



**UNIVERSIDAD DE CARABOBO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIAL**



**PLAN DE MEJORAMIENTO PARA EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA  
EMPRESA METALJET SERVICIOS INDUSTRIALES C.A.**

**Tutor Académico:**

Lic. Ángel Carnevali

**Autor:**

Br. Diana A. Gómez N.

Valencia, Noviembre 2011



**UNIVERSIDAD DE CARABOBO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIAL**

**PLAN DE MEJORAMIENTO PARA EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA  
EMPRESA METALJET SERVICIOS INDUSTRIALES C.A**

Trabajo Especial de Grado presentado ante la ilustre Universidad de Carabobo  
para optar al título de Ingeniero Industrial

**Tutor Académico:**

Lic. Ángel Carnevali

**Autor:**

Br. Diana A. Gómez N.

Valencia, Noviembre 2011



**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIAL**

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN**

Nosotros los abajo firmantes, Miembros del Jurado, designados por el Consejo de Escuela para Evaluar el Trabajo Especial de Grado titulado **“PLAN DE MEJORAMIENTO PARA EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA METALJET SERVICIOS INDUSTRIALES C.A”**, realizado por la bachiller Diana Gómez de cédula: 18.252.076, hacemos constar que hemos revisado y aprobado dicho trabajo.

---

Lic. Ángel Carnevali  
Tutor

---

Prof. Teodoro García  
Jurado

---

Prof. Ezequiel Gómez  
Jurado



## AGRADECIMIENTOS

Deseo aprovechar esta oportunidad para expresar mi gratitud a todos los profesores de la Universidad, gracias a cuya generosidad hoy puedo cumplir un reto que hace apenas unos años sería simplemente un sueño utópico para mí. Especialmente deseo agradecer a mi tutor de tesis por sus orientaciones y motivación.

Igualmente a mis padres por su compromiso incondicional desde siempre y en todos los aspectos, así como a mis compañeros de estudio con quienes compartimos tantos esfuerzos sucesivos que hoy, sumados, nos acercan más a la meta que nos propusimos.



## CONTENIDO

	Pág.
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>12</b>
<b>1. GENERALIDADES DEL PROYECTO .....</b>	<b>13</b>
<b>1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>13</b>
<b>1.2. JUSTIFICACIÓN .....</b>	<b>15</b>
<b>1.3. OBJETIVOS .....</b>	<b>17</b>
1.3.1. OBJETIVO GENERAL .....	17
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	17
<b>1.4. ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>17</b>
<b>1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>18</b>
<b>2. MARCO TEORICO .....</b>	<b>19</b>
<b>2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>19</b>
<b>2.2. BASES TEÓRICAS .....</b>	<b>21</b>
2.2.1 LEAN MANUFACTURING.....	21
2.2.2 CADENA DE VALOR.....	31
2.2.3 ESTUDIO DE TIEMPOS.....	34
2.2.4 MUESTREO DE TRABAJO.....	35
2.2.5 LISTA DE CHEQUEO .....	36
2.2.6 DIAGRAMA CAUSA EFECTO .....	37
2.2.4 METODOLOGÍA "5S" .....	39
2.2.5 JERARQUIZACIÓN DE LAS LABORES DE LA ADMINISTRACIÓN DE PRODUCCIÓN.....	47
2.2.6 PLANEACIÓN ESTRATÉGICA .....	49
<b>2.3. MARCO CONCEPTUAL .....</b>	<b>53</b>



---

<b>3. MARCO METODOLÓGICO.....</b>	<b>59</b>
<b>3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>59</b>
<b>3.2 UNIDADES DE ANÁLISIS.....</b>	<b>59</b>
<b>3.3 FUENTES Y TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN .....</b>	<b>60</b>
<b>3.4 TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....</b>	<b>61</b>
<b>3.5 EL MÉTODO REBA.....</b>	<b>63</b>
<b>3.6 DISTRIBUCIÓN EN PLANTA .....</b>	<b>65</b>
<b>4. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL .....</b>	<b>67</b>
<b>4.1 CARACTERIZACIÓN DE LA EMPRESA.....</b>	<b>67</b>
4.1.1. RAZÓN SOCIAL Y DOMICILIO.....	67
4.1.2. ACTIVIDAD ECONÓMICA .....	67
4.1.3. RESEÑA HISTÓRICA.....	67
4.1.4. MISIÓN.....	68
4.1.5. VISIÓN.....	68
4.1.6. VALORES.....	68
4.1.7. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL.....	69
<b>4.2 PRODUCTOS.....</b>	<b>72</b>
<b>4.3 PROCESOS DE PRODUCCIÓN .....</b>	<b>75</b>
4.3.1. FERRULES Y LAS CONEXIONES.....	76
4.3.2 SOPORTES PARA BARANDAS.....	77
4.3.3 GRAPAS .....	78
4.3.4. OTROS PRODUCTOS .....	80
<b>4.4 PROCESO GENERAL DE ATENCIÓN .....</b>	<b>84</b>
<b>4.5 DISTRIBUCION ACTUAL DE LA PLANTA .....</b>	<b>85</b>
<b>4.6 CARENCIA DE ORDEN Y LIMPIEZA.....</b>	<b>92</b>
<b>4.7 POSICIONES DE TRABAJO .....</b>	<b>93</b>
<b>4.8 SOPORTES PARA BARANDAS.....</b>	<b>107</b>



---

<b>5. PROPUESTAS.....</b>	<b>109</b>
<b>5.1 PROPUESTA DE REUBICACIÓN DE MAQUINARIA Y EQUIPOS .....</b>	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
<b>5.2 ESTRATEGIA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA 5S .....</b>	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
5.2.1 SENSIBILIZACIÓN .....	117
5.2.2 CAPACITACIÓN .....	117
5.2.3 CUESTIONARIO INICIAL DE LAS 5S.....	117
5.2.4 DESARROLLO DEL PLAN DE MEJORA .....	120
5.2.5 EVALUACIÓN DE RESULTADOS .....	129
5.2.6 CONCLUSIONES.....	129
<b>5.3 PROPUESTA PARA EL MANEJO DE LOS PROBLEMAS POSTURALES .....</b>	<b>130</b>
<b>5.4 PROPUESTA DE DISPOSITIVO A PRUEBA DE ERROR PARA SOPORTES PARA BARANDAS .....</b>	<b>134</b>
<b>5.5 EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LAS MEJORAS PROPUESTAS.....</b>	<b>135</b>
<b>6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>138</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>141</b>



## LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Resultados Grupo A en la fresadora .....	94
Tabla 2. Grupo A según método Reba. ....	95
Tabla 3. Resultados grupo B en la fresadora. ....	96
Tabla 4. Grupo B según el método Reba .....	97
Tabla 5. Aplicación del método Reba Grupo A.....	102
Tabla 6. Corrección por fuerza .....	103
Tabla 7. Aplicación Reba Grupo B. ....	104
Tabla 8. Agarre de la muñeca .....	105
Tabla 9. Puntuación final del método Reba.....	105
Tabla 10. Nivel de riesgo y acciones a tomar.....	106
Tabla 11. Cuestionario inicial de las 5 S.....	118
Tabla 12. Cuestionario diseñado para la creación de disciplina.....	119
Tabla 13, Clasificación para el ordenamiento.....	122
Tabla 14. Formulario para evaluación de la limpieza .....	127
Tabla 15. Valoración económica de las mejoras propuestas; <b>Error!</b> <b>Marcador</b> <b>no</b> <b>definido.</b>	



## LISTA DE FIGURAS

	<b>pág.</b>
Figura 1. Elementos de la Metodología de las 5 “S”.....	42
Figura 2. Hoja de Trabajo ponga en orden.....	43
Figura 3. Estructura Organizacional .....	70
Figura 4. Bocinas.....	72
Figura 5. Ejes .....	73
Figura 6. Engranajes .....	73
Figura 7. Ferrules y conectores.....	74
Figura 8. Soporte para baranda.....	74
Figura 9 Diagrama de operaciones del proceso de ferrules y conexiones .....	76
Figura 10. Diagrama de operaciones del proceso de soportes para barandas .....	77
Figura 11. Grapas.....	79
Figura 12. Diagrama de operaciones del proceso de grapas. ....	79
Figura 13. Proceso de cilindrado y refrentado.....	81
Figura 14. Torno de Metaljet .....	81
Figura 15. Fresadora de Metaljet.....	82
Figura 16. Diagrama de operaciones del proceso de torneado y fresado .....	83
Figura 17. Diagrama de bloque del embalaje.....	84
Figura 18. Desorden en el piso del taller .....	86
Figura 19. Mesa de trabajo típica. ....	86
Figura 20. Falta de iluminación .....	87
Figura 21. Distribución actual de la planta.....	89
Figura 22. Diagrama causa – efecto de la distribución en planta .....	91
Figura 23. Diagrama causa - efecto de la situación de ordenamiento y limpieza.....	92
Figura 24. Posición de trabajo en un proceso de fresado .....	93



---

Figura 25. Posición del operario en la fresadora. ....	96
Figura 26. Trabajo en el cepillo. ....	99
Figura 27. Posición del cuello.....	100
Figura 28. Posición de las piernas.....	101
Figura 29. Posición de brazo y antebrazo. ....	103
Figura 30. Posición de la muñeca. ....	104
Figura 31. Diagrama causa efecto proceso soporte para barandas.....	107
Figura 32. Nueva distribución en planta .....	111
Figura 33. Cronograma del programa 5s.....	116
Figura 34. Posición de trabajo ideal en la fresadora.....	131
Figura 35. Posición para agacharse.....	132
Figura 36. Troqueles .....	134



UNIVERSIDAD DE CARABOBO  
ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

**PLAN DE MEJORAMIENTO PARA EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA  
METALJET SERVICIOS INDUSTRIALES C.A**

**Tutor Académico:**

Lic. Ángel Carnevali

**Autor:**

Br. Diana A. Gómez N.

**RESUMEN**

El presente trabajo tuvo como propósito el mejoramiento del área de producción de la empresa Metaljet Servicios Industriales C. A. mediante un estudio de campo. Se trata de una exitosa empresa de tamaño pequeño del sector metalmeccánico especializada en la producción en pequeña escala de repuestos para maquinaria especializada que presentaba inconvenientes relacionados con su distribución en planta, con el aseo y organización general del área productiva, con la postura de los operarios durante su jornada de trabajo, así como con el tipo de procesos empleados en algunos de los productos que fabrica.

Una vez construidos los diagramas causa efecto de las situaciones a estudiar, se construyó el marco teórico correspondiente; igualmente se presenta la información general de la empresa para entrar posteriormente al análisis detallado de la situación actual de su plante de producción. En los dos últimos capítulos se presentan las soluciones definidas a los problemas abordados en el trabajo y las conclusiones y recomendaciones.

**Palabras claves:** Distribución en planta, metodología 5S, método REBA.



Universidad de Carabobo

Escuela de Ingeniería Industrial





---

## INTRODUCCIÓN

Las empresas metalmecánicas pequeñas son una necesidad de todas las ciudades en donde existe industria, debido a que ellas hacen posible la fabricación de piezas de recambio que permiten efectuar mantenimiento a equipos que no cuentan con distribuidores que suministren tales partes; en otras palabras, si no existieran estas pequeñas empresas metalmecánicas las grandes industrias tendrían que desechar algunos de sus equipos por pequeñas fallas.

La empresa Metaljet Servicios Industriales C. A. lleva en la ciudad de Carabobo cinco años ofreciendo soluciones a las empresas industriales localizadas en esta región del país y en el momento en que se inició la realización del presente trabajo presentaba algunos inconvenientes operativos en su planta, como consecuencia de su crecimiento un poco desordenado y carente de planeación. Las soluciones identificadas permitieron superar eficazmente las condiciones más críticas detectadas.



---

## 1. GENERALIDADES DEL PROYECTO

### 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los altos niveles de competencia en los mercados nacionales e internacionales, han llevado a muchas empresas a la conclusión de que para sobrevivir y tener éxito en entornos más agresivos, ya no basta con mejorar sus operaciones ni integrar sus funciones internas, sino que se hace necesario implementar planes de mejoramiento de los procesos productivos, así como estrategias de optimización en el uso de los recursos materiales con los que cuenta. Lo anterior supone una forma mucho más integrada, utilizando enfoques innovadores que beneficien conjuntamente a todos los participantes en el proceso de producción de bienes y servicios.

En este sentido, para competir a nivel mundial, las compañías de manufactura ahora requieren de políticas, prácticas y sistemas que eliminen el desperdicio y logren crear valor para el cliente, valor que es percibido por los clientes como una combinación de costo, calidad, disponibilidad del producto, servicio, confiabilidad y oportunidad de entrega. Ser de clase mundial significa que la compañía puede competir con éxito y lograr utilidades en un ambiente de competencia mundial, en este momento y seguir haciéndolo en el futuro.

En síntesis, para ser competitivo se debe cumplir simultáneamente con los siguientes objetivos: el producto final debe tener una calidad igual o superior al producto que ofrece la competencia; el costo del producto debe ser igualo menor



---

que el de la competencia y la entrega del producto al cliente debe hacerse siempre de manera oportuna.

La firma Metaljet Servicios Industriales C. A. es consciente de su necesidad de diseñar e implementar un programa estratégico de mejoramiento para sus operaciones que cumpla con las características mencionadas en el planteamiento de esta investigación, con miras a convertirse en una empresa de clase mundial. Esta organización se dedica al servicio de mecanizado de piezas, a partir de pautas especificadas por el cliente según un plano o una muestra proporcionada por él. En la mayoría de los casos se trata de órdenes de compra o pedidos que implican la fabricación de un número pequeño de unidades es decir, en la empresa usualmente no se llevan a cabo procesos continuos y repetitivos.

La organización es consciente de que para permanecer en el tiempo debe satisfacer al cliente con excelencia, ofreciendo calidad en sus productos; tratándose de una empresa de la industria metalmeccánica, resulta clave, entre otros aspectos, contar con materiales y con procesos de calidad. Sin embargo, Metaljet Servicios Industriales C. A. es una empresa pequeña en la que con frecuencia se presentan en la actualidad situaciones que impiden asegurar y mantener el nivel de calidad y oportunidad que sus clientes esperan. Es frecuente encontrar desperdicios de materiales en diferentes sitios de la planta, lo cual genera no solo sobrecostos sino riesgos para la seguridad industrial de los operarios; las herramientas no se mantienen en puestos fijos, lo cual limita la eficiencia de las operaciones e induce a incumplimiento en las entregas a los clientes.



---

En el presente trabajo se hace un diagnóstico de la situación actual de la empresa Metaljet Servicios Industriales C. A. y se plantea un plan estratégico tendiente a superar su situación actual y a lograr que la empresa se posicione como una verdadera empresa de clase mundial.

## 1.2. JUSTIFICACIÓN

Actualmente el entorno empresarial, la realidad social y económica del país, así como las nuevas tendencias hacia la mejora continua, obligan a las pequeñas y medianas empresas a replantear sus procesos para lograr incrementar su productividad y poder mantener su cuota en el mercado. De esta forma, para que una empresa se mantenga dentro del mercado, debe ser competitiva y capaz de ofrecer al precio justo productos de buena calidad en el momento que se necesitan. Para ello se debe contar con todos los recursos tecnológicos, materiales, financieros y humanos, así como hacer el mejor uso de ellos, para garantizar la eficiencia operativa.

Metaljet Servicios Industriales C. A. no cuenta en la actualidad con un diagnóstico ni con un plan estratégico para su planta de producción, por lo que el presente trabajo beneficiará en primer lugar a la empresa en la medida en que le proporcionará herramientas de utilidad cuya aplicación permitirá mejorar las condiciones actuales de trabajo. Los mejoramientos se podrán generar especialmente en el mejor aprovechamiento de los recursos disponibles en el área de producción y en mejores condiciones de trabajo para los operarios que laboran



---

allí; estas mejoras operativas de la empresa se reflejarán en mejores y más económicos productos que la empresa podrá entregar a sus clientes, con lo cual el beneficio del presente proyecto también llegará a la sociedad en general de Carabobo. Estos resultados operativos permitirán que en el mediano plazo la empresa mejore también sus resultados económicos, con lo cual se generará a través de los impuestos un beneficio para la sociedad que no es directamente usuaria de los servicios de la empresa.

Adicionalmente el proyecto permite a su autora aplicar en la práctica los conocimientos que fueron adquiridos durante la carrera de Ingeniería Industrial, así mismo las herramientas para mejorar los procesos, las técnicas empleadas para resolver problemas de producción y de calidad, haciendo que la presente sea una gran oportunidad de aprendizaje, desarrollo y aplicación de todas las habilidades y destrezas adquiridas a lo largo de la formación como profesional en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo.

Asimismo, para la Universidad de Carabobo, específicamente para la Escuela de Ingeniería Industrial representa un Trabajo Especial de Grado que afianzará aún más los estudios que en ella se han realizado para mejorar la productividad aplicando los métodos y técnicas aprendidas en sus aulas, generando un acercamiento entre la Universidad y la industria local.



---

### 1.3. OBJETIVOS

**1.3.1. Objetivo general.** Diseñar un plan estratégico de mejoramiento para el área de producción de la empresa Metaljet Servicios Industriales C.A.

#### 1.3.2. Objetivos específicos.

- Describir las características del proceso productivo de la empresa Metaljet Servicios Industriales C.A.
- Diagnosticar la situación actual de la gestión de producción de la empresa Metaljet Servicios Industriales C.A.
- Identificar los factores claves del proceso productivo de la empresa que deben incluirse en un plan estratégico.

### 1.4. ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN

La elaboración de este proyecto se centrará en la propuesta de un plan estratégico de mejoras al proceso productivo, que contribuyan al incremento de la eficiencia, eficacia y calidad del desempeño de las tareas de la gestión de operaciones realizadas en Metaljet Servicios Industriales C.A. la cual servirá como



---

antecedente para el desarrollo de trabajos de esta misma naturaleza para otras organizaciones.

### **1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN**

A pesar de contar con toda la disponibilidad y colaboración por parte de Metaljet Servicios Industriales C. A., la empresa no cuenta en la actualidad con registros impresos o en medios electrónicos de los trabajos que realiza, lo cual limita la información disponible para la realización del proyecto, al tiempo que constituye una de las primeras y obvias recomendaciones de las medidas de mejoramiento a implementar hacia el futuro.



---

## 2. MARCO TEORICO

Conocidas las distintas circunstancias que rodean un problema en estudio, así como sus elementos constitutivos y la forma como se interrelacionan, al investigador se le presentan diferentes alternativas dentro de las cuales es posible encontrar una explicación y a partir de ahí una solución al problema. Esta información se genera a partir de la revisión de literatura contenida en la bibliográfica y en los antecedentes investigativos que son contenidos dentro del marco teórico referencial de la investigación. Como lo expresaron Tamayo y Tamayo (2007), el marco teórico “se estructura a partir de la consulta en fuentes documentales, consulta con expertos y a partir de la información tomada de bases de datos, la cual debe ser interiorizada por el investigador y a partir de un proceso serio de reflexión, realizar su constructo teórico que explica el problema” (p. 142).

### 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

La búsqueda de trabajos relacionados con objetivos o metodologías similares a los incluidos en el presente trabajo permitió identificar los trabajos que se mencionan a continuación.

Abel Jiménez y David Morales. (2010). Mejoras para la organización de los productos en las áreas de recepción almacenamiento y despacho usando herramientas lean en el almacén de la empresa 3M de Venezuela. Universidad de Carabobo. Este trabajo buscó proponer mejoras en las áreas de recepción,



---

almacenamiento y despacho, para reducir los tiempos y mejorar la eficiencia de uso del espacio en el almacén usando herramientas lean en la empresa 3M de Venezuela. El trabajo empleó la modalidad de proyecto factible, mediante una investigación de campo. El trabajo incluyó aspectos como la revisión de la distribución de las instalaciones y la herramienta 5S, lo cual permitió conocer otra aplicación práctica de estas herramientas a emplear dentro del presente trabajo.

Pescoso, C. y Rodríguez, G. (2010). Propuesta de mejora para reducir desperdicios en una empresa de mecanizado de sistemas de tuberías automotrices caso: TI Group Automotive Systems de Venezuela C.A. Universidad de Carabobo. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Industrial. Valencia, Venezuela. El trabajo tuvo como objetivo proponer mejoras para reducir desperdicios en la citada empresa y empleó la Metodología 5S, además de que se trata de una instalación de mecanizado, elementos que coinciden con el presente trabajo, razón por la cual aportan algunos elementos útiles en el aspecto metodológico.

Penélope Vargas, Federico Sánchez y Emilsy Medina. (2010). Evaluación ergonómica en el área de armado de una empresa cauchera venezolana. La investigación se enfoca hacia la evaluación ergonómica en el área de armado de cauchos de una empresa venezolana orientada a reducir los riesgos disergonómicos presentes. La investigación se realiza como un estudio de tipo descriptivo de campo, de corte transversal. Al aplicar la metodología se encontró que en los 17 puestos evaluados el 53% presentó un gasto energético duro, sobre un rango de 1650 a 1827 kcal/día. Los puestos de trabajo fueron evaluados mediante los métodos LEST, REBA y NIOSH.



---

Eliana Rodríguez, Eduardo Vargas, Emilio Aravena y Crisdalith Cachutt. (2009). Demanda biomecánica en el ensamblaje de un vehículo compacto. Revista de la Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre”. Con el objeto de valorar la demanda biomecánica del ensamblaje de un vehículo compacto, se realiza un estudio de corte transversal que utiliza las metodologías Suzanne Rodgers y REBA para identificar situaciones críticas y paralelamente, establecer cuál de estas herramientas resulta más apropiada para la realidad de la empresa. Dentro de las conclusiones del trabajo se menciona que el procesamiento estadístico de la información y el estudio de los factores de riesgo presentes en la línea de ensamblaje muestran que el método REBA tiene una valoración más severa que el método Rodgers, por lo que resulta conveniente utilizar el primero para el estudio de los compromisos del sistema osteomuscular en dichos puestos de trabajo.

## 2.2. BASES TEÓRICAS

**2.2.1 Lean manufacturing.** La estrategia gerencial conocida como *Lean Manufacturing* o manufactura esbelta, agrupa diversos métodos para alcanzar la flexibilidad de los procesos y minimizar el uso de recursos (tiempo, materiales, espacio, entre otros) a través de la cadena de valor completa (proveedores, distribuidores y clientes) para lograr la satisfacción y lealtad del cliente. Entre otros, se puede aplicar el método Lean en tres actividades claves de la empresa:



- 
- Lanzamiento de nuevos productos: definir el concepto, diseño y desarrollo del prototipo, revisión de planes y mecanismos de lanzamiento.
  - Gestión de información: toma de pedidos, compra de materiales, programación interna y envío al cliente.
  - Transformación o manufactura: realización del producto desde la transformación de materias primas hasta producto terminado.

Manufactura Lean es, en otros términos, un conjunto de herramientas y principios de trabajo que permite actuar sobre la cadena de valor del producto, especificando tareas que agregan valor y actividades secundarias. Busca conocer todo aquello que el cliente reconoce como valor agregado, y está dispuesto a pagar por ello, al tiempo que va eliminando aquellas operaciones pasos del proceso que no generan valor.

Muchas empresas se están transformando en empresas *Lean*, reemplazando sus formas de producción masivas para inventario con sistemas Lean, para mejorar la calidad e incrementar su eficiencia operativa, eliminar desperdicios, y reducir tiempos de respuesta y costos totales. Al respecto, Reyes (2007) indica lo siguiente:

El sistema Lean enfatiza la prevención de muda o desperdicio, es decir: cualquier tiempo extra, personal adicional, o material que se consume al producir un producto o servicio, sin agregarle valor. Un sistema Lean utiliza herramientas y técnicas específicas para reducir los costos,



---

entregas justo a tiempo (en la cantidad requerida, a la localidad adecuada, en el tiempo en que se requiere), y reducción de tiempo de ciclo (p. 5).

En la empresa Lean, los empleados continuamente están mejorando sus habilidades y procesos de producción. Los productos y los servicios, se producen sólo cuando hay un pedido específico en vez de ser agregados al inventario. Además, El sistema Lean permite la producción de una amplia variedad de productos o servicios, cambios rápidos y eficientes entre ellos, respuesta eficiente a la demanda fluctuante y calidad superior.

Desde otra perspectiva, Galindo y Villaseñor (2007) definen el sistema de la siguiente forma:

El sistema de producción Lean es un sistema de negocios que sirve para organizar y administrar el desarrollo, la operación, los proveedores y relaciones con los clientes de los productos. Este sistema requiere menos esfuerzo de la gente, menos espacio, menos capital y menos tiempo para hacer productos con menos defectos (p. 21).

Este sistema fue desarrollado por la empresa de automóviles Toyota después de la Segunda Guerra Mundial y requiere típicamente la mitad del esfuerzo humano, la mitad del espacio de manufactura y una fracción del tiempo de producción comparado con la producción en masa. El sistema Lean es un proceso o sistema que produce un flujo continuo de materiales y productos manejados por una programación fija, ordenada y nivelada, utilizando la



---

flexibilidad y los conceptos de Lean Manufacturing con un mínimo de actividades que no agregan valor.

De hecho, Chase, Jacobs y Aquilano (2009) comentan que muchas empresas se están transformando en empresas Lean, reemplazando sus formas de producción masivas para inventario, con sistemas Lean, para mejorar la calidad, eliminar desperdicios, y reducir tiempos de respuesta y costos totales. Con este propósito, el sistema Lean enfatiza la prevención de desperdicio en los procesos, es decir: cualquier tiempo extra, personal adicional, o material que se consume al producir un producto o servicio, sin agregarle valor. Un sistema Lean utiliza herramientas y técnicas específicas para reducir los costos, entregas justo a tiempo (en la cantidad requerida, a la localidad adecuada, en el tiempo en que se requiere), y reducción de tiempo de ciclo.

En la empresa Lean, los empleados continuamente están mejorando sus habilidades y procesos de producción. Los productos y los servicios, se producen sólo cuando hay un pedido específico en vez de ser agregados al inventario. De igual forma, el sistema Lean permite la producción de una amplia variedad de productos o servicios, cambios rápidos y eficientes entre ellos, respuesta eficiente a la demanda fluctuante y calidad superior.

Chase, Jacobs y Aquilano (2009) indican que muda o desperdicio son las actividades que no agregan valor en el lugar de trabajo, su eliminación es esencial. Los autores referidos las agrupan de la siguiente forma:



- 
- Sobreproducción: ocurre cuando las operaciones continúan después de que han sido paradas. Como resultado se tiene: productos no requeridos y productos fabricados antes de que los requiera el cliente. Además, cuando es planeada, se hace por fallas anticipadas de máquinas, rechazos, capacidad de máquinas, entre otras.
  
  - Procesos adicionales: se realizan cuando se presentan defectos, hay sobreproducción o faltante de inventario, incluyen reprocesos, retrabados, manejo y almacenamiento y utilizan operadores de línea y de mantenimiento para corregir los problemas. También se presentan cuando se corrigen errores administrativos.
  
  - Inventarios excesivos: no relacionados con el pedido del cliente. Incluye exceso de materias primas, materiales de empaque y productos terminados. Para mantener los inventarios se requiere espacio en planta, transporte, montacargas, sistemas de transportadores, personal adicional, intereses devengados por inventarios de materiales, hasta encontrar un cliente que los compre. Son afectados por polvo, humedad y temperatura, deterioración y obsolescencia. También incluyen materiales de mercadotecnia o refacciones sin uso.
  
  - Movimientos innecesarios: se refiere a los pasos adicionales de los empleados para trabajar en layouts ineficientes, con defectos, reprocesos, sobreproducción, e inventarios excesivos o faltantes. Como en el transporte, los movimientos toman tiempo y no agregan valor al producto o servicio. Para la



---

ergonomía, se sugiere analizar cada estación, el operador no debe caminar demasiado, cargar pesado, agacharse demasiado, tener materiales alejados, repetir movimientos, etc. El layout de planta inadecuado genera distancias recorridas excesivas. Por ejemplo traer materiales de uso frecuente de un lugar lejano a la estación de trabajo.

- Las esperas o colas: se refieren a los periodos de inactividad en un proceso debido a que las operaciones anteriores a una estación de trabajo no se desarrollaron a tiempo, no agregando valor al producto. Se tienen esperas por operadores y máquinas ociosas causado por desbalances de línea, falta de partes o tiempos muertos de máquina
  
- El transporte y movimientos innecesarios: de materiales que se transportan de una operación a otra. Se debe minimizar por dos razones: agrega tiempo muerto al proceso, ya que no agrega valor y puede inducir daño al producto o materiales durante el transporte.
  
- Defectos: son productos o aspectos del servicio que no cumplen las especificaciones o expectativas del cliente. Los defectos tienen costos ocultos, por devoluciones, demandas y pérdida de ventas. También ocurren una diversidad de errores en las áreas administrativas.

Los pasos para su reducción, según la propuesta de manufactura Lean son:

- Con un grupo de trabajo identificar un producto u operación ineficiente.



- 
- Identificar los procesos asociados que tienen un bajo desempeño o requieren mejora. De ser posible seleccionar la operación cuello de botella en el proceso total.
  - Crear un mapa de la cadena de valor para la operación que se selecciona.
  - Identificar en el mapa de la cadena de valor, la localización, magnitud, y frecuencia de los siete tipos de desperdicio asociados con esta operación.
  - Establecer métricas e indicadores para identificar la magnitud y frecuencia de del muda asociado con esta operación.
  - Iniciar actividades de solución de problemas con métodos Lean para reducir o eliminar el desperdicio.
  - Repetir el proceso con otras operaciones ineficientes en la empresa.
  - Periódicamente continuar revisando los indicadores que se han identificado para continuar eliminando los desperdicios relacionados con esta operación.

En cuanto a las metas de la empresa Lean se puede decir que la iniciativa Lean aplicada a los productos y servicios y procesos de negocio, se enfoca a desarrollar un mejor valor para el cliente, con las metas siguientes: mejora de la



---

calidad, eliminación del desperdicio, reducir el tiempo de ciclo de los procesos y reducir los costos totales.

*Mejora de la calidad.* Calidad es la capacidad de los productos o servicios para cumplir con los deseos y necesidades de los clientes (requerimientos y expectativas); la calidad es primordial para que una empresa sea competitiva en el mercado y las decisiones de calidad se toman día a día por todos los empleados. Para lograr la mejora en la calidad se deben seguir los pasos siguientes, tomando en cuenta lo propuesto por Chase, Jacobs y Aquilano (2009):

- Comprensión de las expectativas y requerimientos del cliente, con herramientas tales como el despliegue de la función de calidad.
- Revisión de las características del producto o servicio para identificar si cumplen con los deseos y necesidades del cliente.
- Revisión del proceso y sus indicadores para evaluar si son capaces de producir productos o servicios que satisfagan a los clientes.
- Identificación de las áreas donde los errores pueden crear defectos en los productos o servicios.
- Solución de problemas para identificar las causas raíz de los errores.



- 
- Aplicación de técnicas a prueba de error a los procesos para evitar que ocurran los defectos, puede implicar cambios al producto / servicio o a la producción / negocios.
  - Establecimiento de métricas de desempeño para evaluar la efectividad de la solución.

*Eliminación de desperdicios.* La eliminación del desperdicio inicia cuando el fabricante imagina una operación perfecta con las siguientes condiciones:

- Los productos y servicios se producen sólo para cumplir con un pedido del cliente, no para agregar inventario.
- Hay una respuesta inmediata a las necesidades del cliente.
- Se tienen cero defectos e inventarios.
- La entrega al cliente es instantánea.

De esta manera, se puede ver qué tanto desperdicio hay oculto en la empresa. Los métodos Lean se enfocan a eliminar el muda o desperdicio y acercarnos a la empresa ideal.



---

*Reducción del tiempo de respuesta.* El objetivo es reducir el tiempo necesario para completar una actividad desde el inicio hasta el final; es una forma efectiva de reducir costos. Se divide en tres elementos:

- Tiempo de ciclo: Es el tiempo que toma completar un proceso simple, tal como producir una parte o completar un pedido.
- Retardo en lotes o batch: Es el tiempo que tiene que esperar una parte hasta que se completan o procesan las partes del lote total. Por ejemplo, el pedido que se ingresa al sistema hasta que se cuenta con todos los pedidos del día.
- Retardo del proceso: Es el tiempo que debe esperar un lote después de una operación finalizada, hasta que inicie el siguiente proceso. Por ejemplo, el tiempo que debe esperar un pedido hasta que sea firmado por el gerente.

*Reducción de los costos totales.* Todos en la empresa deben participar en este objetivo; es un error maximizar la utilización del equipo de producción solo para crear sobreproducción, que incrementa las necesidades de almacenamiento y decisiones de negocio. La estructura de costos de la empresa incluye costos fijos y variables, como sigue:



- 
- Costos variables: costos para correr el negocio, como personal, materias primas y gastos indirectos. Se incrementan conforme se hacen productos o servicios adicionales
  - Costos fijos: costos de estar en el negocio, incluyen diseño del producto, publicidad y gastos indirectos. Casi permanecen constantes a pesar de que la empresa haga más productos o servicios.

Algunos de los métodos de reducción de costos son los siguientes: manejo del precio objetivo: se determina con base en los costos, clientes y la competencia, de esto depende el volumen de ventas, o determinación del costo objetivo: se determina con base en el costo de producción deseado. Los costos específicos se identifican para establecer metas límite.

**2.2.2 Cadena de Valor.** Reyes (2007) indica que la cadena de valor “Se refiere a todas las actividades que la empresa debe hacer para diseñar, ordenar, producir y entregar sus productos o servicios a los clientes” (p. 13); para tal propósito, una cadena de valor tiene tres partes principales:

- El flujo de materiales, desde la recepción de los proveedores hasta la entrega a los clientes.
- La transformación de materias primas en productos terminados.



- 
- El flujo de información que soporta y dirige ambos, el flujo de materiales y la transformación de materias primas en productos terminados.

Existen a menudo varias cadenas de valor operando dentro de una empresa; inclusive, las cadenas de valor pueden también involucrar a más empresas. Un mapa de cadena de valor utiliza gráficos simples o íconos para mostrar la secuencia y el movimiento de información, materiales y acciones en la cadena de valor de la empresa; este mapa ayuda a los empleados a comprender cómo las partes separadas de la cadena de valor de la empresa se combinan para crear productos o servicios.

Un mapa de cadena de cadena de valor es el primer paso que la empresa debe dar en la creación de una iniciativa Lean. Una iniciativa delgada comienza con un acuerdo entre los empleados en el estado actual de su organización. Desarrollar un mapa visual de la cadena de valor permite a todos entender y acordar completamente la manera en que se produce valor y los lugares en donde ocurren desperdicios. La creación un mapa de cadena de valor también proporciona los siguientes beneficios:

- Resalta las conexiones entre las actividades y el flujo de información y de materiales que afectan el tiempo de respuesta de su cadena de valor.
- Permite a los empleados comprender la cadena de valor completa de la empresa en lugar de sólo una función aislada de la misma.



- 
- Facilita el proceso de toma de decisiones al ayudar a los miembros del equipo a entender las prácticas actuales y los planes futuros de la empresa.
  - Crea un lenguaje común entre los empleados a través del uso de símbolos.
  - Permite separar las actividades que agregan valor de las actividades que no agregan valor.
  - Proporciona un camino para que los empleados identifiquen y eliminen áreas de desperdicio.

Para crear un mapa de cadena de valor de una empresa, es necesario enfocarse en los siguientes aspectos:

- El flujo de información debe incluir la recepción de pedido así como los procesos de ingeniería, producción, control, compras, producción, embarque y contabilidad.
- Incluir las diferentes actividades de producción que los empleados deben realizar para producir un producto o entregar un servicio.



- 
- Reflejar el flujo de materiales desde su recepción, a través del proceso de producción y hasta el embarque o la entrega de los productos terminados o la prestación de los servicios.
  - Tener en cuenta el valor para el cliente o el valor agregado, o sea los aspectos del producto o servicio por los cuales el cliente está dispuesto a pagar.
  - Considerar el sistema de empuje o desplazamiento automático de los productos desde una operación hasta la siguiente, si existen.
  - Considerar el sistema de halado o desplazamiento de los productos en atención a una solicitud de la operación siguiente, si existe.
  - Considerar el tiempo “*takt*”. Takt es una palabra en alemán que significa “ritmo”; el takt time marca el ritmo con el que el cliente está demandando, al cual la compañía requiere producir su producto con el fin de satisfacerlo; producir con el *takt time* significa que los ritmos de producción y de ventas están sincronizados.
  - Considerar el tiempo de respuesta (*lead time*), o sea tiempo total que toma completar una actividad de inicio a fin.

**2.2.3 Estudio de tiempos.** El estudio de tiempos es una herramienta para la medición del trabajo utilizada con éxito desde finales del Siglo XIX, cuando fue



---

desarrollada por Taylor. A través de los años esta herramienta ha ayudado a solucionar multitud de problemas de producción y a reducir costo. Según Burgos (2005):

El Estudio de Tiempos se define como una técnica para establecer un Tiempo Estándar para realizar una tarea dada. Esta técnica se basa en la medición del contenido de trabajo del método prescrito, permitiendo las debidas tolerancias por fatigas, demoras inevitables y necesidades personales. El objetivo del Estudio de Tiempos no es determinar cuánto tarda un trabajo, sino cuanto debería tardar” (p. 198).

Para la toma de tiempos existen dos métodos básicos: el continuo y el de regresos a cero. En el método continuo se deja correr el cronómetro mientras dura el estudio y se lee en el punto terminal de cada elemento, mientras las manecillas están en movimiento; en caso de contar con un cronómetro electrónico, se puede proporcionar un valor numérico inmóvil. En el método de regresos a cero el cronómetro se lee a la terminación de cada elemento, y luego se regresa a cero de inmediato; al iniciarse el siguiente elemento el cronómetro parte de cero. El tiempo transcurrido se lee directamente en el cronómetro al finalizar este elemento y se regresa a cero otra vez, y así sucesivamente durante todo el estudio.

**2.2.4 Muestreo de trabajo.** De acuerdo con Burgos (2005), el muestreo de trabajo tiene por objetivo establecer el porcentaje que con respecto al período total de tiempo se dedica a ciertas actividades, por ejemplo, que el operario esté ocupado o en ocio; que las máquinas estén trabajando o no, que el operario este recibiendo instrucciones o sirviendo máquinas. (p. 11)



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

El desarrollo del Muestreo de Trabajo como técnica de medición del trabajo se remonta al año 1935, cuando Tippett sugirió la aplicación de observaciones instantáneas para hacer estudios de tiempo de hombres y de máquinas. Luego, en 1946, Morrow le dio un uso más general con el propósito fundamental de identificar las demoras que afectaban a los trabajos. Desde entonces la técnica ha sido más desarrollada y refinada. Actualmente se le conoce mundialmente con diferentes nombres.

**2.2.5 Lista de chequeo (Check List).** Consiste en un listado de procedimientos para la consecución de un objetivo, la instalación y el correcto funcionamiento de la aplicación a investigar. Además, sirve para ayudar a asegurar la consistencia e integridad en el desarrollo de la tarea, de tal modo, que sea reproducible siguiendo todos los pasos que constituyen la lista de chequeo.



Shingo (1985) recomienda hacer una lista de chequeo de todas las partes y pasos requeridos en una operación. Esta lista debe incluir nombres, especificaciones, número de páginas, partes, y otros ítems, presión, temperatura y otros ajustes, valores numéricos de todas las mediciones y dimensiones. Haciendo esto de antemano, se puede evitar consumo de tiempo en errores y corridas de prueba.

**2.2.6 Diagrama causa efecto.** También conocido como “Diagrama Espina de Pescado” es una técnica ampliamente utilizada, que permite apreciar con claridad las relaciones entre un tema o problema y las posibles causas que puedan estar contribuyendo para que él ocurra. Según Yllada y Ortiz (2000) este es un “diagrama que representa la relación existente entre algún efecto y todas las posibles causas que lo influyen, agrupadas de acuerdo a su origen o raíz principal” (p. 12).

Se usa para:

- Visualizar, en equipo, las causas principales y secundarias de un problema.
- Ampliar la visión de las posibles causas de un problema, enriqueciendo su análisis y la identificación de soluciones.
- Analizar procesos en búsqueda de mejoras.
- Modificar procedimientos, métodos, costumbres, actitudes o hábitos, con soluciones frecuentemente sencillas y económicas.
- Educar sobre la comprensión de un problema.



- 
- Guiar y motivar en la discusión.
  - Mostar el nivel de conocimiento técnico que existe en la empresa sobre un determinado problema.
  - Prever problemas y ayudar a controlarlos, no solo al final, sino durante cada etapa del proceso.

En este sentido, de acuerdo con Torres (1992), “La representación luce como un esqueleto de pescado, que consta de una línea principal al final de la cual se coloca el efecto del problema (si es un problema inesperado) o la nueva meta (si es un problema seleccionado)” (p. 21).

Para su representación, las causas más importantes son las espinas principales y los otros factores contribuyentes (fuentes de variabilidad) son incluidos como ramificaciones de las principales. El investigador de origen japonés Karou Ishikawa ideó este diagrama de causa-efecto y sugiere como comienzo para organizar todos los factores que pudieran estar generando el problema, las siguientes categorías de causas, conocidas como *6M*:

- Mano de obra: desde el operador hasta los gerentes pasando por los inspectores, ingenieros y supervisores, tienen influencia en los resultados que se esperan.



- 
- Maquinaria: se incluyen todos los equipos necesarios para producir el bien o servicio establecido.
  - Método: se refiere al procedimiento o proceso de manufactura.
  - Materiales: se incluyen todos los insumos necesarios para hacer el producto.
  - Medición: incluye todo lo relacionado con el logro de comportamiento deseado del proceso y del producto.
  - Medio Ambiente: engloba todo lo relativo a ambiente físico presente en las áreas de trabajo, como son: temperatura, humedad, luminosidad y calidad del aire.

**2.2.4 Metodología “5S”.** Rey (2005), define la metodología “5S” como un programa de trabajo para talleres y oficinas que consiste en desarrollar actividades de orden/limpieza y detección de anomalías en el puesto de trabajo, que por su sencillez permite la participación de todos a nivel individual/grupal, mejorando el ambiente de trabajo, la seguridad de personas, equipos y la productividad. Las 5 S son cinco principios japoneses que cuyos nombres comienzan por S y que van todos en la dirección de conseguir una fábrica limpia y ordenada. En la Figura 1 se presentan las cinco fases que comprende esta metodología.



---

2.2.4.1 *Seiri (Clasificación)*. El principio de clasificación indica que se deben agrupar los elementos de su área, siguiendo los pasos listados a continuación. Su objetivo es mantener lo que se necesita y quitar todo lo demás. Al respecto, Vargas (2005) define la primera “S” como retirar de los puestos de trabajo todos los elementos que no son necesarios para las operaciones de mantenimiento o de oficinas cotidianas. Los elementos necesarios se deben mantener cerca de la acción, mientras que los innecesarios se deben retirar del sitio o eliminar. Para aplicarlo se debe diseñar una lista en la que se registre el elemento innecesario, su ubicación, posible causa y acción sugerida para su eliminación, teniendo como referencia las siguientes opciones:

- Reducir para cada operario el número de elementos en su área de trabajo inmediata a lo que solo necesita actualmente.
- Encontrar localizaciones apropiadas para todos estos elementos, teniendo en mente su tamaño y peso, con qué frecuencia los usa, y que tan urgentemente puede necesitarlos.
- Encontrar otra área de almacenamiento para todos los suministros que se necesiten pero no se usen día a día.
- Decidir cómo se va a prevenir la acumulación de elementos innecesarios en el futuro.



- 
- Escribir o poner marcas rojas a todos los elementos que quite de su lugar de trabajo. Posteriormente colocar estos elementos en un área “almacenamiento de etiquetas rojas” por cinco días; después de cinco días, mover cualquier elemento que no haya necesitado a un área central “almacenamiento de etiquetas rojas” por otros treinta días. Por último se pueden clasificar todos los elementos almacenados para evaluar si pueden tener algún uso y deshacerse de todo lo demás, recordando seguir las políticas de la empresa.

Dentro de los beneficios de clasificar se puede enumerar la liberación de espacio útil en planta y oficinas, la reducción de los tiempos de acceso a materiales, elementos y otras herramientas, el mejoramiento del control visual de stocks de seguridad, elementos de producción, carpetas, etc y la facilidad en el control visual de las materias primas que se van agotando.



Fuente: Centro Industrial de Mantenimiento Integral

**Figura 1. Elementos de la Metodología de las 5 "S".**

2.2.4.2 *Seiton (Organizar)*. Durante este paso se evalúa y mejora la eficiencia del flujo de trabajo actual, mediante el análisis de los pasos y movimientos que los empleados realizan para llevar a cabo sus actividades. Vargas (2005) se refiere a esta segunda "S" planteando que: "Pretende ubicar los elementos necesarios en sitios donde se puedan encontrar fácilmente para su uso y nuevamente retornarlos al correspondiente sitio" (p. 23). Para desarrollar esta organización se recomienda registrar la información que aparece en la Figura 2.

Hoja de Trabajo Ponga en Orden



Elemento a reacomodar	Antigua ubicación	Ubicación propuesta	Aprobado por	Asignada a	Tiempo de reubicación	Estado
Fecha: Departamento: Hecho por:						

Fuente: Reyes (2007)

**Figura 2. Hoja de Trabajo ponga en orden**

Con esta aplicación se busca mejorar la identificación y marcación de los controles de la maquinaria, de los sistemas y elementos críticos para mantenimiento y su conservación en buen estado. Permite la ubicación de materiales y herramientas de forma rápida, mejora la imagen del área ante el cliente, transmite la sensación de que las cosas se hacen bien, mejora el control de stock de repuestos y materiales, mejora la coordinación para la ejecución de trabajos. Dentro de los beneficios generados al ordenar se encuentra el contar con un ambiente de trabajo más agradable, dar fácil y rápido acceso a elementos que se requieren para el trabajo, lograr un mayor cumplimiento de las órdenes de trabajo, contar con sistemas simples de control visual de materiales y materias primas.

**2.2.4.3 Seiso (Limpieza).** Se refiere a limpiar el lugar de trabajo eliminando todas las formas de contaminación, incluyendo suciedad, polvo, fluidos, y otros



---

escombros; limpiar es también una buena oportunidad para inspeccionar el equipo y observar uso o condiciones anormales que puedan generar que éste falle. Una vez que el operario termine su proceso de limpieza, puede encontrar maneras de eliminar las fuentes de contaminación y mantener su lugar de trabajo limpio todo el tiempo. Al referirse a la tercera “S”, Vargas (2005) propone que: “Pretende incentivar la actitud de limpieza del sitio de trabajo y la conservación de la clasificación y el orden de los elementos. El proceso de implementación se debe apoyar en un fuerte programa de entrenamiento y suministro de los elementos necesarios para su realización, como también del tiempo requerido para su ejecución” (p. 26).

El autor agrega que una campaña de limpieza es un buen inicio y preparación para la práctica de la limpieza permanente; esta jornada de limpieza ayuda a obtener un estándar de la forma como deben estar los equipos permanentemente. Las acciones de limpieza deben ayudar a mantener el estándar alcanzado el día de la jornada inicial y como evento motivacional la limpieza ayuda a comprometer a la dirección de la empresa y operarios en el proceso de implantación seguro de la 5 S. Como beneficios adicionales de la limpieza, se reduce el riesgo potencial de que se produzcan accidentes, se mejora el bienestar físico y mental del trabajador, se incrementa la vida útil del equipo al evitar su deterioro por contaminación y suciedad y se puede identificar las averías más fácilmente.

**2.2.4.4 Seiketsu (Estandarizar):** Consiste en asegurarse de que los miembros del equipo de cada área de trabajo siguen los pasos de clasificación,



---

limpieza y poner en orden, es decir, que aplican las primeras 3 “S”. Para ello se debe compartir información entre los equipos para que no haya confusiones o errores de ubicaciones, entregas, destinos, cantidades, horarios, periodos de inactividad, procedimientos y estándares

En tal sentido, tan pronto como se empiece a usar su nuevo lugar de trabajo organizado, se debe pedir a todos los involucrados que presenten ideas para reducir el desorden, eliminar elementos innecesarios, hacer la limpieza más sencilla, establecer procedimientos estándares, y hacerle más fácil a los empleados el seguir las reglas. Vargas (2005) se refiere a la cuarta “S” como la etapa que tiende a conservar lo que se ha logrado aplicando estándares a la práctica de las tres primeras “S”. Esta cuarta S está fuertemente relacionada con la creación de los hábitos para conservar el lugar de trabajo en condiciones perfectas (p. 28).

Se trata de estabilizar el funcionamiento de todas las reglas definidas en las etapas precedentes, con un mejoramiento y una evolución de la limpieza, ratificando todo lo que se ha realizado y aprobado anteriormente, con lo cual se hace un balance de esta etapa y se obtiene una reflexión acerca de los elementos encontrados para poder darle una solución. Dentro de las ventajas de estandarizar se resguarda el conocimiento producido durante años de trabajo, se mejora el bienestar del personal al crear un hábito de conservar impecable el sitio de trabajo, se prepara el personal para asumir mayores responsabilidades en la gestión del puesto de trabajo y los tiempos de intervención se mejoran y se incrementa la productividad de la planta.



2.2.4.5. *Shitsuke (Disciplina)*: Las mejoras que se hagan durante los cuatro pasos anteriores se mantienen cuando:

- Todos los empleados son capacitados correctamente.
- Los empleados usan técnicas de administración visual.
- Los gerentes están comprometidos con el éxito del programa.
- El lugar de trabajo está bien ordenado y de acuerdo con los nuevos procedimientos que todos los empleados han acordado.

De esta forma, los nuevos procedimientos se han convertido en hábito para todos los empleados. Vargas (2005) define la quinta “S” como: La práctica de la disciplina pretende lograr el hábito de respetar y utilizar correctamente los procedimientos, estándares y controles previamente desarrollados. En lo que se refiere a la implantación de las 5 S, la disciplina es importante porque sin ella, la implantación de las cuatro primeras Ss, se deteriora rápidamente. (p. 29)

La disciplina es el canal entre las 5'S y el mejoramiento continuo. Implica control periódico, visitas aleatorias, autocontrol de los empleados, respeto por sí mismo y por los demás, y mejor calidad de vida laboral. La disciplina trae como beneficios la creación de una cultura de sensibilidad, respeto y cuidado de los recursos de la empresa, el incremento de la moral en el trabajo, el cambio de



---

hábitos inapropiados y el seguimiento de los estándares establecidos, con una mayor sensibilización y respeto entre personas.

**2.2.5 Jerarquización de las labores de la administración de producción.** Con la finalidad de hacer mención de los diferentes procedimientos y métodos que ayudan a la administración de la producción, es indispensable definir cada una de las actividades que tienen que ver con esta función y saber en qué categoría se encuentran. De esta manera, se puede establecer una jerarquía para poder situar y nombrar correctamente cada una de estas acciones. A continuación se propone una forma de Jerarquización:

*Sistema.* Sistema es lo que englobará a todos los elementos, es decir el sistema será el mantenimiento, que es el objeto de estudio. Se considera como sistema porque cumple con la siguiente definición: “Una colección organizada independiente e interactiva de personal, máquinas y métodos combinados para lograr un conjunto de funciones específicas, como una gran unidad utilizando las capacidades de todas las unidades separadas”. (Production Handbook, 1972, p. 241)

*Estructura.* Posteriormente, se necesita definir la manera en que van dispuestos los elementos, para lo que se necesita una estructura de la administración del mantenimiento. La estructura se ubica después del sistema porque de acuerdo a las definiciones encontradas es: “Todo sistema construido



---

con materiales, métodos y modelos convenientes y con una técnica adecuada”.  
(Vocabulario científico y técnico, 1990, p. 97)

*Proceso.* Debajo del nivel de estructura se encuentran los procesos, porque son las fuentes donde se generan fallas o atrasos, que requieren de atención para ejecutar las tareas. La definición de proceso es:

Serie de acciones u operaciones planeadas (Por ejemplo, mecánicas, eléctricas, químicas, pruebas de inspección) que pasa un material o procedimiento de una etapa de terminación a otra. Un tratamiento planeado y controlado que somete materiales o procedimientos a la influencia de uno o más tipos de energía (ejem. Humana, mecánica, eléctrica, química, térmica) por el tiempo necesario para obtener las reacciones y resultados deseados”. (Diccionario APICS, 1999).

*Procedimiento.* Todo proceso necesita de una secuencia de acciones, por ello los procedimientos se encuentran bajo los procesos; cada proceso puede contar con uno o varios procedimientos, dependiendo de su complejidad. La definición de procedimiento es, según Salvendy (1990): “Forma una red compleja de planes de acción interrelacionados. Es un curso de acción predeterminado. Son planes fijos para que el personal siga repitiendo tareas administrativas de forma sistemática. Establece la secuencia, tiempo y condiciones de las operaciones y especificaciones donde se debe hacer, y por quien se debe hacer” ( p.132).

*Técnica.* Las técnicas dependerán del tipo de proceso que tiene una empresa, por lo tanto, estas tomarán un lugar bajo los procedimientos. “Campo de actividad humana en el que un conjunto de recursos se aplican a fines útiles”. Vocabulario científico y técnico”. (1990, p. 176)



---

*Método.* Toda técnica requiere pasos definidos de acción para poder ser ejecutada correctamente, por lo tanto se necesita de métodos para saber la secuencia y forma en que se llevaran a cabo las tareas establecidas. La definición de método sería: “Descripción de cómo se deben usar los recursos para lograr los propósitos. Es la secuencia de operaciones y/o procesos usados para producir un producto o lograr un trabajo dado”. (Handbook of Industrial Engineering and Management, 1990, p. 89)

Por último ya que se define la manera en que se utilizan los recursos, se necesita conocer los recursos con los que se cuentan, los que ayudarán a alcanzar los objetivos planteados. Estos recursos son llamados herramientas, las cuales se definen como: “Es un mecanismo o elemento diseñado y usado para un objetivo único bajo condiciones controladas y establecidas”. Enciclopedia de la Ciencia y la Técnica (1982, p. 64)

**2.2.6 Planeación estratégica.** Cada empresa debe escoger el plan que mejor se adecúe a su situación, sus oportunidades, objetivos y recursos específicos. Este es el objetivo central de la planificación estratégica, que es definida por Kotler y Armstrong (2004) como “el proceso de desarrollo y mantenimiento de un ajuste estratégico entre los objetivos de la organización, sus peculiaridades y las cambiantes oportunidades del mercado” (p. 43). La metodología de trabajo que proponen los autores referidos comienza con la definición de los propósitos generales y de la misión, para continuar con la formulación de objetivos detallados que guiarán la empresa.



Aplicado a la industria, Kotler y Armstrong (2004) explican que “se decide cuál método de trabajo y cuáles materiales son apropiados, y qué prioridad se debe asignar a cada uno de ellos”. Además, para cumplir a cabalidad los retos planteados en las nuevas empresa es necesario planificar con visión de largo plazo. En este sentido, la planificación estratégica es una herramienta, que como cualquiera otra, será efectiva en el sentido de quien la utilice, en este caso, el gerente. Goodstein, Nolan y Pfeiffer (2003) la definen de este modo: “Planificación Estratégica es el proceso de reflexión aplicado a la actual misión de la organización y a las actuales condiciones del medio en que ésta opera, el cual permite fijar lineamientos de acción que orienten las decisiones y resultados futuros” (p.12).

En otras palabras, la planificación estratégica es un proceso sistemático y organizado, conducido sobre la base de una realidad que permite decidir anticipadamente. Igualmente, como proceso, es continuo, específicamente en cuanto a la formulación de estrategias, ya que el entorno o medio ambiente donde se desenvuelve la empresa, no es estático.

Por su parte, la gerencia estratégica, según Chase, Jacobs y Aquilano (2009) “es un proceso donde la organización planifica con claridad lo que desea lograr y utiliza estrategias para disminuir o anular la incertidumbre” (p. 45). Esto se logra a través de la incorporación de mucha creatividad e innovación, respondiendo rápidamente, con opciones flexibles a los problemas que impactan



---

la empresa, todo con el fin de tener éxito crear el futuro y agregar valor. La gerencia estratégica tiene dos pilares fundamentales: la planificación estratégica (lo previsible), asociado con el control gerencial y la respuesta estratégica (lo inesperado). Según Steiner (2005): “La planeación constituye un sistema gerencial que desplaza el énfasis en el qué lograr (objetivos) al qué hacer (estrategias) .Con la Planificación Estratégica se busca concentrarse en sólo, aquellos objetivos factibles de lograr y en qué negocio o área competir, en correspondencia con las oportunidades y amenazas que ofrece el entorno” (p. 23).

De acuerdo a lo expresado en la cita, la planeación estratégica consiste en la identificación sistemática de las oportunidades y peligros que surgen en el futuro, los cuales combinados con otros datos importantes proporcionan la base para que una empresa tome mejores decisiones en el presente para explotar las oportunidades y evitar los peligros. El objetivo del plan de una empresa es concretar la viabilidad y rentabilidad de un proyecto a medio o largo plazo. Esto permitirá llegar a conclusiones y decidir si finalmente debe construirse, asumiendo unos riesgos controlados o si debe desecharse la idea del negocio, evitando de esta manera un fracaso seguro tanto en uno como en otro caso; el plan de empresa habrá sido una herramienta de gran utilidad.

Internamente sirve para que los empleados reflexionen acerca de una idea inicial, le den forma y la estructuren con coherencia, evaluando todas las posibilidades; hacerlo por escrito constituye un medio de reflexión. De esta forma un estudio exhaustivo del proyecto permite saber la viabilidad del proyecto, desde una perspectiva técnica, económica y jurídica.



---

El propósito de la planeación estratégica es determinar qué debe hacer la empresa para llegar al futuro que concibe como posible y deseable; permiten definir el rumbo y generar los compromisos necesarios para lograrlos. Supone previamente la definición de los objetivos, que son los fines hacia donde debe dirigirse toda actividad; los objetivos dan direccionalidad a los esfuerzos que realiza la organización.

La planeación estratégica se puede hacer desde el plano operativo o desde el plano táctico. Los planes operativos constituyen el apoyo necesario de los planes estratégicos, porque atienden su aplicación a corto plazo. Permiten orientar actividades específicas asignando recursos y definiendo estándares de actuación. A manera de ejemplo, un plan operativo puede ser el orientado a disminuir al diez por ciento la rotación del personal poniendo en marcha programas de capacitación, implementación de sistemas de incentivos y otorgamientos de prestaciones.

El proceso de planificación estratégica gira en torno a la valoración de la empresa, su situación en el mercado y a sus objetivos, e incluye los pasos siguientes, según Kotler y Armstrong (2004):

1. Identificar los elementos fundamentales del entorno en el que la empresa ha operado en los últimos años.



- 
2. Establecer la misión de la empresa para los próximos dos años según su naturaleza y su función.
  3. Explicar los factores internos y externos que afectarán el cumplimiento de la misión.
  4. Identificar la fuerza motriz fundamental que guiará la empresa en el futuro (misión y visión).
  5. Desarrollar una serie de objetivos a largo plazo que establecerán en que se convertirá la empresa en el futuro.
  6. Diseñar un plan de acción general que establezca los factores logísticos, financieros y humanos necesarios para integrar los objetivos a largo plazo en la totalidad de la empresa.

### 2.3. MARCO CONCEPTUAL

A continuación se presentan los principales términos considerados en desarrollo de la investigación y se explica el sentido en que fueron empleados.

*Benchmarking Interno:* Análisis y comparación de variables en actividades similares en diferentes sitios, departamentos, unidades operativas y países del mismo grupo o corporación. (Galindo y Villaseñor, 2007).



---

*Calidad:* Grado en que un conjunto de características inherentes cumplen con las necesidades o expectativas establecidas, generalmente implícitas u obligatorias. (ISO 9001:2005).

*Desperdicio:* Todo aquello que no agrega valor al producto/servicio, según la óptica del cliente (ya sea interno o externo) y por lo cual no está dispuesto a pagar. Los siete tipos de desperdicios son: sobreproducción, espera, transporte, sobreprocesamiento, inventario, movimientos, productos defectuosos o retrabajos. (Galindo, E. y Villaseñor, A. 2007).

*Estudio de Tiempo:* Técnica para establecer un tiempo estándar para realizar una tarea dada. Esta técnica se basa en la medición del contenido de trabajo del método prescrito, permitiendo las debidas Tolerancias por fatiga, demoras inevitables y necesidades personales. (Burgos, F. 2003.)

*Mejora Continua:* Actividad recurrente para aumentar la capacidad de cumplir con las necesidades o expectativas establecidas, generalmente implícitas u obligatorias. (ISO 9000: 2005).

*Productividad:* Es la relación que existe entre los productos o bienes obtenidos y la cuantía de los recursos utilizados para obtenerlos. (Burgos, F. 2003).



---

*Puesta a Punto:* Actividades relacionadas con el alistamiento previo a la ejecución del trabajo. La preparación no es una actividad productiva (es un desperdicio) por cuanto no contribuye directamente al logro del objetivo perseguido. (Burgos, F. 2003).

*Tiempo Estándar:* Es una función del tiempo requerida para realizar una tarea: usando un método y equipos dados, bajo condiciones de trabajos específicas, por un trabajador que posea suficiente habilidad y aptitudes específicas para ejecutar la tarea en cuestión y trabajando a un ritmo que permite que el operario haga el esfuerzo máximo sin que ello le produzca efectos perjudiciales. (Burgos, F. 2003).

*Mejora enfocada:* Las mejoras enfocadas son actividades que se desarrollan con la intervención de las diferentes áreas comprometidas en el proceso productivo, con el objeto de maximizar la efectividad global de equipos, procesos y plantas, todo esto a través de un trabajo organizado en equipos interfuncionales, empleando metodología específica y concentrando su atención en la eliminación de los despilfarros que se presentan en las plantas industriales. (Gómez, 2009).



---

*Mantenimiento productivo total - TPM*<sup>1</sup>. Las técnicas TPM ayudan a eliminar dramáticamente las averías de los equipos. El procedimiento seguido para realizar acciones de mejoras enfocadas sigue los pasos del conocido ciclo PHVA (planificar, hacer, verificar y actual).

*Mantenimiento autónomo*. El mantenimiento autónomo es una parte fundamental en el Mantenimiento Productivo Total y busca eliminar pérdidas, reducir paradas, garantizar la calidad y disminuir costos en los procesos de producción industrial (Álvarez, 2009); el mantenimiento autónomo es, básicamente la prevención del deterioro de los equipos y componentes de los mismos y es llevado a cabo por los operadores y preparadores del equipo; puede contribuir significativamente a la eficacia del equipo. Este mantenimiento autónomo incluye:

- Limpieza diaria, que se tomará como un proceso de inspección.
- Inspección de los puntos claves del equipo, en busca de fugas, fuentes de contaminación, exceso o defecto de lubricación, etc.
- Lubricación básica periódica de los puntos claves del equipo.
- Pequeños ajustes.
- Formación y capacitación técnica.
- Reporte de todas las fallas que no puedan repararse en el momento de su detección y que requieren una programación para solucionarse.

---

<sup>1</sup>El TPM (Mantenimiento Productivo Total) surgió en Japón gracias al Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM) como un sistema destinado a lograr la eliminación de las pérdidas de los equipos y con el propósito de hacer factible la producción "Just in Time". SUZUKI, Tokutaro. TPM en Industrias de Proceso. 1996, 404 p.



---

*Seguridad industrial.* La seguridad industrial es un área multidisciplinaria que se encarga de minimizar los riesgos en la industria. Parte del supuesto de que toda actividad industrial tiene peligros inherentes que necesitan de una correcta gestión. Los principales riesgos en la industria están vinculados a los accidentes, que pueden tener un importante impacto ambiental y perjudicar a regiones enteras, aún más allá de la empresa donde ocurre el siniestro. La seguridad industrial, por tanto, requiere de la protección de los trabajadores (con el vestuario adecuado y los implementos de protección personal) y su monitoreo médico, la implementación de controles técnicos y la formación vinculada al control de riesgos.

*Higiene industrial.* Comprende la ciencia y el arte dedicados al conocimiento, evaluación y control, de aquellos factores ambientales o tensiones emanadas o provocadas por o con motivo del trabajo y que pueden ocasionar enfermedades profesionales.

*Higiene ocupacional.* Es una rama del saneamiento ambiental, cuyo objetivo es la conservación de la integridad física, la salud y el bienestar de la población trabajadora, en relación con el ambiente en el cual desarrollan sus labores productivas (OIT, 2009).

*Accidente de trabajo.* Todo suceso que produzca en el trabajador o la trabajadora una lesión funcional o corporal, permanente o temporal, inmediata o



---

posterior, o la muerte, resultante de una acción que pueda ser determinada o sobrevenida en el curso del trabajo, por el hecho o con ocasión del trabajo (OIT, 2009).

*Enfermedad profesional.* Todo estado patológico que sobrevenga como consecuencia obligada de la clase de trabajo que desempeña el trabajador o del medio en que se ha visto obligado a trabajar, bien sea determinado por agentes físicos, químicos o biológicos. Las enfermedades endémicas y epidémicas de la región sólo se consideran como profesionales cuando se adquieren por los encargados de combatirlas por razón de su oficio (OIT, 2009).

*Incidente.* Todo suceso imprevisto y no deseado que interrumpe o interfiere el desarrollo normal de una actividad sin ocasionar consecuencias adicionales ni pérdida de ningún tipo, que bajo circunstancias diferentes hubiera generado lesiones, daños (a bienes, al ambiente o a un tercero) y/o pérdidas económicas (Fernández, 2008).

*Lesión de trabajo.* Es el daño o detrimento físico o mental inmediato o posterior como consecuencia de un accidente de trabajo o de una exposición prolongada a factores exógenos capaz de producir una enfermedad profesional (Fernández, 2008).



---

### 3. MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

El presente trabajo es un estudio de caso, enmarcado dentro de la metodología de la planeación estratégica y su propósito es el mejoramiento del área de producción de la empresa Metaljet Servicios Industriales C.A., a partir de un estudio de la investigación de campo.

Para Arias (2006), la investigación de campo “consiste en la recolección de datos directamente de la realidad donde ocurren los hechos, sin manipular o controlar variables.” (p. 32). Esto se refiere al análisis sistemático de elementos tomados directos de la fuente de investigación del problema, de su realidad, con el propósito de describirlo, interpretarlo y entender su naturaleza, explicando sus causas y efectos, así como predecir su concurrencia.

El proyecto constituye una investigación de campo y a la vez es un proyecto factible, teniendo en cuenta que se formulan propuestas concretas que contribuyen al mejoramiento del sistema de producción de la empresa Metaljet Servicios Industriales C. A.

#### 3.2 UNIDADES DE ANÁLISIS

La unidad de análisis viene representada por el departamento de Producción de la empresa Metaljet Servicios Industriales C.A.



---

### 3.3 FUENTES Y TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Las técnicas e instrumentos empleados para recolectar información de fuentes primarias fueron la observación directa y la entrevista. La observación es la más común de las técnicas de investigación; Arias (2006) define la observación directa de la siguiente forma: “es una técnica que consiste en visualizar o captar mediante la vista, en forma sistemática, cualquier hecho, fenómeno o situación que se produzca en la naturaleza o en la sociedad, en función de unos objetivos de investigación preestablecidos” (p. 69). Es decir, se entiende como técnica, el procedimiento o forma particular de obtener datos o información. Esto servirá para describir las características del proceso productivo de la empresa, en donde se evidencian oportunidades de mejora.

En cuanto a la entrevista, según Arias (2006) la entrevista es “la obtención de información mediante una conversación de naturaleza profesional”. (p. 81). La entrevista se basa en las repuestas directas que los actores sociales dan al investigador en una situación de interacción comunicativa. Se realizaron entrevistas no estructuradas al gerente, supervisores y operarios del área que intervienen en el proceso, con el fin de diagnosticar la situación actual de la empresa Metaljet Servicios Industriales C.A. en cuanto a la gestión de producción e identificar los factores claves del proceso productivo de la empresa que deben incluirse en un plan estratégico de mejoramiento.



---

Como fuentes secundarias para la recolección de información básica se realizaron consultas documentales como investigaciones anteriores, trabajos de grado, registros históricos de la empresa, libros y referencias de internet.

### 3.4 TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Para el procesamiento y análisis de la información se utilizaron las técnicas detalladas a continuación.

*Guía de observación o lista de cotejo:* Para la aplicación de la técnica de la observación directa, el instrumento utilizado fue la guía de observación, también denominada lista de control o de verificación. Arias (2006) la define como “un instrumento en el que se indica la presencia o ausencia de un aspecto o conducta a ser observada”. Se estructura en tres columnas: en la columna izquierda se mencionan los elementos o conductas que se pretenden observar; la columna central dispone de un espacio para marcar en el supuesto que sea positiva la presencia del aspecto o conducta; y en la columna derecha se utiliza el espacio para indicar si el elemento o conducta no está presente.

*Diagramas de Pareto:* Según Torres (1992), es una gráfica de barras donde las causas son objeto de investigación, se colocan en orden descendente según su frecuencia de ocurrencia o costo. Kelly, citado por Burgos (2003), indica que el análisis de Pareto es el estudio de partes o componentes relacionados entre sí para determinar si alguno es más significativo que los demás.



---

*Diagrama de Causa-Efecto:* Diagrama que representa la relación existente entre algún efecto y todas las posibles causas que lo influyen, agrupadas de acuerdo a su origen o raíz principal. Según Torres (1992) La representación luce como un esqueleto de pescado, que consta de una línea principal al final de la cual se coloca el efecto del problema (si es un problema inesperado) o la nueva meta (si es un problema seleccionado). Las causas más importantes son las espinas principales y los otros factores contribuyentes (fuentes de variabilidad) son incluidos como ramificaciones de las principales. En este sentido, Karou Ishikawa ideó este diagrama de causa-efecto y sugiere como buen comienzo para organizar todos los factores que pudieran estar generando el problema: mano de obra, maquinaria, método, materiales, medición y medio ambiente.

*Diagrama de Procesos:* De acuerdo con Burgos (2003), este consiste en la representación gráfica del orden de todas las operaciones, transportes, inspecciones, demoras y almacenajes que tienen lugar durante un proceso y comprende información considerada necesaria para el análisis como lo son tiempos, cantidades y distancias recorridas. Existen dos tipos de diagramas de proceso: El tipo "material", describe el proceso en términos de los eventos que se suceden sobre el material. El tipo "hombre", describe el proceso en términos de las actividades que realiza el hombre.

También se emplearon para el desarrollo del trabajo el Método Reba y la Distribución de Planta, los que se describen a continuación.



### 3.5 EL MÉTODO REBA

Para la definición de las propuestas de mejoramiento de la planta se empleó el Método Reba (Rapid Entire Body Assessment) o en español Evaluación Rápida de Cuerpo Entero. Este método se emplea cuando se necesita analizar las posturas que adoptan los operarios durante su trabajo dado que permite:

- Desarrollar un sistema de análisis postural sensible para riesgos musculoesqueléticos en una variedad de tareas.
- Dividir el cuerpo humano en segmentos para codificarlos individualmente, con referencia a los planos de movimiento.
- Suministrar un sistema de puntuación para la actividad muscular debida a posturas estáticas (segmento corporal o una parte del cuerpo), dinámicas (acciones repetidas, por ejemplo repeticiones superiores a 4 veces/minuto, excepto andar), inestables o por cambios rápidos de la postura.
- Reflejar que la interacción o conexión entre la persona y la carga es importante en la manipulación manual pero que no siempre puede ser realizada con las manos.
- Incluir también una variable de agarre para evaluar la manipulación manual de cargas.
- Dar un nivel de acción a través de la puntuación final con una indicación de urgencia.



- Requerir el mínimo equipamiento (es un método de observación basado en lápiz y papel).

El método fue desarrollado por Hignett y McAtamney (Nottingham, 2000) para estimar el riesgo de padecer desórdenes corporales relacionados con el trabajo y se aplica dividiendo el cuerpo en segmentos para codificarlos individualmente, con referencia a los planos de movimiento. En el método el grupo A incluye tronco, cuello y piernas y el grupo B está formado por hombros, codos y muñecas; el grupo A tiene un total de 60 combinaciones posturales para el tronco, cuello y piernas, la puntuación obtenida estará comprendida entre 1 y 9; a este valor se le debe añadir la puntuación resultante de la carga/ fuerza que evalúa el peso de la carga (Kg.), cuyo rango va de 0 a 3.

El grupo B tiene un total de 36 combinaciones posturales para hombros, codos y muñecas y la puntuación final de este grupo también va de 0 a 9; a este resultado se le debe añadir el obtenido de la tabla de agarre, que también va de 0 a 3 puntos. Los resultados de los grupos A y B se combinan con el grupo C para dar un total de 144 posibles combinaciones, y finalmente se añade el resultado de la puntuación de actividad para dar el resultado final REBA. La puntuación final estará comprendida en un rango de 1 a 15, lo que indica el nivel de riesgo que supone desarrollar la tarea analizada e indicará los niveles de acción necesarios en cada caso.



---

### 3.6 DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

La distribución de planta, es la técnica que permite la ubicación adecuada de la maquinaria, las herramientas y los elementos de trabajo, así como la debida señalización de las áreas de circulación, almacenamiento y servicios facilitando el desarrollo de las actividades y el cumplimiento, en todos los aspectos, de funciones determinadas. Una buena distribución en planta facilita la obtención de un ambiente laboral seguro y agradable reflejado en un aumento de producción, reduciendo costos y desperdicios.

Al hacer la distribución de los equipos se debe procurar:

- Minimizar el manejo de materiales, reduciendo las distancias y el tiempo requerido para mover los materiales durante los procesos de producción.
- Reducir los riesgos para los empleados mitigar los peligros para la salud y aumentar la seguridad de los trabajadores.
- Equilibrar el proceso de producción, evitando cuellos de botella, acumulación de inventarios excesivos de productos n proceso, pérdidas o inadecuada colocación de productos terminados.
- Minimizar las interferencias de las máquinas, tales como ruidos, polvo, vibración, emanaciones y calor.
- Incrementar el ánimo de los empleados, mediante un ambiente favorable para evitar presiones o conflictos.



- 
- Utilizar el espacio disponible, para elevar al máximo el rendimiento sobre la inversión de la planta.



---

## 4. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

### 4.1 CARACTERIZACIÓN DE LA EMPRESA

**4.1.1. Razón social y domicilio.** Metaljet Servicios Industriales, C.A. Carretera Nacional Los Guayos – Guacara. Sector Paraparal. Centro Industrial Camper End Mill. Galpón Nro. 02. Número de Registro de Información Fiscal Rif. J-31524201-0.

**4.1.2. Actividad Económica.** Fabricación, reparación y prestación de servicios en el área de metalmecánica.

**4.1.3. Reseña Histórica** Metaljet Servicios Industriales, C.A. nace en el mes de marzo del año 2006 como iniciativa de un empresario de nombre Jorge E. Talero J. Es una empresa privada cuya actividad está dirigida al diseño, fabricación, reparación, transformación y abastecimiento de la creciente demanda de partes y repuestos industriales producidas en el país, para lo cual utiliza materiales tales como bronce latón, aluminio de fundición, aluminio extrusado, acero inoxidable, acero 1020, 1045, acero para cementado como CN 15, CN 13 y acero 4140, aceros a los que se le realiza tratamiento de temple, como AISI 01, D2, D3, materiales en nylon, nylatron, poliuretano, hierros tales como hierro negro, fundición gris y láminas de toda clase.



---

En la actualidad la compañía Metaljet Servicios Industriales, C.A., continúa desarrollándose vigorosamente ocupando una posición relevante dentro de la industria metalmecánica a nivel local y especializándose en la fabricación de piezas no existentes en el mercado para organizaciones como Owens Illinois de Venezuela C.A. (actualmente Venezolana del Vidrio C.A.), Metalúrgica Carabobo S.A. (METALCAR), Graham Packaging Plásticos de Venezuela C. A., Envases Venezolanos S. A. y Tubos Conelg C.A.

**4.1.4. Misión.** “Satisfacer las necesidades del cliente desarrollando y fabricando piezas y repuestos de excelente calidad con un personal capacitado, comprometido y dispuesto a trabajar en equipo”.

**4.1.5. Visión.** “Ser la empresa líder en la industria metalmecánica con una estructura organizativa que le permita ejecutar el diseño, fabricación e instalación bajo las normas más exigentes de control de calidad, tanto en piezas sencillas como en las de mayor complejidad, contribuyendo de esta manera con el crecimiento de la economía nacional y manteniendo un alto nivel de permanencia para ser identificados como símbolo de excelencia”

**4.1.6. Valores.**

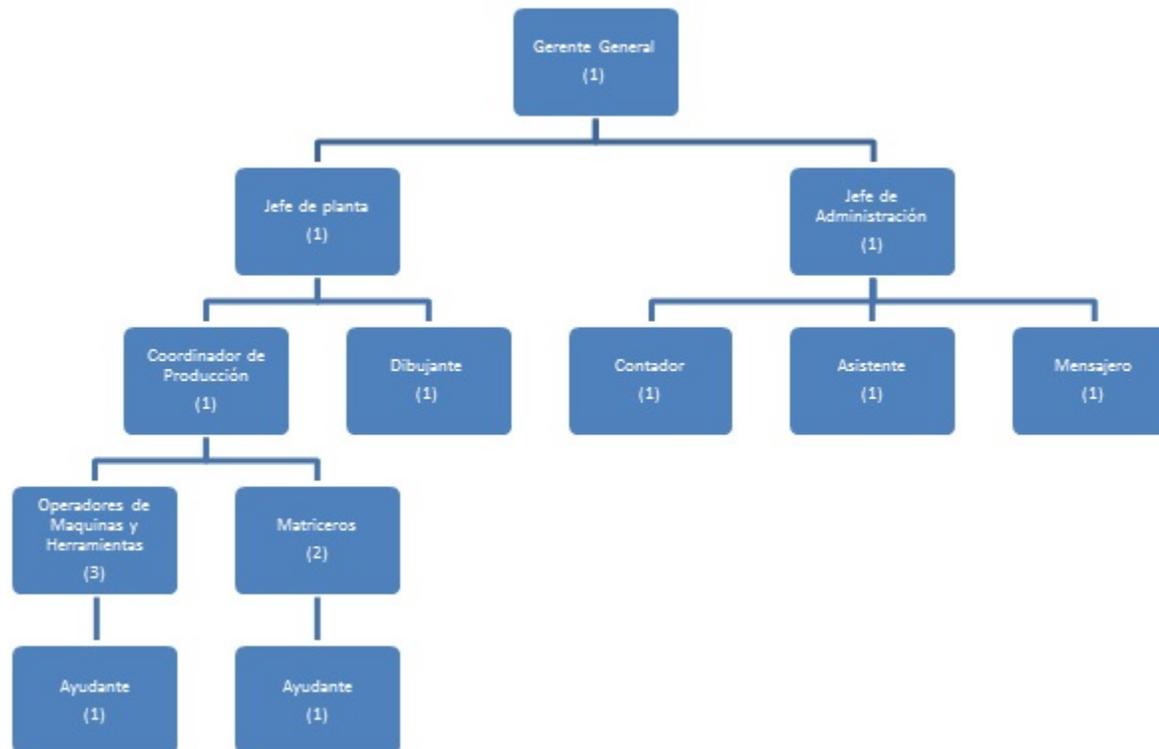
- Actuar con transparencia y confianza
- Cuidar los recursos de nuestra empresa
- Cumplir nuestras obligaciones
- Dar el 100% de nuestro esfuerzo



- 
- Tratar a los demás como queremos ser tratados
  - Excelencia en lo que hacemos
  - Trabajar en equipo y comunicación respetuosa para alcanzar metas comunes

**4.1.7. Estructura organizacional.** Se presenta en la Figura 3.

Figura 3. Estructura Organizacional





---

Como se observa en la Figura 3, la estructura parte del Gerente General y se divide en dos áreas: una administrativa y la otra operativa. En total se encuentran vinculadas 15 personas a la organización.



## 4.2 PRODUCTOS

En Metaljet Servicios Industriales, C. A. se producen repuestos para maquinaria industrial y que no existen en el mercado por tener características específicas para una maquinaria especial, es decir, no se trata de repuestos producidos en serie. Los productos incluyen ejes, bocinas, soportes para barandas, engranajes, punzones y matrices para troquelaría, mordazas, pernos y tornillos especiales, calibres pasa no pasa, ferrules, conexiones, grapas de características específicas. En las Figuras 4, 5, 6 y se ilustran algunos los productos que tienen mayor demanda.

**Figura 4. Bocinas**



Las bocinas son piezas generalmente fabricadas en hierro o en acero y cuya fabricación requiere el empleo de un torno y de un taladro. Los clientes pueden requerir bocinas de diferentes dimensiones. En cuanto a los ejes, éstos pueden requerirse en todos los materiales metálicos y no metálicos, dependiendo



de su uso; también pueden requerirse en todos los tamaños, diámetros y longitudes. Estos productos también pueden requerir de tratamiento térmico, especialmente temple, dependiendo de su uso final.

**Figura 5. Ejes**



Los ejes pueden ser cilíndricos, cónicos o escalonados y pueden requerir ranuras, perforaciones, etc. En su fabricación se emplea especialmente el torno.

**Figura 6. Engranajes**





Muchas de las máquinas que requieren transmitir la potencia de un motor a sus partes móviles emplean engranajes, por lo que este es uno de los productos que mayor demanda presenta. Los engranajes pueden variar en su tamaño, en el número de dientes, en su ancho, en el diámetro de su eje y en el tratamiento que pueden requerir sus dientes para resistir el desgaste. Para su fabricación se emplean el torno, la fresadora y el cepillo mecánico.

**Figura 7. Ferrules y conectores**



Los ferrules y lis conectores son piezas de formas especiales que pueden combinar roscas internas y/o externas, superficies cilíndricas, hexágonos, ranuras, espirales, entre otras. Su fabricación requiere el empleo de torno, taladro y cepillo.

**Figura 8. Soporte para baranda.**



Los soportes para baranda son piezas planas con extremos curvos y perforaciones a lo largo de su eje; es uno de los productos de mayor demanda para Metaljet.

#### 4.3 PROCESOS DE PRODUCCIÓN

A continuación se describen detalladamente los procesos de producción de algunos de estos productos que son los que mayor demanda tienen para la empresa.

Los ferrules, las grapas de características específicas, las conexiones y los soportes para barandas se fabrican en grandes cantidades; son los productos más sencillos de fabricar dentro de Metaljet Servicios Industriales debido a que su proceso requiere de una sola máquina.



**4.3.1. Ferrules y las Conexiones.** En la Figura 9 se presenta el diagrama de proceso de estos productos.

**Figura 9 Diagrama de operaciones del proceso de ferrules y conexiones**



Para este proceso de fabricación se parte del dibujo que elabora el dibujante, se selecciona el material, se hacen las programaciones necesarias en el torno de control numérico computarizado - CNC, el operador de la máquina se encarga de retirar las piezas que se elaboran de manera automática para evitar que se acumulen dentro de la máquina. La herramienta que el operador utiliza es un calibrador vernier para realizar periódicamente las mediciones. Una vez las piezas pasan el control de calidad, pasan al tratamiento de galvanizado, el que se realiza por parte de un proveedor externo. Diariamente se fabrican 2000 de estas

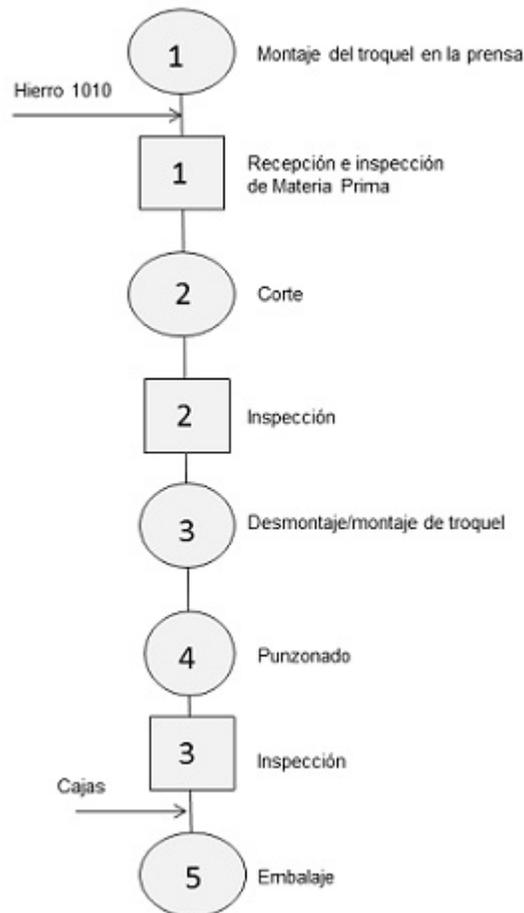


---

piezas diarias y el operador las almacena en un recipiente en lotes de 30 o 40 unidades aproximadamente. La materia prima para estos ferrules y conexiones es el acero SAE 12L14 y la coloración dorada de las piezas finalizadas que se produce mediante el tratamiento de galvanizado evita que las piezas se oxiden.

**4.3.2 Soportes para barandas.** Los soportes sirven para hacer el montaje de barandas de las líneas de producción. Las láminas de hierro 1010 es llevado por un operario a la prensa, en la que se coloca el troquel de corte que secciona la lámina con las medidas que el plano indica; posteriormente se cambia el troquel de corte por el de punzonado para realizar el orificio interno. Se fabrican 3000 piezas diarias aproximadamente.

**Figura 10. Diagrama de operaciones del proceso de soportes para barandas**



**4.3.3 Grapas.** Las grapas sirven para unir dos esquinas de madera. Se fabrican en lámina de hierro y las máquinas a utilizar son la cizalla y la prensa, con un troquel de embutido. Se corta la lámina con la cizalla con las medidas específicas del plano y el troquel de embutido realiza un gran número de perforaciones en la superficie de estas láminas. Se utiliza lámina galvanizada. Estas piezas se acumulan en una cesta y se embalan por peso, dado que contarlas por unidades demanda demasiado tiempo.



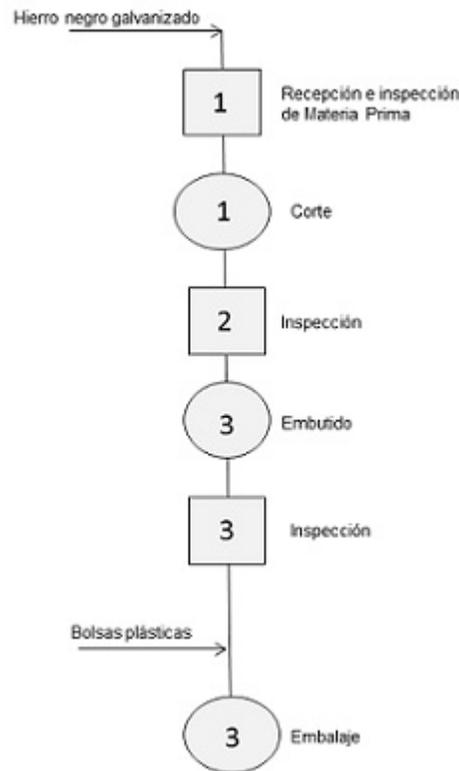
---

En la Figura 12 se muestran las grapas y en la Figura 13 se presenta el diagrama de su proceso de producción.

**Figura 11. Grapas.**



**Figura 12. Diagrama de operaciones del proceso de grapas.**



**4.3.4. Otros productos.** Ejes, bocinas, engranajes, punzones y matrices para troquelaría, mordazas, pernos y tornillos especiales, calibres pasa no pasa. Estos productos se caracterizan porque su proceso de fabricación incluye torneado y fresado y pueden tener variaciones en sus dimensiones y los materiales pueden ser aceros de distintos tipos, nylon, fibra fenólica, ultraleno, aluminio y distintos tipos de bronce. El plano final surge de los requerimientos individuales del cliente y el diseño que el dibujante realice en coordinación con el jefe de planta.

El torneado consiste en mecanizar piezas de forma geométrica de revolución, para lo cual se hace girar la pieza agarrada a un mandril mientras la herramienta de corte es empujada en un movimiento de avance que la mantiene en contacto contra la superficie de la pieza de acuerdo



con las especificaciones del plano y produciendo viruta. El operario utiliza como herramientas las cuchillas de corte o buriles de acuerdo con el material de la pieza y con el tipo de corte a realizar, el calibrador de vernier, el tornillo micrométrico, el alexómetro (para medir diámetros internos), el esmeril para afilado de las cuchillas y un gancho para apartar la viruta o desperdicio de material.

**Figura 13. Proceso de cilindrado y refrentado**



En un torno se pueden realizar tres operaciones básicas: cilindrado, refrentado y roscado; el cilindrado consiste en modificar al diámetro externo o interno de una pieza, refrentado consiste en reducir la longitud de una pieza y el roscado consiste en producir hilos sobre un cilindro separados por una distancia constante que se denomina el paso de la rosca.

**Figura 14. Torno de Metaljet**



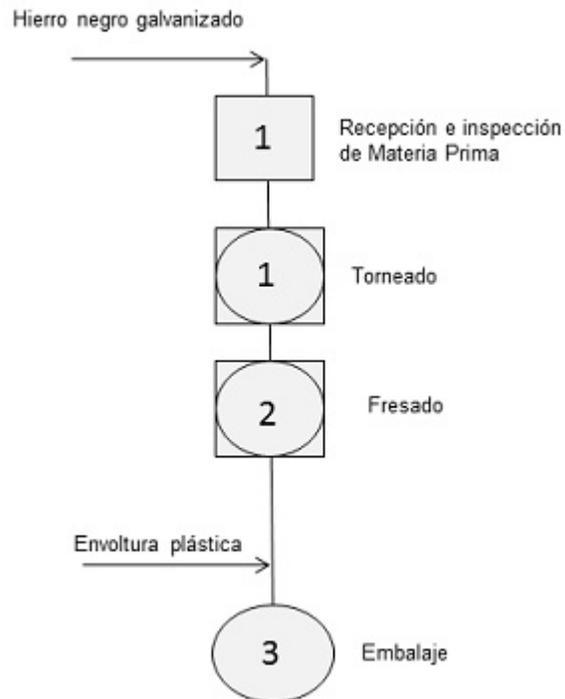
En el fresado se pueden utilizar los mismos materiales que se utilizan en el torno. La pieza se fija en la mesa de la máquina fresadora y se desplaza para acercarla a la fresa, que es la herramienta de corte; dependiendo de la forma de la herramienta y del desplazamiento de la mesa se pueden obtener diversas formas, desde superficies planas hasta otras más complejas.

**Figura 15. Fresadora de Metaljet**



La mesa de la fresadora se puede mover horizontalmente, transversalmente y verticalmente, lo que permite elaborar piezas de diferentes formas. Debido a la variedad de mecanizados que se pueden realizar en las fresadoras y a la necesidad de cumplir las especificaciones, se requiere de personal calificado profesionalmente para su operación. La pieza que con mayor frecuencia se produce en la fresadora de Metaljet es el piñón o engranaje, el cual incluye previamente el torneado del material para darle la forma cilíndrica exterior y la perforación central para la instalación en un eje. En la Figura 17 se presenta el diagrama de las operaciones incluidas en el proceso de fabricación de piezas en las que se incluye el torneado y el fresado, tal como sucede en los piñones.

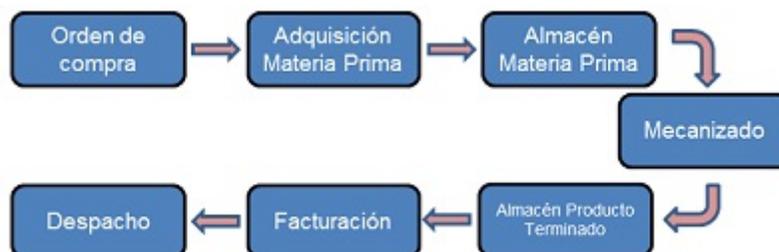
**Figura 16. Diagrama de operaciones del proceso de torneado y fresado**



#### 4.4 PROCESO GENERAL DE ATENCIÓN

El proceso global de atención de los clientes empieza con la expedición de la orden de compra y termina con el despacho del producto, de acuerdo con la secuencia que se presenta en la Figura 18.

Figura 17. Diagrama de bloque del embalaje





---

Con base con los precios de los materiales establecidos por los proveedores y a partir de la estimación de la cantidad de horas hombre que se requiere para la fabricación de los productos requeridos por el cliente, se elabora la cotización del pedido requerido por cada cliente y se le envía para su aprobación; el cliente expide la orden del compra especificando la cantidad de piezas requeridas.

Cuando en las instalaciones de la empresa no exista la totalidad de la materia prima requerida, se realiza el pedido a los proveedores; la materia prima se almacena en un área especialmente dispuesta para ese fin dentro del taller y se entrega a cada operario de acuerdo con las tareas que le son asignadas. Una vez el operario termina el mecanizado, lleva los productos hasta la zona en donde se almacenan los pedidos que están listos para la entrega. El área administrativa se encarga del proceso de facturación y se produce la entrega al cliente o su representante, quien firma el recibido correspondiente.

#### **4.5 SITUACIÓN GENERAL DE LA PLANTA**

Las instalaciones de la planta presentan en primer lugar una situación general de desorden que se caracteriza por la presencia de residuos de material en diferentes sitios, viruta, herramientas, mangueras y otros elementos que no solamente generan una sensación de descuido sino que genera riesgos de seguridad industrial y desperdicio de tiempo, dado que los operarios toman gran parte de su tiempo buscando los materiales y herramientas que requieren para el proceso productivo. Como evidencia de esta situación se presentan a continuación las fotografías de los hallazgos relacionados con la situación de la planta.



En la Figura 19 se muestra el desorden que se genera en el piso y que se observa en todo el taller.

**Figura 18. Desorden en el piso del taller**



La presencia de mangueras, viruta, papel, madera, herramientas y diferentes objetos genera riesgos en materia de seguridad industria. Otra situación que se observó fue la gran cantidad de elementos que en determinado momento puede haber en una mesa de trabajo, como se muestra en la Figura 20. Las áreas de trabajo no se encuentran demarcadas.

**Figura 19. Mesa de trabajo típica.**



Como se observa en la Figura 20, en las mesas de trabajo se acumulan herramientas, piezas sin terminar y terminadas, materia prima sin procesar, residuos de empaques, entre otros. Esta situación hace que los operarios trabajen incómodos y que pierdan mucho tiempo en empezar a producir cada pedido. Otra situación frecuente es la falta de iluminación, como se muestra en la Figura 21.

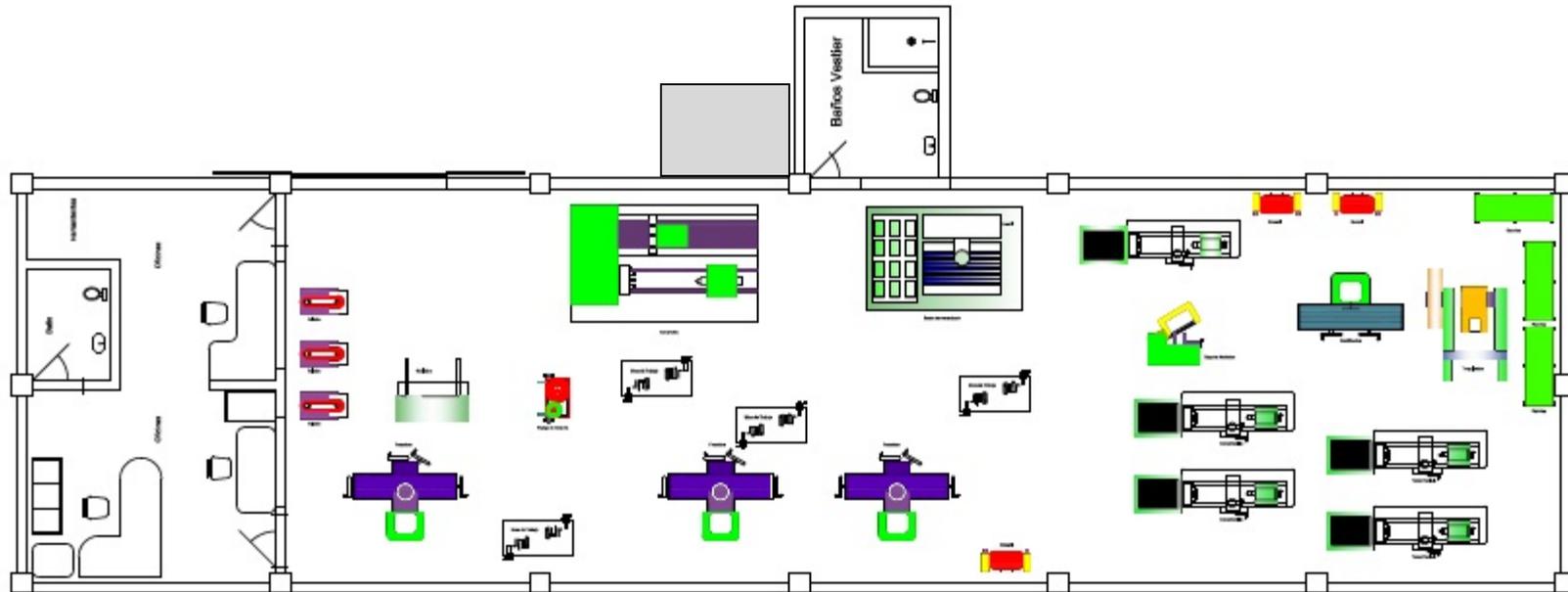
**Figura 20. Falta de iluminación**



La situación de oscuridad genera riesgos de seguridad industrial y dificulta la lectura de los instrumentos de medición, lo cual puede afectar la calidad final.

La forma en que se encuentran actualmente dispuestos los equipos dentro de la planta se presenta en la Figura 22.

**Figura 21. Distribución actual de la planta.**



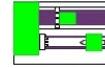
Convenciones:



Taladro



Fresadora



Torno CNC



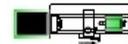
Segueta



Mesa de trabajo



Centro de mecanizado



Torno



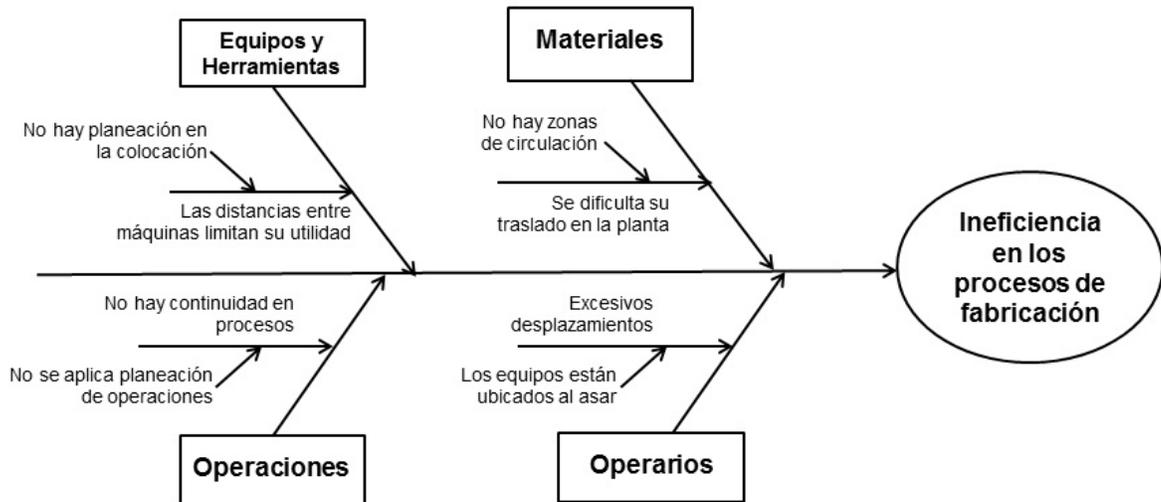
Esmeril



La distribución actual de la planta no obedece a un proceso de planeación sino que simplemente es el resultado del crecimiento de la operación de la empresa y de la adquisición de nuevas máquinas, sin obedecer a un orden específico. Esta situación ha generado que las distancias entre las máquinas con frecuencia impida que ciertos productos puedan elaborarse porque simplemente el tamaño de esas piezas supera las distancias entre una máquina y otra; igualmente se dificulta el desplazamiento de los operarios cuando deben circular con materiales o productos terminados debido a que no existen zonas de circulación definidas; también sucede que ciertas máquinas que se requieren para la fabricación de algunos productos estén demasiado distantes dentro de la planta, lo que ocasiona excesivo desplazamiento de los operarios y de los materiales, lo que genera ineficacia.

Todas estas circunstancias que ocasiona la actual disposición de los equipos de la planta señaló la necesidad de adelantar una redistribución de la planta como parte del alcance del presente trabajo. El diagrama causa – efecto asociado a los problemas generados por la actual distribución en planta se presenta en la Figura 22.

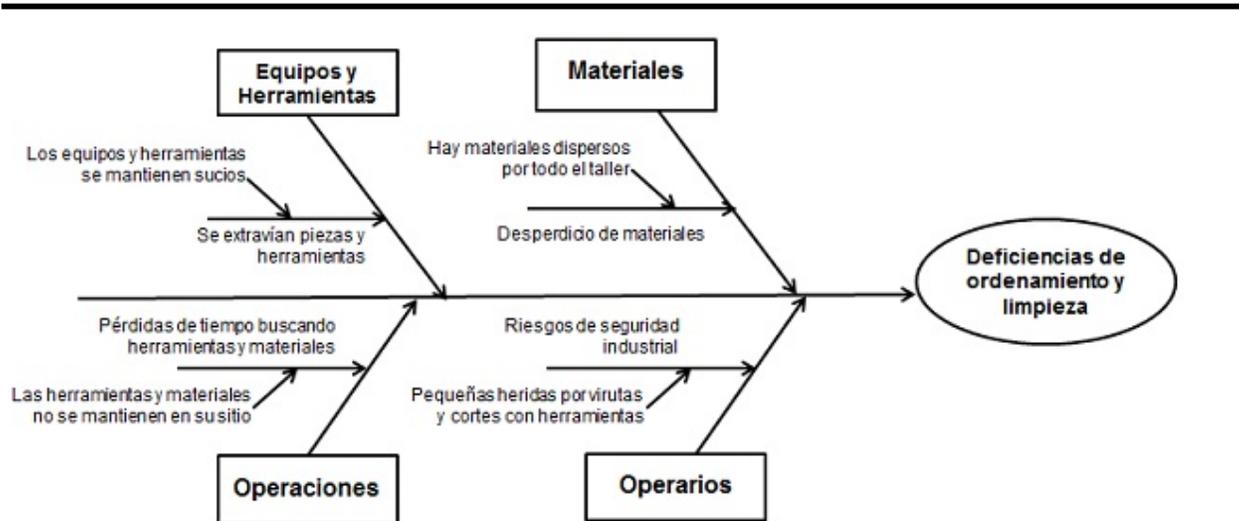
**Figura 22. Diagrama causa – efecto de la distribución en planta**



#### 4.6 ORDENAMIENTO Y LIMPIEZA

Otra de las situaciones susceptibles de mejoramiento que se observó durante la visita a la planta de la empresa Metaljet tuvo que ver con la falta de orden y limpieza, condición que ocasiona que se extravíen piezas y herramientas, que se desperdicien materiales, que los operarios pierdan tiempo localizando las herramientas y los materiales que requieren para cumplir cada orden de producción y que se generen riesgos de seguridad industrial. En la Figura 23 se presenta el diagrama causa efecto correspondiente a esta situación.

**Figura 23. Diagrama causa - efecto de la situación de ordenamiento y limpieza**



Para la corrección de esta situación se aplicó el Método 5 S, tal como se observa en el siguiente capítulo.

#### 4.7 POSICIONES DE TRABAJO

En cuanto a las posiciones que los operarios adoptan para realizar sus tareas de mecanizado en las máquinas, en la Figura 23 se presenta el caso de la fresadora.

**Figura 24. Posición de trabajo en un proceso de fresado**



Dependiendo del tamaño de la pieza que se deba fabricar, la altura de la mesa de la fresadora se debe modificar haciendo que el operario deba agacharse para operar los controles de la máquina.

Teniendo en cuenta que esta máquina es la que ofrece las condiciones de trabajo más incómodas para los operarios que trabajan en la empresa, se le aplicó el método Reba de acuerdo con las tablas descritas en el marco teórico, las que se presentan a continuación.

**Tabla 1. Resultados Grupo A en la fresadora**

Zona del cuerpo	Puntaje
Tronco	3
Cuello	2
Piernas	2



Suma	7
Carga fuerza	1
Total Grupo A	8

De acuerdo con esta tabla, en el caso de la fresadora los resultados del método Reba para el grupo A son los que aparecen en la Tabla 1.

**Tabla 2. Grupo A según método Reba.**

**Grupo A: Análisis de cuello, piernas y tronco**

**CUELLO**

Movimiento	Puntuación	Corrección
0°-20° flexión	1	Añadir + 1 si hay torsión o inclinación lateral
>20° flexión o extensión	2	



**PIERNAS**

Movimiento	Puntuación	Corrección
Soporte bilateral, andando o sentado	1	Añadir + 1 si hay flexión de rodillas entre 30° y 60°
Soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable	2	Añadir + 2 si las rodillas están flexionadas + de 60° (salvo postura sedente)



**TRONCO**

Movimiento	Puntuación	Corrección
Erguido	1	Añadir + 1 si hay torsión o inclinación lateral
0°-20° flexión 0°-20° extensión	2	
20°-60° flexión >20° extensión	3	
> 60° flexión	4	



**Resultado TABLA A**

**CARGA / FUERZA**

0	1	2	+ 1
< 5 Kg.	5 a 10 Kg.	> 10 Kg.	Instauración rápida o brusca



Estos resultados se obtuvieron al aplicar los criterios de la tabla 2 a la imagen de la Figura 25 en la que se muestran las posiciones de las diferentes partes del cuerpo del operario en la fresadora.

**Figura 25. Posición del operario en la fresadora.**



Empleando la misma figura se realizó la calificación del grupo B, de acuerdo con la siguiente Tabla 3.

**Tabla 3. Resultados grupo B en la fresadora.**



---

Zona del cuerpo	Puntaje
Antebrazo	2
Brazo	2
Muñecas	2
Agarre	1
Total grupo B	7

Estos resultados corresponden con los criterios establecidos por este método, de acuerdo con la Tabla 4.

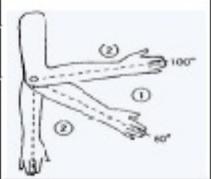
**Tabla 4. Grupo B según el método Reba**



**Grupo B: Análisis de brazos, antebrazos y muñecas**

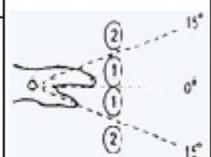
**ANTEBRAZOS**

Movimiento	Puntuación
80°-100° flexión	1
<80° flexión >100° flexión	2



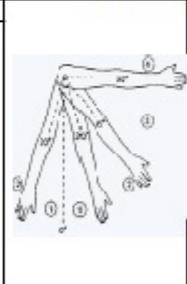
**MUÑECAS**

Movimiento	Puntuación	Corrección
0°-15° flexión/ extensión	1	Añadir + 1 si hay torsión o desviación lateral
>15° flexión/ extensión	2	



**BRAZOS**

Posición	Puntuación	Corrección
0°-20° flexión/ extensión	1	Añadir: + 1 si hay aducción o rotación.
>20° extensión	2	+ 1 si hay elevación del hombro.
>7°-45° flexión	3	-1 si hay apoyo o postura a favor de la gravedad.
>80° flexión	4	



**Resultado TABLA B**

**AGARRE**

0 - Bueno	1-Regular	2-Malo	3-Inaceptable
Buen agarre y fuerza de agarre	Agarre aceptable	Agarre posible pero no aceptable	Incómodo, sin agarre manual. Aceptable usando otras partes del cuerpo

Obtenidos los anteriores resultados para los grupos A y B se definió el puntaje para la Tabla C del método Reba, lo que arroja un total de 11 puntos. De acuerdo con los criterios de este método, este puntaje indica que la necesidad de emprender una acción inmediata, la que se presenta en el siguiente capítulo.

Si bien la operación de la fresadora constituye la situación más crítica en cuanto a la postura que adoptan los operarios de la empresa, existen otras tareas en las que también toman posiciones incómodas y/o incorrectas. En la Figura 25 se muestra, como ejemplo, la posición de trabajo en el cepillo mecánico.



**Figura 26. Trabajo en el cepillo.**



Como se observa en la Figura 25, al operar esta máquina la persona inclina su cintura y se mantiene en esa posición por períodos largos. Errores posturales se presentan también en tareas como recoger objetos del piso y levantar cargas pesadas, dado que los operarios tienen a doblar su cintura con pesos considerables en sus manos y en general no están empleando adecuadamente algunos movimientos para realizar sus funciones.



---

Para hacer aplicación del método Reba de manera general se observó a los trabajadores durante una jornada normal de trabajo y se tomaron fotografías de las posiciones más críticas, para hacer la evaluación del método REBA. Los resultados generales fueron los siguientes:

En primer lugar se analizó el Grupo A: Tronco, cuello, piernas y fuerza o carga.

– Tronco: Como se observa en las Figuras 25 y 26, el tronco está inclinado más de  $60^\circ$  lo que da un factor de posición igual a 2; adicionalmente se verifica que el tronco también está torsionado por lo que hay que utilizar un factor de corrección + 1, lo que da un total de 3 para este parámetro.

– Cuello: Como se observa en las Figuras 27, el cuello está inclinado más de  $20^\circ$  lo que da un factor de posición igual a 2; Adicionalmente se verifica que el cuello también está torsionado, por lo que hay que utilizar un factor de corrección + 1, lo que da un total de 3 para este parámetro.

**Figura 27. Posición del cuello.**



- Piernas: Las piernas tienen apoyo bilateral lo que no da un factor de posición igual a 1; adicionalmente se verifica que una pierna también está flexionada más de  $60^\circ$  por lo que hay que utilizar un factor de corrección + 2, lo que da un total de 3 para este parámetro.

**Figura 28. Posición de las piernas.**



En la Tabla 5 se verifica que el valor resultante de cruzar los respectivos factores para tronco, cuello y piernas es igual a 8, y en la Tabla 6 se muestra la corrección por fuerza.

**Tabla 5. Aplicación del método Reba Grupo A.**

Tronco	Cuello											
	1				2				3			
	Piernas											
1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9

Fuente: Método REBA (2007)



**Tabla 6. Corrección por fuerza**

0	1	2	1
Inferior a 5 kg	5-10 kg	10 kg	Instauración rápida o brusca

Fuente: Método REBA (2007)

Se procede a sumar a continuación el valor de la tabla de corrección por fuerza (carga entre 5 a 10 kilos sin fuerza repentina) igual a 1, con lo cual el resultado final del grupo A es igual a 9. A continuación se analizó el Grupo B: brazo, antebrazo, muñeca y agarre

– Brazo: Como se observa en la ilustración 25 el brazo está inclinado más de 60° lo que da un factor de posición igual a 3; adicionalmente se verifica que el brazo también está rotado por lo que hay que utilizar un factor de corrección + 1, lo que da un total de 4 para este parámetro.

**Figura 29. Posición de brazo y antebrazo.**



Fuente: Gómez D. 2011.



- Antebrazo: Como se observa en la misma ilustración, el antebrazo está inclinado menos de  $60^\circ$  lo que no da un factor de posición igual a 2.
- Muñeca: Como se observa en la ilustración 15 las muñecas tienen una posición menor a  $15^\circ$  lo que da un factor de posición igual a 1; adicionalmente se verifica que la misma también está torsionada, por lo que hay que utilizar un factor de corrección + 2, lo que nos da un total de 3 para este parámetro.

**Figura 30. Posición de la muñeca.**



Fuente: Gómez D. (2011)

En la Tabla 7, se verifica que el valor resultante de cruzar los respectivos factores para brazo, antebrazo y muñeca es igual a 7.

**Tabla 7. Aplicación Reba Grupo B.**

Antebrazo
-----------



		1			2		
Muñeca		1	2	3	1	2	3
Brazo	1	1	2	2	1	2	3
	2	1	2	3	2	3	4
	3	3	4	5	4	5	5
	4	4	5	5	5	6	7
	5	6	7	8	7	8	8
	6	7	8	8	8	9	9

Fuente: Método REBA (2007)

De la Figura 30 se verifica el agarre de la muñeca es bueno por lo que el factor de agarre es 0 (Ver Tabla 8).

**Tabla 8. Agarre de la muñeca**

0 – Bueno	1- Regular	2 – Malo	3 – Inaceptable
Buen agarre y fuerza de agarre.	Agarre aceptable.	Agarre posible pero no aceptable	Incómodo, sin agarre manual.
			Aceptable usando otras partes del cuerpo.

Fuente: Método REBA (2007)

Se obtiene así un valor final para el grupo B igual a 7. Con los valores finales para los grupos A y B se procede a verificar la Tabla 9 la puntuación total final método REBA.

**Tabla 9. Puntuación final del método Reba.**

	Puntuación B												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Puntuación A	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7	
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8	
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8	
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9	
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10	



	7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
	8	8	8	8	9	10	10	<b>10</b>	10	10	11	11	11
	9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
	10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
<b>Actividad</b>	+1: Una o más partes del cuerpo estáticas, por ejemplo aguantadas más de 1 min.												
	+1: Movimientos repetitivos, por ejemplo repetición superior a 4 veces/minuto.												
	+1: Cambios posturales importantes o posturas inestables.												

Fuente: Método REBA (2007)

De la Tabla anterior se obtiene una puntuación de 10 la cual se debe corregir por actividad con + 3 ya que se dan las tres condiciones de actividad citadas, por lo que la puntuación final de acuerdo al método REBA es de 13. Con esta cifra se ingresa a la Tabla 10 para definir el nivel de riesgo.

**Tabla 10. Nivel de riesgo y acciones a tomar**

Nivel de acción	Puntuación	Nivel de riesgo	Intervención y posterior análisis
0	1	Inapreciable	No necesario
1	2 a 3	Bajo	Puede ser necesario
2	4 a 7	Medio	Necesario
3	8 a 10	Alto	Necesario pronto
4	11 a 15	Muy alto	Actuación inmediata

Fuente: Método REBA (2007)

De la Tabla 10 se deduce que el nivel de riesgo para un trabajador de Metaljet en cuanto a su postura es muy alto y se requiere una actuación inmediata. Las propuestas para solucionar esta situación se presentan en el siguiente

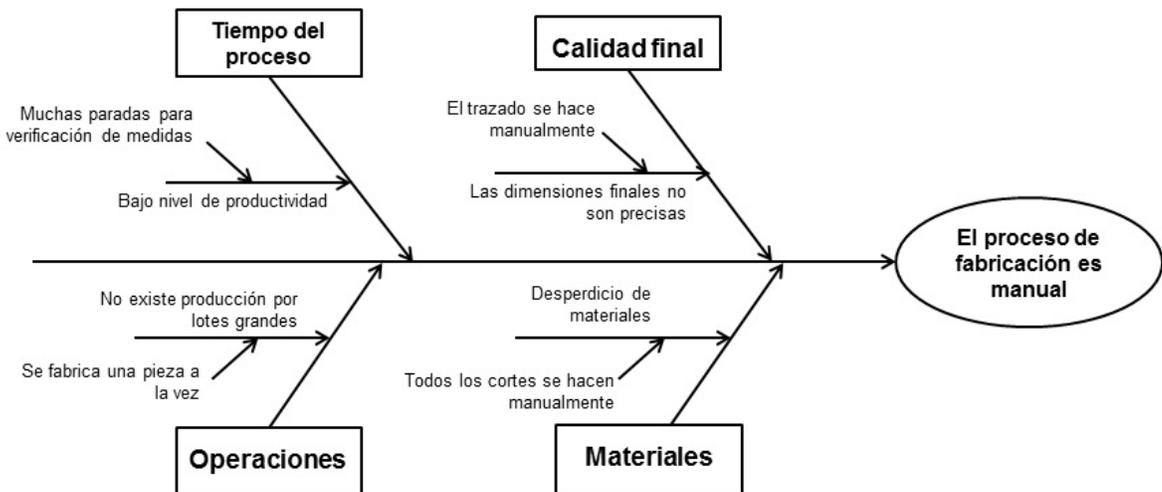


capítulo.

#### 4.8 FABRICACIÓN SOPORTES PARA BARANDAS

Dentro de los productos que la empresa fabrica se destacan por su volumen de demanda los soportes para barandas, por lo que se hace necesario revisar su proceso de fabricación teniendo en cuenta el diagrama causa efecto que se presenta en la Figura 31; dado que en la actualidad el proceso de fabricación de estos soportes es completamente manual, el nivel de productividad es bajo, las dimensiones de los soportes no son suficientemente precisas, se presenta desperdicio de materiales y existen interrupciones en el proceso de producción.

Figura 31. Diagrama causa efecto proceso soporte para barandas





---

Teniendo en cuenta que este producto tiene una demanda considerable, en la medida se diseñe un proceso de fabricación un poco más automatizado se pueden corregir las diferentes situaciones propias del actual proceso manual. En el siguiente capítulo se presenta también la solución planteada para este proceso de fabricación.



---

## 5. PROPUESTAS

### 5.1 PROPUESTA DE REUBICACION DE MAQUINARIA Y EQUIPOS

Tal como se resumió en la Figura 22, los inconvenientes relacionados específicamente con la distribución de la planta de la empresa Metaljet generan en la actualidad restricciones al pleno aprovechamiento de las máquinas con que cuenta el taller, discontinuidades en los procesos, dificultades en el traslado de materiales y excesivos desplazamientos improductivos de los operarios, entre otros efectos que reducen la eficiencia del taller.

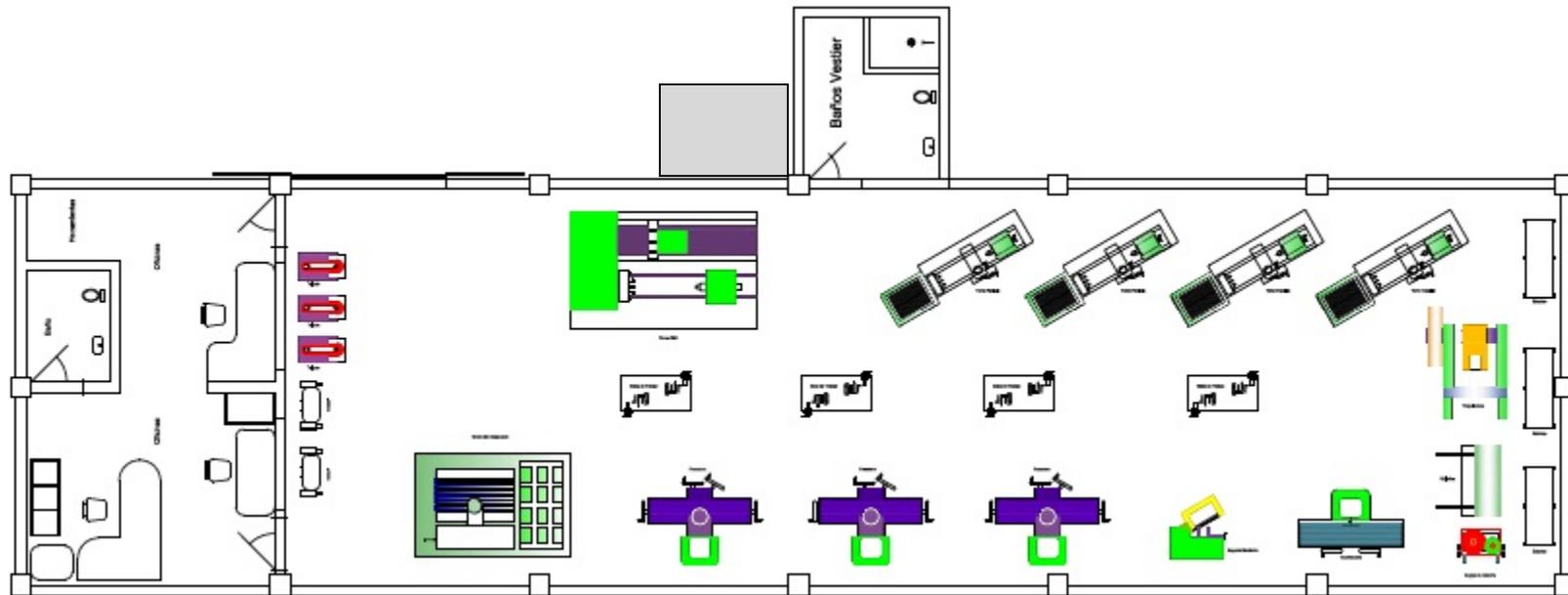
Una vez reconocidas las deficiencias de la actual distribución de los equipos dentro de la planta, se procedió a estudiar diferentes opciones, teniendo en cuenta el tipo de productos que mayor demanda tienen por parte de los clientes y la secuencia que tienen los procesos necesarios para la elaboración de esos productos. Con base en ese como criterio principal se plantearon diferentes opciones para la nueva distribución de la planta, las cuales fueron evaluadas hasta llegar a la propuesta final que se presenta en la Figura 32.

La nueva distribución se caracteriza especialmente por la localización de los tornos a un costado de la planta, incluyendo el torno de control numérico computarizado, CNC, y las fresadoras al costado opuesto, junto con el centro de mecanizado. En el centro de la planta se localizan las mesas de trabajo y en los espacios restantes los demás equipos, agrupándolos por tipo de equipo, es decir, todos los esmeriles en un mismo sector, e igual con los taladros, etc. Lo que se logró con esta distribución se resume en los siguientes puntos:



- 
1. En el caso de los productos cuya fabricación requiere tanto de fresadora como de torno, el desplazamiento del operario y de los materiales normalmente es mínimo.

Figura 32. Nueva distribución en planta



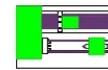
Convenciones:



Taladro



Fresadora



Torno CNC



Segueta



Universidad de Carabobo

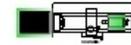
Escuela de Ingeniería Industrial



Mesa de trabajo



Centro de  
mecanizado



Torno



Esmeril



2. Cuando un operario necesita emplear un taladro o un esmeril sabe que debe desplazarse a un único sitio de la planta en el que se encuentran todos los equipos similares, lo que incrementa las posibilidades de que encuentre uno que se encuentre desocupado evitando trasladarse por todo el taller.
3. Debido a que los tornos se colocan de manera inclinada respecto de las paredes del taller hace que se puedan mecanizar piezas más largas sin obstruir la circulación.
4. La segueta mecánica y los equipos de oxicorte se localizan en un mismo sector de la planta, teniendo en cuenta que su función básica es la de cortar el material antes de iniciar propiamente los procesos de mecanizado.

Se recomienda una distribución por procesos dado las siguientes características presentes en la planta:

- Hay una gran variedad de productos a elaborar
- Las piezas son fabricadas de acuerdo a especificaciones del cliente
- Se requieren numerosas inspecciones en la elaboración del producto
- Es difícil hacer estudios adecuados de tiempo y movimientos
- Se necesita usar la misma máquina para dos o mas operaciones diferentes

A continuación se presentará las áreas de la manera como será distribuida la planta teniendo una disponibilidad de 200m<sup>2</sup> de galpón:



<b>Área Torneado</b>	<b>Área Fresado</b>	<b>Área Corte</b>	<b>Área Esmerilado</b>	<b>Área Taladrado</b>	<b>Área Herramientas</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 4 Tornos</li> <li>• 1 Torno CNC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 Centro Mecanizado</li> <li>• 3 Fresadoras</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 Prensa</li> <li>• 1 Cizalla</li> <li>• 1 Equipo de Oxicorte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 Esmeriles</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3 Taladros</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3 Estantes</li> <li>• 4 Mesas de trabajo</li> </ul>

Se establece una escala de deseabilidad que se presenta a continuación:

<b>Escala de Deseabilidad</b>	<b>Puntos</b>
Contacto altamente frecuente	10
Contacto frecuente	8
Contacto ocasional	6
Contacto intermedio	4
Proximidad no importante	2
No deseable que este cerca	1

Se construye una tabla de preferencia a partir de la escala de deseabilidad

Torneado	Torneado			
Fresado	<b>10</b>	Fresado		
Corte	<b>6</b>	<b>8</b>	Corte	
Esmeril y Taladros	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	Esmeril y Taladros



A continuación se procede a la evaluación de puntos:

<b>EVALUACIÓN DE PUNTOS</b>	<b>PUNTOS</b>
Torneado – Fresado	10
Torneado – Corte	6
Torneado – Esmeril y taladros	2
Fresado – Corte	8
Fresado – Esmeril y taladros	2
Corte – Esmeril y taladros	2
<b>TOTAL</b>	<b>30 ptos.</b>

Debido a la limitante del espacio ya disponible, se considerara esta opción como la más correcta.

## **5.2 ESTRATEGIA PARA LA IMPLEMENTACION DE LA METODOLOGIA 5S**

En la Figura 23 se resumió la situación existen en relación con los problemas de falta de ordenamiento y limpieza de la planta, los que generan que se extravíen piezas y herramientas, que se desperdicien materiales, que los operarios pierdan buena parte de su tiempo tratando de encontrar lo que necesitan para hacer su trabajo, y que se presente un mayor riesgo de accidentes de trabajo. La estrategia más apropiada para lograr corregir este tipo de situaciones es la implantación de la estrategia de las 5 S, teniendo en cuenta las consideraciones hechas dentro del marco teórico del presente trabajo.

Dando aplicación al marco teórico, se desarrollará un cronograma específico para la implementación de la metodología de las 5s con el propósito de asegurar el logro de todos los objetivos esperados de ese programa. En la Figura 33 se presenta el cronograma diseñado para ese propósito.



Figura 33. Cronograma del programa 5s

ACTIVIDAD	SEMANA								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
DIAGNOSTICO	■								
SENSIBILIZACIÓN		■							
CAPACITACIÓN		■							
SEIRI (Clasificación)			■	■					
Eliminación de no necesarios				■					
SEITON (Orden)					■	■			
SEISO (Limpieza)					■	■	■		
SEIKETSU (Estandarizar)								■	
SHITSUKE (Disciplina)									■

Teniendo en cuenta la importancia de este proyecto para la empresa y el hecho de que prácticamente la totalidad de quienes deben hacer parte del mismo desconocen el sustento teórico y las implicaciones del mismo, después de realizado el diagnóstico inicial, se debe empezar con una charla de sensibilización y capacitación. En la primera charla formal se debe explicar todo el programa a seguir, y se propondrá establecer que todos los días viernes después de las 3 de la tarde se realicen charlas informales de retroalimentación y capacitación, dado que además de recordar la metodología y el paso a seguir, esta actividad de los viernes generará el espacio necesario para que los operarios opinen y se comprometan con la creación de un hábito de limpieza y orden. Como un primer producto de esa actividad de los días viernes se procurará que la etapa de limpieza (Seiso) se produzca simultáneamente con la de orden (Seiton), para poder enfrentar la gran cantidad de suciedad acumulada.



---

**5.2.1 Sensibilización.** Para el diseño de esta actividad, se tomaron durante toda la primera semana fotos de los lugares críticos; posteriormente el día viernes se hará una presentación con video beam, mostrando a los asistentes las imágenes tomadas del mismo taller. Esas imágenes permitirán reflexionar junto con los empleados acerca del ambiente de trabajo en el que desempeñan sus labores, preguntándoles su opinión acerca de estos problemas de desorden y limpieza. Después de que los presentes observen las fotos y se haga la reflexión, se espera que todos quieran participar de un programa que permita obtener un ambiente limpio y ordenado, lo que evidenciará el cumplimiento del objetivo de sensibilización

**5.2.2 Capacitación.** Después de la sensibilización, se dará paso a la primera capacitación, en la que se explicará en qué consiste el programa 5S, los beneficios que trae a la empresa y a los operarios que forman parte de esta, además de la metodología que se utilizará para su implementación.

**5.2.3 Cuestionario inicial de las 5S.** Durante la capacitación sobre la estrategia de las 5S se aplicará el cuestionario que aparece en la Tabla 11, con el objeto de ayudar en la toma de conciencia por parte de todo el equipo de trabajo, ya que con frecuencia las personas se habitúan, sin darse cuenta de ello, a trabajar en medio de un ambiente de trabajo desordenado.

A pesar de que las preguntas que se incluyen en el cuestionario de la Tabla 11 se responden de manera automática con las fotos exhibidas durante el proceso de sensibilización, el objetivo de incluirlas en el cuestionario es lograr una



sensibilización a nivel individual y no solo grupal, dado que solamente a través del compromiso individual es posible obtener resultados efectivos en tareas de ordenamiento y limpieza. La consigna que se manejará será que el taller se mantiene limpio y ordenado gracias a lo poco que se desordene o ensucie y no gracias a lo mucho que se limpie y ordene.

**Tabla 11. Cuestionario inicial de las 5 S**

No	PREGUNTA	SI	NO
1	¿Se tiene material acumulado en las áreas de trabajo?(viruta, tornillos, residuos de materiales, herramientas, etc)		
2	¿Se han realizado malos trabajos como consecuencia de la suciedad? (error en la toma de mediadas finales, repetición de trabajos por extravío, etc.)		
3	¿Considera que las áreas de trabajo están ordenadas?		
4	¿Cuando requiere materiales y herramientas, éstas se encuentran disponibles para su uso?		
5	¿En su área de trabajo hay artículos que no son suyos y que no sabe de quién son?		
6	¿Se encuentran a la vista todos los elementos que requiere para trabajar?		
7	¿Cuenta con materiales de más para hacer el trabajo?		
8	¿Retira con frecuencia la basura de su área de trabajo?		
9	¿Cuenta con un área para colocar los objetos personales?		
10	¿Consideras que su equipo y su área de trabajo están limpios?		
11	¿Considera que las áreas comunes de trabajo están ordenadas?		

Como consecuencia de la aplicación del cuestionario contenido en la Tabla 11 los operarios notarán que individualmente están haciendo y/o dejando de hacer



ciertas cosas que contribuyen a la situación actual de la empresa en cuanto al orden y el aseo. Con el objetivo de evaluar periódicamente el avance en los resultados de la estrategia de las 5S se diseñó un formulario adicional que se presenta en la Tabla 12. Mediante la aplicación de ese instrumento se evalúan 19 diferentes aspectos específicos y concretos, dentro de una escala de evaluación de 1 a 4: 1, casi nunca; 2, algunas veces; 3, casi siempre; 4 siempre. El máximo puntaje posible es entonces de 76 puntos y el mínimo es de 19.

**Tabla 12. Cuestionario diseñado para la creación de disciplina**

SEMANA:		PUNTUACIÓN			
AUDITOR:					
FASE	CONCEPTO	1	2	3	4
CLASIFICACIÓN	Los bancos de trabajo están libres de elementos innecesarios(herramientas, envases, materiales, etc)				
	Las cosas útiles están separadas de las inútiles				
	Presencia de herramienta o material obsoletos				
	Presencia de cartones, virutas, líquidos, etc.				
	Resto productos series de producción anteriores				
ORDEN	Materiales , herramientas, etc., se encuentran en el lugar apropiado				
	La planta se encuentra libre de objetos personales como ropa, zapatos, etc.				
	Lo necesario está identificado, almacenado correctamente				
LIMPIEZA	Los lugares de trabajo se barren al finalizar la jornada de trabajo				
	Las máquinas se mantienen libres de viruta y desperdicios.				



	Los uniformes de trabajo permanecen limpios, y bien puestos.				
	Los operarios utilizan los uniformes de la empresa.				
DISCIPLINA	Existe una colaboración activa de los operarios en la limpieza diaria de las instalaciones.				
	La tendencia en el nivel de limpieza es positiva.				
	Los operarios llegan a tiempo a su lugar de trabajo.				
	A los implementos de seguridad del personal se les hace el mantenimiento necesario.				
	Se hace reconocimiento al personal por las mejoras realizadas.				
	Se sanciona al personal que no lleva acabo los estándares de limpieza y orden exigidos.				
	El plan de mejora se mantiene activo y continuo.				
TOTAL					

Para tener una idea clara acerca del estado en el que se encuentra la empresa antes de empezar a implementar la estrategia de las 5S, se llevó a cabo una prueba de diagnóstico en la que se obtuvieron 30 puntos de los 76 necesarios, lo que traduce en un 39.5% de implementación.

**5.2.4 Desarrollo del plan de mejora.** Los viernes de cada semana se programará una reunión con todo el personal de la empresa al inicio de la jornada, verificando la asistencia mediante listados firmados; en cada reunión se hará retroalimentación de la S anterior, así como una capacitación acerca de la S a seguir o acerca de lo que se quiere lograr en la jornada, y cómo lograrlo. En estas reuniones se establecen los objetivos y la forma en la que se llevarán a cabo, de la siguiente manera:



---

5.2.4.1 *Primera "S" Seiri.* De acuerdo con el marco teórico, esta primera etapa consiste en clasificar las cosas necesarias y las innecesarias. Además de esto es necesario saber qué se va a hacer con las cosas que no son necesarias y se debe establecer un criterio de evaluación. Para esta tarea el criterio utilizado será la frecuencia de uso, de la siguiente manera y según se presenta en la Tabla 13:

- Artículos de uso diario: Deben estar ubicados en los bancos de trabajo.
- Artículos uso poco frecuente: Deben ubicarse todos en un mismo lugar.
- Artículos que ya no se utilizan: Se debe entrar a valorar si resulta más conveniente guardarlos en un sitio distante o venderlos, si es posible, de lo contrario se deben botar.



**Tabla 13, Clasificación para el ordenamiento**

Descripción del Artículo	Frecuencia de Uso (Meses)				Disposición/Evaluación		
	De 0 a 3	De 3 a 6	Más de 6	No se Usa	Desechar	Mover de Área	Dejar en el lugar
Mesas de Trabajo (4)	X					X	
Carruchas (2)	X					X	
Estantes para Herramientas (3)	X						X
Torno CNC (1)	X						X
Recipientes de Desechos (5)	X					X	
Desperdicios en General				X	X		
Centro de Mecanizado (1)	X					X	
Prensa (1)	X						X
Tornos (4)	X					X	X
Esmeriles (3)							
Fresadoras (3)	X						X
Segueta Mecánica (1)	X					X	
Rectificadora (1)	X						X
Taladros de Mesa (3)	X					X	
Cables y Alambres en General	X	X				X	
Contenedores de PT	X	X				X	
Llaves, Tuercas, Pernos, Tornillos	X	X				X	
Dispensadores de Agua Potable (2)	X						X
Martillos, Alicates, Mandriles	X					X	
Microondas (2)	X					X	



Articulos de Limpieza	x					x	
Objetos de Uso Personal	x			x	x	x	
Cartelera Informativas (4)			x		x	x	
Escalera (1)	x					x	
Troqueles Varios	x	x	x			x	
Cafetera (1)	x					x	
Sillas (5)	x					x	
Máquina de Soldar (1)	x					x	
Cizalla (1)	x					x	
Cintas Plásticas, Envoltorio Plástico, Tirros	x					x	
Montacarga (1)	x					x	
Piezas Defectuosas, Viruta				x	x		
Barras de Acero 12L14 (10)	x	x	x			x	
Barras de Acero 4140 (12)	x	x	x			x	
Bloques de Acero 8620 (4)	x	x	x			x	
Barras de Nylon (5)	x	x	x			x	
Platinas de Aluminio (20)	x	x	x			x	
Soporte para Barandas - PT (150)		x	x			x	
Grapas Galvanizadas - PT (200)		x	x			x	
Equipo de Oxicorte (1)	x					x	

Cada uno de los operarios se encargará de evaluar su puesto de trabajo; los artículos de poco uso se llevarán al almacén de materias primas, los que no se utilizan se ubicarán en un lugar retirado de la zona de producción y



---

otros se botarán. Al final de esta primera jornada se obtendrá como resultado una planta libre de residuos y de material inservible.



---

5.2.4.2 *Segunda "S" Seiton*: Esta segunda etapa consiste en ordenar, como se explicó en el marco teórico. La tarea será entonces la de buscar el lugar adecuado para situar cada una de las cosas útiles, teniendo siempre en cuenta el fácil acceso que a ellas debe tener todo el personal, como se explica a continuación.

Con la materia prima se propondrá:

- Las varillas de acero, las platinas y las láminas se podrían colocar todas en un mismo lugar a la entrada de la planta de producción, que es de fácil acceso para todo el personal y donde se preservan en buenas condiciones.

Con la herramienta se propondrá:

- La herramienta de uso más frecuente como brocas, buriles, seguetas, y limas, seguirán teniendo carácter personal y quedaran guardadas en cada uno de los bancos de trabajo, en donde cada operario sea responsable de su uso y cuidado.
- Herramientas con menor frecuencia de uso como mandriles, fresas, prensas, repuestos para la segqueta eléctrica, troqueles, etc., pueden quedar en el almacén de materia prima, en donde serán entregadas a la persona que lo solicite haciéndose responsable de su correcta utilización y devolución.



- 
- Las herramientas prestadas a lo largo de la jornada deberán quedar guardadas en el almacén al finalizar cada día.
  - Las plantillas quedarán colgadas cerca de los dispositivos en donde son utilizadas.

La implementación de esta segunda “S” permitirá el ahorro de tiempo ya que el personal encuentra fácilmente herramientas y materias primas, además de que se puede ejercer un mejor control de los materiales utilizados en la fabricación y de las herramientas de trabajo. También permite un mejor mantenimiento de los equipos e implementos de trabajo.

*5.2.4.3 Tercera “S” Seiso.* Esta “S” que consiste en limpiar profundamente y con los productos y herramientas adecuadas, se busca mantener un ambiente sano, además de ayudar al mantenimiento de la maquinaria y a prevenir accidentes.

Para llevar a cabo esta tarea se realizará una jornada de limpieza en la que se soplen y aspiren máquinas, en esta jornada se propondrá que antes de finalizar la jornada diaria se deje barrida y libre de virutas la planta de producción. En esta jornada de limpieza se identificarán los principales focos de desorden y las mejoras que se deban implementar para su eliminación o apaciguamiento y se acordará la aplicación de un instrumento de evaluación periódica de la limpieza, que se presenta en la Tabla 14.



Tabla 14. Formulario para evaluación de la limpieza

<b>METALJET SERVICIOS INDUSTRIALES C.A.</b>							
<b>Control de Limpieza Área de Producción</b>							
<b>Semana:</b> _____							
Actividad	Asignado A	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Frecuencia
Barrer viruta y polvo presente en el piso							Diario
Limpiar maquinarias y equipos de virutas y desechos							Diario
Colocar herramientas de trabajo en los estantes							Diario
Limpiar mesas de trabajo							Diario
Colocar agua potable en los dispensadores							Semanal
Desocupar recipientes de desechos							Diario
Colocar bolsas negras en recipientes de desechos							Diario
Limpiar y lavar el baño							Interdiario
Colocar papel higienico							Interdiario
Limpiar microondas							Semanal
<b>Observaciones:</b> _____							



Universidad de Carabobo

Escuela de Ingeniería Industrial





---

5.2.4.4 *Cuarta “s” Seiketsu.* Esta “S” se refiere al control visual y busca estandarizar el nivel de limpieza y orden alcanzado; en pocas palabras busca preservar las tres etapas anteriores. En esta tarea es fundamental el papel de la gerencia, porque es ella la que debe establecer las normas y controles a ejecutar. Para ello se establecerá utilizar el cuestionario de evaluación utilizado al comienzo del programa.

5.2.4.5 *Quinta “s” Shitsuke.* Esta S se traduce en disciplina, la disciplina de cumplir y hacer cumplir las normas que hacen posible el éxito de la implementación de las 5 “S”. En esta etapa es fundamental mantener la motivación de los operarios para que la estrategia no se vea como una obligación, si no como una ayuda al buen desempeño de sus actividades cotidianas. Esta “S” es el pilar fundamental de toda la estrategia porque de ella depende el cumplimiento de las normas establecidas y sin ella se volvería rápidamente al estado inicial de la estrategia.

**5.2.5 Evaluación de resultados.** Al terminar el proceso de sensibilización y capacitación se hizo seguimiento y se volverá a hacer medición a las seis semanas, aplicando el mismo cuestionario que se empleó en la fase inicial (numeral 5.2.3).

## 5.2.6 Conclusiones.



- 
- Este proceso de implementación permitirá una mejor comunicación con los operarios y aumento el sentido de pertenencia hacia la empresa.
  - Disminuirán los tiempos de operación, ya que los operarios encontrarán fácilmente las herramientas, y materiales para el desarrollo de sus labores.
  - Mejorará notablemente el ambiente de trabajo.
  - La empresa deberá proporcionar elementos de seguridad y dotación nuevos a sus operarios.
  - Los objetivos planteados al inicio del proceso serán cumplidos.

### **5.3 PROPUESTA PARA EL MANEJO DE LOS PROBLEMAS POSTURALES**

Como se observó al aplicar el método REBA, la máquina que genera mayores inconvenientes posturales para los operarios de Metaljet es la fresadora, por lo cual se analizó en primera instancia las razones que generan inconvenientes durante su operación.

La fresadora es una máquina que puede tener movimientos de su mesa de trabajo en los tres ejes: dirección vertical, dirección horizontal transversal y dirección horizontal longitudinal; por su parte la herramienta, que es la fresa, tiene movimiento rotativo. La condición de trabajo crítica se presenta cuando el operario debe agacharse para accionar las manivelas que permiten desplazar la mesa de la máquina, tal como se ilustra en la Figura 25. Si bien es cierto que en algunos casos resulta inevitable asumir posiciones como esas, también es cierto que en

algunos casos se puede lograr que el operario logre trabajar de manera erguida, como se ilustra en la Figura 34. Para lograr esa posición, lo que el operario debe hacer es ajustar la mesa de la máquina en la altura máxima que sea posible, lo cual depende especialmente del tamaño de la pieza que se deba mecanizar.

**Figura 34. Posición de trabajo ideal en la fresadora**



La posición de trabajo que se ilustra en la Figura 34 elimina la inclinación de la cintura; existen sin embargo momentos durante los procesos de mecanizado en los cuales el operario necesita acercar su cabeza a la herramienta para apreciar con mayor precisión su posición respecto de la pieza que se está mecanizando, lo mismo que cuando debe tomar medidas de precisión. También se presentan situaciones en las que el operario debe desplazar la mesa simultáneamente en



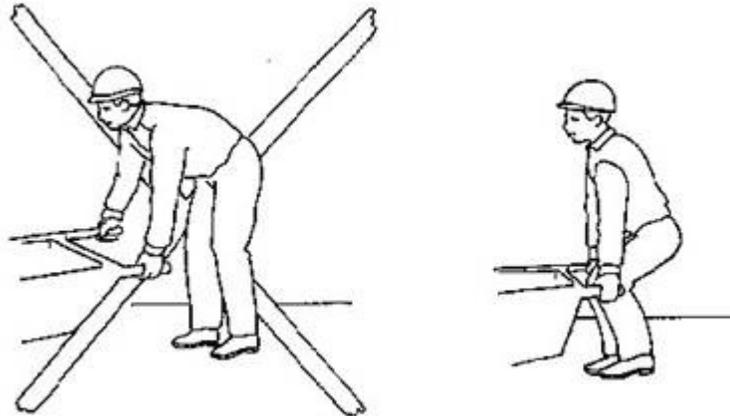
---

dos direcciones, lo cual puede implicar que estire sus dos brazos para alcanzar las dos manivelas, causando posiciones de trabajo incómodas, también inevitables.

En aquellas situaciones en que el operario debe operar durante mucho tiempo con la mesa a una altura por debajo de su cabeza, lo recomendable es que utilice una silla que le permita apoyar su cuerpo para descansar sus piernas y evitar la inclinación de la cintura, con lo cual puede trabajar jornadas más largas sin fatigarse ni esforzar su cuerpo. Esto aplica no solamente para la fresadora sino para las demás máquinas existentes en la planta de Metaljet.

Otra situación reiterativa en la empresa es la mala posición de la cintura cuando los operarios se agachan para recoger objetos del piso o para levantar materiales o cajas con piezas terminadas o en proceso; en este caso el error postural consiste en doblar la cintura, lo que ocasiona riesgos de hernias y esfuerzos inapropiados de la columna vertebral. La posición correcta a adoptar en estos casos se presenta en la Figura 35.

**Figura 35. Posición para agacharse.**



Como se observa en la Figura 35, lo correcto es doblar las rodillas en lugar de doblar la cintura, con lo cual el esfuerzo al levantarse lo hacen las piernas y no la cintura.

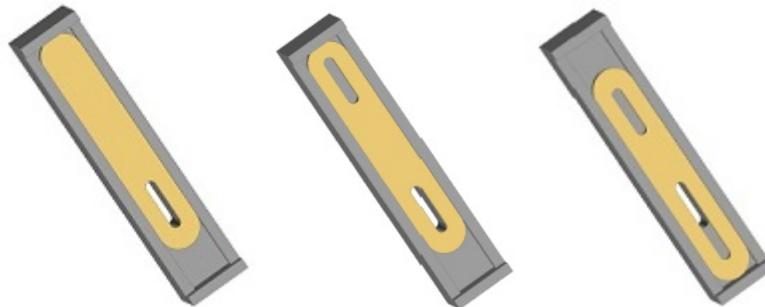
Una vez identificadas estas soluciones, se procederá a realizar unas charlas con los operarios de Metaljet para explicarles tanto los riesgos generados por los errores posturales durante su jornada de trabajo, como las formas correctas de hacer uso de las máquinas y en general de hacer su trabajo. Un aspecto importante para lograr resultados en este aspecto consiste en que el jefe de taller le otorgue a este aspecto la importancia que merece y que corrija los errores que observe en esta materia durante la jornada de trabajo y, por otro lado, que los mismos operarios sean conscientes de que son ellos y sus familias los directamente afectados en el largo plazo por la observancia que hagan o dejen de hacer a estas recomendaciones, aspecto que se destacó durante las charlas a los operarios.



## 5.4 PROPUESTA DE DISPOSITIVO A PRUEBA DE ERROR PARA SOPORTES PARA BARANDAS

Tal como se observó en el diagrama causa efecto de la Figura 31 y en el numeral 4.8, la fabricación de los soportes para barandas son unos de los productos con mayor demanda para Metaljet, y en la actualidad se hace de manera completamente manual, generando bajos niveles de productividad, imprecisión en sus dimensiones finales y desperdicio de materiales. La solución que se propone para superar estas situaciones es la modificación del proceso de producción, mediante el empleo secuencial de un dispositivo a prueba de error para, como se muestra en la Figura 36.

**Figura 36. Dispositivo a prueba de error para fabricar soportes para barandas**



El nuevo proceso consiste en tres pasos en el orden en que aparecen en la Figura 36. Una vez se recortan las platinas, éstas se pasan por el dispositivo (color gris en la figura 36) en la primera posición, haciendo la primera perforación. Luego se voltea la platina y se coloca de nuevo en el dispositivo, por el extremo contrario, con lo cual se hace la perforación en el otro extremo; por último se desplaza la platina hacia el extremo del dispositivo y se acciona nuevamente la máquina, produciendo la perforación alargada en el extremo de la platina, con lo cual queda



terminado el soporte para barandas. Con este dispositivo se eliminan las marcaciones que en la actualidad el operario hace a mano con lápiz.

Este cambio en el proceso permite por un lado una mayor precisión en las dimensiones y especialmente un importante incremento en la productividad, pues según las mediciones hechas, se logra una reducción aproximada del 35% en el tiempo de producción.

## **5.5 EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LAS MEJORAS PROPUESTAS**

A pesar de que dentro de los objetivos planteados para el presente trabajo no se menciona la evaluación económica de las propuestas de mejoramiento planteadas, teniendo en cuenta que las propuestas buscan mejorar los resultados de la empresa Metaljet Servicios Industriales, la que persigue objetos de lucro, no debe dejarse sin analizar este aspecto para asegurarse de que las propuestas planteadas generarán beneficios para la organización.

La discriminación de los costos se presenta en la Tabla 15 donde se hizo una descripción de los gastos que son necesarios para la implementación de la propuesta.

Para la propuesta de la reubicación de maquinaria y equipos se tomo en cuenta el costo de alquiler de un montacargas por un día, el salario de la persona que operará el montacargas por un día, el valor del cableado necesario para la nueva ubicación de las máquinas, pago de la persona encargada del nuevo tendido eléctrico y los costos relacionados a la parada de producción por un día que se ocasionará al poner en marcha la nueva ubicación de la maquinaria. Con



respecto a la implementación de la metodología 5S se tomó en cuenta el pago del salario del especialista encargado de poner en marcha la metodología 5S que asistirá a la empresa dos veces por semana por cuatro semanas haciendo una valoración de su trabajo de BsF. 300/hora.

Para la propuesta del manejo de problemas posturales se tomaron en cuenta los honorarios que genera el especialista al realizar 2 charlas de iniciación y 4 carteleras que se serán colocadas en la planta para informar al personal de manera gráfica sobre las posturas adecuadas al trabajar además de presentar los avances conseguidos por el comité de higiene y salud ocupacional. Por último se consulto en el mercado sobre el costo del material necesario para la fabricación del dispositivo para los soportes para barandas así como el valor del operario que la realizará teniendo como tiempo de fabricación una semana.

**Tabla 15. Valoración económica de las propuestas:**

CONCEPTO	DESCRIPCIÓN	VALOR (BSF)
<b>Reubicación de maquinaria y equipos</b>	Alquiler de montacargas	8.000,00
	Pago salario de montacarguista	800,00
	Reubicación de tendido eléctrico	5.000,00
	Pago salario electricista	800,00
	Costos inherentes a parada de producción	5.000,00
<b>Implementación metodología 5S</b>	Costo asesoría especialista	4.800,00
<b>Manejo de problemas posturales</b>	Charlas y jornadas de capacitación	3.500,00
	Compra de carteleras para la planta	500,00
<b>Dispositivo a prueba de error para soporte para barandas</b>	Material requerido para la fabricación de dispositivo	3.000,00
	Pago salario operador de maquinas y herramientas	800,00
<b>TOTAL</b>		<b>32.200,00</b>



---

### 5.5.1 Beneficios Cualitativos para la Empresa.

- Mejora considerablemente de los tiempos en cada etapa de los procesos de producción que ocurren en la planta
- Disminución de movimientos innecesarios por parte de los operarios en la elaboración de piezas a fabricar
- Ambiente laboral más limpio y organizado
- Creación de procedimientos que garanticen sostenibilidad de las propuestas en el tiempo
- Optimización de la calidad del producto mediante mecanismos que mejoran las características finales de las piezas disminuyendo los reclamos por parte de los clientes.
- Facilidad para los trabajadores al elaborar piezas mediante el diseño del dispositivo a prueba de error.



---

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La realización del presente trabajo permitió en primer lugar identificar que la empresa Metaljet Servicios Industriales C. A. ha logrado superar exitosamente sus primeros cinco años de actividad, si se tiene en cuenta que presenta demanda permanente de sus servicios y que ha logrado ampliar el número de equipos instalados; esa es una realidad evidente que no logran muchos de los emprendedores que inician una empresa, y es señal de que los inconvenientes que se presentaron fueron adecuadamente manejados en el caso de Metaljet. Sin embargo se identificaron varias situaciones sujetas de mejoramiento, como fueron las siguientes:

1. Se modificó la distribución de los equipos en la planta, generando reducción en los desplazamientos de los operarios, reducción en los tiempos de proceso de los productos, mayor sensación de orden y organización y, en resumen, incremento de la eficiencia general de la empresa.
2. Se aplicó la metodología 5S, la cual es hoy una cultura de la empresa, con lo cual se ha logrado una mayor disciplina, organización de los puestos de trabajo, limpieza general y permanente, reducción de los riesgos de seguridad industrial, mejor acceso a las herramientas, menor desperdicio de materiales, eliminación de pérdidas de tiempo en la búsqueda de



---

herramientas y materiales y mayor sentido de pertenencia de los operarios.

3. Se corrigieron errores en las posturas adoptadas por los operarios durante la jornada de trabajo, especialmente en la fresadora. Sin embargo estas no son aún un hábito y es necesario continuar la labor del jefe de producción del taller para corregir algunos errores que aún se presentan en este aspecto.
4. Se modificó el procedimiento de fabricación de los soportes para barandas, que es uno de los productos de mayor demanda de Metaljet, lo que permitió una reducción del 35% del tiempo requerido y una mayor precisión en las dimensiones de estas piezas.

Dentro de las recomendaciones que se hacen a la administración de la empresa se destacan las siguientes:

1. Demarcar las áreas de trabajo mediante la pintura del piso con productos epóxicos, con lo cual se logra un ambiente aún más organizado de la empresa.
2. Instalación de mayor cantidad de tejas transparentes en el techo para lograr una iluminación natural del taller que contribuya a la elaboración de productos con mayor calidad y evite situaciones de riesgo que en la actualidad se generan en ciertas áreas oscuras.



- 
3. Cerramiento del área de materiales y de productos terminados, para lograr una mayor organización en los procesos de costeo de los productos y facturación a los clientes.
  4. Dotación de elementos de seguridad industrial como protectores auditivos, gafas y guantes a los operarios, para prevenir accidentes.



---

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ÁLVAREZ, Humberto. (2008). Manual de entrenamiento para coordinadores TPM, [en línea]: documento electrónico de internet. Disponible en: <http://www.ceroaverias.com/centroTPM/articulospublicados/autonomoydo.pdf>
- ARATA, Adolfo. (2005). Mantenimiento centrado en el negocio. En su: Manual de gestión de activos y mantenimiento, Editorial Ril,
- Arias, F. (2006) El proyecto de Investigación, Introducción a la metodología científica. Quinta Edición. Episteme, Caracas, Venezuela.
- Avendaño, D. y Cabal, J. (2008). Propuesta de mejoras en los metodos de trabajo de una linea de mecanizado de tubos (Caso: Dana Traction Technologies, C.A.). Trabajo de Grado no publicado. Valencia: Universidad de Carabobo.
- Balestrini, M. (2008). Cómo se Elabora el Proyecto de Investigación. Servicio Editorial Consultores Asociados BL. Tercera Edición. Caracas, Venezuela.
- Barroeta, M. (2007). Propuestas de Mejoras para la Disminución de Tiempos de Puesta a Punto de Máquinas de Impresión de Pailas, Caso: Cervecería Polar Planta Metalgráfica. Universidad de Carabobo. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Industrial. Valencia, Venezuela.



- 
- BLANCO, Santiago. (2010). Los factores clave del mantenimiento. Confederación Panamericana de Ingeniería Mecánica, Eléctrica, Industrial y Ramas Afines.
  - Burgos, F. (2003). Ingeniería de Métodos. Valencia, Venezuela: Clemente Editores, C.A.
  - Carson, G. Bolz, H. Young, H. (1972) Production Handbook (Manual de producción). Ronald Press Publication. Estados Unido
  - Chase, Jacobs y Aquilano (2009). Administración de la Producción y Operaciones para una ventaja competitiva. Mc Graw Hill.
  - Chase, B. Jacobs, R. y Aquilano, N. (2009). Administración de operaciones: producción y cadena de suministros. Duodécima edición. McGraw Hill Editores, Ciudad de México.
  - CUATRECASAS, Luis. (2009). Diseño Avanzado de Procesos Y Plantas de Producción Flexible. PROFIT Editorial. Barcelona. p. 171.
  - FERNÁNDEZ, Ricardo. (2008) Manual de prevención de riesgos laborales para no iniciados. p. 31.
  - Galindo E. y Villaseñor A. (2007). "Manual de Lean Manufacturing" Limusa, México.



- 
- GÓMEZ, Carola. (2008) Mantenimiento productivo total, [en línea]: documento electrónico de internet, Disponible en: <http://www.scribd.com/doc/6884750/MANTENIMIENTO-PRODUCTIVO-TOTAL-TPM>.
  - Grant, W. (1995) Handbook of Industrial Engineering and Management. (Manual de ingeniería industrial y gerencia). Prentice Hall. Estados Unidos.
  - International Organization of Standardization (ISO). Norma Internacional ISO 9000: 2005. Sistemas de gestión de calidad. Fundamentos y vocabularios.
  - Kotler, P. y Armstrong, G. (2004). Marketing. Décima Edición. Prentice Hall Editores, Madrid, España.
  - LEFCOVICH, Mauricio. (2004). Kaizen, La detección, prevención y eliminación de desperdicios.
  - MEYERS, Fred. (2000). Estudios de tiempos y movimientos. Pearson Education. Traducción Gabriel Sánchez García. p. 17.
  - Organización Internacional del Trabajo – OIT. (2009) Normas de la OIT sobre Seguridad y Salud en el trabajo. p.88.
  - Pescoso, C. y Rodríguez, G. (2010). Propuesta de mejora para reducir desperdicios en una empresa de mecanizado de sistemas de tuberías automotrices caso: TI Group Automotive Systems de Venezuela C.A.



---

Universidad de Carabobo. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Industrial. Valencia, Venezuela.

- Pritchard, R. (1990). Measuring and Improving Organizational Productivity (Medición y mejoramiento de la productividad organizacional). A practical Guide. Praeger. Estados Unidos.
- Reyes, P. (2007) Manufactura Lean. Editorial Trillas, Bogotá, Colombia.
- Sabino, C. (2004). El Proyecto de Investigación. Ediciones Panapo, Caracas.
- Salvendy, G. (1990). Biblioteca del Ingeniero Industrial. Limusa. México.
- Shingo , S. (1985). A Revolution in Manufacturing: SMED System. United States of America: Productivity Press.
- Silva. J. (2008). Diseño de un sistema Kanban para la línea Toyota de la empresa Arvin Exhaust de Venezuela. Universidad de Carabobo. Valencia.
- Steiner, George A. (2005). Planificación Estratégica, lo que todo director debe saber. Vigésima Tercera Reimpresión. Editorial CECSA, Ciudad de México
- STEPHENS, Mathew. (2006). Diseño de Instalaciones de manufactura y manejo de materiales. p. 139.



- 
- Sumanth, D. (2001). Administración para la productividad total. Compañía Editorial Continental, Ciudad de México.
  - SUZUKI, Tokutaro. (1996). TPM en Industrias de Proceso. 404 p.
  - Torres, V. (1992). Análisis y Resolución de Problemas en la Industria. Universidad de Carabobo. Valencia, Venezuela.
  - Universidad la Gran Colombia. Implementación ISO 9001:2008 - Programa 5S. Bogotá D.C. 2009. 19 pp.
  - Vargas H. (2004). Manual de implementación del programa 5S. Oficina de Control Interno de la Corporación Autónoma Regional de Santander. Disponible en <http://www.eumed.net/cursecon/libreria/2004/5s/5s.htm>