	18									
(31176)	28312	3	017-485	RET	GOULDS 3175S	MOL	18	28/03/2012	10/04/2012	12/04/2012	18									
(31176)	28382	3	017-212	REA	ANDRITZ S150-400	DEST	18	29/03/2012	13/04/2012	14/04/2012	9	9								
												PLANIFICADOR: J0860				SUPERVISOR: J4089				

Figura V.4 Programa Diario Propuesto

### V.1.1.3 Plan de Adiestramiento

Para el cumplimiento y buen desarrollo al implementar la propuesta es necesario dar a conocer a los trabajadores, los cambios en la realización de actividades, en el control y planificación de las mismas, así como las auditorías a realizar; se recomienda organizar un plan de Adiestramiento, el cual se muestra a continuación:

**Tabla V.10 Plan de Adiestramiento**

<b>PLAN DE ADIESTRAMIENTO</b>	
<b>¿QUÉ?</b>	Realizar un adiestramiento al personal de los talleres de: Bombas, Carpintería y Soldadura
<b>¿QUIÉN?</b>	El Supervisor de los Talleres
<b>¿CÓMO?</b>	Mediante un Taller Teórico durante 3 horas
<b>¿DÓNDE?</b>	En la Sala de reuniones del Taller Especializado
<b>¿POR QUÉ?</b>	Para dar a conocer los cambios en la realización, planificación y control de las actividades.

### V.1.1.4 Inversión del Plan de Adiestramiento

**Tabla V.11 Inversión del Plan de Adiestramiento**

<b>PERSONAL</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>INVERSIÓN (*)</b>
Supervisor	1	<b>350</b>
Mecánicos	6	<b>864</b>
Soldador	1	<b>206</b>
Carpintero	1	<b>144</b>
	<b>TOTAL</b>	<b>1.564 Bs</b>

(\*) Fuente: Oficina del Taller de Bombas (2012)

### V.1.1.5 Evaluación de la mejora

Para la evaluación se utiliza la tabla Evaluación de las Soluciones, de la metodología ESIDE, como se muestra en la tabla V.12

**Tabla V.12 Evaluación de la propuesta #01**

<b>Organización:</b> Papeles Venezolanos C.A
<b>Sistema en estudio:</b> Departamento de Taller Especializado
<b>Subsistema analizado:</b> Taller de Bombas
<b>Realizado por:</b> Francis Castillo
<b>Fecha:</b> Marzo (2012)
<b>Página:</b> 1

<b>DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Normalización de las actividades para el reacondicionamiento de un equipo</li> <li>- Planificación y control de las actividades</li> </ul>	
<p><b>VENTAJAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Disminuye el tiempo de reacondicionamiento</li> <li>- Disminuye los costos de mano de obra: Bombas: 50% Reductores: 37,5% Ver Anexo #02</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>DESPERDICIOS QUE ELIMINAN/ REDUCEN</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Procedimientos no estandarizados</li> <li>Desbalance de trabajo en la línea</li> <li>Demoras en el proceso</li> <li>Distracciones (falta de concentración)</li> <li>Espera de Instrucciones</li> </ul>
<p><b>DESVENTAJAS</b></p> <p>No aplica para los equipos que van al servicio externo</p>	
<p><b>INVERSIÓN:</b> Adiestramiento: 1.564 Bs Costo de Ingeniería (Ver tabla V.28)</p>	

## V.1.2 Insumos

### V.1.2.1 Propuesta # 02: Dotación de Repuestos del Almacén Satélite

La espera por la entrega de repuestos, es una de las causas de demoras, por las fallas en la disponibilidad en el almacén general; se considera activar el almacén satélite y así disponer de los repuestos para los equipos más críticos y no detener el reacondicionamiento, o en caso de emergencia.

Actualmente es utilizado por los mecánicos del taller de bombas y otros talleres sin ningún control de entradas y salidas. (Ver figura V.5). Su estructura esta dañada (Ver figura V.6), lo cual no garantiza el resguardo de los repuestos.



Figura V.5. Almacén Satélite del Taller de Bombas



Figura V. 6 Laterales del almacén satélite

Antes de la dotación es necesario reacondicionar su estructura y realizar un inventario de los repuestos para cada modelo, como se muestra en la tabla V.13.

El almacén dispone de los repuestos para los modelos de las siguientes bombas:

- Gorman Rupp T3A3-B (3x3)
- Gorman Rupp T4A3-B (4x4)
- Gorman Rupp T6A3-B (6x6)
- Gorman Rupp T8A60-B (8x8)
- Gorman Rupp T83A-B (8x8)
- Gorman Rupp T10A3-B (10x10)
- Goulds 3175S
- Goulds 3196 ST/ST-X
- Goulds 3196 MT/MT-X
- Goulds 3196 LTX
- Goulds 3196 XLT-X
- Goulds 3316L
- Warren Rotor 1/A; 1/B; 2/A; 2/B; 3
- Poseipump
- Robuschi RKN 65-27
- Wenco
- Allis Chalmers F8-B1
- Sulzer
- Voith L-270

**Tabla V.13 Inventario Warren Rotor 1A**

WARREN ROTOR 1A			
PARTE	ID CONTROL	CANTIDAD	EXISTENCIA
EJE	6910025	1	0
RODAMIENTO 7410-B.MP	1240170	2	4
RODAMIENTO 6313-ZZ /J C3	1235700	1	4
BOCINA	6905015	1	2
TAPA CAJA DE ROD	6960002	1	1
TAPA CAJA DE ROD. DE EMPUJE	6966002	1	0
PRENSA EMPAQUE	6919005	1	0
O-RING 5-1/8"X5-3/8"X1/8"	5406250	1	0
ANILLO DE ENFRIAMIENTO	6945400	1	3
TUERCA DE CIERRE KM-10	5215010	1	0
ARA/DE/CIERREMB-10	5215010	1	0
DEFLECTOR	6955115		2
RETEN EXTERNO	020471065	1	1
GUARDAPOLVO	6946015		3
EMPACADURA DE PLATO	6970060		3
EMPACADURA LADO CUPLON ( 1/64 X139MM X 172MM )	6970050	1	1
ESTOPERA (73X95,5X13,8)	0660002	1	0
ESTOPERA (47,63X66,62X6,35)	0655005	1	0

Para el control de salidas de repuestos existe un formato que muestra la figura V.7, para cada modelo de bomba, colocando lo siguiente:

El mecánico marca el recuadro demarcado OK con el símbolo "√" cuando el repuestos se encuentra en el almacén, y el cuadro demarcado de Fecha y Orden de trabajo (O/T) con el símbolo "X" para identificar la salida del material, luego lo entrega al supervisor.

CANT	PARTE	MODELO	WARREN ROTOR 1A			
			D CONTROL	OK	FECHA : O/T	OK
1	EJE	6910025				
2	RODAMIENTO 7410-B.M.P	1240170				
1	RODAMIENTO 6313-ZZ /UO3	1235700				
1	BOQUINA	6905015				
1	TAPA CAJA DE ROD.	6960002				
1	TAPA CAJA DE ROD. DE BIPUJE	6966002				
1	O-RING 5-1/8"X5-3/8"X1/8"	5406250				
1	PRENSA BIPUJE	6919005				
1	ANILLO DE ENFRIAMIENTO	6945400				
1	TUERCA DE CIERRE KM-10	5215010				
1	ARA DE CIERRE B-10	5212010				
1	DEFLECTOR	6955115				
1	RETEN EXTERNO	020471065				
1	GUARDAPOLVO	6946015				
1	BIPACADURA DE PLATO	6970055				
1	BIPACADURA LADO DOPLOX ( 1/64 X139MM X 172MM )	6970050				
1	BIPACADURA LADO IMPULSOR (1/64X130MMX 195MM)	6970020				
1	ESTO PERA (73X95.5X13.8)	0680002				
1	ESTO PERA (47.63X66.62X6.35)	0645005				

**Figura V.7 Formato de Control de Salida de Repuestos**

### V.1.2.2 Inversión de la propuesta

- Reacondicionar la estructura (Ver tabla V.14)

**Tabla V.14 Inversión para reacondicionar la estructura del almacén**

	<b>Cantidad</b>	<b>INVERSIÓN(*) Bs</b>
Malla Hexagonal	1 lámina	<b>150</b>
Mano de Obra	2 horas	<b>137</b>
	<b>TOTAL</b>	<b>387</b>

(\*) Fuente: Departamento de Compras

## - Dotación de Repuestos

De acuerdo al inventario se debe evaluar por modelo los repuestos inexistentes y así cuantificar la inversión (Ver tabla V.15).

**Tabla V.15 Inversión para la dotación de repuestos Bomba Warren Rotor 1A**

<b>WARREN ROTOR 1A</b>			
<b>PARTE</b>	<b>ID CONTROL</b>	<b>EXISTENCIA</b>	<b>INVERSIÓN Bs</b>
EJE	6910025	0	<b>2.800</b>
RODAMIENTO 7410-B.MP	1240170	4	
RODAMIENTO 6313-ZZ /J C3	1235700	4	
BOCINA	6905015	2	
TAPA CAJA DE ROD	6960002	1	
TAPA CAJA DE ROD. DE EMPUJE	6966002	0	<b>460</b>
PRENSA EMPAQUE	6919005	0	<b>4.200</b>
O-RING 5-1/8"X5-3/8"X1/8"	5406250	0	<b>7</b>
ANILLO DE ENFRIAMIENTO	6945400	3	
TUERCA DE CIERRE KM-10	5215010	0	<b>85</b>
ARA/DE/CIERREMB-10	5215010	0	<b>15</b>
DEFLECTOR	6955115	2	
RETEN EXTERNO	020471065	1	
GUARDAPOLVO	6946015	3	
EMPACADURA DE PLATO	6970060	3	
EMPACADURA LADO CUPLON ( 1/64 X139MM X 172MM )	6970050	1	
ESTOPERA (73X95,5X13,8)	0660002	0	<b>150</b>
ESTOPERA (47,63X66,62X6,35)	0655005	0	<b>60</b>
		<b>TOTAL</b>	<b>7.777 Bs</b>

Igualmente se realizó para los demás modelos, la tabla V.16 muestra el total de la inversión de esta propuesta.

**Tabla V.16 Total de la Inversión de la Propuesta #02**

	<b>INVERSIÓN (*) Bs</b>
Gorman Rupp T3A3-B (3x3)	<b>6.000</b>
Gorman Rupp T4A3-B (4x4)	<b>9.815</b>
Gorman Rupp T6A3-B (6x6)	<b>29.231,65</b>
Gorman Rupp T8A60-B (8x8)	<b>20.553</b>
Gorman Rupp T8A3-B (8x8)	<b>14.101</b>
Gorman Rupp T10A3-B (10x10)	<b>6.757</b>
Goulds 3175S	<b>20.107</b>
Goulds 3196 ST/ST-X	<b>15.248</b>
Goulds 3196 MT/MT-X	<b>5.508,32</b>
Goulds 3196 LTX	<b>16.581</b>
Goulds 3196 XLT-X	<b>17.398</b>
Goulds 3316L	<b>22.707,16</b>
Warren Rotor 1/A	<b>7.777</b>
Warren Rotor 1/B	<b>10.189,18</b>
Warren Rotor 2/A	<b>14.185</b>
Warren Rotor 2/B	<b>10.595</b>
Warren Rotor 3	<b>20.716,35</b>
Poseipump	<b>13.936</b>
Robuschi RKN 65-27	<b>155</b>
Wenco	<b>15.636,61</b>
Allis Chalmers F8-B1	<b>16.148,69</b>
Sulzer	<b>30.790,04</b>
Voith L-270	<b>2.301,35</b>
Reacondicionar la estructura	<b>387</b>
<b>TOTAL</b>	<b>326.824,35 Bs</b>

(\*) Fuente: Departamento de Compras

El costo de oportunidad que genera esta inversión, con una tasa de interés 12,50%(\*) es de:  $CO = 326.824,35 \times (0,1250) = 40.853 \text{ Bs}$

(\*) Fuente: Pagina web del Banco de Venezuela

### V.1.2.3 Evaluación de la mejora

Para la evaluación se utiliza la tabla Evaluación de las Soluciones, de la metodología ESIDE, como se muestra en la tabla V.17

**Tabla V.17 Evaluación de la propuesta #02**

<b>Organización:</b> Papeles Venezolanos C.A
<b>Sistema en estudio:</b> Departamento de Taller Especializado
<b>Subsistema analizado:</b> Taller de Bombas
<b>Realizado por:</b> Francis Castillo
<b>Fecha:</b> Marzo (2012)
<b>Página:</b> 1

<b>DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN</b>	
Dotación de repuestos del almacén satélite	
<b>VENTAJAS</b>  - Disminuye el tiempo entrega de repuestos - Garantiza la disponibilidad de los repuestos para los equipos críticos	<b>DESPERDICIOS QUE ELIMINAN/ REDUCEN</b>  Fallas en la disponibilidad
<b>DESVENTAJAS</b>  No hay existencia de todos los repuestos necesarios	
<b>INVERSIÓN:</b>  326.824,35 Bs	

### **V.1.3 Producto**

#### **V.1.3.1 Propuesta #03: Auditorías y Formación**

El análisis de los 5 ¿Por qué? (Ver Capítulo IV, tabla IV.12), demuestra que el producto defectuoso es causado por la falta de supervisión de las actividades, por tanto, se considera conveniente realizar auditorías a las bombas centrífugas que lleguen en condición de retrabajo (RET), es decir, fallas debidas a un reacondicionamiento mal ejecutado, así como las que no cumplan con la vida útil establecida (240 días).

El 25% de las causas de fallas se producen por defectos en el mantenimiento, el resto por instalación y operación. En la auditoría el supervisor, conjuntamente con el mecánico, debe identificar, evaluar y corregir las causas.

- Diagnóstico:

El supervisor evalúa el Diagnóstico realizado por el mecánico para identificar las causas de fallas y tomar las siguientes acciones de acuerdo a la causa:

- Mantenimiento:

- Indica al mecánico los defectos del reacondicionamiento que causaron la falla de bomba para no incurrir en ellos nuevamente.

- Incluir dentro de la reunión semanal, cinco minutos para charlas de formación, que contenga temas relacionados con:

- Causas y fallas de los equipos

- Desarme y armado de equipos

- Incentivar al uso de Manuales

- Diagnóstico de equipos

- Manejo de las herramientas adecuadas

- Instalación u operación: Realiza el informe de reporte de fallas al supervisor de planta para que realice las correcciones respectivas.

- Armado

Luego que el supervisor evalúa el Diagnóstico y detecta las causas de las fallas, aprueba los trabajos a realizar en el formato que muestra la figura V.8, y la entrega al mecánico para su ejecución.



**TALLER ESPECIALIZADO  
TALLER DE BOMBAS  
CONTROL DE REPARACION DE BOMBAS CENTRIFUGAS**

EQUIPO \_\_\_\_\_

ODT \_\_\_\_\_

MECÁNICO \_\_\_\_\_

**TRABAJOS APROBADOS**

<b>ROTOR</b>	CAMBIO DE EJE CAMBIO DE RODAMIENTOS CAMBIO DE BOCINA CAMBIO/ REPARACIÓN DE IMPULSOR CAMBIO/REPARACIÓN DE CUPLÓN BALANCEO METALIZACIÓN RECTIFICACIÓN	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<b>ESTATOR</b>	CAMBIO DE FRAME CAMBIO DEL PLATO DE DESGASTE CAMBIO DE TORNILLOS CAMBIO DE VISOR DE ACEITE CAMBIO DE TAPONES METALIZACIÓN RECTIFICACIÓN SOLDADURA	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<b>GENERAL</b>	CAMBIO DE SELLOS LUBRICACIÓN PINTURA LAVADO	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

v = REALIZAR X = NO REALIZAR

**OBSERVACIONES**

**Figura V.8 Control de reparación de bombas**

### V.1.3.2 Evaluación de la mejora

Para la evaluación se utiliza la tabla Evaluación de las Soluciones, de la metodología ESIDE, como se muestra en la tabla V.18

**Tabla V.18 Evaluación de la propuesta #03**

<b>Organización:</b> Papeles Venezolanos C.A	
<b>Sistema en estudio:</b> Departamento de Taller Especializado	
<b>Subsistema analizado:</b> Taller de Bombas	
<b>Realizado por:</b> Francis Castillo	
<b>Fecha:</b> Marzo (2012)	
<b>Página:</b> 1	
<b>DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN</b>	
<p>Evaluar por medio de auditorías los equipos en condición de RET y los que no cumplen con el tiempo de vida útil establecida.</p> <p>Dictar charla “15 minutos de Formación”, con temas relacionados al reacondicionamiento</p>	
<p><b>VENTAJAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Permite detectar las omisiones en el Diagnóstico.</li> <li>- Detecta y corrige las fallas en el armado</li> <li>- Evalúa el desempeño del mecánico</li> </ul>	<p><b>DESPERDICIOS QUE ELIMINAN/ REDUCEN</b></p> <p>Producto Defectuoso</p>
<p><b>DESVENTAJAS</b></p> <p>No evalúa todos los equipos que llegan al taller</p>	
<p><b>INVERSIÓN:</b></p> <p>Costo de Ingeniería (Ver tabla V.28)</p>	

## V.2 MEJORAS EN EL TALLER DE CARPINTERÍA

### V.2.1 Propuesta # 04: Aplicación de las 5 “S” de la limpieza

La metodología se aplica en las siguientes áreas:

- Almacén de Madera (Ver figura V.9)
- Almacén de pinturas (Ver figura V.10)
- Mesa de la prensa (Ver figura V.11)



Figura V.9 Almacén de Madera



Figura V.10 Almacén de pinturas



Figura V.11 Mesa de Prensa

### SEIRI – Clasificar

**Separar lo que es necesario de lo que no y retirar lo que es inútil.**

Identificar elementos innecesarios: En esta primera S, es necesario un trabajo a fondo en el área, para solamente dejar lo que sirve. Se utiliza un formato para realizar la clasificación, anotar tanto los objetos innecesarios como necesarios en el área de estudio. A continuación se muestran los formatos para cada área (ver tabla V.19, V.20 y V.21).

Tabla V.19 Formato para aplicar clasificación de los elementos- Almacén de Madera

## PLAN DE ACCIÓN PARA RETIRAR LOS ELEMENTOS INNECESARIOS

Aplicado a: Taller de Carpintería

Área de aplicación: Almacén de Madera

Página: 1

Decisión:

**Objetos Necesarios**

A: mantener el elemento en el mismo lugar.

B: Mover el elemento a una nueva ubicación

**Objetos Innecesarios**

C: Eliminar el objeto: 1: desecharlo; 2: venderlo; 3: devolverlo al proveedor; 4: Donarlo

¿Es necesario este objeto?  
¿Si es necesario, tiene que estar aquí?

ELEMENTOS NECESARIOS				ELEMENTOS NO NECESARIOS		
Nombre del Objeto	Cantidad	Decisión	Imagen	Nombre del Objeto	Decisión	Imagen
Tabla de Madera 3,30 m de largo	7	B		Lámina Esparcida	1	
Pedazos de madera y acrílicos de diversos tamaños	-	B		Envase Plástico	1	
Rollos de Lijas	6	B		Manguera de Plástico	1	
				Láminas de Cartón	1	

Tabla V.20 Formato para aplicar clasificación de los elementos – Almacén de Pinturas

## PLAN DE ACCIÓN PARA RETIRAR LOS ELEMENTOS INNECESARIOS

Aplicado a: Taller de Carpintería

Área de aplicación: Almacén de Pinturas

Página: 2

Decisión:

**Objetos Necesarios**

A: mantener el elemento en el mismo lugar.

B: Mover el elemento a una nueva ubicación

**Objetos Innecesarios**

C: Eliminar el objeto: 1: desecharlo; 2: venderlo; 3: devolverlo al proveedor; 4: Donarlo

¿Es necesario este objeto?  
¿Si es necesario, tiene que estar aquí?

ELEMENTOS NECESARIOS				ELEMENTOS NO NECESARIOS		
Nombre del Objeto	Cantidad	Decisión	Imagen	Nombre del Objeto	Decisión	Imagen
Almacén de Clavos	7	A		Botella de Vidrio	1	
Detergente en polvo	1	B		Galón de pintura	1	
Maletín de Herramientas	2	B				
Materiales	4	B				
Galones de pintura emulsionada, acabados para madera, thinner	25	B				
Caja para tornillos	1	B				

Tabla V.21 Formato para aplicar clasificación de los elementos – Mesa de Prensa

# PLAN DE ACCIÓN PARA RETIRAR LOS ELEMENTOS INNECESARIOS

Aplicado a: Taller de Carpintería

Área de aplicación: Mesa de Prensa

Página: 3

Decisión:

**Objetos Necesarios**

A: mantener el elemento en el mismo lugar.

B: Mover el elemento a una nueva ubicación

**Objetos Innecesarios**

C: Eliminar el objeto: 1: desecharlo; 2: venderlo; 3: devolverlo al proveedor; 4: Donarlo

¿Es necesario este objeto?  
¿Si es necesario, tiene que estar aquí?

ELEMENTOS NECESARIOS				ELEMENTOS NO NECESARIOS		
Nombre del Objeto	Cantidad	Decisión	Imagen	Nombre del Objeto	Decisión	Imagen
Prensa de Banco	1	B		Envase de plástico	1	-
Trabajos por culminar	10	A				
Rollos de lijas y otros	6	A				
Rollos de Lijas	6	B				
Lijas	3	B				
Thiner	1	B				

## SEITON – Organizar

### Colocar lo necesario en un lugar fácilmente accesible

Una vez que se tiene la clasificación de los objetos necesarios y los innecesarios, se deben organizar los necesarios colocándolas por orden según criterio de:

- Seguridad: que no se puedan caer, que no se puedan mover, que no estorben.
- Calidad: que no se oxiden, que no se golpeen, que no se puedan mezclar, que no se deterioren.
- Eficacia: minimizar el tiempo perdido.

### Almacén de Madera

- Las tablas de madera no son usadas con frecuencia es recomendable subir el estante a 1,50m de altura y colocar todas las tablas de 3,30m de largo.
- Los pedazos de madera y acrílico deben organizarse por tamaños y colocarlos junto a la materia prima. Se recomienda adquirir un nuevo estante y así almacenar los materiales en un solo espacio (ver figura V.12).

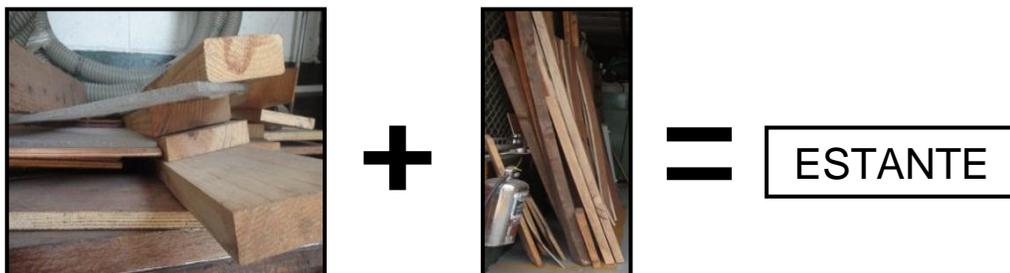


Figura V.12 Organización de la materia prima

### Mueble para materia prima

Consiste en un estante de 150cm\*71cm\*80cm, con 3 separadores de 150cm\*23cm\*80cm cada uno, fabricado con tubos de sección circular de 1 1/2" y el piso con lámina de hierro negro de 1/4", para almacenar la madera en

posición vertical; uno de los separadores está dividido en dos secciones de 50cm\*23cm\*80cm cada uno, con paredes de láminas galvanizadas de 1/16” para el almacenamiento de la madera de menor tamaño. (Ver figura V.13).

### **Inversión de la Propuesta**

La tabla V.22 muestra detalladamente la inversión del mueble para materia prima.

**Tabla V.22 Inversión del mueble para materia prima**

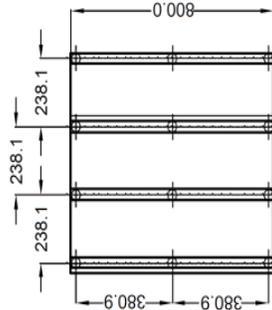
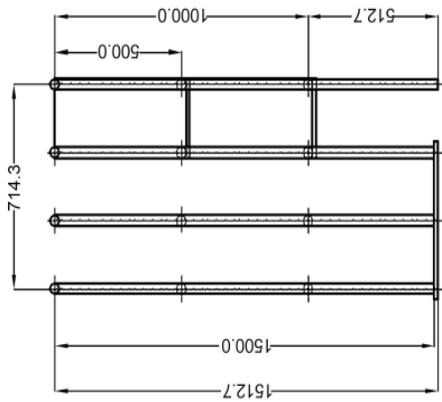
	<b>Cantidad</b>	<b>INVERSIÓN(*) Bs</b>
Tubo Galvanizado de sección circular de 1 ½”	1	<b>410</b>
Lámina de Hierro Negro ¼”	1	<b>1.040</b>
Lámina Galvanizada 1/16”	1	<b>465</b>
Discos de Corte de 7”	6	<b>54,66</b>
Mano de Obra	90 horas	<b>4.320</b>
	<b>TOTAL</b>	<b>6.290</b>

(\*) Fuente: Departamento de Compras

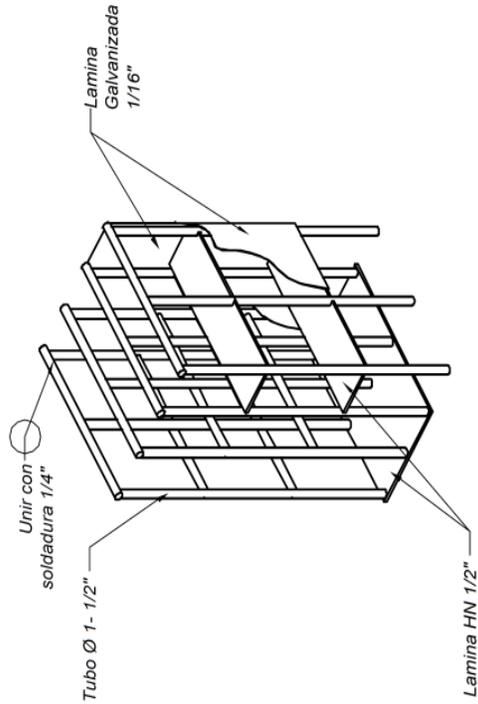
- Los rollos de lijas deben ser ubicados en el segundo nivel de la mesa de prensa.



ID CONTROL:



**ISOMETRIA**



Nota: Todas las medidas están dadas en Milímetros.  
Excepto lo indicado, ajustar dimensiones al momento de realizar la instalación.



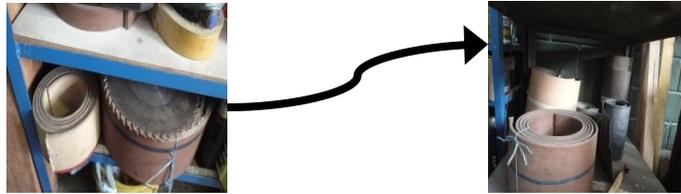
**PAPELES VENEZOLANOS, C.A.**  
GUACARA - VENEZUELA

TITULO:		TALLER ESPECIALIZADO	
MUEBLE PARA MATERIA PRIMA		AREA TALLER DE CARPINTERIA	
DIBUJO:	F. Ojeda	REVISO:	R. Prato
FECHA:	15-03-2012	FECHA:	15-03-2012
DWG.:		POS.:	
MAT.:	INDICADAS	ESCALA:	ALMACEN
ID CONTROL:		PLANO No.	PFO-120315-225
			1

**Figura V.13 Mueble para materia prima**

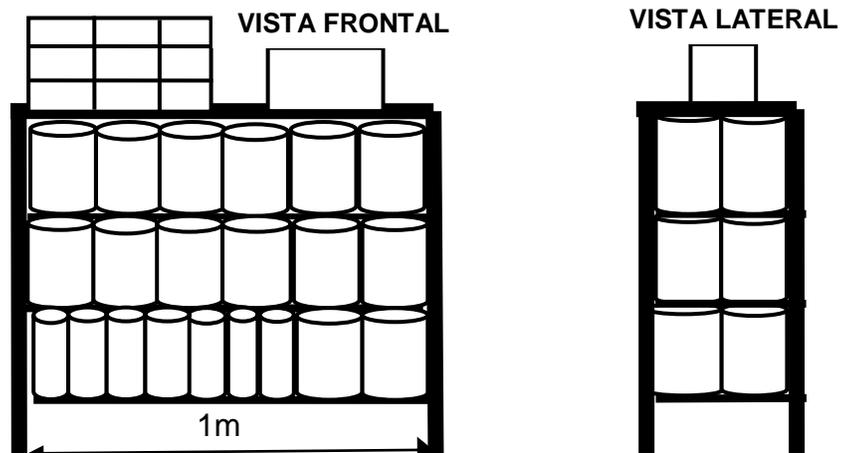
## Almacén de Pinturas

- El detergente en polvo y los maletines colocarlo en el almacén de herramientas.
- Los materiales colocarlos en el segundo nivel de la mesa de prensa junto a los rollos de lijas (ver figura V.14)



**Figura V.14 Organización de los rollos de lijas**

- Las pinturas deben ser reubicadas y desechar los envases de pintura vacíos o vencidos.
- La caja de tornillos ubicarlos junto al almacén de clavos.
- El almacén posee 1,60m de largo, es recomendable reducirlo a 1m, espacio suficiente para el almacenamiento. La figura V.15 muestra la distribución propuesta del almacén de pinturas, con capacidad para almacenar 26 galones de pinturas en dos filas por cada nivel y lacas para madera y spray.



**Figura V.15 Organización propuesta para el almacén de pinturas**

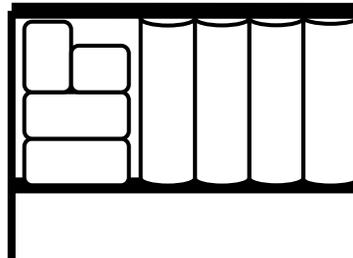
## Mesa de Prensa

- La Prensa puede ubicarse en una base menor tamaño en el mismo lugar (ver figura V.16) y reubicar la mesa en otra área del taller para colocar los trabajos a culminar, en el segundo nivel almacenar los rollos de lijas y otros.



**Figura V.16 Base para la prensa de banco**

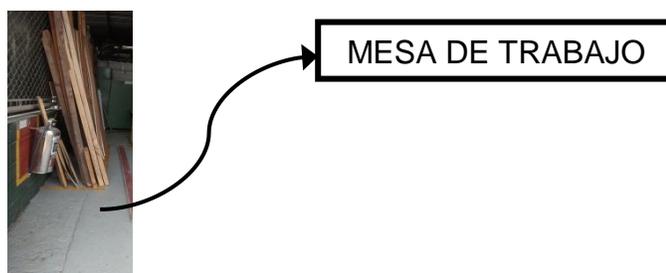
- Organizar el segundo nivel, colocar todos los rollos de lijas y así evitar colocarlos alrededor de la mesa. (Ver figura V.17)



**Figura V.17 Organización del segundo nivel de la mesa**

- Las lijas ubicarlas en el segundo nivel
- El thiner debe ser colocado en el almacén pinturas

De igual manera se recomienda una mesa de trabajo ubicada en el almacén de materiales (Ver figura V.18), para ello se requiere una redistribución del área del taller que garantice mayor espacio y comodidad al realizar las tareas (Ver figura V.19). Colocar una lámina de aluminio para evitar el paso de los rayos del sol, cambiar de ubicación la ventilación; y colocar tres lámparas en el lateral derecho del taller.



**Figura V.18 Ubicación de la mesa de trabajo**

### **Mesa de Trabajo Plegable**

Consiste en una mesa de madera de 5,25m\*0,7m, dividida en dos secciones de 2,15m y 3,10m respectivamente, apoyada en seis (6) ménsulas plegables, y dos cadenas para anclaje, colocada en una de las paredes laterales del taller que le permitirán resguardar la mesa cuando no esté en uso, y así no limitar el espacio. Ver figura V.20

### **Inversión de la Propuesta**

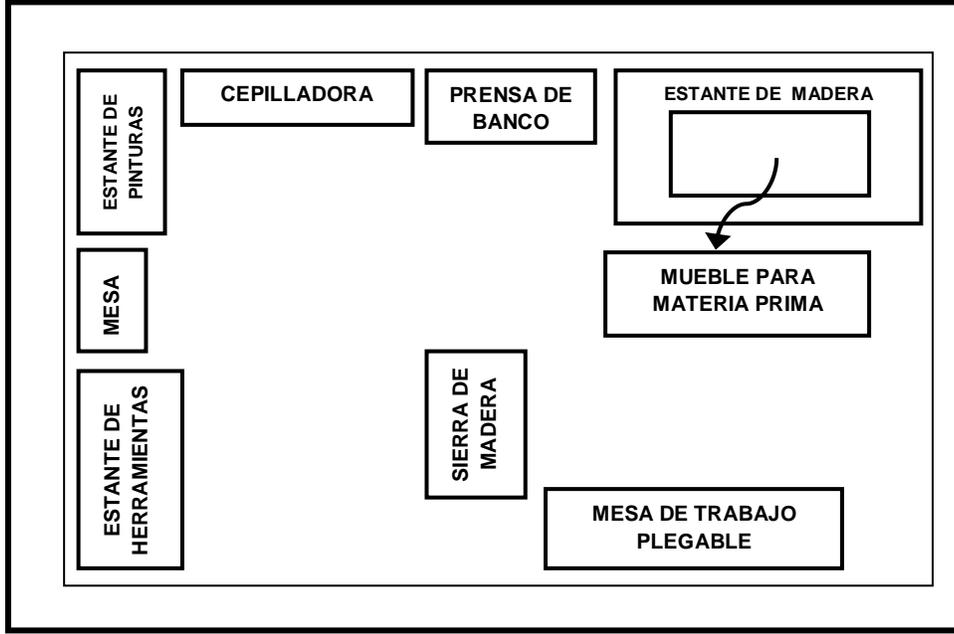
La tabla V.23 muestra detalladamente la inversión de la propuesta

**Tabla V.23 Inversión de la mesa de trabajo plegable**

	<b>Cantidad</b>	<b>INVERSIÓN (*) Bs</b>
Lámina de Contraenchapado	3	<b>780</b>
Ménsula Plegable de alta capacidad	6	<b>1.410</b>
Cadena para anclaje	3 Kg	<b>165</b>
Mano de Obra	45 horas	<b>2.160</b>
	<b>TOTAL</b>	<b>4.515 Bs</b>

(\*) Fuente: Departamento de Compras

### Distribución Propuesta



### Distribución Actual

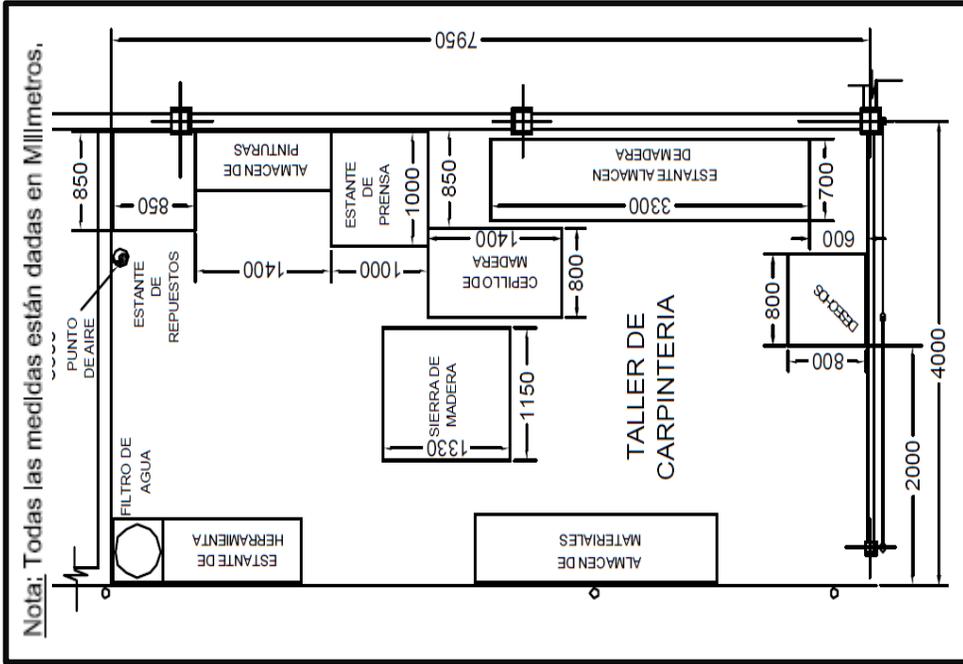
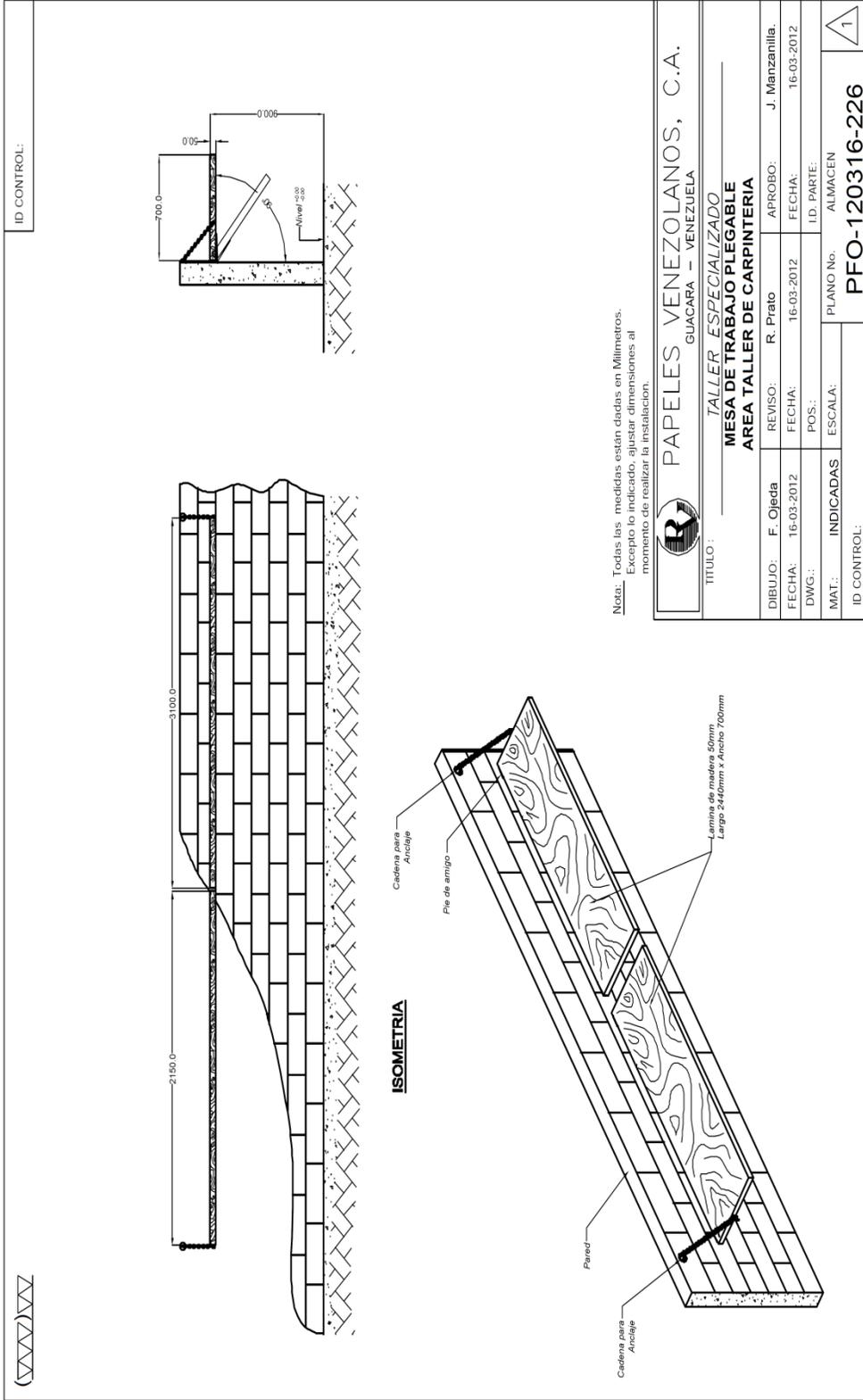


Figura V.19 Distribución en planta propuesta



**Figura V.20 Mesa de trabajo plegable**

## **SEISO – Limpieza**

### **Limpiar las áreas sucias**

- Pintar las paredes del taller de color blanco y verde.
- Demarcar las áreas con pintura en aceite gris y amarillo de acuerdo a la nueva distribución.
- Limpiar el almacén de pinturas y la mesa de los rollos de lijas.

## **SEISHO - Coordinar**

### **Mantener constantemente el estado de orden, limpieza e higiene de nuestro sitio de trabajo.**

En esta etapa se tiende a conservar lo que se ha logrado. Incentivar al trabajador a la limpieza con regularidad, a mantener todo en su sitio y en orden.

- 1.- Colocar en la cartelera del taller (Ver figura V.21), el antes y después de la aplicación de la 5 “S”, por medio de fotografías.



**Figura V.21 Cartelera del taller**

- 2.- Elaborar un cartel que incentive al orden y limpieza (Ver figura V.22), y colocarlo en un lugar visible.



**Figura V.22 Cartel**

## **Shitsuke – Disciplina**

### **Hacer de esto un hábito**

El supervisor debe fomentar hábitos de orden y limpieza en las charlas diarias de 6 minutos de seguridad.

El carpintero debe realizar una limpieza diaria del taller al finalizar las actividades y una limpieza general cada mes.

### **V.2.2 Inversión de la Propuesta # 04**

La tabla V.24 muestra detalladamente la inversión de la propuesta

**Tabla V.24 Inversión de la propuesta # 04**

	<b>INVERSIÓN(*)</b>
Mueble para materia prima	<b>6.290</b>
Modificación del almacén de pinturas	<b>2.160</b>
Mesa de trabajo plegable	<b>4.515</b>
Base para prensa de banco	<b>384</b>
Cambio de ventilación	<b>432</b>
Lámparas	<b>1.800</b>
Pintura	<b>1.500</b>
<b>TOTAL</b>	<b>17.081</b>

(\*) Fuente: Departamento de Compras

### V.2.3 Evaluación de la mejora

Para la evaluación se utiliza la tabla Evaluación de las Soluciones, de la metodología ESIDE, como se muestra en la tabla V.25

**Tabla V.25 Evaluación de la propuesta #04**

<b>Organización:</b> Papeles Venezolanos C.A
<b>Sistema en estudio:</b> Departamento de Taller Especializado
<b>Subsistema analizado:</b> Taller de Carpintería
<b>Realizado por:</b> Francis Castillo
<b>Fecha:</b> Marzo (2012)
<b>Página:</b> 1

<b>DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN</b>	
Aplicación de la 5 "S" de la limpieza	
<p><b>VENTAJAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminución de fatiga</li> <li>• Mayor comodidad al realizar las actividades</li> <li>• Incremento del área del Taller</li> <li>• Mayor facilidad en el manejo de la materia prima</li> <li>• Mayor organización y limpieza</li> </ul>	<p><b>DESPERDICIOS QUE ELIMINAN/ REDUCEN</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Condiciones que provocan fatiga</li> <li>- Inadecuada distribución de equipos, máquinas y herramientas.</li> <li>- Condiciones ambientales inadecuadas</li> </ul>
<p><b>DESVENTAJAS</b></p> <p>No Aplica</p>	
<p><b>INVERSIÓN:</b> 17.081 Bs</p>	

### V.3 MEJORAS EN EL TALLER DE SOLDADURA

#### V.3.1 Propuesta #05: Ampliación de mesa de trabajo y adaptación para nivel:

Consiste en ampliar la mesa de trabajo, incorporando una mesa de 150cm\*60cm, la cual, por medio de pernos de sujeción, permite adaptarse a un nivel de altura adecuada para realizar la actividad, fabricada con lámina de hierro negro 1/2", tubos de sección circular 1-1/2" y 2". (Ver figura V.23). La figura V.24, muestra la distribución en planta del taller de soldadura, con la adaptación de la mesa.

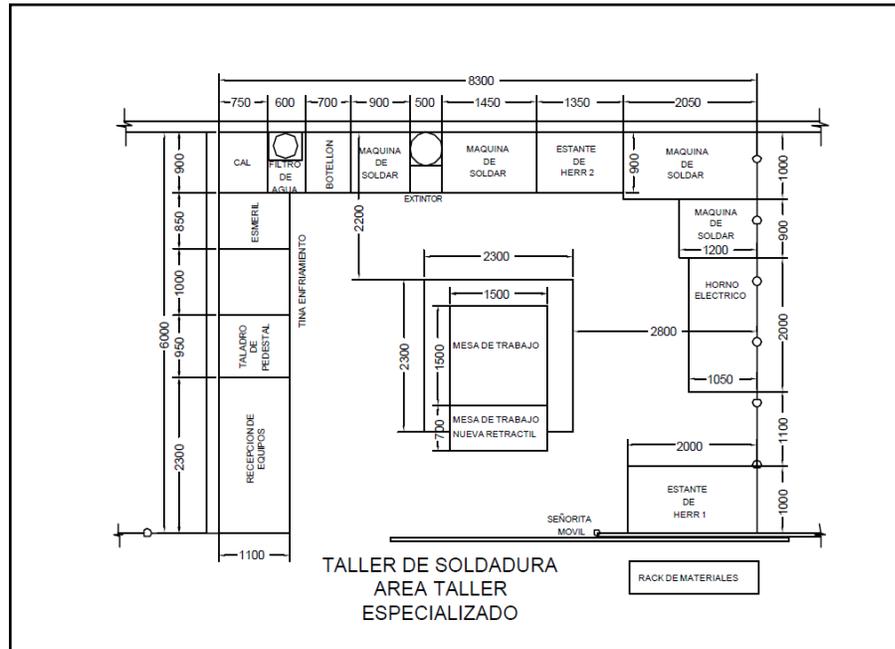


Figura V.23 Distribución Propuesta en planta del Taller de Soldadura

#### V.3.2 Inversión de la Propuesta

La tabla V.26 muestra detalladamente la inversión de la propuesta

**Tabla V.26 Inversión de la propuesta # 05**

	<b>Cantidad</b>	<b>INVERSIÓN(*)</b>
Lámina de hierro negro 1 ½"	1	<b>1.950</b>
Tubo galvanizado de sección circular 2"	1	<b>525</b>
Tubo galvanizado de sección circular 1 ½"	1	<b>410</b>
Mano de Obra	90 horas	<b>4320</b>
<b>TOTAL</b>		<b>7.205 Bs</b>

(\*) Fuente: Departamento de Compras

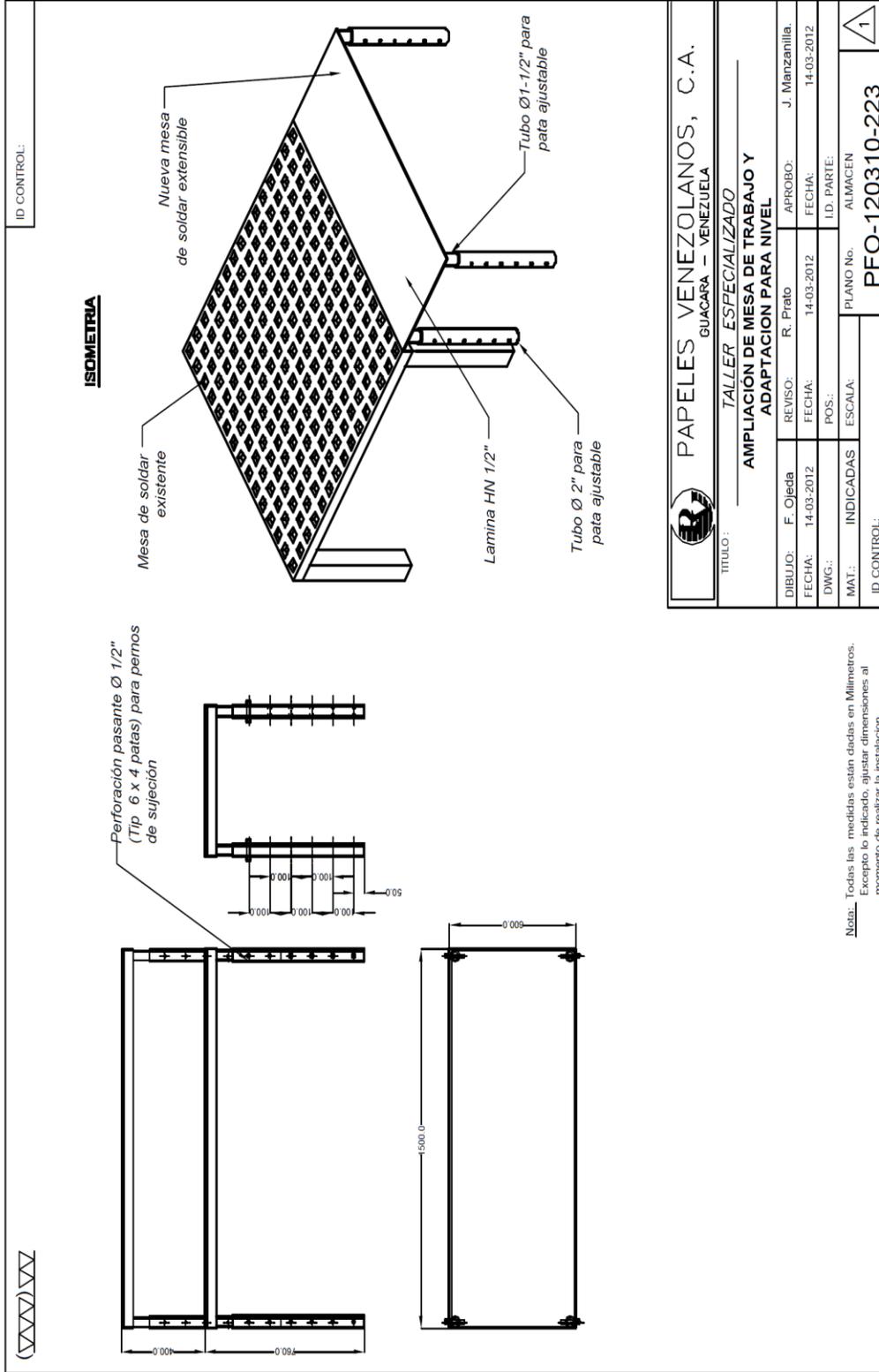
### **V.3.3 Evaluación de la mejora**

Para la evaluación se utiliza la tabla Evaluación de las Soluciones, de la metodología ESIDE, como se muestra en la tabla V.27

**Tabla V.27 Evaluación de la propuesta #05**

<b>Organización:</b> Papeles Venezolanos C.A
<b>Sistema en estudio:</b> Departamento de Taller Especializado
<b>Subsistema analizado:</b> Taller de Soldadura
<b>Realizado por:</b> Francis Castillo
<b>Fecha:</b> Marzo (2012)
<b>Página:</b> 1

<b>DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN</b>	
Ampliación de mesa de trabajo y adaptación para nivel	
<b>VENTAJAS</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminución de fatiga</li> <li>• Se puede ajustar según lo requiera la actividad</li> </ul>	<b>DESPERDICIOS QUE ELIMINAN/ REDUCEN</b>  Condiciones que provocan fatiga
<b>DESVENTAJAS</b>  No Aplica	
<b>INVERSIÓN:</b>  7.205 Bs	



**Figura V.24 Ampliación Mesa de trabajo y adaptación para nivel**

## V.4 Evaluación Económica

### V.4.1 Resumen de Inversión de las propuestas en los talleres de: Bombas, Carpintería y Soldadura

La tabla V.28 muestra la inversión total al implementar todas las propuestas.

**Tabla V.28 Resumen de la inversión**

<b>Taller</b>	<b>Mejoras</b>	<b>INVERSIÓN</b>
Bombas	Propuesta #01: - Normalización de las actividades - Control y planificación de las actividades	<b>1.564</b>
	Propuesta #02: Dotación de repuestos del almacén satélite	<b>40.853</b>
	Propuesta #03: Auditoría de Actividades	
Carpintería	Propuesta #04: Aplicación de las 5 "S" de la limpieza	<b>17.081</b>
Soldadura	Propuesta #05: Ampliación de mesa de trabajo y adaptación de nivel	<b>7.205</b>
	Costo de Ingeniería	<b>10.000</b>
	<b>TOTAL</b>	<b>76.703 Bs</b>

## V.4.2 Beneficios Económicos

Considerando que el ahorro es el mismo, ya bien sea una bomba un reductor (ver Anexo #02). El beneficio que genera la implementación de estas propuestas es de 12.960 Bs/mes y un tiempo de recuperación de la inversión de 6 meses.

De igual forma se generan otros beneficios económicos. Al implementar las auditorías se garantiza que el equipo cumpla con su vida útil, evitando costos de reacondicionamientos adicionales.

## V.5 Plan de Acción

Una vez evaluado el impacto económico de las propuestas, se propone un plan de acción a la empresa para su ejecución, de acuerdo al paso 9 de la Metodología ESIDE, la tabla V.29 muestra el orden en que deben ser aplicadas.

**Tabla V.29 Plan de Acción**

<b>Organización:</b> Papeles Venezolanos C.A
<b>Sistema en estudio:</b> Departamento de Taller Especializado
<b>Realizado por:</b> Francis Castillo
<b>Fecha:</b> Abril (2012)
<b>Página:</b> 1

ACCIÓN A SEGUIR	FECHA		RESPONSABLE	RECURSOS
	INICIO	FIN		
- Normalización de actividades - Planificación y Control de las actividades	02/05/2012	20/05/2012	Supervisor	Ver tabla V.28
Dotación de repuestos del almacén satélite	02/05/2012	31/05/2012	Supervisor Superintendente	Ver tabla V.14
Auditoría de Actividades	02/05/2012	20/05/2012	Supervisor Mecánicos	Ver tabla V.28
Aplicación de las 5 "S" de la limpieza	20/05/2012	20/06/2012	Supervisor Carpintero Soldador	Ver tabla V.23
Ampliación de mesa de trabajo y adaptación de nivel	02/05/2012	13/05/2012	Supervisor Soldador	Ver tabla V.25

## CONCLUSIONES

Este Trabajo Especial de Grado se orientó al análisis de la situación actual de los talleres de: Bombas, Carpintería y Soldadura del departamento de Taller Especializado con el propósito de generar propuestas para reducir el tiempo de reacondicionamiento de los equipos y los costos de mantenimiento, eliminar condiciones ambientales inadecuadas y reducir movimientos disergonómicos.

Esta investigación proporciona el orden, manejo y las técnicas necesarias para dar efectivamente con los desperdicios presentes y con las soluciones adecuadas cumpliéndose con el objetivo de estudio. A continuación se muestra cada una de las propuestas y su impacto en el sistema:

- La normalización del proceso establece las actividades por día y su tiempo de ejecución, de acuerdo al equipo a reparar, logrando reducir el tiempo de reacondicionamiento de 6 días/bomba a 3 días/bomba y 8 días/reductor a 5 días/reductor, generando una disminución del costo de mano de obra del 50% en el reacondicionamiento de una bomba y 37,5% en un reductor.

- Conjuntamente con la normalización, la planificación y control de las actividades elimina los desperdicios de distracciones, las demoras provocadas por espera de instrucciones, aumentando los indicadores de eficiencia y órdenes de trabajos ejecutadas por mecánico.

- A través de la dotación de repuestos del almacén satélite se garantiza su disponibilidad, evitando detener el proceso y reduce las demoras por espera de entrega. El control de salida permite mantener el stock y regula el uso de los repuestos.

- La auditoría de actividades permiten detectar y corregir las causas de fallas de los equipos, evitando que regresen en esas condiciones y garantizar

que cumpla su vida útil, reduciendo los costos de mantenimiento al disminuir los reacondicionamientos del equipo.

- Con la aplicación de las 5 “S” se obtiene orden y limpieza, además disminución de fatiga al incorporar una mesa de trabajo plegable para realizar con mayor comodidad las actividades; incremento del área del Taller, con una adecuada distribución en planta y mayor facilidad en el manejo de la materia prima con un nuevo diseño de almacén.

- Ampliación de mesa de trabajo y adaptación para nivel evitando posiciones inadecuadas al realizar las actividades, lo cual disminuye desperdicio de condiciones que provocan fatiga.

El monto total de la inversión de la propuesta se estima Bs 76.703 y los beneficios económicos en 12.960 Bs/mes, con un retorno de la inversión de 6 meses.

La implementación de las propuestas fue aprobada en un 85%, y serán ejecutadas de acuerdo al plan de acción.

## RECOMENDACIONES

- Implementar las mejoras propuestas en este Trabajo Especial de Grado, de acuerdo al plan de acción.
- Realizar un estudio del proceso de los demás talleres y así garantizar mejora continúa en todo el departamento de Taller Especializado.
- Suministrar a los trabajadores mensualmente en las reuniones con el supervisor el estado de los indicadores y el rendimiento de sus actividades, para así involucrarlos con los objetivos del taller y su aporte para alcanzarlos.
- Desarrollar un estudio de Ergonomía en todos los talleres del departamento, a fin de preservar la salud de los trabajadores.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barrios M., Illada R., Ortiz F. y Sira S. (2007). ESIDE y Diagrama Múltiples. Herramienta para la mejora continua de los procesos. Series de cuadernos de Ingeniería Industrial. Universidad de Carabobo. Valencia-Venezuela.
- Borrego, L y Sánchez C (2008). **Mejoras para elevar la productividad en el proceso de elaboración de bobinas de empaque flexible. Caso: EMPRESAS MORROCEL C.A.** Trabajo Especial de Grado. Universidad de Carabobo
- Burgos, F. (2005) “Ingeniería de Métodos, Calidad – Productividad”. Universidad de Carabobo. Valencia-Venezuela.
- Guedez, G y Garay J. (2009). **Propuesta de Mejoras para aumentar la producción en la empresa agroindustrias de alimentos El Chirguño C.A.** Trabajo Especial de Grado. Universidad de Carabobo
- Guillent, E y Juárez M. (2011). **Propuestas de Mejora en el mantenimiento que realiza Ferpe C.A en Bolivariana de Puertos de Puerto Cabello.** Trabajo Especial de Grado. Universidad de Carabobo
- Mujica, J (2005). **Propuestas de Mejoras en el sistema de fabricación de inversiones y cocinas Consmoca C.A.** Trabajo Especial de Grado. Universidad de Carabobo
- Norma Técnica Colombiana NTC 1486 (2008). Documento en línea consultado en enero 2012 Disponible en:  
[http://palmira.univalle.edu.co/la\\_sede/dependencias/biblioteca/Documentos/NormasTrabajosDeGrado-2010.pdf](http://palmira.univalle.edu.co/la_sede/dependencias/biblioteca/Documentos/NormasTrabajosDeGrado-2010.pdf)
- Ruiz, P (2003). **Manual Técnico de Reparación para el Taller de Bombas de la Empresa Papeles Venezolanos C.A PAVECA.** Trabajo Especial de Grado. Universidad Nacional Experimental del Táchira.

## ANEXO # 01

### Cálculo de los Indicadores de Gestión

Para el cálculo de los indicadores de Gestión se tomó el mes de diciembre de 2011 y enero de 2012, a continuación se detalla cada uno de ellos:

#### Órdenes de trabajo ejecutadas por trabajador en el mes en cada taller.

De acuerdo al programa diario llevado por el supervisor en el mes de enero 2012, la cantidad de Órdenes ejecutadas por mecánico fue la siguiente:

**Tabla A.1 Cantidad de Órdenes ejecutadas por trabajador**

	Órdenes de trabajo ejecutadas por trabajador
Mecánico 1	5
Mecánico 2	4
Mecánico 3	3
Mecánico 4	5
Mecánico 5	9
Mecánico 6	1
Total	27
Total por cada mecánico	5
Soldador	16
Carpintero	6

#### Órdenes de trabajo en espera en el mes de cada taller.

Se contabilizaron las órdenes de trabajo que no fueron procesadas en el mes de enero 2012, de cada taller, que registra el sistema computarizado.

**Tabla A.2 Órdenes en Espera – Taller de Bombas**

<b>Equipo</b>	<b>Código</b>	<b>Orden</b>
REDUCTOR	012-113	14716
BOMBA DEPURADOR PRIMARIO	815-020	15193
PRENSA LODO DOS	017-084	16256
BOMBA FOSA EFLUENTE	856-017	16548
GOULDS 3196 MTX	017-084	20070
BOMBA EFLUENTE SÓTANO	854-222	20840
REDUCTOR BENZLERS	012-407	21515
BOMBA AHLSTROM	017-701	21756
GOULDS 3175S	017-148	21767
BOMBA VACÍO AZMEC	017-563	21849
GOULDS 3196 MT	017-636	22380
GOULDS 3196 MTX	017-661	22382
GORMAN RUPP 8X8	017-496	22515
WARREN ROTOR 1A	017-017	22516
WENCO	017-680	22642
GORMAN RUPP 6X6	017-408	22777
WARREN ROTOR 1A	017-447	22802
WARREN ROTOR 3A	017-495	22828
BOMBA SULZER	017-734	23037
DUCHA INTERNA	852-135	09427
ROSCA ALIMENTACIÓN	541-077	10680
GORMAN RUPP 8X8	017-475	03213
GORMAN RUPP 8X8	017-344	18567
NASH AHF-75	017-205	19576
GORMAN RUPP 4X4	017-817	18626
GORMAN RUPP 10X10	017-465	19273
WARREN ROTOR 3	017-290	20167
GORMAN RUPP 6X6	017-780	19767
GOULDS 3196 STX	017-813	17864
GORMAN RUPP 8X8	017-277	15914
GOULDS 3196 MTX	017-259	17869
REDUCTOR FALK	012-691	21427
GORMAN RUPP 8X8	017-475	03213
GORMAN RUPP 8X8	017-638	12571
REDUCTOR	012-214	08456
REDUCTOR	860-001	99439
REDUCTOR PARAMAX	012-678	05836
REDUCTOR BONFIGLIOLI	860-001	11314
<b>TOTAL (u/mes)</b>		<b>38</b>

**Tabla A.3 Órdenes en espera – Taller de Soldadura**

<b>Actividad</b>	<b>Código</b>	<b>Orden</b>
MAQUINA TUBO CARTÓN	028-005	22570
VÁLVULA DE SEGURIDAD	853PSV038A	22627
FABRICAR PROTECTOR	010-2152	22628
RELLENAR POLEA	864-020	22629
REPARAR TAPA LADO CIEGO	012-174	22667
SOLDAR CAJA DE RODAMIENTO	017-821	22673
SOLDAR TAPA MOTOR	010-2136	22835
SOLDAR TAPA MOTOR	010-1166	22837
<b>TOTAL (u/mes)</b>		<b>8</b>

**Tabla A.4 Órdenes en espera – Taller de Carpintería**

<b>Actividad</b>	<b>Código</b>	<b>Orden</b>
REPARAR LIJA MP3	OFIC 237	21858
FABRICAR REGLETAS	OFIC 553	20005
FABRICAR REJILLA DE VENTILACIÓN	OFIC 239	20110
CAMBIO DE CERRADURA FABRICAR PIEZAS	OFIC 438	21649
FABRICAR CAJONES	OFIC 266	18412
FABRICAR REJILLA DE VENTILACIÓN	OFIC 239	20110
CAMBIO DE CERRADURA FABRICAR PIEZAS	OFIC 438	21649
FABRICAR CAJONES	OFIC 266	18412
REPARAR CERRADURA	OFIC-079	22247
REPARAR CERRADURA	OFIC-234	21963
FABRICAR PIE DE AMIGO	OFIC-553	22388
ELEMENTOS DE FIJACIÓN DEFECTUOSOS	OFIC-165	22792
MONTAJE DE CARTELERA	OFIC-248	22893
<b>TOTAL (u/mes)</b>		<b>13</b>

**Órdenes de trabajo por retrabajo en el mes de cada taller.**

De acuerdo al programa diario llevado por el supervisor en el mes de enero 2012, la cantidad de órdenes por retrabajo fue la siguiente:

**Tabla A.5 Cantidad órdenes por retrabajo de cada taller**

	<b>Retrabajos (u/mes)</b>
<b>Mecánico 1</b>	1
<b>Mecánico 2</b>	0
<b>Mecánico 3</b>	2
<b>Mecánico 4</b>	0
<b>Mecánico 5</b>	3
<b>Mecánico 6</b>	1
<b>TOTAL – TALLER DE BOMBAS</b>	7
<b>Soldador</b>	0
<b>Carpintero</b>	0
<b>TOTAL</b>	7

### **Eficiencia de cada taller**

La eficiencia con las órdenes solicitadas con respecto a las órdenes ejecutadas del mes de enero de cada taller.

**Tabla A.6 Eficiencia de cada taller**

	<b>Órdenes solicitadas (u/mes)</b>	<b>Órdenes ejecutadas (u/mes)</b>	<b>Eficiencia %</b>
<b>Bombas</b>	35	12	<b>34,3</b>
<b>Soldadura</b>	22	16	<b>72,7</b>
<b>Carpintería</b>	18	8	<b>44,4</b>

### **Demoras presentes en el proceso de cada taller**

Se realizó un muestreo de trabajo entre los meses de diciembre 2011 y enero 2012 durante 19 (diecinueve) días.

- 1.- Determinar el porcentaje de tiempo en un grupo de operarios esta en ocio.
- 2.- Nivel de Confianza:  $c = 95\%$ , precisión:  $e = \pm 5\%$
- 3.- Estudio Piloto durante 8 días

**Tabla A.7. Estudio Piloto**

FECHA	Nº de Observaciones diarias	Nº de Observaciones "operador parado"	Porcentaje del día operador parado
05-dic	48	7	14,6
07-dic	48	14	29,2
12-dic	36	16	44,4
16-dic	79	35	44,3
19-dic	145	67	46,2
20-dic	212	70	33,0
26-dic	172	27	15,7
27-dic	133	51	38,3
<b>TOTAL</b>	<b>873</b>	<b>287</b>	<b>32,9</b>

$$c = 95\%; e = \pm 5\%; p = 0,329$$

$$c = 2k \rightarrow k = \frac{c}{2} = \frac{0,95}{2} = 0,4750 \rightarrow \text{TABLA NORMAL } k = 1,96 \cong 2$$

$$n = \frac{k^2(1-p)}{e^2p} = \frac{(2)^2(1-0,329)}{(0,05)^2 \times 0,329} = 3263,22 \text{ observaciones}$$

$$n_{real} = 3264 - 873 = 2391 \text{ observaciones}$$

$$\text{viajes} = \frac{2391 \text{ observaciones}}{5 \text{ mecánicos}} = 478,2 \cong 479$$

$$\frac{479 \text{ viajes}}{11 \text{ días}} = 43,55 \cong 44 \text{ viajes/día}$$

**Tabla A.8 Avance del Muestreo de Trabajo**

FECHA	Nº de Observaciones diarias	Nº de Observaciones "operador parado"	Porcentaje del día operador parado
05-dic	48	7	14,6
07-dic	48	14	29,2
12-dic	36	16	44,4
16-dic	79	35	44,3
19-dic	145	67	46,2
20-dic	212	70	33,0
26-dic	172	27	15,7
27-dic	133	50	37,6
28-dic	95	39	41,1
29-dic	131	50	38,2
03-ene	169	78	46,2
04-ene	94	24	25,5
05-ene	211	98	46,4
06-ene	151	84	55,6

<b>09-ene</b>	139	35	25,2
<b>TOTAL</b>	<b>1863</b>	<b>694</b>	<b>37,3</b>

Recalcular "n"

$$c = 95\%; e = \pm 5\%; p = 0,373$$

$$n = \frac{k^2(1-p)}{e^2p} = \frac{(2)^2(1-0,373)}{(0,05)^2 \times 0,373} = 2689,54 \text{ observaciones}$$

$$n_{real} = 2690 - 1863 = 827 \text{ observaciones}$$

$$viajes = \frac{827 \text{ observaciones}}{5 \text{ mecánicos}} = 165,4 \cong 166$$

$$\frac{166 \text{ viajes}}{4 \text{ días}} = 41,5 \cong 42 \text{ viajes/día}$$

**Tabla A.9 Muestreo de Trabajo**

FECHA	Nº de Observaciones diarias	Nº de Observaciones "operador parado"	Porcentaje del día operador parado
05-dic	48	7	14,6
07-dic	48	14	29,2
12-dic	36	16	44,4
16-dic	79	35	44,3
19-dic	145	67	46,2
20-dic	212	70	33,0
26-dic	172	27	15,7
27-dic	133	50	37,6
28-dic	95	39	41,1
29-dic	131	50	38,2
03-ene	169	78	46,2
04-ene	94	24	25,5
05-ene	211	98	46,4
06-ene	151	84	55,6
09-ene	139	35	25,2
10-ene	214	102	47,7
11-ene	197	85	43,1
12-ene	162	47	29,0
13-ene	257	91	35,4
<b>Total</b>	<b>2693</b>	<b>1019</b>	<b>37,8</b>

4.- Gráfico de control con límites variables

**Tabla A.10 Límites de Control**

FECHA	Nº de Observaciones diarias	Nº de Observaciones "operador parado"	$\frac{1,45}{\sqrt{n}}$	LSC (%)	Porcentaje del día operador parado	LIC (%)
05-12	48	7	0,209	58,7	14,6	16,9
07-12	48	14	0,209	58,7	29,2	16,9
12-12	36	16	0,242	62,0	44,4	13,6
16-12	79	35	0,163	54,1	44,3	21,5
19-12	145	67	0,120	49,8	46,2	25,8
20-12	212	70	0,100	47,8	33,0	27,8
26-12	172	27	0,111	48,9	15,7	26,7
27-12	133	50	0,126	50,4	37,6	25,2
28-12	95	39	0,149	52,7	41,1	22,9
29-12	131	50	0,127	50,5	38,2	25,1
03-01	169	78	0,112	49,0	46,2	26,6
04-01	94	24	0,150	52,8	25,5	22,8
05-01	211	98	0,100	47,8	46,4	27,8
06-01	151	84	0,118	49,6	55,6	26,0
09-01	139	35	0,123	50,1	25,2	25,5
10-01	214	102	0,099	47,7	47,7	27,9
11-01	197	85	0,103	48,1	43,1	27,5
12-01	162	47	0,114	49,2	29,0	26,4
13-01	257	91	0,090	46,8	35,4	28,8
<b>Total</b>	2693	1019			37,8	

Se eliminan los puntos fuera de control y se obtienen los nuevos límites de control.

**Tabla A.11 Nuevos límites de control**

FECHA	Nº de Observaciones diarias	Nº de Observaciones "operador parado"	$\frac{1,47}{\sqrt{n}}$	LSC (%)	Porcentaje del día "operador parado"	LIC (%)
07-12	48	14	0,212	60,9	29,2	18,5
12-12	36	16	0,245	64,2	44,4	15,2
16-12	79	35	0,165	56,2	44,3	23,2
19-12	145	67	0,122	51,9	46,2	27,5
20-12	212	70	0,101	49,8	33,0	29,6
27-12	133	50	0,127	52,4	37,6	27,0
28-12	95	39	0,151	54,8	41,1	24,6
29-12	131	50	0,128	52,5	38,2	26,9
03-01	169	78	0,113	51,0	46,2	28,4
04-01	94	24	0,152	54,9	25,5	24,5
05-01	211	98	0,101	49,8	46,4	29,6
10-01	214	102	0,100	49,7	47,7	29,7
11-01	197	85	0,105	50,2	43,1	29,2
12-01	162	47	0,115	51,2	29,0	28,2
13-01	257	91	0,092	48,9	35,4	30,5
<b>Total</b>	<b>2183</b>	<b>866</b>			<b>39,7</b>	

**Tabla A.12 Demoras en el proceso**

FECHA	Entrega de Repuestos	Asignación de actividad	Uso de equipo o herramienta	Ocio	Búsqueda de Repuestos	Entrega de Piezas	OCIO
07-dic	0	5	0	9	0	0	14
12-dic	4	0	0	12	0	0	16
16-dic	0	7	0	28	0	0	35
19-dic	6	0	0	61	0	0	67
20-dic	45	7	0	18	0	0	70
27-dic	0	2	2	38	6	2	50
28-dic	0	24	0	14	0	1	39
29-dic	0	12	0	38	0	0	50
03-ene	22	22	0	34	0	0	78
04-ene	4	7	0	13	0	0	24
05-ene	13	40	0	45	0	0	98
10-ene	2	0	2	70	0	28	102
11-ene	13	0	0	50	0	22	85
12-ene	0	0	0	47	0	0	47
13-ene	32	0	14	41	0	4	91
<b>TOTAL</b>	<b>109</b>	<b>126</b>	<b>18</b>	<b>477</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>866</b>
<b>%</b>	<b>12,6</b>	<b>14,5</b>	<b>2,1</b>	<b>55</b>	<b>0,7</b>	<b>0,3</b>	

En los talleres de soldadura y carpintería se detuvo el estudio piloto por considerar innecesario la continuación de la observación por los valores obtenidos

**Tabla A.13 Taller de Soldadura**

FECHA	Nº de Observaciones diarias	Nº de Observaciones "operador parado"	Porcentaje del día operador parado
23-ene	88	3	3,4
24-ene	88	6	6,8
<b>Total</b>	176	9	5,1

**Tabla A.14 Taller de Carpintería**

FECHA	Nº de Observaciones diarias	Nº de Observaciones "operador parado"	Porcentaje del día operador parado
23-ene	88	13	14,8
24-ene	88	9	10,2
<b>Total</b>	176	22	12,5

**Tabla A.15 Resultados del Muestreo de Trabajo**

<b>TALLER DE BOMBAS</b>		
Nº de Observaciones diarias	Nº de Observaciones "operador parado"	Porcentaje del día "operador parado"
2183	866	39,7
<b>TALLER DE SOLDADURA</b>		
176	9	5,1
<b>TALLER DE CARPINTERÍA</b>		
176	22	12,5

## **ANEXO # 02**

### **Beneficios Económicos**

#### **Costo actual de mano de obra**

- Costo de mano de obra: 48 Bs./h
  - Tiempo de reacondicionamiento de una bomba: 6 días /bomba
  - Tiempo de reacondicionamiento de un reductor: 8 días/reductor
- $CA_{BOMBA} = 48 \text{ Bs/h} * 9 \text{ h/día} * 6 \text{ días/bomba} = \mathbf{2.592 \text{ Bs/bomba}}$

$$CA_{\text{REDUCTOR}} = 48 \text{ Bs/h} * 9 \text{ h/día} * 8 \text{ días/reductor} = \mathbf{3.456 \text{ Bs/reductor}}$$

### **Costo Propuesto de mano de obra**

- Tiempo de reacondicionamiento de una bomba: 3 días /bomba
- Tiempo de reacondicionamiento de un reductor: 5 días/reductor

$$CP_{\text{BOMBA}} = \mathbf{1.296 \text{ Bs/bomba}}$$

$$CP_{\text{REDUCTOR}} = \mathbf{2.160 \text{ Bs/reductor}}$$

### **Ahorros**

$$CA_{\text{BOMBA}} - CP_{\text{BOMBA}} = \mathbf{1.296 \text{ Bs/bomba}}$$

$$CA_{\text{REDUCTOR}} - CP_{\text{REDUCTOR}} = \mathbf{1.296 \text{ Bs/reductor}}$$

### **Ahorro en tiempo:**

$$TA_{\text{BOMBA}} - TP_{\text{BOMBA}} = \mathbf{3 \text{ días/bombas}}$$

$$TA_{\text{REDUCTOR}} - TP_{\text{REDUCTOR}} = \mathbf{3 \text{ días/reductor}}$$

Ahorro: 1.296 Bs/equipo

Beneficio= 1.296Bs/equipo \* 1 equipo/ 3 días \* 30 días/mes = 12.960  
Bs/mes