



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE  
CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE MECÁNICA  
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**“MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA  
EMPRESA INDUACERO CIA. LTDA. EN BASE AL  
DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE LA  
METODOLOGÍA 5S Y VSM, HERRAMIENTAS DEL  
LEAN MANUFACTURING”**

**CONCHA GUAILLA JIMMY GILBERTO  
BARAHONA DEFAZ BYRON IVÁN**

**TESIS DE GRADO**

Previa a la obtención del Título de:

**INGENIERO INDUSTRIAL**

**RIOBAMBA – ECUADOR**

**2013**

**ESPOCH**

Facultad de Mecánica

---

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS**

---

2012 -07-12

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

**CONCHA GUAILLA JIMMY GILBERTO**

---

Titulada:

**“MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA  
INDUACERO CIA. LTDA. EN BASE AL DESARROLLO E  
IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA 5S Y VSM, HERRAMIENTAS  
DEL LEAN MANUFACTURING”**

Sea aceptada como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

**INGENIERO INDUSTRIAL**

---

Ing. Geovanny Novillo Andrade  
DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

---

Ing. Víctor Marcelino Fuertes Alarcón  
DIRECTOR DE TESIS

---

Ing. Gloria Miño Cascante  
ASESORA DE TESIS

**ESPOCH**

Facultad de Mecánica

---

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS**

---

2012 -07-12

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

**BARAHONA DEFAZ BYRON IVÁN**

---

Titulada:

**“MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA  
INDUACERO CIA. LTDA. EN BASE AL DESARROLLO E  
IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA 5S Y VSM, HERRAMIENTAS  
DEL LEAN MANUFACTURING”**

Sea aceptada como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

**INGENIERO INDUSTRIAL**

---

Ing. Geovanny Novillo Andrade  
DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

---

Ing. Víctor Marcelino Fuertes Alarcón  
DIRECTOR DE TESIS

---

Ing. Gloria Miño Cascante  
ASESORA DE TESIS

# ESPOCH

Facultad de Mecánica

---

## CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

---

**NOMBRE DEL ESTUDIANTE:** CONCHA GUAILLA JIMMY GILBERTO

**TÍTULO DE LA TESIS:** “MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA INDUACERO CIA. LTDA. EN BASE AL DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA 5S Y VSM, HERRAMIENTAS DEL LEAN MANUFACTURING”

**Fecha de Examinación:** 2013-10-18

**RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:**

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Marco Santillán Gallegos PRESIDENTE TRIB. DEFENSA			
Ing. Víctor Marcelino Fuertes Alarcón DIRECTOR DE TESIS			
Ing. Gloria Miño Cascante ASESORA			

\* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

**RECOMENDACIONES:** \_\_\_\_\_

---

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

---

Ing. Marco Santillán Gallegos  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

# ESPOCH

Facultad de Mecánica

---

## CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

---

**NOMBRE DEL ESTUDIANTE:** BARAHONA DEFAZ BYRON IVÁN

**TÍTULO DE LA TESIS:** “MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA INDUACERO CIA. LTDA. EN BASE AL DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA 5S Y VSM, HERRAMIENTAS DEL LEAN MANUFACTURING”

**Fecha de Examinación:** 2013-10-18

**RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:**

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Marco Santillán Gallegos PRESIDENTE TRIB. DEFENSA			
Ing. Víctor Marcelino Fuertes Alarcón DIRECTOR DE TESIS			
Ing. Gloria Miño Cascante ASESORA			

\* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

**RECOMENDACIONES:** \_\_\_\_\_

---

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

\_\_\_\_\_  
Ing. Marco Santillán Gallegos  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

## **DERECHOS DE AUTORÍA**

El trabajo de grado que presentamos, es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecido en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud, los fundamentos teóricos - científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad de los autores. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

---

Jimmy Gilberto Concha Guaila

---

Byron Iván Barahona Defaz

## **DEDICATORIA**

Gracias a Dios por la salud y las oportunidades presentadas, a mis padres; Héctor Concha y María Guaila por su apoyo incondicional brindado en cada momento y sus sabios consejos y que gracias a ellos en este largo camino he logrado concluir una etapa más de mi vida. A mi hermana Irma por ser un pilar fundamental en mi vida para la conclusión de esta meta, y a toda mi familia que han sido fuente de inspiración y de superación profesional.

**Jimmy Concha Guaila**

Dedico este trabajo a mis padres Alfredo Barahona y Beatriz Defaz quienes me brindaron su amor y apoyo incondicional para lograr la meta trazada, también a todas las personas que se integraron a mi vida durante el camino recorrido, a Cecilia Por darme un hijo maravilloso que con su amor incremento mi inspiración brindándome la fuerza necesaria para culminar con el trabajo y lograr subir un escalón más en mi vida.

**Byron Barahona Defaz**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Geovanna Estrella por su confianza y apoyo, contribuyendo positivamente en mi vida. Gracias a la empresa INDUACERO CÍA. LTDA., y a todo su personal por la apertura a la implementación de la presente tesis permitiéndome ampliar mis conocimientos y criterio profesional.

**Jimmy Concha Guaila**

Agradezco a Dios por la vida que me ha dado y tener la dicha de tener unos padres ejemplo de lucha y dedicación fuente de mi inspiración, a mis hermanos y familiares que con su apoyo moral aportaron significativamente en mi vida. A todos mis profesores, amigos y compañeros con los que compartí experiencias durante los años de estudio. Agradezco a la empresa INDUACERO. CÍA LTDA., a sus directivos y personal quienes nos dieron la acogida y brindaron todas las facilidades para realizar el proyecto de tesis. Siendo participes fundamentales para la su culminación, por ultimo agradezco infinitamente el tener a mi compañera de la vida quien me lleno de dicha y felicidad al traer a la vida a nuestro hijo maravilloso y son quienes hacen que todos los días saque lo mejor de mí y que cada reto sea superado con esfuerzo y dedicación.

**Byron Barahona Defaz**

## CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Justificación.....	1
1.3 Objetivos.....	2
1.3.1 <i>Objetivo general</i> .....	2
1.3.2 <i>Objetivos específicos</i> .....	2
<b>2. MARCO TEÓRICO</b>	
2.1 Lean Manufacturing.....	3
2.1.1 <i>¿Por qué Producción Ajustada?</i> .....	3
2.1.2 <i>Objetivos del Lean Manufacturing</i> .....	4
2.1.3 <i>Los 5 Principios del Pensamiento Esbelto</i> .....	5
2.1.4 <i>El Desperdicio o Despilfarro</i> .....	5
2.1.4.1 <i>Sobreproducción</i> .....	5
2.1.4.2 <i>Tiempo de esperas</i> .....	6
2.1.4.3 <i>Transporte</i> .....	7
2.1.4.4 <i>Sobreproceso</i> .....	7
2.1.4.5 <i>Inventario o existencias</i> .....	8
2.1.4.6 <i>Movimiento</i> .....	8
2.1.4.7 <i>Defectos</i> .....	9
2.1.4.8 <i>Competencias mal usadas</i> .....	9
2.2 Herramientas de Lean Manufacturing.....	10
2.2.1 <i>Value Stream Mapping (VSM)-Análisis de la cadena de valor</i> .....	10
2.2.2 <i>Diagrama de Flujo</i> .....	10
2.2.3 <i>Diagrama de proceso</i> .....	11
2.2.4 <i>Diagrama de operaciones de proceso</i> .....	12
2.2.5 <i>Diagrama de recorrido-frecuencias de viajes</i> .....	13
2.2.6 <i>Selección del producto</i> .....	13
2.2.7 <i>Simbología para el VSM</i> .....	15
2.3 Las 5S.....	16
2.3.1 <i>Seleccionar (Seiri)</i> .....	17
2.3.1.1 <i>Normas para Seiri</i> .....	18
2.3.1.2 <i>Control e informe final</i> .....	18
2.3.2 <i>Ordenar (Seiton)</i> .....	19
2.3.2.1 <i>Clases de distribución de planta</i> .....	19
2.3.2.2 <i>Elección de la distribución de planta más adecuada</i> .....	20
2.3.3 <i>Limpieza (Seiso)</i> .....	20
2.3.4 <i>Estandarizar (Seiketsu)</i> .....	21
2.3.4.1 <i>Proceso</i> .....	21
2.3.5 <i>Disciplina (Shitsuke)</i> .....	21
2.4 Las 5S como herramienta de Lean Manufacturing.....	22
2.4.1 <i>Sobreproducción</i> .....	23

2.4.2	<i>Tiempos de espera</i> .....	23
2.4.3	<i>Transporte / movimiento</i> .....	23
2.4.4	<i>Inventario</i> .....	23
2.4.5	<i>Defectos</i> .....	24
2.4.6	<i>Potencial humano subutilizado</i> .....	24
2.5	Decisión de la dirección e implicación de todos.....	24
<b>3.</b>	<b>ANÁLISIS SITUACIÓN INICIAL</b>	
3.1	Reseña histórica.....	26
3.2	Descripción general de la empresa.....	28
3.2.1	<i>Base legal</i> .....	28
3.2.2	<i>Localización</i> .....	28
3.2.3	<i>Contacto</i> .....	29
3.2.4	<i>Misión</i> .....	29
3.2.5	<i>Visión</i> .....	29
3.2.6	<i>Política de calidad</i> .....	29
3.2.7	<i>Política de seguridad</i> .....	29
3.2.8	<i>Valores organizacionales</i> .....	30
3.2.9	<i>Organigrama estructural</i> .....	30
3.2.10	<i>Organigrama funcional</i> .....	30
3.3	Determinación y análisis en los procesos en el área de producción.....	32
3.3.1	<i>Oferta de productos</i> .....	32
3.3.2	<i>Flujo general de procesos de la cadena de valor</i> .....	34
3.3.3	<i>Análisis de los procesos de transformación de material en el área de producción</i> .....	36
3.3.4	<i>VSM inicial</i> .....	43
3.3.5	<i>Mediciones iniciales</i> .....	45
3.3.6	<i>Identificación de desperdicios</i> .....	46
3.4	Elección de la metodología 5S.....	51
3.4.1	<i>Evaluación nivel 5S inicial</i> .....	52
<b>4.</b>	<b>IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA 5S</b>	
4.1	Estructura organizacional de las 5S.....	57
4.1.1	<i>Líder 5s</i> .....	58
4.1.2	<i>Facilitadores 5s</i> .....	59
4.1.3	<i>Líderes de Área</i> .....	59
4.1.4	<i>Coordinadores de área por puesto de trabajo</i> .....	59
4.2	Cronograma de la implementación.....	60
4.3	Lanzamiento de programa.....	61
4.4	Seleccionar.....	64
4.4.1	<i>Planificación</i> .....	64
4.4.2	<i>Implementación</i> .....	67
4.4.3	<i>Evaluación de la primera S</i> .....	69
4.5	Ordenar.....	74
4.5.1	<i>Planificación</i> .....	74
4.5.2	<i>Implementación</i> .....	76
4.5.3	<i>Evaluación de la segunda S</i> .....	82

4.6	Limpieza.....	83
4.6.1	<i>Planificación</i> .....	83
4.6.2	<i>Implementación</i> .....	83
4.6.3	<i>Evaluación de la tercera S</i> .....	87
4.7	Estandarizar.....	87
4.7.1	<i>Planificación</i> .....	88
4.7.2	<i>Implementación</i> .....	88
4.7.3	<i>Evaluación de la cuarta S</i> .....	92
4.8	Disciplina.....	93
4.8.1	<i>Planificación</i> .....	93
4.8.2	<i>Implementación</i> .....	94
4.8.3	<i>Evaluación de la quinta S</i> .....	96
4.9	VSM final.....	97
<b>5.</b>	<b>EVALUACIÓN DE RESULTADOS</b>	
5.1	Auditorías 5S.....	99
5.2	Medición y evaluación de las mejoras.....	102
5.3	Inversiones.....	111
5.4	Período de recuperación de la inversión.....	113
5.5	Análisis costo beneficio.....	114
<b>6.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	
6.1	Conclusiones.....	115
6.2	Recomendaciones.....	116

**BIBLIOGRAFÍA**  
**ANEXOS**

## LISTA DE TABLAS

		<b>Pág.</b>
1	Causas y efectos, Muda sobreproducción.....	6
2	Causas y efectos, Muda esperas.....	6
3	Causas y efectos, Muda transporte.....	7
4	Causas y efectos, Muda sobreproceso.....	7
5	Causas y efectos, Muda inventario.....	8
6	Causas y efectos, Muda movimiento.....	8
7	Causas y efectos, Muda defectos.....	9
8	Causas y efectos, Muda de talento Humano.....	9
9	Simbología ANSI diagrama de flujo.....	11
10	Clasificación de acciones que tienen lugar durante un proceso determinado...	12
11	Productos INDUACERO CIA LTDA. ....	32
12	Procesos generales en prefabricado.....	36
13	Procesos generales en ensamble.....	38
14	Procesos generales de acabado.....	38
15	Máquinas y equipos en el área de producción.....	39
16	Descripción de áreas en la planta de producción Induacero.....	41
17	Jornada de trabajo por día.....	42
18	Personal activo de Induacero CIA. LTDA. ....	42
19	Selección del producto.....	44
20	Resumen de análisis de actividades.....	46
21	Resultado global del análisis.....	46
22	Identificación de desperdicios.....	46
23	Deducción actividades del desperdicio esperas.....	48
24	Elección de la metodología 5S.....	51
25	Evaluación nivel inicial 5S.....	55
26	Cronograma de implementación 5S.....	60
27	Planificación para la implementación de la primera S.....	66
28	Registro de tarjetas rojas.....	67
29	Recolección de datos de tarjetas rojas.....	70
30	Cronograma de actividades para ordenar.....	75
31	Comparación de tiempos de búsqueda de materiales.....	82
32	Nivel de implementación de las 3S.....	87
33	Grupos 5S planta de producción.....	90
34	Ítems de evaluación 5S.....	95
35	Resultados de auditorías en el área de máquinas herramientas.....	96
36	Resumen de resultados de auditorías 5S.....	102
37	Comparación de resultados 5S por áreas.....	103
38	Horas talento humano capacitado.....	111
39	Costo de capacitaciones por facilitadores 5S.....	111
40	Precio de estanterías.....	111
41	Recursos utilizados en la implementación.....	112
42	Requerimientos para señalar superficies de trabajo.....	112
43	Inversión total realizada.....	113
44	Historial de ventas.....	114

## LISTA DE FIGURAS

		<b>Pág.</b>
1	Elección de la familia de productos.....	13
2	Formato de “Análisis del proceso”.....	14
3	Actividades del proceso ANV .....	14
4	Símbolos del flujo de materiales.....	15
5	Símbolos del flujo de información.....	16
6	Proceso para seleccionar ( <i>Seiri</i> ) .....	19
7	Localización geográfica.....	28
8	Organigrama estructural.....	30
9	Organigrama funcional INDUACERO CIA. LTDA.....	31
10	Diagrama de flujo general de procesos.....	35
11	Procesos en planta de producción INDUACERO.....	37
12	Producto analizado para el VSM.....	45
13	Diagrama de Pareto “Influencia de los desperdicios en el porcentaje de problemas.....	49
14	Cartografiado de VSM situación inicial.....	50
15	Evaluación inicial 5S área acero inoxidable.....	52
16	Evaluación inicial 5S área acero al carbono.....	53
17	Evaluación inicial 5S área máquinas herramientas.....	54
18	Evaluación inicial 5S área bodega materiales y herramientas.....	55
19	Organigrama estructural de las 5S.....	58
20	Organigrama funcional de las 5S.....	58
21	Pancarta de lanzamiento del programa.....	61
22	(Antes) Espacio para colocar la pancarta.....	62
23	(Después) Espacio utilizado por la pancarta 5S.....	62
24	Capacitación inicial 5S.....	63
25	Proceso de selección.....	64
26	Tarjeta roja diseñada.....	65
27	Aplicación de tarjetas rojas.....	68
28	Aplicación de la primera S en armarios.....	69
29	Reciclaje de aceite por parte de BIO factor.....	72
30	Desalojo de chatarra de la planta.....	73
31	Armarios luego de seleccionar los objetos necesarios.....	73
32	Layout inicial y layout propuesto del área de máquinas herramienta.....	74
33	Propuesta redistribución del área de máquinas herramientas.....	79
34	Situación inicial.....	80
35	Etapa de implementación.....	81
36	Resultados obtenidos en el área de máquinas herramientas.....	81
37	Aplicación de la tercera S.....	84
38	Resultados de la limpieza realizada.....	85
39	Check list de limpieza.....	86
40	Mapa 5S Induacero.....	89
41	Carteles informativos 5S.....	91
42	Ampliación de los vestidores.....	91
43	Colocación de señales de seguridad.....	92
44	Comparación de resultados inicial y final 5S.....	96
45	Cartografiado del VSM final.....	98

46	Nivel 5S actual acero inoxidable. ....	100
47	Nivel 5S actual acero al carbono.....	100
48	Nivel 5S actual máquinas herramienta.....	101
49	Nivel 5S actual bodega de materiales y herramientas.....	101
50	Gráfico de comparación resultados por áreas.....	103
51	(ANTES) Acumulación de matrices, chatarra y piezas de producción sin estantería.....	104
52	(DESPUÉS) Estanterías colocadas para mejorar el orden de matrices y piezas de producción.....	104
53	(ANTES) Torno 2 con accesorios y material de producción tirados en el piso.....	105
54	(DESPUÉS) Torno 2 con estantería y señalizado para colocar materiales de producción, piso despejado. ....	105
55	(ANTES) Torno 1 con materiales de producción en el piso y colocados en cajas.....	106
56	(DESPUÉS) Torno 1 con materiales de producción colocados en estantería, y superficie de trabajo libre y señalizado.....	106
57	(ANTES) Armario de puesto de trabajo de acero inoxidable lleno al 100% con objetos innecesarios.....	107
58	(DESPUÉS) Recuperación del espacio del armario en un 100%.....	107
59	(ANTES) Armario con herramientas y objetos innecesarios.....	108
60	(DESPUÉS) Recuperación del armario en un 30% luego de aplicación de la primera S.....	108
61	(ANTES) Vestidores, previo a la ampliación del área de máquinas herramientas.....	109
62	(DESPUÉS) Vestidores luego de la ampliación y adecuación.....	109
63	(ANTES) Área de máquinas herramientas sin de la aplicación 5S.....	110
64	(DESPUÉS) Área de máquinas herramientas luego de la aplicación 5S.....	110

## LISTA DE ABREVIACIONES

SGC	Sistema de Garantía de Calidad
ISO	Organización Internacional de Normalización (International Organization for Standardization)
ASME	Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos (American Society of Mechanical Engineers)
API	Instituto Americano del Petróleo (American Petroleum Institute)
ANSI	Instituto Nacional Americano Estándar (American National Estándar Institute)
AWS	Sociedad Americana de Soldadura (American Welding Society)
TEMA	Asociación de Fabricantes de Intercambiadores de Calor Tubulares (Tubular Exchanger Manufacturers Association)
AWWA	(American Water Works Association)
3A	Estándares Sanitarios (Sanitary Standards)
AISC	(American Institute of Steel Construction)
NFPA	(National Fire Protection Association)
VSM	Mapeo de la cadena de Valor (Value Stream Mapping)
MIT	(Massachusetts Institute of Tecnology)
TCQ	Total Quality Control
TPM	Mantenimiento Productivo Total
JIT	Just in Time
CN	Control Numérico
KAZEN	Mejoramiento continuo
AGV	Actividades que agregan valor
AGNV	Actividades que no agregan valor

## **LISTA DE ANEXOS**

- A** Layout general de la empresa
- B** Plano general del producto
- C** Tabla de actividades y tiempos de la construcción del producto para análisis del VSM
- D** Material didáctico utilizado en el lanzamiento del programa
- E** Tríptico de información de la metodología 5S
- F** Formato de la Minuta de reuniones
- G** Material didáctico utilizado en la capacitación personalizada por áreas en el primer pilar de las 5S
- H** Formato y criterios de auditorías 5S

## RESUMEN

El estudio de Mejoramiento de la Productividad en la Empresa INDUACERO CÍA. LTDA., en Base al Desarrollo e Implementación de la Metodología 5s y VSM, Herramientas del Lean Manufacturing, tiene como objetivo reducir actividades y tiempos muertos que no agregan valor y así adaptarse a las exigencias del mercado, mejorando la calidad de vida del personal.

Se realizó un mapeo general de la cadena de valor de la empresa identificando y cuantificando diferentes tipos de desperdicios tipificados en Lean en función de actividades que agregan valor, permitiendo definir el área clave del sistema productivo, siendo ésta la base para la elección e implementación correcta de la metodología 5S. Se analizó la utilización máxima del volumen viendo factible la ampliación del área de máquinas herramientas y en ésta, realizar la implementación sistemática, estructurada, sustentable en el tiempo. Su ejecución llevó a cabo tareas de selección, orden, y limpieza, alcanzando mejoras que con la estandarización se mantuvo, convirtiendo en un hábito estas tareas, logrando un desarrollo autónomo de los trabajadores llegando a obtener disciplina con una cultura organizacional técnica de sentido común.

La implementación de esta metodología logró incrementar la eficiencia en un 15% en las actividades de producción en planta, un aprovechamiento del espacio físico de 91.7m<sup>2</sup>, un incremento en las utilidades del 8.37%, generando beneficios sociales en los trabajadores, demostrando que el proyecto es factible tanto de forma técnica, económica como social.

Si conocemos que la productividad encamina a la empresa hacia el mejoramiento continuo, la aplicación de la presente investigación que contiene una adecuada metodología y propuestas le permitirán alcanzar CALIDAD.

## **ABSTRACT**

The Study of Improving Productivity in the Enterprise INDUACERO CÍA. LTDA., Based on the Development and Implementation of the Methodology 5S and VSM, Tools of Lean Manufacturing, it has as objective to reduce activities and downtime which don't add worth and thus adapting to the market requirements, by enhancing the lifestyle of staff.

It was made a general mapping of worth chain of the enterprise by quantifying and identifying different types of typified wastes in Lean according to activities that add value, by allowing to define the key area of the production system, by being this the base for the accurate election and implementation of methodology 5S. It was analyzed the maximum use of the volume by being feasible the expansion of the area of machine tools and in this one, to make the systematic implementation, structured, sustainable over time. Its execution was performed tasks selection, order and cleanliness, by achieving improvements that it was kept up with the standardization, by becoming a habit these tasks, by achieving an autonomous development of workers in order to get discipline with an organizational culture technique of common sense.

The implementation of this methodology was able to increase the efficiency of 15% in production activities in the plant, a physical space efficiency of 91.7 m<sup>2</sup>, an increase of 8.37% by generating social benefits in workers, by proving that the project is a feasible in a technical form, economic and social.

If we know that productivity directs the company towards continuous improvement, the application of this research which contains an adequate methodology and proposals it will allow us to achieve **QUALITY**.

# **CAPÍTULO I**

## **1. INTRODUCCIÓN**

### **1.1 ANTECEDENTES**

INDUACERO CÍA. LTDA., es una empresa del sector metalmecánico ubicada en la ciudad de Latacunga, con 13 años de trayectoria dedicada al diseño, construcción y montaje de equipos para la Industria Alimenticia, Transporte, Petroquímica, entre otros, fabricando productos de acuerdo a la necesidad del cliente entre los que se destacan; recipientes de presión con estampe ASME, intercambiadores de calor, tanques de almacenamiento, garantizados bajo el SGC ISO 9001:2008.

Al trabajar bajo normas y estándares nacionales e internacionales la empresa ha logrado posicionarse y mantenerse en constante crecimiento incursionando nuevos mercados, la cual se enfrenta a cambios más rápidos y a exigencias mucho más altas debido al desarrollo de nuevas tecnologías y de nuevos productos, por lo que el consumidor final exige una mejor calidad, minimizando costo y tiempo de todo el sistema que interviene en la cadena de valor de la empresa.

### **1.2 JUSTIFICACIÓN**

Al ser una empresa que tiene que adaptarse a las exigencias del mercado y al constante cambio de sus productos, en la planta se ha ido generando desorden y desorganización incurriendo en actividades que no agregan valor al producto final, lo cual ha generado retrasos en los tiempos de entrega de los productos, es por eso que se plantea aplicar técnicas de manufactura esbelta “Lean Manufacturing” como son el VSM y la metodología 5s.

El VSM (Value Stream Mapping) es la base del sistema Lean que nos permite obtener una visión del estado actual en la planta de producción y el estado óptimo a donde llegar en cuanto a procesos se refiere, identificando y cuantificando los desperdicios de; sobreproducción, inventarios, tiempos de espera, transporte, movimientos, fallas de calidad y reprocesamiento, priorizando los planes de mejora para su eliminación con la

utilización de la metodología 5s de fácil entendimiento pero de difícil aplicación, por lo que solo un programa estructurado y sistemático puede asegurar el éxito en el desarrollo y la implementación que permitan analizar los problemas, medirlos, controlarlos y evaluarlos, dando soluciones versátiles, flexibles y efectivas.

Con este proyecto la empresa obtendrá los siguientes beneficios:

- Mejorar la calidad
- Mejorar la productividad
- Mejorar la seguridad
- Mejorar el ambiente de trabajo
- Favorecer al desarrollo de la comunicación
- Desarrollar la autoestima

### **1.3 Objetivos**

**1.3.1** *Objetivo general.* Mejorar la productividad en la empresa INDUACERO CÍA. LTDA., en base al desarrollo e implementación de la metodología 5s y VSM, herramientas del “*Lean Manufacturing*”.

#### **1.3.2** *Objetivos específicos:*

Analizar la situación actual de la empresa con el mapeo de la cadena de valor y el nivel 5s actual.

Planificar la capacitación a escala previa a la implementación de las 5s.

Planificar la ejecución de cada uno de los pilares de la metodología 5s.

Realizar un VSM mejorado para una comparación de la situación antes y después de la implementación.

Evaluar los resultados y determinar los beneficios obtenidos con la implantación de la metodología.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Lean Manufacturing

Según RAJADELL, M. *Lean* es una palabra inglesa que se puede traducir como "sin grasa, escaso, esbelto", pero aplicada a un sistema productivo significa "ágil, flexible", es decir, capaz de adaptarse a las necesidades del cliente. Este término lo había utilizado por primera vez un miembro del MIT. John Krafcik, tratando de explicar que la "producción ajustada" es *lean* porque utiliza menos recursos en comparación con la producción en masa. Un sistema *lean* trata de eliminar el desperdicio y lo que no añade valor y por ello el término *lean* fue rápidamente aceptado.

Actualmente existe un manifiesto interés por el conocimiento de las herramientas *lean* por la importancia de los estudios relacionados con la Dirección de Operaciones porque:

Constituyen un área clave para cualquier organización, y se relaciona de forma combinada con el resto de las funciones empresariales.

En el estudio de las organizaciones existe un interés manifiesto en conocer cómo se producen los bienes y los servicios, así como las funciones que realizan los directores de operaciones.

La producción es una de las actividades que genera más costes en cualquier empresa, un porcentaje muy grande de los ingresos de la mayoría de las empresas se destina a la función de producción, que proporciona una buena oportunidad a las organizaciones para mejorar su rentabilidad y su servicio a la sociedad.

**2.1.1** *¿Por qué Producción Ajustada?.* Debido a las grandes transformaciones de la economía, los clientes son cada vez más exigentes, informados, y conscientes del papel importante que juegan, porque son quienes valoran el producto. Los cambios de hábitos, estilos de vida y preferencias han transformado el panorama cultural social y económico del mundo, obligando a las empresas a ser más flexibles, adecuar los productos y

servicios a la nueva realidad, con nuevas formas de distribución y todo ello apoyados en los tres aspectos fundamentales de la competitividad: calidad, rapidez de respuesta y coste. El principio fundamental de *lean manufacturing* es que el producto o servicio y sus atributos deben ajustarse a lo que el cliente quiere para satisfacer estas condiciones anteriores propugna la eliminación de los despilfarros. En general las tareas que contribuyen a incrementar el valor del producto no superan el 1% del total del proceso productivo, o lo que es lo mismo, el 99% de las operaciones restantes no aportan valor y entonces constituyen un despilfarro.

Tradicionalmente, los procesos de mejora se han centrado en el 1% del proceso que no aporta valor al producto. Resulta evidente que, si se acepta el elevado porcentaje de desperdicio en el que se incurre en un proceso productivo, se deduce que existe una enorme oportunidad de mejora.

Las empresas manufactureras pueden incrementar su competitividad, mediante la innovación y/o mejora continua, la innovación tecnológica proporciona grandes mejoras espaciadas en el tiempo, pero sin continuidad, mientras que las técnicas de *lean manufacturing* proporcionan pequeñas y frecuentes mejoras porque agrupan técnicas que lo hacen posible. Por ello, las empresas innovadoras y, además seguidoras de esta filosofía, lograrán un ritmo de mejora y de incremento de la competitividad, óptimo y sostenido en el tiempo (RAJADELL, y otros, 2010 págs. XI,5,6).

**2.1.2** *Objetivo de Lean Manufacturing.* De acuerdo al Comité de automoción, el objetivo principal de un Sistema *Lean Manufacturing* es el aumento de la eficiencia del sistema productivo. Este resultado se podrá alcanzar a través de tres líneas de actuación:

- a) La aplicación de un conjunto de conceptos, herramientas y sistemas de trabajo basados en el Sistema de Producción de Toyota, que aseguren la eficacia del sistema y unas mejoras sostenibles en el tiempo.
- b) Un cambio cultural con una clara orientación hacia la acción. Es a través de los resultados obtenidos después de la implantación de un proyecto “*Lean*” como se desencadenará el cambio de cultura en el personal de la organización.
- c) Un cambio organizativo donde se involucre a todas las personas de la organización para orientar sus energías hacia a la mejora del sistema, potenciando

las competencias del personal y dotándolo de nuevas capacidades. Asociado a ese cambio, se establecerá un grupo de técnicos encuadrados en una oficina (oficina de promoción *Kaizen*), que sostengan la implantación de los proyectos que conducirán a una transformación “*Lean*” (Comité de Automoción , 2007 pág. 14).

**2.1.3** *Los 5 Principios del Pensamiento Esbelto.* La empresa Green Consulting enuncia los principios definidos de Lean Manufacturing que son:

1. Define el Valor desde el punto de vista del cliente: La mayoría de los clientes quieren comprar una solución, no un producto o servicio.
2. Identifica el Valor: Eliminar desperdicios encontrando pasos que no agregan valor, algunos son inevitables y otros son eliminados inmediatamente.
3. Crea continuidad: Haz que todo el proceso fluya de un paso que agregue valor a otro, desde los proveedores hasta el cliente
4. Produzca para Cliente: Una vez hecho el flujo, serán capaces de producir por órdenes de los clientes en vez de producir basado en pronósticos de ventas a largo plazo
5. Busque la perfección: conseguidos los cuatro pasos, se vuelve claro para aquellos que están involucrados, que añadir eficiencia siempre es posible. (GONZÁLEZ, 2011).

**2.1.4** *El Despilfarro o Desperdicio.* De acuerdo a PATXI R. el núcleo fundamental en la fabricación *lean* es la reducción de los despilfarros. *Despilfarro* es un término amplio y de significados conocidos. La definición apropiada en este contexto es: todo aquello que no añade valor al producto. *Fujio Chi (Toyota)* define el despilfarro como “todo lo que no sea la cantidad mínima de equipo, materiales, pieza, espacio y tiempo de trabajador, que resulten absolutamente esenciales para añadir valor al producto” (PATXI, y otros, 2007).

EADIC detalla los conceptos de los tipos de desperdicios o despilfarros de la siguiente manera:

**2.1.4.1** *Sobreproducción.* Este despilfarro se manifiesta cada vez que la producción no responde a la demanda, es decir, supone producir productos para los que no hay una

necesidad por parte del cliente. Equivale a decir que la sobreproducción es el peor de todos los despilfarros citados ya que a menudo genera de otros (transporte, movimientos, inventarios adicionales).

Causa: Producir por encima de lo requerido por el cliente, produciendo material innecesario.

Ejemplos: Planes o programas de producción no coordinados con pedidos de clientes, o con la demanda.

Tabla 1. Causas y efectos, Muda sobreproducción

CAUSAS	EFFECTOS
Procesos inoperantes	Exceso de stocks
Sistema “Por si acaso”	Exceso de mano de obra
Falta de comunicación	Exceso de equipos
Automatización en los lugares incorrectos	Excesiva capacidad
Tiempos de cambios largos	Lotes de producción grandes
Falta de planificación	Lotes de seguridad
Planificar según previsiones y no en consumos	Repetir tareas

Fuente: [www.eadic.com/blog/index.php/2012/11/22/despilfarros-lean-manufacturing/](http://www.eadic.com/blog/index.php/2012/11/22/despilfarros-lean-manufacturing/).

**2.1.4.2 Tiempo de esperas.** Son esperas de tiempo al recibir materiales, instrucciones de trabajo, órdenes de fabricación, inspecciones que hacen que las personas y/o las máquinas estén paradas.

Causa: Retrasos y tiempos muertos del personal o la máquina (tiempo añadido innecesario).

Tabla 2. Causas y efectos, Muda esperas

CAUSAS	EFFECTOS
Métodos de trabajos no estandarizados	Proceso desequilibrados
Poca disciplina en las tareas	Paros por falta de material
Escasa Eficacia Maquina/Hombre	Paros por averías
Mantenimientos solo correctivo	Esperar al turno entrante
No delegar responsabilidades	Informaciones que no llegan

Fuente: [www.eadic.com/blog/index.php/2012/11/22/despilfarros-lean-manufacturing/](http://www.eadic.com/blog/index.php/2012/11/22/despilfarros-lean-manufacturing/).

**2.1.4.3 Transporte.** Corresponde a todos aquellos movimientos innecesarios para apilar, acumular, desplazar materiales. Por ejemplo, desplazamientos de un operario a buscar material para procesarlo.

Causa: Transporte múltiple e innecesario o retrasos en la manipulación del material.

Tabla 3. Causas y efectos, Muda transporte

CAUSAS	EFFECTOS
Elaboración de lotes grandes	Exceso de desplazamientos de material y carretillas
Previsiones cliente variable	Múltiples áreas de almacenado y manipulación de material
Falta de organización en el lugar de trabajo	Almacén muy grande y movimientos para acumular o desplazar materiales
Mala gestión en un cambio de referencia	Falta de comunicación Almacenado sin identificar Distribución de documentación innecesaria

Fuente: [www.eadic.com/blog/index.php/2012/11/22/despilfarros-lean-manufacturing/](http://www.eadic.com/blog/index.php/2012/11/22/despilfarros-lean-manufacturing/).

**2.1.4.4 Sobreproceso.** Se incluyen aquellos procesos ineficientes o inútiles pero que a menudo son aceptados como imprescindibles.

Causa: Etapas de proceso innecesarias, o procedimientos, o elementos de trabajo que no añaden valor al producto.

Ejemplo: Hojas de operaciones incorrectas, movimientos innecesarios.

Tabla 4. Causas y efectos, Muda sobreproceso

CAUSAS	EFFECTOS
Cambios de ingeniería sin cambios de proceso	Cuellos de botella incontrolados
Uso inapropiado de nuevas tecnologías	Operaciones del procesos inadecuadas
Toma de decisiones en niveles inapropiados	Falta de especificaciones claras de cliente
Uso de procedimientos ineficaces	Aprobaciones excesivas
Formación inadecuada	Información excesiva

Fuente: [www.eadic.com/blog/index.php/2012/11/22/despilfarros-lean-manufacturing/](http://www.eadic.com/blog/index.php/2012/11/22/despilfarros-lean-manufacturing/).

**2.1.4.5 Inventario o existencias.** Constituyen un conjunto de materiales o productos que se almacenan sin una necesidad inmediata.

Causa: Almacenamiento o compra innecesaria de materia prima, semielaborado o producto acabado sin un uso inmediato.

Tabla 5. Causas y efectos, Muda inventario

<b>CAUSAS</b>	<b>EFFECTOS</b>
No producir en flujo continuo	FISH en lugar de FIFO
Proveedores sin capacidad	Retrabajos excesivos almacenamiento innecesario
Largos tiempos de cambio	Dificultad para cambios de ingeniería. Trabajo en curso elevado
“Por si acaso”	Áreas de almacenamiento fuera de célula
Stocks del sistema incorrecto	Poca flexibilidad frente a cambios de programa Almacenado de obsoleto

Fuente: [www.eadic.com/blog/index.php/2012/11/22/despilfarros-lean-manufacturing/](http://www.eadic.com/blog/index.php/2012/11/22/despilfarros-lean-manufacturing/).

**2.1.4.6 Movimiento.** Son movimientos improductivos, que no aportan valor al proceso; demasiado lentos o demasiado rápidos. También son posiciones o acciones innecesarias o incómodas para los trabajadores.

Causa: Acciones de equipos o de personas que no añaden valor al producto.

Ejemplo: Entrega de reportes por correo electrónico (e-mail) y en papel.

Tabla 6. Causas y efectos, Muda movimiento

<b>CAUSAS</b>	<b>EFFECTOS</b>
Falta de coordinación	Máquinas y materiales muy alejados
Falta de organización en el lugar de trabajo	Buscar herramientas
Proceso sin optimizar	Exceso de movimientos
Lotes grandes de fabricación	Desplazamiento de carros entre equipos
Falta de formación	Confundir el movimientos con el trabajo

Fuente: [www.eadic.com/blog/index.php/2012/11/22/despilfarros-lean-manufacturing/](http://www.eadic.com/blog/index.php/2012/11/22/despilfarros-lean-manufacturing/).

**2.1.4.7 Defectos.** Se asocia a los costes que suponen estos defectos en el producto o el servicio: inspecciones, reparaciones, defectos, etc. Por ejemplo, en un hotel asignar una habitación para fumadores a un “no fumador” que había avisado de su condición al hacer la reserva.

Causa: Producir piezas de rechazo o que requieran reparación.

Ejemplo: Retrabajos o reparaciones de piezas

Tabla 7. Causas y efectos, Muda defectos

CAUSAS	EFFECTOS
Procesos inadecuados	Retrabajos y reparaciones
Excesiva variación	Inspecciones adicionales
Proveedores inadecuados	Entregas no realizadas Defectos de calidad
Errores de verificación	Quejas de cliente
Gestión incorrecta	Reclamaciones de proveedor

Fuente: [www.eadic.com/blog/index.php/2012/11/22/despilfarros-lean-manufacturing/](http://www.eadic.com/blog/index.php/2012/11/22/despilfarros-lean-manufacturing/).

**2.1.4.8 Competencias mal usadas.** Se asocia con la asignación de tareas a personas que bien no están capacitadas para su desempeño, o bien tienen una capacitación muy superior.

Causa: Asignar tareas a personas que no tengan las competencias (aptitud o actitud) adecuadas para desempeñarlas. No desarrollar o implementar ideas o sugerencias, no adecuar las competencias a las necesidades de los puestos de trabajo (EADIC, 2012).

Ejemplo: Falta de inversión en formación

Tabla 8. Causas y efectos, Muda de talento Humano

CAUSAS	EFFECTOS
Falta de información hacia los empleados	Desmotivación desconfianza de los empleados
Falta de información	Desconfiar de los sistemas de mejora
Falta de motivación de los empleados	Desperdiciar posibles beneficios
Falta de atención a los empleados	Desaprovechar los recursos

Fuente: [www.eadic.com/blog/index.php/2012/11/22/despilfarros-lean-manufacturing/](http://www.eadic.com/blog/index.php/2012/11/22/despilfarros-lean-manufacturing/).

## **2.2 Herramientas de Lean Manufacturing**

**2.2.1** *Value Stream Mapping (VSM)-Análisis de la cadena de valor.* CALVA, R., define el Mapeo de Flujo de Valor es una herramienta que sirve para ver y entender un proceso e identificar sus desperdicios. Permite detectar fuentes de ventaja competitiva, ayuda a establecer un lenguaje común entre todos los usuarios del mismo y comunica ideas de mejora. Enfoca al uso de un plan priorizando los esfuerzos de mejoramiento.

Un flujo de valor muestra la secuencia y el movimiento de lo que el Cliente valora. Incluye los materiales, información y procesos que contribuyen a obtener lo que al Cliente le interesa y compra.

Es la técnica de dibujar un “mapa” o diagrama de flujo, mostrando como los materiales e información fluyen “puerta a puerta” desde el proveedor hasta el Cliente y busca reducir y eliminar desperdicios. Es útil para la planeación estratégica y la gestión del cambio (CALVA, 2011).

**2.2.2** *Diagrama de Flujo.* Según AITECO Consultores, un diagrama de flujo es una representación gráfica de un proceso. Cada paso del proceso es representado por un símbolo diferente que contiene una breve descripción de la etapa de proceso. Los símbolos gráficos del flujo del proceso están unidos entre sí con flechas que indican la dirección de flujo del proceso.

El diagrama de flujo ofrece una descripción visual de las actividades implicadas en un proceso mostrando la relación secuencial entre ellas, facilitando la rápida comprensión de cada actividad y su relación con las demás, el flujo de la información y los materiales, las ramas en el proceso, la existencia de bucles repetitivos, el número de pasos del proceso, las operaciones de interdepartamentales (AITECO Consultores, 2012).

Tabla 9. Simbología ANSI diagrama de flujo

SÍMBOLO	REPRESENTA
	Inicio o termino. Indica el principio o el fin del flujo, puede ser acción o lugar, además se usa para indicar una unidad administrativa o persona que recibe o proporciona información
	Actividad. Describe las funciones que desempeñan las personas involucradas en el procedimiento.
	Documento. Representa un documento en general que entre, se utilice, se genere o salga del procedimiento.
	Decisión o alternativa. Indica un punto dentro del flujo en donde se debe tomar una decisión entre dos o más alternativas.
	Archivo. Indica que se guarda un documento en forma temporal o permanente
	Conector de página. Representa una conexión o enlace con otra hoja diferente, en la que continua el diagrama de flujo.
	Conector. Representa una conexión o enlace de una parte del diagrama de flujo con otra parte lejana del mismo.

Fuente: <http://administrativas.wordpress.com/2012/10/08/flujograma-y-diagrama-de-flujo-de-datos/>.

**2.2.3 Diagrama de proceso.** GARCÍA, R. define esta herramienta de análisis es una representación gráfica de los pasos que se siguen en una secuencia de actividades que constituyen un proceso o un procedimiento identificándolos mediante símbolos de acuerdo con su naturaleza: además, incluye toda la información que se considera necesaria para el análisis, tal como distancias recorridas, cantidad considerada y tiempo requerido.

Con fines analíticos y como ayuda para descubrir y eliminar ineficiencias, es conveniente clasificar las acciones que tienen lugar durante un proceso dado en cinco categorías, conocidas bajo los términos de operaciones, transportes, inspecciones, retrasos o demoras y almacenajes (GARCÍA, 2005 pág. 42).

Tabla 10. Clasificación de acciones que tienen lugar durante un proceso determinado.

ACTIVIDAD	SÍMBOLO	RESULTADO PREDOMINANTE
Operación	○	Se guarda o protege
Transporte	⇒	Se cambia de lugar o se mueve
Inspección	□	Se verifica calidad o cantidad
Demora	⊔	Se interfiere o retrasa el paso
Almacenaje	▽	Se guarda o protege

Fuente: GARCÍA, R. Estudio del Trabajo

**2.2.4 Diagrama de operaciones de proceso.** ABRAHAN, C. El diagrama de operaciones de proceso representa gráficamente un cuadro general de cómo se realizan procesos o etapas, considerando únicamente todo lo que respecta a las principales operaciones e inspecciones. Con esto, se entiende que única y exclusivamente se utilizaron los símbolos de operaciones e inspección.

Para comenzar el Diagrama Operaciones de Proceso, es práctico comenzar colocando una línea vertical a la derecha de una hoja, y así, de esa manera, colocar todas las operaciones e inspecciones que sea objeto un determinado producto; sin olvidar que la primera pieza deberá ser la principal, o sea, la más importante de todo el producto. El tiempo que se fijará por tarea deberá colocarse a la izquierda de cada operación. Con las inspecciones es opcional colocar el tiempo o no.

En este tipo de diagrama deben tomarse decisiones en cuanto a las piezas que deban comprarse, y las que deban producirse en la propia empresa, además nos sirve un plan de distribución, ya que muestra en forma clara las operaciones que se deben ejecutar con su secuencia y la maquinaria a utilizar.

El Diagrama de Operaciones de Proceso, es aplicable a la elaboración de un producto nuevo y a la elaboración de nuevas instalaciones, así como al análisis de operaciones existentes (ABRAHAN, 2008 pág. 41).

**2.2.5 Diagrama de recorrido-frecuencias de viajes.** Es una modalidad del diagrama del recorrido: en lugar de estudiar el recorrido de los materiales, estudia el movimiento de los trabajadores principalmente, y, en forma general, la frecuencia con que se desplacen los trabajadores o los materiales en una zona de trabajo. Al utilizar este diagrama, se observa al trabajador en estudio conforme se traslada de un punto a otro para realizar sus tareas. Se registra metódicamente los puntos hacia los que se mueve y las distancias recorridas. A veces, y especialmente cuando las distancias son demasiado largas, resulta útil anotar los tiempos de salida y llegada al lugar (DURÁN, 2007 págs. 84,85)

**2.2.6 Selección del producto.** Para realizar el estudio de la cadena de valor, primero de todo se debe elegir el producto que interese en función de las necesidades que se tengan en ese momento, como tiempo elevado de proceso, sobreproducción, *lead time* elevado, etc. Será interesante elegir un producto perteneciente a una familia de productos que compartan la mayor cantidad de procesos y operaciones, ya que de esta forma se aprovecha el estudio no solo para una referencia sino para todo el conjunto.

Figura 1. Elección de la familia de productos

		PROCESOS						
		1	2	3	4	5	6	7
PRODUCTOS	A	X	X	X		X	X	X
	B	X	X	X	X	X	X	X
	C	X	X	X		X	X	X
	D		X	X		X	X	
	E		X	X				X
	F	X		X		X		X

Familia de productos

Fuente: RAJADELL, y otros. Lean Manufacturing La evidencia de una necesidad

Una vez elegido el producto en sí, se deben plasmar cual es la situación actual de la organización para el desarrollo de ese producto. Para realizar esto en la práctica, se sigue el flujo de materiales empieza en el almacén de producto acabado y continua “aguas arriba” hasta el almacén de materia prima. Las fases del proceso se representan en categorías, como por ejemplo: mecanizado, soldadura montaje, etc., utilizando el formato de “Análisis del flujo de proceso”

Figura 2. Formato de “Análisis del proceso”

HOJA DE DATOS DE PROCESO										
<b>Producto:</b>	<b>Pieza:</b>	<b>Área:</b>	<b>Fecha:</b>							
				○	Transformación					
				→	Transporte					
				□	Control					
				▽	Stock/Espera					
N°	Descripción	Símbolos				Datos				Observaciones
		○	→	□	▽	Tiempo (min)	Cantidad (Uds)	Distancia (metros)	Superficie (m2)	
1										
2										
3										
4										
5										

Fuente: RAJADELL, y otros; Lean Manufacturing La evidencia de una necesidad

En este formato, apunta para cada paso, si se trata de una inspección, un transporte, una espera o un stock. De esta forma tan visual se pueden ver los procesos que realmente aportan valor añadido al producto.

Figura 3. Actividades del proceso ANV

	Símbolo	Importancia para el cliente
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">Proceso de producción</div>	○	○
TRANSFORMACIÓN (Añade Valor)	→	X
TRANSPORTE (Cintas Transportadoras)	□	X
CONTROL (Inspeccion)	▽	X
STOCK (WIP)	D	X
ESPERA	D	X

Fuente: RAJADELL, y otros. Lean Manufacturing La evidencia de una necesidad

Habría que apuntar lo que realmente ocurre, lo que pasa en el área de trabajo, como si se hiciera una foto en ese momento, el objetivo es observar el *gemba* y poder hablar con datos en la mano. No se supone que ocurre, ni se piensa como se hace normalmente, sino cómo está pasando ahora. En el caso de que no se vea con claridad, se pregunta a la persona responsable para que ésta pueda explicar cómo se produce el proceso.

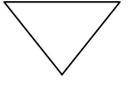
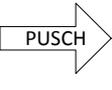
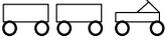
En primer lugar, hay que crear un taller de trabajo o *workshop*. En este *workshop* han de participar personas de diferentes departamentos de la organización, con el fin de obtener

información de diferentes áreas: producción, ingeniería, logística, etc. Una vez creado el grupo de trabajo, hay que elegir el producto a estudiar.

**2.2.7 Simbología para el VSM.** Como ocurre es sabido, un signo cumple su función de una manera directa (puede formar parte de un lenguaje visual, como ocurre con las señales de tráfico). Los signos presentan la particularidad de que ofrecen un mensaje simple de relevancia inmediata y momentánea. Por su parte, un símbolo es una imagen que representa una idea, que comprende una verdad universal. Un sistema de símbolos se compone de un conjunto de símbolos interrelacionados.

Para establecer el VSM se dispone de un sistema formal de símbolos que permite representar en un papel todos los procesos encontrados en un sistema productivo. Para el caso del flujo de materiales, estos símbolos son los que se adjuntan a continuación:

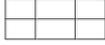
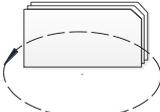
Figura 4. Símbolos del flujo de materiales

 <b>Operación de Valor Añadido</b>	 <b>Operación de Control</b>	 <b>1000 piezas días Material Parado</b>	 <b>Movimiento de Materiales Empujado</b>						
 <b>Movimiento de Material Tirado</b>	<table border="1" data-bbox="662 1232 790 1332"> <tr><td>T/C: 6.5 seg.</td></tr> <tr><td>C/S: 400 seg.</td></tr> <tr><td>2 Turnos</td></tr> <tr><td>OEE: 60%</td></tr> </table> <b>Datos de Proceso</b>	T/C: 6.5 seg.	C/S: 400 seg.	2 Turnos	OEE: 60%	<table border="1" data-bbox="853 1232 1013 1310"> <tr><td>Máx. 30 Piezas</td></tr> <tr><td>FIFO →</td></tr> </table> <b>Movimiento de Material Tirado</b>	Máx. 30 Piezas	FIFO →	 <b>Localizaciones Externas</b>
T/C: 6.5 seg.									
C/S: 400 seg.									
2 Turnos									
OEE: 60%									
Máx. 30 Piezas									
FIFO →									
 <b>Transporte Camión</b> Viernes & Miércoles	 <b>Transporte interno</b>	 <b>Supermercado</b>							

Fuente: RAJADELL, y otros. Lean Manufacturing La evidencia de una necesidad

Una vez dibujado el mapa de la situación actual con respecto al flujo de materiales, se debe seguir el flujo de la información existente entre los clientes, la planta y todos los proveedores habrá que tomar nota si se trata de una comunicación electrónica o manual, si existe un sistema de programación de la producción, etc. La simbología estándar que se utiliza para la identificación del flujo información es la siguiente:

Figura 5. Símbolos del flujo de información

 Flujo de información manual	 Flujo de información electrónico	 Plano Diario Plan de producción	 Caja de nivelado
 Kanban Lote de producción	 Kanban de movimiento	 Kanban de producción	 Movimiento de kanban en lote
 Secuenciador	 Ajustes «informales» del plan de producción		

Fuente: RAJADELL, y otros. Lean Manufacturing La evidencia de una necesidad

Una vez obtenidos todos los pasos de los diferentes procesos necesarios para la obtención del producto, eso sí hacia atrás, el grupo de trabajo se retira a una sala donde comenzaran a dibujar siempre a mano, con papel y lápiz los diferentes símbolos estándares para cada tarea, para obtener así el mapa actual. A continuación se presentan los pasos para la elaboración del VSM:

1. Flujo de materiales a partir del cliente
2. Se representan las operaciones apuntadas en la hoja “Análisis del flujo del proceso
3. Se representa el flujo de información
4. Se calcula y representa el *lead time*
5. Se dispone del mapa completo. (RAJADELL, y otros, 2010 págs. 35-40)

### 2.3 Las 5S

DORBESSAN argumenta, en el mundo globalizado y competitivo que hoy nos toca vivir, ninguna empresa puede desconocer las herramientas que utilizan aquellas que se destacan y triunfan dentro del sistema. El progreso en las comunicaciones ha popularizado el aprendizaje de modernas técnicas de gerenciamiento nacidas en Japón como TQC, TPM, JIT. Estas y muchas otras comienzan con la aplicación de las 5S.

En Japón las 5S pasaron de la sociedad a las empresas, en occidente está ocurriendo lo contrario. Esta tarea no es sencilla y llevará a su tiempo, pero cada día son más las

empresas industriales, comercios, escuelas y organizaciones de todo tipo que eligen progresar en la mejora del ambiente de trabajo. (DORBESSAN, 2000 pág. 1)

GUTIÉRREZ, H., expone que las 5S es una metodología que permite organizar un lugar de trabajo, mantenerlo funcional, limpio y en condiciones estandarizadas y a la disciplina necesaria para hacer un buen trabajo. El enfoque primordial de esta metodología desarrollada en Japón es que para que haya la calidad se requiere antes de todo orden, limpieza y disciplina. Con esto se pretende atender problemáticas, en las oficinas, espacios de trabajo e incluso en la vida diaria, donde es relativamente frecuente que las personas no encuentren lo que buscan, exista desorden, urgencias para encontrar piezas o documentos, materiales en los lugares que no les corresponde, abundancia de cosas innecesarias y espacios sucios.

Obviamente, bajo estas condiciones la productividad del trabajo disminuye y los procesos se vuelven más lentos y burocráticos. Por lo tanto bajo este escenario es preciso aplicar la metodología de las 5S, cuyo nombre proviene de los siguientes términos japoneses:

- *Seiri* (Seleccionar). Seleccionar lo necesario y eliminar lo que no es.
- *Seiton* (Orden). Cada cosa en su sitio y un sitio para cada cosa.
- *Seiso* (Limpiar). Esmerarse en la limpieza del lugar y de las cosas.
- *Seiketsu* (Estandarizar). Como mantener y controlar las tres primeras S
- *Shitsuke* (Autodisciplina) convertir las 4 S en una forma natural de actuar (GUTIÉRREZ, 2005 págs. 280-283).

**2.3.1 Seleccionar (*Seiri*).** Según GUTIÉRREZ, A., Es la eliminación del lugar de trabajo todo lo que no sirve a ningún proceso productivo que esté en marcha. La correcta aplicación de este punto permite la reducción de los problemas y las interferencias en el flujo de trabajo, la calidad de los productos facilitando un mayor aumento de la productividad.

Se basa sobre la estrategia de la “Tarjeta roja”, que consiste en identificar los objetos que no se utilizan en el trabajo. Permite la evaluación de su uso efectivo y aprender de una manera apropiada su tratamiento en el proceso (GUTIÉRREZ, 2011).

**2.3.1.1 Normas para Seiri.** De acuerdo con Equipo Azul PDI, representa tarjetas de los siguientes colores para llevar un control visual de las cosas que entorpecen el flujo de producción.

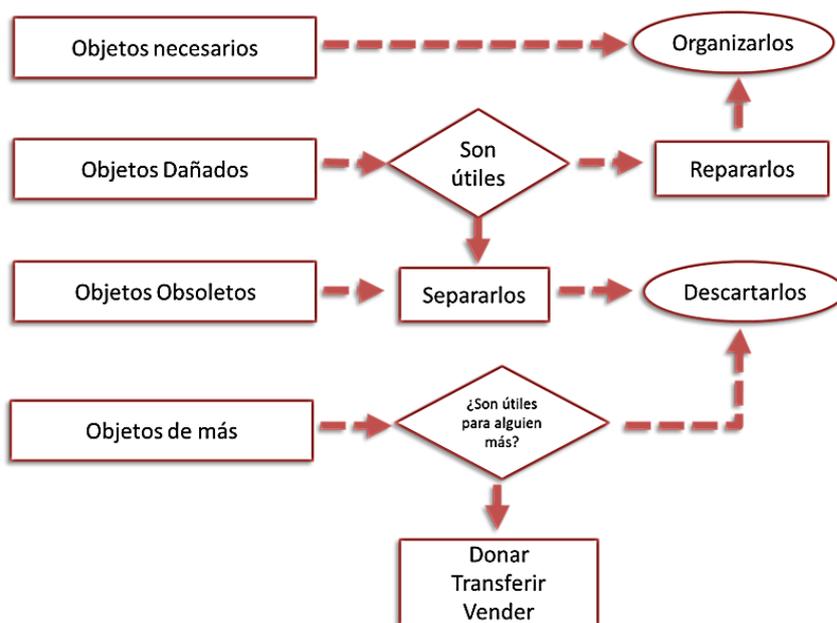
- *Tarjetas de color rojo.* Para destacar objetos que no pertenecen al área y deben colorarse lejos del lugar de trabajo o para marcar todo aquello que debe desecharse.
- *Tarjetas de color azul.* Pueden destacar elementos que pertenecen al trabajo realizado, que reducen el espacio en el lugar de trabajo y se debe buscar un sitio mejor para colocarlo.
- *Tarjetas de colores intensos.* Para facilitar su identificación, pueden ser de colores fluorescentes, su color ayuda a identificarlos rápidamente aun estando a distancias alejadas.

Usar tarjetas de colores permite marcar o denunciar que en el sitio de trabajo existe algo innecesario y que se debe tomar una acción correctiva.

**2.3.1.2 Control e informe final.** Es necesario llenar el formato de evaluación Seiri para tener un mejor control de los datos arrojados por la inspección hecha.

Se debe almacenar un registro y respaldo de la evolución del proceso de implementación a realizar que permita tomar decisiones en base a los datos que se vayan generando.

Figura 6. Proceso para seleccionar (*Seiri*)



Fuente: [http://equipoazulpdi.mex.tl/57509\\_Seiri.html](http://equipoazulpdi.mex.tl/57509_Seiri.html)

**2.3.2 Ordenar (*Seiton*).** Organizar los elementos clasificados como necesarios, de manera que se puedan encontrar con facilidad. Para esto se ha de definir el lugar de ubicación de estos elementos necesarios e identificarlos para facilitar la búsqueda y el retorno a su posición. La actitud que más se opone a los q representa *Seiton*, es la de “ya lo ordenaré mañana”, que acostumbraba a convertirse en “dejar cualquier cosa en cualquier sitio”. La implantación del *Seiton* se comporta:

Marcar los límites de las áreas de trabajo, almacenaje y zonas de paso.

Disponer de un lugar adecuado (EQUIPO azul PDI).

**2.3.2.1 Clases de distribución de planta.** RUBINFELD, H. clasifica los distintos tipos de distribución de la siguiente manera; La distribución de planta puede disponerse de tres formas principales:

- *Distribución en línea o por producto.* Las máquinas y los puestos de trabajo están distribuidos según el diagrama de operaciones del proceso del producto que se fabrica.

- *Distribución funcional o por proceso.* Las máquinas y los puestos de trabajo están distribuidas por familias de máquinas homogéneas, desplazándose los materiales y semifabricados de un lugar a otro.
- *Distribución por componente fijo.* Las máquinas y los puestos de trabajo se desplazan y se adaptan al fabricado principal. Esta distribución se emplea para fabricación de pocas y grandes unidades como buques, locomotoras etc.

**2.3.2.2 Elección de la distribución de planta más adecuada.** En principio y según las clases de fabricaciones. Las distribuciones en planta más adecuadas son las siguientes:

- *Fabricación de tipo continuo.* Son las que producen los mismos artículos, que se obtienen sin montajes, por lo que pueden obtenerse unidades de mayor magnitud por adición de pequeñas. A este tipo de fabricación pertenecen las de cemento, papel, laminados, etc. La distribución en planta de estos procesos deberán ser siempre en línea.
- *Fabricación de tipo repetitivo o fabricación en serie.* Son las que fabrican los mismos artículos, pero necesitan montajes por lo que no pueden obtenerse de mayor magnitud por adición de otras a este tipo de fabricaciones pertenecen las de los automóviles, bicicletas, electrodomésticos, muebles metálicos etc. La distribución en planta de estos procesos serán también en línea.
- *Fabricación intermitente o bajo pedido.* Se caracteriza por hacer pocas unidades iguales, de acuerdo con la petición de los clientes, como, por ejemplo, la construcción de barcos, locomotoras, grandes transformadores, grandes alternadores o fabricaciones especiales, como la maquinaria para papeleras, azucareras etc. (RUBINFELD, 2005)

**2.3.3 Limpieza (Seiso).** Pienso en lean, en su publicación analiza el pilar Seiso como; El objetivo fundamental de *Seiso* es convertir la estación de trabajo en un lugar limpio en el que todos puedan trabajar a gusto. El siguiente objetivo es que todo esté mantenido en condiciones óptimas, de modo que cuando alguien necesite utilizar algo

esté listo para su uso. Es por esto que las empresas deben enraizar la limpieza en los hábitos diarios de trabajo (Pienso en Lean, 2011).

**2.3.4 Estandarizar (Seiketsu).** DUARTE, C., en su página de análisis de kaizen define la cuarta S de la siguiente forma; Es la metodología que nos permite mantener los logros alcanzados con la aplicación de las tres primeras “S”. Si no existe un proceso para conservar los logros, es posible que el lugar de trabajo nuevamente llegue a tener elementos innecesarios y se pierda la limpieza alcanzada con nuestras acciones.

Estandarizar es lograr que los procedimientos, prácticas y actividades se ejecuten consistentemente y de manera regular para asegurar que la selección, la organización y la limpieza se mantengan en las áreas de trabajo.

**2.3.4.1 Proceso.** Integrar las actividades de 5's en el trabajo regular, evaluar los resultados.

En esta etapa se recomienda elaborar también un manual de estandarización para que se mantengan las 5's y exista continuidad en aspectos como:

- Estandarización de colores.
- Colores y tipos de líneas.
- Codificación de artículos, espacios, anaqueles, etcétera.
- Guías de ubicaciones.
- Etiquetas.
- Estándares para la organización.
- Estándares para la limpieza.
- Reglamento.

**2.3.5 Disciplina (Shitsuke).** Seguimiento es convertir en un hábito las actividades de las 5S, manteniendo correctamente los procesos generados a través del compromiso de todos.

En esta etapa se recomienda:

- Hacer campañas de promoción a lo que se ha ganado.
- Organizar visitas a las instalaciones.
- Proporcionar capacitación continua.
- Hacer campañas de difusión.
- Realizar juntas de seguimiento.
- Realizar presentaciones de proyectos (DUARTE, 2009).

## **2.4 Las 5S como herramienta de Lean Manufacturing**

CAMPOS, J., en su artículo de investigación de euskalit argumenta que la implantación de la metodología 5S en una organización está siempre relacionada con la mejora en aspectos tan importantes como la calidad, la productividad y la competitividad de la misma.

Asimismo, las tareas realizadas durante una implantación y posterior mantenimiento de las 5S están orientadas a reforzar actitudes y buenos hábitos en el puesto de trabajo. Estos hábitos de trabajo disciplinado, ordenado y con método son la premisa básica que permite ir más allá de las 5S y conseguir otras metas de calidad y productividad superiores, e implantar otras metodologías más complejas.

Por tanto se puede afirmar que las 5S suponen uno de los mejores entrenamientos para afrontar cambios organizativos y culturales y un magnífico apoyo para mejorar nuestros sistemas productivos.

Hoy en día son muchas las empresas industriales que utilizan metodologías y herramientas de gestión como TPM (Total productive maintenance), *LEAN MANUFACTURING*, MINICOMPAÑÍAS y que funcionan gracias, en gran medida, a una buena implantación previa de las 5S.

El *Lean Manufacturing* es un sistema de producción basado en la eliminación sistemática del despilfarro en todas las fases del proceso productivo. *Lean* significa “ágil”, “esbelto” o “sin grasa”. Según este sistema, existen ocho tipos de despilfarros

donde hay que incidir: sobreproducción, tiempo de espera, transporte, exceso de procesado, inventario, movimiento, defectos y el potencial humano subutilizado.

Veamos cómo pueden ayudar las 5S a eliminar cada uno de estos despilfarros:

#### **2.4.1** *Sobreproducción.* La 1ra S, 2da S: Separar Innecesarios, Situar Necesarios.

Entre los criterios para definir lo que es innecesario, se podría llegar a tener en cuenta todo material producido y sin salida, que está ocupando un espacio en nuestras instalaciones innecesariamente. Asimismo, en Situar Necesarios, definiremos máximos y mínimos para cada material que hayamos definido como necesario e incluso colocaremos puntos de stock o de reposición para tener en cada sitio el nº de elementos justo.

#### **2.4.2** *Tiempos de espera.* La 2da, 3ra, 4ta S: Situar Necesarios, Suprimir Suciedad, Señalizar Anomalías.

Que inciden en la correcta ubicación e identificación de cada elemento necesario, el correcto funcionamiento de las máquinas (no averías, no apaños, excesivos tiempos de búsqueda de utillajes o planos, etc.) y una buena señalización e instrucciones a pie de máquina.

#### **2.4.3** *Transporte / movimiento.* Al hablar de transporte, siempre pensamos en el transportista que mueve nuestra producción o materia prima de una planta a otra. No debemos olvidar los tiempos que se consumen en vano moviendo materiales de un lugar a otro dentro de nuestra propia planta por no estar debidamente ubicados, al igual que los desplazamientos innecesarios de las personas a la búsqueda de “lo necesario” para su trabajo. Por tanto, la 2ª y 4ª S, el Layout de la planta son importantes.

#### **2.4.4** *Inventario.* La 2da y 4ta S: Situar Necesarios, Señalizar Anomalías.

Colocar los materiales de la manera más visible, con las marcas para sus máximos y mínimos y las instrucciones de reposición de materiales hará que la gestión del inventario sea más eficiente y evidente.

#### **2.4.5 Defectos.** La 3ra y 4ta S: Suprimir Suciedad, Señalizar Anomalías.

En la 3ª S, aparte de limpiar y de identificar y eliminar los focos de suciedad, aprovechamos para detectar apaños, máquinas o materiales defectuosos o anticuados que pueden causar problemas, etc. Con la 4ª S obtendremos un control visual óptimo que nos permitirá detectar rápidamente cualquier error o defecto o la posibilidad de que se produzca.

#### **2.4.6 Potencial humano subutilizado.** Todas las S's pero especialmente la 5ta: Seguir Mejorando.

Las auditorías 5S, la participación o rotación de auditores internos, la obtención de indicadores, el establecimiento de objetivos, el aprendizaje mediante visitas o auditorías externas 5S en tu propia planta, el reconocimiento a las buenas prácticas, etc. hará que el nivel de participación y las sugerencias de mejora de las personas aumenten y que todas las personas piensen en clave de "Mejora de la Productividad" porque comienzan a encontrarle sentido al sistema de trabajo. Este es uno de los principales beneficios de las 5S en el largo plazo. (CAMPOS, 2012)

### **2.5 Decisión de la dirección e implicación de todos**

SACRISTÁN, F., La dirección es la máxima responsable del programa y aplicación de las 5S. Se necesita un firme convencimiento por su parte sobre la importancia de la organización, el orden y la limpieza, así como la detección de todo tipo de anomalía en este sentido, para darles solución.

El máximo responsable de la organización y su equipo directivo han de desempeñar un papel activo en el proceso, especialmente en las primeras experiencias de implantación. Sus funciones consisten en:

- Lidera el Programa 5S definiendo un Plan Director, la estrategia y objetivos.
- Mantener un compromiso manifiesto participando activamente en la promoción de las actividades de las 5S y en las auditorías de progreso

- Promover la participación de todos los implicados, arrancando la acción sobre un área/taller piloto.
- Efectuar seguimiento del programa.

Una vez seleccionada el área de intervención, la Dirección debe designar a los miembros del equipo del proyecto que se encargara de llevar a cabo la implantación. (SACRISTÁN, 2005)

## CAPÍTULO III

### 3. ANÁLISIS SITUACIÓN INICIAL

#### 3.1 Reseña histórica

Debido al crecimiento de la demanda de productos metalmecánicos en la industria alimenticia en 1998 una conversación informal Juan Carlos Mora, Ingeniero Mecánico graduado de la Politécnica Nacional propuso a Javier Estrella Ingeniero Naval cuyos estudios superiores lo realizó en Brasil y al Sr. Juan Suarez integrar una sociedad para cubrir dicha demanda, que en 1999 dieron inicio a la empresa Induacero Cía. Ltda.

Empezaron con una soldadora de electrodo revestido (Smaw), una soldadora TIG para acero inoxidable y un compresor de aire. La fábrica comenzó haciendo ollas, escaleras, mesas, todo bajo pedido.

Uno de sus primeros clientes fue Merck Sharp & Dohme, empresa para la que fabricaron plataformas y escaleras sus pedidos no superaban los USD 6500, Poverfrut industria productora de vegetales congelados, con sede en Lasso, población cercana a Latacunga fue otro de sus primeros clientes. Induacero fabricó líneas de procesamiento de vegetales congelados y cintas transportadoras. En esa época la compra de maquinaria se hacía conforme se presentaban los proyectos. Los primeros cuatro años no cobraron utilidades; los socios acordaron reinvertirlos en la empresa.

En el año 2003 una tragedia invade la empresa para los socios y trabajadores, Juan Carlos Mora, mentalizador y gerente de la fábrica, murió repentinamente a los 32 años.

En el 2004 el Ing. Javier Estrella decidió renunciar a su trabajo en el proyecto de Oleoducto de Crudos Pesados (OCP) en Lago Agrio y asumió la Gerencia de la fábrica.

Tras varios meses de gestiones Induacero consiguió clientes como la fábrica El Café, del Grupo Noboa, que compra tanques de almacenamiento para café líquido.

En el 2005 fueron galardonados por General Motors de la Región Andina, Venezuela, Colombia y Ecuador, con la denominación, Mejor Proveedor en Calidad, Servicio, Tecnología y Precio.

La empresa ha tenido desde el 2005 un 73% de crecimiento anual. Tuvo en el 2007 el 16% de rentabilidad neta.

Con los objetivos y metas claras, en el 2010 Inducero obtuvo la certificación SGC ISO 9001-2008 y posteriormente en el 2011 la certificación *THE AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS* “ASME” y *THE NATIONAL BOARD* para la fabricación y reparación de recipientes de presión ESTAMPE “U” y “R”, adicional a las certificaciones obtenidas fabrica equipos bajo la norma API y otros estándares internacionales como; AWS - TEMA - 3A - AWWA – AISC-NFPA incrementando así su cartera de clientes destacándose el sector petrolero, posicionándose en la actualidad como una de las principales empresas de diseño, construcción, montaje de tanques y equipos industriales de ingeniería bajo pedido.

En la actualidad cuenta con 3.200 metros cuadrados, técnicamente distribuidos para cada operación; cuenta con maquinaria y la logística necesaria, para la fabricación de equipos complejos y de gran tamaño, contando así con más de 200 clientes entre los que destacan:

GM, EP Petroecuador, Repsol Ypf, Petroamazonas EP, Grupo Noboa, Holcim, Baker Hughes, MI Swaco, Halliburton, Nestle, Helmerich & Payne, Grupo Oriental, Carrocerías Varma, Defilo, Quimpac S.A., CVA.

Sus próxima proyección es la expansión y traslado de la planta en la que se están realizando estudios para la introducción de nuevas tecnologías para trabajar auto tanques en aluminio, mercado el cual no ha sido explotado en el país.

## 3.2 Descripción general de la empresa

### 3.2.1 Base legal

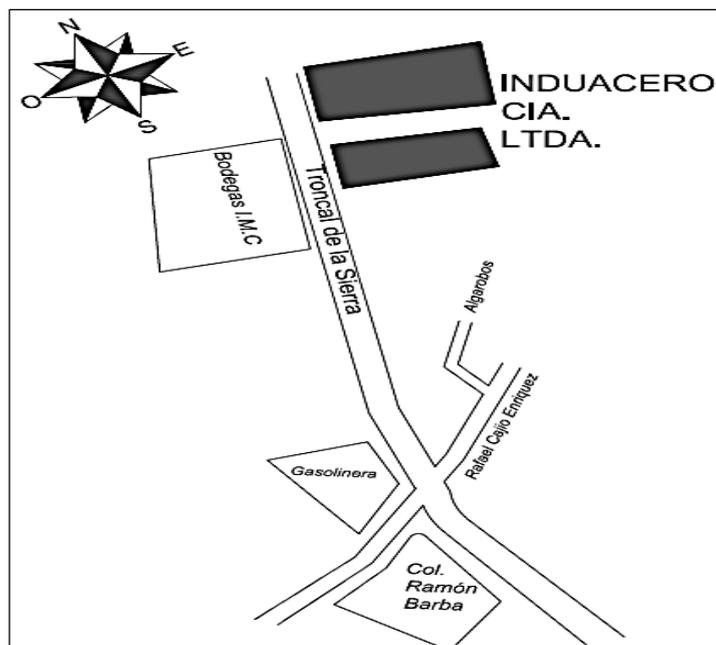
**Razón Social:** INDUACERO CÍA. LTDA.  
**Reconocimiento legal:** Mediana Empresa  
**RUC:** 0590060933001  
**Representante Legal:** Ing. Cristóbal Javier Estrella Villavicencio  
**Actividad económica:** Diseño. Construcción y montaje de tanques y equipos industriales en acero al carbono y acero inoxidable.

**Sector:** Metalmecánico

### 3.2.2 Localización

**País:** ECUADOR  
**Provincia:** Cotopaxi  
**Ciudad:** Latacunga  
**Dirección:** Panamericana Sur km. 4 /Sector Niágara, frente a bodegas del Municipio.

Figura 7. Localización geográfica



Fuente: Autores

### 3.2.3 *Contacto*

<b>Página web:</b>	www.induacero.com.ec
<b>E-Mail:</b>	ventas@induacero.com.ec / induacero@andinanet.net
<b>Teléfonos:</b>	(03) 2813 935/ (03) 2813 936
<b>Proyectos:</b>	proyectos@induacero.com.ec
<b>Q.C.</b>	controldecalidad@induacero.com.ec

**3.2.4 *Misión.*** Diseñar, construir y comercializar tanques metálicos para el sector industrial con precios competitivos y cumpliendo estándares de calidad.

**3.2.5 *Visión.*** Liderar a nivel nacional la construcción de tanques metálicos con mejoramiento continuo y calidad; y mejorar la calidad de vida de nuestros colaboradores.

**3.2.6 *Política de calidad.*** Es política de INDUACERO, diseñar y construir equipos industriales que cumplan con los requisitos y expectativas de sus clientes y los propios de la organización. Para lograrlo, todos quienes formamos INDUACERO, estamos comprometidos con la calidad de nuestros productos y la eficiencia de nuestros procesos, con el fin de garantizar así, la satisfacción de los clientes, el bienestar del personal y la confianza de los socios

**3.2.7 *Política de seguridad.*** INDUACERO es una institución dedicada al diseño y construcción de tanques de acero, la misma se compromete a asignar los recursos económicos como de talento humano para prevenir los accidentes y enfermedades profesionales a través de la erradicación de los riesgos y peligros presentes en los diferentes puestos y procesos de trabajo.

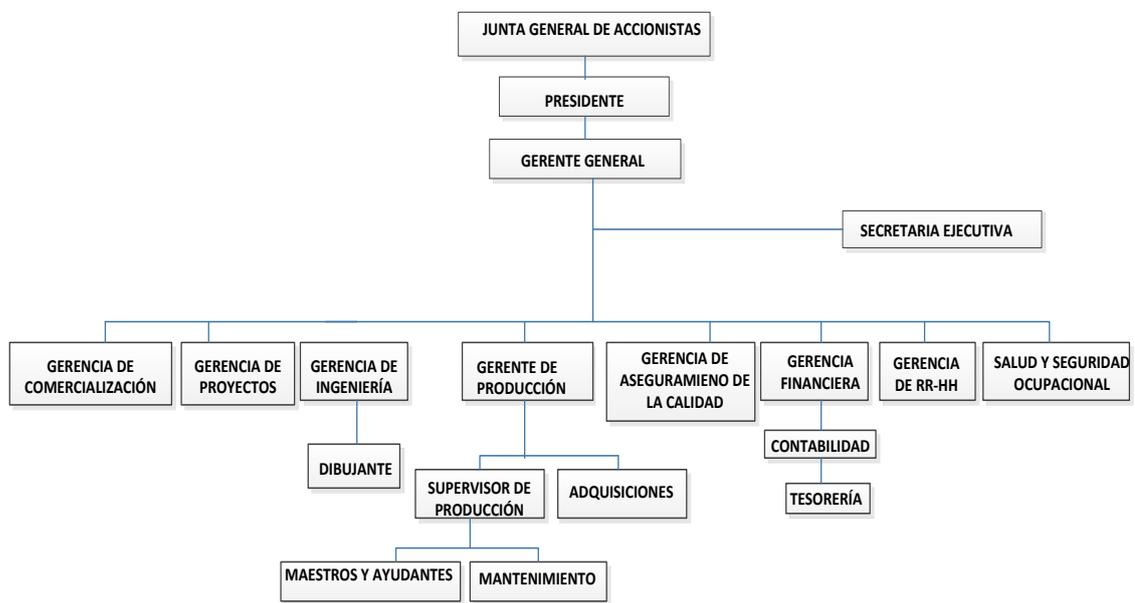
Es compromiso de INDUACERO optimizar todos sus procesos de trabajo mediante la aplicación de los programas de mejoramiento continuo previo la detección de no conformidades.

### 3.2.8 Valores organizacionales

- Emprendimiento
- Innovación
- Eficiencia
- Trabajo en equipo

### 3.2.9 Organigrama estructural

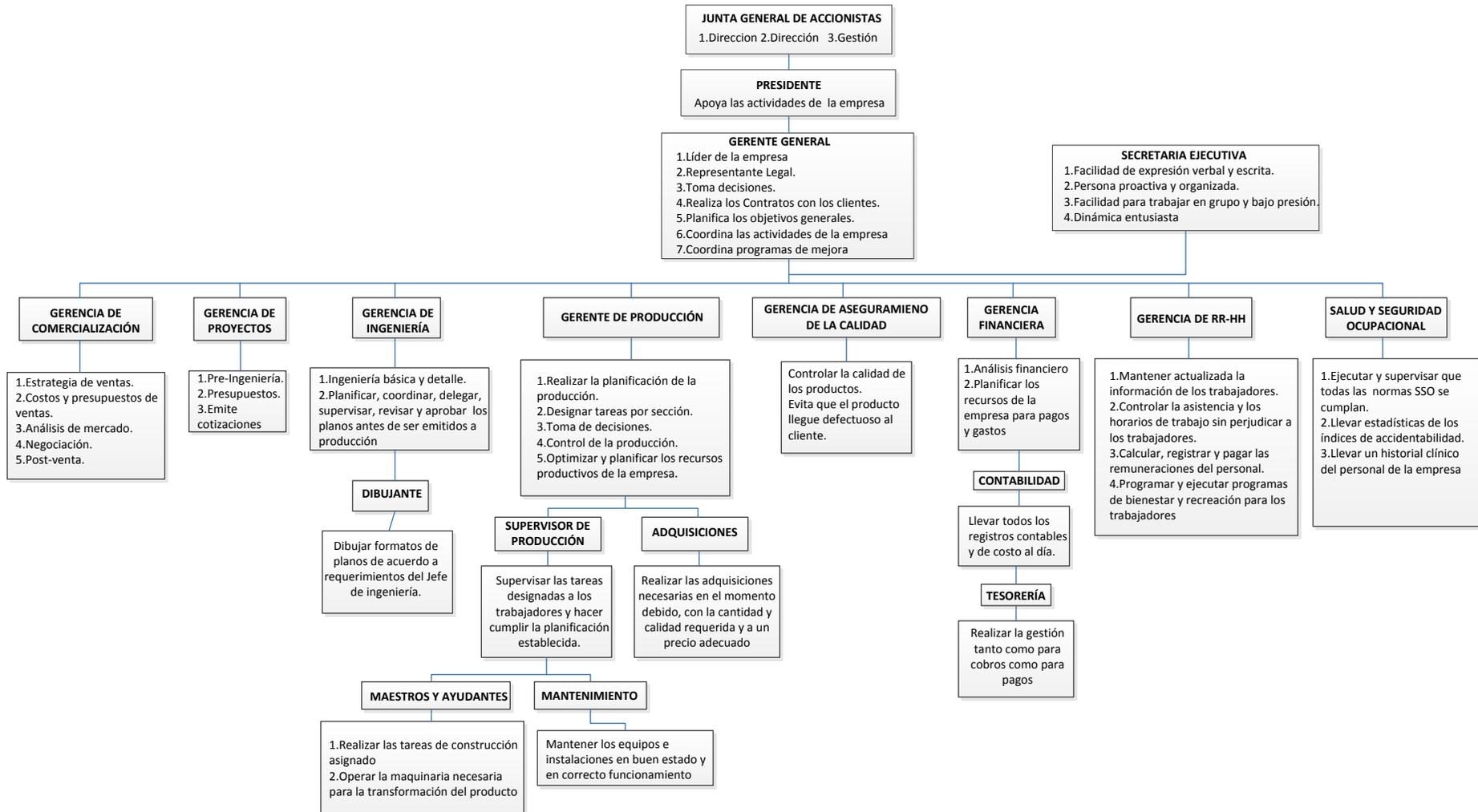
Figura 8. Organigrama estructural



Fuente: Plan Estratégico Inducero Cía. Ltda.

**3.2.10 Organigrama funcional.** La Figura 9 detalla las funciones de cada uno integrantes de la empresa.

Figura 9. Organigrama funcional INDUACERO CÍA. LTDA.



Fuente: Plan Estratégico Induacero Cía. Ltda.

### 3.3 Determinación y análisis en los procesos en el área de producción

Dentro de este punto se determinará y se analizará cada uno de los procesos involucrados en el área de producción con el fin de obtener la información necesaria para organizar y establecer la base del estudio en cuestión. A continuación detallamos los elementos que involucran el área de producción en planta.

**3.3.1 Oferta de productos.** La oferta de productos es variada al ser una producción de tipo bajo pedido cada uno de ellos tiene variaciones en su diseño, proceso de fabricación y tiempo.

En la siguiente tabla se clasifican los productos en función al sector que abastecen.

Tabla 11. Productos INDUACERO CÍA LTDA.

<b>Sector</b>	<b>Productos</b>
Industria Alimenticia y Bebidas	Tanques refrigerados Tanques enchaquetados y aislados Marmitas Reactores Sistemas CIP Bandas transportadoras Transportadores de tornillo Lavadoras de frutas Tanques de dilución Blanchers para cocinado y lavado Túneles de enfriamiento "IQF" Autoclaves Pasteurizadores Enfriadores de placas Agitadores Dosificadores Instalación de tubería Filtros Bombas Ingeniería, diseño y montaje de plantas
Industria Láctea	Silos aislados Tanques para yogur Marmitas para manjar Tanques de enfriamiento Pasteurizadores Descremadoras Tanqueros para transporte Agitadores

Tabla 11. (Continuación)

	<p>Lavadoras de jabas          Bandas transportadoras          Bancos de hielo          Instalación y montaje de tubería sanitaria por proceso orbital          Tuberías, bombas y accesorios</p>
<p>Industria          Química          farmacéutica</p>	<p>Autoclaves          Marmitas eléctricas          Marmitas enchaquetadas          Tanques          Elevadores          Plataformas          Mescladores          Ductos especiales          Tubería y accesorios          Intercambiadores de calor</p>
<p>Equipos para el          Transporte y          Vehículos          de Emergencia</p>	<p>Tanqueros aislados acabado sanitario          Tanqueros para GLP y CO2          Tanqueros para químicos          Tanqueros para combustibles          Tanqueros de vacío          Plataforma cama baja standard          Plataforma cama baja con cuello desmontable          Bañeras basculantes          Motobombas para combate a incendios          Tanqueros para abastecimiento          Furgones para desechos peligrosos</p>
<p>Industria en          General</p>	<p>Estructuras metálicas          Autoclaves para palma africana          Intercambiadores de calor          Calentadores de aceite          Construcción y montaje de tubería          Ecotanques para almacenamiento subterráneo          Puentes grúa          Plataformas          Silenciadores y escapes          Chimeneas          Mezclador de polvos          Juntas de expansión          Inyección de poliuretano          Puente grúa</p>
<p>Tanques de          Almacenamiento          y Recipientes de          Presión</p>	<p>Tanques de almacenamiento api 650          Limpieza de tanques          Sandblasting y pintura para tanques          Recipientes con estampe "ASME"          Recipientes con estampe "R"          Separadores de petróleo          Tanques para GLP y Co2</p>

Tabla 11. (Continuación)

	Tanques para aire comprimido Torres de destilación Gas Scrubbers Intercambiadores de calor Condensadores Sandblasting y pintura para recipientes
Servicios Industriales	Cizalla hidráulica Plegadora hidráulica Conformado de cabezas ASME Tornos hasta 7 metros de bancada Soldadura TIG orbital Inyección de poliuretano Sandblasting para tanques Plasma corte

Fuente: Induacero Cía. Ltda.

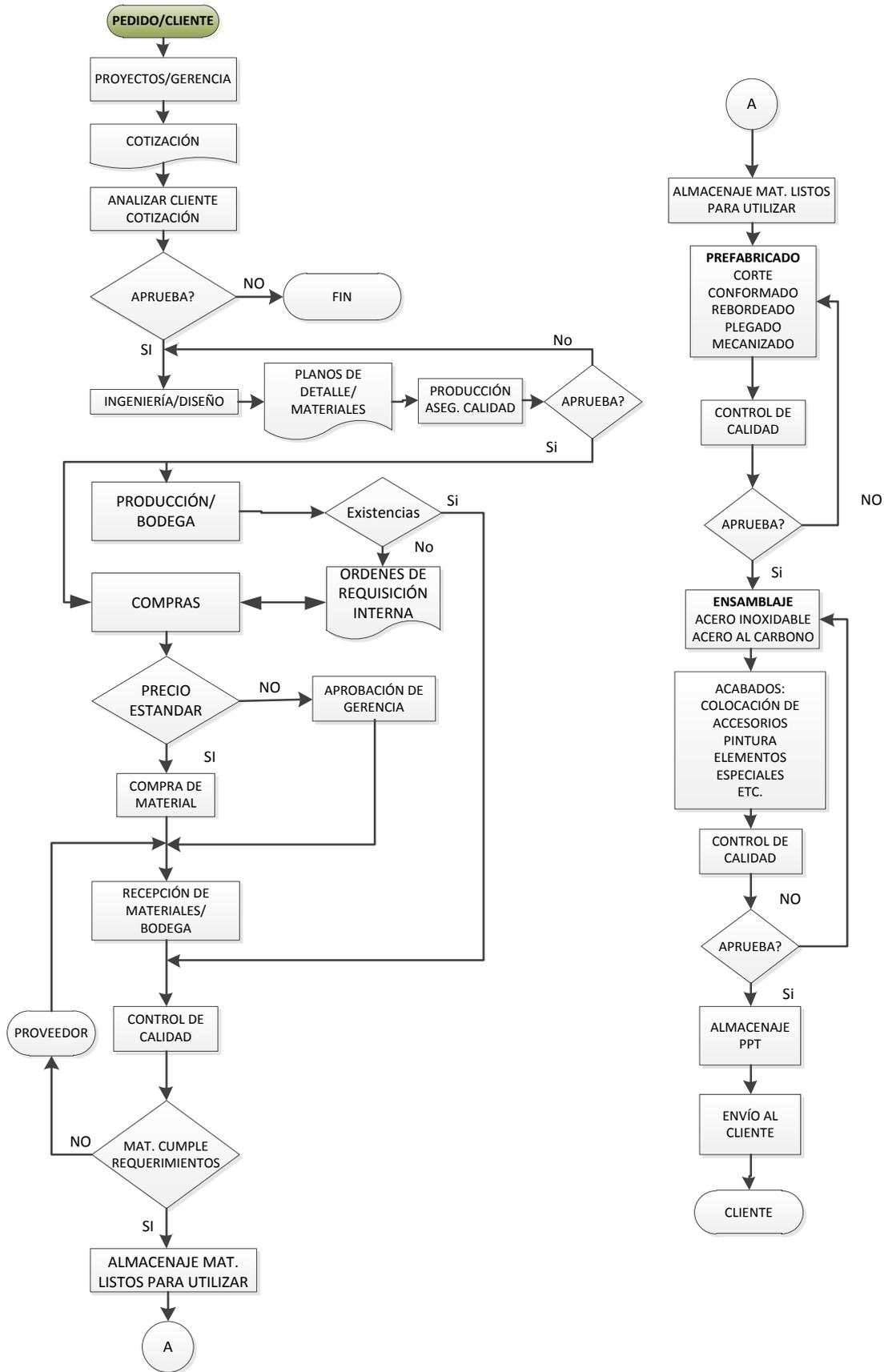
Todos estos productos presentados en la Tabla 11 son realizados en Acero al carbono y Acero inoxidable diferenciándose por la materia prima utilizada de acuerdo al sector y a la necesidad del cliente.

Según *Toyota Production System* para realizar el mapeo de cadena de valor es necesario clasificar los productos en familias, y para el presente estudio las familias determinadas son en función en la materia prima utilizada.

**3.3.2** *Flujo general de procesos de la cadena de valor.* El flujograma nos permite tener una visualización completa de los procesos globales de la empresa y sus secuencias, como punto de partida de todas las actividades es el pedido del cliente, posteriormente se desarrollan actividades administrativas, secuencialmente actividades de ingeniería, control, producción, logística, nuestro estudio se desarrolla en el área Producción que mayor costes genera por su naturaleza de recursos, y talento humano, es el corazón de la industria.

En la Figura 10 se ilustra el flujo de los procesos determinándose su secuencia y su dependencia que abarca a lo largo de la fabricación de un producto según ANSI.

Figura 10. Diagrama de flujo general de procesos



Fuente: Autores

**3.3.3 Análisis de los procesos de transformación de material en el área de producción.** El sistema de producción es de tipo ingeniería bajo pedido previo al diseño requerido por el cliente, es decir, su oferta se ajusta a la demanda variable e impredecible de clientes con requerimientos diferentes, semanalmente pueden cambiar drásticamente los tipos de productos requeridos y sus recursos para producirlos, por lo que los modelos estadísticos de proyectar demanda futura resultan irreales para planificar y desarrollar oportunidades de mejora en función de un determinado producto.

Presentando una disposición o distribución de planta en la parte de prefabricado va a ser siempre de tipo funcional por la cual se procesan todas las ordenes de producción y la de ensamble siempre por componente fijo las cuales se distinguen en; Acero Inoxidable y Acero al Carbono como nos muestra la Figura 11.

- *Prefabricado.* Abarca todos los primeros procesos de cualquier producto, ya que el desplazamiento es del material por cada uno de ellos, y por las características de la maquinaria ocupan áreas definidas en una distribución funcional.

Tabla 12. Procesos generales en prefabricado

<b>Prefabricado</b>	<b>Proceso</b>
	Corte por plasma
	Corte con sierra cinta
	Conformado
	Rebordeado
	Corte por Cizalla
	Plegado
	Torneado
	Fresado
	Limado
	Taladrado

Fuente: Autores

- *Ensamble.* Los materiales de prefabricado se disponen a hacia la sección de ensamble que incluye todos los procesos que se realizan para armar los varios componentes que incluye un producto, dichos procesos se van realizando en torno al producto siendo las características de las máquinas aptas para desplazarse, es decir es una distribución por componente fijo, se distinguen dos áreas distintas

destinadas para este fin; Área de acero inoxidable y Acero al carbono. Los procesos generales que se manejan en ensamble se detallan en la Tabla 13.

Figura 11. Procesos en planta de producción INDUACERO



Fuente: Autores

Tabla 13. Procesos generales en ensamble

<b>Ensamble</b>	<b>Proceso</b>
	Biselado (si aplica)
	Armar (puntear) components
	Barolar
	Cortar
	Conformar (manual)
	Pulido de Planchas
	Soldadura (por cada pase requiere la limpieza mediante grateado y esmerilado (Smaw,Gmaw,Fcaw,Gtaw,Saw,owf) , posiciones 1F,2F,3F,4F;1G,2G,3G,4G; posición de soldeo en tubería 1G,2G,5G,6G, posiciones de soldeo en tubería en ángulo con chapas 1F,2F,2FR,4F,5F

Fuente: Autores

- *Acabados.* Dentro de esta etapa se realizan actividades que definen las características finales del producto, debido al tipo de material utilizado se dan diferentes tipos de acabado, de acuerdo a la especificación del cliente

Tabla 14. Procesos generales de acabado

<b>Acabados Acero al Carbono</b>	<b>Acero Inoxidable</b>	Gratear
		Pintar
		Pulir
		Instalar accesorios desmontables
		Lavar con ácido
	<b>Acero al Carbono</b>	Gratear
		Pulir
		Instalar accesorios desmontables
		Pintar

Fuente: Autores

- *Control de calidad.* Las actividades que se realizan en control de calidad dependen de las especificaciones del producto a fabricar, resumiendo entre las más frecuentes: control de soldaduras, acabados, pruebas y ensayos no destructivos, prueba hidrostática, pruebas neumáticas, pruebas de vacío, prueba de motores y accesorios, pruebas de arranque y adherencia en pintura, medición de

espesores, controlando todo tipo de desviaciones comparadas con los respectivos planos de ingeniería, todo esto para garantizar el correcto funcionamiento de los productos.

- *Recurso y talento humano de producción.* El área de producción dispone de recursos y talento humano necesario para cubrir las altas exigencias del mercado y que este tipo de producción demanda, la maquinaria y equipo disponible es universal ya que se adapta a los diferentes requerimientos del producto al ser una producción de tipo bajo pedido.

El talento humano es altamente especializado y calificado de acuerdo a los estándares vigentes, siendo distribuidos en una jornada laboral establecida de 8 horas diarias expandiéndose según necesidades de cada proyecto

- *Recurso máquinas y equipos.* La maquinaria y equipos es fundamental en la transformación de los diferentes productos, las características de cada maquinaria es uno de los factores que define la capacidad de producción de la planta.

En la Tabla 15 detallamos la maquinaria y equipos con la que cuenta la empresa dentro de cada una de sus áreas para procesar la diferente gama de productos realizados.

Tabla 15. Máquinas y equipos en el área de producción

<b>Sección</b>	<b>Recurso</b>	<b>Marca</b>	<b>N°</b>
PREFABRICADO	Plegadora	Haco	1
	Cizalla	Ferry bbb	1
	Prensa Hidráulica		1
	Compresor	Puma	1
	Compresor	Campbell hausfeld	1
	Rebordadora	Sew usome	1
	Compresor	Campbell hausfeld	1
	Compresor	Coleman	1
	Fresadora	Bc	1

Tabla 15. (Continuación)

	Limadora	Sacia S.A.	1
	Sierra	Logan	1
	Taladro	Alzmetal	1
	Taladro	Morgon	1
	Taladro	Logan	1
	Taladro Radial	Harvey	1
	Torno	Cem	1
	Torno	Logan	1
	Torno	Yucy	1
	Posicionador de tanque		1
	Cabezote	Schulz	1
	Torno	Isuna	1
	Mesa de corte		1
	Plegadora	Harvey	1
	Plasma	Cebora	1
	Rebordadora		1
	Esmeril		1
	Tornillo de banco		2
ENSAMBLE	Roladora	Induacero	1
	Roladora	Ajim	1
	Roladora Hidráulica	Dangren	1
	Puente Grúa	Space Master	1
	Puente Grúa	Tecele Eléctrico	1
	Puente Grúa	Verlinde	1
	Puente Grúa	Verlinde	1
	Pulidora de Plancha	U.S. Motors	1
	Inyector de poliuretano	Graco	1
	Motobomba	Siemens	1
	Compresor	Puma	1
	Roladora Hidráulica	Casanova	1
	Roladora de Tubos	Servimac SJF	1
	Roladora	Induacero	1
	Soldadora Power TIG	Cebora	2
	Soldadora invertec V 350	Lincoln	10
	Soldadora CP 302	Miller	1
	Soldadora Dialacr 250 AC/DC	Miller	2
	Soldadora Multimaster 300x	Esab	1
	Soldadora 450	Lincoln	10
	Soldadora Syncrowave	Miller	3
	Soldadora Multiproceso	Miller	2
Soldadora Orbital TIG	Cobra	1	

Tabla 15. (Continuación)

	Plasma Proff122	Cebora	3
	Oxi corte	Linde	1
	Maletín Inershil In25	Lincoln	5
	Cabezal	Miller	3
	Arco Sumergido	Lincoln	1

Fuente: Bodega Induacero

- *Recurso espacio físico.* En el Anexo A se muestra la distribución del espacio físico, lugar donde se distribuye la maquinaria y equipo y es donde ocurre la transformación del producto desarrollándose las actividades que agregan valor, constituye un recurso clave dentro de la producción pues cada metro cuadrado disponible facilita a la construcción de los productos de gran magnitud en dimensión y complejidad.

El espacio físico disponible para la fabricación de los diferentes productos con que cuenta la empresa se distribuye en porcentajes como se muestra a continuación en la Tabla 16.

Tabla 16. Descripción de áreas en la planta de producción Induacero

Descripción de áreas	Área m2	%
Área de Soldadura y Ensamblaje	875,6	46
Área de máquinas y conformado	374,4	20
Área de chatarra y compresores	216,5	11
Bodega	281,6	15
Mantenimiento	21,2	1
Cocina y comedor	100,9	5
SS-HH	46,1	2

Fuente: Autores

- *Recurso tiempo.* En concordancia con *Lean Manufacturing* el recurso tiempo es el único activo irrecuperable común a todas las empresas, siendo este un recurso crítico, cuando se utiliza, se gasta, y nunca más volverá a estar disponible en el mismo momento ni al mismo costo.

El tiempo disponible por jornada de trabajo establecida en la empresa y por la cual desembolsa dinero fijo, es de ocho horas y entre jornada de descanso reglamentario de una hora con diez minutos por día.

Jornada Laboral: lunes a viernes:

Tabla 17. Jornada de trabajo por día

<b>Horario</b>	<b>Tiempo (hh/mm/ss)</b>	<b>Actividad</b>
08h00-10h30	02:30:00	Trabajo
10h30-10h40	00:10:00	Refrigerio
10h40-13h00	02:20:00	Trabajo
13h00-14h00	01:00:00	Almuerzo
14h00-18h00	04:00:00	Trabajo
Tiempo total de trabajo	08:50:00	
Tiempo total de descanso	01:10:00	

Fuente: Autores

- *Talento humano.* El personal con que cuenta la empresa para transformación de producto cuenta con calificaciones y certificaciones para desarrollar de manera óptima las actividades de un producto, se distribuyen de manera que cubran las necesidades en las diferentes áreas, el personal de acero al carbono y acero inoxidable rotan entre si y son poli funcionales y el personal de máquinas herramientas, pintura, bodega, mantenimiento tienen actividades específicas de su área es decir tiene actividades mejor definidas lo que hace que el grado de especialización sea alto.

Tabla 18. Personal activo de Induacero CÍA. LTDA.

1	<b>Jefe de planta</b> Ing. R. A.		
	<b>Supervisores</b>		
2	Ing. A. C.		
3	F.T.		
	<b>Departamento de Seguridad y Salud Ocupacional</b>		
4	Dr. E. G.		
	<b>Acero Inoxidable</b>		
5	Rodrigo G.	13	Edison J.
6	Cristian L.	14	Fernando G.
7	Wellinton V.	15	Lucas T.
8	Cristian T.	16	Roberto C.

Tabla 18. (Continuación)

9	Gabriel C.	17	Marco G.
10	Cristian Q.	18	Elías C.
11	Mario G.	19	Marco S.
12	Luis A.		
<b>Acero al Carbono</b>			
20	Edilberto R.	25	Luis C.
21	Fernando P.	26	Marco G.
22	Cesar G.	27	Darwin C.
23	Santiago V.	28	Luis G.
24	Ángel G.		
<b>Torno</b>			
29	Juan C.	30	Vinicio G.
<b>Corte y prensado</b>			
31	Marco A.	32	Luis B.
<b>Plegadora</b>			
33	Diego M.	34	Luis T.
<b>Pintura</b>			
35	Fabián Z.	36	Omar M.
<b>Mantenimiento</b>			
37	Silvio M.	38	Henry A.
<b>Bodega</b>			
39	Mauricio A.	40	Alex C.
<b>Administrativo</b>			
41	Ing. Javier E.	<b>Gerente General</b>	
42	Ing. Fernando R.	<b>Jefe de Ingeniería</b>	
43	Ing. Mario J.	<b>Ingeniería (Dibujante)</b>	
44	Ing. Mauricio T.	<b>Ingeniería (Dibujante)</b>	
45	Ing. Fredy H.	<b>Gerente de Ingeniería y Proyectos</b>	
46	Ing. Cristian G.	<b>Asistente de Proyectos</b>	
47	Srta. María M.	<b>Jefe de Compras</b>	
48	Dra. Martha M.	<b>Recursos Humanos</b>	
49	Srta. Carmita M.	<b>Compras</b>	
50	Ing. Ana C.	<b>Contabilidad</b>	
51	Ing. Cristina G.	<b>Contabilidad</b>	
52	Marco R.	<b>Guardia</b>	
53	Carlos C.	<b>Guardia</b>	
54	Paulina T.	<b>Recepción</b>	
55	Fanny T.	<b>Alimentación</b>	

Fuente: INDUACERO CÍA. LTDA.

**3.3.4 VSM inicial.** La Elección del Producto en concordancia con VSM *Lean Manufacturing* establece definir una familia de productos para cuestiones de estudio y alcance, en nuestro caso clasificamos en dos grandes grupos de productos de tanques en acero inoxidable y tanques en acero al carbono lo cual facilita el análisis de dichas

actividades contenidas en su transformación ya que los desperdicios que se detecten en estos grupos serán en proporción de fabricación de cualquier otro producto.

Tabla 19. Selección del producto

PROCESOS GENERALES		PRODUCTOS	
		ACERO INOXIDABLE	ACERO AL CARBONO
		Tanque Enchaquetado Inoxidable	Autotanque
1	Cortar	X	X
2	Cortar Cz	X	X
3	Conformar	X	X
4	Rebordear	X	X
5	Barolar	X	X
6	Enchaquetar	X	
7	Poliuretano	X	
8	Mecanizar	X	X
9	Ensamblar Soldar	X	X
10	Ensamblar Pernos	X	X
11	Forrar	X	
12	Pruebas	X	X
<b>TOTAL</b>		<b>12</b>	<b>9</b>

Fuente: Autores

El producto seleccionado para el análisis de los proceso que intervienen en su fabricación es; *Tanque enchaquetado de acero inoxidable con aislamiento térmico*, por tener la mayor cantidad de procesos, 12 procesos generales identificados que son sometidos al *Value Stream Mapping*, cabe resaltar este mapeo de actividades es para la identificación y cuantificación de desperdicios establecidos en la metodología VSM, en la Figura 12 se ilustra el producto en cuestión base del estudio realizado. Para entender mejor al producto estudiado presentamos el plano general en el Anexo B.

Figura 12. Producto analizado para el VSM



Fuente: Autores

- *Recolección de información y datos VSM.* La recolección de datos para emitir criterios o tomar decisiones en *Lean Manufacturing* se lo realiza en el gemba sin supuestos registrando la realidad de todas las actividades comprendidas en la transformación del producto seleccionado en un diagrama de proceso cuantificando las actividades; agregantes de valor AGV, no agregantes de Valor AGNV y las no agregantes de valor pero necesarias en el proceso, (ver Anexo C).

Las actividades que agregan valor al producto son las que realmente transforman materia prima y las demás no agregan valor al producto las cuales se clasifican en los 8 desperdicios tipificados por la *Toyota Company*, y requiere desarrollar técnicas para eliminarlos de manera sistemática.

**3.3.5 Mediciones iniciales.** Del total de actividades muestreadas determinamos que solo el 67% agrega valor al producto, y el 33% no agrega valor al producto, de lo cual nuestra prioridad es controlar dichas actividades que no agregan valor y que no son necesarias.

Tabla 20. Resumen de análisis de actividades

	Proceso	Cant.	Distancia (m)	Tiempo (h/m/s)	Tiempo total de Actividades	Porcentaje total de Actividades
AGV	○	490		45:32:13		
	□	250		78:13:55	123:46:08	67%
ANGV	→	261	6766	9:46:19		
	□	58		3:06:21		
	▽	17		2:43:44		
	D	449		45:00:28	60:36:52	33%
Total		1525	6721	184:23:00	100%	

Fuente. Autores

El total de días de muestreo 20.5 días, de los cuales 3,5 días de actividades que no agregan valor pero son necesarias para el proceso, y 3,2 días no agregan valor lo cual incurre en pérdida por hora-hombre y es donde nuestro plan de mejora se centra.

Tabla 21. Resultado global del análisis

Tiempo total muestreado	184:23:00	20,5 días
Tiempo que Agrega Valor	123:46:08	13,8 días
<b>Tiempo que no Agrega Valor</b>	<b>30:18:51</b>	<b>3,2 días</b>
Tiempo que no Agrega Valor pero necesario	30:18:01	3,5 días

Fuente: Autores

**3.3.6 Identificación de desperdicios.** Frente a estos problemas estratificamos para establecer nuestra prioridad y eliminar los desperdicios encontrados, del diagrama de Pareto podemos observar que el desperdicio de Esperas es el que tiene mayor magnitud y genera el 82.91% de los problemas.

Tabla 22. Identificación de desperdicios

Tipo de desperdicio	Porcentaje
Esperas	82,91%
Transportes	9,00%
Movimientos	4,02%
Defectos	1,92%
Talento humano	1,84%
Inventario	0,27%
Sobrepeso	0,05%

Fuente: Autores

La Tabla 22 detalla las causas de demora y falta de productividad, en la empresa, en donde se identificó y clasifico los desperdicios evitables, también se detectó los cuellos de botella que generan retrasos en la producción de la empresa los mismos que estudiaremos para dar una solución factible al problema planteado.

- *Corte con plasma y distribución de piezas para rectificado en máquinas herramientas.* Con la maquinaria, se cuenta con una cizalla capacidad de corte de hasta 6mm de espesor y se lo utiliza para la realización de cortes rectos, siendo de mucha dificultad realizar cortes de forma.

Para ello se cuenta con el plasma y un obrero dedicado a realizar estos cortes de forma y debido a exigencia de producción realiza cortes rectos de planchas de acero de espesores mayores a 6mm siendo los de mayor frecuencia planchas de 8, 10 y 12 mm llevando a una saturación del plasma con un solo trabajador para satisfacer esta necesidad

- *Puente grúa saturado.* Otro de los cuellos de botella detectados en el ensamblaje es la saturación en utilización del puente grúa, pues debido a los diferentes proyectos que se encuentran en ejecución y por la magnitud tanto en volumen como en peso se vuelve en una necesidad de toda la planta, por lo que contar con un solo puente por cada nave da como resultado **tiempo muerto**, hasta en 6 minutos por día por cada trabajador.

Estos dos ítems planteados generan un retraso en la producción de toda la planta al ser fundamentales, en los primeros procesos y en la manipulación de los equipos en construcción por lo que es necesario tomar acciones que ayuden a reducir o eliminar estos cuellos de botella generados por la saturación en capacidad de producción.

Para mitigar el desperdicio que mayor porcentaje presenta que es el *Esperas* se procede analizar con un enfoque deductivo las actividades que incluye y el área donde ocurre como se muestra en la Tabla 23.

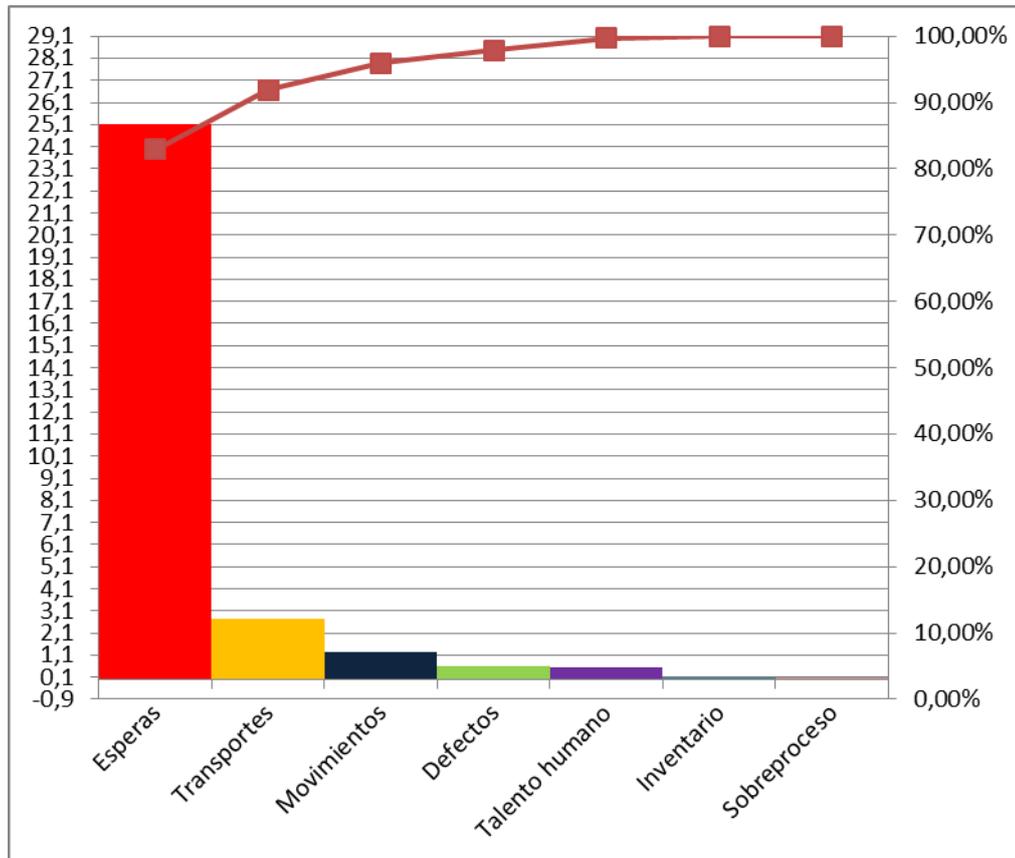
Tabla 23. Deducción actividades del desperdicio esperas

<b>Actividad de Esperas</b>	<b>Tiempo</b>
Procesar otra referencia	<b>8:29:46</b>
Materia prima Prefabricado	1:18:07
Materia prima Prefabricado RB	0:03:43
Prefabricado RB	0:22:12
Información Prefabricado chaqueta	0:00:12
Materia prima Prefabricado Chaqueta	1:36:25
Materia prima Prefabricado Soporte Motor	0:36:39
Materia prima Prefabricado boca	0:25:00
Materia prima Prefabricado Refuerzos	0:10:00
Materia prima Prefabricado Rosca motor	0:50:00
Materia prima Prefabricado Anclaje	1:20:00
Información Prefabricado	0:04:00
Falta mantenimiento preventivo	0:09:45
Falta mantenimiento preventivo a soldadora	0:14:30
Fuera de hora de entrada	<b>1:05:02</b>
Reunión sin objetivos	2:54:00
Conversar	0:23:44
Por herramientas	0:04:54
Puente Grúa	1:51:59
Organización de área de trabajo necesarios	0:26:37
Organización de área de trabajo	0:12:40
Organización de trabajo	0:53:17
Organización de trabajo necesarios	0:20:49
Falta de información	0:22:44
Ausencia de puesto	0:34:36
Otra actividad	0:17:20
	<b>25:08:01</b>

Fuente: Autores

Las actividades que generan esperas innecesarias en el proceso pertenecen al área de prefabricado del área de Máquinas Herramientas, a continuación analizamos la causa y efecto de los desperdicios (ver Figura13).

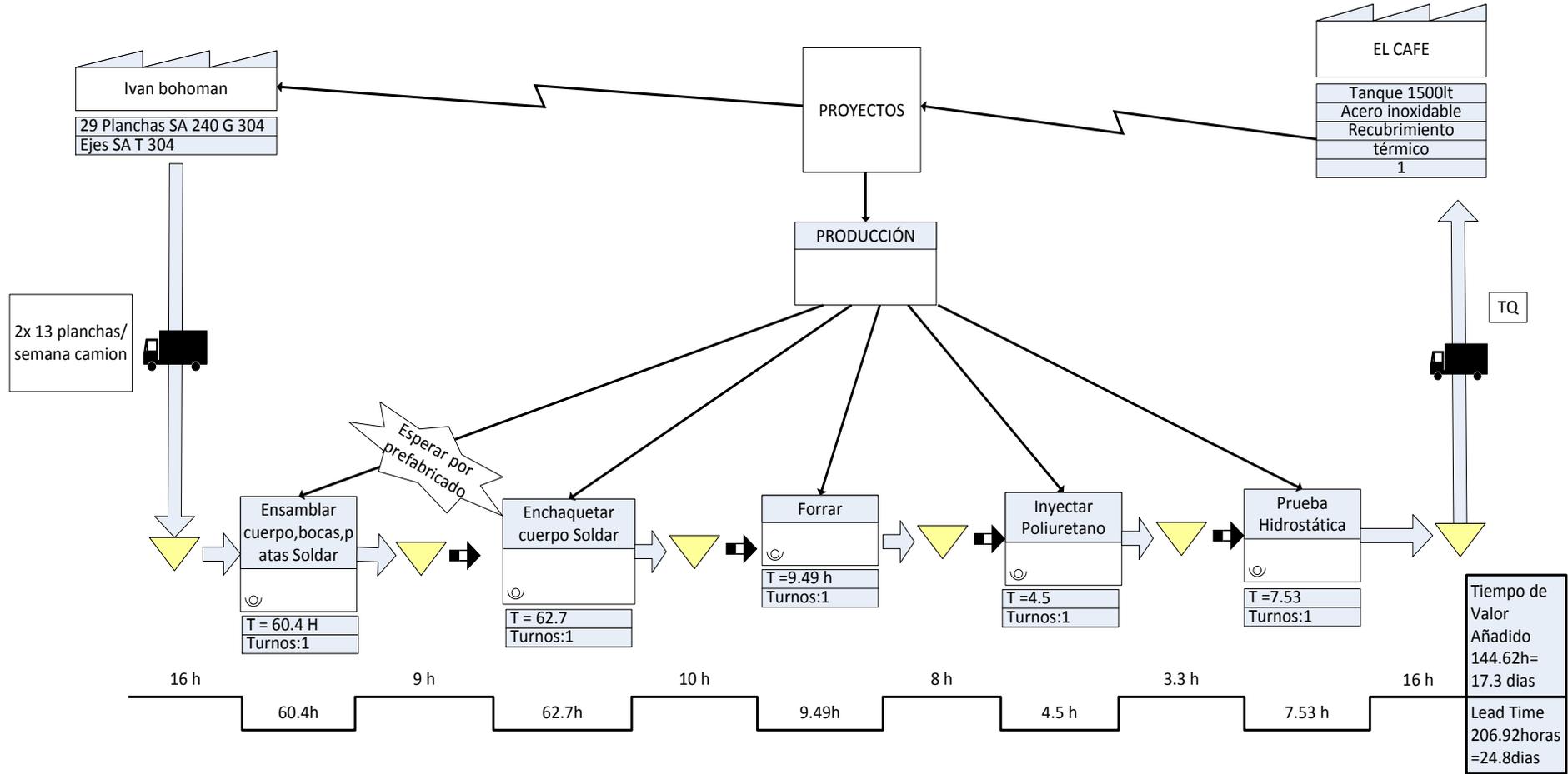
Figura 13. Diagrama de Pareto “Influencia de los desperdicios en el porcentaje de problemas



Fuente. Autores

- Cartografiado VSM INICIAL.* Analizando el VSM notamos que el mayor tiempo de actividades que no agregan valor, para nuestro estudio el mapeo tiene limitaciones en su cartografiado por ser un análisis de procesos en una producción de ingeniería bajo pedido y su interpretación se lo realiza en función de actividades generales cuyo valor se cuantifica proporcional al tamaño del proyecto, los despilfarros encontrados se derivan principalmente de la falta de organización y orden en planta, para lo cual evaluamos el nivel de orden y cultura organizacional de los trabajadores con auditorías 5S inicial.

Figura 14. Cartografiado de VSM situación inicial



Fuente: Autores

3.4 Elección de la metodología 5s

Tabla 24. Elección de la metodología 5S

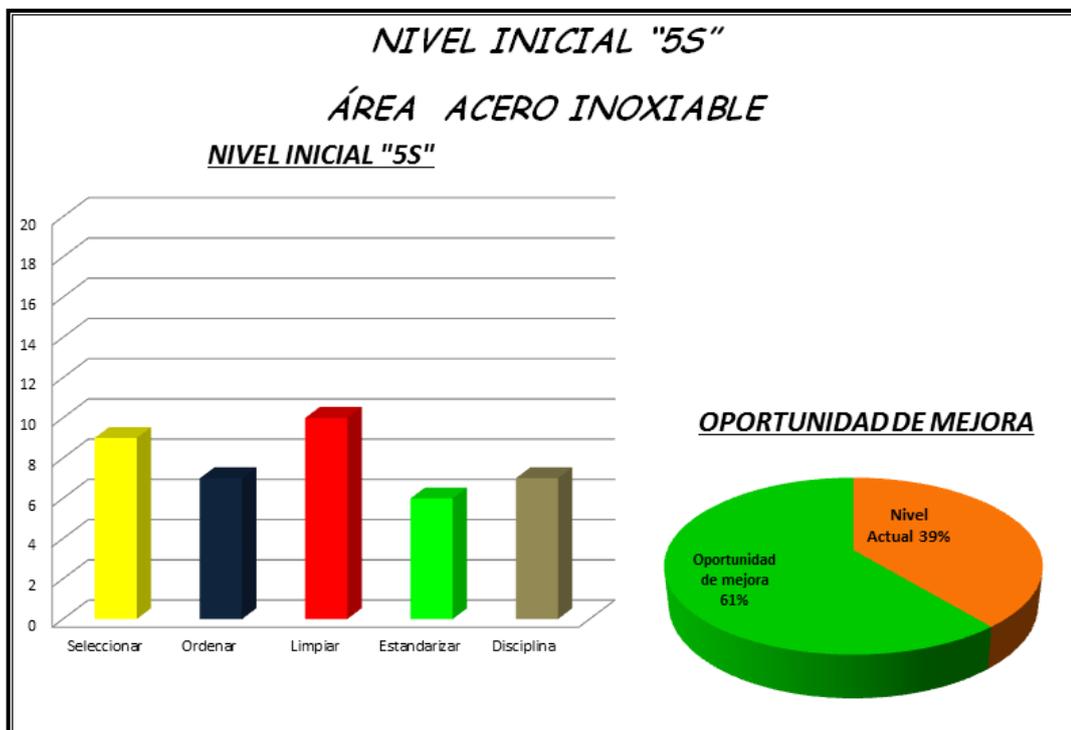
Beneficios	HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING								Problemas que se presentan
	5S	TQM	KAIZEN	TPM	JIT	KANBAN	SMED	PKY	
Disminución del desperdicio	1	1	1		1				Falta de espacio
Optimización de espacio	1	1	1	1	1	1		1	Desorden caótico visible
Estandarización de operaciones y procesos	1	1	1	1	1	1	1	1	Demora procesos
Resultados tangibles a corto plazo	1	1	1		1	1	1	1	Mucho tiempo empleado trámites
Mínima inversión monetaria	1		1		1		1	1	Documentos, libros y archivos se pierden
Establece una base sólida para sistemas de gestión de la producción	1		1		1	1			No existe registro de información
Mejorar la productividad	1	1	1	1	1	1	1	1	Procesos no definidos por escrito
Mejorar el ambiente laboral	1	1	1	1	1	1	1	1	Funciones no definidas
Involucramiento de todo el personal	1	1	1	1	1	1	1		Rotación de personal
Trabajo en equipo	1		1	1	1	1	1		No se comunican mensajes y recados a tiempo
Fomenta capacitación	1	1	1	1	1	1		1	No existe clasificación alguna
	<b>10/10</b>	<b>5/6</b>	<b>8/5</b>	<b>6/4</b>	<b>8/8</b>	<b>8/5</b>	<b>6/1</b>	<b>5/5</b>	

Fuente: Autores

Como podemos observar en la Tabla 24, la metodología 5S es la más adecuada y justificada para mitigar los problemas encontrados ya que establece bases de organización empresarial que afectan directamente a la productividad de la misma, de manera que todo sistema *Lean* tiene como punto de partida establecer primero los pilares para desarrollar otras técnicas en función de las necesidades y casos de cada una, 5S es la base del sistema que establece principios, prácticas y hábitos que marcarán el éxito o el fracaso de la implementación lean y precisamente es clave su planificación y estrategias de implementación de modo que permita evaluar los avances de forma real y entendible para todo el personal involucrándolo de manera directa.

**3.4.1 Evaluación nivel 5S inicial.** “Lo que no se mide no se controla y en consecuencia no se mejora”. Conocer la situación actual es importante para poder cuantificar y evaluar mejoras, por medio de auditorías 5S realizadas en planta de producción identificamos el área que más problema presenta, bajo criterios establecidos de cada pilar 5S se evalúan mostrando los siguientes resultados.

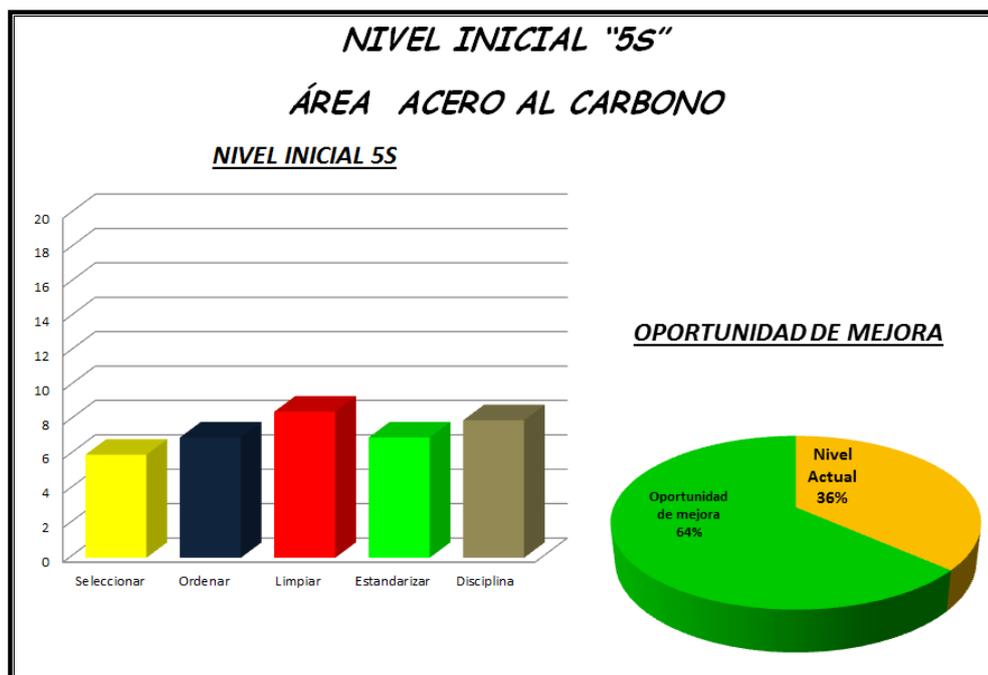
Figura 15. Evaluación inicial 5S área acero inoxidable



Fuente: Autores

El área de acero inoxidable denota problemas con mayor calificación en las tres primeras eses; Seleccionar 8/20, Ordenar 7/20, Disciplina 7/20, la metodología como herramienta de *lean manufacturing* con una ponderación global de nivel actual 39%, y 61% de oportunidad de mejora.

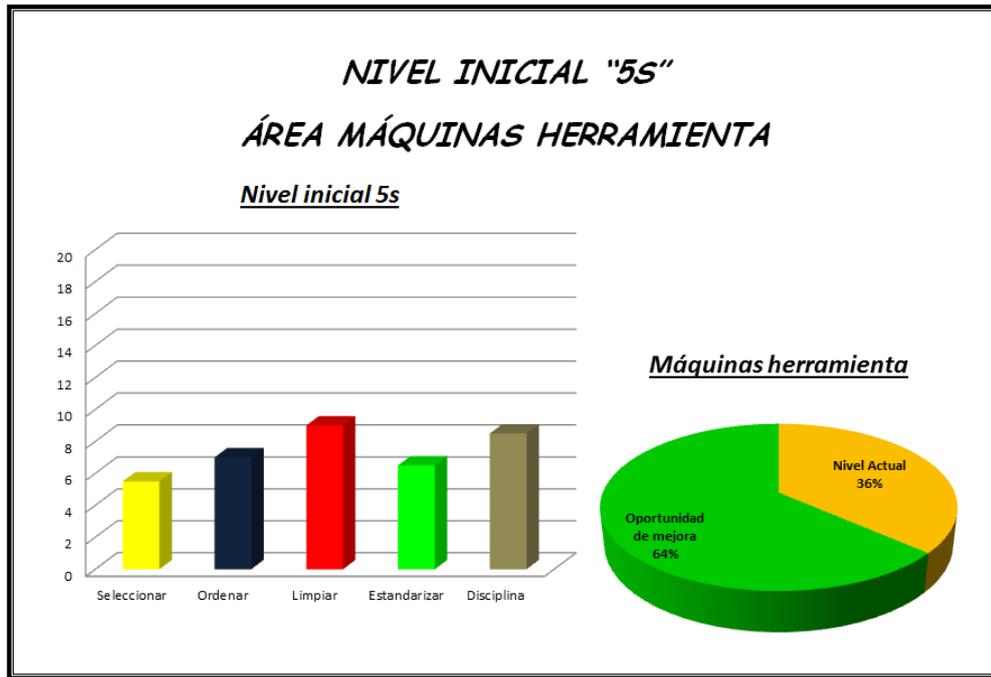
Figura 16. Evaluación inicial 5S área acero al carbono



Fuente: Autores

Al ser una área de ensamble en donde el tipo de distribución es por componente fijo la auditoria inicial se realiza en base al espacio físico y a principios generales 5s, nivel actual ponderado de 36% y una oportunidad de mejora del 64% con un amplio alcance para establecer estrategias 5S que nos permitan aprovechar y optimizar el espacio físico y ambiente de trabajo y sobretodo el bienestar del personal.

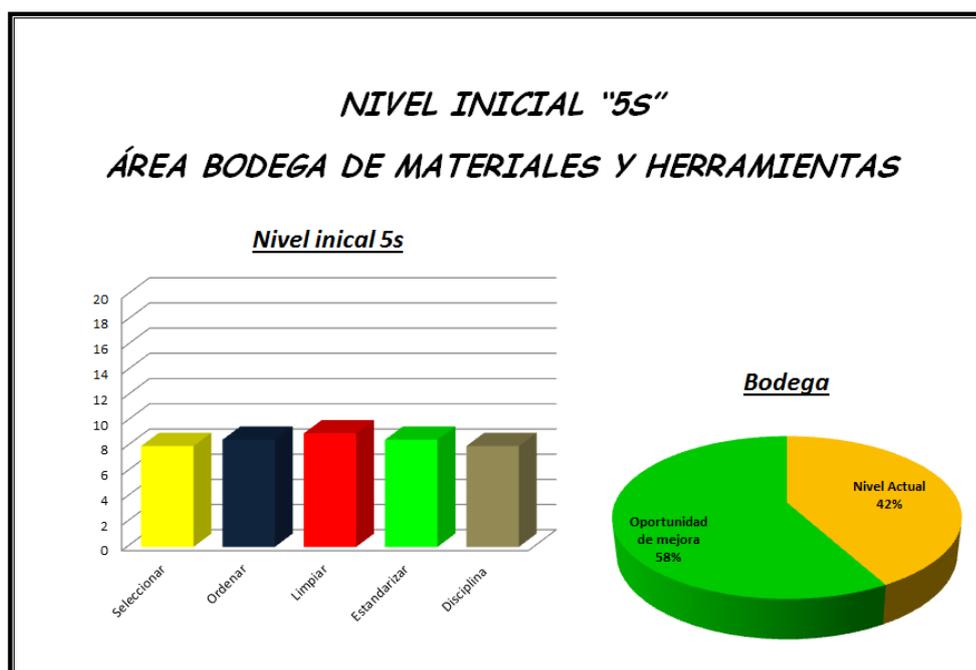
Figura 17. Evaluación inicial 5S área máquinas herramientas



Fuente: Autores

Máquinas Herramientas es una área clave en toda la planta por ser los primeros procesos de todos los proyectos fabricados, alrededor de 27 productos simultáneos y de diferente diseño se realizan en esta área con las mismas máquinas y personal por lo que tener estándares de organización 5S resulta imprescindible para evitar pérdidas de tiempo en posteriores procesos, de acuerdo con *sistema Lean* la implementación se la debe realizar de manera estructurada y sistemática por lo que empezar con un área piloto reflejara mejoras más notorias y en corto tiempo influirá en el comportamiento de las demás áreas de la planta para ir implementando de manera paulatina en las demás áreas y sobretodo generando sustentabilidad y estableciendo como habito mejora continua en la empresa.

Figura 18. Evaluación inicial 5S área bodega materiales y herramientas



Fuente: Autores

Si bien la implementación se centra como parte inicial en un área piloto en las demás áreas también se impartirán y se establecerán criterios de orden. Con una oportunidad de mejora del 58% en bodega y un nivel actual de 42% observamos que el porcentaje es relativamente inferior con relación a las anteriores áreas auditadas, es porque ya existe criterios de organización en bodega más no en el almacenaje de materia prima.

Tabla 25. Evaluación nivel inicial 5S

<b>RESULTADO INICIAL DE AUDITORÍAS 5S</b>		
<b>Área</b>	<b>Nivel Inicial %</b>	<b>Oportunidad de Mejora %</b>
<b>Acero inoxidable</b>	39	61
<b>Acero al carbono</b>	36	64
<b>Máquinas herramientas</b>	36	64
<b>Bodega de materiales y herramientas</b>	42	58
<b>Total %</b>	<b>38</b>	<b>62</b>

Fuente: Autores

En los resultados y comparación de áreas auditadas establecemos prioridades para el análisis e implementación de la metodología 5S, considerando principios *Lean Manufacturing* debemos elegir de un área piloto para implementación, considerando en

la Tabla 23 que en el área de Máquinas Herramientas se concentran las actividades que no agregan valor, y en la auditoria inicial en la Tabla 25 presenta el mayor porcentaje de mejora con 64%, quedando definida ésta área donde se priorizará nuestros planes de mejora con 5S.

## CAPÍTULO IV

### 4. IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA 5S

Una vez determinado los desperdicios que causan tiempos muertos en las diferentes áreas, y debido a la forma de producción de la planta, se ha llegado a la conclusión que la mejor herramienta para disminuir y controlar estos desperdicios descritos del *Lean Manufacturing* es utilizar es la metodología 5S.

Además de la justificación técnica del capítulo III un sustento legal es el Plan de Emergencias de INDUACERO contemplado en el Reglamento de Seguridad y Salud donde en la página 37 dentro de la prevención y control de riesgos, que propone lo siguiente:

*Crear un programa de orden y limpieza con designación de responsabilidades entre todos los colaboradores, se sugiere programa “5S”.*

De acuerdo a la metodología se requiere implementar las 5S, en un área piloto con el objetivo de expandirse al resto de áreas de la empresa con una muestra de que es aplicable y que ofrece grandes beneficios reduciendo tiempos, costos, aumento de seguridad, garantizando la calidad en la planta y mejorando la calidad de vida de los trabajadores. Para esto cada pilar constará de tres etapas sistemáticas que comprenden:

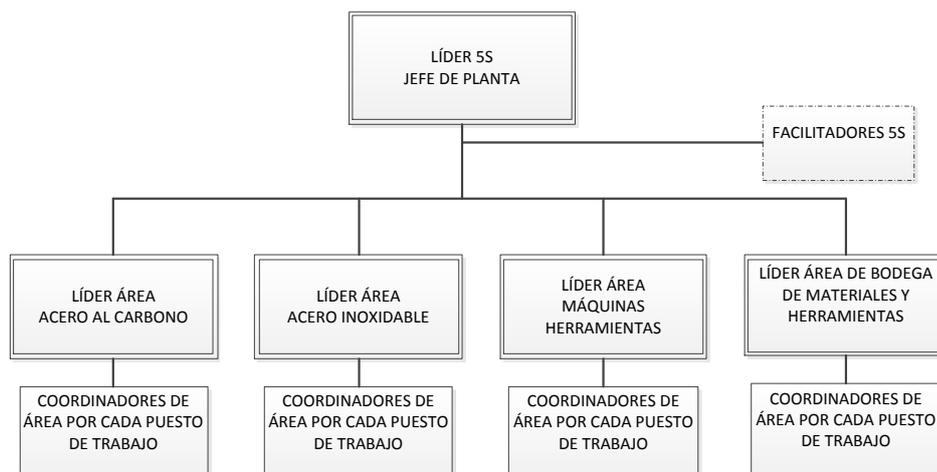
- Planificación,
- Implementación
- Evaluación de resultados al final de la ejecución de cada pilar

En este capítulo se detalla las fases que contiene la implementación en el área piloto.

#### 4.1 Estructura organizacional de las 5S

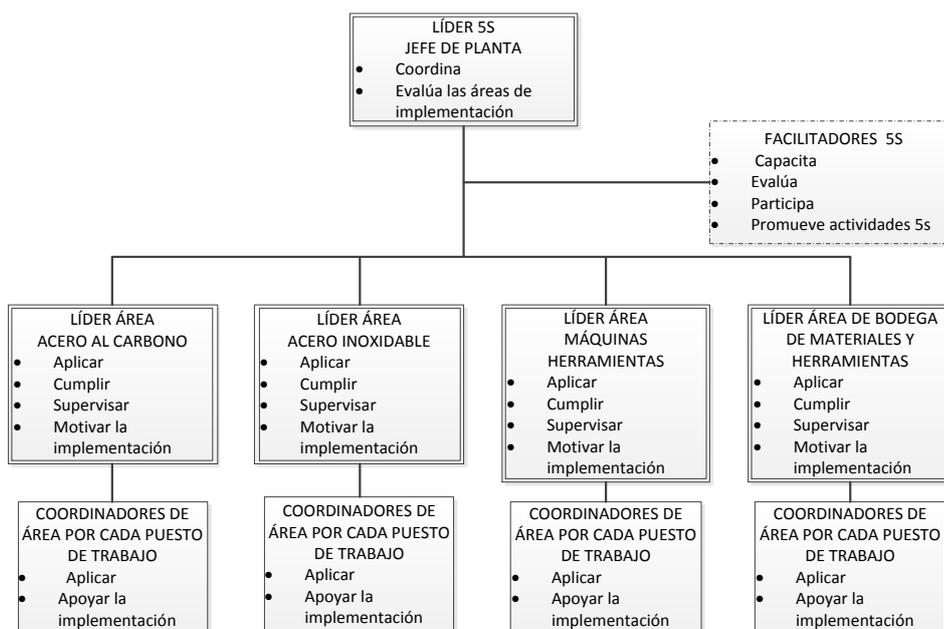
Como se muestra en la Figura 19, la estructura organizacional de las 5S permite conocer quiénes son los responsables de llevar a cabo las tareas la implementación de esta metodología, y garantizar sustentabilidad en el tiempo.

Figura 19. Organigrama estructural de las 5S



Fuente: Autores

Figura 20. Organigrama funcional de las 5S



Fuente: Autores

Las funciones que cada uno de los actores de la estructura organizacional cumplen se detallan a continuación:

#### 4.1.1 Líder 5s

- Coordinar la ejecución de las actividades establecidas en el programa de implementación de las 5S.

- Evaluar avances y problemática de la implantación de todas las áreas.
- Coordinar el trabajo de los facilitadores de todas las áreas funcionales, para apoyar la implantación de las 5S de una manera estandarizada en toda la empresa y con ello lograr avances sostenibles en el tiempo.

#### **4.1.2** *Facilitadores 5s*

- Capacitar al personal de cada área en conceptos y aplicación de la metodología 5S.
- Evaluar la implantación de las 5S en su propia área funcional, proponiendo al gerente correspondiente los ajustes y/o mejoras que apliquen.
- Participar en los grupos de evaluación de las 5S, para medir los resultados de la implementación de la metodología
- Ser promotor de las actividades y eventos relacionados con el programa de implementación y mejora continua.

#### **4.1.3** *Líderes de Área*

- Aplicar los programas de actividades para implementación y mantenimiento de las 5S, en sus propias áreas.
- Cumplir con los estándares establecidos para las 5S.
- Supervisar la correcta aplicación de la metodología y retroalimentar a su personal.
- Motivar al personal del área para lograr su involucramiento y compromiso con el programa.

#### **4.1.4** *Coordinadores de área por puesto de trabajo*

- Aplicar los programas de actividades para implantación y mantenimiento de las 5S, en sus propios puestos de trabajo.
- Apoyar al líder de área presentando propuestas de mejora continua.

## 4.2 Cronograma de la implementación

Tabla 26. Cronograma de implementación 5S

ACTIVIDAD	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5				MES 6				MES 7				MES 8				MES 9			
	Semana				Semana				Semana				Semana				Semana				Semana				Semana				Semana							
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Estructura organizacional	■	■																																		
Lanzamiento del programa			■	■																																
Seleccionar					■	■	■	■																												
Ordenar									■	■	■	■	■	■	■	■	■	■																		
Limpiar																	■	■	■	■																
Estandarizar																					■	■	■	■	■	■										
Disciplina																									■	■	■	■	■	■						
Auditorías y análisis de los beneficios																																				■
Elaboración del informe final																																				■

Fuente: Autores

### 4.3 Lanzamiento de programa

Un punto fundamental es dar a conocer la metodología y que todo el personal de la empresa y personas ajenas a la ella puedan identificar claramente en que consiste y lo que significa.

La primera estrategia previa a la implementación fue realizar una pancarta informativa que presentamos en la Figura 21, con información clara de la metodología, esta actividad fue realizada por parte del Gerente General de INDUACERO con el objetivo de afianzar el compromiso por parte de los directivos de la empresa y brindar todo el apoyo para realizar la implementación de la metodología, con lo que se pretende brindar la confianza a los trabajadores de la planta y se familiaricen con las 5s.

Figura 21. Pancarta de lanzamiento del programa



Fuente: Autores

En la Figura 23, ilustra la pancarta que se colocó en la entrada de la empresa conjuntamente con la política de calidad, los cuales de ahora en adelante regirán la implementación con esto logramos de que todos los trabajadores de la planta tengan presente desde el inicio de la jornada laboral que se está aplicando las 5S y que todos están involucrados influyendo en la psicología de los trabajadores a crear nuevos hábitos de trabajo.

Figura 22. (Antes) Espacio para colocar la pancarta



Fuente: Autores

Figura 23. (Después) Espacio utilizado por la pancarta 5S



Fuente: Autores

Una vez colocado de la pancarta se dio paso a la reunión para dar a conocer formalmente el inicio del proyecto de implementación, en el auditorio de la empresa con la participación de todo el personal tanto administrativos como de planta.

Esta reunión se realizó un inicio de semana el día lunes, después de la jornada laboral en la que el Gerente General de la empresa dio una pequeña introducción de que lo que trata la metodología y brindó el compromiso para que la implementación se cumpla según lo propuesto, luego de la introducción se dio paso a la capacitación inicial, que fue presentada por los realizadores de este proyecto como muestra la Figura 24, con un material didáctico preparado en diapositivas, presentadas en el Anexo D trípticos informativos con información detallada en el Anexo E y videos, dando a conocer cada uno de los pilares de las 5S, su evaluación inicial y los beneficios de aplicarlas tanto en el trabajo, como en su vida diaria.

Figura 24. Capacitación inicial 5S



Fuente: Autores

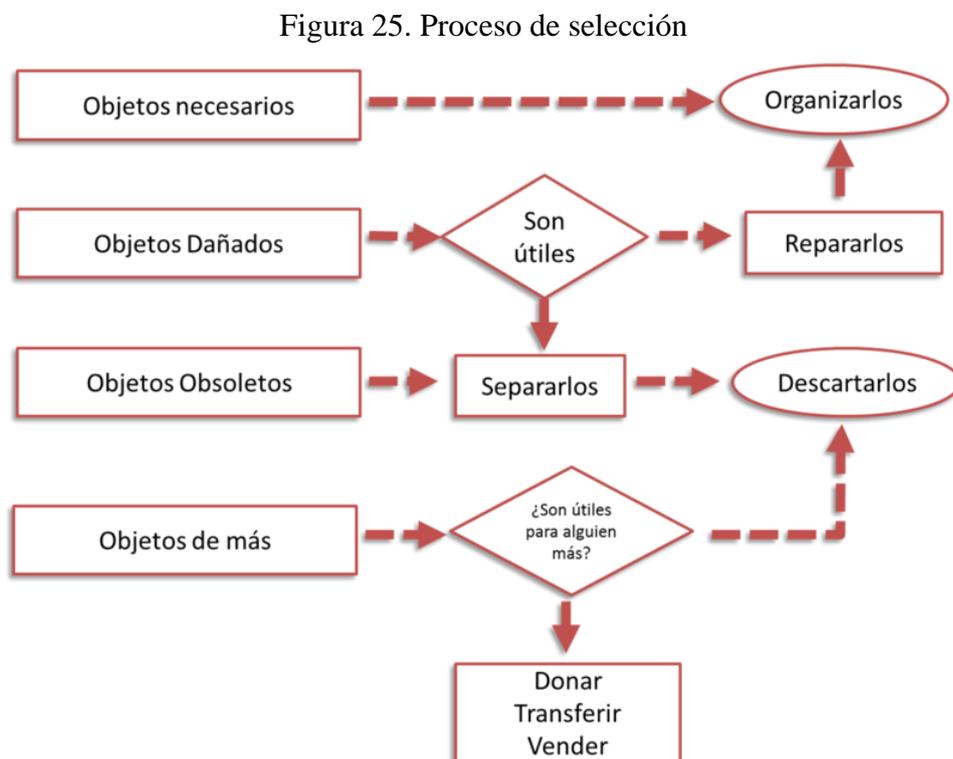
Para tener constancia de las capacitaciones realizadas se registró la asistencia del personal en un formato de minuta de reuniones 5S ver Anexo F, en las que constan los temas tratados y conclusiones al término de la reunión.

## 4.4 Seleccionar

Es el primer pilar fundamental de las 5s, que nos ayudará a tener buenos criterios de clasificar lo necesario de lo innecesario, y lograr con esto un ambiente despejado y seguro, dando importancia a la necesidad de tener un puesto de trabajo libre de desperdicios, para minimizar los tiempos de búsqueda, movimientos y recorridos, aumentando el nivel de seguridad del área y cada puesto de trabajo, recuperando el espacio necesario para ordenar de mejor manera los objetos que resultarán necesarios de esta primera fase.

**4.4.1 Planificación.** Dentro de la planificación se detallan las actividades para una implementación sistemática de las 5s:

- *Definir el proceso de selección.* La selección implica tener un proceso estructurado y definido con la finalidad de tener claro el criterio de seleccionar las cosas necesarias de las innecesarias, a continuación se detalla el proceso realizado para seleccionar:



Fuente: [http://equipoazulpdi.mex.tl/57509\\_Seiri.html](http://equipoazulpdi.mex.tl/57509_Seiri.html)

- *Diseño de la tarjeta roja.* Las tarjetas rojas hacen que el Seleccionar, se convierta en un seleccionar visible, destacan y resaltan que el sitio de trabajo existe algo innecesario que son de difícil movilización o que no se puedan reubicar en ese instante, deben indicar el destino que el grupo les asignó evitando que se mezclen con los necesarios. Para esto se diseñó un modelo de tarjeta roja que se ajusta a las necesidades la empresa, la Figura 26 presenta las características de la tarjeta roja diseñada.

Figura 26. Tarjeta roja diseñada

El formulario de la tarjeta roja tiene un fondo rojo. En la parte superior izquierda hay un logo con las letras 'M' y 'A' y un engranaje, con el texto 'Ecuador INTUACERO' debajo. A la derecha del logo, el título 'TARJETA ROJA' está escrito en grandes letras azules. Debajo del título, el campo 'N°' tiene un espacio para escribir un número. El campo 'Fecha:' tiene un formato de entrada de fecha con barras inclinadas. Los campos 'Elemento:', 'Descripción:', 'Ubicación:' y 'Destino:' son líneas de texto blancas. El campo 'Cantidad:' es un cuadro de texto más pequeño. El campo 'Grupo:' está al final y tiene un espacio para escribir un nombre de grupo.

Fuente: Autores

- *Preparación de material para exposición.* Una vez definido el proceso de seleccionar y el modelo de tarjeta, se elaboró el material para las capacitaciones personalizadas para cada área. Como se presenta en el Anexo G.
- *Planificación de la capacitación de la primera S por áreas.* Con el material listo para las exposiciones se planificó los días y el tiempo en que se iba a realizar las capacitaciones por cada área. La Tabla 27 detalla la planificación para capacitaciones que gerencia aprobó para dar paso a la implementación del primer pilar de las 5s.

Tabla 27. Planificación para la implementación de la primera S

<b>CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PARA “SELECCIONAR”</b>						
<b>Actividad</b>	<b>Temática</b>	<b>Responsables</b>	<b>Participantes</b>	<b>Día:</b>	<b>Hora</b>	<b>Duración</b>
SELECCIONAR	Capacitación de la primera S Colocación de tarjetas rojas en las áreas de trabajo en los materiales innecesarios	Jimmy Concha Byron Barahona	Grupo inoxidable	Lunes	5:30 pm.	30 min
			Grupo acero al carbono	Martes	5:30 pm.	30 min
			Grupo bodega Grupo corte y conformado Grupo de máquinas herramienta	Miércoles	5:30 pm.	30 min
Recopilación de datos	Recolección y tabulación de datos	Jimmy Concha Byron Barahona	grupo 5s	Jueves	5:30 pm.	30 min
Toma de decisiones del material seleccionado	Decidir la gestión respecto a los materiales etiquetados en la distintas áreas	Ing. Roberto Almagro Ing. Javier Estrella Jimmy Concha Byron Barahona	Ing. Roberto Almagro Ing. Javier Estrella Jimmy Concha Byron Barahona	Viernes	09:00am.	1 hora
<b>Realizado por:</b> Jimmy Concha Byron Barahona		<b>Revisado por:</b> Ing. Roberto Almagro		<b>Aprobado por:</b> Ing. Javier Estrella		
<b>Fecha:</b> 09-08-2012		<b>Fecha:</b>		<b>Fecha:</b>		

Fuente: Autores

De la aplicación de las tarjetas rojas que se colocaran en los objetos innecesarios en esta primera etapa, se registrarán de manera resumida en la Tabla 28.

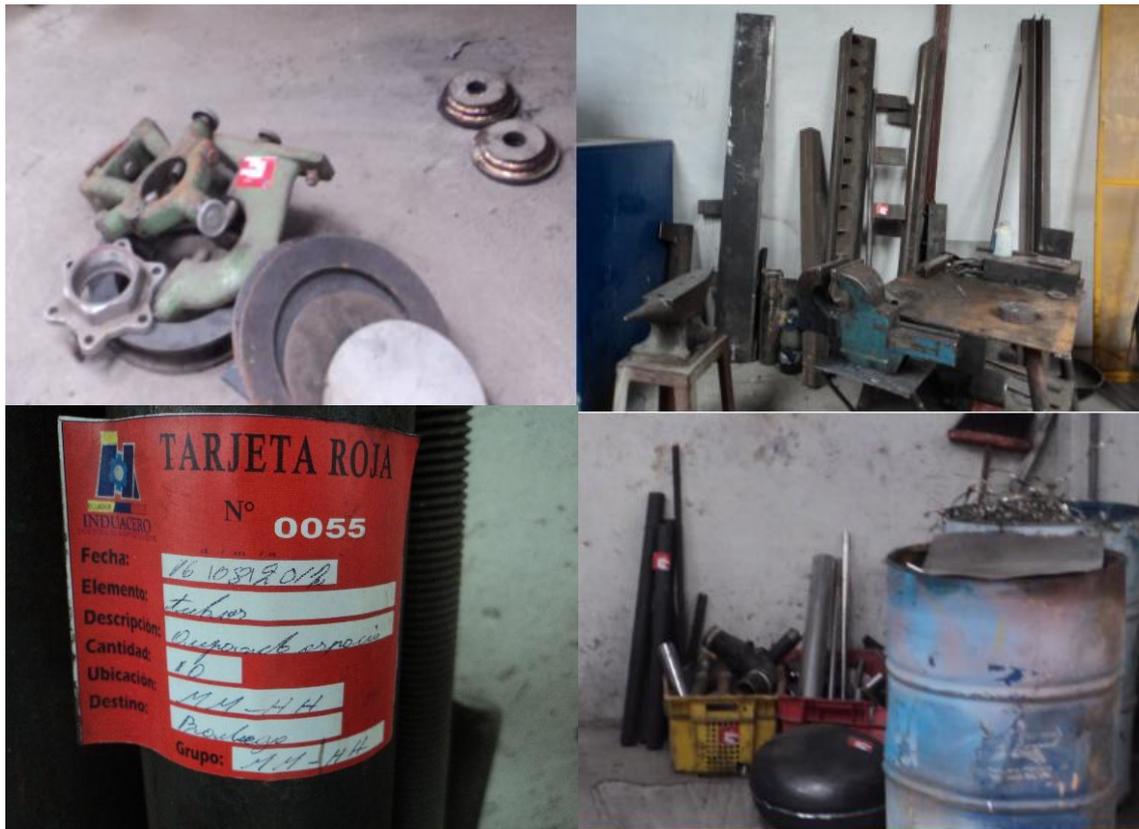
Tabla 28. Registro de tarjetas rojas

			<b>REGISTROS TARJETAS ROJAS ELEMENTOS INNECESARIOS PLANTA INDUSTRIAL</b>				Código 5S-F-01 Revisión <b>0</b> No. de Pág. 1	
			Revisado por	Representante Dirección	Aprobado por	Jefe de Proceso de Diseño	1	
ÍTEM	FECHA	ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	UBICACIÓN	CANT	ACCIÓN	GRUPO	
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
<b>Realizado por:</b> Jimmy Concha Byron Barahona			<b>Revisado por:</b> Ing. Roberto Almagro		<b>Aprobado por:</b> Ing. Javier Estrella			
<b>Fecha:</b> 18/08/2012			<b>Fecha:</b>		<b>Fecha:</b>			

Fuente: Autores

**4.4.2 Implementación.** Una vez realizada la capacitación se puso en ejecución inmediata la clasificación de los materiales necesarios e innecesarios, en donde la estructura organizacional asumió sus funciones haciendo que los líderes de cada área sean los responsables de repartir las tarjetas rojas a los coordinadores de área, colocándolas en los elementos que según el criterio de los trabajadores y supervisores son obsoletos o de transferencia para áreas diferentes y algún un tipo de disposición final específico, esta actividad dio como resultado excesivo material innecesario, tomando acciones que se detallan en la evaluación del primer pilar. Esto ocasiono un impacto visual y una sensación de organización creando la necesidad de una mejor organización y mejor ambiente del puesto de trabajo, en la Figura 27 se presenta la aplicación de las tarjetas rojas en las diferentes áreas.

Figura 27. Aplicación de tarjetas rojas



Fuente: Autores

Otro punto en la implementación fue la selección de cada uno de los armarios existentes en los puestos de trabajo resultando como se esperaba objetos innecesarios y objetos cuya frecuencia de uso era ocasional o eran sobrantes de proyectos anteriores los que fueron desechados inmediatamente o reubicados en bodega según el criterio de seleccionar definido.

Con esta aplicación se logró recuperar hasta en un 60%, el espacio de los armarios que estaban siendo subutilizados con la ideología de que “algún día los ocuparé”.

Una vez recuperado el espacio de los armarios se seleccionó de mejor manera las herramientas de uso diario como se explicó en las capacitaciones, la Figura 28 nos muestra la aplicación de selección de los puestos de trabajo individuales en donde se puede apreciar claramente la cantidad de material seleccionado.

Figura 28. Aplicación de la primera S en armarios



Fuente: Autores

**4.4.3 Evaluación de la primera S.** En la evaluación del primer pilar se recolectó la información de las tarjetas rojas colocadas en los objetos que según el criterio del equipo de trabajo de cada área fueron: obsoletos, innecesarios, necesarios para algún lugar de la planta, posterior a la recolección de datos se determinó con gerencia y el líder 5s las acciones a tomar con cada uno de los objetos. Estas acciones se analizaron minuciosamente para dar la disposición final en esta primera etapa, liberando a la planta de objetos que eran causantes de retrasos de tiempo dentro del flujo de producción de un producto al estar mezclados con los objetos que son realmente necesarios y de utilidad para la realización del trabajo diario. La Tabla 29 detalla los elementos identificados por las tarjetas rojas.

Tabla 29. Recolección de datos de tarjetas rojas

			<b>REGISTROS TARJETAS ROJAS DE ELEMENTOS INNECESARIOS PLANTA INDUSTRIAL</b>				Código
							5S-F-01
							Revisión
							0
							No. de Pág.
			Revisado por	Representante Dirección	Aprobado por	Jefe de Proceso de Diseño	1
ÍTEM	FECHA	ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	UBICACIÓN	CANT	ACCIÓN	GRUPO
1	15/08/2012	Baroladora	Innecesario Chatarra	Acero al Carbono	1	Reparar o vender como partes de repuesto	Acero al Carbono
2	15/08/2012	Inyectora de poliuretano	Sin Ocupación Acero al Carbono	Acero al Carbono	1	Ubicar en Máquinas Herramientas	Acero al Carbono
3	15/08/2012	Puertas	Innecesario Ocupa espacio	Acero al Carbono	2	Colocar en entradas de máquinas herramientas	Acero al Carbono
4	16/08/2012	Manifull	Equipo Incompleto	Acero inoxidable	1	trasladar tubería válvulas y accesorios a bodega	Acero Inoxidable
5	16/08/2012	Silos de 12000 lts.	Equipo terminado	Acero inoxidable	3	Presionar al cliente el retiro de los equipos	Acero Inoxidable
6	16/08/2012	Motor eléctrico	Ocupando espacio	Máquinas Herramientas	1	Colocar en Bodega	Máquinas Herramientas
7	16/08/2012	Cangilón	Muestra de Holcin	Máquinas Herramientas	1	Chatarra o transferir a Holcin	Máquinas Herramientas
8	16/08/2012	Cortador plasma CN	Ocupa espacio de transformación	Acero al Carbono	1	Reubicar lejos del área de ensamblaje	Acero al Carbono
9	16/08/2012	Accesorios	Lunetas de torno	Máquinas Herramientas	3	Colocar en Bodega	Máquinas Herramientas

Tabla 29. (Continuación)

10	16/08/2012	Ejes Plegadora	Matrices de plegadora	Máquinas Herramientas	Varios	Colocar en una estantería	Máquinas Herramientas
11	16/08/2012	Tapas de Filtros	Ocupando Espacio	Máquinas Herramientas	3	Colocar en Bodega	Máquinas Herramientas
12	16/08/2012	Ejes Sobras	Sin Ocupación Acero al Carbono	Máquinas Herramientas	varios	Colocar en Bodega	Máquinas Herramientas
13	16/08/2012	Tubos	Ocupando espacio error en medidas	Máquinas Herramientas	10	Colocar el estantería de bodega	Máquinas Herramientas
14	16/08/2012	Bridas	Ocupando espacio	Máquinas Herramientas	3	Colocar en bodega	Máquinas Herramientas
15	16/08/2012	Mesa	Ocupando espacio	Máquinas Herramientas	1	Colocar una plancha de acero y utilizar para la nueva cizalla	Máquinas Herramientas
16	16/08/2012	Lijadora	Mala Ubicación	Máquinas Herramientas	1	Ubicar y señalar en el espacio ampliado de máquinas herramientas	Máquinas Herramientas
17	16/08/2012	Aceite Quemado	Obsoleto	Máquinas Herramientas	5	Contactar con BIOFACTOR para que recicle el aceite	Máquinas Herramientas
18	16/08/2012	Sobrantes	Ocupa espacio útil	Bodega	varios	Vender por Chatarra	Bodega
19	17/08/2012	Soldadora	Obsoleta	Bodega	1	Vender a los reparadores de maquinaria	Bodega
20	17/08/2012	Soldadora	Obsoleta	Bodega	1	Vender a los reparadores de maquinaria	Bodega
21	17/08/2012	Herramientas dañadas	rotas obsoletas	Bodega	varios	Reutilizar lo que se pueda y desechar el resto	Bodega
22	17/08/2012	Herramientas dañadas	rotas obsoletas	Bodega	varios	Reutilizar lo que se pueda y desechar el resto	Bodega
<b>Realizado por:</b> J. Concha; B. Barahona			<b>Revisado por:</b> Ing. Roberto Almagro			<b>Aprobado por:</b> Ing. Javier Estrella	

Fuente: Autores

Por gestión de los realizadores de este proyecto se logró el contacto con BIO factor, empresa dedicada al reciclaje de aceites usados enviando los 5 barriles de aceite quemado que permanecía desde que se inició la industria hace 13 años generados por el mantenimiento que se realizaba a la maquinaria y por responsabilidad ambiental no se podía desechar a la intemperie como desecho común por la contaminación que este genera, de ahora en adelante cada vez que exista aceite quemado en la planta existe el contacto con BIO factor para que lo recicle como se muestra en la Figura 29. Liberando el espacio ocupaban, y utilizando estos barriles vacíos como basureros aprovechando de esta manera los recursos que quedaron producto del reciclaje realizado.

Figura 29. Reciclaje de aceite por parte de BIO factor



Fuente: Autores

Luego del reciclaje del aceite, se procedió a vender casi 5 toneladas de chatarra que se ha ido generando a lo largo de la vida de la empresa, a causa de reproceso, sobras de producciones anteriores y duplicados de la misma pieza de ensamblaje, la Figura 30 muestra el desalojo del área, quedando libre un espacio de 41 m<sup>2</sup> que se utilizara paulatinamente en la recuperación de espacio subutilizado de la empresa.

Figura 30. Desalojo de chatarra de la planta



Fuente: Autores

La Figura 31, nos indica la recuperación de armarios de los puestos de trabajo que pasaron por el proceso de selección.

Figura 31. Armarios luego de seleccionar los objetos necesarios



Fuente: Autores

La aplicación de la primera S generó en los trabajadores gran confianza en el proceso de implementación por los beneficios que empieza a generar combinando a la par la limpieza diaria de la planta para lograr que se convierta en un hábito.

## 4.5 Ordenar

Una vez seleccionado los objetos necesarios, con el segundo pilar determinaremos un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar. En esta parte de la implementación se procederá a la ampliación del área de máquinas herramienta, para lo cual adaptaremos criterios de distribución para darle un orden técnico y lógico a las cosas y demostrar que se pueden combinar diferentes técnicas de organización, dentro de cada área de trabajo para esto realizaremos la planificación para su posterior implementación y evaluación.

**4.5.1 Planificación.** Conjuntamente con gerencia se realizó la planificación para poner en marcha este pilar, ya que involucraba recursos económicos altos para solucionar el problema del desorden causado por el espacio reducido y la capacidad de producción saturada que conlleva a tener esperas innecesarias en el proceso,

Aplicando el criterio de utilización máxima de volumen es posible la utilización del espacio aéreo, como indicamos en la Figura 32, para modificar y aumentar el espacio en el área de máquinas herramientas y que sea flexible ante cambios que se puedan presentar. Para lograr esto se planifica la construcción del segundo piso destinada para la cocina y el comedor, quedando disponible 91.7 m<sup>2</sup> para realizar una distribución técnica de las máquinas existentes.

Figura 32. Layout inicial y layout propuesto del área de máquinas herramienta



Fuente: Autores

Debatido estos puntos se asigna los recursos necesarios para llevar a cabo una correcta implementación de la segunda S, la Tabla 30 detalla las actividades a realizar en esta fase:

Tabla 30. Cronograma de actividades para ordenar

<b>CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PARA “ORDENAR”</b>				
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>ELEMENTOS REQUERIDOS</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>TIEMPO</b>	<b>RESPONSABLE</b>
Construcción del segundo piso para cocina y comedor	Materiales de construcción Cemento Bloques Varillas de construcción	Reubicación de la cocina y comedor al segundo piso	2 meses	Maestros Albañiles
Expandir el área anterior y reubicar las máquinas	Materiales de construcción Cemento Bloques	Realizar una nueva distribución con la compra de la nueva maquinaria y el área expandida	1 mes	Maestros Albañiles
Construir Estantería de 1.5x2.4x0.5m	Ángulos de 50x6mm Plancha antideslizante 4mm Electrodos 6010 - 1/8" Soldadora eléctrica, Moladora Gratas de alambre	Ordenar las matrices de la plegadora y herramientas de la cizalla	3 horas	1 Soldador 1 Ayudante
Construir Estantería de 1.5x2.3x0.5m	Ángulos de 50x6mm Plancha antideslizante mm Electrodos 6010 - 1/8" Soldadora eléctrica, Moladora, Gratas	Colocar en orden materiales de las ordenes de producción en vigencia que sale de la plegadora y cizalla	3 horas	1 Soldador 1 Ayudante
Construir Estantería de 1.5x1.2x0.5m	Ángulos de 50x6mm Ángulos de 40 x 4mm Plancha antideslizante 4mm Electrodos 6010 - 1/8" Soldadora eléctrica, Moladora, Gratas	Colocar en orden materiales de las ordenes de producción que maquinan en el taladro	3 horas	1 Soldador 1 Ayudante
Construir Estantería de 1.5x1x0.50 m	Ángulos de 50x6mm Ángulos de 40 x 4mm Plancha antideslizante 4mm Electrodos 6010 - 1/8" Soldadora eléctrica, Moladora, Gratas	Colocar en orden materiales de las ordenes de producción que maquinan en el torno 1	3 horas	1 Soldador 1 Ayudante

Tabla 30. (Continuación)

Construir Estantería de 1.5x0.8x0.4m	Ángulos de 50x6mm Ángulos de 40 x 4mm Plancha antideslizante 4mm Electrodos 6010 - 1/8" Soldadora eléctrica, Moladora, Gratas	Colocar en orden materiales de las ordenes de producción que maquinan en el torno 2	3 horas	1 Soldador 1 Ayudante
Pintar estanterías	Pintura acrílica azul lijas Tiñer Pistola de pintar	Pintar las estanterías por acondicionamiento cromático	5 horas	1 Pintor
Delimitar las superficies de trabajo	2 Galones de Pintura de alto tráfico color amarillo 3 Brochas de 4" Matrices de líneas para piso	Señalizar las áreas de trabajo y asignar su responsabilidad por puesto.	10 horas	Integrantes del Área
Ordenar cada puesto de trabajo	Estanterías	Ordenar el puesto de trabajo con los elementos necesarios para trabajar	2 horas	Responsables del puesto de trabajo
<b>Realizado por:</b> <i>Jimmy Concha</i> <i>Byron Barahona</i> <b>Fecha: 09-08-2012</b>		<b>Revisado por:</b> Ing. Roberto Almagro <b>Fecha:</b>	<b>Aprobado por:</b> Ing. Javier Estrella <b>Fecha:</b>	

Fuente: Autores

**4.5.2 Implementación.** Como se planificó para implementar el segundo pilar en el área, se inició la construcción del segundo piso, con la cocina y comedor reubicados se procedió a la ampliación del área de máquinas dando como resultado el incremento en área planteado en un inicio, con lo conseguido en el área abrió la posibilidad de ingresar una nueva cizalla con capacidad de corte en espesor de 12mm liberando así la saturación de la capacidad de producción del plasma mencionado en el capítulo III que nos beneficiará al incremento en la producción y tener un balance en distribución de partes para el ensamblaje.

Mientras se realizaba la ampliación se mantenía un orden provisional en el área con el objetivo de mantener la implementación 5s.

La redistribución se la realizó en base al análisis de los factores técnicos recomendados, y la disponibilidad del espacio físico con la finalidad de obtener una buena distribución, a continuación se analizó cada uno de los factores que intervinieron en el arreglo eficiente del espacio recuperado.

- *Flexibilidad máxima.* Una buena distribución puede afrontar rápidamente las circunstancias cambiantes, por esta razón es que la ubicación de las máquinas se realizó de manera que puedan adaptarse a una nueva distribución o ampliación de la capacidad de producción de la planta.
- *Coordinación máxima.* La recepción y envío de los diferentes elementos que intervienen en la producción deben planificarse de la manera más conveniente para las diferentes secciones de fabricación. Esta distribución brinda la mayor coordinación debido a que se desde este lugar se distribuye las piezas prefabricadas hacia los lugares de ensamblaje respectivos.
- *Utilización máxima de volumen.* Una planta debe considerarse como un cubo, ya que hay espacio utilizable arriba del piso. Se basó en este criterio para la expansión del área, debido a que la cocina y comedor que existía en el primer piso, se lo colocó construyendo un segundo piso, de la misma manera la forma de ordenar las piezas de fabricación se realizó en estanterías por niveles logrando así la mejor utilización del volumen en el área de trabajo.
- *Visibilidad máxima.* Todos los hombres deben ser fácilmente observables en todo momento; la nueva distribución no tiene paredes que impidan un mayor control para los supervisores, logrando una visibilidad máxima de lo que se está realizando en cada uno de los puestos de trabajo.
- *Accesibilidad máxima.* Todos los puntos de mantenimiento y de servicio deben ser de fácil acceso; la distribución realizada cuenta con pasillos principales que recorren todas las estaciones de trabajo y enlazan las puertas de acceso y salida de la planta, también se dispuso a todas las máquinas, equipos en espacios que permitan la accesibilidad para trabajos de mantenimiento y transporte.
- *Distancia mínima.* En la distribución realizada se ha logrado que los movimientos que se desarrollan en cada puesto de trabajo durante el proceso productivo sean los necesarios, directos y con el mínimo recorrido; con la distribución realizada se agrupa las máquinas en familias de manera que garantice un adecuado flujo en la producción
- *Incomodidad mínima.* La distribución propuesta utiliza al máximo el espacio existente de la planta, esto refleja un aumento de las áreas en las secciones con la aplicación de las 5S y por ende mejora la ergonomía de los operarios en todos los puestos de trabajo.

- *Seguridad inherente.* El propósito de aplicar la distribución y la aplicación de las 5S es el aumento de la seguridad, con un orden en cada sección.
- *Rutas visibles.* Las rutas de desplazamiento tanto para personal como para la materia prima estarán correctamente definidas, los pasillos principales por reglamento nunca podrán ser utilizados para almacenamientos temporales. Dentro de la distribución se señalizará los pasillos para hacer visibles las rutas de acceso a cada uno de los puestos de trabajo, los criterios para señalar pasillos y superficies de trabajo se tomó de *DECRETO EJECUTIVO 2393 REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD DE LOS TRABAJADORES Y MEJORAMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE DE TRABAJO*, que en el capítulo II Edificios y Locales Art. 24 Pasillos, detalla los criterios a tomarse en cuenta al momento de realizar la delimitación de la superficies de trabajo.
- *Identificación.* Conjuntamente con el criterio de las 5S se debe identificar las secciones, lugares de cada máquina y equipo de trabajo, por esto que señalizamos e identificamos toda el área para evitar pérdidas de tiempo por búsqueda de lugares existentes en la planta.

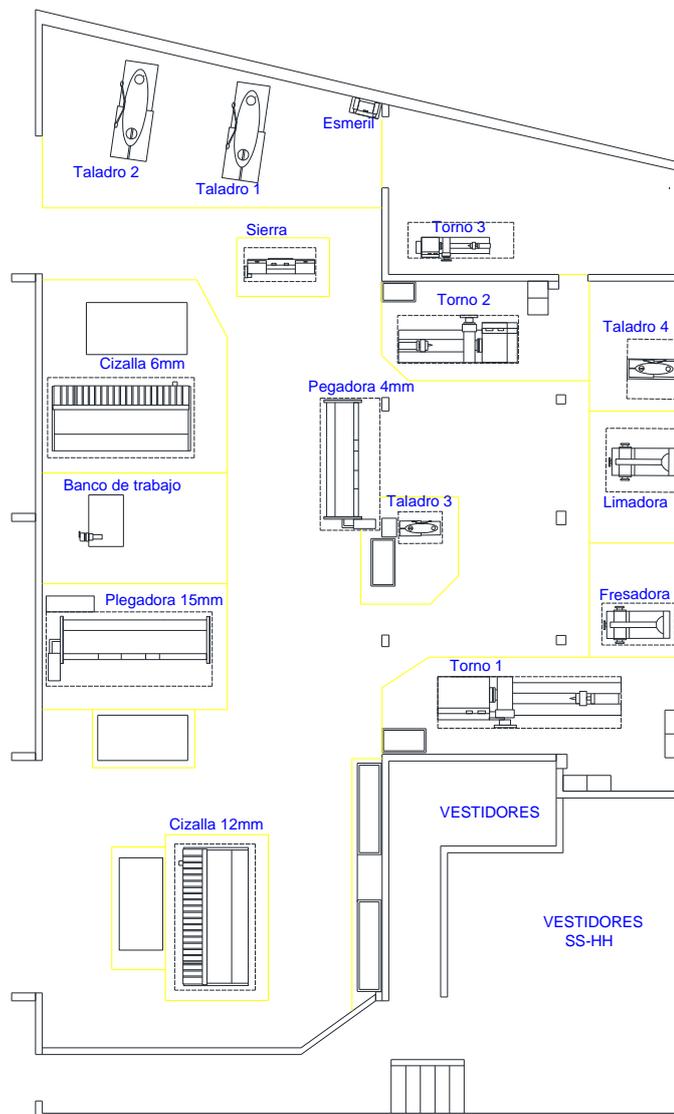
*Análisis de los factores que afectan al diseño del área.* Para realizar la ampliación del área de máquinas herramientas y apegarse a las modificaciones que implica en el diseño de la planta se puso en consideración los siguientes factores:

- *Cargas a soportar.* La planta industrial desde un inicio fue cimentada para soportar las cargas que este tipo de producción demanda, debido a la magnitud los trabajos realizados, la maquinaria existente para procesar los productos y el almacenaje de materia prima que resulta ser de toneladas en acero. Dentro de la reubicación de las máquinas se debe realizar una cimentación adecuada y retirar la baldosa existente donde se vaya a emplazar la maquinaria para evitar que la superficie de trabajo se deteriore con las vibraciones que pueden presentarse durante el funcionamiento de esta.
- *Iluminación.* La iluminación adecuada ayuda al buen desempeño del trabajo a realizar es por eso que se realiza un cambio en la luminaria debido a que la luz natural es insuficiente dentro de la ampliación realizada, se debe realizar mediciones continuas de la iluminación para garantizar el desempeño del trabajador y evitar accidentes que se puedan dar por una iluminación deficiente.

- *Ventilación.* El área de máquinas herramientas por la ubicación en la empresa cuenta con una ventilación adecuada y no recibe los gases generados por proceso de soldadura al ser un lugar amplio hace que las emisiones generadas cause el mínimo impacto al área.

Con las instalaciones listas para ser ocupadas, la maquinaria adquirida en espera para ingresar a la empresa y realizado el análisis de los factores de una buena distribución, se procede a ordenar las máquinas en base a la distribución funcional, como indica en la Figura 33, con el fin de tener tiempos de producción optimizados, y un orden lógico de las cosas que se tiene en el área.

Figura 33. Propuesta redistribución del área de máquinas herramientas



Fuente: Autores

Una vez con las máquinas ubicadas se procedió a elaborar las estanterías con las medidas que van de acuerdo a la necesidad de cada estación de trabajo, con esto se logró ordenar los elementos que son necesarios.

El ordenar por estanterías ayudó a mejorar la seguridad, la calidad y la productividad de la empresa al no tener ejes tirados en el piso que conllevaba al riesgo de resbalarse y sufrir un accidente, ayudó también a mejorar el ambiente de trabajo ya que facilita la limpieza rápida del puesto al no mezclarse los elementos y herramientas de trabajo con la viruta desprendida del maquinado.

A continuación presentamos las figuras que muestran la situación inicial, la etapa de implementación y los resultados obtenidos con la aplicación de la segunda S y su combinación con técnicas de distribución de planta.

Figura 34. Situación inicial



Fuente: Autores

Figura 35. Etapa de implementación



Fuente: Autores

Figura 36. Resultados obtenidos en el área de máquinas herramientas



Fuente: Autores

**4.5.3 Evaluación de la segunda S.** Con la ampliación del área, la redistribución de máquinas de acuerdo al layout propuesto, la construcción y ubicación de estanterías, las estrategias de pintura y de letreros como parte de esta segunda S, se puede apreciar a simple vista el buen trabajo realizado por el grupo y el cambio que se va dando a medida que se aplica el respectivo pilar. Este cambio se lo puede medir porque anteriormente no poseía un lugar para la ubicación piezas para el ensamblaje y piezas para el maquinado ahora existe un lugar fijo con las estanterías colocadas en cada puesto de trabajo, y señalizado para la colocación de las mismas.

Los restos de planchas estaban ubicados detrás de la cizalla, mezclados con las matrices de la plegadora y piezas para ensamblaje restando espacio y causando dificultades al momento del trabajo, ocasionando pérdidas en tiempo por la búsqueda por tener todo en desorden además que daba una mala imagen del área.

Luego de la aplicación del orden se acondicionó un lugar específicamente para estos materiales, dejando más espacio alrededor de la máquina, disminuyendo el riesgo de accidentes y acrecentando la actitud de los trabajadores.

La Tabla 31 que a continuación se presenta demuestra los tiempos por búsqueda de accesorios y materiales dentro del área:

Tabla 31. Comparación de tiempos de búsqueda de materiales

<b>Actividad</b>	<b>Antes de implementación</b>	<b>Después de implementación</b>
Búsqueda de matriz para plegadora	00:02:35	00:00:34
Reubicar matriz a la su sitio	00:02:01	00:00:20
Búsqueda de un eje torneado	00:01:02	00:00:26
Búsqueda de accesorios del torno	00:00:30	00:00:28
Búsqueda de piezas taladradas	00:00:45	00:00:10
Búsqueda de material para producción	00:01:23	00:00:45
Total	00:08:16	00:02:43

Fuente: Autores

Con estos datos demostramos un ahorro de tiempo de 00:05:33 en el área que se ordenó con estanterías que representa en un 73% la optimización lograda, dato que indica los beneficios que se van obteniendo de acuerdo se va implementando la metodología.

## **4.6 Limpieza**

El tercer pilar de las 5S nos ayuda a mantener el área de trabajo limpia. El mantener un lugar limpio, libre de impurezas brinda un ambiente seguro y en óptimas condiciones, provoca mayor voluntad para realizar las actividades diarias, con gente más comprometida con su trabajo y entusiasta en cuanto a las actividades que realiza. Lo que se desea conseguir con la limpieza es un acto de conciencia de los trabajadores hacia su entorno laboral agradable, queriendo llegar al hábito y que se lo realice de forma planificada.

**4.6.1 Planificación.** Para la implementación de este tercer pilar de las 5S se debe realizar la capacitación de limpieza con los objetivos claros que conlleva realizarla, definir los grupos para comenzar la limpieza con una minga organizada entre los trabajadores de la empresa y con sus respectivos líderes, con la intención identificar y eliminar las fuentes de suciedad acumulada con el tiempo.

Inculcar el hábito de la limpieza en la planta para que esta se mantenga. Para esto se utilizaran los formatos Ccheck List de auditorías 5S para mantener el control respectivo de la limpieza dentro del área, y poder evaluar las mejoras obtenidas con la aplicación de este tercer pilar en el área.

Proveer de herramientas para la limpieza como son: escobas, basureros, recogedores, guaipe, etc. Para esto bodega se encargara de adquirir las escobas, guaiques, mientras que producción de fabricar los recogedores y los contenedores de la basura que se vaya generando en la aplicación de este tercer pilar, en cuanto a la organización de los grupos de limpieza se coordinara con el líder 5S y los líderes de cada área para la distribución de los instrumentos que ayudaran a la limpieza de la planta.

**4.6.2 Implementación.** Previo a la implementación se dio paso la capacitación de la tercera S con una duración de 1 hora en el cual se explicó los beneficios de tener una

buena limpieza del área y las estrategias planificadas para la implementación, para esto se dotó de una escoba y un recogedor y guaipe por cada puesto de trabajo con el fin de que todos colaboren con la limpieza.

Los recogedores de basura se fabricaron en la misma planta con materiales sobrantes de proyectos anteriores, aprovechando de buena manera los recursos que existen en la planta minimizando los costos de implementación.

Durante la ejecución de la tercera S se involucró al personal de todas las áreas con sus líderes respectivos logrando una limpieza a fondo identificando y eliminando los focos de suciedad para que estos no vuelvan a aparecer, aplicando correctamente las 3 primeras S que son seleccionar y ordenar y limpiar, las mismas que fueron utilizados conforme iba avanzando la limpieza, la Figura 37 indica la aplicación de este pilar con la minga de limpieza realizada en toda la planta.

Figura 37. Aplicación de la tercera S



Fuente: Autores

Posterior a la limpieza se definieron fechas para la próxima limpieza profunda de la planta, llegando a la conclusión de que todos los días los puestos deben estar limpios y ordenados 10 minutos antes de terminar la jornada de trabajo, debido a la cantidad de desperdicios que genera la planta en consumibles y chatarra diario, se concretó en una limpieza profunda cada martes y jueves de todas las semanas con la ayuda de los supervisores y líderes de área.

Los 10 minutos invertidos en la limpieza diaria resulta del estudio de tiempos realizado en el cual se demostró que diariamente al inicio de jornada había un despilfarro en promedio de 13 minutos debido a una reunión diaria que se realizaba para designar verbalmente las órdenes de trabajo.

A su vez se pintó y ordenó los basureros para clasificar los desperdicios que iban a ser colocados brindando un control visual, que mantiene motivado al personal de la empresa en la aplicación de las 5S, en la Figura 38, mostramos los resultados de la minga realizada con la aplicación de la limpieza.

Figura 38. Resultados de la limpieza realizada



Fuente: Autores

Adicional en la Figura 39, se adjunta el check list con los criterios de evaluación para este pilar.

Figura 39. Check list de limpieza

LIMPIAR	1	2	3	4	5
1. ¿Grado de limpieza de los pisos?					
2. ¿El estado de paredes, techos y ventanas? Material de limpieza presente					
3. ¿Limpieza de armarios, estanterías, herramientas y mesas?					
4. ¿Limpieza de máquinas y equipos?					
<b>PUNTAJE TOTAL</b>					

<b>CRITERIOS PARA EVALUACIÓN "5S" EN PLANTAS INDUSTRIALES</b>					
LIMPIAR	1	2	3	4	5
<b>PISOS</b>	Permanente con polvo, papeles, trapos, chatarra y restos de basura.	Con polvo y chatarra permanentemente.	Con polvo se ensucian por más que son barridos.	Están limpios al finalizar la jornada.	Están limpios en forma permanente.
<b>TECHOS, PAREDES Y VENTANAS</b>	Techos y paredes deteriorados totalmente, con manchas y sucios. Ventanas con vidrios rotos o remendados y sin lugar específico de materiales de limpieza	Techos y paredes deteriorados. Ventanas con vidrios sucios sin lugar específico de materiales de limpieza	Techos y paredes limpios, sin pintura. Ventanas con vidrios con polvo. Lugares materiales de limpieza definidos pero no se encuentran obstruidos	Techos y paredes limpios y pintados, con polvillo y tela de arañas. Ventanas con vidrios y algo de polvillo. Lugares de materiales de limpieza definidos y accesibles a ellos	Techos y paredes limpios y pintados. Ventanas con vidrios limpios. Lugares de materiales de limpieza definidos y accesibles a ellos
<b>ARMARIOS ESTANTERÍAS, MESAS Y HERRAMIENTAS</b>	Deteriorados con óxido, sin pintura, no se limpian nunca.	Deteriorados con óxido, sin pintura, se limpian poco. Algunas herramientas en buenas condiciones de uso	Pintados la limpieza se hace semanalmente. Herramientas en un 50% en buenas condiciones de uso.	Pintados, la limpieza se hace al finalizar la jornada. Herramientas en un 90% en buenas condiciones de uso.	Pintados, la limpieza se hace al finalizar la tarea. Herramientas en un 100% en buenas condiciones de uso.
<b>MÁQUINAS Y EQUIPOS</b>	Sucias, con óxido y aceite. Se limpian esporádicamente.	Sucias con aceite y sin óxido. Se limpian una vez al mes	Limpios en 50%; el resto con aceite. Existen rutinas de limpieza	Limpios un 90% el resto con algo de aceite. La rutina de limpieza se cumple en un 80%	Todo está limpio la rutina de limpieza se cumple totalmente

Fuente: DORBESSAN, J. Las 5S herramientas del cambio

**4.6.3 Evaluación de la tercera S.** Luego de la campaña de limpieza, la identificación de los lugares difíciles de limpiar, la definición de las reglas de limpieza entre las cuales se encontraban las asignaciones y los responsables de las mismas y la puesta en marcha del formato de verificación de este tercer pilar, se hizo una evaluación de la implementación de las tres primeras para verificar los avances hasta ahora logrados.

La Tabla 32, muestra la gráfica en donde se aprecia el nivel de la implementación en el área piloto desde el inicio del programa hasta la aplicación de este tercer pilar. En esta gráfica se puede ver cómo ha ido mejorando el desempeño del programa a medida que se ha logrado implementar cada pilar. Con los tres primeros pilares se obtuvo un incremento en un 20%. Hasta ahora podemos observar en la planta cambios significativos en lo referente al orden y la limpieza, con lugares de trabajo limpios libres de objetos innecesarios y ordenados de manera que ayude a mejorar la producción.

Tabla 32. Nivel de implementación de las 3S

<b>Máquinas Herramientas</b>			
	<b>Nivel Inicial</b>	<b>Nivel implementado</b>	<b>Porcentaje mejorado</b>
Seleccionar	6	12	6
Ordenar	7	14	7
Limpiar	9	16	7
<b>Total %</b>	<b>22</b>	<b>42</b>	<b>20</b>

Fuente: Autores

Implementada las 3S comienza a aparecer el compromiso para mantener el estado alcanzado.

#### **4.7 Estandarizar**

El estandarizar pretende mantener el estado alcanzado con la aplicación de las 3 primeras S, mediante la aplicación continua de estas. En esta etapa se puede utilizar diferentes herramientas, una de ellas es la localización de fotografías del sitio de trabajo en condiciones óptimas que puedan ser vistas por todos los empleados y así recordarles que ese es el estado en el que deberían permanecer; otra herramienta es el desarrollo de normas en las cuales se especifique lo que debe hacer cada empleado con su área de trabajo. De manera adicional, es posible diseñar procedimientos y desarrollar programas

de sensibilización, involucramiento y convencimiento de las personas, para que las tres primeras S sean parte de los hábitos, acciones y actitudes diarias.

**4.7.1 Planificación.** Dentro de la planificación para hacer un hábito la Selección, Orden y Limpieza, detallamos lo siguiente:

- Decidir el responsable de las actividades con respecto al mantenimiento de las condiciones alcanzadas de las 3 primeras S, esto se debe realizar con un trabajador de cada área indistintamente.
- Evitar que el personal de la empresa desista de los intereses de la implementación, integrando los deberes del mantenimiento de las 3 primeras S como una actividad regular.
- Utilizar el check list para comprobar que las condiciones de las 3 primeras S se mantengan adecuadamente.
- Señalizar anomalías y avances que se pueden utilizar para asignar responsabilidades y tener un mejor control visual de la implementación, para esto se pueden utilizar los mapas 5S, con designación de responsabilidades para cada área, las fotografías de los avances logrados con el antes y el después de la aplicación y resultados de los chequeos en cada área.

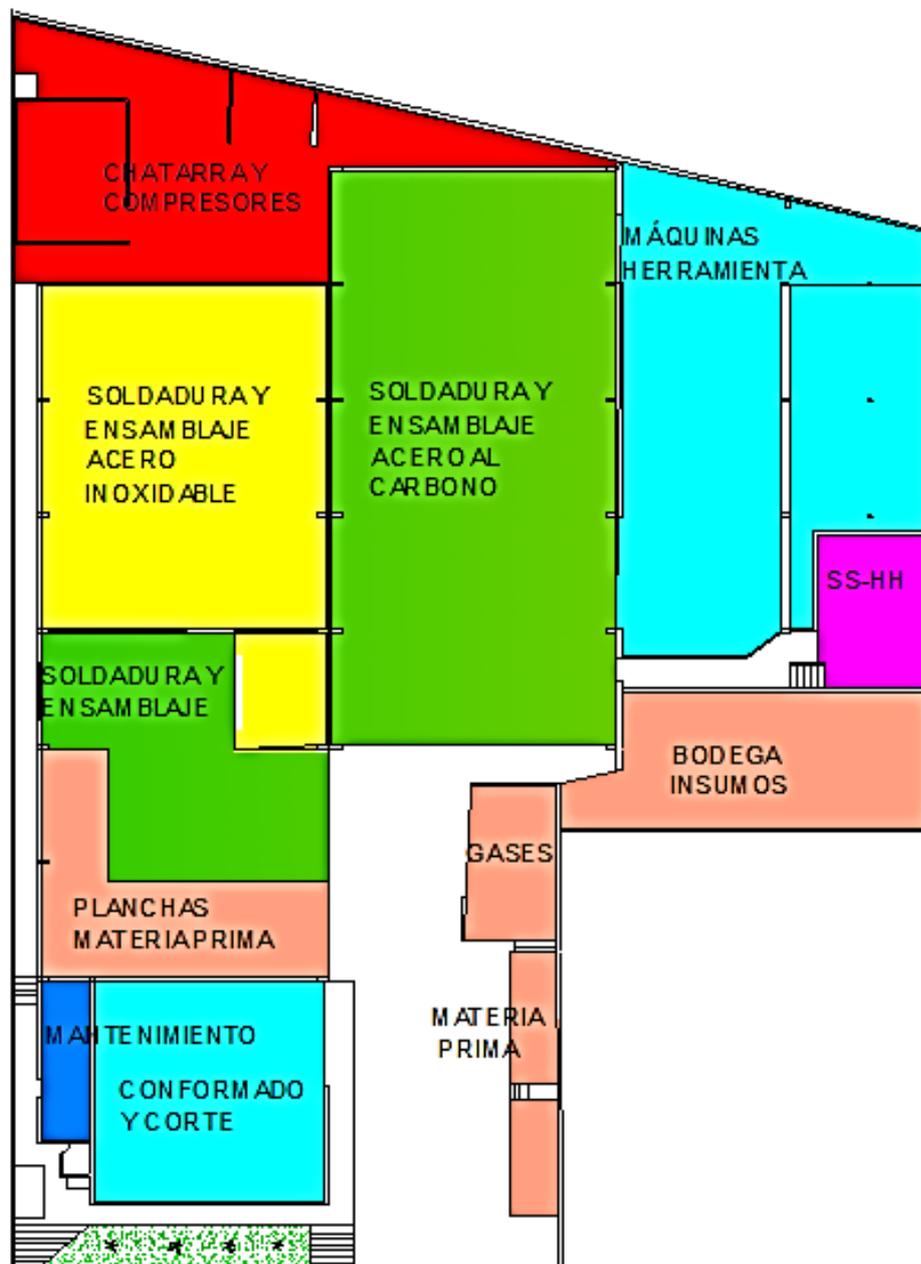
**4.7.2 Implementación.** Se realizó un mapa 5S para designar responsabilidades al personal de cada área, el mapa consta de las siguientes áreas: soldadura y ensamblaje de acero al carbono, acero inoxidable, bodega, máquinas herramientas, chatarra y compresores, según la estructura organizacional cada área tiene un líder y coordinadores, logrando con esto causar un impacto directo para la sanción por incumplimiento o el incentivo por cumplimiento, respaldados en el reglamento de seguridad que rige la empresa que dentro del artículo 19 de las obligaciones del trabajador que enuncia lo siguiente:

ART.19. Los trabajadores de INDUACERO tienen las siguientes obligaciones en materia de prevención de riesgos laborales.

1.- Cumplir con las normas, reglamentos e instrucciones de los programas de seguridad y salud en el Trabajo, que se apliquen en el lugar de trabajo, así como las instrucciones que les impartan sus superiores jerárquicos directos.

El implementar el mapa 5S ayuda al reconocimiento inmediato del área en donde se esté implementando las 5S con los trabajadores involucrados, en la Figura 40, presentamos el mapa 5s que determina cada una de las áreas y en la Tabla 33 el personal involucrado.

Figura 40. Mapa 5S Induacero



Fuente: Autores

Tabla 33. Grupos 5S planta de producción

<b>JEFE DE PLANTA</b>	
ING. ROBERTO A.	
<b>SUPERVISORES</b>	
ING. ALVARO C.	
FABRICIO T.	
<b>SOLDADURA Y ENSAMBLAJE ACERO INOXIDABLE</b>	
Rodrigo G.	Roberto C.
Wellington V.	Fernando G.
Cristian T.	Gabriel C.
Edison J.	Luis A.
Cristian Q.	Mario G.
Marco G.	Cristian L.
Marco S.	Elías C.
Lucas T.	Iván M.
<b>SOLDADURA Y ENSAMBLAJE ACERO AL CARBONO</b>	
César G.	Fernando P.
Edilberto R.	Ángel G.
Santiago V.	Luis G.
Darwin C.	Luis C.
Marco G.	Franklin C.
Sixto F.	
<b>MÁQUINAS HERRAMIENTAS</b>	
Juan C.	Diego M.
Vinicio G.	Luis T.
<b>CORTE Y CONFORMADO</b>	
Luis B.	Marco A.
<b>MANTENIMIENTO</b>	
Silvio M.	Henry A.
<b>BODEGA</b>	
Mauricio A.	Alex C.
<b>PINTURA</b>	
Fabián S.	Omar M.

Fuente: INDUACERO

Se elaboró carteles informativos que indican el significado gráfico para su fácil entendimiento y también el estado de cada uno de los pilares, mostrando cuadros estadísticos de cada área, al colocar fotografías de la situación inicial y la situación en la que se encuentran con la implementación de las 5S motiva al personal por el avance logrado y así fortalecer la cuarta S y mantener lo hasta ahora alcanzado. Los carteles se ubicaron de manera estratégica en la entrada al comedor, la entrada a la planta y la entrada a las oficinas para de esta manera tener presente lo que se está realizando.

La Figura 41 muestra la ubicación de los carteles informativos utilizados para la implementación de la cuarta S.

Figura 41. Carteles informativos 5S



Fuente: Autores

En este punto también se preocupa de la salud y bienestar de los trabajadores puesto que la ampliación del área de máquinas trajo consigo una readecuación de los vestidores logrando mejorar las instalaciones para los trabajadores que ahora cada uno cuenta con su propio casillero mostrado en la Figura 42.

Figura 42. Ampliación de los vestidores



Fuente: Autores

**4.7.3 Evaluación de la cuarta S.** Se cumplió cada una de las actividades propuestas, el mapa 5S y la designación de responsabilidades en los trabajadores se logró instaurar un sentido de pertenencia en ellos, ahora cuidan el área designada y están pendientes de que los otros grupos mantengan lo implementado hasta la actualidad, también desarrollan propuestas que son escuchadas por sus líderes de cada área para mejorar y mantener el estado alcanzado.

Se completó la señalización de los riesgos identificados en el sistema de seguridad que posee la empresa ya que se tenía la señalización pero no se la colocaba, esto ayudó a un control visual y alerta de los riesgos identificados en el área, la Figura 43. Indica la señalización colocada por parte del grupo 5S.

Figura 43. Colocación de señales de seguridad



Fuente: Autores

Se iniciaron auditorías periódicas para evitar que decaiga el interés por la metodología haciendo de ésta un hábito logrando así la Disciplina y el desarrollo autónomo de las 5S en cada uno de los trabajadores.

## **4.8 Disciplina**

Este pilar de las 5S evita a toda costa que se rompa los procedimientos ya establecidos. Solo si se implanta la auto disciplina y el cumplimiento de las normas y procedimientos adoptados, se podrá disfrutar de los beneficios que estos brindan, la disciplina es un canal entre las 5S y el mejoramiento continuo. Implica control periódico, auditorías sorpresa, autocontrol de los empleados, respeto por sí mismo y por los demás y una mejor calidad de vida laboral.

En muchos lugares de trabajo la palabra disciplina lleva con ella la connotación negativa de llamadas de atención por algún error. En el contexto de las 5S, disciplina tiene un significado diferente; quiere decir, hacer un hábito las tareas que implican toda la metodología, para ir mejorando y cambiando la cultura de las personas.

**4.8.1 Planificación.** Para lograr el éxito de la implementación necesitamos que todo el personal afiance sus nuevos hábitos de trabajo y actuar con disciplina para evitar que se vuelva a lo anterior.

La herramienta principal de esta fase es la auditoría 5S un examen periódico en donde se comprueba el cumplimiento de lo hasta ahora alcanzado. Para esto utilizaremos el check list que nos permitirá conocer la evolución de los niveles alcanzados y posibles desviaciones que serán analizadas para proponer y aplicar acciones correctivas para seguir manteniendo las 5S. En un inicio se comenzara con auditorías semanales y de acuerdo al grado de compromiso del personal y las áreas de implementación, se realizara cada mes cuando el personal sea autónomo y tenga el nuevo hábito de rotar las 5S diariamente en sus puestos de trabajo.

Dentro de este punto se dictarán las capacitaciones de todo tipo, gestión que asume realizar el comité paritario de seguridad liderado por un trabajador de la planta, entre las

capacitaciones que se impartirán son: soldadura, seguridad, calidad y las 5S para tener siempre presente que se está implementando esta metodología.

Otra de las actividades que se debe incentivar son las charlas denominadas los 5 minutos de las 5S en la que los trabajadores presentarán propuestas de mejora.

**4.8.2 Implementación.** Se siguió un modelo de evaluación utilizado en las auditorías iniciales, con este modelo se realizó auditorías programadas las primeras 2 semanas, y las siguientes 2 semanas se tuvieron auditorías sorpresa, las auditorías en un inicio fueron realizadas por los coordinadores 5S, posteriormente se lo realizó con los líderes de cada área. El modelo de evaluación para las auditorías, y los criterios fueron presentados en el Anexo H.

Los 5 minutos de las 5S se realizaron los días martes y los jueves ya que esos fueron los días designados para una minga general de 10 minutos para limpiar los rincones en los que la limpieza diaria no abarca, en esto identifican, proponen y analizan oportunidades de mejora y aplican correctamente la metodología.

Así también se dictan hasta la actualidad capacitaciones en lo que refiere a las 5S, para dar a conocer el estado de la implementación alcanzada, los puntos en los que se debe mejorar y las oportunidades de mejora que día a día van apareciendo, cabe recalcar que las capacitaciones también se las realiza en temas de seguridad, especialización de soldadura, ensamblaje y calidad siendo estos los pilares fundamentales de la empresa.

La Tabla 34 detalla los ítems evaluados durante la implementación de las 5S, con los criterios de evaluación de una planta industrial de este tipo de producción.

Tabla 34 Ítems de evaluación 5S

EVALUACIÓN “5S” EN PLANTA INDUSTRIAL					
N°	Realizó:				
Grupo:	Líder:	Fecha:			
Ítem a evaluar	Valores asignados				
	1	2	3	4	5
<b>SELECCIONAR</b>					
1. ¿Existe objetos innecesarios, chatarra y basura en el piso?					
2. ¿Existen equipos, herramientas y materiales innecesarios?					
3. ¿En armarios y estanterías hay cosas innecesarias?					
4. ¿Existen cables, Mangueras y objetos en áreas de circulación?					
<b>PUNTAJE TOTAL</b>					
<b>ORDENAR</b>					
1. ¿Cómo es la ubicación/devolución de herram., materiales y equipos?					
2. ¿Los armarios, equip., herram., materiales, etc. están identificados?					
3. ¿Hay objetos sobre y debajo de armarios y equipos?					
4. ¿Ubicación de máquinas y lugares?					
<b>PUNTAJE TOTAL</b>					
<b>LIMPIAR</b>					
1. ¿Grado de limpieza de los pisos?					
2. ¿El estado de paredes, techos y ventanas? Material de limpieza presente					
3. ¿Limpieza de armarios, estanterías, herramientas y mesas?					
4. ¿Limpieza de máquinas y equipos?					
<b>PUNTAJE TOTAL</b>					
<b>ESTANDARIZAR</b>					
1. ¿Se aplican las 3 primeras “S”?					
2. ¿Cómo es el hábitad de la planta?					
3. ¿Se hacen mejoras?					
4. ¿Se aplica el CONTROL VISUAL?					
<b>PUNTAJE TOTAL</b>					
<b>DISCIPLINA</b>					
1. ¿Se aplican las cuatro primeras “S”?					
2. ¿Se cumplen las normas de la empresa y del grupo?					
3. ¿Se usa uniforme de trabajo?					
4. ¿Se cumple con la programación de las acciones “5S”?					
<b>PUNTAJE TOTAL</b>					

Observaciones: \_\_\_\_\_

Fuente: DORBESSAN, J. Las 5S herramientas del cambio

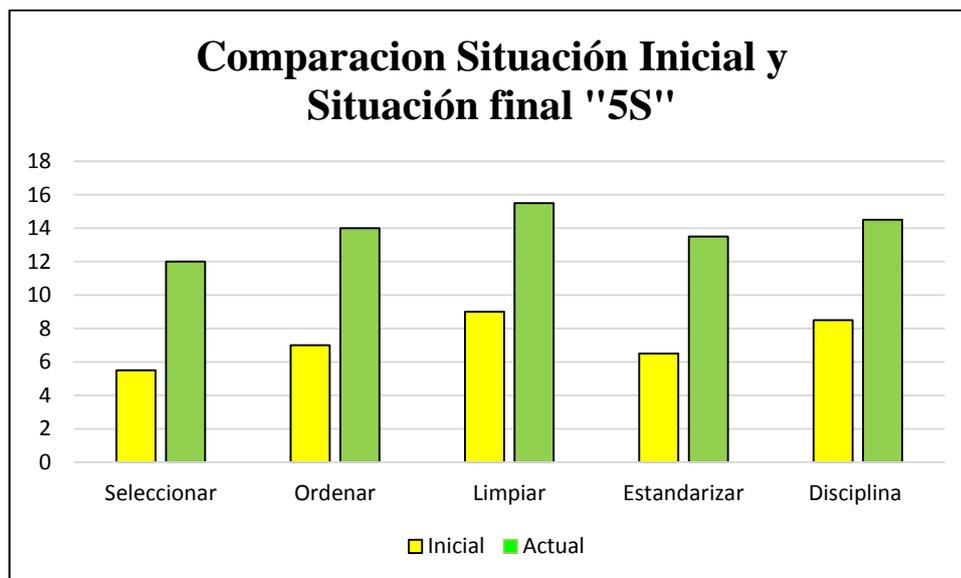
**4.8.3 Evaluación de la quinta S.** Llegado a este quinto pilar observamos la mejora con las áreas de trabajos limpios, ordenados y señalizados obtenida con la aplicación estructurada de cada una de los pilares de la metodología. Para evaluar lo logrado hasta este punto en el que, el compromiso del personal se vuelve cada vez más autónomo se realizó auditorías periódicas obteniendo datos positivos ya que de una situación inicial que encontramos logramos obtener una mejora del 33% en el área piloto y así mejorar en cada una de las áreas en planta, en la Tabla 35, se detalla cuantitativamente los resultados que se obtuvieron y la Figura 44, ilustra gráficamente el la diferencia alcanzada de la situación inicial y la situación final.

Tabla 35. Resultados de auditorías en el área de máquinas herramientas

<b>Auditorías Máquinas Herramientas</b>			
	<b>Nivel Inicial</b>	<b>Nivel implementado</b>	<b>Porcentaje mejorado</b>
<b>Seleccionar</b>	6	12	6
<b>Ordenar</b>	7	14	7
<b>Limpiar</b>	9	16	7
<b>Estandarizar</b>	7	14	7
<b>Disciplina</b>	9	15	6
<b>Total %</b>	<b>37</b>	<b>70</b>	<b>33</b>

Fuente: Autores

Figura 44. Comparación de resultados inicial y final 5S



Fuente: Autores

Con la implementación llegamos a alcanzar un 70% de aplicación 5S en el área de máquinas herramienta en donde se dio un impacto visual de cambio real y convincente para los trabajadores y convirtiéndose en un hábito de sus actividades diarias el aplicar las 5S en sus puestos de trabajo y en sus vidas.

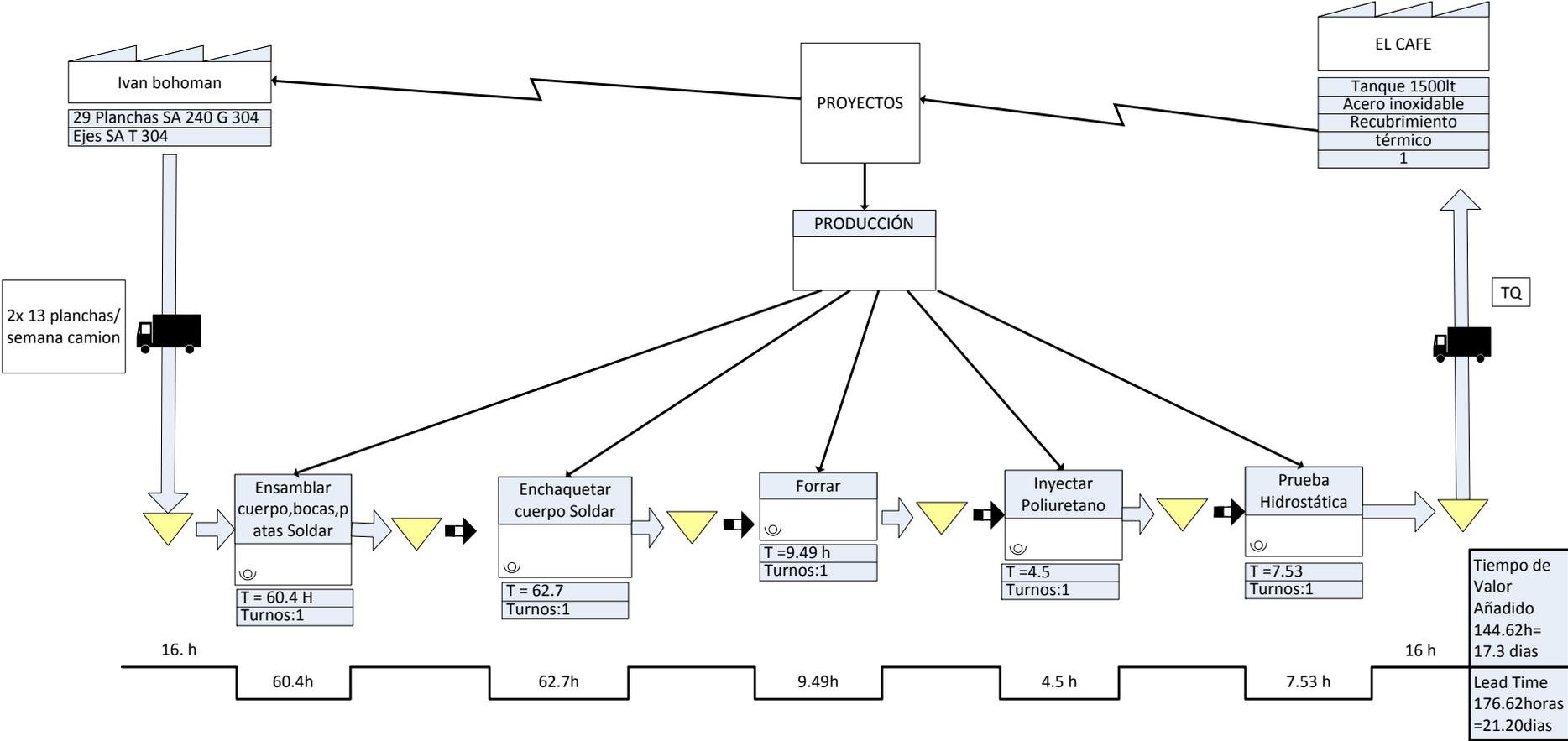
#### **4.9 VSM final**

Una vez que se realizó la mejora del layout en el segundo pilar y la implementación de las 5S, se pudo notar claramente la mejora realizada con criterios establecidos para el orden y la limpieza, contando con lugares de trabajo realmente óptimos para que el personal desempeñe sus funciones.

Para dar solución al problema del puente grúa saturado identificado en el VSM inicial, parte de gerencia se dio la orden de construir un segundo puente que cubrirá la demanda en su utilización dentro de la planta. Concluidas las actividades propuestas, se procede a realizar el mapeo de la cadena de valor (VSM) final detallando la disminución en tiempo de proceso del producto tomado como referencia para este estudio, mismo que demuestra la mejora a obtener con el resto de productos ya que incurre directamente en recibir los beneficios de haber implementado las metodologías propuestas en este proyecto.

En la Figura 45 se aprecia el cartografiado del VSM final en el que se puede apreciar la mejora en tiempos de cada uno de los procesos involucrados en el producto.

Figura 45. Cartografiado del VSM final



Fuente: Autores

## CAPÍTULO V

### 5. EVALUACIÓN DE RESULTADOS

Luego de la implementación se procedió a evaluar los resultados que se obtuvieron con la aplicación secuencial de las metodologías propuestas, en este capítulo detallaremos el tipo de evaluación aplicado con el fin de determinar la factibilidad técnica-económica del proyecto realizado, verificando el mejoramiento en la productividad y disminución de tiempos muertos, a continuación se presenta los resultados obtenidos de la aplicación de las metodologías 5S y VSM

#### 5.1 Auditorías 5S

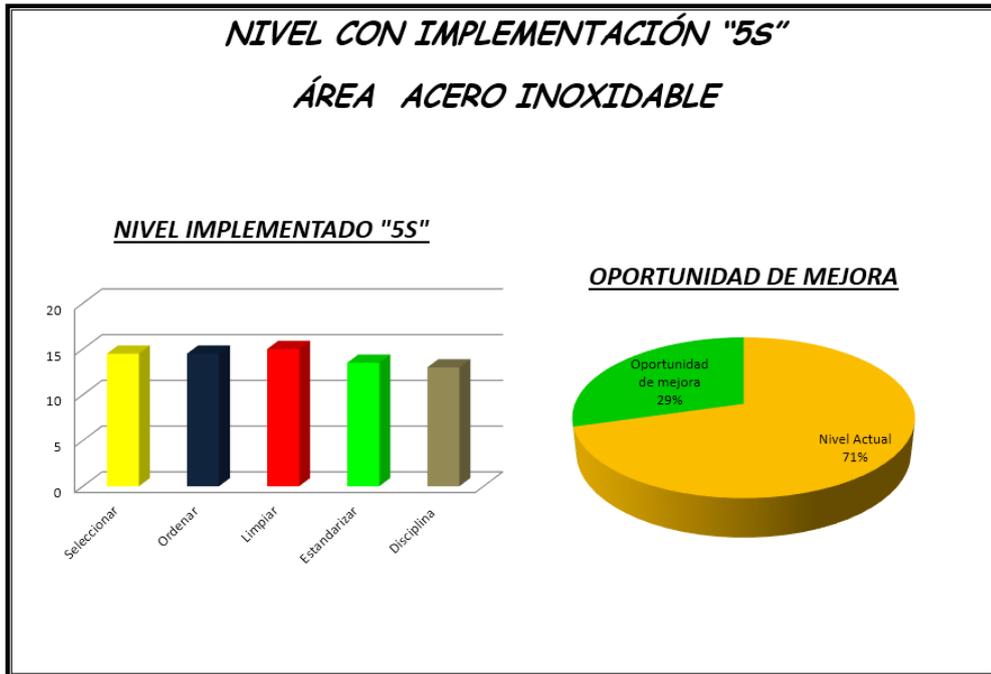
En esta parte presentamos los datos tomados de las auditorías realizadas en la planta dando como resultado un mejor nivel en cada uno de los pilares de las 5S.

Los presentes cuadros estadísticos indican los resultados del nivel alcanzado, los porcentajes que se muestran reflejan el buen trabajo realizado por parte de los actores principales del proyecto que son los trabajadores de la planta, el porcentaje de mejora que se indica da paso a que no decaiga la metodología a tener presente que siempre existe un método mejor generando la cultura *KAIZEN*.

Los resultados de las auditorías pueden variar conforme se presente cada auditoría, pues es un proceso que se tiene dar seguimiento. Estos datos demuestran numéricamente lo alcanzado visualmente durante la implementación siendo la forma más práctica de comprobar si tuvo o no éxito la aplicación de las metodologías planteadas.

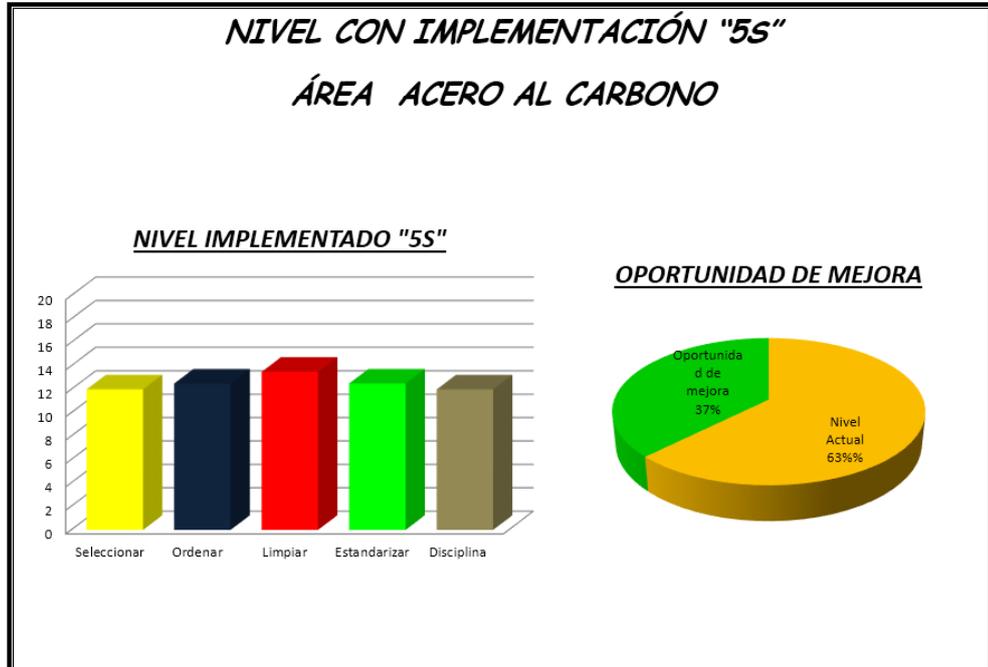
Las siguientes figuras muestran gráficamente el porcentaje alcanzado con la implementación dando a conocer también el porcentaje que queda por mejorar de acuerdo se mantenga la metodología en la planta.

Figura 46. Nivel 5S actual acero inoxidable



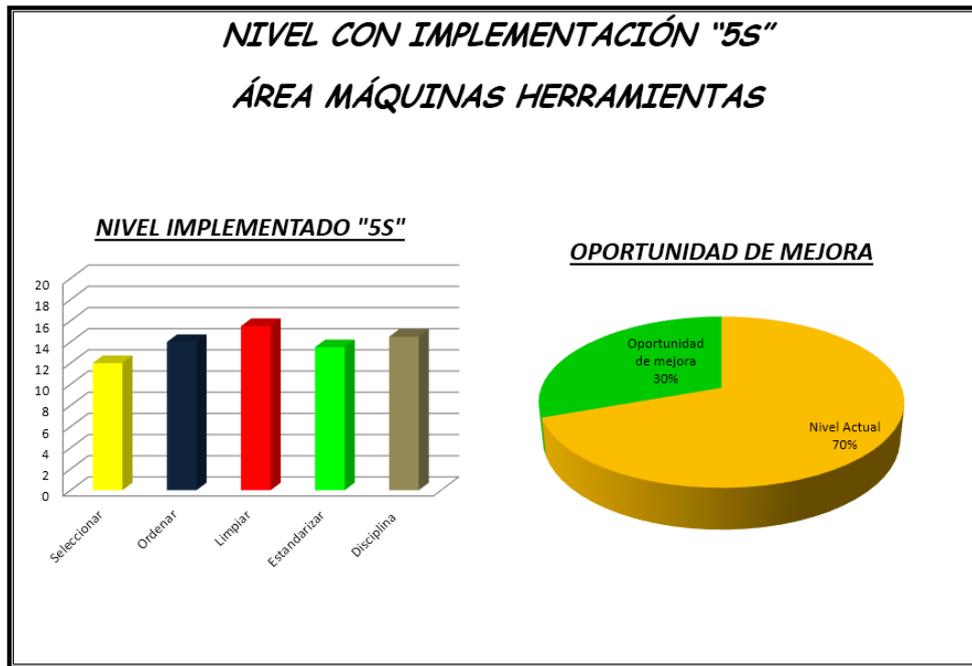
Fuente: Autores

Figura 47. Nivel 5S actual acero al carbono



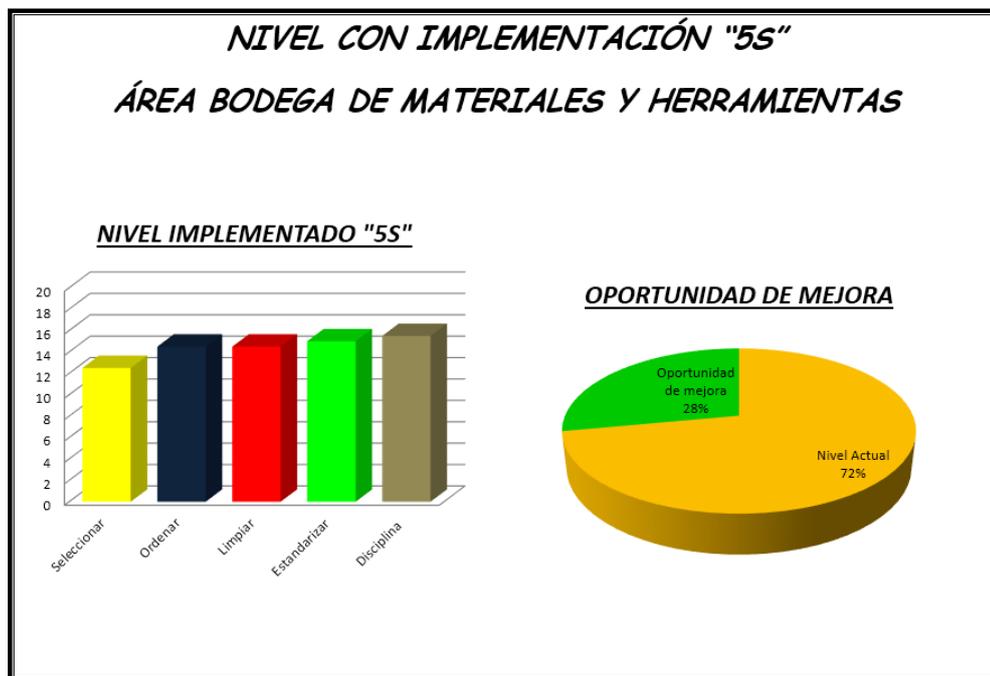
Fuente: Autores

Figura 48. Nivel 5S actual máquinas herramientas



Fuente: Autores

Figura 49. Nivel 5S actual bodega de materiales y herramientas



Fuente: Autores

La Tabla 36 presenta de manera resumida de los niveles actuales 5S representados por cada área.

Tabla 36. Resumen de resultados de auditorías 5S

<b>RESULTADOS DE AUDITORÍAS 5S</b>		
<b>Área</b>	<b>Nivel Actual %</b>	<b>Porcentaje por mejorar</b>
<b>Acero inoxidable</b>	71	29
<b>Acero al carbono</b>	63	37
<b>Máquinas herramientas</b>	70	30
<b>Bodega de materiales y herramientas</b>	72	28
<b>Total %</b>	<b>69</b>	<b>31</b>

Fuente Autores

## 5.2 Medición y evaluación de las mejoras

Como resultados de la implementación obtenemos el aumento en el espacio de la planta específicamente en el área de máquinas herramienta en donde se pudo aprovechar 91.7 m<sup>2</sup> para la ampliación del área.

Con el proceso de seleccionar también se pudo aprovechar y recuperar espacio físico de los armarios y cancelas hasta en un 60% promedio, y recuperación de 41 m<sup>2</sup> con el desalojo de chatarra y materiales innecesarios del área de chatarra y compresores, abriendo la posibilidad de que este espacio sea utilizado de mejor forma con el fin de seguir optimizando el espacio de manera que se sigan presentando las propuestas de mejora continua. Esto demuestra la efectividad de la metodología aplicada estructuradamente

En lo referente a optimización de tiempos por búsqueda de materiales por cada ítem en la evaluación del segundo pilar en el capítulo IV se logró reducir en un 73% estos tiempos debido al orden y criterio de *un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar*, tiempos que inciden directamente en la mejora la productividad en la fabricación de los equipos.

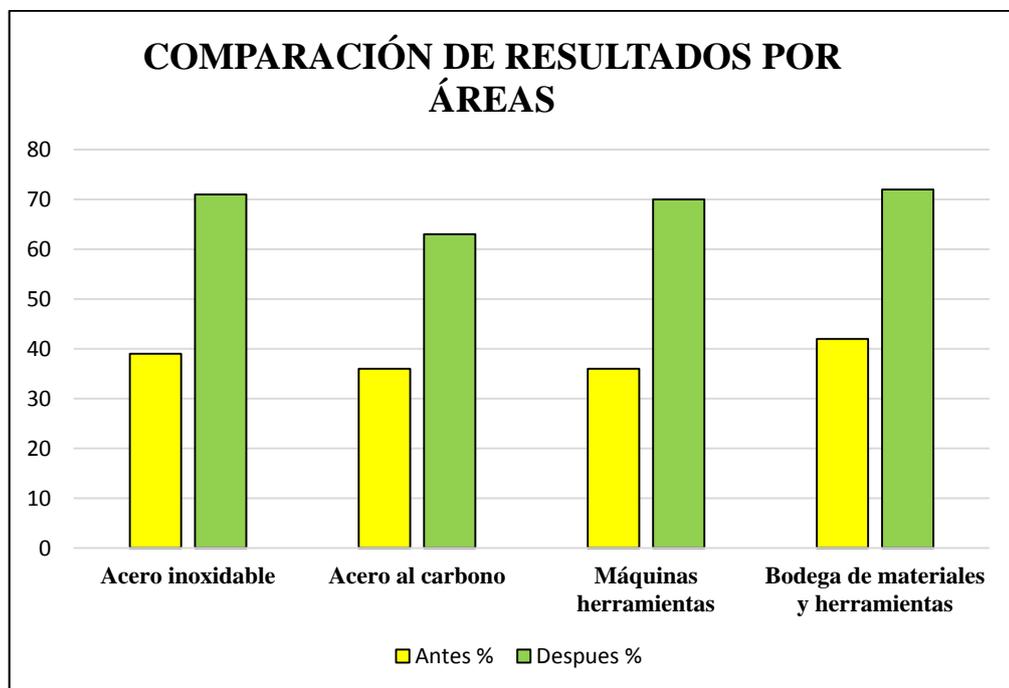
Luego de las auditorías realizadas hay que destacar la mejora lograda en las áreas involucradas de la empresa por la metodología 5S, donde se puede apreciar en la Tabla 37, las comparaciones de resultados alcanzados.

Tabla 37. Comparación de resultados 5S por áreas

<b>COMPARACIÓN DE RESULTADOS 5S POR ÁREAS</b>			
<b>Área</b>	<b>Nivel Inicial</b>	<b>Nivel implementado</b>	<b>Porcentaje mejorado</b>
<b>Acero inoxidable</b>	39	71	32
<b>Acero al carbono</b>	36	63	27
<b>Máquinas herramientas</b>	36	70	34
<b>Bodega de materiales y herramientas</b>	42	72	30
<b>Total %</b>	<b>38</b>	<b>69</b>	<b>31</b>

Fuente: Autores

Figura 50. Gráfico de comparación resultados por áreas



Fuente: Autores

Se dice que una imagen habla por mil palabras es por esta razón que como parte de la medición y evaluación de mejoras, a continuación presentamos de forma gráfica el antes y después de la implementación 5S, demostrando visualmente los resultados esperados.

Figura 51. (ANTES) Acumulación de matrices, chatarra y piezas de producción sin estantería



Fuente: Autores

Figura 52. (DESPUÉS) Estanterías colocadas para mejorar el orden de matrices y piezas de producción



Fuente: Autores

Figura 53. (ANTES) Torno 2 con accesorios y material de producción tirados en el piso



Fuente: Autores

Figura 54. (DESPUÉS) Torno 2 con estantería y señalizado para colocar materiales de producción, piso despejado



Fuente: Autores

Figura 55. (ANTES) Torno 1 con materiales de producción en el piso y colocados en cajas



Fuente: Autores

Figura 56. (DESPUÉS) Torno 1 con materiales de producción colocados en estantería, y superficie de trabajo libre y señalizado



Fuente: Autores

Figura 57. (ANTES) Armario de puesto de trabajo de acero inoxidable lleno al 100% con objetos innecesarios



Fuente: Autores

Figura 58. (DESPUÉS) Recuperación del espacio del armario en un 100%



Fuente: Autores

Figura 59. (ANTES) Armario con herramientas y objetos innecesarios



Fuente: Autores

Figura 60. (DESPUÉS) Recuperación del armario en un 30% luego de aplicación de la primera S



Fuente: Autores

Figura 61. (ANTES) Vestidores, previo a la ampliación del área de máquinas herramientas



Fuente: Autores

Figura 62. (DESPUÉS) Vestidores luego de la ampliación y adecuación



Fuente: Autores

Figura 63. (ANTES) Área de máquinas herramientas sin de la aplicación 5S



Fuente: Autores

Figura 64. (DESPUÉS) Área de máquinas herramientas luego de la aplicación 5S



Fuente: Autores

### 5.3 Inversiones

Para lograr la implementación de las metodologías 5S y VSM se tuvo que realizar una inversión económica que a continuación se presenta en las tablas, con el detalle de los recursos y montos utilizados.

Tabla 38. Horas talento humano capacitado

<b>Horas de Talento Humano de la Planta</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Capacitación</b>	<b>Implementación</b>	<b>total horas</b>	<b>Inversión \$</b>
Seleccionar	39	39	78	234
Ordenar	39	100	139	417
Limpiar	39	39	78	234
Estandarizar	39	8	47	141
Disciplina	39	16	55	165
<b>Total Invertido \$</b>				<b>1191</b>

Fuente: Autores

Tabla 39. Costo de capacitaciones por facilitadores 5S

<b>Capacitación Facilitadores 5S</b>	
<b>Descripción</b>	<b>Valor \$</b>
Seleccionar	400
Ordenar	400
Limpiar	400
Estandarizar	400
Disciplina	400
<b>Total \$</b>	<b>2000</b>

Fuente: Autores

Tabla 40. Precio de estanterías

<b>Precios de Estanterías</b>						
<b>Ítem</b>	<b>Materia Prima</b>	<b>Mano de Obra</b>	<b>Consumibles</b>	<b>costo</b>	<b>utilidad 20%</b>	<b>PVP</b>
Estantería plegadora	292,27	107,2	14,87	414,34	82,87	497,21
Estantería plegadora	268,16	107,2	14,87	390,23	78,04	468,27
Estantería torno 1	139,44	107,2	14,87	261,51	52,30	313,81
Estantería taladro	121,20	107,2	14,87	243,27	48,65	291,93
Estantería torno 2	92,57	107,2	14,87	214,64	42,93	257,56
<b>Total \$</b>						<b>1828,79</b>

Fuente: Autores

Tabla 41. Recursos utilizados en la implementación

<b>Requerimientos Proyecto 5S para Información</b>		
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor \$</b>
Tarjetas rojas adhesivos	200	20,00
Pliegos de cartulina	8	2,42
Protectores de cartulina	8	4,84
Perforadora	1	1,40
Estilete	2	0,81
Tijeras	2	1,10
Esferos punta fina bic	4	1,21
Regla 30 cm	2	0,49
Marcadores permanentes	4	1,39
Clips	1	0,25
Push pin caja	2	1,30
Goma de 140g	1	0,45
Masking	1	0,35
Cinta de embalaje	1	0,65
Archivador oficio	1	2,00
Apoya manos	2	5,40
Grapadora	1	1,80
Grapas caja	1	0,25
4 metros de cable utp next de red	1	4,00
PNY 12 in 1 Card reader	1	7,50
Trípticos informativos	60	14,00
Pancarta de promoción	1	45,00
Adhesivos informativos	2	60,00
<b>TOTAL \$</b>		<b>176,60</b>

Fuente: Autores

Tabla 42. Requerimientos para señalar superficies de trabajo

<b>Requerimientos para Señalizar superficies de trabajo</b>		
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor \$</b>
Galones de pintura de alto tráfico Amarillo	2	40
Brochas 4"	4	12,6
Tiñer por litros	3	3,6
Lijas	4	2
Guaípe	4	4
Escobas	4	8
Cortinas para tornos	2	100
<b>TOTAL \$</b>		<b>170,2</b>

Fuente: Autores

Tabla 43. Inversión total realizada

<b>Inversión total realizada en mejora de la productividad</b>	
<b>Descripción</b>	<b>Valor \$</b>
<b>Cizalla 12mm</b>	26000
<b>Ampliación de Máquinas Herramientas</b>	14000
<b>punteo grúa</b>	28000
<b>Estanterías</b>	1828,79
<b>pintura de áreas</b>	170,2
<b>Carteles informativos 5S</b>	176,6
<b>Horas de Talento Humano de la Planta</b>	1191
<b>Capacitación por Facilitadores 5S</b>	2000
<b>Total Inversión \$</b>	<b>73316,59</b>

Fuente: Autores

#### 5.4 Período de recuperación de la inversión

Para analizar el período de recuperación de la inversión realizada, se utilizó el tiempo que no agrega valor identificado por el VSM inicial del capítulo III, que dio como resultado un total de 30 horas 18 minutos 1 segundo por trabajador. Por lo cual con la implementación de las 5S y VSM, la inversión realizada en maquinaria y equipo, optimización del espacio del área de máquinas, aprovechamos de manera óptima el tiempo determinado. Los datos necesarios para realizar el cálculo lo detallamos a continuación:

- Horas que no agregan valor: 30:18:01 equivalentes a 30,3 horas por trabajador
- Costo hora hombre promedio: \$ 3
- Días del proyecto: 20
- Días laborables al año: 264
- Número de trabajadores: 39
- Inversión realizada: \$ 73316,59

$$\text{Total desperdicio por persona} = 30,3 \text{ horas} * 3 \frac{\$}{\text{horas}} = 90,9 \$$$

$$\text{Total desperdicio por el número de trabajadores} = 90,9\$ * 39 = 3545,1\$$$

$$\begin{aligned} \text{Total desperdicio anual de la Planta} &= \frac{3545,1 \rightarrow 20 \text{ dias}}{x \rightarrow 264 \text{ dias}} = \frac{3545,1 * 264}{20} \\ &= 46795,32\$ * \text{año} \end{aligned}$$

$$\text{Período de recuperación de la inversión} = \frac{\text{Inversión realizada}}{\text{Monto recuperado}}$$

$$\text{Período de recuperación de la inversión} = \frac{73316,59 \$}{46795,32 \$ * \text{año}} = 1,57 \text{ años}$$

## 5.5 Análisis costo beneficio

En esta parte del proyecto se va a evaluar la factibilidad económica del mismo, es decir si los beneficios de aplicar la metodología justifica la inversión realizada.

Para la realización del proyecto la empresa realizó una inversión de \$73316.59 en mejora de sus instalaciones con el layout propuesto y la implementación sistemática de las 5S, costo que representa el 13% las utilidades que percibe la empresa, el cual justificamos con la recuperación de \$ 46795.32 producto de la pérdida de dinero anual causada por los diferentes tipos de desperdicios, valor que al aplicar las metodologías 5S y VSM se recupera y representa un ahorro, o un incremento en sus utilidades de 8.37%, haciendo de este proyecto autosustentable en el tiempo y con un período de recuperación de la inversión de 1 año 6 meses y 25 días

Para los cálculos de relación de utilidades se basó en la Tabla 44 con la utilidad lograda en el año 2012.

Tabla 44. Historial de ventas

Historial de ventas		
Año	Ventas	Utilidad 16%
2007	1850000	296000
2008	1995000	319200
2009	2090000	334400
2010	2205000	352800
2011	2445000	391200
2012	3494000	559040

Fuente: Autores

Adicional de los beneficios económicos alcanzados, con la metodología de las 5S se logró mejorar tiempos de producción, la organización en la planta, recuperación de espacio físico, aumentar la seguridad y calidad en el trabajo, adquiriendo por parte del personal una cultura organizacional que además de servir en su lugar de trabajo también se lo utiliza en sus hogares y su vida diaria, logrando el principal beneficio de mejorar la calidad de vida puesto que se convirtió en un compromiso de todos.

## CAPÍTULO VI

### 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 6.1 Conclusiones

Para realizar el VSM se seleccionó un producto de acero inoxidable el cual tiene la mayor parte de procesos generales presentes en la planta con un total de 12/12 en relación con acero al carbono.

En el estudio de tiempos en el VSM se analizó las actividades que agregan valor y se identificó que de 20,5 días muestreados 3,2 días incurren en el Desperdicio de “ESPERAS” los cuales se concentran en el área de MÁQUINAS HERRAMIENTAS.

De todas las actividades analizadas en el VSM inicial, un 67 % agrega valor al producto y el 33% no agrega valor de este porcentaje se deriva que el 16.5% son actividades que no agregan valor y que son innecesarias en el proceso, dando la oportunidad para implementar mejoras aplicando metodología 5S.

Aplicando Pareto priorizamos nuestro plan de mejora, Estratificando el desperdicio de “ESPERAS” que presenta un 82.91% de acuerdo la ley 80-20 logramos eliminar los desperdicios restantes 17.09%.

El lead time del VSM inicial es de 24.8 días de los cuales 4 días con jornada laboral se destinan para almacenaje de materia prima al inicio y de producto terminado, cuantificando con un tiempo de valor añadido de 17.2 días.

La elección de la metodología 5S se justifica por sus características y beneficios inherentes en relación con otras metodologías obteniendo una calificación de 10/10 estableciendo como base para una implementación sistemática y estructurada. En la auditoria inicial 5S se identifica claramente que el área de Acero al carbono y Máquinas Herramientas presenta un mayor porcentaje de mejora 64% y esta última por su configuración funcional se establece como área piloto para la implementación.

Con la capacitación que se realizó a todo el personal se logró aumentar en ellos el grado de conocimiento acerca de la cultura organizacional, el mismo que fue aplicado en cada uno de los puestos de trabajo, conocimientos que sirvieron de base para la posterior implementación.

Con la planificación sistemática y estructurada de la metodología, en cada pilar de las 5S se logró el mínimo impacto en lo que refiere a detener la producción debido a la capacitación, implementación, y evaluación que se realizó a lo largo del proyecto, utilizando de manera eficiente los recursos de la empresa así como del talento Humano involucrado.

Con la realización del VSM final atacando a cada uno de los desperdicios identificados, se logra una reducción en tiempo de 30,3 horas donde el lead time se reduce a 21.2 días donde restando los 4 días con jornada laboral destinados para almacenaje de materia prima producto terminado, cuantificando con un tiempo de valor añadido de 17.2 días.

La inversión realizada para la implementación fue de \$73316.59, costo que representa el 13% las utilidades que percibe la empresa, el cual se justifica con la recuperación de \$ 46795.32 producto de la pérdida de dinero anual causada por los diferentes tipos de desperdicios, valor que al aplicar las metodologías 5S y VSM se recupera y representa un ahorro, o un incremento en sus utilidades de 8.37%, haciendo de este proyecto autosustentable en el tiempo y con un período de recuperación de la inversión de 1 año 6 meses y 25 días, generando beneficios sociales en los trabajadores, al adquirir una cultura organizacional, demostrando que el proyecto resultó factible tanto de forma técnica, económica como social.

## **6.2 Recomendaciones**

Se recomienda mantener la estructura organizacional 5S para que se genere sustentabilidad de la metodología en el tiempo.

Tener en cuenta que se debe realizar el cambio del tipo de superficie que se encuentra actualmente en el área de máquinas herramientas debido a las vibraciones que pueden

aparecer al momento de ejecutar el maquinado de elementos de gran magnitud pudiendo ocasionar defectos en proceso o paras por mantenimiento.

Mantener el estado alcanzado con la implementación y evitar a toda costa que decaiga utilizando las auditorías periódicas y socializando la información como lo indica la metodología.

Realizar la reubicación de los compresores con los 41 m<sup>2</sup> de superficie recuperado durante el proceso de implementación.

Aplicar los criterios ya implementados de 5S en el área de chatarra y compresores para la recuperación total del espacio físico y con la reubicación de los compresores y el desalojo total de la chatarra nos brinda oportunidad de ampliar el área de acero inoxidable en 127 m<sup>2</sup> aumentando la capacidad de producción de la empresa.

## BIBLIOGRAFÍA

**ABRAHAN, C. 2008.** *Manual de Tiempos y Movimientos*. México : Ediciones Limusa, 2008. 978-968-18-7079-9.

**AITECO Consultores. 2012.** AITECO. [En línea] AITECO, 06 de 01 de 2012. [Citado el: 25 de 07 de 2012.] <http://www.aiteco.com/que-es-un-diagrama-de-flujo/>.

**CALVA, Rafael. 2011.** Gesteopolis. [En línea] WebProfit Ltda., 10 de 08 de 2011. [Citado el: 01 de 08 de 2012.] <http://www.gestiopolis.com/administracion-estrategia-2/vsm-value-stream-mapping-analisis-cadena-valor.htm>.

**CAMPOS, Jon. 2012.** Euskalit. [En línea] 05 de 07 de 2012. [Citado el: 22 de 08 de 2012.] <http://www.euskalit.net/gestion/?p=674>.

**Comité de Automoción . 2007.** *Lean Manufacturing*. España : Asociación Española para la Calidad, 2007. 978-84-89359-62-8.

**DORBESSAN, José. 2000.** *Las 5s, Herramientas de Cambio*. Buenos Aires : Facultad Regional San Luis, 2000.

**DUARTE, Carlos. 2009.** Zen en la organización. [En línea] 26 de 12 de 2009. [Citado el: 21 de 08 de 2012.]

**DURÁN, F. 2007.** *Ingeniería de Métodos*. Guayaquil : Universidad de Guayaquil, 2007.

**EADIC. 2012.** EADIC. [En línea] 22 de 11 de 2012. [Citado el: 01 de 08 de 2012.] <http://www.eadic.com/blog/index.php/2012/11/22/despilfarros-lean-manufacturing/>.

**Equipo Azul PDI.** Equipo azul. [En línea] [Citado el: 01 de 08 de 2012.] [http://equipoazulpdi.mex.tl/57509\\_Seiri.html](http://equipoazulpdi.mex.tl/57509_Seiri.html).

**GARCÍA, R. 2005.** *Estudio del Trabajo*. México : Ediciones Mc Graw Hill, 2005. 970-10-4657-9.

**GONZÁLEZ, Lily. 2011.** Green consulting. [En línea] 25 de 07 de 2011. [Citado el: 06 de 08 de 2012.] <http://greenconsultingmx.blogspot.com/2011/07/los-5-principios-del-pensamiento.html>.

**GUTIÉRREZ, Angel. 2011.** Construcción lean. *Wordpress*. [En línea] 09 de 04 de 2011. [Citado el: 01 de 08 de 2012.] <http://construccionlean.wordpress.com/2011/04/09/seiri-la-primera-de-las-5s/>.

**GUTIÉRREZ, Humberto. 2005.** *Calidad total y productividad*. México : Editorial MC GRAW-HILL, 2005. 970-10-1332-8.

**PATXI, R y ARBULO, L. 2007.** *La gestión de costes en lean manufacturing.* s.l. : Editorial Asociación Española para la Calidad, 2007. 978-84-9745-200-7.

**Pienso en Lean. 2011.** Generando Valor Añadido. [En línea] 17 de 08 de 2011. [Citado el: 01 de 08 de 2012.] <http://piensoenlean.com/?tag=seiso>.

**RAJADELL, Manuel y José., Sanchez. 2010.** *Lean Manufacturing La evidencia una necesidad.* España : Ediciones Diaz Santos, 2010. 978-84-7978-967-1.

**RAJADELL, Manuel y SANCHEZ, José. 2010.** *Lean Manufacturing La evidencia una necesidad.* Fernandez : Ediciones Diaz Santos, 2010. 978-84-7978-967-1.

**RUBINFELD, Hugo. 2005.** *Sistemas de Manufactura Flexible.* Buenos Aires : s.n., 2005. 978-987-43-8714-1.

**SACRISTÁN, Francisco. 2005.** *Las 5s. Orden y limpieza en el puesto de trabajo.* Madrid : Fundacion Confemetal, 2005. 9788496169548.

**WORDPRESS. 2012.** Administrativas wordpress. [En línea] 08 de 10 de 2012. [Citado el: 01 de 08 de 2012.] <http://administrativas.wordpress.com/2012/10/08/flujograma-y-diagrama-de-flujo-de-datos/>.